



HAL
open science

Du design d'interaction humain-algorithme : une perspective d'ajustement : le cas d'un dispositif d'optimisation énergétique des bâtiments

Florian Harmand

► **To cite this version:**

Florian Harmand. Du design d'interaction humain-algorithme : une perspective d'ajustement : le cas d'un dispositif d'optimisation énergétique des bâtiments. Art et histoire de l'art. Université Michel de Montaigne - Bordeaux III, 2022. Français. NNT : 2022BOR30066 . tel-04073834

HAL Id: tel-04073834

<https://theses.hal.science/tel-04073834>

Submitted on 19 Apr 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Université Bordeaux Montaigne

École Doctorale Montaigne Humanités (ED 480)

THÈSE DE DOCTORAT EN « SCIENCE DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION »

Du design d'interaction humain-algorithme : une perspective d'ajustement

Le cas d'un dispositif d'optimisation
énergétique des bâtiments

Présentée et soutenue publiquement le 16 décembre 2022

Par **Florian HARMAND**

Sous la direction d'Anne BEYAERT-GESLIN et Stéphanie CARDOSO

Membres du jury

Anne BEYAERT-GESLIN, directrice,
Professeur, Université Bordeaux Montaigne

Stéphanie CARDOSO, co-directrice,
Maître de conférences, Université Bordeaux Montaigne

Quentin ENARD, invité (encadrant CIFRE),
Docteur en informatique, directeur technique et co-fondateur d'iQspot

Annie GENTÈS, rapporteur,
Professeur, CY Ecole de Design

Nolwenn MAUDET, examinateur,
Maître de conférences, Université de Strasbourg

David PUCHEU, examinateur,
Maître de conférences, Université Bordeaux Montaigne

Manuel ZACKLAD, rapporteur,
Professeur, Conservatoire national des arts et métiers

Résumé

L'opulence des données numériques et la puissance de calcul disponible pour les traiter permettent aujourd'hui de développer des dispositifs capables d'analyser et d'agir sur des situations auparavant difficiles à appréhender. Mais quand bien même ces dispositifs offrent un riche potentiel fonctionnel, un travail d'*ajustement* est nécessaire pour coupler les prouesses calculatoires de ces algorithmes avec les pratiques et référentiels des utilisateurs.

Tel est l'enjeu de cette recherche-projet à l'intersection du design, des interactions humain-machine (IHM) et des sciences de l'information et de la communication (SIC). Cette thèse CIFRE, initiée avec l'entreprise iQspot, raisonne depuis le design du dispositif éponyme qui agrège les données énergétiques de centaines de bâtiments pour modéliser leurs comportements et détecter en temps-réel leurs surconsommations, l'objectif étant de rendre ce système complexe intelligible et utilisable par les professionnels de la gestion énergétique.

Cependant les limites humaines dans le champ du calcul et l'hermétisme au sens de l'algorithme engendrent une asymétrie (Suchman, 1987) dans leurs interactions. En réponse à cette situation problématique, cet exercice de design tend vers l'*ajustement* des interactions entre humains et non-humains, en l'occurrence entre des utilisateurs et des algorithmes complexes, statistiques, voire d'apprentissage machine. Dans sa dimension réflexive (Schön, 1983), cette recherche réinvestit le concept d'*ajustement* – emprunté à la sémiotique (Landowski, 2005) – dans le design d'interaction humain-machine.

Pour s'extraire des réflexes du *design thinking*, la méthodologie de cette recherche-projet renoue avec l'ethnographie et l'ethnométhodologie tout en mobilisant le paradigme numérique : données enregistrées, métriques et statistiques. L'enquête se construit autour d'une veille sur les algorithmes, entre l'échelle industrielle des firmes numériques et l'artisanat d'une équipe de R&D, puis d'une triangulation (données « méta », quantitatives et qualitatives) des utilisateurs et de leurs usages. Circonscrire les deux interactants et comprendre leur asymétrie permet ensuite le prototypage d'une fonctionnalité sous différents modes – chacun répondant à des situations d'interaction spécifiques.

Finalement, cette thèse formalise des fonctions de traduction humain-machine, propose un design de modes d'interaction humain-algorithme, et explore différents régimes d'interaction. À l'intersection de ces concepts se définit l'*ajustement* en design.

Abstract

The abundance of digital data, along with a computing capacity to process it, now make possible the development of devices capable of both analysing and acting on situations that were previously difficult to understand. Although these devices offer a rich functional potential, a work of adjustment is necessary to couple the algorithms' computational prowess with the practices and references of the users.

Here lays the challenge of this research-project intersecting design, Human-Machine Interaction (HMI) and Information and Communication Sciences (ICS). Initiated with the company iQspot, this CIFRE thesis starts with the design of the eponymous system aggregating the energy data of hundreds of buildings to model their behaviour and detect overconsumptions in real time. The purpose of this work is to make this complex system intelligible and usable by energy management professionals.

However, human limitations in computation and algorithms' asemantism both create an asymmetry (Suchman, 1987) in their interactions. Addressing this problematic situation, this design exercise aims for the adjustment of interactions between humans and non-humans, in this case between users and complex, statistical or machine learning algorithms. In its reflexive dimension (Schön, 1983), this research reinvests the concept of adjustment, borrowed from semiotics (Lanowski, 2005), in the design of human-machine interaction.

Avoiding traditional design thinking methodology, this research-project goes back to ethnography and ethnomethodology while mobilising the digital paradigm : recorded data, metrics and statistics. The investigation is based on a watch on algorithms, comparing digital firms and their industrial scale and the craft of an R&D team, followed by a triangulation (meta, quantitative and qualitative data) on users and their uses. Circumscribing the two interactants and understanding their asymmetry then enables the prototyping of a functionality through different modes—each mode addressing specific situations of interaction.

Finally, this thesis formalizes human-machine translation functions, offers a design of human-algorithm interaction modes, and explores different interaction regimes. At the intersection of those three concepts emerges a definition for adjustment in design.

Remerciements

Cette thèse est dédiée aux apprenties et apprentis designers avec qui j'ai eu l'opportunité de travailler au sein du Master Design, Innovation, Interaction, Service durant ces six dernières années. Leur motivation, leur curiosité, leur inventivité et leurs singularités m'ont permis de garder un esprit en mouvement, ces parenthèses créatives venant bousculer les certitudes que le quotidien de la conception laisse parfois s'installer. D'où l'effort de vulgarisation et de définition des termes de cette recherche qui j'espère, transparaîtra.

Je remercie tout d'abord ma directrice Anne Beyaert-Geslin, en particulier pour son soutien sur la fin de cette recherche-projet. Son apport sémiotique, sa rigueur méthodologique et ses conseils avisés ont été des plus précieux. Je remercie aussi ma co-directrice Stéphanie Cardoso, sans qui cette thèse n'aurait peut-être jamais débuté. Je vous félicite aussi de ces six années de collaboration pour faire vivre le Master Design.

Je remercie les membres du jury, Annie Gentès, Nolwenn Maudet, David Pucheu, Manuel Zacklad, pour leur lecture attentive.

Je remercie également toute l'équipe d'iQspot, à commencer par Julien Bruneau et Quentin Ennard qui m'ont fait confiance lorsque j'ai initié cette recherche, Paul pour tout le travail accompli depuis les débuts de l'entreprise, Alex et Gautier pour la collaboration qui a mené à construire l'objet de cette recherche, Sarah et Gaëlle pour l'organisation que nous avons mise en place, ainsi que Mathieu et Yann, Xavière, Gabriel, Thibaud, Olivier, Nicolas, Lou, Karidja.

D'autres remerciements s'adressent à celles et ceux qui ont contribué aux réflexions sous-jacentes à cette thèse. Merci à David Pucheu et à Alexandre Monnin pour nos riches discussions, à Emna Kamoun, Camille Forthoffer et Rihab Zaidi pour nos échanges, aux collègues de l'axe IDEM du Laboratoire MICA, à l'axe E3D du Laboratoire MICA pour les nombreuses collaborations : Arthur Perret, Franck Cormerais, Olivier Le Deuff, Clément Borel. Je remercie aussi les participants des journées Reticulum, qui ont alimenté indirectement certaines réflexions de ce travail, ainsi que mes pairs doctorant.es, chercheur-euses en design qui animent la communauté dans un esprit de collaboration et de mise en commun des connaissances produites. Je remercie enfin les relecteurs et relectrices de ce document, Martine, Guillaume, Marion, Nicolas.

Je remercie du fond du cœur ma femme Gabrielle, pour son amour et, nécessairement, pour sa patience. Je ne remercie pas mes enfants concernant l'avancement de cette thèse. Mais je les remercie pour tout le reste.

Sommaire

Résumé	3
Abstract	5
Remerciements	7
Sommaire	8
Préambule	11
Le projet iQspot : contexte	11
La solution iQspot : déploiement, fonctionnement, utilisation	13
Du design en R&D	17
Lancement de la thèse	20
Introduction	23
Un contexte d'interaction humain-machine	23
Une problématique d'asymétrie humain-machine	25
L'hypothèse de l'ajustement	27
Cadre disciplinaire et épistémologique	29
Méthodologie	30
Livrables de design et apports de recherche	31
Plan de la thèse	32
1 Méthodologie : convergence des approches	35
1.1 L'approche sociotechnique : humains et non-humains	37
1.2 L'approche dispositif : savoirs et pouvoirs	41
1.3 L'approche réflexive : articuler pratique et production de connaissances	44
1.4 L'approche située : insécabilité de l'action et de la cognition	50
1.5 L'approche ethnométhodologique : au plus proche de l'utilisateur	55
1.6 Implémentation des approches : méthodes (et outils)	58
Résumé du chapitre 1	60
2 Appréhension : du terrain à l'objet	63
2.1 Définir l'appréhension en design	64
2.2 Le rôle des représentations	66
2.3 Du terrain à l'objet : représentations et concepts	69
Résumé du chapitre 2	84

3	Épistémologie : connaissance des algorithmes	87
3.1	Les automates : de la matière à l'information	89
3.2	Une épistémè pour l'interaction	97
3.3	L'algorithme au prisme du design	105
3.4	[Complément] L'humain dans la machine : entre science et fiction	113
	Résumé du chapitre 3	121
4	Algorithmes : entre industrie et artisanat	123
4.1	Vulgarisation technique	125
4.2	Veille industrielle	134
4.3	Cas de design d'algorithmes dans la solution iQspot	149
	Résumé du chapitre 4	154
5	Utilisateurs : pratiques & usages	157
5.1	Méthodologie d'une approche de l'utilisateur	159
5.2	Triangulation des utilisateurs et usages : méta, quanti, quali	173
5.3	Résultats de l'étude et réflexions méthodologiques	182
	Résumé du chapitre 5	195
6	Prototypage d'une fonctionnalité d'alertes énergétiques	197
6.1	Configuration manuelle	199
6.2	Configuration augmentée	210
6.3	Configuration automatique	219
6.4	Ouvertures : réception, <i>feedback</i> et évaluation	245
	Résumé du chapitre 6	253
7	Ajustement : réflexions et perspectives	257
7.1	Des concepts pour l'ajustement	259
7.2	Épistémologie de l'ajustement	281
	Résumé du chapitre 7	307
	Conclusion et ouvertures	313
	Bibliographie	317
	Table des matières	328
	Liste des figures	330
	Liste des tableaux	332
	Annexes	333
	Glossaire	343
	Index	347

Préambule

Le cadre de la production conditionne l'objet de la production, et l'artefact qu'est la thèse n'y déroge pas. Voici donc quelques éléments de contexte de cette recherche-projet qui offrent des clés de lecture supplémentaires à ce travail. Ce préambule expose en premier lieu la brève histoire de l'entreprise iQspot et de son produit éponyme. Il décrit ensuite le dispositif iQspot qui sert de terrain à cette recherche-projet : son déploiement, son fonctionnement et son utilisation. Enfin, ce texte situe la place de la recherche et développement (R&D) dans l'entreprise, ainsi que l'émergence de cette recherche dans ce contexte.

Le projet iQspot

Le projet iQspot a été initié en 2015 par Julien Bruneau et Quentin Enard. Tous deux docteurs en informatique, ils ont réinvesti les fruits de leur recherche en génie logiciel – menée sur le projet DiaSuiteBox à INRIA (équipe Phœnix) – dans un domaine nouveau : celui de l'optimisation énergétique des bâtiments. Leur compétence en développement informatique et leur compréhension de l'hétérogénéité des objets communicants leur a permis de développer rapidement un logiciel capable d'agrèger les données énergétiques et les données de confort d'un bâtiment ou d'un parc de bâtiment. Pour transformer leur prototype en produit, ils ont fait appel à Paul Fudal, ancien ingénieur de recherche en robotique à INRIA (équipe Flowers) familier des systèmes complexes aux techniques hétérogènes ; et à moi-même, Florian Harmand, diplômé en conception de dispositifs numériques, notamment capable de définir des fonctionnalités, d'en dessiner l'interface et de les « coder ». Et c'est avec cette équipe de quatre personnes que nous avons développé en quelques mois le socle du dispositif iQspot.

En janvier 2016, l'application web destinée aux ordinateurs et tablettes se dote d'une nouvelle interface, passant du prototype au produit. Au printemps 2016 sort l'application mobile iOS. À l'automne 2016, son pendant sur Android. Au printemps 2017, la solution logicielle se décline en version multisite, pour s'adapter à l'échelle d'un parc de bâtiments. En 2018, les premières recherches en algorithmie complexe et en « apprentissage machine » sont intégrées dans la solution en production grâce au travail d'Alexandre Brébant, *data scientist*. D'autres sous-projets ont jalonné le développement et l'amélioration continue du logiciel iQspot : des écrans d'informations, des systèmes de notifications, une interface de programmation (API ou *Application Programming Interface*) permettant d'interagir avec les données, diverses expérimentations matérielles (capteurs, réseaux), etc. Même si ces informations auront leur importance plus tard, il

suffit de retenir que le produit principal commercialisé par iQspot est une solution de suivi énergétique des bâtiments. iQspot compte en 2022 une quinzaine de collaborateurs permanents, couvrant tous les aspects de la solution logicielle. Je suis aujourd'hui designer et en charge de la gestion du produit¹ (*product management*), et collabore étroitement avec tous les membres de l'entreprise. Quentin Enard, Paul Fudal, Mathieu Duban et Yann Blanchet développent le logiciel. Gaëlle Ricquebourg est responsable de la communication et du positionnement marketing de la solution. Sarah Charles, Lou Laroche et Karidja Coulibaly accompagnent les clients dans leur gestion énergétique (*energy management*). Nicolas Bonnet-Eymard est directeur financier. Thibaud Estarellas, Olivier Besson et Gabriel Eyheramendy constituent l'équipe de déploiement et de maintenance des capteurs. Cette équipe couvrant toutes les facettes du développement d'un service – conception (design et ingénierie), développement informatique et web, commercialisation, installation et maintenance des capteurs, suivi clientèle, communication –, seules des prestations ponctuelles de communication sont externalisées.

Le positionnement d'iQspot sur la problématique énergétique des bâtiments n'est pas un hasard : les études prolifèrent sur les consommations énergétiques et les émissions de CO₂. Deuxième secteur le plus consommateur derrière le transport, le bâtiment est responsable de 45 % de l'énergie finale consommée en France en 2015 et d'environ 26% des émissions de gaz à effet de serre (GES) en 2016. Le secteur tertiaire à lui seul consomme annuellement plus de 200 TWh pour environ 815 millions de m² de bâtiments chauffés ou climatisés. Entre 2007 et 2012, le Grenelle de l'Environnement a affiché des objectifs de réduction des consommations d'énergie (au moins 38 % d'ici à 2020), d'obligation de travaux pour la performance énergétique dès 2012 et de respect du label « bâtiment basse consommation » (BBC) pour les bâtiments neufs. Ces directives de l'État se voient complétées par des normes internationales telles que ISO 26000 (lignes directrices relatives à la responsabilité sociétale) et ISO 50001 (Management de l'énergie). Depuis près de quinze ans, la France réitère l'objectif « Facteur 4 » : diviser par quatre la consommation énergétique et les émissions de CO₂ d'ici à 2050, le secteur immobilier est particulièrement ciblé. Cependant le « facteur 4 » a progressivement laissé place à la notion de « neutralité carbone » en 2019. Enfin, l'impératif de réduction des consommations énergétiques des bâtiments se renforce à l'été 2019 avec la parution du décret tertiaire² ciblant les bâtiments du secteur. Obligation législative ou interne aux entreprises, réduction effective des factures, question de réputation et de valorisation des actifs³ ou conscience environnementale, les finalités qui motivent des réductions des consommations énergétiques sont nombreuses. L'entreprise iQspot s'est développée dans cette conjoncture.

Bien que l'entreprise ait travaillé par le passé avec toutes sortes d'acteurs (privés comme publics,

¹ Hormis les anglicismes couramment utilisés en Français ou dans le domaine de l'immobilier, les citations en langues étrangères seront systématiquement et librement traduites, la version originale étant fournie entre parenthèses ou en note de bas de page. Les mises en exergue traduites portent la mention [ma traduction].

² Ce décret devait initialement faire suite au Grenelle de l'environnement en 2011. Il a fallu attendre 2019 pour voir paraître la première version du texte.

³ Les labels Breeam, HQE Exploitation ou encore LEED certifient la performance énergétique des bâtiments

de toutes tailles, de tous secteurs d'activité), l'entreprise s'adresse aujourd'hui essentiellement aux foncières immobilières et autres gestionnaires de parcs immobiliers aux problématiques similaires. D'abord pour des questions de marché : les foncières administrant de grandes surfaces, le suivi des consommations énergétiques est un besoin à la fois financier, communicationnel, législatif – décret tertiaire oblige, dès qu'une entreprise possède et gère une surface de plus de 1000 m², elle doit effectuer un rapport énergétique annuel dans une plateforme dédiée gérée par l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME). Ensuite pour des questions d'impact : suivre des surfaces importantes permet des économies plus substantielles.

Le dispositif iQspot : déploiement, fonctionnement, utilisation

La solution iQspot s'inscrit dans le domaine de l'optimisation énergétique des bâtiments. Sa proposition de valeur originelle est la relève automatique et l'analyse en temps-réel des consommations énergétiques immobilières. La relève automatique des données énergétiques n'est pas une pratique évidente dans la gestion d'un parc immobilier. Nombre d'administrateurs se basent encore sur des factures mensuelles, trimestrielles ou annuelles. Au mieux, des gestionnaires ou techniciens relèvent manuellement les index des compteurs de consommation. Certaines entreprises proposent d'ailleurs un autre type de suivi énergétique par agrégat de factures : les données manipulées le sont « post-mortem » puisque les factures n'arrivent aux clients qu'un ou deux mois après la période de consommation, voire une fois par an. Sans attendre ces documents, le modèle d'iQspot consiste à prélever les données en temps-réel « à leur source », c'est-à-dire au plus près des compteurs d'énergie⁴.

Concrètement, le dispositif repose sur l'équipement des compteurs d'un bâtiment avec des capteurs de télé-relève. Cette installation fait suite à une collecte de documents et à un audit sur site afin de vérifier que les compteurs puissent être reliés aux capteurs adéquats. Ces appareils basiques, peu énergivores et fiables transmettent des petits paquets de données sur de longues portées via des réseaux bas-débit (LoRa, Sigfox) jusqu'aux serveurs d'iQspot ou d'applications tierces. Parmi ces données minimales, on trouve essentiellement l'index du compteur, l'heure et la date de la dernière relève, le niveau de batterie du capteur. Moyennant parfois quelques adaptations techniques, toutes les consommations de fluides peuvent être mesurées : électricité, eau, gaz, énergie thermique et froid (réseaux urbains), fioul, etc. En complément de ce suivi énergétique et selon les contextes ou objectifs des clients, iQspot peut également équiper les bâtiments de capteurs de confort permettant de recenser des données telles que la température, l'humidité, le bruit et le CO₂ des zones sondées. Pour une mesure plus globale des émissions de gaz à effet de serre des entreprises, la solution étend aussi son périmètre à la captation des flux de déchets produits.

⁴ Cela n'empêche pas de comparer ces données aux index réels et aux factures pour en vérifier la cohérence.

Une fois ces données collectées et rapatriées dans les bases de données d'iQspot, les nombreux algorithmes de la solution s'exécutent pour traiter les données. D'un simple changement de format à des statistiques complexes, jusqu'à des processus d'apprentissage automatique, le dispositif contient un large spectre de complexités algorithmiques. L'objectif de ce formatage et de ces calculs ou pré-calculs est de préparer les informations qui s'affichent en bout de processus sur l'interface de l'utilisateur. Lorsque celui-ci manipule les différents paramètres d'affichage, ces informations sont alors mises en forme dynamiquement en fonction de ses besoins : échelle de temps, unité, possibilité de comparaisons, etc⁵.

La proposition fonctionnelle d'iQspot se manifeste sur l'interface d'une application web. Et chaque « vue » de la solution propose différentes approches des données. Une **synthèse** (voir figure 0.1) des informations énergétiques du bâtiment est d'abord proposée à l'utilisateur. Ensuite, le niveau fonctionnel le plus basique (en apparence) est certainement la **visualisation** de la consommation (ou production) énergétique par fluide selon différentes échelles temporelles et unités. Cela couvre l'électricité (voir figure 0.2), l'eau, le gaz, le fioul, les réseaux de chaleur et de froid, etc. Un autre onglet de l'application permet de faire correspondre ces données de consommation à leur équivalent en **dépenses** financières. Plus élaborée, la fonctionnalité d'**alertes** permet de diagnostiquer des anomalies énergétiques parmi les consommations enregistrées – cette fonctionnalité sera l'objet de conception et d'étude de cette recherche-projet. La section réservée aux **objectifs** propose des outils de pilotage énergétique aux gestionnaires de parc. D'autres onglets de **configuration** permettent aussi d'ajuster des points techniques (compteurs, équipements de captation, etc.) et des options d'usage transversaux à l'application.

Une déclinaison de cette application a été pensée pour superviser un parc de bâtiments. Autre échelle, autres enjeux : les propositions fonctionnelles diffèrent ou tout du moins varient pour s'adapter à ce contexte légèrement modifié. Cette version dédiée au parc apporte en supplément un **comparateur** permettant d'évaluer depuis de nombreux critères et référentiels (nationaux) les performances énergétiques des bâtiments en gestion. L'autre distinction est la présence d'une interface munie d'**indicateurs RSE** (Responsabilité Sociale et Environnementale) permettant de traduire et de situer les consommations des bâtiments au regard de barèmes environnementaux.

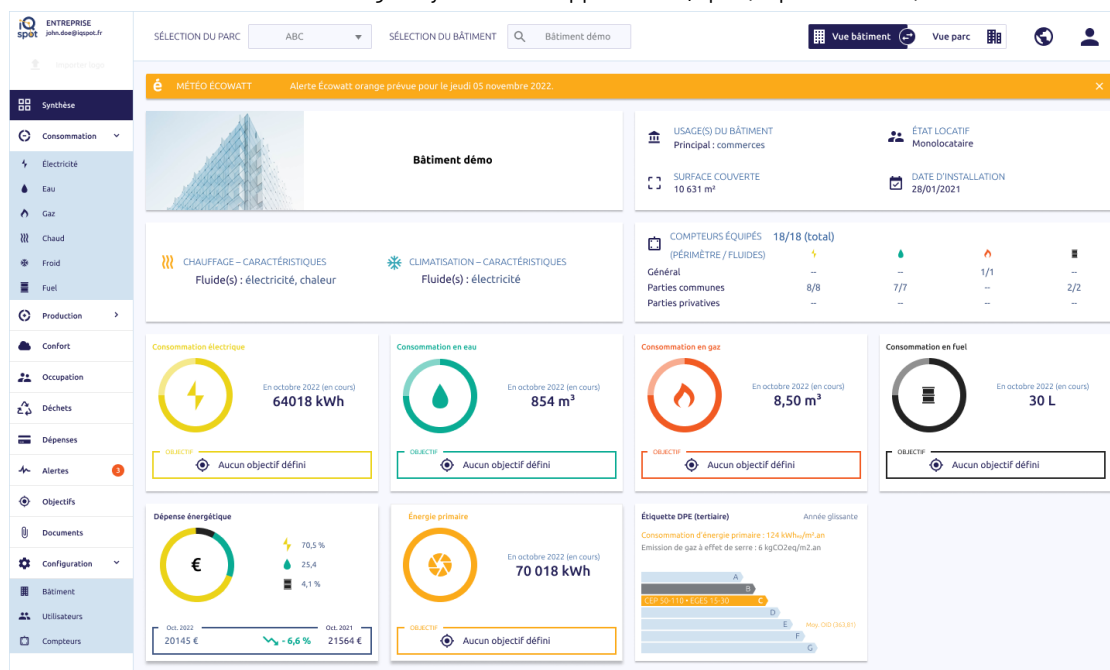
Afin de rendre plus concrète l'utilisation de ce service, voici quelques cas d'usage de la solution iQspot au prisme de différents métiers :

- Comme tout responsable de plus de 1000m², un gestionnaire de biens (*asset manager*⁶) au service d'une foncière immobilière décide de mandater iQspot pour l'aider à répondre

⁵ Je ne m'épanche pas sur d'autres étapes telles que la fiabilisation des données, la formation des utilisateurs ou encore la rédaction de rapports énergétiques. Toutes aussi importantes, elles s'éloignent du centre de gravité de cette thèse : la question de l'ajustement entre l'action humaine et la computation algorithmique.

⁶ Les termes de métiers sont très souvent anglicisés dans le monde de l'immobilier, les entreprises concernées officiant souvent à l'échelle européenne voire internationale.

FIGURE 0.1 – Onglet Synthèse de l'application iQspot (capture d'écran)



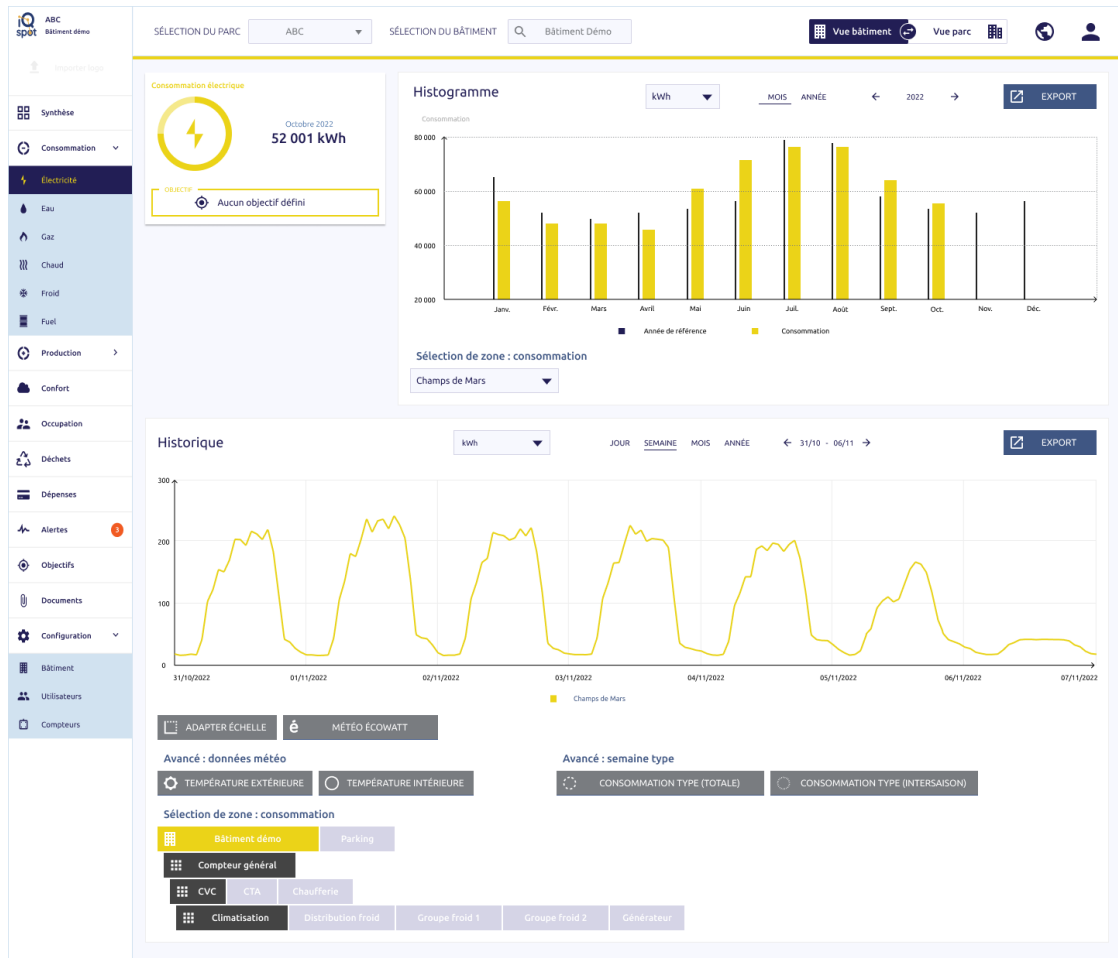
La Synthèse de l'application iQspot est un tableau de bord qui regroupe toutes les caractéristiques et les données énergétiques relatives à un bâtiment équipé.

aux impératifs législatifs de rapport énergétique (décret tertiaire). En plus de lui donner accès à un suivi énergétique et à des rapports détaillés sur son parc, il espère que l'emploi de l'application lui permettra de labelliser son parc de bâtiments, le faisant ainsi gagner en attractivité et en valeur foncière et locative.

- Un gestionnaire (*property manager*) d'un ensemble de bâtiments cherche à appréhender les charges financières que représentent le lot de bâtiments qu'il a en gestion. La solution iQspot lui permet de centraliser les données des divers bâtiments dans une même interface et d'observer ses charges énergétiques mensuelles ou annuelles.
- Un mainteneur de bâtiment (*facility manager*) veille au bon fonctionnement des équipements d'un parc immobilier. Il apprend que le propriétaire a fait installer la solution iQspot dans ses bâtiments, et que ce dernier lui a donné accès à l'application. Le mainteneur peut paramétrer des alertes de consommations énergétiques dans l'application pour traquer tout dépassement anormal sur une période donnée traduisant une potentielle fuite d'eau ou un mauvais réglage d'un équipement (chauffage, climatisation, éclairage, etc.).

On comprend que les fonctionnalités d'iQspot correspondent à divers pratiques et besoins des métiers de l'immobilier. Précisons que l'application est essentiellement utilisée par des gestionnaires immobiliers (*property managers*), dans une moindre mesure par des gestionnaires d'actifs immobiliers (*asset managers*) et minoritairement par certains profils techniques (*facility managers*). Les responsables énergie (*energy managers*) d'iQspot sont aussi très actifs dans l'application.

FIGURE 0.2 – Onglet Électricité de l'application iQspot (capture d'écran)



L'onglet Électricité fait partie des outils de visualisation des consommations énergétiques : il propose plusieurs échelles temporelles et zones de suivi.

Nous verrons qu'un des enjeux de recherche et de design de ce dispositif réside dans l'adéquation entre les fonctionnalités conçues et cette diversité de profils d'utilisateurs. Sur cette application, l'information énergétique est faite pour être manipulée, observée sous différents angles, comparée selon divers référentiels, et toujours adaptée au contexte de chaque parc immobilier et métier de l'utilisateur. Chacune des fonctionnalités constitue un rapport spécifique à l'information énergétique et requiert un mode d'interaction adéquat.

Selon sa complexité fonctionnelle ou technique, une fonctionnalité peut prendre d'un à six mois pour être développée. Toute fonctionnalité passée en production est ensuite sujette à de multiples itérations dans une logique d'amélioration continue. La genèse et l'évolution de chaque fonctionnalité passent donc par un temps conséquent de recherche avant l'étape de développement. Le design, au même titre que des sciences techniques comme l'informatique, est pleinement impliqué dans cette R&D.

Du design en R&D

L'équipe de recherche et développement (R&D) d'iQspot correspond à son équipe technique, à laquelle j'appartiens de fait. Mes collègues développeurs et moi-même travaillons en étroite relation sur des problématiques immédiatement opérationnelles (maintenir le bon fonctionnement et l'utilisabilité de l'application) et sur des problématiques de recherche (penser les fonctionnalités d'après). Je peux préciser que mon temps de R&D oscille selon les années entre 80% et 90% de mon temps d'activité. Le temps échappant à ce compteur correspond soit à la maintenance de l'application, soit à ma charge d'enseignements à l'université, soit aux tâches annexes menées chez iQspot : supports de communication, rédaction de documents divers, développement web occasionnel.

La R&D a été instituée chez iQspot depuis ses débuts. Cette culture et ces pratiques permettent un apprentissage permanent des membres de l'équipe dans leurs domaines respectifs ainsi qu'une amélioration continue de la solution. Au cours de ma thèse, la R&D est restée peu ou prou divisée en trois axes, chaque membre de l'équipe étant mobilisé par au moins deux de ces trois axes.

1. Le premier que nous appellerons **Hétérogénéité** consiste à coordonner l'ensemble des objets connectés à des fins de captation et de traitement des données relatives au bâtiment. Il favorise l'interopérabilité des matériels et logiciels utilisés.
2. Le second, **Bâtiment Intelligent**, vise l'élaboration d'algorithmes de détection d'anomalies et de prescriptions contextualisées aux gestionnaires de bâtiments. Il s'appuie sur les statistiques et sur les algorithmes d'apprentissage machine (*machine learning*).
3. Le troisième axe, **Implication**, est relatif à la conception et au développement d'interactions visant l'implication conjointe des occupants et des gestionnaires dans la réduction des consommations énergétiques. Cet axe était initialement lié à l'adéquation entre une consommation énergétique raisonnable et un environnement de travail confortable, mais l'abandon temporaire de la recherche sur le confort en interne nous a incités à revoir son contenu. Il se préoccupe aujourd'hui de l'intelligibilité des prescriptions algorithmiques aux humains.

Mon travail se positionne alternativement sur les second et troisième axes.

À mon arrivée chez iQspot, le terrain était vierge sur le plan du design. Même si je ne me revendiquais pas de la discipline, j'ai néanmoins mis en place ce qui me semblait être de bonnes pratiques de conception avec le recul et l'expérience de mes projets passés. Cela comprenait des choses aussi diverses que l'implication des utilisateurs dans certaines phases de conception ou le souci d'une compatibilité de l'application sur tous les formats d'appareils (on parle de *respon-*

sive design). Sans prétendre « faire du design », j'étais simplement chargé de concevoir, dessiner et développer une interface logicielle. J'avais d'ailleurs répondu à une offre d'emploi intitulée « Développeur Web Front-End » et la mention « ingénieur R&D » figurait et figure toujours sur ma fiche du poste. J'étais le designer « de service » au sens de designer par défaut, prenant en charge tout ce qui échappe à la technique pure.

Ma pratique alors intuitive était pourtant compatible avec une représentation communément admise de la méthodologie du designer. On y retrouvait des étapes typiques d'un processus de design, et ma démarche s'insérait naturellement dans la représentation canonique du projet en « double diamant⁷ » (voir figure 0.3) puisqu'elle contenait ses quatre phases constitutives :

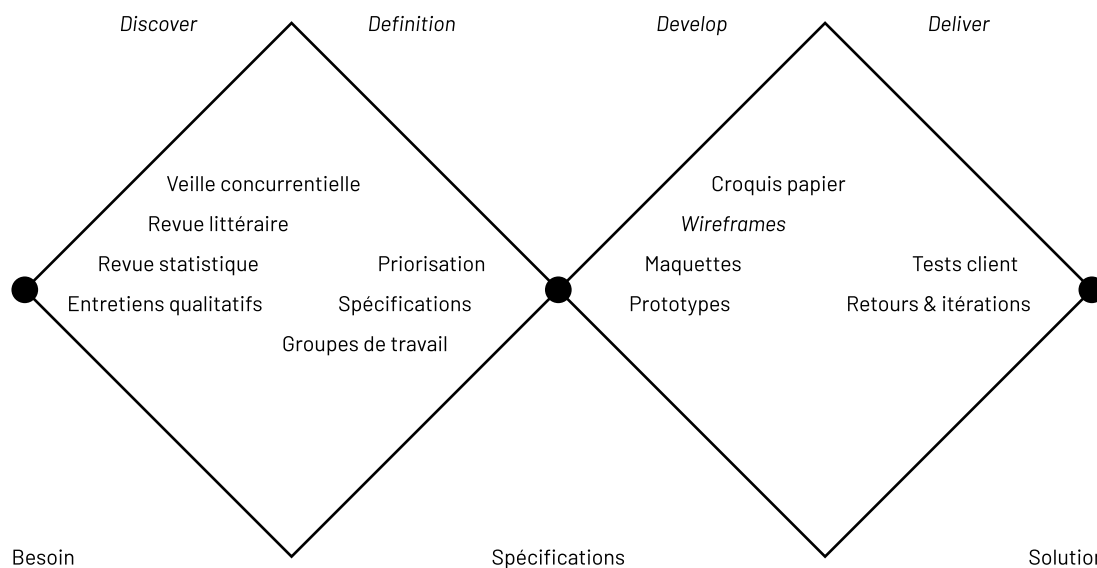
1. Une phase d'enquête et de familiarisation avec les enjeux immédiats entourant l'objet conçu, concrétisée par une veille analysant les produits concurrents ou complémentaires, une consultation de sites spécialisés, des lectures d'études scientifiques et statistiques au besoin, des rencontres avec les clients ou *a minima* un recueil d'informations auprès des personnes en contact avec le client, etc.
2. Une phase de synthèse et de définition, souvent en groupes de travail, pour pondérer les données et ébaucher les spécifications qui guideraient le travail futur, concrétisée par des documents variés : des documents explicitant les fonctionnalités envisagées ou encore de multiples croquis tentant de saisir et de cartographier le problème.
3. Une phase créative, adoptant différentes vitesses d'exécution et une gradation variable de travaux individuels ou collectifs, selon la complexité des sous-projets. Des synopsis, croquis, *wireframes*, maquettes, prototypes HTML ou autres sont réalisés.
4. Une phase d'expérimentation, durant laquelle le prototype est éprouvé par l'usage, de l'équipe d'abord, des clients ensuite, le moindre retour étant consigné, étudié et converti en modification effective si pertinent.

Des lectures diverses venaient également approfondir mon travail lorsque la théorie me manquait, notamment sur les bonnes pratiques de conception de dispositifs numériques, sur les grands principes de la visualisation et de la communication de données, etc. Pour autant, je n'avais pas explicitement remarqué qu'elles formaient déjà une bibliographie se rapprochant du design. Enfin, j'avais pris l'habitude de fréquenter, quand je le pouvais, des événements professionnels et/ou scientifiques, pour échanger avec d'autres professionnels et chercheurs engagés dans des travaux de conception.

Le changement de regard sur mon travail et sa prétention à une approche de design me sont apparus lors de la rédaction du projet de thèse. D'abord parce que l'écriture du projet m'a forcé

⁷ Design COUNCIL. *Framework for Innovation : Design Council's Evolved Double Diamond*. 17 mai 2019. En ligne : <https://www.designcouncil.org.uk/our-work/skills-learning/tools-frameworks/framework-for-innovation-design-councils-evolved-double-diamond/> (visité le 17/09/2022).

FIGURE 0.3 – Processus de conception chez iQspot dans le double diamant du Design Council



Le double diamant du Design Council est une représentation canonique du projet de design. Il fait se succéder quatre étapes : la découverte, la définition, le développement et la livraison. Les premières pratiques de conception et développement rentraient déjà implicitement dans ce cadre.

à prendre de la hauteur par rapport à mon activité quotidienne en cherchant ce qui pouvait relever d'un processus de recherche dans mon processus de conception. Ensuite parce que cela m'obligeait à adopter une vue globale et systémique du service conçu. Ces deux approches – l'une esquissant la démarche réflexive détaillée dans cette recherche, l'autre se dirigeant vers une approche holistique du service en cours de conception – sont restées prépondérantes tout au long de ce travail. Enfin, je dois incriminer (et remercier) Stéphanie Cardoso dans ce changement de rapport à mon travail. Son habileté à pointer ce qui relevait du design dans ma pratique aura été extrêmement éclairante.

Sans être totalement bouleversé, mon travail de design au sein d'iQspot s'est enrichi avec le format CIFRE qui s'est naturellement agencé avec mon *habitus* réflexif. Les dispositions de la CIFRE m'ont dégagé du temps pour approfondir des pans de recherche fondamentale vers lesquels je ne me serais pas tourné autrement. Ce temps m'a permis d'approfondir des concepts opérants pour mon travail et de découvrir des inspirations inédites. J'ai également rencontré des praticiens et chercheurs, praticiennes et chercheuses, avec qui je partageais et partage encore aujourd'hui de nombreuses réflexions et projets. La thèse CIFRE a ouvert à mon travail de nouvelles dimensions, d'autres voies possibles, d'autres options à tester. Il a en même temps gagné en précision, la recherche permettant de mettre des mots sur des intuitions, de verbaliser des pratiques auparavant tacites. Au prisme du design, il m'est désormais plus facile de structurer et de me représenter la pluralité de mes activités chez iQspot tout en situant mon activité dans une communauté de pratiques et de recherche. Je ne vois pas seulement cette thèse comme un projet de recherche avec un début et une fin. Je la considère aussi comme le terrain d'entraînement de raisonnements plus rigoureux et de pratiques nouvelles.

Début d'une recherche-projet

C'est dans ce contexte propice à la recherche que j'ai proposé aux associés d'iQspot de déclencher une thèse CIFRE, c'est-à-dire une convention industrielle de formation par la recherche. J'ai vu dans ce format l'opportunité de formaliser mes recherches en entreprise et de renouer avec mes premiers projets de thèse esquissés en fin de Master avec la complicité de Stéphanie Cardoso, maître de conférence en arts et en design à l'Université Bordeaux Montaigne. C'est grâce à son soutien et à sa mise en relation avec Anne Beyaert-Geslin, professeure en sciences de l'information et sémioticienne, que nous avons tous les trois construit cette thèse en co-direction avec l'entreprise iQspot et le laboratoire Médiation Information Communication Arts (MICA) de l'Université Bordeaux Montaigne.

Ce projet de recherche ne correspond pas à une commande de la part de mon entreprise, et je n'ai d'ailleurs ressenti aucune pression ni aiguillage quant au sujet définitif. Il a été conçu à la manière d'une thèse « académique », rédigé intégralement par mes soins, avec relecture du laboratoire. L'impératif que je m'étais fixé était d'incarner au mieux l'approche réflexive, et les besoins de l'entreprise se sont naturellement tissés avec mes ambitions de recherche. L'enjeu de la CIFRE était donc de circonscrire un objet qui donnerait des résultats à l'entreprise et produirait des connaissances utiles à la discipline du design.

L'objet d'étude de cette recherche a été modifié à l'issue de la première année, un bouleversement imputable aux aléas de positionnement d'une jeune entreprise. Aux débuts de l'entreprise iQspot, l'offre logicielle incluait à la fois le suivi énergétique et le suivi du confort des bureaux. Focalisé sur ce second point, mon premier projet de recherche visait à résorber le clivage entre l'objectivité des capteurs et subjectivité humaine concernant le confort. Mon premier objet était donc un système de *feedback* permettant de pondérer les données relevées (et les calculs des algorithmes) avec les ressentis humains. Depuis, la prestation du confort a été fortement minorée pour mettre tous les efforts de l'équipe sur un suivi énergétique fiable, soutenu par différents types d'algorithmes : une stratégie d'entreprise adaptée aux grands parcs de bâtiments qui a porté ses fruits, mais qui a aussi archivé ce projet d'optimisation de la gestion du confort dans les cartons de la R&D. Dans un même temps, les défrichages théoriques que j'avais menés jusqu'ici, autour des théories cybernétiques ou encore du design persuasif (*persuasive design*) devenaient en partie obsolètes. À mesure qu'iQspot réinjecte par petite dose des considérations de confort au sein de la solution, je garde bon espoir de ressusciter ce projet selon d'autres contraintes de conception.

Suite à ce revirement de cap, il me fallait trouver un projet qui serait résilient aux potentielles reconfigurations de la stratégie de l'entreprise. Je me suis alors recentré sur un phénomène invariant du dispositif iQspot : sa propension à croiser les potentialités des algorithmes avec les

compétences des utilisateurs pour faire advenir des interactions impossibles sans coopération humain-machine. Mais cette richesse d'interaction potentielle ne va pas sans risque, puisque ces deux interactants ne raisonnent et n'opèrent pas sur les mêmes plans. Une médiation du design est requise pour ajuster ce déploiement technique à nos vies humaines. Ce besoin d'ajustement entre action humaine et computation algorithmique est d'un intérêt fort pour le design. Nous nous approchons ici du cœur de cette recherche-projet.

Introduction

Un contexte d'interaction humain-machine

En quelques décennies, les algorithmes ont pénétré la plupart des activités humaines impliquant des dispositifs numériques. Ils calculent en temps-réel le meilleur itinéraire pour arriver à destination, recommandent des lectures, musiques et films correspondant à nos goûts, proposent un billet de train adapté à nos impératifs, gonflent notre panier d'achat sur les sites de commerce en ligne, déterminent le taux de notre crédit immobilier, détectent les anomalies de notre compte en banque ou de nos consommations énergétiques. Derrière ces applications diverses, il y a un fonctionnement commun : des algorithmes s'appuient sur la puissance de calcul et les innombrables données disponibles pour produire et livrer aux humains des informations qui modulent leurs décisions et leurs actions. Si la pervasion de ces algorithmes est avérée, l'efficacité qu'on leur prête est à modérer. Selon les témoignages des utilisateurs, rares sont les algorithmes qui brillent par leur pertinence. Et le fait que leur nombre et leur vitesse de calcul surpassent toujours leur qualité laisse augurer un désajustement⁸ de ces techniques avec la réalité des pratiques humaines. Ce constat est partagé par le sociologue Dominique Cardon :

Regarder la société depuis les calculateurs donne l'idée trompeuse que les internautes se plient aux desiderata des algorithmes. [...] Lorsque les usages sont observés depuis la réalité quotidienne des internautes, l'emprise des calculateurs sur leur vie semble s'évaporer. Les usages sont beaucoup plus vagabonds, diversifiés et stratégiques [...]. Dans les enquêtes, les utilisateurs trouvent la personnalisation publicitaire médiocre, redondante et, la plupart du temps, à côté de la plaque. Elle ne parvient à attirer qu'un nombre infime de clics⁹.

Cette critique sera assumée par un projet de conception visant un meilleur ajustement entre l'algorithme et l'utilisateur d'un dispositif numérique. En tant que designer dans l'entreprise iQspot, j'ai à ma disposition un terrain privilégié pour mener à bien ce type de recherche.

Le dispositif iQspot fait partie de ces services qui mobilisent des données et des algorithmes pour moduler, et en l'occurrence soutenir, l'activité de leurs utilisateurs. Cette solution logicielle de suivi énergétique exploite les potentialités de la « computation » – des capacités de calcul, de stockage et de prédictions – pour assister les gestionnaires immobiliers dans leurs actions quotidiennes. Le dispositif iQspot repose sur des capteurs installés sur les compteurs d'éner-

⁸ Bernard STIEGLER. « Du temps-carbone au temps-lumière. L'hyper-désajustement ». In : *Le Genre humain* 49.1 (2010), p. 115-124. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-le-genre-humain-2010-1-page-115.htm> (visité le 21/09/2022).

⁹ Dominique CARDON. *À Quoi Rêvent Les Algorithmes*. Paris : Seuil, 2015, Passer en manuel.

gie (eau, électricité, gaz, etc.) des bâtiments afin de collecter leurs données de consommation énergétique. Différents algorithmes traitent ensuite ces données pour restituer des informations intelligibles et utiles dans l'interface des gestionnaires des parcs suivis. iQspot procure à ces gestionnaires immobiliers une interface permettant de visualiser les consommations énergétiques de leur parc. Au-delà des graphiques de visualisation et de manipulation de données, le dispositif propose aussi des fonctionnalités plus complexes de détection d'anomalies et de déclenchement d'alertes énergétiques, ce qui donne lieu à un **design d'interaction** des plus subtiles entre les utilisateurs et les algorithmes. Définissons d'abord nos deux interactants.

L'**algorithme** est souvent décrit comme une « série d'instructions permettant d'obtenir un résultat¹⁰ ». Mais cette définition sommaire ne rend pas compte des enchevêtrements complexes d'algorithmes derrière nos interfaces. En effet, les dispositifs numériques contemporains reposent sur des algorithmes statistiques, des algorithmes d'apprentissage automatique ou encore des algorithmes tissés de plusieurs algorithmes. Le dispositif iQspot contient tous ces types d'algorithmes pour collecter, traiter, et restituer les données de consommation énergétique – nous les définirons au long de cette recherche.

L'**utilisateur** du dispositif est un gestionnaire immobilier, mais nous verrons que cela ne signifie pas grand-chose. Il n'y a pas d'utilisateur type, à la rigueur des groupes d'utilisateurs, et leurs profils hétéroclites comptent des professionnels de la finance, de la gestion, de l'énergie, de l'ingénierie ou encore du droit. À ces utilisateurs externes s'ajoutent les utilisateurs internes à iQspot, c'est-à-dire les gestionnaires énergétiques de l'entreprise qui aident les clients à piloter leurs parcs immobiliers. Et selon les contextes de travail et l'expérience de ces personnes, leurs pratiques quotidiennes et leurs usages du dispositif varient grandement.

Le **couplage** de l'algorithme et de l'utilisateur humain au sein d'une même fonctionnalité constitue l'exercice de design numérique sur lequel repose cette recherche. Il s'agit de réunir les compétences de l'utilisateur et les capacités computationnelles de l'algorithme pour concevoir des actions autrement difficiles voire impossibles à réaliser par ces deux interactants pris indépendamment. Cependant, le design de telles interactions est plus complexe qu'une simple connexion des deux interactants en un même point de contact. En effet, les calculs des algorithmes ne font pas sens pour l'utilisateur humain, et le monde humain n'est pas manipulable par la machine. Il existe une irréductible **asymétrie** entre les humains et les machines.

¹⁰ *Ibid.*

Une problématique d'asymétrie humain-machine

Cette situation d'interaction augure deux problématiques qui sous-tendent cette recherche-projet¹¹. La première est une **question de design** (QD) qui se préoccupe de trouver une solution fonctionnelle et pertinente pour faire avancer le projet. La seconde est une **question de recherche** en design (QR), qui s'interroge sur la possibilité de se servir de cet exercice de design pour formaliser des méthodes et des concepts transposables et opérants dans des situations de conception analogues.

Dans le cadre du design de la fonctionnalité d'alertes énergétiques du dispositif iQspot, nous pouvons nous poser cette première question de design, purement opérationnelle :

(QD) Comment coupler l'action humaine et la production algorithmique au sein d'une fonctionnalité d'alertes énergétiques ?

Cette question très pragmatique interroge les moyens de faire converger les référentiels humains et machiniques pour que l'utilisateur parvienne à son but : en l'occurrence la configuration d'une alerte énergétique. Elle est volontairement ouverte car il est difficile à ce stade de prédire les principes d'interactions et éléments d'interface favorisant le couplage recherché.

Bien que ce travail autour des alertes énergétiques apparaisse comme une situation de conception singulière, rappelons que ce type de fonctionnalité – reposant sur des algorithmes complexes traitant des données massives – n'est pas un phénomène isolé et spécifique à ce projet. Toute l'industrie numérique s'empare de cette algorithmie pour étayer le fonctionnement des dispositifs numériques que nous utilisons au quotidien. Depuis une situation de conception en apparence spécifique, on devine qu'il y a matière à généraliser, produire des connaissances, formaliser des concepts, expliciter des manières de faire pour, finalement, partager à la communauté des savoirs opérants dans le champ spécifique du design numérique. La question de recherche (QR) constitue une montée en abstraction interrogeant ce qu'il y a de générique et de partageable derrière l'apparente spécificité du projet. Ce travail sur une fonctionnalité donnée peut donc porter d'autres enjeux et soutenir une question de recherche ainsi formulable :

(QR) Comment ajuster l'action humaine et la computation algorithmique au sein d'un dispositif numérique ?

Après une lecture rapide de cette question de recherche, on pourrait répondre que l'humain et les entités calculantes interagissent depuis longtemps et que l'essor de l'informatique – jusqu'à nos usages dans la strate numérique – a bien prouvé que nous savons nous débrouiller avec ces artefacts. Mais l'emploi du verbe « ajuster » n'est pas anodin : il assume que les deux actants

¹¹ Alain FINDELI. « La Recherche-Projet : Une Méthode Pour La Recherche En Design ». Swiss Design Network (Bâle). Mai 2004. En ligne : <http://projekt.unimes.fr/files/2014/04/Findeli.2005.Recherche-projet.pdf>.

interagissent, certes, mais précise aussi que leurs natures différentes, humaine et machinique, requièrent un certain travail de médiation. Nous recherchons donc ce qui conditionne et permet cet ajustement entre l'humain et la machine.

Précisons d'abord les termes de computation et d'action. Par **computation algorithmique**, nous désignons le potentiel que les algorithmes représentent aujourd'hui grâce aux données massives et à la puissance de calcul disponible. La computation rassemble donc à la fois le calcul et les « possibles » calculables¹² qu'il autorise. Par **action humaine**, nous nous référons tant aux actions de l'utilisateur sur l'interface qu'à ses facultés cognitives qui préfigurent l'action¹³, c'est-à-dire aux tâches d'analyse, de considération du contexte, de réflexion et de prise de décision qui opèrent « dans sa tête », avant qu'il ne touche l'écran ou le clavier.

Ces deux rappels nous disent que les deux actants n'agissent pas dans le même référentiel. Or ces référentiels ne communiquent pas « naturellement ». Si les algorithmes livraient en l'état le produit de leurs calculs, quelle réception en ferait l'humain ? Inversement, si l'humain répondait à la machine par la parole, quel impact aurait sa parole sur le fonctionnement du dispositif ? Nous voyons qu'il y a tout un travail à mener pour assurer ce que Lucy Suchman appelle la *compréhension partagée* et l'*intelligibilité mutuelle*¹⁴ de l'humain et de la machine. Cette impérieuse médiation, prenant à bras le corps l'asymétrie humain-machine, incombe au design numérique, sans quoi les deux actants n'ont aucune chance de mener leur interaction avec succès. Ce que nous appellerons « ajustement » est un particularisme de cette médiation humain-machine qui veille à ce que ces deux actants activent de concert un potentiel fonctionnel irréalisable sans cette simultanéité.

Cette question de recherche ne peut donc se lire sans ces explications qui amorcent la quête de l'ajustement entre l'humain et l'algorithme, une recherche conceptuelle basée sur des pratiques conceptives bien concrètes. Ce cheminement mobilise des méthodes familières des designers, adaptées au contexte de la recherche et retrace le travail de conception de la fonctionnalité d'alertes énergétiques, des premières phases d'enquête jusqu'au prototypage. Par cet exercice de design, des **réponses de design (RD)** seront apportées à la question de design – nous nous inspirons ici des travaux épistémologiques d'Alain Findeli¹⁵.

Question de design (QD) → Question de recherche (QR)

→ Réponse de design (RD) → Réponse de recherche (RR)

¹² Bruno BACHIMONT. « Signes Formels et Computation Numérique : Entre Intuition et Formalisme ». In : *Instrumente in Kunst Und Wissenschaft - Zur Architektonik Kultureller Grenzen Im 17. Jahrhundert*. Jan Lazardzig, Helmar Schramm et Ludger Schwarte. Berlin : De Gruyter, 2004. En ligne : http://www.utc.fr/~bachimon/Publications_attachments/Bachimont.pdf.

¹³ Nous nous référons aux anthropologues Lucy Suchman et Edwin Hutchins pour assumer l'insécabilité de la cognition et de l'action.

¹⁴ Lucy SUCHMAN. *Human-Machine Reconfigurations : Plans and Situated Actions, 2nd Edition*. Cambridge : Cambridge University Press, 2007.

¹⁵ Alain FINDELI. « La recherche-projet en design et la question de la question de recherche : essai de clarification conceptuelle ». In : *Sciences du Design* n° 1.1 (27 mai 2015), p. 45-57. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-sciences-du-design-2015-1-page-45.htm> (visité le 25/02/2021).

Concrètement, la construction d'un prototype fonctionnel visera à résoudre la situation problématique d'une fonctionnalité dont la configuration, la réception et le *feedback* totalisent de nombreuses inconnues de conception et variables contextuelles. Ces réponses opérationnelles considérées depuis un regard réflexif permettent de produire des savoirs et savoir-faire généralisables répondant à la question de recherche. On peut imaginer que ces **réponses de recherche (RR)** consistent à formaliser ce que peut être l'ajustement en design numérique, à la fois en termes de méthodologie et de concepts.

L'hypothèse de l'ajustement

Nous proposons le concept d'**ajustement** pour décrire le processus par lequel le design invente des méthodes pour pallier l'asymétrie humain-machine et développer des interactions toujours plus riches et utiles aux utilisateurs. Mais l'ajustement est aussi l'objectif de ce processus : l'atteinte d'un état satisfaisant et suffisant (*satisficing* dirait le pionnier du design Herbert Simon) au regard du contexte de design. Mais à ce stade, l'ajustement n'est qu'une intuition de recherche, une hypothèse, un concept que nous devons formaliser. Et s'il est possible de trouver quelques points de départ pour ce concept, l'objectif de cette recherche-projet est de reconstruire l'ajustement en design grâce à l'enquête et à la pratique du design.

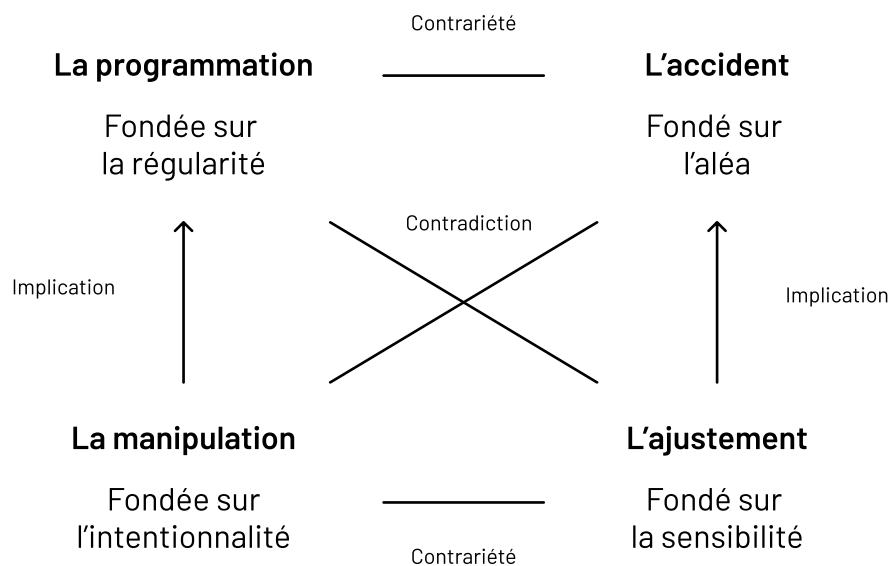
L'ajustement dans un contexte d'interaction humain-machine ne trouve pas de précédent en design. Deux origines justifient néanmoins l'appel à ce concept extérieur à la discipline : l'une est étymologique, l'autre est sémiotique.

Premièrement, l'ajustement est étymologiquement riche. Substantif du verbe « ajuster », son origine latine *justus* entend la recherche d'une situation juste, équitable, raisonnable. L'ajustement est donc plus qu'une « mise en conformité » par rapport à une loi ou à une norme, c'est une démarche de conciliation entre deux parties. L'ajustement est peut-être plus une quête de justesse que de justice. Dans la langue française, sa sémantique hybride le positionne à l'intersection des référentiels humain et technique. Dans l'ingénierie et la mécanique, l'ajustement est le degré de serrage entre deux pièces : disons que tant qu'il y a du jeu entre deux éléments, il demeure des possibilités d'ajustement. Il annonce donc une volonté d'accommoder deux items, de viser leur appariement, quand bien même ces items ne seraient pas identiques, ni compatibles de prime abord. Cela rejoint le mot *adjustment* en anglais qui peut signifier « adaptation ». Ensuite, l'ajustement est la faculté de l'humain à arranger son milieu pour le rendre conforme à ses objectifs : il évoque ainsi un souci d'organisation. Enfin, l'ajustement contient une portée collective voire sociétale : dans le vocabulaire juridique, nous retrouvons cette notion de consensus entre les différentes parties lors d'un litige. On comprend, depuis ces trois acceptions, que l'ajustement est à la fois l'atteinte d'un état méta-stable et le processus qui permet de parvenir à cet état¹⁶.

¹⁶ Cet ambiguïté n'est pas dérangeante pour la discipline : le mot « design » confond lui-même le processus et l'état.

Deuxièmement, le concept d'ajustement trouve un précédent à la périphérie du design, dans le travail sémiotique d'Éric Landowski, et plus précisément dans les *Interactions risquées*¹⁷. Landowski y met en tension l'ajustement avec d'autres « **régimes d'interaction** », en l'occurrence la programmation, la manipulation et l'accident¹⁸. Il construit le carré sémiotique suivant (voir figure 0.4). L'ajustement est la contradiction de la programmation : il n'induit pas d'adaptation unilatérale d'un agent à un autre selon un script. Ce n'est pas non plus une ruse qui ferait ployer la volonté d'un actant : l'ajustement est la négation de la manipulation. Le régime de l'ajustement selon Landowski est un régime de l'union : il repose sur la sensibilité des actants qui « coordonnent leurs dynamiques respectives sur le mode d'un faire ensemble¹⁹ ». Cette relation bilatérale, qui transforme les actants en interactants, le rend plus difficile à penser et à mettre en place, mais également plus intéressant en termes de possibilités d'« interactions concrètes²⁰ » et de « création de sens²¹ ». On comprend dès lors que l'ajustement peut nourrir le design par sa considération simultanée des plans fonctionnel et sémantique, mais aussi par sa vision de l'interaction humain-machine qui échappe à la dichotomie maître/esclave – ce qui demeure avec les régimes de la manipulation et de la programmation. Landowski précise enfin que sa proposition d'ajustement ne se limite pas à l'interaction entre humains, elle s'étend à « l'ensemble des processus interactifs²² », ce qui recouvre nos interactions avec les objets techniques.

FIGURE 0.4 – Le carré sémiotique (simplifié) de Landowski



Entre référentiel humain et référentiel technique, soucieux des fonctions effectives comme de la création de sens, l'ajustement apparaît comme un concept robuste pour qualifier le régime

¹⁷ Éric LANDOWSKI. *Les Interactions Risquées*. Nouveaux Actes Sémiotiques 101, 102, 103. Limoges : Presses Universitaires de Limoges, 2005.

¹⁸ *Ibid.*, p. 2.

¹⁹ *Ibid.*, p. 42.

²⁰ *Ibid.*, p.40.

²¹ *Ibid.*, p.39.

²² *Ibid.*, p.43.

d'interaction que nous recherchons entre l'action humaine et la computation algorithmique. Toutefois, il nous faudra résorber la contradiction que Landowski établit entre l'ajustement et la programmation si nous voulons rendre opérant ce concept dans le champ du design numérique. Rappelons qu'en milieu numérique, tout est programmation. L'ajustement en design reste à construire.

Cadre disciplinaire et épistémologique

Cette quête d'ajustement constitue une recherche en **design**, au sens où elle questionne et propose des manières de faire : ses tâtonnements pratiques et conceptuels se formalisent au cours du projet pour esquisser des méthodes alternatives de conception. Dans les mots d'Anthony Measure, « le design [...] a moins affaire à des techniques comprises comme des “moyens” qu'à des “façons de faire” œuvrant à diversifier ce qui est déjà là²³ ». Enfin, les tactiques cognitives déployées relèvent aussi du design : nous exposerons diverses méthodes comme la traduction de données en choix de conception, la transposition de schèmes, la reformulation et la représentation de problèmes en vue de leur résolution, etc.

Cette recherche s'ancre plus précisément dans le champ spécifique du **design numérique**, à l'intersection de pratiques informatiques et des sciences humaines qui les étudient. Le design numérique désigne la spécialisation du design qui s'intéresse aux expériences et manières de faire rendues possibles par les techniques numériques. Le design numérique n'est pas seulement un « design assisté par ordinateur » ou la manipulation d'une « matière informatisée²⁴ » ou d'instruments numériques, mais la pleine mobilisation du paradigme numérique dans les façons de penser et de faire son objet de conception. Le terme « numérique » vient qualifier à la fois le matériau travaillé, le résultat envisagé et plus encore, le raisonnement permettant d'animer ces moyens vers leurs fins. En résumé, le design numérique consiste à produire avec des outils numériques des dispositifs qui n'auraient sans doute jamais vu le jour sans les potentialités des techniques numériques. Sous un angle plus sociologique, le *numérique* constitue la strata sociale de l'informatique, et le design numérique la pratique visant à exploiter leur potentiel pour construire des objets et dispositifs utiles et utilisables pour le non-spécialiste. Nous verrons que les fonctionnalités prototypées durant ce projet incarnent cette portée spécifiquement « capacitante » du design numérique.

De par les matériaux qu'il manipule, le design numérique se trouve dans le périmètre des **sciences de l'information et de la communication** (SIC), et il en questionne de l'intérieur certaines positions épistémiques. D'abord, cette recherche explore en filigrane le rapport des SIC aux disciplines techniques résumables à l'ingénierie informatique : une relation trop souvent au désa-

²³ Anthony MASURE. *Design et Humanités Numériques*. B42. Esthétique Des Données. 2017. 152 p., p. 12.

²⁴ Stéphane VIAL. « Qu'appelle-t-on « design numérique » ? » In : *Interfaces numériques* 1.1 (1 12 déc. 2017), p. 106-106. En ligne : <https://www.unilim.fr/interfaces-numeriques/index.php?id=163> (visité le 30/11/2021).

vantage des SIC. Nous montrerons pourtant que les sciences humaines seront pleinement mobilisées dans un travail de recherche & développement lui-même pourtant éminemment technique. Ensuite, cette recherche saisit à parts égales les deux polarités des SIC : l'information *et* la communication. L'information s'y envisage non d'un point de vue physicaliste, mais dans sa dualité technique et sémantique, c'est-à-dire simultanément comme un signal et un signe. Nous verrons que cette double acception est opérante dans la conception lorsqu'il s'agit du couplage de l'humain et de la machine. Cet interfaçage s'envisage donc au prisme de la communication dans l'héritage des travaux de l'anthropologue Lucy Suchman, mais aussi des ingénieurs ayant saisi les limites d'une considération purement physique du concept d'information.

Cette recherche-projet envisage la production de connaissances en design depuis la pratique de conception. Son école épistémologique est donc celle de la **réflexivité** telle que décrite chez Donald A. Schön, notamment lorsqu'il propose une « épistémologie de la pratique²⁵ ». Parler de réflexivité pour une recherche en design est presque tautologique, puisque ces travaux sont pour la plupart nourris par la pratique. Mais les écrits de Schön trouvent un écho particulier dans mon travail : ayant été praticien avant d'être praticien-chercheur, il m'a fallu acquérir des réflexes d'explicitation et de conceptualisation jusqu'alors peu mobilisés. Cette réflexion de fond conditionne la forme de ce travail : nous verrons, particulièrement dans le chapitre 6, que le travail de conception sur l'objet de design et les réflexions sur l'objet de recherche sont particulièrement entremêlés. Cela n'exclut pas des apports théoriques de la part des sciences humaines, mais ces derniers sont majoritairement mobilisés dans l'acte de conception.

Enfin, ce projet s'ancre dans la **recherche par le design** selon la classification de Findeli²⁶, équivalent francisé de la *research through art and design*²⁷ du chercheur Christopher Frayling, un type de recherche qui interroge le design par le design dans une fécondation réciproque de la pratique et de la théorie. La recherche par le design, en phase avec l'approche réflexive de Schön, entend produire de la connaissance pour la discipline depuis l'exercice de terrain. Il reste à détailler la méthodologie de cette recherche.

Méthodologie

La méthodologie de cette recherche-projet fait de nombreux emprunts aux disciplines qui gravitent autour du design (sémiotique, sociologie, ethnographie, philosophie, etc.), non pas dans un syncrétisme hasardeux mais dans le but d'approcher la complexité de l'interaction humain-machine sous différents prismes. La mobilisation de ces différentes disciplines aux moments opportuns permet de déverrouiller des réflexions et pratiques de conception.

²⁵ Donald A. SCHÖN. *The Reflective Practitioner : How Professionals Think In Action*. Basic Books. Harper Torchbooks. New York, 1983, p. viii.

²⁶ FINDELI, « La Recherche-Projet : Une Méthode Pour La Recherche En Design », *idem*.

²⁷ Christopher FRAYLING. « Research in Art and Design ». In : *Royal College of Art Research Papers* 1.1 (1993).

Cette construction a pris tant d'ampleur dans cette recherche qu'un chapitre lui a été consacré (voir chapitre 1), ce qui permet de voir les différentes approches mobilisées : l'approche socio-technique, le concept de dispositif de la pensée foucaldienne, l'approche réflexive de Donald Schön, la théorie de l'action située de Lucy Suchman, l'approche éthnométhodologique d'Harold Garfinkel (et de ses héritiers) – elle-même enrichie de variantes sociologiques.

La recherche débute justement par une synthèse de l'héritage méthodologique de ce projet. Il s'agit ensuite de circonscrire l'objet de design et de recherche depuis le terrain : ce qui permet de repérer une fonctionnalité d'alertes énergétiques à même de cristalliser nos problématiques au sein du dispositif étudié. Trois phases d'enquête viennent solidifier notre position dans le projet : un bilan sur les épistémès de l'interaction humain-machine, une veille sur le design des algorithmes, une étude des utilisateurs et des usages. Ces informations solides nourrissent directement la phase de prototypage. Enfin, en croisant les fruits des trois enquêtes et les conclusions du prototypage, nous formalisons le concept d'ajustement en design.

Précisons aussi que cette recherche s'appuie sur deux corpus d'objets, qui forment non pas un « point de vue²⁸ », comme dirait François Rastier, mais un « domaine d'intérêt » pour mes besoins de recherche et de conception. Le premier est un corpus de travail, ce n'est autre que le jeu d'algorithmes de la solution iQspot : ils sont à la fois objets d'étude et de conception. Le corpus secondaire vise à repérer des phénomènes et des schèmes intéressants, inspirants, voire utiles pour le design avec l'algorithme : ce sont des plateformes numériques comme Steam, Deezer ou Amazon, des sites de ressources de design comme IBM et PAIR de Google, mais on y trouve aussi un bot du site de la sécurité sociale française, ou encore... une machine à laver Faure, modèle FWG1140M.

Livrables de design et apports de recherche

Le design d'une fonctionnalité du dispositif chemine vers la réponse de design (RD). Il vient satisfaire la problématique de conception, en l'occurrence le besoin de coupler l'action humaine et la computation algorithmique au sein d'une fonctionnalité d'alertes énergétiques. Cette recherche s'appuie sur la pratique du design numérique au sein de l'entreprise iQspot et sur un dispositif éponyme d'optimisation énergétique. Le travail sur cette fonctionnalité progresse selon trois étapes : la configuration de l'alerte énergétique, la réception de l'alerte et le *feedback* sur l'alerte (dans l'ordre d'aboutissement dans la conception et d'importance dans la réflexion). L'avènement d'une fonctionnalité d'alertes énergétiques fonctionnelle est l'objectif opérationnel de cette recherche-projet. Et tout le cheminement jusqu'à ce livrable constitue un support de réflexion non seulement sur les manières de faire, mais aussi sur les concepts venant formaliser la pensée conceptive. Ainsi s'opère la charnière du design et de sa recherche.

²⁸ François RASTIER. *La mesure et le grain : sémantique de corpus*. Lettres numériques. Paris : H. Champion, 2011, p. 80.

Les perspectives d'ajustement constituent notre réponse de recherche (RR). Du précédent objectif, nous espérons déterminer et structurer les éléments favorisant le succès d'un travail d'ajustement entre l'action humaine et la computation algorithmique. Au vu de l'intégration croissante des algorithmes aux activités humaines, on comprend l'importance de documenter ces processus de conception qui s'essayent au couplage humain-algorithme. L'objectif est d'exposer et de décrire ces modes de conception en vue de formaliser des connaissances partageables et transposables à d'autres situations. Cette capitalisation sur une pratique de design incarne l'approche réflexive qui colore ce travail de recherche (voir chapitre 1). En résumé, ces perspectives d'ajustement sont l'aboutissement du travail de recherche permis par le travail de conception.

Plan de la thèse

Cette réflexion sur l'ajustement humain-machine en design se décompose en sept chapitres. Le **chapitre 1** expose la **construction méthodologique** qui sous-tend cette recherche. Nous y listons les approches mobilisées en expliquant leur rôle dans le travail de conception et de recherche. Elles sont présentées de l'approche la plus macroscopique jusqu'à l'approche ayant le plus de proximité avec l'objet de recherche. On y observe la convergence de l'approche socio-technique qui se spécifie en approche « dispositive », de l'approche réflexive qui se lie facilement à la théorie de l'action située, et de l'approche ethnométhodologique. Si ces éléments de méthodologie renvoient à des modes d'analyse et de conception, ils constituent aussi, pris ensemble, le positionnement épistémologique de cette recherche.

Le **chapitre 2** relate le passage **du terrain vers l'objet de recherche**. Il s'agit de sélectionner, dans le panel fonctionnel du dispositif, un type de fonctionnalité puis une fonctionnalité donnée qui soit assez riche pour soutenir notre enquête vers le concept d'ajustement; c'est le raisonnement qui identifie la fonctionnalité d'alertes énergétiques au sein du dispositif iQspot comme un objet propice à cristalliser notre réflexion. Bien que ce chapitre ne soit pas crucial à la compréhension de l'ensemble de ce travail, il illustre à mon sens la démarche heuristique permettant d'appréhender le terrain puis l'objet de design.

Le **chapitre 3** constitue une **enquête sur les automates** et leurs pendants numériques, souvent appelés algorithmes. Il explique le rôle de l'automate dans l'hominisation jusqu'à la charnière où ce dernier migre vers une strate informationnelle. Il s'agit ensuite de situer cet artefact spécifique dans le champ du design en précisant ce qu'il change aux pratiques de conception, et quels sont ses potentiels et contraintes à prendre en compte dans le raisonnement conceptif. Cela mène à déterminer dans quel héritage épistémique se positionne ce projet d'interaction humain-machine. Afin d'ouvrir l'horizon d'étude, nous y faisons un bref détour par la science-fiction, branche de la littérature qui explore les implications sociétales de nos techniques.

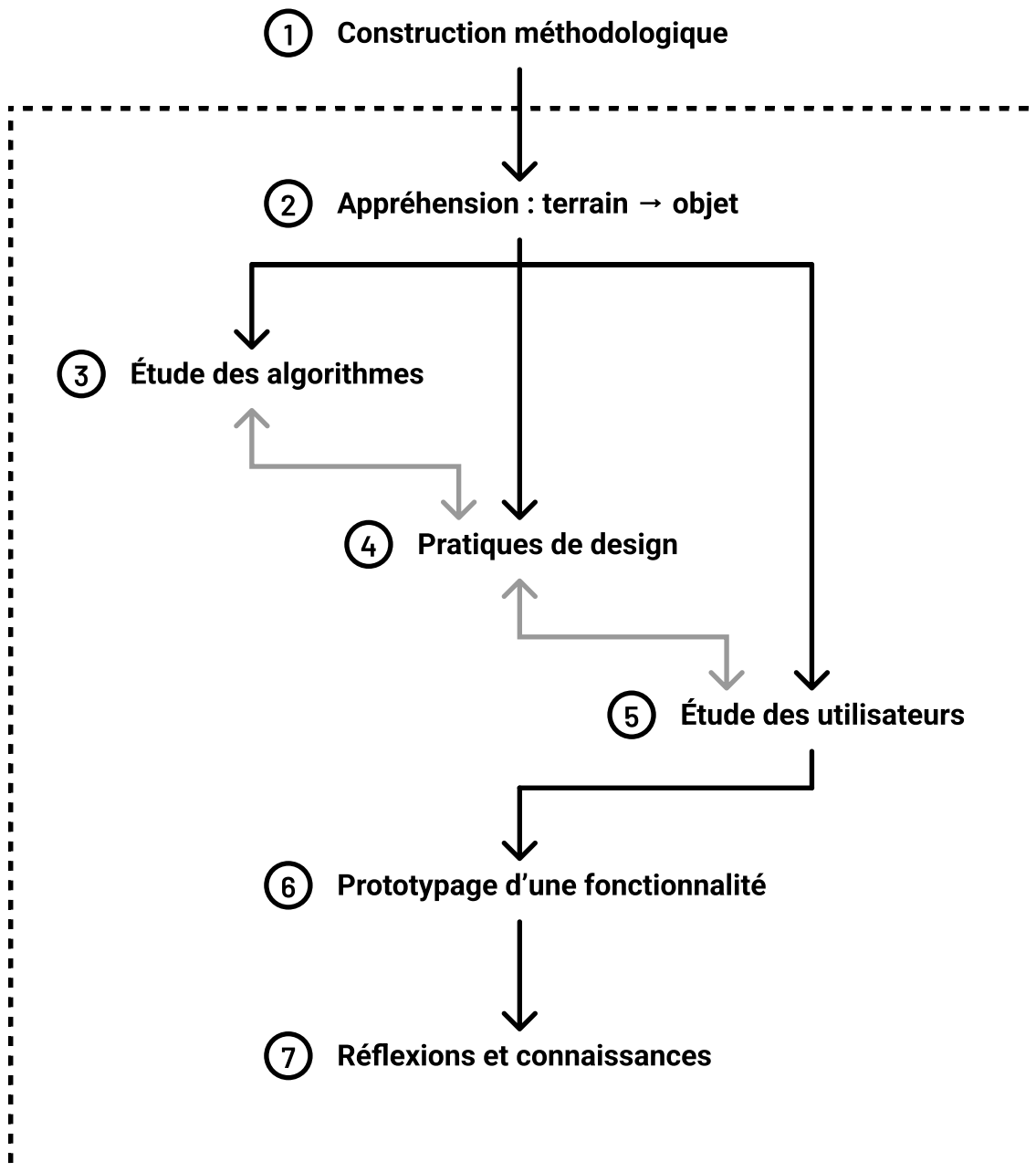
Le **chapitre 4** est spécifiquement dédié à la **pratique du design avec l'algorithme**, plus précisément des algorithmes complexes, voire des algorithmes d'apprentissage machine – des techniques mobilisées en arrière-plan du dispositif iQspot. Après quelques mises à jour techniques, il s'agit de sonder les pratiques des industrielles d'une part, et d'autre part de présenter les pratiques plus artisanales d'iQspot. Ce chapitre expose ainsi ce à quoi peuvent être employés les algorithmes en situation de design numérique.

Si le chapitre 4 fait la part belle aux capacités des algorithmes, le **chapitre 5** enquête sur les **utilisateurs** du dispositif iQspot et leurs pratiques, puis plus spécifiquement sur les personnes qui manipulent la fonctionnalité d'alertes énergétiques. Après la critique de certaines approches se revendiquant de mettre l'utilisateur au centre, nous présenterons les méthodes opérantes retenues voire inventées pour connaître un utilisateur complexe et multiple. À partir de ce chapitre, les utilisateurs prennent la parole : leurs mots viennent ponctuer le travail de conception.

Convergence des chapitres précédents, le **chapitre 6** décrit le **prototypage** de la fonctionnalité d'alertes énergétiques comptant différentes étapes, ou plus précisément différents modes d'interactions. Bien que les réflexions soient essentiellement focalisées sur la configuration des alertes énergétiques, la réception des alertes et la possibilité d'un *feedback* sont également traitées pour rendre compte de l'ensemble de la fonctionnalité.

Enfin, le **chapitre 7** prélève les réflexions distribuées dans les autres chapitres pour formaliser ce que peut être l'ajustement entre l'action humaine et la computation algorithmique dans le champ du design. Ces **perspectives d'ajustement** fournissent au design trois concepts de l'ajustement : des fonctions, des modes et des régimes d'interaction. Ce chapitre final s'achèvera sur des discussions visant à éprouver la théorie de l'ajustement et d'en esquisser l'épistémologie.

FIGURE 0.5 – Représentation graphique du plan de thèse



Ce schéma illustre le cheminement de la recherche. Elle débute nécessairement par la construction d'une méthodologie adaptée au contexte CIFRE et au domaine du design (1). S'en suit un cadrage du projet : du vaste terrain vers un objet spécifique qui cristallise les travaux de conception et de recherche (2). Les points (3), (4) et (5) visent à comprendre les interactants impliqués – humains et algorithmes – ainsi que les pratiques de design existantes permettant leur interaction. Grâce aux fruits de ces trois enquêtes, nous obtenons des pistes de conception solides et pertinentes pour le prototypage (6). Enfin, en croisant les recherches théoriques (3, 4, 5) et empiriques (6), nous formalisons nos réponses aux questions de design et de recherche, tout en soulignant ce qu'apporte ce travail au champ du design.

Méthodologie : convergence des approches

À mes débuts dans l'équipe d'iQspot, je ne prétendais pas employer une méthodologie de design bien orchestrée. Je m'essayais au déploiement de capteurs pour me frotter aux difficultés du terrain rencontrées par mes collègues ; je m'entretenais avec des gestionnaires immobiliers pour découvrir leurs pratiques ; je formalisais des spécifications répondant à leurs besoins ; je tentais de développer rapidement des prototypes pour les confronter aux usages des utilisateurs, etc. Le tout de façon intuitive et désordonnée. Ce n'est que par la suite, au début de mon travail de recherche en design, que je regardais ces éléments comme un tout, une esquisse de méthodologie : ils permettaient d'enquêter, d'agréger des données puis de concevoir et tester des objets répondant à une situation problématique.

Mais la méthodologie du design n'est pas celle de la recherche en design. La première cherche des solutions à un problème identifié : elle est souvent tacite et incarnée (*embodied*) par le designer-praticien qui conçoit des objets. La seconde analyse de nouvelles manières de faire et formalise des concepts pour la discipline : elle se doit d'être verbalisée et explicitée par le designer-chercheur pour légitimer la connaissance produite. C'est d'ailleurs devant un besoin de prendre du recul sur ma pratique de design que j'ai mis les pieds dans la recherche.

Dépassant les impératifs pragmatiques du projet, la recherche en design interroge le praticien et le pousse à la réflexivité : en tant que designer, pourquoi et comment fait-on ce que l'on fait ? Quelles approches cadrent un projet de design ? Quelles méthodes fonctionnent, dans quels domaines ? Puis quelles sont leurs limites ? Et quels mots met-on sur les pratiques et objets impliqués ? Toutes ces questions produisent des informations depuis la pratique, informations qu'il faut ensuite formaliser pour en faire une connaissance partageable. Il s'agit alors de relier la pratique et la théorie, voire de comprendre comment elles dialoguent et s'alimentent l'une l'autre. Nous allons voir que de nombreuses approches contribuent à cette articulation.

Ce chapitre vise justement à expliciter la construction méthodologique de ce travail de conception et de recherche, soit le développement d'une fonctionnalité d'un dispositif numérique et la circonscription du phénomène d'ajustement en design. Pour ce faire, nous listerons les différentes approches méthodologiques et expliquerons leur opérabilité dans la conception d'un dispositif d'optimisation énergétique, et plus largement dans son champ spécifique : le design numérique. Nous verrons que cette réflexion méthodologique contient déjà des pistes de ré-

ponses aux questions de design et de recherche, au sens où elle esquisse déjà des manières de faire et des « manières d'ajuster ».

Cette exposition méthodologique peut apparaître comme relativement syncrétique mais les chapitres démontrent leur naturel agencement avant de converger vers le chapitre final qui rend compte du concept d'ajustement (voir chapitre 7). Précisons que les approches présentées servent d'abord à dégager un objet d'étude du vaste terrain qu'est le dispositif iQspot (phase d'appréhension), puis à travailler sur cet objet donné (phase de conception) – leur caractère appréhensif et/ou conceptif est précisé. Toutes entrent dans le cadre de la recherche-action en reliant intimement la théorie et le terrain.

Les approches mobilisées sont les suivantes : l'approche sociotechnique, un mode de la recherche-action englobant l'humain et sa technique comme un ensemble; l'approche dispositive, qui prolonge la précédente en intégrant le concept de dispositif; l'approche réflexive, qui jette un pont entre pratique et théorie; l'approche située, misant sur l'importance des ressources et du contexte d'une situation pour effectuer une action; l'approche ethnométhodologique, qui considère l'altérité de l'utilisateur et permet une conception adaptée.

1.1 L'approche sociotechnique : humains et non-humains

Mes premières recherches méthodologiques en sciences humaines ont été relativement décevantes quant à l'applicabilité de mes trouvailles sur mon terrain d'étude et de design, à savoir un dispositif d'optimisation énergétique. Les sciences humaines et sociales (SHS) – méta-champ d'adoption du design¹ – regorgent d'ouvrages méthodologiques mais leur application semble destinée à des objets bien définis. Il me fallait trouver une approche holistique afin de saisir et travailler mon terrain jusqu'à « l'émergence progressive de l'objet de recherche² ». Je cherchais donc un positionnement conjuguant mes rôles d'analyste et d'acteur par rapport à la solution iQspot. Après de nombreuses pérégrinations et errances, c'est dans la littérature québécoise que j'ai trouvé le salut. L'approche sociotechnique comme sous-genre de la recherche-action correspondait à mes besoins.

L'ouvrage intitulé *Recherche en communication*³ regroupe l'approche sociotechnique et la recherche-action sous le terme d'« étude expérimentale sur le terrain ». Il nous dit que ce contexte de recherche ne peut prétendre instaurer autant de contrôle que l'expérience de laboratoire du fait de son « environnement varié et complexe⁴ ». Cette définition venait atténuer la culpabilité que je pouvais ressentir devant mon terrain complexe, mouvant, aux contours imprécis. Outre cette instabilité potentielle, l'étude expérimentale de terrain se caractérise par l'immersion et l'implication croissantes du chercheur dans un milieu, une population, un projet. Selon les auteurs, l'incertitude quant aux paramètres de l'expérience et l'affranchissement de certains cadres théoriques sont contrebalancés par un accès facilité à l'information et aux occasions de confrontation directe des modèles théoriques à la réalité : c'est une façon de résorber ce que le philosophe et pédagogue Donald Schön appelle « le dilemme de la rigueur ou de la pertinence » (voir section 1.3). Cela correspondait également à mon impression de fouler le terrain et d'avoir une place d'observateur privilégiée. L'autre changement de paradigme de l'étude expérimentale de terrain touche l'acteur de la recherche. Le chercheur n'est plus seulement analyste mais intervenant : il agit sur la situation problématique étudiée. Les notions d'environnement complexe, d'immersion et d'intervention sont autant de caractéristiques entrant en résonance avec la pratique du design. Il reste à recenser ce que l'approche sociotechnique recèle de fertile pour la présente recherche.

¹ La discipline du design est orpheline de section du Conseil National des Universités (CNU) mais cette thèse porte la mention Design.

² Yves André PEREZ. « La pratique de la recherche-intervention dans les organisations : retour sur les modes de production des connaissances gestionnaires à partir du terrain ». In : *Humanisme et Entreprise* 288.3 (2008), p. 101-113. En ligne : https://www.cairn.info/revue-humanisme-et-entreprise-2008-3-page-101.htm?try_download=1 (visité le 25/11/2021), § 4 : les problématiques des sciences de la gestion évoquées par l'auteur sont valables pour le design, comme par exemple le besoin d'interactivité entre le chercheur et les utilisateurs ou encore l'inopérabilité de certaines théories sur le terrains.

³ Alain LARAMÉE et Bernard VALLÉE. *La recherche en communication : éléments de méthodologie*. Sainte-Foy (Québec), Canada : Presses de l'Université du Québec, 1991.

⁴ *Ibid.*, p. 297.

L'approche sociotechnique, comme son nom l'indique, appréhende simultanément les systèmes sociaux et techniques pour optimiser la relation entre les humains et la technologie au sein d'une organisation. Elle a pour particularité d'aborder l'objet étudié de façon systémique, comme un ensemble d'entités en interrelation. On y perçoit en filigrane la *Théorie Générale des Systèmes*⁵ de Ludwig Von Bertalanffy avec des notions d'ensembles, de sous-ensembles, de systèmes ouverts ou encore d'équifinalité. Je relève que la langue québécoise utilise déjà en 1991 la locution « design sociotechnique », à la fois comme processus planifié et comme livrable de l'intervention. Le design sociotechnique y est défini comme l'établissement de « nouveaux modes d'interaction [...] afin de rendre l'organisation plus efficace⁶. » Le terme de design semble évoquer aux auteurs une intervention à la croisée des arts et des sciences, que l'on interprétera comme un couplage d'activités d'agencement intuitif et de méthodes rigoureuses et scientifiques.

Dans l'étude et l'intervention sur un dispositif technique complexe, la posture sociotechnique permet une considération de **l'interdépendance des objets techniques et des individus**⁷ – « un contexte social qui concerne tant les autres appareils que les gens⁸ » dirait le designer et informaticien Bill Buxton. La capacité d'agir (*agency*) au sein du système n'est pas le monopole de l'humain. Dans les mots de Bruno Latour : « toute chose qui vient modifier une situation donnée en y introduisant une différence devient un acteur⁹ ». Cette règle de l'approche sociotechnique, énoncée également dans la théorie de l'acteur-réseau (*Actor-Network Theory* ou ANT¹⁰) se vérifie dans le terrain d'étude et de conception que constitue la solution iQspot. D'une part, ce dispositif repose sur le potentiel technique des algorithmes à manipuler des données qu'aucun cerveau humain ne pourrait générer ni traiter par lui-même. D'autre part, le dispositif n'est qu'une machine aveugle et insensée sans l'action de l'humain, sans un apport d'informations et de contexte de la part de l'utilisateur. L'interdépendance entre actions humaines et production algorithmique est flagrante.

Pour autant, cette recherche ne se réclame pas rigoureusement de l'approche sociotechnique (telle que définie par Laramée et Vallée) dans la mesure où elle ne vise ni la transformation d'une organisation humaine, ni la façon dont s'effectue le travail dans l'organisation – ces modifications sont à la rigueur des externalités. Elle partage en revanche la focale sociotechnique sur l'activité ou plus précisément sur « le labeur, le mouvement, le flux et les changements¹¹ » comme l'énonce Bruno Latour, c'est-à-dire sur les **interactions**, concept de prédilection du design. Aussi, l'aspect sociologique de l'approche sociotechnique ou de l'ANT intéresse essentiel-

⁵ Ludwig von BERTALLANFFY. *Théorie générale des systèmes*. Idem. Dunod, [1968] 2012.

⁶ LARAMÉE et VALLÉE, *op. cit.*, p. 300.

⁷ Des humains et des non-humains (pour les partisans de l'*Actor-Network Theory*) ou encore des sujets et des objets, termes utilisés par Bruno Latour en 1999 dans *Politiques de la Nature*.

⁸ BILL BUXTON. *Sketching User Experiences : Getting the Design Right and the Right Design*. San Francisco : Morgan Kaufmann Publishers Inc, 2007, p. 32.

⁹ BRUNO LATOUR. *Changer de société, refaire de la sociologie*. Trad. par Nicolas GUILHOT. Paris : Éd. la Découverte, 2006, p. 103.

¹⁰ La théorie de l'acteur-réseau ou sociologie de l'acteur-réseau sont deux traductions de l'*actor-network theory*, conceptualisée depuis les années 1980 par Michel Callon, Bruno Latour et Madeleine Akrich.

¹¹ LATOUR, *op. cit.*, p. 208.

lement le designer dans son travail en amont d'un projet (enquête, découverte), au sens où les « associations¹² » constituant le monde social des utilisateurs en devenir sont les matières premières de la réflexion du designer (voir chapitre 5).

La **dimension holistique et systémique** de l'approche sociotechnique est tout aussi bénéfique pour le design lorsqu'il s'agit d'appréhender le terrain d'étude et de conception. Le milieu complexe formé par la solution iQspot et ses utilisateurs ne me semblait pas appréhendable autrement que sous la forme d'un système au vue de la densité d'actions réciproques (humain-algorithme) advenant en chaque fonctionnalité. Cette logique est moins déterminante à l'échelle de l'objet d'étude qui se restreint à une fonctionnalité particulière de l'ensemble (système d'alertes énergétiques). Toutefois, dans mon travail quotidien, une vue macroscopique des fonctionnalités permet de maintenir et faire évoluer la solution.

Entre la méthodologie de cette recherche et les approches telles que la théorie de l'acteur réseau (ANT), une divergence apparaît concernant le **rôle du concept de réseau**. Malgré l'engouement de certains chercheurs en design pour l'ANT¹³, on peut observer que cette approche trouve ses limites à la charnière de l'analyse et de la conception, ce qui en diminue l'opérabilité en design. Je pense notamment au peu d'attraction pour la locution française de *réseau* démontrée par Bruno Latour dans ses réflexions ultérieures. Alors qu'il distingue le réseau outil du réseau représentation – « Vous serez d'accord pour dire que dessiner avec un crayon, ce n'est pas la même chose que de dessiner la forme d'un crayon¹⁴ » – je postule que c'est dans l'articulation du concept et de la forme de réseau que le design numérique devient fertile. Ce n'est pas parce qu'on use d'une représentation réticulaire que l'attention se cristallise davantage sur les nœuds que sur leurs liens, sur les « items » plus que leurs associations. Mon hypothèse est que la représentation réticulaire est elle-même un soutien à la pensée conceptive (voir section 1.2) : il s'agit de penser avec et par le réseau. Le potentiel heuristique du réseau permet d'identifier les nœuds ou flux problématiques pour ensuite les étudier et les transformer, ce qui revient à faire basculer l'analyse d'un terrain vers des pistes de conception¹⁵.

Enfin, les **modes de production de connaissances** divergent dans différentes manifestations de l'approche sociotechnique. Même si le positionnement de l'ANT a pu évoluer selon les ouvrages de mise à jour, sa « sociotechnie » semble chercher la généralisation ou plus précisément favoriser la production de connaissances généralisables. Dans cette conversation sur l'ANT, Bruno Latour conserve le rôle d'analyste et décrète comme un primate du général sur le particulier :

¹² *Ibid.*, p. 13.

¹³ Albena YANEVA. « Making the Social Hold : Towards an Actor-Network Theory of Design ». In : *Design and Culture* 1.3 (1^{er} nov. 2009), p. 273-288.

¹⁴ LATOUR, *op. cit.*, p. 207.

¹⁵ Ce lien du réseau entre analyse et conception est un sujet traité dans le cycle Reticulum. Initié en 2018 par Florian Harmand et Arthur Perret, le projet Reticulum explore le paradigme réticulaire dans les pratiques de recherche en design et en sciences de l'information et de la communication (SIC). Plus d'information sur : <https://reticulum.info/>

[S]i un cas X est un simple exemple de Y, qu'est-ce qui est le plus important à étudier : X, le cas spécifique ou Y, la règle générale? [...] Moi je parierais sur Y, dans la mesure où X ne vous apprendra rien de nouveau. Si quelque chose n'est rien d'autre qu'un « exemple » d'une loi générale, étudiez plutôt directement cette loi générale¹⁶.

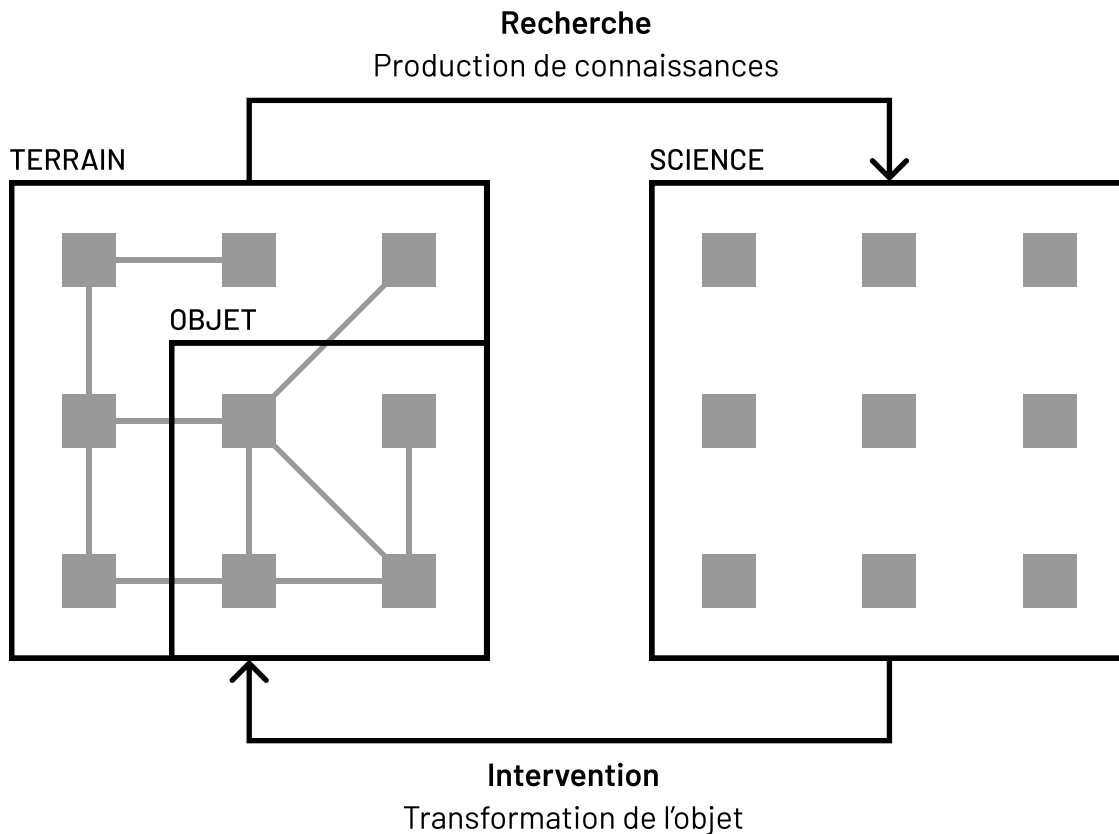
Dans un tout autre discours, plus fertile pour le design, Laramée et Vallée voient la recherche-action – et son expression sociotechnique – comme une rupture avec l'idéal d'objectivité du « positivisme » et sa considération des sciences naturelles comme socle des sciences sociales; elle adopte une posture critique dans son exercice-même et remet en cause la référence systématique à des lois générales comme unique modalité de production de connaissances valables. S'éloignant de l'approche hypothético-déductive, les hypothèses relèveront davantage de conjonctures permettant d'aiguiller l'action, de débiter l'appréhension (voir chapitre 2) et d'initier la conception de l'objet d'étude. La boucle récursive entre action et recherche sera amorcée dès les premières transformations menant aux prémices théoriques. Cette autre définition s'accorde à deux phénomènes observés en design : d'une part, la situation échappe parfois à la théorie, ses spécificités la mettant hors de portée d'une analyse générique; d'autre part, le mode de production de connaissances en design est très souvent ascendant, au sens où une partie des connaissances de terrain peut « remonter » vers la connaissance générale. La sociologie latourienne et le design n'ont bien sûr pas la même téléologie : la première discipline cherche avant tout à produire une connaissance scientifique sur ce qui fait « tenir » socialement le monde; la seconde s'attèle d'abord à résoudre un problème pratique avant d'en retirer des éléments de connaissance quant aux « manières de faire ». Il n'en demeure pas moins qu'il est nécessaire de comprendre le monde des « utilisateurs » pour lesquels on conçoit, et la sociologie et ses ramifications sont vitales pour ces tâches.

En résumé, cette recherche s'inspire en partie des approches sociotechniques pour étayer ses pratiques de design sur des phases spécifiques du projet. Dans sa manifestation sociologique, l'approche sociotechnique permet de saisir les acteurs humains et non-humains interreliés dans un terrain ou impliqués dans un objet : elle participe ainsi de ce que j'appellerais la démarche d'appréhension du terrain (voir chapitre 2) en mobilisant les compétences et représentations intrinsèques du groupe destinataire du projet de design. Dans son pendant organisationnel, l'approche sociotechnique relève d'une recherche-action visant tout à la fois à « décrire, expliquer, prévoir et intervenir¹⁷ ». Ce design sociotechnique (modèle de fonctionnement, (ré)organisation, prototype d'objet, etc.) est alors éprouvé sur une situation problématique déterminée. Et c'est ce premier travail de transformation qui produit différentes strates de connaissances (voir section 1.3). La figure 1.1 illustre la connexion entre les entités humaines et non-humaines du système sociotechnique étudié et transformé, ainsi que l'action réciproque de transformation du système et de production de connaissances sur ce système (voir figure 1.1).

¹⁶ LATOUR, *op. cit.*, p. 209.

¹⁷ LARAMÉE et VALLÉE, *op. cit.*, p. 298.

FIGURE 1.1 - L'approche sociotechnique



L'approche sociotechnique relie naturellement les différents items de l'ensemble étudié, qu'ils soient humains ou non-humains. Cela comprend les interactions entre l'objet spécifiquement étudié et son terrain. Cette approche articule aussi les travaux d'analyse d'un système et de transformation de ce même système, ce qui correspond au format de la recherche-projet.

1.2 L'approche dispositifive : savoirs et pouvoirs

L'agencement d'humains et de non-humains, de matériel et de logiciel, de mesures et de normes, constituant la solution iQspot n'en fait pas un terrain aisé à définir. J'ai bien essayé de parler de *service*, puisque mon travail peut être étiqueté de « design de service » mais comme tout objet technique tend désormais à la « servicisation » et que le service rendu s'arrête trop souvent au regard du concepteur, le terme apparaît galvaudé. Revenant sur des termes plus factuels, j'aurais pu parler de *programme*, mais on l'entendrait comme l'exécution implacable d'un script sans variation ni écart possible, ce que mon terrain n'est pas. Le mot *logiciel* s'approche peut-être davantage de la réalité mais il occulte le matériel qui permet son alimentation en données, tout en renforçant le « déni de matérialité » consistant à opacifier ces considérations matérielles dans l'industrie numérique. Pour remonter en abstraction, j'aurais pu parler de *technologie* mais le terme est flou, peut-être même dévoyé (en partie à cause d'une influence américaine) : il évoque aujourd'hui tant l'objet technique que la science qui l'observe. Or aujourd'hui, peu d'entreprises du numérique se prêtent à la techno-logie. Afin d'intégrer la solution iQspot dans son milieu, j'aurais pu parler de *système*, comme il exprime un ensemble d'items en interrelation. Mais ce

mot relativement neutre manque d'une consistance stratégique : il est essentiellement descriptif et s'utilise surtout pour désigner un ensemble hétérogène, un objet lui-même constitué de sous-objets¹⁸. C'est pourquoi j'ai choisi de qualifier mon terrain de *dispositif* : un terme répondant à la complexité interactionnelle en présence, considérant l'interaction de l'humain et du non-humain, s'intéressant tant aux capacités d'agir (pouvoirs) qu'aux échanges et appropriations d'informations (savoirs). Il me fallait pourtant réhabiliter ce terme à l'« usage sclérosé¹⁹ » par son emploi réflexe ou « rustine » dans les articles en SIC. L'objet étant qu'il nourrisse à la fois l'analyse du terrain et la pratique de conception, le dispositif ne caractérise non plus un seul objet mais la totalité d'une approche.

Ce que j'appelle « approche dispositifive » recoupe les travaux de Valérie Larroche²⁰ sur l'emploi du concept de dispositif dans l'analyse d'un objet de recherche et ma propre investigation quant à l'opérabilité du concept de dispositif dans le raisonnement conceptif²¹.

Selon Valérie Larroche, l'approche dispositifive consiste à interroger un objet de recherche depuis le concept de dispositif. Dans son ouvrage *Le dispositif* (2018), elle propose l'utilisation du dispositif comme épithète : une « posture dispositifive » ou « analyse dispositifive » permet d'observer un phénomène dans la totalité de ses interactions, activités, temporalités, distribution des rôles, normes, tensions, etc²². En effet, une approche analytique dispositifive a l'avantage d'être heuristique et systémique : les interconnexions des items poussent à l'exploration profonde du terrain puis de l'objet d'étude et révèlent leurs influences réciproques au sein d'une totalité.

L'approche dispositifive peut être vue comme une ramification de l'approche sociotechnique mais le travail de Valérie Larroche apporte une précision importante. Hormis une prise en charge de la complexité d'une situation, le concept de dispositif met en exergue les mécaniques d'échanges d'information (savoirs) et d'autorisation ou mise en capacité d'action (pouvoirs) ainsi que les motivations ou résistances des individus concernés. L'analyse est double : elle porte sur le fonctionnement du dispositif lui-même (ce qui est prévu par les concepteurs) mais aussi sur son cadre d'usage²³ (ce qui est investi par les utilisateurs). Ce conflit téléologique entre le concepteur et l'utilisateur est une caractéristique invariante d'un design : une approche analytique intégrant ces deux versants est donc hautement compatible avec les pratiques de design. Les chapitres 4 et 5 traitent respectivement du travail de conception et du référentiel de l'utilisateur ; le chapitre 6 en fait la synthèse.

¹⁸ « Service » et « système » sont toutefois utilisés dans cet écrit lorsque leur couverture sémantique est suffisante dans le contexte d'énonciation.

¹⁹ Isabelle GAVILLET. *Chapitre 2. Michel Foucault et le dispositif : questions sur l'usage galvaudé d'un concept*. De Boeck Supérieur, 2010. En ligne : <https://www.cairn.info/les-dispositifs-d-information-et-de-communication--9782804162429--page-17.htm> (visité le 30/01/2021).

²⁰ Valérie LARROCHE. *Le dispositif : Un concept pour les sciences de l'information et de la communication*. Londres : ISTE Group, 2018. 213 p.

²¹ L'une et l'autre présentées lors de la première édition du cycle *Reticulum*, journée d'étude portant sur « l'opérabilité du concept de dispositif » le 4 mars 2019, à l'Université Bordeaux Montaigne.

²² LARROCHE, *op. cit.*, pp. 160-164.

²³ *Ibid.*, p. 150.

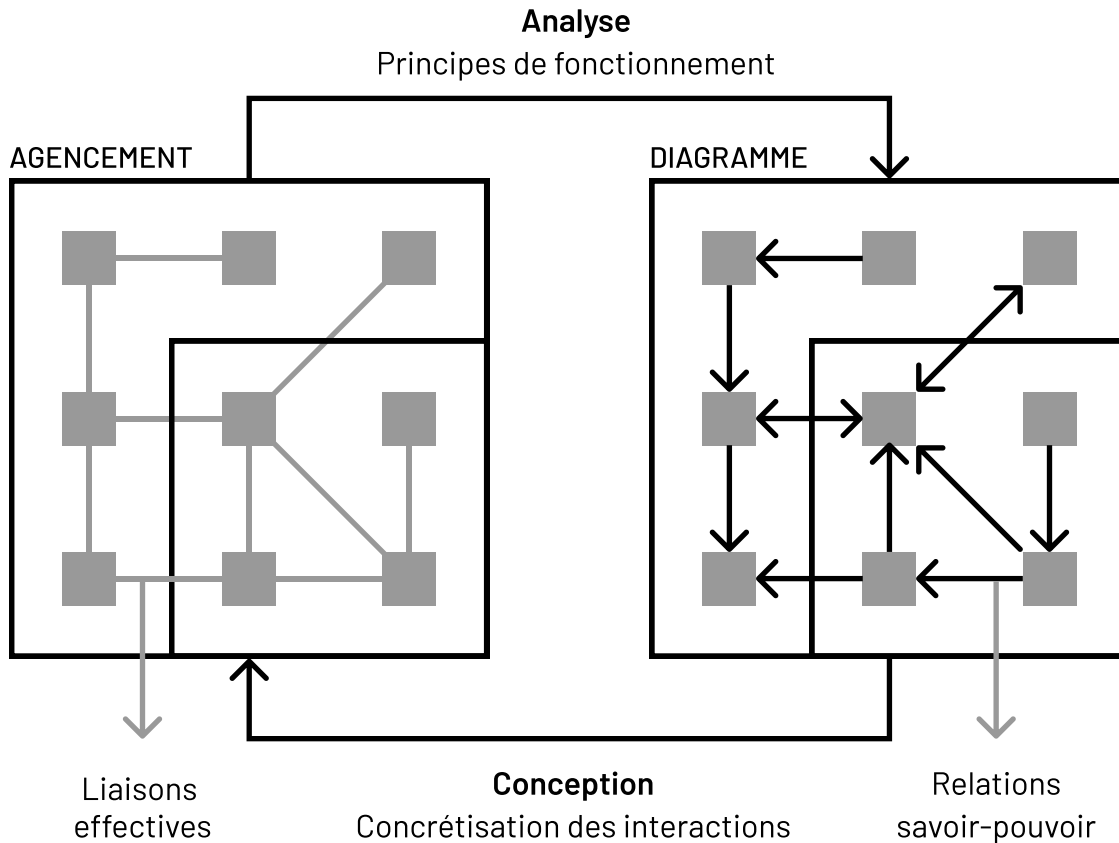
De mon côté, j'ai enquêté sur l'utilisation dans les SIC du terme de dispositif, un concept rarement défini, employé par défaut pour caractériser un ensemble défiant les catégories habituelles d'objet ou d'organisation. Dans cette recherche du concept originel en sciences humaines, je suis allé relever les caractéristiques du dispositif chez Michel Foucault qui pouvaient prétendre à un réemploi plus spécifique dans le design, et plus contextualisé dans mon travail sur la solution iQspot. J'ai donc délaissé les écrits *sur* Foucault et son dispositif au profit des écrits *de* Michel Foucault *sur* le dispositif. Il en ressort que les nombreuses situations dépeintes dans *l'Histoire de la Folie à l'Âge Classique* esquissent le dispositif sans le nommer, puis que *Surveiller et Punir* formalise le dispositif en jetant un pont entre ses dimensions concrètes (agencement matériel) et abstraite (diagramme ou principe de fonctionnement). Une première conclusion est que les dispositifs disciplinaires d'hier ont légué certains de leurs traits aux dispositifs numériques d'aujourd'hui : le concept semble alors idéal pour appréhender certains objets complexes contemporains (voir chapitre 2). Une seconde conclusion est que le dispositif fait dialoguer dans un même concept l'analyse d'un objet et sa description structurelle, ce qui peut alimenter les « tactiques de traduction²⁴ » entre les phases d'enquête et de conception dans le processus de design.

En complément de sa portée analytique, j'envisage donc le dispositif comme un concept utile en situation de conception²⁵. C'est-à-dire que le dispositif peut être simultanément objet de recherche (défini par le designer-chercheur) mais aussi objet de conception (développé par le designer-praticien). Cela se concrétise dans cette recherche-projet par le recours au dispositif pour caractériser un terrain d'étude et de conception (la solution iQspot), puis identifier en son sein le type d'item qui constituera un objet de recherche (une fonctionnalité spécifique). Ce processus « charnière » entre analyse et conception est la démarche appréhensive (voir chapitre 2), facilitée par deux décompositions du dispositif iQspot : l'une est structurelle, et propose une vue éclatée du dispositif pour saisir les items qui composent l'ensemble ; l'autre est fonctionnelle, et s'attache à décrire les capacités d'actions offertes à l'utilisateur. La première décomposition (résumée dans la figure 1.2), est ce que Michel Foucault appellerait *l'agencement*, le second serait le *diagramme* : je me permettrais d'employer ces termes dans un travail d'architecture d'information (voir chapitre 2) permettant de passer de l'échelle macro (le dispositif dans son ensemble : terrain de recherche) jusqu'à l'échelle micro (une fonctionnalité spécifique : objet de recherche).

²⁴ Nicolas Nova et al. « De l'ethnographie au design, du terrain à la création : tactiques de traduction ». In : *Sciences du Design* n° 1.1 (27 mai 2015), p. 86-93. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-sciences-du-design-2015-1-page-86.htm> (visité le 16/02/2021).

²⁵ Je précise que je ne prône pas le recours systématique au concept dispositif, je constate simplement qu'il est très adapté au « design de service » de part le foisonnement d'interactions et d'acteurs en présence. L'adoption d'une approche dispositif dominante dans le processus de conception serait en revanche inadaptée dans d'autres champs spécifiques du design.

FIGURE 1.2 – L'approche dispositive



L'approche dispositive mobilise simultanément les concepts d'agencement et de diagramme. L'agencement décrit les liaisons effectives entre les différents items de l'ensemble. Le diagramme expose les rapports de force, les relations de savoir-pouvoir présentes dans le dispositif. La recherche par le design peut avoir recours à une approche dispositive dans son besoin d'analyse pour déterminer le principe de fonctionnement d'un système (de l'agencement vers le diagramme), mais aussi dans le travail de conception, c'est-à-dire dans la concrétisation des interactions (du diagramme vers l'agencement).

1.3 L'approche réflexive : articuler pratique et production de connaissances

Nous avons vu que l'approche sociotechnique fait converger les rôles d'analyste et d'intervenant, et que l'approche dispositive permet de relier l'analyse et la conception, notamment grâce à l'exposition des rapports de force. Dans la mesure où ce travail se réclame de la recherche-projet (*project-grounded research*), aussi appelée « recherche par le design », il s'agit ensuite de retenir une approche visant à produire de la connaissance au contact du terrain. Pour ce faire, c'est vers la pratique réflexive de Donald A. Schön que je me suis naturellement tourné.

Schön est un auteur dont le propos « parle » directement au designer. Il est d'autant plus pertinent lorsqu'entendu dans le cadre d'une thèse CIFRE, un format orienté vers des considérations opérationnelles. Pour le designer²⁶, la quête d'un statut de recherche commencerait par une défamiliarisation de son milieu d'exercice, par une description du banal, de l'ambient, de l'évident.

²⁶ Nous parlons ici d'un praticien délivrant pour lui-même, ou pour d'autres, des objets de design sonnants et rébus, un praticien soumis aux enjeux de productivité voire d'urgence du quotidien en entreprise.

Cela implique d'initier une réflexion sur ce qui semble d'ordinaire « aller de soi », ce qui d'habitude « fonctionne », ce qui remplit les impératifs d'un cahier des charges et satisfait les termes des spécifications fonctionnelles. Du réflexe, il s'agit de « faire méthode » ; du tacite, construire du communicable. Une telle explicitation des modes de « faire » est d'ailleurs garante d'une certaine interopérabilité des connaissances entre un mentor et ses apprentis, entre deux designers et même entre deux métiers de la conception (designer et ingénieur par exemple). Nous postulons ici que la pratique réflexive, depuis l'expérience de chacun, produit des éléments théoriques partageables.

Je me permets un aparté sur le contexte d'émergence de la pratique réflexive. *The Reflective Practitioner*²⁷ (1983) de Donald Schön débute par un constat contemporain de sa parution : dans les années 1980 aux États-Unis, les « professions » ont perdu le respect et la confiance de l'opinion publique. Derrière « professions », on entend des corps de métiers auxquels se rattachent des connaissances et compétences bien identifiées : les médecins, les avocats, les urbanistes mais aussi les ingénieurs, les architectes. Ces professions auparavant estimées (hautes études exigées, statut social reconnu, apparente exigence morale) sont frappées de discrédit faute d'avoir su relever les enjeux sociétaux de la modernité. La défaillance du système de santé américain, la faillite financière de la ville de New-York, les défauts d'aménagement urbain sur le territoire, l'accident nucléaire de Three Miles Island, la guerre du Vietnam, sont autant de symptômes de l'incapacité des élites américaines à résoudre des problématiques complexes. Schön et ses contemporains en viennent donc à questionner l'adéquation entre les connaissances de ces professions et les réels besoins sociétaux, ainsi que leur capacité à s'adapter au « caractère changeant des situations pratiques » caractérisées par leurs « complexité, incertitude, instabilité, unicité et conflit de valeurs²⁸. » Cause de leur inaptitude, la propension des professionnels à résoudre des problèmes en leur plaquant des modèles figés, des protocoles censément exhaustifs, des solutions techniques préconçues. Or comme l'énonce Schön : « La complexité, l'instabilité et l'incertitude ne peuvent être résolues en appliquant des connaissances spécifiques à des tâches bien définies²⁹. » Pour comprendre comment les connaissances respectives de ces professions sont devenues si « spécialisées, fermement délimitées, scientifiques et standardisées³⁰ », Schön propose de regarder en direction des institutions qui les professent. Les universités et écoles américaines, encore habitées par la pensée positiviste du siècle précédent, distinguent nettement les connaissances éligibles au rang de « science » et les compétences remplissant les impératifs du quotidien. La ségrégation entre chercheurs et praticiens atteint alors son paroxysme. Schön nomme *Rationalité Technique* le paradigme réduisant la pratique à un instrument de résolution de problème dont la rigueur tient dans l'application stricte de techniques et théories scienti-

²⁷ SCHÖN, *op. cit.*

²⁸ *Ibid.*, p. 14.

²⁹ *Ibid.*, p. 19 : « Complexity, instability, and uncertainty are not removed or resolved by applying specialized knowledge to well-defined tasks. »

³⁰ *Ibid.*, p. 23 : « The systematic knowledge base of a profession is thought to have four essential properties. It is specialized, firmly bounded, scientific, and standardized. »

fiques. Cette *Rationalité Technique* sacralise la « méthode scientifique » et tend à appliquer ses conclusions sans appel au monde réel.

Bien qu'il ne soit pas encore tout à fait identifié à une profession scientifique, le designer contemporain est déjà technicien et entre tout à fait dans ce lot de « professions » dans lesquelles un « individu sachant » intervient sur une situation problématique. Certain de la méthode à dérouler (*design thinking* en tête), il conçoit pour autrui ce qui semble répondre à un besoin, parfois même quand cet « autrui » n'avait rien demandé. Le design « centré utilisateur » a tenté de résorber cette asymétrie entre le professionnel et le destinataire de son acte de design mais la posture du designer demeure celle du sachant accueillant poliment les propositions et angles de vue exogènes. Annie Gentès souligne la portée « critique³¹ » de l'approche réflexive, tant sur la remise en question de processus trop systématiques que sur le résultat de ce processus, statuant sur l'impact social et culturel de l'artefact. Plutôt que d'arriver sur un terrain avec les certitudes de l'expert, l'approche réflexive pousse à produire ces « certitudes » sur le terrain, à inventer en situation les méthodes qui les produisent et à questionner l'objet ou service produit.

C'est ce type d'adaptation au terrain et de production de connaissances circonstanciée que je suis allé chercher du côté de la pratique réflexive. Confronté dans mon exercice à une complexité technologique et fonctionnelle inédite pour moi et à un domaine (la gestion immobilière) m'étant tout à fait inconnu, je n'avais pas d'autre choix que d'adopter une posture socratique et d'admettre une connaissance quasi-nulle de mon terrain. Les propositions de la pratique réflexive de Schön permettent de pallier ce défaut de connaissance que la « science » d'une profession ne peut prévoir.

D'ailleurs, Schön n'associe pas ce type de raisonnement *in situ* au domaine des sciences, mais au domaine des arts. Il pointe tout ce que la pratique d'une discipline nécessite d'improvisations, de tâtonnements et d'ajustements. Même dans des professions à fort ancrage scientifique, Schön constate des postures, attitudes et réflexes résolument « artistiques » pour combler ce que les grandes théories ne peuvent prendre en charge. On perçoit que cet art s'apparente à une capacité d'adaptation provenant d'un réemploi de connaissances tacites engrangées lors du projet en cours ou de projets passés. L'implication du praticien dans les projets lui permet ainsi de persévérer dans son art. Comme l'exprime Schön : « Si l'art n'est pas invariant, connu et ne peut être enseigné, il semble néanmoins, du moins pour certains individus, qu'il puisse s'apprendre³². »

Ces traits artistiques qui conviennent au designer ne doivent pas pour autant le dépeindre comme un génie créateur sortant de son chapeau des solutions extravagantes³³. Ce que Schön qualifie de *traits artistiques* n'est autre que le relais que prend l'expérience sur la connaissance instituée

³¹ Annie GENTÈS. *The In-Discipline of Design*. Design Research Foundations. Cham : Springer, 2017, p. 24.

³² SCHÖN, *op. cit.*, p. 23 : « *If the art is not invariant, known and teachable, it appears nonetheless, at least for some individuals, to be learnable.* »

³³ Le designer travaillant avec une équipe exclusivement technique est souvent regardé comme l'artiste de la bande, consulté pour le choix de la moindre couleur ou du moindre pictogramme. Le designer est souvent réduit au statut de garant d'une esthétique cohérente.

lorsqu'elle est en défaut. En s'appuyant alternativement sur les sciences du design ou sur l'art de la conception, le praticien peut appréhender ce que Schön appelle le dilemme de « la rigueur ou la pertinence » et qui offre deux options. La première (rigueur) l'incite à se conformer aux méthodes délivrées par les sciences fondamentales et appliquées pour résoudre des cas typiques et bien documentés : ce sont les « plateaux » (*high ground*). La seconde (pertinence) l'invite à se distancier des figures imposées pour se confronter à des problèmes sociétaux, bien réels, indubitablement complexes, et pour lesquels aucune solution technique clé-en-main ne s'applique : ce sont les « bas-fonds marécageux » (*swampy lowlands*³⁴). C'est dans cette seconde catégorie que le design prend toute son importance. C'est également ici que se trouvent les problèmes d'intérêt général (*the problems of greatest human concern*) qui ne figureront jamais dans les magazines au papier glacé – on pourrait parler d'*unsexy startup*³⁵. Et c'est dans ce cadre peu glamour que se situe la question de l'optimisation énergétique à laquelle tente de répondre iQspot.

De par cette construction en contexte, la pratique réflexive est une posture adaptée à la labilité des situations problématiques, *a fortiori* en design. Si la *Rationalité Technique* est efficace de par son arsenal de théories, méthodes, techniques de résolution de problème (*problem solving*), elle peut être rapidement court-circuitée par des « situations problématiques, déconcertantes, troublantes, incertaines³⁶ ». Comme l'exprime Schön, « [d]ans la réalité de la pratique, les problèmes ne se donnent pas d'eux-mêmes au praticien³⁷ » et tout un travail doit être effectué pour transformer une situation en problème à résoudre (*problem setting*). Cette notion de (re)configuration du problème m'a d'ailleurs soutenu lorsque j'ai dû revoir mon projet de recherche en fonction d'un changement d'orientation de l'entreprise (voir Introduction), ce qui montre combien un terrain de design peut être littéralement mouvant.

L'épistémologie de la pratique se distancie de la ségrégation entre connaissances fondamentales (savoirs) et compétences de terrain (savoir-faire). Elle considère que toute pratique mobilise tacitement des connaissances, et que ces pratiques sont le théâtre d'une réflexion produisant des connaissances nouvelles. Cette réflexion peut advenir en même temps que l'action (*reflection-in-action*) ou *a posteriori* (*reflection-on-action*). Le **réflexion dans l'action** opère dans l'instant, en interaction avec la situation, pour déduire depuis les résultats de l'action de possibles adaptations en vue d'une fin donnée : c'est l'organisation spontanée d'une session de jam entre plusieurs musiciens, le *pitch* adéquat du joueur de baseball, la bifurcation de piste du designer. Le **réflexion sur l'action** génère de la connaissance par recul critique en évaluant un passif. Elle étudie ce qui a motivé l'action, son efficacité, ses possibles manqués ou découvertes inattendues : c'est une équipe de sport qui visionne son match, l'enseignant qui modifie son cours en fonction des difficultés des étudiants, le designer qui reprend « par curiosité » des pistes non retenues ou

³⁴ SCHÖN, *op. cit.*, p. 43.

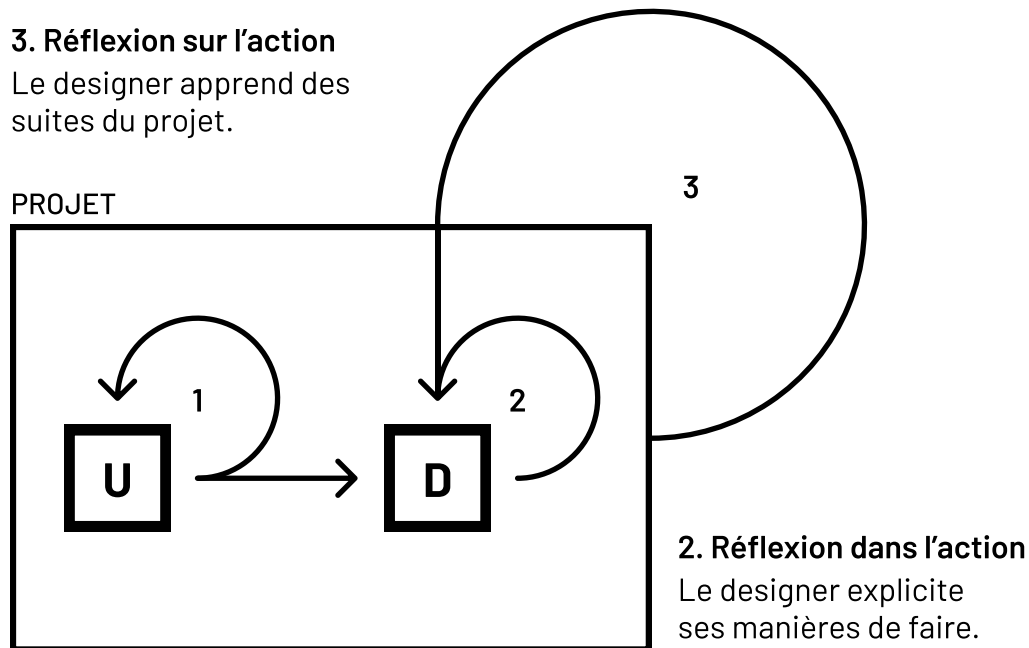
³⁵ Du nom d'un article paru dans Wydden Magazine #1, janvier 2017.

³⁶ SCHÖN, *op. cit.*, p. 40.

³⁷ *Ibid.*, p. 40 : « *In real-world practice, problems do not present themselves to the practitioner as givens. They must be constructed from the materials of problematic situations which are puzzling, troubling, and uncertain.* »

prend le temps d'un « après-projet ». Dans ma situation de conception d'un dispositif numérique, l'approche réflexive se manifeste sous plusieurs formes que nous appellerons **réflexion induite**, **réflexion dans l'action** et **réflexion sur l'action** (voir figure 1.3).

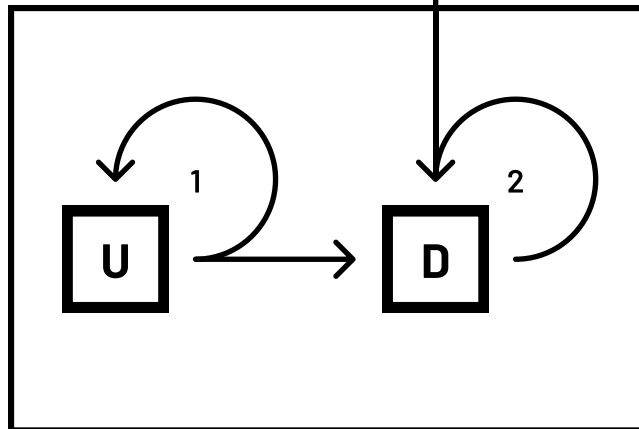
FIGURE 1.3 - L'approche réflexive



3. Réflexion sur l'action

Le designer apprend des suites du projet.

PROJET



3

2. Réflexion dans l'action

Le designer explicite ses manières de faire.

1. Réflexivité induite

L'utilisateur explicite ses pratiques.

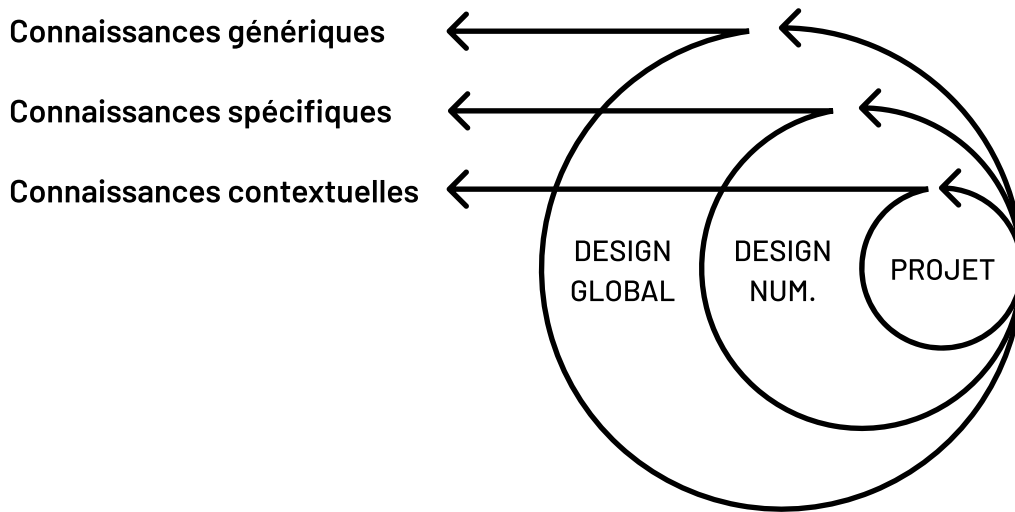
Si l'on resitue le concept de réflexivité décrit par Donald Schön dans le projet de design, il apparaît sous au moins trois formes : nous pouvons parler de **réflexion induite** lorsque le designer fait expliciter ses pratiques à un utilisateur [U](1); le designer [D] opère une **réflexion dans l'action** lorsqu'il module ses actions en fonction de la situation(2); enfin, la **réflexion sur l'action** consiste à revenir sur le projet achevé, elle permet au designer d'évaluer les manières de faire qui ont fonctionné ou échoué pour résoudre un type de problématique (3).

Enfin, l'approche réflexive et son épistémologie associée se fondent sur l'expérience du projet pour produire des connaissances que l'on peut classer en trois strates (voir figure 1.4) :

- Des connaissances contextuelles : le projet comme situation singulière se constitue d'éléments de langage et de référentiels qu'il faut agréger au contact de l'utilisateur et de son milieu. C'est en général le but des phases d'enquête en design (voir chapitre 4 et chapitre 5).
- Des connaissances spécifiques : le champs spécifique de design mobilisé offre des méthodes singulières au designer, qui les passe au crible de son contexte de travail. Il peut alors alimenter en retour cette théorie spécifique avec des connaissances conceptuelles et conceptives qui lui ont semblé particulièrement opérantes. Pour ma part, le design numérique et ses préceptes ont été soutenant; espérons que cette recherche le lui rende bien.
- Des connaissances génériques : il est des connaissances et méthodes si transversales (l'ethnographie par exemple) qu'elles font désormais partie de la « somme théorique » du de-

sign global. Ces connaissances relèvent davantage d'une culture commune de la conception que d'un raisonnement singulier.

FIGURE 1.4 – Connaissances contextuelles, spécifiques, génériques



Un projet en design génère potentiellement trois strates de connaissances : des **connaissances contextuelles** propres au projets, et seulement valables dans ce périmètre ; des **connaissances spécifiques** qui alimentent le champ spécifique du projet (le design numérique en l'occurrence) ; des **connaissances génériques** qui dépassent le cadre du projet et du champ spécifique : elles sont opérantes dans le design global et inspirent ses manières de faire.

En résumé, nous avons prélevé dans le travail de Donald Schön les caractéristiques de l'approche réflexive opportunes pour la présente recherche. Elle offre d'abord une connexion naturelle entre une pratique initiale et sa recherche afférente, comme si cette composante de recherche avait toujours été présente, latente, inactive. La réflexivité, avant d'offrir une quelconque méthode, est d'abord une posture, un *habitus*, une propension à l'enquête comme la nommerait John Dewey – dont Schön s'est inspiré. Le praticien réflexif a coutume d'explicitier ses actions, conserve un sens critique sur son travail, ses implications et son contexte d'exercice. Il ne s'agit pas d'une métaphysique rhétorique mais d'une réflexion opérante dans le réel. Gilbert Simondon, de par ses travaux sur la philosophie réflexive, abonde dans le sens de Donald Schön : « La réflexion est non une activité secondaire, mais une fonction de toute activité qui cherche à se perfectionner par elle-même et qui se définit par une systématique interne³⁸. » Pensée comme réflexive, la pratique n'est alors plus seulement instrumentale : elle constitue certes un exercice de résolution de problème produisant des connaissances utiles à son dénouement, mais plus que cela, ces connaissances (fonctions, logiques ou encore *patterns*) sont potentiellement transposables à d'autres cas, d'autres situations, et viennent alimenter la somme théorique du domaine concerné – le design pour notre part. On peut résumer les différentes strates de connaissances produites aux connaissances contextuelles (dans le projet), spécifiques (design numérique), et génériques (design global).

³⁸ Gilbert SIMONDON. *Sur la philosophie (1950-1980)*. Paris : Presses Universitaires de France, 2016, pp. 20-21.

1.4 L'approche située : insécabilité de l'action et de la cognition

Notre approche située repose essentiellement sur la **théorie de l'action située** de l'anthropologue spécialiste des interfaces et interactions humain-machine Lucy Suchman.

De la même façon que la réflexivité peut être invoquée du côté du concepteur (pour expliciter ses méthodes) et du côté de l'utilisateur potentiel (pour expliciter son cours d'action), l'approche située peut concerner les deux interlocuteurs de l'acte de design. D'un côté le designer est attentif aux éléments de sa situation d'exercice pour moduler son projet. De l'autre, il observe comment l'utilisateur destinataire s'appuie sur les ressources d'une situation (d'une interface par exemple) pour comprendre ce qu'on attend de lui et effectuer l'action adéquate. Cette double applicabilité m'a semblée propice à résorber le fossé de représentations entre l'utilisateur et l'équipe de conception. Car s'il est possible à l'équipe d'iQspot de développer une solution logicielle des plus efficaces en vase clos, rien ne garantit l'utilisabilité de ce service au groupe humain auquel il est destiné. Sur ce point, la pratique réflexive et l'action située nourrissent à la fois notre pratique de conception et notre positionnement épistémique.

Les travaux de Donald Schön et de Lucy Suchman ont de prime abord des finalités éloignées : Schön vise à construire une « épistémologie de la pratique » en s'appuyant sur des études de terrains menées au contact de nombreux « praticiens », Suchman propose de relire les modalités d'interface entre l'humain et la machine au prisme de l'anthropologie et de l'ethnométhodologie. Ce que Schön et Suchman ont en commun, c'est une appétence pour l'observation de terrain, pour l'étude de gestes quotidiens et de pratiques dont l'apparence banale réserve des subtilités latentes, mais aussi des connaissances inestimables. Quand Schön sonde les pratiques de jazzmen, de joueurs de baseball, d'architectes et de psychothérapeutes, Suchman débute ses recherches par l'analyse de l'interaction entre le personnel du Xerox Palo Alto Research Center (PARC) et un photocopieur, relation médiée par un « système expert » proposant un guidage « pas-à-pas » et réactif de l'utilisateur pour l'aiguiller dans sa tâche. L'un et l'autre ont comme terrain des situations du quotidien, qui sont à peu près autant exotiques que le domaine de la gestion immobilière dont s'occupe mon entreprise. En revanche, toutes ces situations ont intimement à voir avec les méandres de l'action et de la cognition de l'individu en situation. Cette vision des situations d'action ou d'interaction pousse à considérer le design non seulement comme le travail de conception d'un produit qui fonctionne, mais bien plus encore comme un produit qui fonctionne lorsqu'il est mis dans les mains de son utilisateur destinataire. Cette nuance se trouve par exemple dans la différence entre le prototype fonctionnel de la solution iQspot (en 2015) et sa version « commerciale » présentée aux premiers clients (en 2016).

Mais cette considération du travail de conception n'est pas celle que découvre Lucy Suchman en arrivant au Xerox PARC en 1979³⁹. Le modèle théorique de l'action adopté par ses collègues in-

³⁹ Soit la même année qu'un certain Steve Jobs visitait les lieux en recherche d'inspiration.

formaticiens consiste en un **plan** développant une séquence d'instructions vers un but donné : une représentation fort compatible avec une logique programmation. Encore galvanisés par la cybernétique des années 1950 et ses analogies entre ordinateur et cerveau humain – considérés symétriquement comme appareil de traitement de l'information – nombre de contemporains de Suchman opèrent des transpositions hasardeuses, comme le psychologue George Miller⁴⁰ : « [l]e plan est à l'organisme ce que le programme est à l'ordinateur. » Comme Suchman l'énonçait plus récemment, tandis que Darwin plaçait l'homme parmi les animaux, la cybernétique l'a replacé parmi les machines⁴¹. Le revers de cette approche implique que l'action expose avec exactitude le plan, dans une vision comportementaliste de ce que peut être l'action. Les choses se compliquent encore lorsqu'une situation compte non plus un agent en action mais deux agents (humains et/ou non-humains) en interaction. La logique du plan voudrait que chacun des protagonistes déduise depuis les actions de son « inter-acteur » un plan sous-jacent pour reconstruire du sens⁴². Or cette considération reposerait sur une corrélation certaine entre des effets escomptés et les innombrables manières d'agir pour produire ces effets⁴³. Suchman relate le paradigme des sciences cognitives ayant précédé son époque :

Tous les acteurs des sciences cognitives et de ses disciplines affiliées sont d'accord sur le fait que la cognition n'est pas seulement potentiellement comme le calcul ; il s'agit littéralement de calcul. Il n'y a donc aucune raison, en principe, pour qu'il n'y ait pas une explication informatique de l'esprit, et il n'y a aucune raison a priori de tracer une frontière de principe entre les personnes prises comme processeurs d'information ou manipulateurs de symboles⁴⁴ [ma traduction].

Quelques avancées de la robotique des années 1960-1970, comme des expériences de déplacement d'un robot dans une pièce et de simulation d'une conversation avec un humain, ont bien apporté des logiques conditionnelles et des variables exogènes dans la théorie dominante mais elle reste sous-tendue par la rigidité de la logique procédurale, peu résiliente aux aléas. Malgré ces compléments, le modèle demeure inchangé : traduisant un ensemble d'intentions initiales, les plans prescrivent l'action, et ce qu'on appellerait aujourd'hui l'« expérience utilisateur » reste relativement scriptée.

Pour éclairer le problème de la représentation comportementaliste (*behaviorist*) de l'action, Lucy Suchman puise dans les récits d'exploration du Pacifique de l'ethnologue Thomas Gladwin et

⁴⁰ George MILLER, Eugene GALANTER et Karl PRIBRAM. *Plans and the Structure of Behavior*. New York : Holt, Rinehart and Winston, 1960, cités par Suchman, *op. cit.*, p. 59.

⁴¹ Lucy SUCHMAN. « Medea Talks #17 - Restoring Information's Body - Remediations at the Human-Machine Interface » (Malmö). 20 oct. 2011. En ligne : <http://medea.mah.se/2011/09/medea-talks-presents-lucy-suchman/>.

⁴² *Idem*, *Human-Machine Reconfigurations : Plans and Situated Actions, 2nd Edition*, p. 59 : « *The problem for interaction, on this view, is to recognize the actions of others as the expression of their underlying plans. The complement to plan generation and execution in artificial intelligence research, therefore, is plan recognition or the attribution of plans to others based on observation of their actions.* »

⁴³ Déjà critiquée dans les années 1980 par Suchman, cette considération d'un lien direct entre les actes et les intentions survit dans la façon dont les plateformes nous déterminant par nos traces numériques.

⁴⁴ SUCHMAN, *op. cit.*, p. 37 : « *The agreement among all participants in cognitive science and its affiliated disciplines, however, is that cognition is not just potentially like computation; it literally is computational. There is no reason, in principle, why there should not be a computational account of mind, therefore, and there is no a priori reason to draw a principled boundary between people, taken as information-processors or symbol manipulators.* »

propose la métaphore de la navigation⁴⁵ pour présenter les deux théories de l'action⁴⁶ opposées :

- La première est incarnée par le mode de navigation européenne, rationnel et analytique, consistant à établir un plan au travers des mers et océans pour le suivre pas à pas grâce aux instruments de mesure disponibles⁴⁷. Il illustre peu ou prou le **plan prescriptif l'action**.
- L'autre paradigme de navigation est incarné par les habitants des îles Truk, un peuple micronésien n'ayant ni théorie de la navigation, ni pour coutume d'anticiper son itinéraire. Avec un objectif en tête, le navigateur s'appuie sur les informations fournies par l'océan, le vent, le ciel, la faune et la flore, autant d'indices prélevés dans son environnement puis interprétés par ses compétences intrinsèques et incorporées (*embodied*), aiguillant ses actions vers la destination voulue. De leur traversée, il est difficile de recomposer la voie suivie dans un référentiel « européen », c'est-à-dire avec les indicateurs spatio-temporels de navigation classiques. Ce mode de navigation correspond à **l'action située**, c'est-à-dire composée avec les circonstances de la situation.

Si Européens et Micronésiens illustrent respectivement la théorie de la « planification » et celle de l'action située, cet apparent clivage sert surtout à montrer qu'il demeure une grande part d'incarnation, d'ajustement à l'imprévu, de « reconfiguration » dans le voyage du micronésien ET de l'europpéen. Le propos n'est pas d'ouvrir une discussion ethnologique ou portée sur le relativisme culturel mais plutôt de présenter la dichotomie entre plan et action située pour mieux la résorber.

Que propose exactement Lucy Suchman, et en quoi sa **théorie de l'action située**⁴⁸ alimente-t-elle le design dont il est question dans cette recherche-projet? Trois éléments de la thèse de Suchman sont particulièrement fertiles pour la présente recherche en design.

Le premier apport de Suchman est la mise en lumière du **caractère indicatif de l'action**, à savoir le fait qu'une situation contient les éléments permettant à l'agent de mener à bien l'action en complétant ses intentions initiales (voir figure 1.5). Autrement dit, toute action se construit en situation et prend sens dans sa relation directe aux contingences socio-matérielles environnantes. Cela se concrétise chez un utilisateur par la quête de ressources dans son environnement immédiat pour mener à bien l'action qui le motive ou la tâche qui est attendue de lui. Dans la recherche de Suchman, ce soin apporté à la situation portait sur la manipulation d'un

⁴⁵ Cette métaphore de la navigation que Lucy Suchman emploie tout au long de sa première partie d'ouvrage devient une métonymie de toute situation d'(inter)action. Par un heureux hasard, nous noterons qu'aujourd'hui le terme de « navigation » en français caractérise toute expérience d'exploration d'un service numérique.

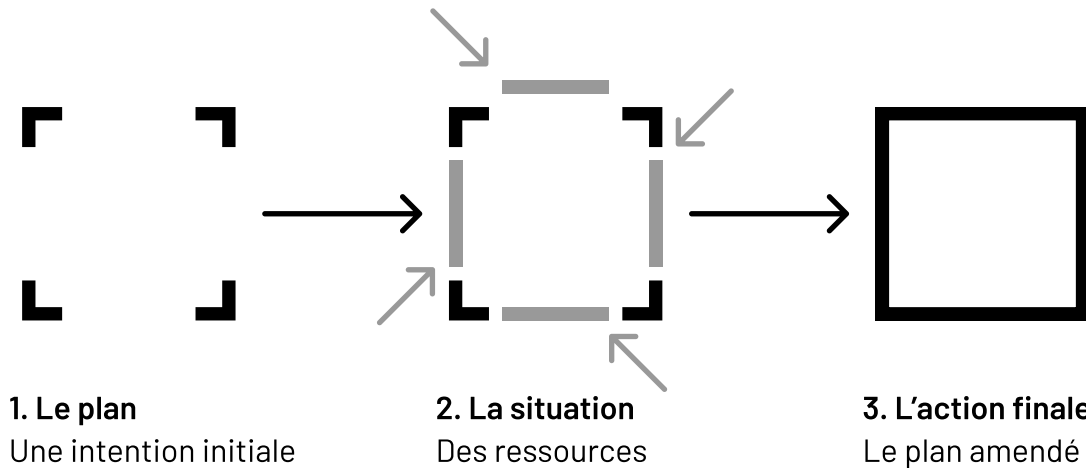
⁴⁶ Dans son édition augmentée *Human-machine reconfigurations*, elle admet volontiers – et Gladwin avant elle – que le contraste entre les deux cultures est quelque peu exagéré. Bien que nos modes d'actions soient sujets à des variations culturelles impliquant une relation étroite entre les idées qu'on se fait d'une action et la façon dont on la réalise.

⁴⁷ SUCHMAN, *op. cit.*, p. 51.

⁴⁸ Je rappelle que la théorie de l'action située recoupe celle de la cognition située. Une action n'est jamais décorrélée du processus cognitif sous-jacent et la cognition se rapporte pour le plus souvent à l'action concrète : elles se co-déterminent l'une et l'autre et sont parachevées par les conditions socio-matérielles environnantes. Cela recoupe la cognition distribuée de Hutchins (voir Edwin HUTCHINS. *Cognition in the Wild*. Cambridge : MIT Press, 1995) proposant que l'activité cognitive ne s'arrête pas à l'individu et est distribuée socialement. Les ressources de la résolution de problème sont donc également disséminées dans la situation.

photocopieur par un utilisateur assisté par un système expert. En ce qui nous concerne, nous nous focaliserons sur une interface consistant à configurer des alertes énergétiques au sein de la solution iQspot (voir chapitre 6) : l'objet du travail sera d'apporter les ressources nécessaires à l'utilisateur en temps opportun pour soutenir sa cognition et son action.

FIGURE 1.5 – L'approche située (1)(d'après Suchman)

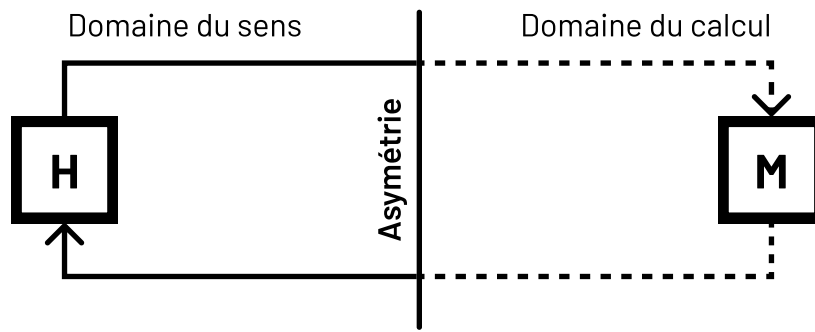


La théorie de l'action consiste à envisager l'action comme fondamentalement incomplète. Le plan initial d'un inter(actant)(1) est donc complété ou amendé par les circonstances de la situation (2) pour faire advenir l'action finale (3).

Le second éclairage tient au concept double de **compréhension partagée ou intelligibilité mutuelle**⁴⁹ entre l'utilisateur et la machine avec laquelle il interagit : chacun des agents tente d'interpréter son interlocuteur et s'efforce d'être compréhensible dans son référentiel. Cette relation est permise par le langage, médium humain de prédilection permettant de saisir, décrire et communiquer le monde. C'est lui qui permet, dans une conversation ou interaction entre deux individus, d'atteindre cette compréhension partagée ou intelligibilité mutuelle. Cette relation est néanmoins asymétrique, l'humain étant sensible au sens et la machine y étant hermétique : l'expression humaine doit pouvoir être convertie en « entrées » pour l'algorithme et l'algorithme doit pouvoir signifier à l'utilisateur ses attentes dans un langage humain (voir figure 1.6). Cette précision des conditions de l'interaction humain-machine sera à rapprocher des pistes de conception de services impliquant l'intelligence artificielle (voir chapitre 4) qui propose des terminologies complémentaires. L'action située, ravivée par des pratiques de conception plus contemporaines, sera réutilisée dans le travail de prototypage de la fonctionnalité d'alertes énergétiques faisant l'objet de cette recherche-projet (voir chapitre 6).

⁴⁹ Ces concepts sont souvent présents tous les deux comme si aucun mot n'en permettait la fusion : on en comprend que les deux interactants doivent s'efforcer de décrypter l'autre et d'être intelligible pour l'autre, c'est-à-dire faire un effort en réception et en émission (voir figure 1.6). Le terme d'interopérabilité s'approcherait d'une fusion des termes mais demeure très machinique. Faut-il inventer un concept « interactibilité » pour montrer que les deux parties jouent le jeu de l'interaction réussie ?

FIGURE 1.6 – L'approche située (2)(d'après Suchman)



Quelle médiation du design ?

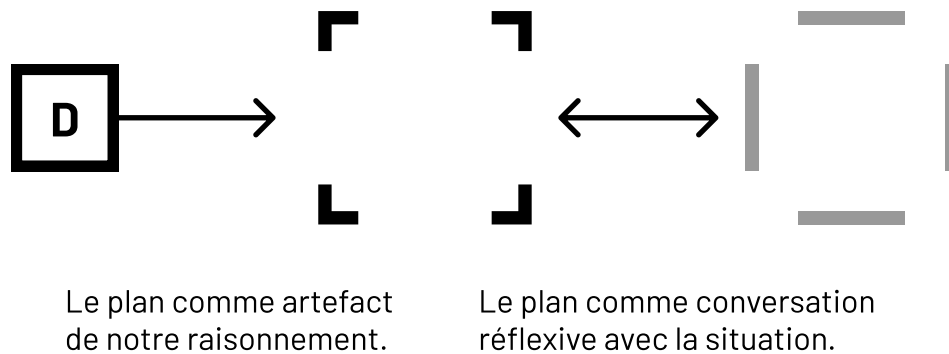
Il existe une asymétrie fondamentale entre l'humain [H] et la machine [M] : l'un appartient au domaine du sens, l'autre au domaine du calcul. Leur interaction requiert une médiation du design en vue d'atteindre une compréhension partagée et une intelligibilité mutuelle des interactants.

Un dernier pan de la théorie de l'action située opportun pour le travail de conception est le **plan comme ressource de l'action** : l'action n'est plus déterminée par un plan mais le plan est une composante de l'action (voir figure 1.7). Il faut alors considérer le plan comme des représentations permettant de cristalliser des problématiques rencontrées lors de l'action, des objets temporaires et transitoires. Le plan n'est pas « le mécanisme générateur de l'action » comme l'ont exposé les sciences cognitives mais « un artefact de notre raisonnement sur l'action⁵⁰. » Derrière le terme de *plan*, est en fait reconnaissable tout objet transposant la réalité vers un niveau de représentation permettant d'opérer un travail de la pensée dont le résultat est ensuite réinjecté dans le réel. De ce point de vue, la proposition de l'action située rejoint la pratique réflexive de Schön avec en commun une production contextualisée de supports à la connaissance. Je récupère aux frais du designer ce que Suchman utilise habituellement pour caractériser l'action ou la cognition d'un utilisateur. C'est-à-dire que ces supports à la cognition peuvent servir le designer dans son processus de conception en soutenant son raisonnement. Ce dialogue avec les éléments de contexte lors d'un exercice de design est d'ailleurs ce que Schön appelle la « conversation réflexive avec la situation⁵¹ ». Ce recours à des objets intermédiaires soutenant le raisonnement sera notamment mobilisé dans l'appréhension du dispositif tenant lieu de terrain de cette recherche-projet (voir chapitre 2).

⁵⁰ SUCHMAN, *op. cit.*, p. 60 : « As commonsense constructs plans are a constituent of practical action, but they are constituent as an artifact of our reasoning about action, not as the generative mechanism of action.

⁵¹ SCHÖN, *op. cit.*, Chapitre 3.

FIGURE 1.7 – L'approche située (3) (d'après Suchman)



L'approche située postule que le plan initial d'une action ou d'une chose est un artefact de notre raisonnement sur l'action. Par conséquent, il est sujet à modification et est amendé en fonction de la situation par le designer [D].

1.5 L'approche ethnométhodologique : au plus proche de l'utilisateur

Comme mon travail de design numérique au sein de iQspot se concrétise en un médium relativement technique, il peut paraître démesuré de ma part de déployer autant de temps et d'énergie à étudier les méthodologies anthropologiques et ethnographiques. Cette *design ethnography* est « relativement récente dans l'histoire du design⁵² » mais semble déjà avoir fait son chemin et ses preuves dans la discipline. Le binôme Julia Velkovska et Marc Relieu reconnaissent à l'ethnographie la capacité d'éclairer très concrètement les problématiques posées par les objets techniques avec lesquels nous interagissons : « savoir quoi faire avec, comment le faire, juger ce que la machine est capable de faire ou pas, gérer les troubles dans l'interaction, faire face à des dysfonctionnements, adopter des manières de parler spécifiques pour accomplir une tâche⁵³ ».

En ce qui me concerne, je recherche un équilibre dans mon travail de conception entre une approche technico-fonctionnelle du dispositif et une étude approfondie des pratiques des destinataires de ce design. L'ouvrage technico-fonctionnel demande une rigueur descriptive et conceptive prononcée, mais l'équipe de design et développement a généralement toutes les cartes en main pour y parvenir. En revanche, le monde de l'utilisateur destinataire échappe à l'équipe de design et développement. Les destinataires et les concepteurs d'un objet de design n'évoluent que très rarement dans les mêmes sphères sociales, n'ont pas les mêmes représentations, ne s'expriment pas avec le même vocabulaire, etc. Ce déphasage « ethnique » – au sens d'une appartenance à des groupes humains différents – est la source d'un conflit téléologique et modal entre l'émetteur et le destinataire de l'acte de design (voir chapitre 5). Et c'est pour cette même raison

⁵² Lysianne Lécho HIRT et al. « Design et ethnographie. Comment les designers pratiquent les études de terrain ». In : *Techniques & Culture. Revue semestrielle d'anthropologie des techniques* 64 (24 déc. 2015), p. 64-77. En ligne : <http://journals.openedition.org/tc/7560> (visité le 13/08/2020).

⁵³ Julia VELKOVSKA et Marc RELIEU. « Pour une conception « située » de l'intelligence artificielle ». In : *Rezeaux* 229.5 (25 nov. 2021), p. 215-229. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-rezeaux-2021-5-page-215.htm> (visité le 26/05/2022).

que les pratiques ethnométhodologiques, que je considère comme des « méthodes d'observation de ces faits humains » pour reprendre les mots d'Annie Gentès⁵⁴, sont de bonnes candidates pour le résorber.

Cités précédemment, Schön et Suchman sont deux héritiers de l'ethnométhodologie et l'ouvrage majeur de Suchman fait de nombreux renvois aux pionniers de cette pratique. Voici comment elle les décrit :

Ce qui intéresse les ethnométhodologistes, ce n'est pas leur propre méthodologie, mais celle déployée par les membres de la société pour acquérir de la connaissance, et lui donner du sens, dans le monde quotidien de la parole et de l'action⁵⁵ [ma traduction].

Selon le sociologue Harold Garfinkel, considéré comme son fondateur, l'ethnométhodologie cherche en effet à décrire les « **procédures** » mobilisées au quotidien par les individus « étudiés ». Il ajoute que l'objet de l'ethnométhodologie est « la production, locale et endogène, des choses les plus ordinaires de la vie sociale [...] et l'on peut en rendre compte dans le **langage** naturel⁵⁶. » Le rôle du langage est d'ailleurs crucial dans les théories de la réflexivité et de l'action située. Chez Schön, on observe que le langage sert de support à la réflexion, comme par exemple dans le dialogue entre un architecte et son apprentie autour de leur objet de travail : l'un et l'autre s'accordent tacitement sur des termes spécifiquement signifiants dans la discipline de l'architecture voire exclusivement signifiants lorsqu'ils touchent à un bâtiment donné. Chez Suchman, la clé de l'interaction humain-machine ne réside pas dans la « mécanique » mais dans la « linguistique » : le langage participe à « constituer » la situation ; sans lui, aucun cadre de signification ne sous-tend son action. Si l'on remonte la description de l'ethnométhodologie en sens inverse, on en comprend que c'est par le langage que l'analyste peut découvrir les pratiques et représentations des sujets observés ou interrogés.

Telle est l'incalculable valeur de l'ethnométhodologie pour le design : elle permet de toucher jusqu'à la subjectivité des utilisateurs potentiels – ou plutôt dirait-on leur « objectivité » de groupe. Elle donne accès, via le langage, aux modes d'actions des personnes interrogées, avec pour postulat que ceux qui pratiquent une activité sont ceux qui en parlent le mieux. Dans notre cas, le professionnel de la gestion énergétique interrogé, en tant qu'acteur de la situation, sait la décrire et peut en rendre compte avec ses propres mots. Le designer remonte alors le processus d'énonciation de son interlocuteur pour en saisir l'action originelle. Ainsi, cette conversation révèle le langage commun des membres d'un même groupe, langage décrivant à son tour leurs actions et leurs significations. Le sociologue Philippe Amiel parle d'une « isotopie de l'action et de la signi-

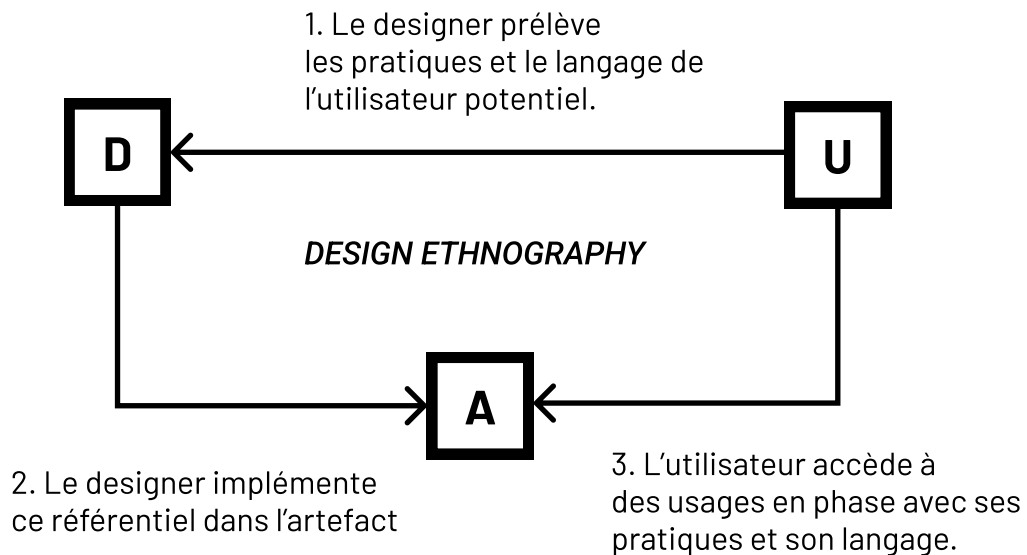
⁵⁴ ANNIE GENTÈS. « Arts et sciences du design : la place des sciences humaines ». In : *Sciences du Design* 1.1 (27 mai 2015), p. 94-107. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-sciences-du-design-2015-1-page-94.htm> (visité le 17/02/2022).

⁵⁵ SUCHMAN, *op. cit.*, p. 76 : « *The methodology of interest to ethnomethodologists [...] is not their own but that deployed by members of the society in coming to know, and making sense out of, the everyday world of talk and action.* »

⁵⁶ HAROLD GARFINKEL. *Le programme de l'ethnométhodologie*. La Découverte, 2001. En ligne : <https://www.cairn.info/l-ethnomethodologie--9782707133731-page-31.htm> (visité le 31/01/2021).

fication⁵⁷ ». C'est en ce sens qu'un autre sociologue, Alain Coulon, définit l'ethnométhodologie comme « la recherche empirique des méthodes que les individus utilisent pour donner sens et en même temps accomplir leurs actions de tous les jours : communiquer, prendre des décisions, raisonner⁵⁸ ».

FIGURE 1.8 – L'approche ethnométhodologique



L'ethnométhodologie est une discipline des plus fertiles pour ajuster un artefact aux pratiques des utilisateurs. Les pratiques et le langage de l'utilisateur futur [U] sont prélevés par le designer [D] pour être implémentés dans l'artefact [A] en cours de conception, ce qui rend les usages proposés plus familiers pour l'utilisateur.

Si l'on resitue l'ethnométhodologie dans le design numérique, elle permet de travailler au-delà de l'aspect fonctionnel d'un service pour concevoir des interactions compatibles avec les processus de signification déjà présents dans la communauté destinataire. Au lieu de faire entrer des usages nouveaux dans des pratiques existantes des membres du groupes, cela revient à s'inspirer des pratiques existantes pour concevoir des usages futurs en adéquation avec ces dernières⁵⁹. La figure 1.8 résume ce processus de *design ethnography*. L'ethnométhodologie s'accorde naturellement avec les pratiques de découverte et d'enquête du design en éclairant les détails de ces actions et significations qui viendront aiguiller les phases plus créatives.

Après avoir présenté les différentes approches ayant influencé cette recherche, il reste à expliquer comment elles se sont cristallisées en méthodes et outils opérants sur le terrain et sur l'objet de recherche.

⁵⁷ Philippe AMIEL. *Ethnométhodologie Appliquée : Éléments de Sociologie Praxéologique*, Presses du Lema, 2010. 209 p. En ligne : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00848731> (visité le 31/01/2021), p. 47.

⁵⁸ Alain COULON. « Les concepts clés de l'ethnométhodologie ». In : *Que sais-je ?* 5e éd.2393 (2007), p. 23-43. En ligne : <https://www.cairn.info/l-ethnomethodologie--9782130523468-page-23.htm> (visité le 31/01/2021).

⁵⁹ Même un design visant à modifier des pratiques bien ancrées doit partir des pratiques existantes.

1.6 Implémentation des approches : méthodes (et outils)

1.6.1 Raisonnement graphique (schémas et diagrammes)

La première méthode de travail présentée est celle qui a servi à me familiariser avec mon terrain, c'est-à-dire la solution iQspot dans son milieu de fonctionnement. Afin de donner à voir la complexité du dispositif, je me suis servi du principe de carte heuristique en différenciant les différentes planches graphiques selon les axes structurels et fonctionnels, selon qu'on s'intéresse à l'agencement du dispositif ou à son diagramme. La division structurelle/fonctionnelle provient de l'*étude intrinsèque* de Abraham Moles⁶⁰ tandis que les termes d'agencement et de diagramme proviennent de la philosophie de Michel Foucault⁶¹, étendue par Gilles Deleuze⁶². J'ai opté pour un raisonnement graphique et itératif qui produit des objets intermédiaires considérables comme un support de réflexion et de travail. Par modifications successives sur l'architecture de l'information, nous verrons que ces représentations deviennent plus pertinentes et procurent une meilleure connaissance du dispositif étudié. L'objectif est de dresser un plan d'ensemble du dispositif avant de réduire le prisme à des fonctionnalités spécifiques, mêlant apport humain et support algorithme, nécessitant ce que nous appellerons un « ajustement » (voir chapitre 2). Plus généralement, ce document repose en grande partie sur des représentations graphiques pour vulgariser la technicité du milieu et les imbrications méthodologiques et épistémologiques de la recherche.

1.6.2 Veille industrielle (documentation et synthèse)

La seconde méthode relève davantage du réflexe de designer en début d'un projet. Elle caractérise un besoin de monter en savoirs et savoir-faire techniques sur la question des algorithmes, et *a fortiori* des algorithmes comme soutien à l'action et à la cognition humaine dans un service numérique. Plus précisément, ce passage en revue des ressources mises en ligne par les industriels du numérique relève d'une veille conceptuelle et conceptive autour de l'algorithmie lorsque mobilisée par le design. Ses principales sources sont le guide de conception de Google autour du projet PAIR (People + AI Research) ainsi que la documentation proposée par IBM intitulée *Design for IA*. À cette enquête s'ajoute un inventaire plus empirique, issu de notes éparses prises lors d'expériences de services numériques mobilisant (entre autres) l'apprentissage machine : services publics, plateformes de service client, aides logicielles, etc. Il me semblait important de mettre en balance des documentations officielles et des expériences de navigation réelles pour simuler les positions respectives du designer et de l'utilisateur (voir chapitre 4).

⁶⁰ Abraham A. MOLES. « Théorie de la complexité et civilisation industrielle ». In : *Communications* 13.1 (1969), p. 51-63. En ligne : https://www.persee.fr/doc/comm_0588-8018_1969_num_13_1_1185 (visité le 31/01/2021), L'*étude intrinsèque* est un concept de Moles, il le réemploie dans un texte similaire inclus dans sa *Théorie des objets* de 1972.

⁶¹ Michel FOUCAULT. *Surveiller et punir : naissance de la prison*. TEL. Paris : Gallimard, [1975] 1993.

⁶² Gilles DELEUZE. *Foucault*. Paris : Les Éditions de Minuit, 1986.

1.6.3 Pratiques ethnographiques (triangulation de données)

Le troisième axe de travail s'intéresse spécifiquement aux utilisateurs en devenir du dispositif iQspot. Il consiste en une triangulation des usages, soit trois manières complémentaires de les approcher (voir chapitre 5). La première est **périphérique** : il s'agit des connaissances engrangées collectivement par l'équipe sur le domaine de l'immobilier, les différents profils qui le constituent, les retours et souhaits exprimés de ces différents individus. C'est l'apprentissage rapide d'un domaine auparavant inconnu, les connaissances tacites d'une équipe apprenant au contact des clients et/ou utilisateurs. La seconde est **quantitative** : elle relève d'un travail de recensement des configurations sur la fonctionnalité d'alertes énergétiques. Partant des données effectivement présentes dans l'application, il s'agit de déduire des usages depuis les traces des utilisateurs. La troisième est davantage **qualitative** et se compose d'entretiens semi-directifs avec des professionnels de l'immobilier et de la gestion énergétique. Si l'analyse quantitative constate des configurations, l'analyse qualitative essaie d'en percer les intentions originelles. Notons enfin que cette pratique ethnographique se renouvelle grâce au paradigme numérique, c'est-à-dire que cette ethnographie numérique tire à la fois profit des dires des utilisateurs mais aussi des traces qu'ils laissent, enregistrées dans leur milieu numérique.

1.6.4 Prototypage (papier, FIGMA)

La convergence des livrables précédents nous a ensuite permis d'effectuer un travail itératif de prototypage. Opérant sur une fonctionnalité identifiée, informés des pratiques de conception ayant fait leurs preuves, en pleine connaissance des usages des utilisateurs (pressentis, constatés puis explicités), nous avons produit différents prototypes selon différents modes d'interaction : une expérience brute de manipulation de l'interface, une expérience augmentée par l'algorithme, une expérience automatisée. Le récit de ces étapes mêle ce qui a été produit aux réflexions sous-jacentes et conséquentes, mobilisant quelques appoints littéraires sur les concepts d'automatisation et d'augmentation (voir chapitre 6).

Résumé du chapitre 1

Mon expérience professionnelle et mon travail avec les apprentis designers à l'Université m'ont mené à considérer le design comme une discipline **sociotechnique**. Lorsqu'on se documente sur cette approche, son recours devient évident pour appréhender les situations complexes. Je retiendrai ces caractéristiques qui nourrissent la phase d'appréhension du projet (voir chapitre 2) :

- L'approche sociotechnique passe outre la dualité déterminisme technologique vs. déterminisme social et rappelle l'interdépendance des humains et non-humains ;
- Elle raisonne depuis une vue d'ensemble vers les interfaces et interactions spécifiques ;
- Elle mise sur la compétence des acteurs (les utilisateurs ici) à apporter des éléments de réponse à une situation problématique ;
- Elle considère la structure étudiée comme un système dynamique ;
- Elle peut se spécialiser en une **approche dispositif** pour mettre l'accent sur les savoirs (production, échange et appropriation d'information des acteurs) et pouvoirs (mise en capacité des acteurs) ;
- Elle se focalise sur une situation spécifique mais admet qu'une partie des connaissances produites en contexte soit éligible à la généralisation, articulant ainsi la recherche à l'action.

Ce dernier point rend l'approche sociotechnique hautement compatible avec **l'approche réflexive** qui situe épistémologiquement cette recherche-projet. Rappelons que la réflexivité est le processus par lequel la connaissance est produite au cours de la pratique sur le terrain. Cette connaissance est réinjectée dans la pratique pour la solidifier, la formaliser, la systématiser, mais on peut postuler qu'une partie de cette connaissance peut aussi nourrir le champ spécifique (le design numérique) auquel il se rattache, voire la discipline tout entière (le design). Une recherche à l'origine « située » n'est pas une recherche enfermée dans la situation, elle en déborde pour être fertile pour sa discipline. Telle est la portée de la recherche-action et plus précisément la recherche-projet.

Nous avons également abordé la **théorie de l'action située** et ses différents apports pour le design : l'indicialité de l'action, l'intelligibilité mutuelle ou compréhension partagée, le statut du plan comme support à la cognition. L'indicialité de l'action assume que l'action repose en partie sur les ressources immédiatement présentes en situation : ce concept est utile au designer lorsqu'il doit jauger si un utilisateur a toutes les informations en main pour réaliser l'action ou s'engager dans l'inter-action. Le double concept d'intelligibilité mutuelle et de compréhension partagée énonce l'effort développé par les deux interactants (humain et machine) à la fois pour être intelligible et pour comprendre l'autre – dans le cas de la machine, cela tient à l'ingéniosité

des designers et développeurs. Enfin, le plan pensé non comme une stratégie déterminante et figée mais comme un support à l'activité cognitive est une vision qui fait sens pour le designer. Nous verrons dans le chapitre suivant le rôle des supports à la réflexion pour faire avancer le projet de design.

Nous avons vu que la théorie de l'action située s'est constituée historiquement en alternative aux influences du computationnalisme (intelligence artificielle symbolique) en s'inspirant de l'anthropologie et plus particulièrement de l'ethnométhodologie. Depuis quelques années, **l'ethnographie et l'ethnométhodologie** imprègnent le design de leurs modes d'investigation au plus profond des pratiques et représentations des groupes humains, lui assurant une pertinence dans son exécution.

C'est à l'intersection de ces approches que se sont cristallisées des méthodes et outils d'enquête faisant avancer la découverte du terrain (le dispositif iQspot), la délimitation d'un type d'objet (des fonctionnalités à ajuster) et enfin un objet spécifique (une fonctionnalité d'alertes énergétiques) qui cristallise le travail de conception et la réflexion. Le **raisonnement graphique** et ses manifestations soutiennent la découverte et l'appréhension du terrain jusqu'à délimiter un objet de design et de recherche. Classique du design, le travail de **veille** renforce les pratiques internes de conception lorsqu'il s'agit de mobiliser les algorithmes. Les préceptes de **l'ethnométhodologie** prennent corps en entretien avec les utilisateurs mais aussi dans toute l'attention périphérique portée aux informations concernant ces derniers. Enfin, le travail de **prototypage** est central pour ce projet puisqu'il permet de tester les fonctionnalités en situation et de les améliorer à chaque itération en fonction des apports du travail réflexif sur l'ensemble du processus.

Appréhension : du terrain à l'objet

Nous appellerons *appréhension* ce processus par lequel le designer-chercheur circonscrit un objet de design et de recherche au sein d'un terrain complexe. Dans ce projet, l'appréhension consiste en l'appropriation du dispositif iQspot dans son fonctionnement et son écosystème ; la sélection d'un type de fonctionnalités à concevoir ou améliorer ; le choix final d'un cas d'étude et de conception dans ce panel fonctionnel. Ce qui est dépeint dans ce chapitre est donc un raisonnement en entonnoir : de l'immensité du **terrain** à évaluer jusqu'à l'intimité d'un **objet** à concevoir.

Pour décrire un dispositif complexe, pour l'*appréhender*, nous aurons besoin de concepts et de représentations qui dialoguent ensemble pour produire une certaine connaissance au sujet du dispositif. Les représentations permettent de figer pour un temps des concepts autrement labiles, ce qui les rend sensibles et manipulables : on en vérifie l'opérabilité en situation. En retour, le travail sur ces représentations offre de nouveaux constats, des éléments de connaissance sur le dispositif. Nous retrouvons ici la fertilité du terrain chère à Donald Schön : le terrain alimente la construction théorique et sert de bac à sable pour tester les concepts employés.

Dans cette recherche-projet, le raisonnement graphique a été central dans l'appréhension du terrain. Son découpage en deux axes permet d'explorer le dispositif dans sa structure concrète (dessinant un schéma) et dans son potentiel fonctionnel (dessinant un diagramme). Il faut noter que le dispositif iQspot a évolué entre le début et la fin de cette thèse, les schémas et diagrammes ont été mis à jour au fur et à mesure de ces transformations.

Ce chapitre expose la démarche heuristique consistant à explorer un dispositif en s'appuyant alternativement sur la représentation graphique et sur l'abstraction des concepts. En plus de circonscrire une situation problématique et un objet d'étude, l'objectif en abîme de cette étape est de valider la pertinence d'une telle exploration entre les modes représentationnels et conceptuels, et de vérifier qu'elle aboutisse à délimiter des fonctionnalités à ajuster.

2.1 Définir l'appréhension en design

Devant la complexité du terrain d'étude que constituent la solution iQspot et le milieu avec lequel il interagit, j'ai passé un temps important à me familiariser avec les différentes sphères de ce dispositif. Que l'on pense aux nombreuses technologies impliquées, à la diversité des acteurs en interaction, à l'impact des événements exogènes (changements législatifs, contexte pandémique, etc.), à l'intrication des fonctionnalités et fonctions, etc. ces différentes strates de complexité nécessitent un certain temps et effort d'adaptation. Cette étape du projet de design n'est pas spécifique à cette recherche, et j'ai pu l'observer de près chez les apprentis designers que j'accompagne depuis plusieurs années. Elle constitue un effort cognitif causé par le flot d'informations nouvelles qu'il faut absorber avant d'être opérationnel sur un projet. C'est ce temps et ce processus que je nomme **appréhension**, proposition soutenue depuis son étymologie et son emploi en philosophie.

L'étymologie latine pourrait suffire à elle seule pour expliciter le verbe appréhender : *ad-* est le préfixe exprimant le commencement, le rapprochement ou encore le renforcement, et *prehendo*, signifie « prendre, saisir, atteindre, s'emparer de ». Locution idéale pour le designer, *appréhender* signifie tant « saisir par l'esprit » que « saisir par la main » : on en comprend que l'appréhension implique simultanément l'intellect et le geste. L'appréhension n'est donc pas une observation passive mais une activité dynamique interreliant cognition et action. On remarque enfin que « prendre » et « apprendre » se confondent dans « appréhender », ce qui en fait un verbe des plus compatibles avec l'approche réflexive exposée précédemment.

La définition philosophique de l'appréhension dans la *Critique de la Raison Pure* d'Emmanuel Kant soutient également le terme proposé. Pour Kant, l'appréhension est ce qui permet d'amorcer le processus d'imagination¹ en recevant et rassemblant les « impressions », « perceptions » et autres captations d'un phénomène. Par ce travail de synthèse des éléments hétérogènes perçus, l'appréhension permet à l'esprit de se représenter un phénomène avant d'en faire un objet de connaissance. Si l'appréhension est constitutive de l'activité cognitive de tout individu, elle est d'autant plus intense dans le travail du designer rencontrant un terrain inconnu. Il incarne la proposition kantienne : l'imagination comme médiatrice entre la sensibilité et l'entendement (entre le monde des perceptions et le monde des concepts).

Dans l'activité cognitive de design, l'appréhension est le processus par lequel des phénomènes divers et diffus deviennent des représentations exploitables pour le designer. Ces représenta-

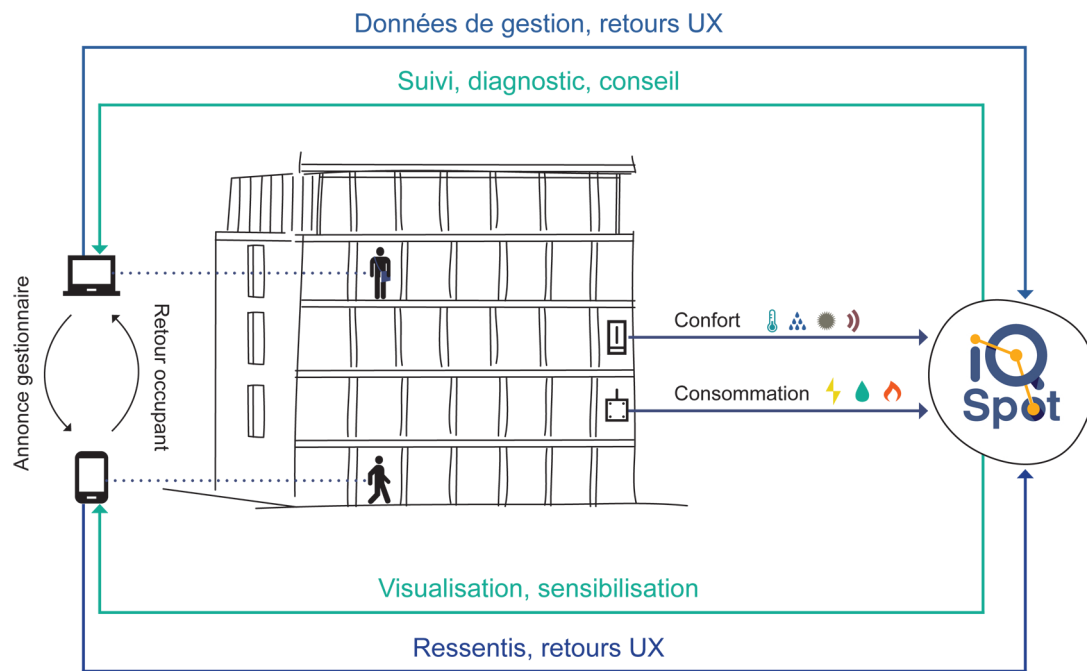
¹ Emmanuel KANT. *Critique de la raison pure*. Trad. par Jacques AUXENFANTS. Les classiques des sciences sociales. UQAC, 2019. En ligne : http://classiques.uqac.ca/classiques/kant_emmanuel/Critique_de_la_raison_pure/Critique_de_la_raison_pure.html (visité le 11/05/2021), L'imagination selon Kant constitue une triple synthèse : l'appréhension rassemble les divers perceptions pour que l'esprit s'en saisisse, la reproduction en manipule ensuite les représentations que l'esprit s'en fait, la reconnaissance est enfin l'inscription de ces représentations en concepts, c'est-à-dire en connaissances appropriables. L'imagination est l'interface entre la sensibilité et l'entendement, nous verrons au cours de cette thèse que le design a beaucoup à voir avec l'imagination. Voir au Chapitre 2 de l'Analytique transcendantale.

tions sont les ressources de l'action (chez Suchman) ou encore les supports de la réflexion (chez Schön), acte et cognition étant intimement liés. Il s'agit d'aller tantôt des concepts vers les représentations, comme pour les tester dans le monde sensible; tantôt des représentations vers les concepts, comme pour en vérifier la cohérence d'ensemble au regard de la somme des connaissances du projet. Dans le cadre de cette thèse, c'est par un travail graphique itératif que s'est précisée la représentation du dispositif. Le travail relaté par la suite consiste en une dialectique entre ce qui est sur la feuille et ce qui est à l'esprit.

2.2 Le rôle des représentations

Mes premières représentations de la solution iQspot n'ont pas de rapport direct avec le travail du designer. Aux débuts de l'entreprise iQspot, nous n'étions que quatre pour assurer les nombreuses fonctions opérationnelles et communicationnelles, et les représentations que j'ai pu produire servaient surtout à présenter le service à de potentiels clients ou partenaires. Il est également arrivé que je reprenne ces croquis dans un cadre de recherche, pour présenter succinctement mon activité et le dispositif que je participe à concevoir. Devant la complexité du dispositif, mon réflexe était de « faire un dessin » évitant une longue explication. Cette représentation sommaire du service iQspot était tracée avec ingénuité et spontanéité (voir figure 2.1). Son but était de vulgariser un système complexe en simplifiant à outrance son fonctionnement tout en explicitant les enjeux de son déploiement.

FIGURE 2.1 – Premières esquisses de iQspot



Ce premier essai de vulgarisation du fonctionnement du dispositif iQspot a servi à présenter la démarche d'optimisation énergétique d'iQspot lors d'une conférence en 2016.

Or ces croquis et infographies sommaires sont rapidement devenus des visuels pour présenter le dispositif à autrui mais aussi pour me le représenter à moi-même. Quels sont ses composants ? Comment fonctionne-t-il ? À qui s'adresse-t-il ? Toutes ces dimensions semblent explorables avec un support graphique. À la fois concrets et toujours amendables, ces documents appellent la rature, l'itération, la modification, pour coller au mieux au phénomène étudié et aux connaissances à propos de ce phénomène. Ils ont une portée représentationnelle mais aussi exploratoire. Le recours aux représentations s'ouvre alors comme une méthode délibérée pour appréhender un terrain (ou objet) de design.

Willemien Visser corrobore la validité du raisonnement graphique et considère la construction de représentations comme la spécificité du travail de conception, avant même la résolution de problème. Les représentations sont essentiellement destinées à favoriser la compréhension du designer (voire de son équipe) concernant l'objet. Elles sont médiatrices entre la connaissance d'un objet et l'action sur l'objet. Elles préfigurent la transformation². Dynamiques et circonstanciées, les représentations sont des supports pour l'action qui caractérisent le mode opératoire du designer. Plus précisément, les représentations stabilisent et incarnent les abstractions parcourant l'intellect des designers, sans quoi les schèmes n'atteindraient jamais un niveau intelligible. Les représentations s'assimilent à des connaissances momentanément extériorisées pour être mieux intériorisées par la suite du projet. Visser, que je cite à nouveau, a cerné ce lien intime entre le geste d'esquisse et l'intellect : « Le dessin relativement non structuré qu'est le croquis peut donner au concepteur accès à des connaissances inaccessibles autrement et conduire à de nouveaux points de vue sur le projet en cours³. » Le raisonnement sur la graphie participe donc de l'appréhension d'un terrain ou objet de design et participe à reconfigurer (*restate*⁴) par itérations successives une problématique de conception : ces représentations

Le projet est donc porté par ces artefacts représentationnels conçus par le designer. Objets intermédiaires, structures mémorielles externes, objets images, documents transitoires – les appellations sont nombreuses pour caractériser ce que produit l'imagination entre le monde sensible et l'entendement. Pour ma part, l'emploi de représentations a essentiellement servi à observer par de nombreux prismes le dispositif/terrain de cette recherche. C'est-à-dire que ces représentations ont permis d'avoir une vision macroscopique du dispositif, dans sa structure et dans son fonctionnement.

D'une certaine façon, ces représentations jouent le rôle de cartes : elles permettent de se repérer dans la complexité du dispositif et de son milieu. La pratique cartographique prend tout son sens dans ce cas de design ; elle vient poser dans le plan, sur du papier⁵, les dimensions structurelle et fonctionnelle du dispositif. Je serais tenté d'entendre les plans de Lucy Suchman (voir section 1.4) dans leur acception matérielle : des représentations posées sur une table, sur lesquelles on s'appuie, d'abord littéralement, balayant du regard, puis cognitivement, pour penser « le coup d'après ». Prendre appui sur ces représentations permet de gagner en connaissance globale sur le terrain d'étude et de conception. La construction progressive de ces « cartes » permet d'exposer les différents items, les différentes propositions fonctionnelles, les points de contacts et rapports de force du dispositif. Le dialogue des représentations et des concepts (philosophiques, dans notre cas) permet d'enrichir le dessin et de tester l'opérabilité de ces concepts. Puis la carte une

² Willemien VISSER. « La conception : de la résolution de problèmes à la construction de représentations ». In : *Le travail humain* Vol. 72.1 (12 mar. 2009), p. 61-78. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-le-travail-humain-2009-1-page-61.htm> (visité le 31/01/2021), Dans un article justement consacré à ce sujet, Willemien Visser en énumère quelques-unes : « la (ré)interprétation, l'association, l'analyse, l'exploration, l'inférence, la restructuration, la combinaison, la formulation d'hypothèses, la justification, le raisonnement analogique. » § 47.

³ *Ibid.*, § 52.

⁴ *To restate* est le verbe que l'on retrouve chez Schön mais aussi chez Suchman.

⁵ *Charta*, qui a donné « carte », signifie en latin « papier ».

fois stabilisée sert de repère : son examen permet de reconnaître un objet d'étude cristallisant une problématique de conception et de recherche.

La finalité de cette cartographie n'est autre que l'identification de fonctionnalités intéressant cette recherche, à savoir celles qui nécessitent un ajustement entre humain et algorithme. Le raisonnement graphique a été étayé par des concepts de la philosophie et des SIC opérants dans le champ du design. Il mobilise également en filigrane des préceptes de l'architecture de l'information, une discipline opportune puisqu'elle a pensé le processus par lequel la donnée brute devient information puis connaissance⁶. Encore une fois, le processus d'appréhension à l'œuvre est définitivement basé sur le dialogue entre les représentations et les concepts.

⁶ Nathan SHEDROFF. « Information Interaction Design : A Unified Theory of Design ». In : *Information Design*. Cambridge : The MIT Press, 1999, p. 267-292.

2.3 Du terrain à l'objet : représentations et concepts

2.3.1 L'étude intrinsèque

Le premier concept mobilisé afin de décomposer la complexité du terrain étudié est **l'étude intrinsèque**. Ce terme nous vient d'Abraham Moles, pionnier des sciences de l'information et de la communication. Initialement appliquée à un objet, l'étude intrinsèque semble tout aussi bien propice à l'analyse d'un dispositif. L'étude intrinsèque permet une division simple mais efficace entre les dimensions structurelles et fonctionnelles d'un objet :

La notion de complexité mesure une propriété inhérente à un univers combinatoire et comporte autant d'aspects, c'est-à-dire de dimensions, que l'individu découvre de nouveaux points de vue sur le monde extérieur. Deux de ces dimensions sont liées à la description d'un système ou organisme unitaire : la complexité structurelle et la complexité fonctionnelle⁷.

Cette première division est littéralement élémentaire : elle rend compte des éléments premiers du système étudié. Moles prend l'exemple de la machine à écrire pour illustrer sa proposition :

- La **complexité structurelle** est l'ensemble des éléments composant un objet : ils constituent ensemble un « répertoire d'éléments ». Moles assimile la complexité structurelle aux informations que nous donnerait un « schéma organique » de l'objet – cela se vérifiera par la suite. L'analyse structurelle est comme un éclaté de l'objet étudié : « Une machine à écrire, "c'est fait de ..." », suit une liste de pièces⁸. »
- La **complexité fonctionnelle** est l'ensemble des fonctions de l'objet, elles peuvent être rassemblées en un « répertoire de fonctions ». Comme elles répondent aux besoins potentiels des utilisateurs, Moles les assignent à la « dimension statistique des usages ». L'analyse fonctionnelle vise donc à repérer les actions autorisées par l'objet ou le dispositif : « Une machine à écrire : c'est fait "pour écrire"⁹. »

Notons que la complexité structurelle et la complexité fonctionnelle ne sont pas systématiquement corrélées. Un jeu de carte relève d'une complexité structurelle quasi-nulle – 52 rectangles de carton glacé – mais autorise une complexité fonctionnelle quasi-illimitée au regard de l'infinité des jeux possibles. En revanche, un moteur de fusée a une complexité structurelle très élevée pour une complexité fonctionnelle ridiculement faible, résumable à l'unique fonction de propulsion d'une fusée. Tracer un graphique en assignant à chaque axe les complexités structurelle et fonctionnelle permettrait selon Moles de dessiner « une cartographie du monde des objets¹⁰ » (voir figure 2.2).

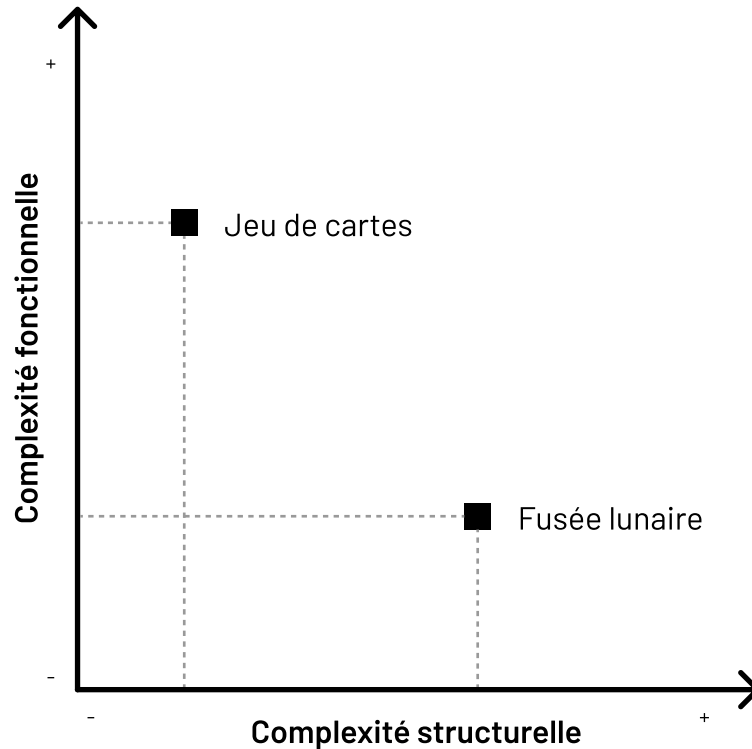
⁷ MOLES, *op. cit.*, p. 51.

⁸ Abraham MOLES. *Théorie Des Objets*. Paris : Éditions Universitaires, 1972, p. 29.

⁹ *Ibid.*, pp. 28-29.

¹⁰ MOLES, *op. cit.*, p. 52.

FIGURE 2.2 – Carte simplifiée du monde des objets (d'après Moles)



Entre autres objets, Abraham Moles positionne sur sa carte du monde des objets un jeu de cartes et une fusée. Le paquet de carte a une constitution rudimentaire mais un potentiel fonctionnel très élevé. Une fusée est un assemblage complexe mais ne propose que peu de modes d'utilisation.

Cette lecture de Moles est inspirante pour le travail d'analyse et de conception mais son application au dispositif en question laisse présager de complexités structurelles et fonctionnelles toutes deux importantes. Néanmoins, la division proposée par Moles permet d'isoler l'assemblage matériel du système fonctionnel. Même si l'exercice de design numérique s'intéresse davantage aux fonctions qu'à la matière, soit à la « dimension statistique des usages » comme dit Moles, j'ai choisi d'explorer ces deux pans qui ne pouvaient que profiter à ma connaissance du terrain. Le but de ces représentations est de « mettre à plat » les items et les fonctions du dispositif en deux ensembles. J'ai donc essayé de traduire ces dimensions du service par deux représentations graphiques, l'une structurelle, l'autre fonctionnelle.

2.3.2 Le schéma structurel

Je débute par le travail le plus accessible, la décomposition structurelle du service (voir figure 2.3). La décomposition fonctionnelle viendra ensuite – nous verrons qu'elle est plus délicate car moins factuelle, plus interprétative, comme l'exprime Herbert Simon : « Pour concevoir une structure complexe, une technique efficace est de découvrir des moyens viables pour la décomposer en composants semi-indépendants correspondant à ses nombreuses parties fonction-

nelles¹¹. » Le dessin d'un tel schéma vise à poser sur le plan les items de l'ensemble, à donner à voir la structure du dispositif, à offrir le dispositif au commentaire du langage. Le théoricien des SIC Robert Estivals résume le rôle du schéma en ces termes :

Le schéma est une formulation langagière textuelle, graphique, mathématique de la compréhension logique qu'on prend du réel. Qu'il réponde ainsi à un espace de problème, ou plus justement à la formulation d'une structure, d'un modèle ou d'un système, qu'il prépare la création d'un appareil ou d'une machine, etc., dans un espace donné ne gêne en rien son caractère langagier, inscrit, symbolique. [...] le schéma est un fait langagier, comportant un signifiant, une forme objective¹².

Plus qu'un recensement des composants, j'ai également ajouté au schéma le circuit des données et informations parcourant le dispositif, ce qui permet de préfigurer un fonctionnement reposant justement sur les échanges de données et d'informations entre les différents items. Je fais ici une distinction entre donnée et information sur leur niveau d'intelligibilité : les données brutes captées ou transmises par les matériels sont inintelligibles (ou indigestes) pour l'entendement humain tandis que l'information fait sens et est exploitable par un utilisateur. Je réserve le terme de schéma structurel à la représentation que je qualifierais de « figurative » des éléments d'un ensemble, mis en réseau.

Ce schéma basique rend compte de la structure du service, mais les informations représentées peuvent être organisées de façon à répondre à une question plus précise, contribuant à l'appréhension du service. C'est en réalité un travail de catégorisation¹³ qui s'opère sur les informations précédentes. Une surcouche informationnelle peut donner au schéma une fonction nouvelle. À titre d'exemple, superposons au schéma structurel un canevas catégoriel correspondant à la « chaîne de vie » de la donnée – collecte, stockage, traitement, restitution (voir figure 2.4). Cette première représentation a été utile dans notre audit interne de conformité au Règlement Européen sur la Protection des Données personnelles (RGPD). Elle permet d'assigner à une phase bien précise de la vie de la donnée un matériel donné, et ainsi de se référer à son exploitant pour connaître sa politique de gestion des données personnelles.

On constate rapidement que le schéma structurel nous informe essentiellement sur les plans matériel et technique du dispositif; il se limite à une description de ses composants concrets, de sa mécanique, ou plus précisément de son « informatique ». Cette structure peut devenir davantage signifiante en cas de catégorisation et de surcouche informationnelle mais elle ne « parle » pas d'elle-même. On en déduit, à la rigueur, un principe général de fonctionnement

¹¹ Herbert SIMON. *The Sciences of the Artificial*. MIT Press. Cambridge, [1968] 1996, p. 128 : « To design such a complex structure, one powerful technique is to discover viable ways of decomposing it into semi-independent components corresponding to its many functional parts. »

¹² Robert ESTIVALS. *Théorie Générale de La Schématisation 2, Sémiotique Du Schéma*. Paris : L'Harmattan, 2003, p. 22.

¹³ Richard Saul WURMAN. *Information Architects*. Sous la dir. de Peter BRADFORD. Zurich : Graphis Press, 1996, p. 17 : Pour rendre l'information plus compréhensible ou plus accessible, le pionnier de l'architecture de l'information Richard Saul Wurman propose de les ordonner de diverses façons : dans l'espace, par ordre alphabétique, dans le temps, par catégorie ou par hiérarchie. Il les regroupe dans l'acronyme L.A.T.C.H. – *location, alphabet, time, category, hierarchy*.

FIGURE 2.3 – Schéma structurel de la solution

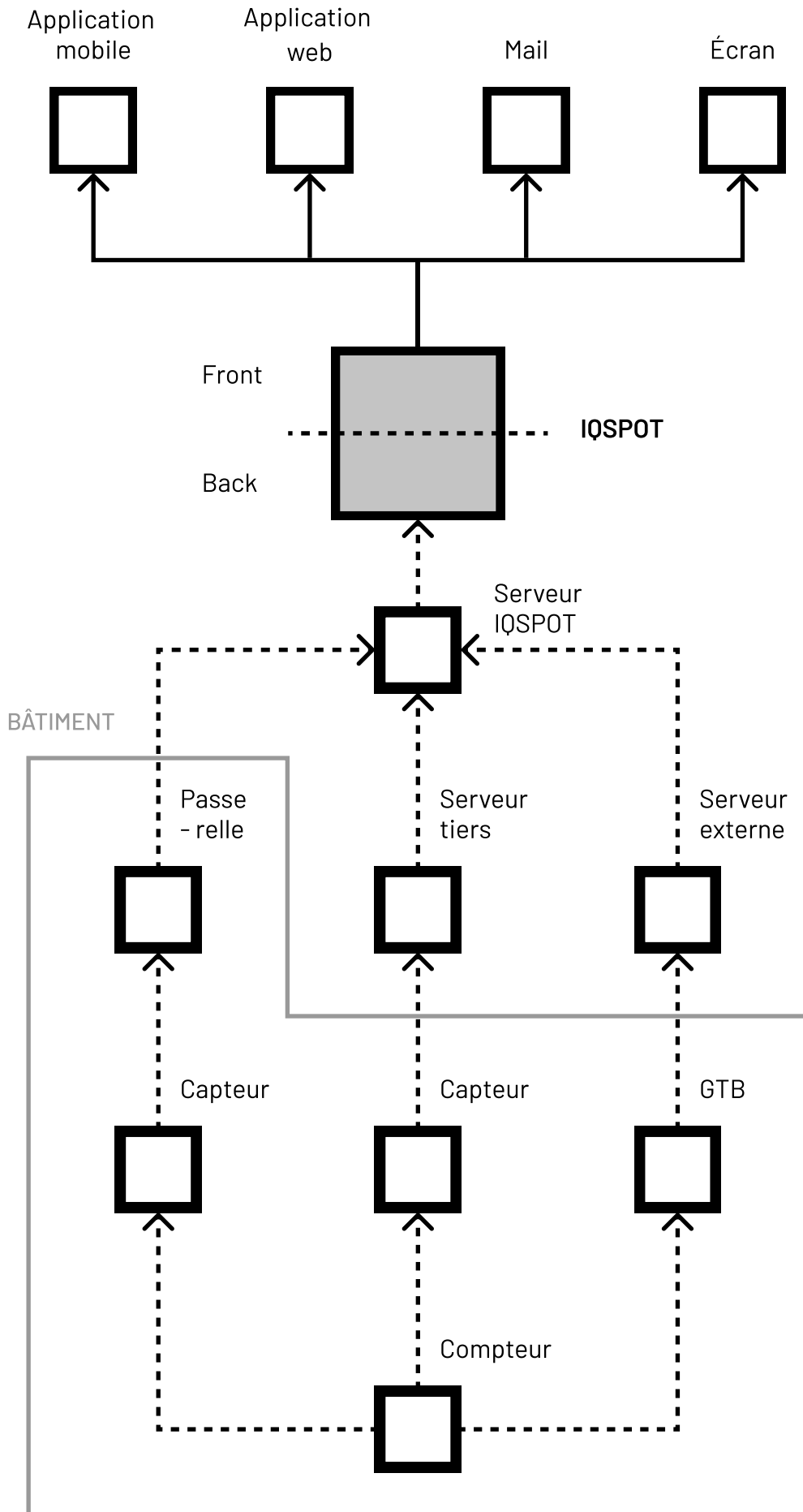
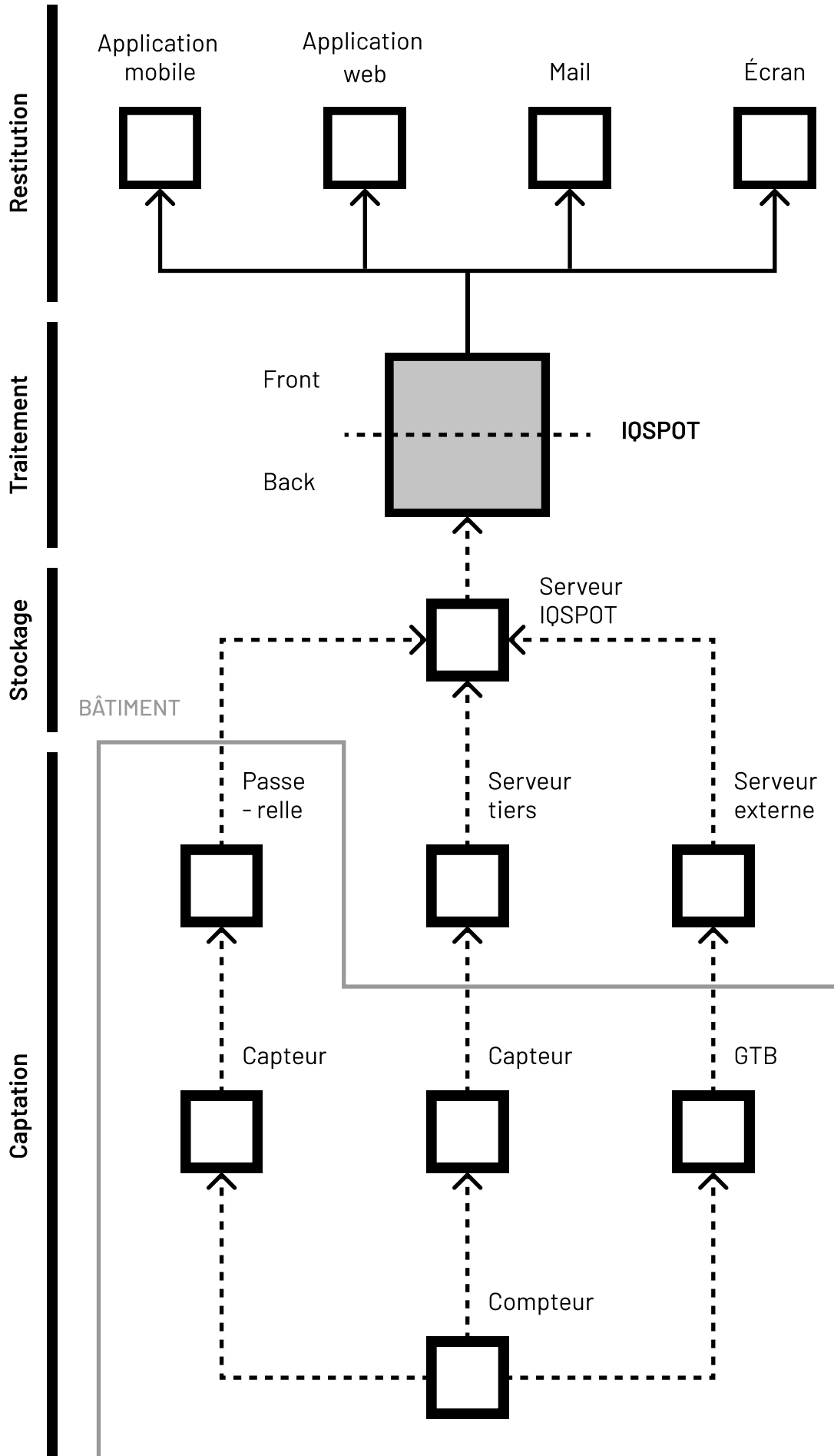


FIGURE 2.4 – Schéma structurel et « chaîne de vie » de la donnée



mais ce dernier n'explique en rien les modalités d'utilisation de la solution, ce qu'elle accorde ou non comme capacité à son utilisateur, ce qu'elle comporte d'éléments utiles, utilisables et donc valorisables pour l'utilisateur, etc. En somme, elle n'aborde pas la question des usages, domaine d'intérêt du designer.

J'ouvre une parenthèse : il me semble que l'absence de signification de l'agencement structurel d'un dispositif est un des traits du design numérique, et il paraît difficile de déduire un usage depuis le « plan » des composants techniques du service. Autrement dit, la représentation de la matière physique ne renseigne que très peu sur la « matière informatisée » qui la parcourt. Cela est dû au fait que ce n'est pas le matériel qui porte le fonctionnement du système, mais le logiciel. Reconstruire du sens depuis la représentation graphique est en revanche possible dans d'autres contextes, par exemple en observant le plan d'un bâtiment ou le dessin technique ou la vue en éclaté d'un objet industriel.

Ma conclusion est que la structure d'un dispositif numérique ne traduit que de façon mineure sa finalité. Cette exploration structurelle n'a pas été vaine : elle a alimenté de nombreuses réflexions périphériques et augmenté ma vue d'ensemble de l'architecture matérielle du dispositif. J'ai ensuite continué mon travail de représentation du service dans sa dimension fonctionnelle.

2.3.3 Le diagramme fonctionnel

Nous avons employé le schéma pour représenter la **complexité structurelle** du dispositif iQspot. Le diagramme va nous permettre d'approcher sa **complexité fonctionnelle**. Il s'agit d'importer dans le champ du design le concept de diagramme tel qu'employé par le philosophe Michel Foucault dans *Surveiller et Punir*. Car en effet, si l'ensemble structurel et tangible correspond au **dispositif**, son essence fonctionnelle tient dans son **diagramme**. Chez Deleuze, prolongeant Foucault, on trouvera davantage les termes de machines concrètes et de machines abstraites, une dichotomie qui explicite le fait qu'on peut extraire un modèle abstrait d'une structure concrète. L'approche dispositifive (voir chapitre 1) est ici activement mobilisée non seulement dans sa dimension conceptuelle mais aussi conceptive, c'est-à-dire que les sphères de la connaissance et de la pratique de conception vont dialoguer intimement. Mais reprenons d'abord les termes employés.

Dans *Surveiller et Punir*, Foucault assimile le diagramme à un « fonctionnement, abstrait de tout obstacle¹⁴ ». Le philosophe s'appuie sur l'étude du Panopticon de Bentham, qui est d'abord une structure architecturale pénitentiaire avant de devenir un principe de surveillance généralisée, c'est-à-dire un concept abstrait, réutilisable et transposable. En effet, au-delà de sa structure physique, le panoptique prend une « dimension abstraite¹⁵ » qui s'émancipe de tout support. La

¹⁴ FOUCAULT, *op. cit.*, p. 239.

¹⁵ Igor KRTOLOVA. « Diagramme et Agencement Chez Gilles Deleuze : L'élaboration Du Concept de Diagramme Au Contact de Foucault ». In : *Filozofija i Društvo* 20 (1^{er} jan. 2009).

définition foucauldienne du diagramme est ensuite prolongée par Deleuze qui le présente comme une « exposition des rapports de forces qui constituent le pouvoir¹⁶ », assimilable à une carte expliquant un fonctionnement théorique. Le diagramme peut ensuite être implémenté dans la matière pour devenir effectif, ce que résume Deleuze en ces mots :

[...] la machine abstraite est comme la cause des agencements concrets qui en effectuent les rapports ; et ces rapports de forces passent « non pas au-dessus » mais dans le tissu même des agencements qu'ils produisent¹⁷.

Foucault, dans *Surveiller et punir*, utilise d'autres substantifs pour décrire ce processus de matérialisation du diagramme : « implantation », « distribution », « organisation hiérarchique » ou encore « disposition¹⁸ ».

En résumé, il est possible de passer de l'agencement au diagramme et réciproquement du diagramme à l'agencement. On peut dans un sens prélever un diagramme depuis un agencement concret : c'est ce que Foucault fait en extrayant du Panopticon le principe panoptique. Dans l'autre sens, on peut implémenter un diagramme dans la matière en structurant les items concrets selon son principe de fonctionnement : Foucault explique que le panoptique peut se concrétiser de bien d'autres façons que dans la tour de Bentham, dans l'agencement d'un camp militaire par exemple. Le design est familier de ce processus à deux directions : il prélève dans la nature des schèmes transposables à d'autres situations ; il implémente ces schèmes dans des agencements inédits.

En ce qui nous concerne, le schéma structurel témoigne de l'agencement des différents items du dispositif iQspot : il représente une structure effective. On remarquera que ce schéma est par essence faux, puisque j'y ai connecté des éléments matériels (*hardware*), comme des capteurs, avec des éléments logiciels (*software*), comme les applications. Cela évite de dire « le capteur et son driver », ou « l'application stockée sur tel serveur » : on se contente ici de mentionner l'élément le plus évocateur de son rôle dans le système représenté. En superposant la chaîne de vie de la donnée par dessus ce schéma, nous avons vu qu'un diagramme fonctionnel basé sur les items présentés ne nous donnerait qu'un fonctionnement technique du système, et non la proposition fonctionnelle faite à l'utilisateur. Ce schéma représente approximativement la structuration matérielle et logicielle du dispositif, non son fonctionnement informationnel¹⁹. Le diagramme fonctionnel qui nous intéresse est en fait le fonctionnement contenu dans le nœud « iQspot » du schéma structurel.

Le diagramme fonctionnel d'iQspot rend compte des potentielles capacités et informations offertes aux utilisateurs : il expose des propositions fonctionnelles indépendamment de leur im-

¹⁶ DELEUZE, *op. cit.*, p. 44.

¹⁷ *Ibid.*, p. 44.

¹⁸ FOUCAULT, *op. cit.*, p. 207.

¹⁹ On peut à la rigueur trouver une correspondance entre le schéma structurel et le diagramme fonctionnel dans le domaine de l'architecture logicielle.

plémentation et de leur dépendance technique. Pour ce faire, nous raisonnerons en termes de fonctions et de fonctionnalités.

Dans la mesure où il n'existe pas de référentiel en la matière, je me permets une distinction arbitraire entre fonctions et fonctionnalités. Elle ne fait pas sens pour mes collègues développeurs, mais elle me semble pertinente dans la pratique du design numérique et tend un pont entre une « théorie des objets » et une « théorie des objets numériques » – la structure matérielle d'un dispositif n'en traduisant pas le fonctionnement informationnel.

- Une **fonction** est une opération élémentaire. Dans le champ du design numérique²⁰, la fonction relève de l'échange, de la transformation ou de la transmission de données et/ou d'informations. La fonction n'est pas ce qui intéresse en premier lieu l'utilisateur puisqu'elle peut être implicite à ses yeux. Par exemple, lorsqu'un graphe apparaît sur l'interface, cela semble naturel pour l'utilisateur, il ne conscientise pas qu'une fonction parmi tant d'autres est mobilisée pour lui rendre service. Certaines fonctions sont **spécifiques** à une fonctionnalité (le configurateur des prix des fluides de la solution iQspot par exemple), tandis que d'autres sont **transverses** (l'export des données énergétiques sous forme de tableur se retrouve dans de nombreuses fonctionnalités).
- Une **fonctionnalité** donne à l'utilisateur la capacité de réaliser une tâche. Le panel des fonctionnalités est l'ensemble des actions ou informations proposées à l'utilisateur par le service, la face émergée du service. Sa réalité est tant fonctionnelle que marketing, au sens où ces fonctionnalités sont des propositions de valeurs perçues par les potentiels clients. La fonctionnalité est constituée d'un ensemble de fonctions sous-jacentes articulées en vue de répondre à un besoin donné.

Sous cet angle, il semble clair que notre diagramme fonctionnel doit expliciter les actions ouvertes à l'utilisateur par le dispositif. En d'autres mots, il expose la panoplie fonctionnelle offerte à l'utilisateur (dispositif → utilisateur). Cela s'apparente à traduire « fonctionnellement » la proposition de valeur du service. Cette première représentation fonctionnelle consiste en une colonne vertébrale de **fonctionnalités**, détaillée en **fonctions spécifiques** à droite et en **fonctions transverses** à gauche (voir figure 2.5)²¹

Il s'agit ensuite de catégoriser les fonctionnalités pour faire émerger des catégories fonctionnelles. Les fonctionnalités schématisées et les fonctionnalités effectives (dans le service iQspot) sont identiques, mais les catégories de fonctionnalités sont propres à cette recherche. Nous regrouperons ainsi ces fonctionnalités en quatre catégories : SUIVI, DIAGNOSTIC, PILOTAGE et CONFIGURATION (voir figure 2.6).

²⁰ C'est aussi vrai en informatique.

²¹ Une représentation parmi d'autres possibles : Herbert Simon évoquait cette question de conception dans les *Sciences de l'Artificiel* en énonçant qu'« il n'y a aucune raison de penser que la décomposition de la forme complète en composants fonctionnels sera unique. [...] [il] peut exister d'autres décompositions possibles et réalisables. » SIMON, *op. cit.* : p. 128 : « *There is no reason to expect that the decomposition of the complete design into functional components will be unique. [...] [T]here may exist alternative feasible decompositions of radically different kinds.* »

FIGURE 2.5 – Diagramme des fonctionnalités et fonctions

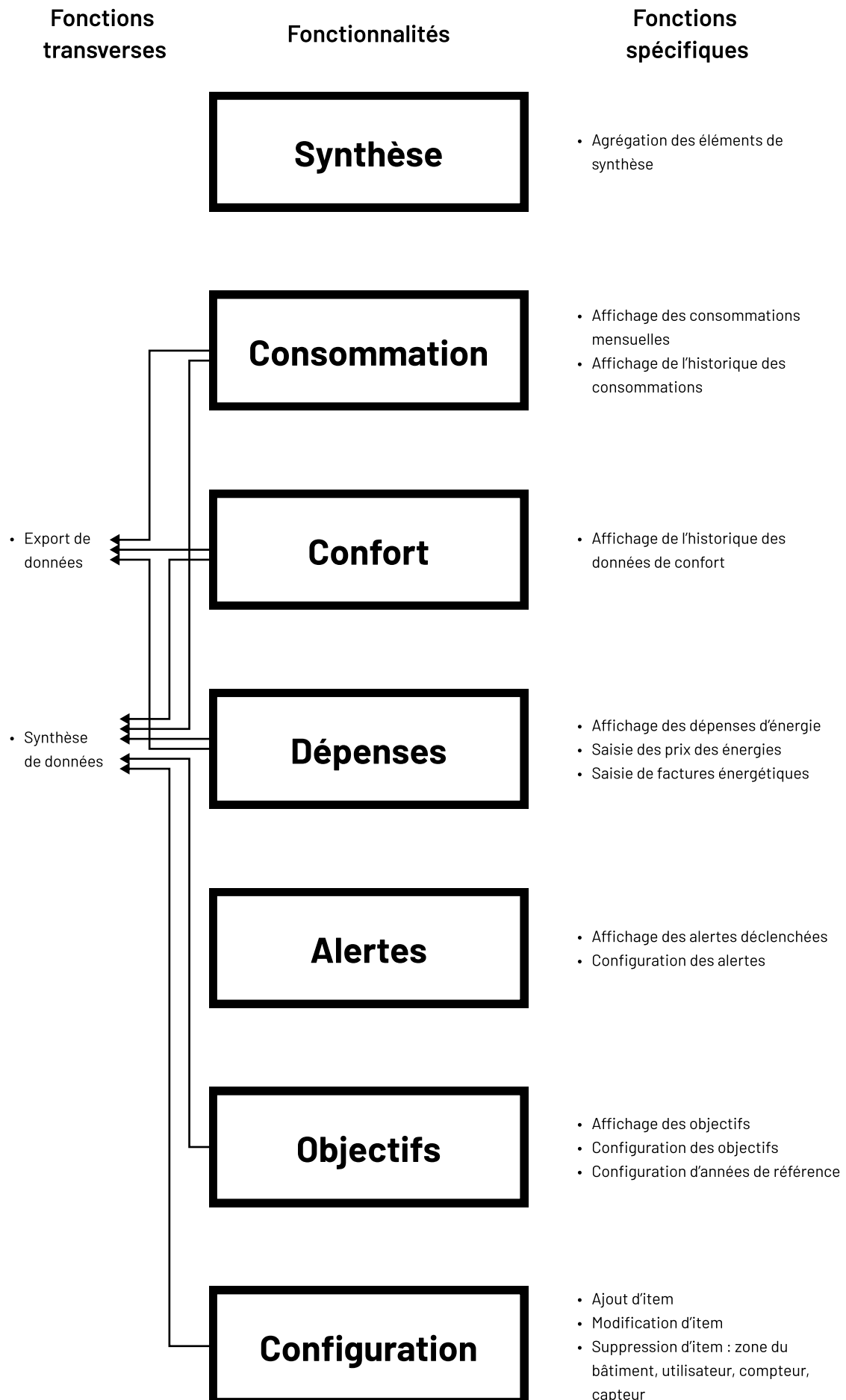
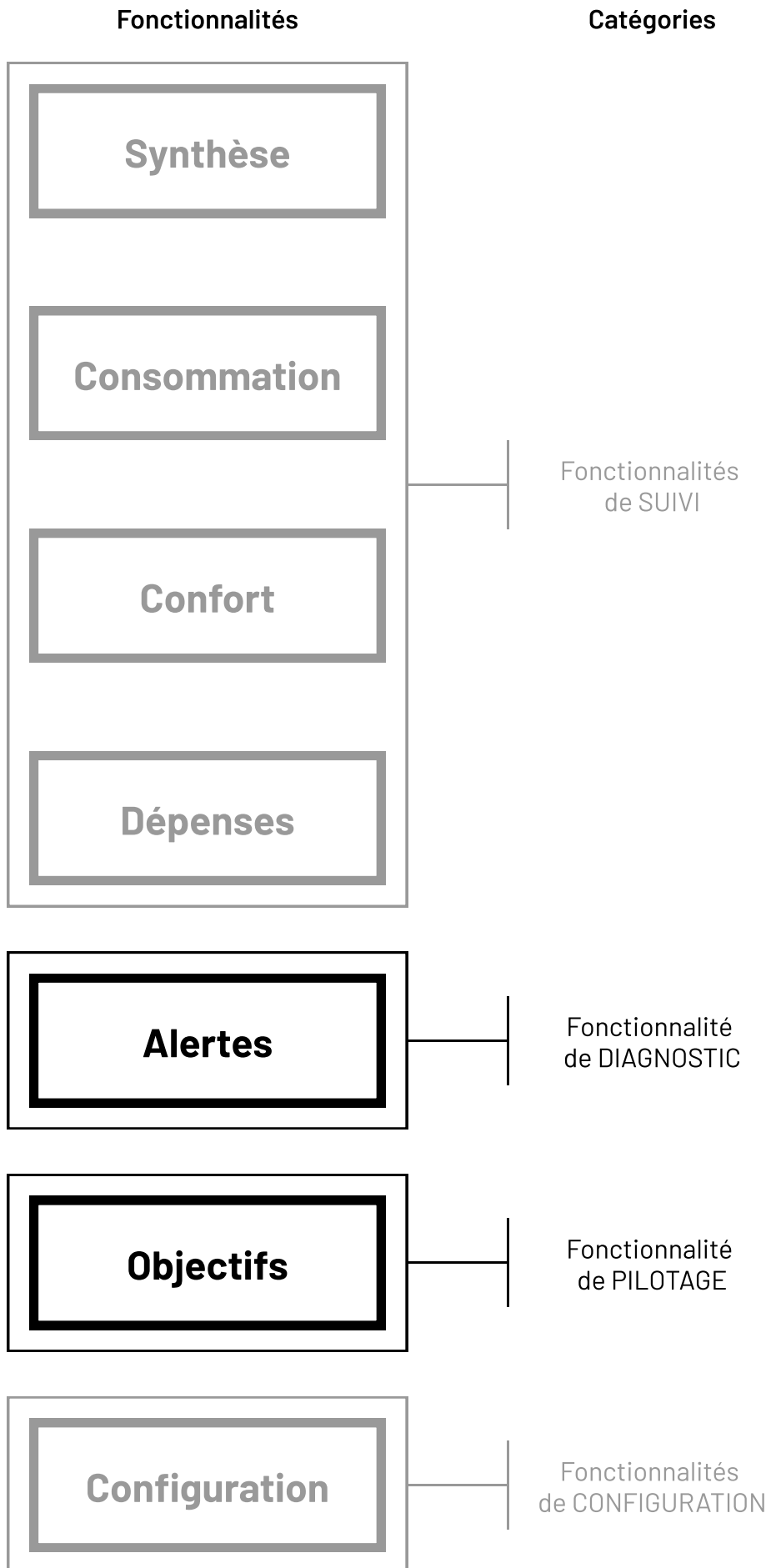


FIGURE 2.6 - Diagramme fonctionnel et catégories



- **SUIVI** [synthèse, consommation, confort, dépenses] : ce sont les fonctionnalités les plus basiques, exposant les données d'énergie et de confort du bâtiment. Elles proposent des outils de visualisation des données sous forme de courbes et de diagrammes à barres, manipulables selon certains paramètres.
- **DIAGNOSTIC** [alertes] : ce sont les fonctionnalités se présentant comme des outils facilitant la détection de « pathologies » dans le métabolisme du bâtiment.
- **PILOTAGE** [objectifs] : ces fonctionnalités requièrent soit un réglage de la part de l'utilisateur dans le but de fixer des objectifs de réduction des consommations énergétiques soit une certaine manipulation pour produire un rapport concernant la performance énergétique et l'empreinte carbone du parc. Cette dernière fonctionnalité n'existe qu'à l'échelle du parc.
- **CONFIGURATION** [configuration (bâtiment, utilisateurs, compteurs, équipements)] : ces fonctionnalités plus techniques permettent la configuration des équipements et le renseignement des informations nécessaires au bon fonctionnement du service.

Si l'on met de côté le groupe CONFIGURATION qui permet essentiellement la saisie de données relativement techniques, le triptyque SUIVI, DIAGNOSTIC, PILOTAGE est en fait un *crescendo* de complexité de conception : SUIVI < DIAGNOSTIC < PILOTAGE. Ces groupes de fonctionnalités ont d'ailleurs été conçus et développés dans cet ordre. Au cours de cette progression, les données doivent être croisées pour produire de nouveaux indicateurs, ce qui engendre une complexité algorithmique supérieure et un besoin croissant d'investissement de l'utilisateur. Nous pouvons supposer que les problématiques de conception les plus fertiles auront à voir avec les deux groupes DIAGNOSTIC et PILOTAGE.

2.3.4 Une identification des fonctionnalités problématiques

Nous arrivons à la transition du terrain vers l'objet de recherche, c'est-à-dire du dispositif dans son ensemble vers une fonctionnalité spécifique. Rappelons-nous que nous cherchons un objet d'étude qui cristallise notre recherche d'ajustement entre humains et algorithmes. Il s'agit dès lors de se pencher sur la carte pour repérer les fonctionnalités où l'action humaine et l'activité algorithmique s'avère indispensable à l'actualisation d'un potentiel fonctionnel.

Au sein du dispositif étudié, de nombreuses fonctionnalités vont bien au-delà de l'affichage statique d'informations sur un terminal. Ces fonctionnalités doivent être complétées par des données ou informations fournies en temps-réel soit par un algorithme, soit par un humain. Autrement dit, elles requièrent soit le **support** d'un algorithme complexe, soit l'**apport** d'un utilisateur compétent, soit les deux simultanément. Et c'est justement ce dernier cas – impliquant l'interaction de l'humain et de l'algorithme – que nous retiendrons comme type de fonctionnalité à étudier.

Je vais préciser ces mots – « support » et « apport » – que j'emploie ici de façon plus appuyée. Ces deux termes ne font aucunement référence dans le jargon programmatique. Ils relèvent davantage du champ des usages que du développement informatique.

- **Support algorithmique.** Afin de préciser la notion de support, je me permets un court point technique. Le code de la solution iQspot est divisé en de nombreuses entités, internes (serveurs de iQspot) ou externes (service tiers, bibliothèques diverses), le plus souvent interdépendantes. Les différentes fonctionnalités de la solution ont des niveaux de complexité divers faisant intervenir ces « briques de code » dans des combinaisons différentes et selon des stratégies d'exécution différentes. Par stratégie d'exécution, il faut entendre par exemple que l'on peut exécuter des choses complexes « à la volée » comme certaines fonctions liées aux recommandations d'alertes (voir chapitre 6), mais aussi précalculer des choses simples, comme des moyennes de consommation énergétiques – l'impératif étant de garantir la performance de l'ensemble, en termes de rapidité et de fiabilité. Enfin, certaines fonctionnalités font spécifiquement intervenir des calculs statistiques poussés, allant jusqu'à des techniques d'apprentissage machine (*machine learning*). Or, encore une fois, la logique qui sous-tend ces dernières fonctionnalités dépasse la simple automatisation de tâches fastidieuses ou la restitution graphique de données pour l'utilisateur. Ces algorithmes génèrent des données ou métadonnées nouvelles, potentiellement exploitables pour soutenir la cognition et l'action des utilisateurs d'iQspot. C'est en ce sens que je parle d'un **support algorithmique**.
- **Apport humain.** Parmi les fonctions proposées par le dispositif, il existe tous les niveaux d'implication de l'utilisateur. Si de nombreuses fonctionnalités affichent les informations demandées suite à un simple clic, d'autres propositions fonctionnelles nécessitent comme un investissement de l'utilisateur. Je ne parle pas ici d'un simple jeu sur des paramètres d'affichage, des unités ou des options quelconques ; l'utilisateur doit apporter ce qui manque à la machine pour opérer. C'est lorsque l'utilisateur est invité à mobiliser ses compétences et à injecter ses connaissances dans le logiciel que je parlerai d'un réel **apport** de sa part.

Les fonctions mobilisant des algorithmes complexes (support) et les fonctions en attente de données ou d'activation de la part d'un utilisateur (apport) sont deux premiers défis de conception pour le designer. Les premières demandent une familiarisation technique pour évaluer ce qui est faisable (et acceptable) en termes de proposition fonctionnelle (voir chapitre 4) ; les secondes demandent une familiarisation avec le référentiel de l'utilisateur (voir chapitre 5). D'expérience, ce sont celles qui demandent le plus d'attention et de temps de conception pour arriver à une interface en apparence simple et effectivement pertinente. Et dans le crescendo de complexité de conception, on trouve, à la suite des fonctions à support algorithmique ou à apport humain, les fonctions qui cumulent ces deux caractéristiques. C'est-à-dire qu'elles mettent en phase les données/informations produites par les algorithmes et les données/informations que

l'utilisateur introduit dans le dispositif pour une situation spécifique. Pour les identifier, nous allons nous pencher à nouveau sur le diagramme fonctionnel.

Il permet en effet de positionner sur chaque fonctionnalité les besoins de support algorithmique et d'apport humain (voir figure 2.7). Un rapide coup d'œil au diagramme permettra ensuite d'identifier les fonctions cumulant l'une et l'autre des spécificités. Information cruciale pour aiguiller le travail du designer, les interactions entre l'humain et sa technique apparaissent ainsi sur la cartographie fonctionnelle du dispositif.

Cet examen met en lumière les fonctionnalités concernées simultanément par le support algorithmique et l'apport humain : les fonctionnalités appelées **Alertes** et **Objectifs**. Elles représentent essentiellement des fonctions de diagnostic et de pilotage énergétique. Nous pouvons typifier ces fonctionnalités par le modèle d'interaction qu'elles instituent : ce sont des fonctionnalités couplant action humaine et computation algorithmique.

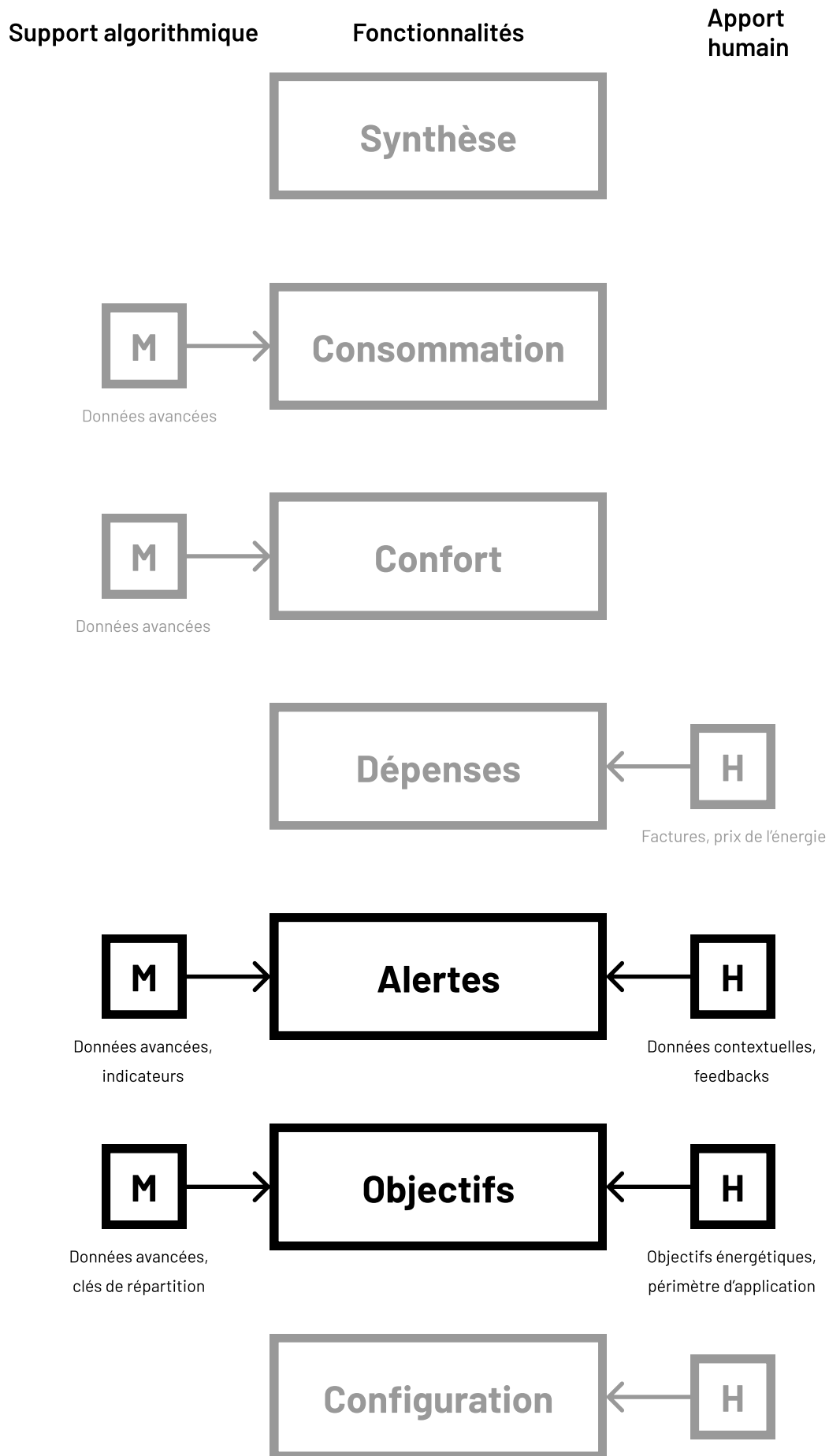
La fonctionnalité d'Alertes permet à l'utilisateur de positionner des valeurs-seuils pour surveiller d'éventuels dépassements de consommation énergétique au sein d'un bâtiment : ce travail de configuration implique une interaction fine entre l'utilisateur et les algorithmes calculant des indicateurs pour l'aiguiller dans sa tâche. La fonctionnalité d'Objectifs permet d'échelonner les prévisions de réduction de consommations d'un bâtiment dans le temps, notamment à l'horizon 2030 : l'utilisateur choisit des années de référence et des valeurs de consommation à atteindre tandis que les algorithmes l'aide à calculer des clés de répartition permettant une réduction progressive de la consommation énergétique.

Toutes deux permettraient de travailler à l'ajustement humain-algorithme mais il faut encore sonder leurs conditions d'opérabilité. La fonctionnalité d'Objectifs requiert une année complète de données pour servir d'année de référence à des calculs en valeur relative. En revanche, la fonctionnalité d'Alertes peut fonctionner avec une faible antériorité de données, et ses fonctions sont optimales dès six mois d'antériorité de données.

Nous découvrirons par la suite que cette fonctionnalité d'Alertes possède d'autres avantages, mais nous pouvons déjà dire qu'elle synthétise de nombreuses questions du design numérique, et incarne on ne peut mieux le travail collaboratif du design et de l'ingénierie informatique. Elle constitue également un exercice de conception allant bien au-delà d'une « simple » automatisation et interroge sur les conditions de l'ajustement entre l'humain et l'algorithme.

Cette conclusion marque la fin du travail cartographique visant l'appréhension du terrain (le dispositif iQspot) et à la sélection d'un objet de recherche (la fonctionnalité d'Alertes énergétiques). Nous abandonnons l'échelle macroscopique, celle du service dans sa globalité pour nous situer à l'échelle microscopique, dans la subtilité de quelques interactions particulières.

FIGURE 2.7 – Diagramme fonctionnel : support algorithmique [M] et apport humain [H]



Si l'approche dispositifivie convient aux systèmes complexes tels que le dispositif étudié, ce n'est pas forcément le cas lorsqu'on se concentre sur l'interactivité d'une fonctionnalité donnée. À l'échelle du dispositif (terrain d'étude), les objets sont relativement hétérogènes et leur fonctionnement est intriqué, les utilisateurs appartiennent à différents métiers de la gestion immobilière, etc. À l'échelle d'une fonctionnalité spécifique (objet d'étude), les choses se précisent : les objets caractérisent des algorithmes donnés et les utilisateurs sont essentiellement des gestionnaires immobiliers (*property manager*), ou des *energy managers* (internes à iQspot) (voir chapitre 5). D'autres paradigmes d'analyse et de conception seront proposés.

J'aurais pu passer sous silence cette étape préliminaire mais elle me semble faire partie intégrante de cette recherche, notamment parce qu'elle a nécessité une réflexion intense sur la « façon de s'y prendre » avec un dispositif complexe. Et n'est-ce pas là le rôle de la recherche en design que de s'essayer à des manières de faire nouvelles ou alternatives? Cette pré-recherche témoigne en tout cas d'une expérimentation méthodologique.

Résumé du chapitre 2

Ce chapitre avait pour objet de présenter la démarche heuristique visant à la fois à **appréhender un terrain complexe et à circonscrire un objet de recherche**. Ce récit montre également le besoin d'éprouver et de représenter le terrain pour déterminer ce qui peut prétendre à une problématique. Après un premier revers de sujet de thèse²², je savais qu'en misant sur l'invariant du couplage humain-algorithme, je trouverais un objet de recherche valide et pérenne au sein de la solution iQspot. L'inconnu demeurait : quel serait cet objet ?

Entre cette intuition et l'identification de cet objet, c'est tout un processus d'appréhension qui vient d'être détaillé. Ce cheminement a consisté à « rassembler le divers » du terrain, à décomposer différents aspects de ce terrain en nommant les items matériels et les composants fonctionnels du dispositif, tout en recourant à des concepts des SIC et de la philosophie pour étayer la réflexion. J'ai conservé dans ce compte rendu les tâtonnements et impasses propres à la démarche exploratoire menée.

De par ce besoin de représentation, le rattachement du design aux sciences humaines se confirme dans cette phase « amont ». Selon la chercheuse en design et SIC Annie Gentès, les sciences humaines « considèrent et constituent comme objet central de recherche la façon dont les hommes représentent leur action, leur fonctionnement, et ce qu'ils énoncent pour expliquer ou justifier cette action²³. » Représenter et dire le milieu que l'on s'apprête à former ou à transformer, n'est-ce pas là un impératif préliminaire à tout projet de design ? Mon intérêt pour les concepts et les représentations en témoigne dans cette phase d'appréhension.

En effet, une grande partie du travail d'appréhension a été soutenu par un raisonnement graphique incarné par la production de représentations du dispositif étudié. Deux dimensions ont été travaillées : l'une est structurelle et s'est concrétisée en un schéma des items du dispositif à même d'accueillir des informations et méta-informations en fonction de besoins spécifiques (sans rapport direct avec cette thèse) ; l'autre est fonctionnelle et s'est avérée bien plus fructueuse depuis le plan des usages qu'elle esquisse.

La construction progressive et itérative de ces cartes a permis l'étude du dispositif par son inscription sur un support de travail : elle est tant heuristique que représentationnelle. Cette démarche se situe déjà dans la conception puisqu'il y a une construction de connaissances et sélection de concepts (formation de l'idée précise du dispositif) mais également une clarification de la structure du dispositif et de son fonctionnement (idéation de la forme du dispositif). Établir une librairie de connaissances et décrire la structure globale d'un dispositif, c'est déjà le concevoir.

²² Auparavant, la question de la régulation du confort entre ressenti humain et objectivité algorithmique au sein du dispositif. L'abandon du développement des fonctionnalités liés au confort m'a obligé à trouver un nouveau terrain.

²³ GENTÈS, *op. cit.*

Mais l'amorce d'une recherche-projet avait naturellement besoin d'un projet, et c'est sur la conception et le développement d'une **fonctionnalité d'alertes énergétiques** que ma recherche s'est arrimée. Elle a été retenue parmi les fonctionnalités typifiées comme couplant l'action humaine et le potentiel algorithmique, c'est-à-dire conjuguant l'**apport** de l'utilisateur au dispositif et le **support** des algorithmes à l'action de l'utilisateur au sein du dispositif. Enfin, cette proposition fonctionnelle cristallise de nombreux points d'intérêts pour le design et sa recherche qui seront dévoilés au cours du prototypage (voir chapitre 6).

Une autre forme d'appréhension est maintenant requise pour avoir toutes les cartes en main nécessaires à l'exploitation du potentiel technique des algorithmes dans le design du dispositif en question. Je parle d'un état de l'art sur ce que devient le design lorsqu'il intègre l'algorithme à son raisonnement et à sa pratique.

Épistémologie : connaissance des algorithmes

Le chapitre précédent a permis d'identifier des fonctionnalités au sein desquelles l'humain et l'algorithme interagissent étroitement dans le but de réaliser une action donnée. Si le design est familier des interactants humains, les algorithmes complexes sont des interactants d'une autre nature, des entités propres au design numérique. C'est pourquoi le design d'interaction entre ces humains et non-humains requiert une exploration méthodologique et épistémologique préalable. Comme le rappelle le chercheur en design Rabah Bousbaci en paraphrasant Aristote : « C'est la nature de l'objet dont on traite qui commande la manière avec laquelle on va l'approcher¹. » Pour ces objets nouveaux (ou pour le moins récents) que sont les algorithmes en design, il nous faut une nouvelle approche qui interroge les algorithmes par les « modes de connaissance² » (*ways of knowing*) du design. Pour ce faire, nous décrirons les automates et algorithmes; examinerons les paradigmes scientifiques qui soutiennent un design incluant les algorithmes; évaluerons les pratiques conceptives permises (et contraintes) par ces objets.

Notre premier point vise à transformer des connaissances génériques sur l'algorithme en connaissances « conceptives » sur l'algorithme, préfigurant une manière de réaliser l'exercice de design au cœur de cette recherche projet (voir chapitre 6). Cette réflexion étudie les algorithmes – et avant eux les automates – ainsi que leur impact dans les activités humaines. Dernier de la lignée des artefacts « se mouvant par eux-mêmes », l'algorithme sera d'abord considéré comme un automate, quitte à le redéfinir sur la fin de la réflexion. Ce dernier faisant partie de ces objets techniques constitutifs de la civilisation humaine, son examen oscillera entre anthropologie et design. Il s'agira d'interroger ce que fait (pragmatiquement) l'automate, ce qu'il fait plus spécifiquement à l'action (et à la cognition) humaine, à quel moment parle-t-on plus spécifiquement d'algorithme et, enfin, comment il peut s'intégrer à la pratique du design.

Notre second point s'apparente à la quête d'un positionnement favorable à l'ajustement humain-algorithme. Comme les représentations de l'interaction influencent son design, nous explorons les *épistémès* qui ont déterminé des manières de concevoir la relation humain-machine. Pour cela, nous passerons en revue l'histoire croisée des IHM et de l'ingénierie pour sonder quelques-uns de ces modèles, pour mieux y situer cette recherche-projet.

¹ Rabah BOUSBACI. « Les « Savoirs Pratiques » : Quel Modèle Épistémologique Pour Les Sciences Du Design ? » (Nîmes). 18 mar. 2021.

² Nigel CROSS. *Designerly Ways of Knowing*. London : Springer, 2006.

Le troisième point s'intéresse à ce que l'algorithme change dans la pratique du design. Comme pour tout artefact technique, le potentiel de l'algorithme ne se déploie pas sans contraintes. Un projet de design de dispositif algorithmique doit donc évaluer ce qu'il y a à gagner en potentiel fonctionnel pour l'utilisateur mais aussi ce qui pourrait desservir ce même utilisateur. Pour utiliser un terme cher à Bernard Stiegler, il s'agit de se livrer à une pharmacologie³ de l'algorithme : d'en jauger ce qu'il contient de remède, mais aussi de poison. Il incombe au designer d'adopter un juste positionnement par rapport à l'algorithme, ou plutôt de positionner avec justesse l'algorithme dans le système interactif en cours de conception.

En guise de complément, un détour par l'histoire et par la fiction sera proposé pour observer sous un autre angle le rapport des sujets aux dispositifs techniques qui les environnent. La science-fiction de l'époque cybernétique a travaillé ces situations où l'implacable exécution des systèmes techniques est altérée par la variabilité humaine, et il semble possible d'en tirer quelques leçons opérantes pour le design.

³ Ars INDUSTRIALIS. *Pharmakon, Pharmacologie* | *Ars Industrialis*. En ligne : <https://arsindustrialis.org/vocabulaire-pharmakon-pharmacologie> (visité le 30/03/2022), « *Tout objet technique est pharmacologique* : il est à la fois poison et remède. Le *pharmakon* est à la fois ce qui permet de prendre soin et ce dont il faut prendre soin, au sens où il faut y faire attention : c'est une puissance curative dans la mesure et la démesure où c'est une puissance destructrice. Cet à la fois est ce qui caractérise la *pharmacologie* qui tente d'appréhender *par le même geste* le danger et ce qui sauve. *Toute* technique est originairement et irréductiblement ambivalente. »

3.1 Les automates : de la matière à l'information

3.1.1 Ce que fait l'automate

Expliquer la pénétration des automates dans nos vies requiert un bref détour historique – voire préhistorique. À première vue, il n'y a pas de rapport direct entre le propulseur de sagaie du Magdalénien (-17000 à -12000 avant notre ère) et les algorithmes d'apprentissage machine contemporains. Sauf peut-être cette faculté très humaine qui consiste en l'extériorisation de fonctions en dehors du corps biologique – parfois appelée *exosomatization*⁴. Par ce processus, l'humain donne forme et fonction à l'objet technique. Vu sous cet angle, l'objet technique est une « cristallisation matérielle d'un schème opératoire et d'une pensée qui a résolu un problème⁵ », comme l'explique Gilbert Simondon. Les technologues parlent généralement d'*outil*, tant que le corps humain demeure la principale source d'énergie mécanique, mais emploient le terme de machine dès lors que la main s'éloigne de sa tâche. L'historien Lewis Mumford résume cette distinction ainsi : « l'outil se prête à la manipulation, la machine à l'action automatique⁶ ». Il précise que « la différence entre outils et machine réside donc avant tout dans le degré d'automatisme atteint⁷ ». Selon le paléanthropologue André Leroi-Gourhan, cette délégation fonctionnelle soutient le long processus de l'évolution humaine.

La main en motricité indirecte correspond à une « libération » nouvelle car le geste moteur se trouve libéré dans une machine manuelle qui le prolonge ou le transforme. [...] c'est une partie du geste qui se dégage du bras dans la machine manuelle⁸.

Ce « dégagement de la motricité » se poursuit encore à mesure que l'humanité entre dans l'Histoire. La machine animale (- 4000 avant notre ère) apporte à l'humain une nouvelle force motrice, ce qui soutient le développement de l'agriculture et permet l'essor du transport à traction animale. Puis la *machine automotrice* (un pléonasme?) ponctue notre histoire : elle se concrétise initialement dans le moulin à eau avant de trouver bien plus tard son archétype dans la machine à vapeur (XVIII^e siècle), extériorisation du muscle par excellence menant à la révolution industrielle. Enfin advient la *machine automatique*, convergence techno-scientifique impliquant notamment l'énergie électrique et les sciences afférentes comme l'électronique. Pour Leroi-Gourhan, ce dernier stade s'apparente à l'extériorisation d'innombrables composants techniques, analogues dans leurs fonctions aux organes du corps humain, le tout contrôlable par un « véritable cerveau sensori-moteur [assurant] le déroulement d'un programme opératoire complexe⁹ ».

⁴ Nicholas GEORGESCU-ROEGEN. *The Entropy Law and the Economic Process*. Cambridge : Harvard University Press, 1981, p.11. Nicholas Georgescu-Roegen reprenait en 1981 la formule d'« instruments exosomatiques » (*exosomatic instruments*) du physicien Alfred J. Lotka. L'« exosomatization » a souvent été utilisés par le philosophe Bernard Stiegler.

⁵ Gilbert SIMONDON. *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris : Aubier, [1958] 2012, p. 335.

⁶ Lewis MUMFORD. *Technique et Civilisation*. Marseille : Parenthèses, 2016, p. 34.

⁷ *Ibid.*, p. 34.

⁸ André LEROI-GOURHAN. *Le Geste et La Parole II, La Mémoire et Les Rythmes*. Paris : Albin Michel, 1974, pp. 45-47.

⁹ *Ibid.*, p. 52.

La notion de **programmation** constitue un tournant peut-être aussi important que la découverte d'énergies nouvelles telles que le charbon ou l'électricité. Leroi-Gourhan affirme que la programmation comme réalisation mécanique d'actions successives est très récente dans l'Histoire, les mécaniciens antiques (grecs ou chinois) se limitant souvent à l'automatisation d'un seul geste¹⁰. Ce n'est qu'au Moyen-Âge que l'horlogerie apporte deux nouveautés : la succession d'un grand nombre de gestes mécaniques et (comme conséquence) la mesure mécanique du temps. Mumford l'exprime ainsi : « L'horloge est une pièce de mécanique dont les minutes et les secondes sont les produits¹¹. » Originellement animées par un poids (XII^e siècle) puis par un ressort (XV^e siècle), les séquences de gestes de l'horloge relèvent en un sens de la programmation.

Il faut cependant distinguer deux types de programmation : l'une matérialisée dans les pièces mécaniques, l'autre centralisée dans un centre de commande. L'horlogerie peut être classée, à ses débuts, dans la première catégorie, avec comme autre exemple les automates mécaniques de Vaucanson (XVIII^e siècle). Une transition s'effectue grâce aux objets tels que le métier à tisser Jacquard¹² ou l'orgue de Barbarie, tous deux munis d'une carte perforée contenant le « script » à jouer, faisant office de « mémoire centrale, distincte des organes d'exécution¹³ ». Mais la partition du métier comme de l'orgue se joue encore par des procédés mécaniques, il leur faudrait un « centre nerveux » pour entrer dans la seconde catégorie. Bien que Charles Babbage ou encore Ada Lovelace l'aient esquissé au XIX^e siècle, ce n'est qu'à l'aube du XX^e siècle que la carte perforée servira de support du calcul, en interaction avec des signaux électriques : la mémoire de programme devient « mémoire de données¹⁴ » comme l'écrit le théoricien des SIC Robert Escarpit. Le programme peut donc être matériel¹⁵ ou logiciel, *hardware* ou *software*¹⁶. Son invariant est qu'il demeure « la mémoire de l'intention initiale et de la séquence des opérations à réaliser pour que l'intention s'accomplisse¹⁷ » dans les mots d'Escarpit, qui l'envisage plus loin comme « une information qui a un effet opératoire¹⁸. »

S'il s'extirpe des contraintes analogiques, le programme devient un automate informationnel et prend son sens contemporain aux connotations numériques. Ce traitement automatique de l'information est justement ce qu'on appelle « informatique ». Jacques Ellul l'explique :

Le phénomène dominant n'est plus une croissance de l'énergie potentielle et utilisée, mais un appareillage d'organisation, d'information, de mémorisation, de préparation à la décision, qui se substitue à l'homme dans un grand nombre de ses opérations intellectuelles¹⁹.

¹⁰ *Ibid.*, p. 53.

¹¹ MUMFORD, *op. cit.*, p. 37.

¹² La technique du métier à tisser piloté par carte perforée a été inventée dès 1728 par Vaucanson lui-même.

¹³ LEROI-GOURHAN, *op. cit.*, p. 54.

¹⁴ ROBERT ESCARPIT. *Théorie Générale de l'information et de La Communication*. Paris : Hachette Université, 1976, p. 49.

¹⁵ *Ibid.*, p. 47. Escarpit confesse lui-même raisonner par métaphore informationnelle lorsqu'il caractérise le système de tiroir de la machine à vapeur comme « un système de communication », cela est dû à cette incorporation du programme dans la structure mécanique.

¹⁶ Ou encore la quincaille et la mentaille comme les appelait l'ingénieur Louis Armand.

¹⁷ ESCARPIT, *op. cit.*, p. 47.

¹⁸ *Ibid.*, p. 49.

¹⁹ JACQUES ELLUL. *Le Système Technicien*. Paris : Le Cherche-Midi, [1977] 2012, p. 37.

Si l'on stabilise un moment ces définitions éparses, **l'algorithme** est une suite d'instructions orchestrant un principe de fonctionnement. **Le programme** est l'implémentation d'un principe de fonctionnement dans une structure (matérielle) ou un langage informatique (logiciel)²⁰. Si l'on parle aujourd'hui d'algorithmes et non de programmes, c'est que l'on s'intéresse davantage à leur téléologie et aux grandes lignes de leur fonctionnement qu'à la façon dont ils sont implémentés²¹. Par exemple, l'algorithme PageRank de Google détermine l'apparition des liens dans le moteur de recherche en analysant les liens concourants vers ces pages, mais personne ne peut expliquer sa programmation : son implémentation est moins souvent abordée que son rôle déterminant dans nos recherches sur Internet.

Corrigeons notre présupposé initial : l'algorithme n'est pas tout à fait un automate : il prescrit les instructions permettant de jouer l'automate. En revanche, son rôle de description d'une suite d'actions permet notamment l'automatisme.

En ce qui nous concerne, ce n'est pas tant l'automatisation que l'informatisation qui nous intéresse, au sens où l'informatique sous-tend l'automatisation de tâches dites « intellectuelles ». Ces « algorithmes » sont les auxiliaires cognitifs contenus dans les dispositifs numériques, et ce sous deux régimes :

- L'un est **explicite**, lorsque l'utilisateur d'un service mobilise une fonctionnalité consciemment et dans un but donné, ce qui correspond aux logiciels essentiellement destinés à un métier donné ou une tâche donnée (logiciels de PAO, CAO, logiciel de comptabilité, application smartphone diverses, solution iQspot, etc.).
- L'autre est **implicite**, repose sur des algorithmes implémentés en arrière-fond d'un site web, d'un service, d'une application smartphone, et recouvre les innombrables scripts qui sous-tendent nos expériences numériques. Ils intègrent généralement les logiciels et services mobilisés par les utilisateurs mais se déroulent le plus souvent de façon invisible pour ce dernier (algorithme de recommandation, scripts d'analyse de trafic web, clavier « intelligent » d'un smartphone, etc.).

En résumé, ces types ne s'excluent pas l'un l'autre : un algorithme au fonctionnement implicite peut très bien opérer en tâche de fond d'un logiciel ou service à l'utilisation explicite.

Ces algorithmes en tâche de fond sont peut-être la dernière strate de cette rapide histoire de l'automate. Bien loin de l'outil consciemment et corporellement manipulé, ces automates « travaillent » le plus souvent en-dessous de notre seuil de perception, soit pour notre compte (*quantified-self*, calculs en sous-tâche de métiers techniques, etc.), soit pour autrui à notre insu (profilage des clients d'un site de e-commerce, reconnaissance faciale, etc.). Le sociologue Dominique

²⁰ En termes foucaaldiens, le programme est l'agencement du code dans un langage donné ; son algorithme ou principe de fonctionnement est un diagramme indépendant de tout support et de toute syntaxe.

²¹ Implémenter vient du verbe anglais *to implement* qui signifie « rendre effectif ». En informatique, l'implémentation d'un algorithme est sa réalisation dans un langage donné et sa connexion avec le reste du programme avec lequel il doit interagir.

Cardon constate qu'« il n'est plus beaucoup de gestes quotidiens, d'achats, de déplacements, de décisions personnelles ou professionnelles qui ne soient orientés par une infrastructure de calculs²². » Il peut paraître étrange qu'un algorithme – simple suite d'instructions – devienne le socle d'innombrables activités humaines. Il faut comprendre que ces suites d'instructions peuvent former un code extrêmement complexe voire constituer plusieurs « briques » de code interopérantes.

Dans cette recherche-projet, nous préférons de manière générale parler humblement d'algorithme plutôt que d'intelligence artificielle (IA) ou autres spéculations terminologiques. En effet, si la langue française se limite souvent à parler d'algorithmes, en précisant parfois les techniques sous-jacentes comme l'apprentissage machine (*machine learning*), les anglo-saxons sont plus prompts à parler d'intelligences artificielles – une analogie avec l'humain qui masque la réalité de la conception²³. Je définirai ultérieurement de nombreux termes relatifs à ces algorithmes complexes (voir chapitre 4).

3.1.2 Ce que change l'automate

Même si des enjeux civilisationnels ont été évoqués, les paragraphes précédents ont considéré l'automate essentiellement du point de vue de la technique, de son évolution, et de sa capacité à dérouler une suite d'instructions. Il s'agit désormais de considérer l'impact de l'introduction des automates dans les activités humaines – ce qui nous en apprendra autant sur les algorithmes.

L'implication de la prolifération des « machines automotrices », comme les appelle Leroi-Gourhan, n'est que trop connue. La Révolution Industrielle est son climax, et l'Angleterre victorienne son épice. L'introduction massive d'automates dans les activités humaines de production est la marque de fabrique de l'industrialisation. La figure de la machine (dans son acception d'automate) est concomitante de la figure du travailleur : l'une et l'autre sont souvent opposées dans la « prise en charge » du travail. Entre l'humain et la machine, il y a un enjeu de productivité non négligeable, comme en rend compte *Le Capital* de Karl Marx : « En tant que machine, le moyen de travail devient immédiatement le concurrent de l'ouvrier lui-même²⁴. » Mathématiquement, comme l'adjonction de machines dans un processus optimise la « productivité par tête », elle réduit en conséquence le nombre de « têtes » requises pour un même rendement. En conséquence, l'automatisation doit être reliée au « chômage technologique²⁵ » qu'elle engendre, comme l'évoquait John Maynard Keynes en 1930 dans sa célèbre « Lettre à nos petits enfants » (*Economic possibilities for our grandchildren*).

²² CARDON, *op. cit.*, Voir Introduction. Comprendre la révolution des calculs.

²³ Florian HARMAND et David PUCHEU. « Fiction vs Conception : Resituer La Médiation Humaine Dans Le Fonctionnement de l'IA ». Que Font Les Images de l'IA? (Université de Strasbourg). Avr. 2021.

²⁴ Karl MARX. *Le Capital : Critique de l'économie Politique*. Trad. par Jean-Pierre LEFEBVRE. Paris : Quadrige/PUF, 1993, p. 482.

²⁵ John Maynard KEYNES. *Essays in Persuasion*. New-York, London : W. W. Norton & Company, [1963] 2009, p. 364.

Aussi, la fragmentation du travail humain permet de circonscrire les différents gestes requis, et de déléguer ce qu'il y a de plus répétitif et de plus spécifique à la machine. En résulte une fragmentation des savoirs et savoir-faire, suivie de leur extériorisation dans les machines. Ce phénomène peut toucher l'ouvrier à l'usine comme l'employé de bureau – le philosophe Bernard Stiegler l'appelle « prolétarianisation²⁶ ». L'économiste Adam Smith avait déjà perçu le phénomène et « voyait la dégradation des compétences comme un déplorable mais inévitable sous-produit d'une production industrielle efficace²⁷. » Pour l'historien David S. Landes, il y a une réification de l'humain dans le processus d'automatisation, soit « la transformation de l'ouvrier en automate assorti à son outillage et en recevant le rythme de travail²⁸ ».

Les conséquences de l'automatisation ne s'arrêtent pas au plan physique. Dans la mesure où les ordinateurs supportent des fonctions logiques, la portée de l'automatisation s'étend « au-delà du travail de la main jusqu'au travail de l'esprit – le royaume de l'analyse, du jugement et de la prise de décision²⁹ » écrit Nicholas Carr, auteur d'une anthologie sur les conséquences de l'automatisation généralisée de nos activités. Comme de nombreux analystes, il explique que les métiers des « cols blancs » au XXI^e siècle pourraient subir le même sort que les métiers des « cols bleus » au XX^e siècle. Dans la même tonalité, Jacques Ellul proférait déjà cet augure en 1988 : « Ce que l'automatisation avait produit dans le monde industriel, l'informatisation va le produire dans le monde des services³⁰. »

L'informatisation, comprise comme une automatisation du traitement de l'information, intéresse toute entité ayant pour tâche principale la collecte, le stockage, le traitement et la restitution d'information. Gabriel Dupuy, chercheur en urbanisme et aménagement du territoire, a produit en 1992 un document retraçant *L'informatisation des villes*, dans lequel il décrit l'introduction d'automatismes dans la gestion comptable et administrative à l'échelle municipale, préfigurant la « ville intelligente ». Il définit l'informatisation des villes « comme un processus d'ensemble conduisant à formaliser et automatiser la production d'information nécessaire à la gestion urbaine³¹ ». Deux domaines sont spécifiquement pris en charge : l'administration municipale (budget, listes électorales) et la gestion des services urbains (transports, énergie, etc.).

Au-delà des administrations, de nombreuses autres activités intègrent progressivement, et dans des proportions diverses, des machines, principalement des ordinateurs et des logiciels spécifiques à leur profession. À l'époque où Lucy Suchman entre au Xerox PARC (à la fin des années 1970), elle assiste au travail de ses collègues en train de concevoir ce qu'ils appellent des « systèmes experts ». Ces outils visent à modéliser les compétences et connaissances d'un praticien

²⁶ Voir la page dédiée à la prolétarianisation sur le site d'Ars Industrialis : <http://arsindustrialis.org/proletarianisation>

²⁷ Nicholas CARR. *The Glass Cage : Automation and Us*. New York : W.W. Norton & Company, 2014, p. 106.

²⁸ David S. LANDES. *L'Europe Technicienne*. Paris : Gallimard, 1975, p. 443.

²⁹ CARR, *op. cit.*, p. 38 : « [B]eyond the work of the hand and into the work of the mind—the realm of analysis, judgment, and decision making. »

³⁰ Jacques ELLUL. *Le Bluff Technologique*. Paris : Pluriel, [1988] 2014, p. 37.

³¹ Gabriel DUPUY. *L'Informatisation Des Villes*. Que Sais-Je? Paris : PUF, 1992, p. 6.

dans un système informatique, c'est-à-dire à encoder ses références, son expérience, ses modes de raisonnement, etc. L'objet est d'aboutir à un « programme sophistiqué » capable de traiter des données entrées par un opérateur avec un raisonnement déductif basé sur les « règles d'inférences³² » d'un expert. En d'autres mots, la conception d'un système expert consiste à implémenter une expertise humaine dans une machine pour qu'elle soit mobilisable par n'importe quel opérateur non spécialiste. Cela recoupe la fragmentation des connaissances d'un ouvrier avant automatisation, et donc la prise en charge de la tâche par la machine. Sauf que l'individu prolétarisé n'est plus l'ouvrier manuel mais le cadre intellectuel (j'accentue volontairement le clivage). Citée par Matthew B. Crawford³³, l'autrice et militante Barbara Garson décrivait dès les années 1980, dans *The Electronic Sweatshop*, le processus d'« ingénierie cognitive » derrière la conception d'un système expert³⁴. Il « passe par le debriefing d'un expert en chair et en os et le clonage de son savoir par un ingénieur spécialisé », une série d'entretiens visant à faire expliciter au praticien ses processus mentaux, ses facteurs de décision, ses procédures de travail, ses expériences d'essai/erreur, etc. Ces données sont ensuite implémentées dans un programme capable de simuler l'activité cognitive du praticien de « prendre des décisions » ou de « tirer des conclusions ». Barbara Garson conclue :

Tout comme un véritable expert, un système expert est censé pouvoir formuler des inférences à partir de données incomplètes ou aléatoires qui semblent suggérer ou exclure telle ou telle option. En d'autres termes, le système expert a recours à une forme de jugement (ou s'y substitue)³⁵ [ma traduction].

Il réside une lourde ambivalence dans la conception puis l'usage de tels systèmes experts. D'un côté, de nombreux utilisateurs moins avisés peuvent bénéficier d'une expertise peut-être rare ou introuvable sans cet auxiliaire logiciel. De l'autre, l'expert est remplacé par la machine : les compétences de l'humain sont comme transvasées dans le logiciel. Les implications sociales touchent autant les experts (moins sollicités que leur équivalent machinique) que les ouvriers (moins incités à gagner en compétence). Ces derniers voient leurs compétences dépendre de la machine, au détriment d'un gain de compétences incorporées (*embedded*). Vivek Haldar met en balance nos « outils aiguisés » et nos « esprits émoussés » (*sharp tools, dull minds*³⁶), en l'occurrence dans le domaine du développement informatique – il est lui-même technicien chez Google. Lorsqu'un développeur travaille au sein d'un environnement de développement qui lui suggère les variables, surligne certains types de données, corrige les syntaxes erronées, il reçoit une inestimable aide accélérant et fiabilisant son travail. Mais cela ne l'incite pas à produire

³² SUCHMAN, *op. cit.*, p. 37 : « *Expert systems – essentially sophisticated programs that manipulate data structures to accord with rules of inference that experts are understood to use – have minimal sensory-motor or “peripheral” access to the world in which they are embedded, input being most commonly through a keyboard, by a human operator.* »

³³ Matthew B CRAWFORD. *Éloge du carburateur : essai sur le sens et la valeur du travail*. Trad. par Marc SAINT-UPÉRY. Paris : La Découverte, 2016, p. 57.

³⁴ Barbara GARSON. *The Electronic Sweatshop : How Computers Are Transforming the Office of the Future into the Factory of the Past*. New York : Penguin, 1989, pp. 120-121.

³⁵ *Ibid.*, pp. 120-121.

³⁶ Vivek HALDAR. *Sharp Tools, Dull Minds*. This Is the Blog of Vivek Haldar. 10 nov. 2013. En ligne : <https://blog.vivekhaldar.com/post/66660163006/sharp-tools-dull-minds>.

un code propre et sans fautes. Ces environnements de développement semi-automatiques sont cousins des systèmes experts précédemment évoqués. Selon Haldar, ils encodent les connaissances de toute une armée de développeurs et accélèrent la productivité au détriment d'une rigueur de développement. Les algorithmes derrière ces logiciels et plus largement derrière ce métier sont donc à double tranchant : ils assistent la cognition et l'action du praticien, mais au risque d'entamer ses savoirs et savoir-faire par un trop-plein d'automatismes.

Pour se représenter le grand nombre de professions dites « intellectuelles » amenées à se reposer sur de tels logiciels, Nicholas Carr dresse un rapide panorama, non exhaustif mais significatif. Il entérine que *faire avec l'automate* revient aussi à *faire autrement* :

Les médecins utilisent des ordinateurs pour diagnostiquer des maladies. Les architectes les utilisent pour concevoir des bâtiments. Les avocats pour évaluer des preuves. Les musiciens pour simuler des instruments et corriger les fausses notes. Les professeurs pour diriger les travaux de leurs étudiants et les noter. Ces ordinateurs ne sont pas en train de prendre entièrement le contrôle sur ces professions mais ils prennent les commandes de certains de leurs aspects. Et ils changent certainement la façon dont le travail est accompli³⁷ [ma traduction].

La citation de Carr recoupe le fait que la technique permet de nouvelles manières de faire tout en les conditionnant. De la même façon, le design numérique permet des processus et des produits qui ne seraient jamais advenus sans un milieu technique approprié, pour le meilleur et parfois pour le pire. Mobiliser des algorithmes apporte ainsi du confort et des automatismes facilitant certaines tâches, mais il faut également identifier ce qui est transformé dans cette réalisation assistée par ordinateur ; il faut jauger ce qui est sacrifié sur l'autel de l'efficacité technique.

Mais tout le monde n'a pas le regard critique de Nicholas Carr. De nombreux techno-progressistes considèrent sans réserve l'automatisation cognitive comme le « progrès » ultime de notre société, comme une révolution bien plus déterminante que l'automatisation physique. En témoigne un extrait de l'essai de Brynjolfsson et McAfee, au titre clinquant, *The Second Age of Machine* :

Les machines capables d'effectuer des tâches cognitives sont encore plus importantes que les machines capables d'accomplir des tâches physiques. [...] Nos machines numériques ont échappé à leur carcan et ont commencé à démontrer de larges capacités dans la reconnaissance de formes, la communication complexe et d'autres domaines qui étaient auparavant exclusivement humains. Nous allons voir l'intelligence artificielle en faire de plus en plus, et à mesure que cela se produira, les coûts diminueront, les revenus augmenteront et nos vies seront meilleures³⁸ [ma traduction].

³⁷ CARR, *op. cit.*, p. 12 : « Doctors use computers to diagnose diseases. Architects use them to design buildings. Attorneys use them to evaluate evidence. Musicians use them to simulate instruments and correct bum notes. Teachers use them to tutor students and grade papers. Computers aren't taking over these professions entirely, but they are taking over many aspects of them. And they're certainly changing the way the work is performed. »

³⁸ Erik BRYNJOLFSSON et Andrew MCAFEE. *The Second Machine Age : Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. New York : W. W. Norton & Company, 2014, p. 92 : « Machines that can complete cognitive tasks are even more important than machines that can accomplish physical ones. [...] Our digital machines have escaped their narrow confines and started to demonstrate broad abilities in pattern recognition, complex communication, and other domains that used to be exclusively human. [...] We are going to see artificial intelligence do more and more, and as this happens costs will go down, incomes will improve, and our lives will get better. »

On doit comprendre que le développement « cognitif » de la machine occasionnerait une émancipation du travail humain, voire de l'humain. Telle est la théorie de Kevin Kelly qui annonçait très simplement dans Wired en 2012 : « Nous devons laisser les robots prendre le relais³⁹ ». Au fil de l'article, Kelly imagine un futur dans lequel nous serions tous accompagnés d'un robot auxiliaire qui prendrait en charge nos tâches quotidiennes à mesure que nous l'entraînons en lui montrant comment faire. Il nomme ce processus *The Seven Stages of Robot Replacement*. Cela débute par « Un robot / ordinateur ne peut pas faire les tâches que je fais » et termine par « Je suis tellement content qu'un robot / ordinateur ne puisse pas faire ce que je fais maintenant ». Entre la première et la septième étape, la machine a assimilé et pris en charge toutes les tâches jadis exécutées par l'humain, et Kelly mise sur le fait que ces tâches n'étaient pas gratifiantes pour un humain. Seules des tâches émancipantes ne pourraient pas être confiées à des robots. Il termine l'article ainsi : « Ils nous permettront de nous concentrer à devenir plus humains que nous ne le sommes ». Kevin Kelly comme Nicholas Carr – l'un techno-progressiste, l'autre techno-critique – nous incitent à repenser ce que peut être le travail humain à l'aune de l'automatisation cognitive.

Cette documentation sur les algorithmes vise justement à comprendre ce que les fonctionnalités de iQspot changeraient dans le travail des gestionnaires immobiliers. En ce qui concerne le présent travail de conception et de recherche, nous serons attentifs à la façon dont l'automate transforme la manière dont nous effectuons une tâche ou un ensemble de tâches. Il s'agit de garder à l'esprit que l'automate nous permet de faire vite, faire mieux ou avec une plus grande fiabilité, mais qu'il peut aussi nous faire oublier comment nous le faisons avant lui, ou encore nous faire prendre conscience que nous aimions cette tâche désormais déléguée à la machine.

Ces questionnements ont été réemployés dans les enquêtes sur les algorithmes (voir chapitre 4) et encore davantage sur les utilisateurs (Chapitre 5). En effet, nous questionnerons l'impact du dispositif iQspot sur le travail des gestionnaires immobiliers. Est-ce que cette solution logicielle pourrait nuire à leur emploi? Serait-elle vue comme une auxiliaire de travail ou une rivale quant aux compétences de gestion? Quels avantages ou menaces représentent la solution au regard des savoirs et savoir-faire de ces personnes? Nous garderons ces questionnements éthiques et méthodologiques à l'esprit pour assurer un juste positionnement de l'équipe de conception envers les utilisateurs finaux et leur milieu.

³⁹ Kevin KELLY. *Better Than Human : Why Robots Will — And Must — Take Our Jobs*. Wired. 24 déc. 2012. En ligne : <https://www.wired.com/2012/12/ff-robots-will-take-our-jobs/>, « *We need to let robots take over.* »

3.2 Une épistémè pour l'interaction

Des premiers automates de l'Histoire jusqu'aux algorithmes contemporains, dans des disciplines aussi variées que l'anthropologie, l'informatique, les sciences cognitives, la sociologie, nous avons tenté de saisir ce qui advient lorsque l'automate est intégré aux activités humaines. Cette brève socio-histoire a déjà permis de formaliser des connaissances étayant les phases d'enquête (chapitre 4 et 5) et de prototypage (chapitre 6) à venir. La réflexion qui vient vise à évaluer s'il est possible de relier les connaissances déjà accumulées à une certaine *épistémè* de l'interaction humain-machine⁴⁰. Comme l'écrivait Michel Foucault, il faut entendre par « épistémè » cet « ensemble de relations⁴¹ » entre les sciences qui produit une certaine « configuration du savoir⁴² ». Mais si Foucault analyse l'épistémè dans ses « régularités discursives », nous souhaitons déplacer l'enquête vers des « régularités conceptives », dans une démarche d'épistémologie du design. Foucault précise, et cela nous importe, que « [d]ans une culture et à un moment donné, il n'y a jamais qu'une épistémè, qui définit les conditions de possibilité de tout savoir⁴³ » : il nous faudra donc sélectionner, parmi les différentes « configurations du savoir » en design d'interaction, quel héritage correspond au mieux à cette recherche-projet et à notre quête de l'ajustement.

Une première réflexion pourrait s'attarder sur le rapport de l'humain à la machine, et plus précisément le rapport de nos utilisateurs avec les algorithmes. L'histoire et la philosophie des techniques ont largement travaillé les attitudes extrêmes de l'humain face à la technique. La gradation évolue du « misonéisme » technique (un rejet de la machine) jusqu'à l'« idolâtrie de la machine⁴⁴ » (un technicisme béat), Simondon en parle en introduction du *Mode d'existence des objets techniques*. En termes d'interaction, la première extrémité miserait sur un débrayage total de l'automate, considéré comme aliénant et prolétarisant : l'objet technique doit rester un instrument. La seconde extrémité miserait non pas sur l'interaction mais sur l'automatisation, déléguant à la machine la majorité des actions requises pour une activité donnée.

Ces deux paradigmes instaurent une concurrence malsaine entre ce que peut faire l'humain et ce que peut simuler la machine. Son climax se trouve peut-être dans les démonstrations techniques de type DeepBlue ou AlphaGo qui, au-delà de la prouesse technique, inocule dans l'imaginaire collectif le potentiel algorithmique de surpassement de l'humain. Les échecs et le jeu de go étant associés à des figures intellectuelles et stratégiques par excellence, la performance algorithmique n'en est que renforcée⁴⁵. Dans cet exemple, c'est l'humain qui est mis à la marge

⁴⁰ Pour un récit poussé des paradigmes de l'IHM, voir David PUCHEU. « Effacer l'interface : Une Trajectoire Du Design l'Interaction Homme-machine ». In : *Interfaces numériques* 5.2 (2016), p. 257-276. En ligne : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02457078> (visité le 25/05/2022)

⁴¹ Michel FOUCAULT. *L'archéologie du savoir*. Paris : Gallimard, 1996, p. 250.

⁴² Michel FOUCAULT. *Les Mots et Les Choses : Une Archéologie Des Sciences Humaines*. Paris : Gallimard, [1966] 2013, Chapitre X. Section III.

⁴³ *Ibid.*, Chapitre VI. Section I.

⁴⁴ SIMONDON, *op. cit.*, p. 10.

⁴⁵ Le public se voit rarement conter les détails techniques de l'entreprise algorithmo-ludique, à savoir qu'un algorithme ayant ingéré des millions de parties de go se trouve fort dépourvu lorsqu'il s'agit de s'adapter à un autre jeu. La transposition rend inopérant l'algorithme qui doit reprendre son apprentissage de zéro (ou presque). Rappelons

de l'interaction, les intelligences artificielles n'ont qu'à jouer aux échecs entre-elles.

Heureusement, la passion des objets techniques ne rime pas forcément avec technolâtrie. En rédigeant cette thèse, j'ai retrouvé une coupure d'un numéro de *Wired* de 2013 contenant une interview de la roboticienne Heather Knight. Bien que passionnée par son domaine, elle soulignait qu'elle n'était pas du tout fascinée par le déploiement technique visant à répliquer les compétences humaines, loin d'une démarche d'automatisation généralisée :

En tant que conceptrice de robots, je ne suis pas enthousiasmée par le paradigme d'un robot qui imiterait – laborieusement – chacune de mes capacités de façon à ce que je n'aie plus rien à faire. Je peux déjà faire les choses dont je suis capable. Les humains et les machines ont des capacités différentes, et c'est la raison pour laquelle nous pouvons faire plus de chose ensemble⁴⁶ [ma traduction].

Dans cet article, Knight considère les robots et autres automates comme des prothèses pour l'animal toujours incomplet qu'est l'humain. Par définition, la prothèse vient combler quelque chose qui manque, non se substituer à quelque chose qui existe – on n'a jamais vu quelqu'un se faire couper une jambe par passion pour son expédient synthétique. La substitution de l'humain par la machine n'est même pas enviable pour une roboticienne : elle mise sur une co-action de l'humain et de la machine.

Résumons : sur le plan de l'interactivité, le débrayage consiste en l'absence d'interaction avec une machine, et l'automatisation généralisée confie tant d'actions à la machine que l'interaction avec l'humain devient résiduelle. Dans un cas comme dans l'autre les interactions humain-machine sont limitées voire nulles. Bien que le débrayage et l'automatisation puissent servir dans de nombreuses situations de design, ces expressions techniques ne constituent pas le régime dominant de l'interaction. Plutôt que de regarder le **clivage humain-machine** qui tente de subordonner un des interactants à l'autre, nous allons questionner le **couplage humain-machine** qui, comme son nom l'indique, mise sur leur interaction.

Le couplage n'est pas à proprement dit une épistémè – et nous verrons qu'il apparaît dans différentes épistémè qui pensent l'interaction – mais le concept se doit d'être expliqué. En anglais, le terme de « couplage » est d'ailleurs souvent traduit par le mot interaction. Mais la traduction plus littérale « *coupling* » existe aussi. Elle apparaît notamment dans l'article notoire de l'informaticien Joseph Carl Robnett Licklider intitulé « *Man-computer symbiosis*⁴⁷ » datant de 1960. Dans cet article, trois terminologies coexistent pour qualifier l'interaction humain-machine : la symbiose

encore une fois qu'aboutir aux mêmes résultats que la pensée n'est pas penser.

⁴⁶ Heather KNIGHT. *Social Robots : Our Charismatic Friends in an Automated Future*. Wired UK. 2 avr. 2013. En ligne : <https://www.wired.co.uk/article/the-inventor> (visité le 02/02/2021), *As a robot designer, I'm not excited by the paradigm of a robot that will – painstakingly – imitate each of my capabilities so that I don't have to do anything for myself. I can already do the things I can do. Humans and machines have different capabilities, which is the reason why we can achieve more together.*

⁴⁷ Joseph C. R LICKLIDER. « Man-Computer Symbiosis ». In : *IRE Trans. Hum. Factors Electron. IRE Transactions on Human Factors in Electronics* 1.1 (1960), p. 4-11.

(*symbiosis*), le couplage (*coupling*) et le partenariat (*partnership*). Attardons-nous sur ces termes en les situant dans la brève histoire (et épistémologie) de l'interaction humain-machine.

Le concept de **symbiose** humain-machine proposé par Licklider est résolument un héritage cybernétique⁴⁸ inspiré en partie par les travaux de Norbert Wiener⁴⁹. La symbiose provient de la biologie, et suppose une association durable et profitable entre deux organismes vivants. Ce transfert interdisciplinaire, dont la cybernétique a le secret, est à double tranchant. D'un côté, elle permet d'éviter le projet de la machine « esclave » (du simple automate se substituant à l'humain) et dépasse ce que Licklider appelle « l'homme prolongé mécaniquement » (*mechanically extended man*). Mais de l'autre, elle crée une analogie entre l'être biologique et l'entité machine – « la machine en miroir de l'homme⁵⁰ » dirait David Pucheu – qui posera des soucis épistémiques et conceptifs dans le développement des sciences cognitives (voir chapitre 7). Financé par Licklider, Douglas Engelbart, autre pionnier de l'informatique, a également été tenté par la métaphore biologique avec le terme de « synergisme » dans le rapport *Augmenting human intellect*⁵¹ (1962), mais il bifurque finalement vers son concept de *bootstrapping*⁵². Heureusement l'emploi de la « symbiose » demeure métaphorique – la technique ne cherche pas une association dont elle peut tirer profit – et ne nourrit pas d'idée de fusion humain-machine cyborgique. Bien que la symbiose soit moins employée aujourd'hui, sa plus récente et fructueuse actualisation se trouve dans le travail d'Éric Brangier⁵³ : le chercheur et son équipe parlent de technosymbiose et utilise le concept pour repenser la question de l'acceptabilité des « technologies ». En fin de compte, nous retiendrons de la symbiose sa notion d'association humain-machine, mais nous ne l'utiliserons pas en raison de sa transposition depuis la biologie et de l'analogie humain-machine qu'elle engendre.

La symbiose est elle-même parfois décrite comme un **partenariat**, un mot qui signifie qu'il y a une action conjointe de deux partenaires. Alors en effet, à l'époque de Licklider et d'Engelbart, le temps est à la tentative de lier la cognition humaine aux « machines manipulant de l'information⁵⁴ » (*information-handling machine*) pour réaliser le projet cybernétique. Les mots s'accrochent même parfois dans un « partenariat symbiotique ». Ce qui nous dérange dans le partenariat, c'est qu'il présuppose forcément une co-action. Or nous avons vu que nos deux interactants doivent aussi avoir la possibilité de ne pas interagir, ou d'agir parallèlement, c'est-à-dire séparément.

⁴⁸ Thierry BARDINI. *Bootstrapping: Douglas Engelbart, Coevolution, and the Origins of Personal Computing*. Stanford, Calif. : Stanford University Press, 2000, p. 11.

⁴⁹ Pour l'anecdote historique, Licklider intègre les conférences Macy en 1950, à la septième édition.

⁵⁰ PUCHEU, *op. cit.*

⁵¹ Douglas ENGELBART. *Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework*. Menlo Park : Stanford Recherche Institute, oct. 1962.

⁵² BARDINI, *op. cit.*, p. 24 : difficile à traduire en français, le *bootstrapping* d'Engelbart regroupe les technologies permettant d'augmenter l'intelligence humaine.

⁵³ ÉRIC BRANGIER, Aude DUFRESNE et Sonia HAMMES-ADELÉ. « Approche symbiotique de la relation humain-technologie : perspectives pour l'ergonomie informatique ». In : *Le travail humain* 72.4 (2009), p. 333-353. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-le-travail-humain-2009-4-page-333.htm> (visité le 17/03/2022).

⁵⁴ LICKLIDER, *op. cit.*, p. 4.

D'où une préférence pour le **couplage**, ce que Gilbert Simondon décrivait comme « le rapport adéquat de l'homme à l'objet technique »⁵⁵. Au-delà de cet argument d'autorité, le terme de « couplage » ne se risque pas aux analogies entre humain et non-humain, ne présuppose pas qu'il y ait forcément une interaction, une co-action, mais seulement une co-présence au sein d'un même dispositif. Le couple agit de concert ou séparément selon la situation de l'action, et ce raisonnement « situé » nous convient tout à fait au regard des théories de Suchman – que nous allons approfondir. En résumé, le couplage annonce une association pour laquelle il faut encore définir des conditions d'exécution. Et c'est dans cette quête de couplage que réside tout le travail du design d'interaction.

Cette discussion terminologique n'est pas triviale : ces mots incarnent des concepts qui frayent eux-mêmes avec différentes épistémès ; leurs sens diffèrent dans ces diverses « configurations du savoir ». Le récit de Lucy Suchman à son arrivée au Xerox PARC illustre à lui seul les divergences qui peuvent exister entre différentes configurations de concepts et paradigmes scientifiques, et ces agencements épistémiques et discursifs déterminent à leur tour des façons de concevoir et de développer des dispositifs interactifs.

Au début de *Plans and situated action* (voir section 1.4), Lucy Suchman opère un état de l'art – ou plutôt de la science – qui imprègne les démarches de conception au Xerox PARC à la fin des années 1970. On en comprend que les « études de la cognition » ont tenté de se légitimer en « sciences cognitives » au tournant des années 1950, en abandonnant les pratiques d'introspection pour se focaliser sur l'étude de l'activité mentale : on parle de cognitivisme, ou plutôt des cognitivismes – nous y revenons lors de notre étude des algorithmes (voir chapitre 4). En effet, au cours de l'histoire, des variantes cognitivistes vont germer, et l'une d'elle, sûrement influencée par le développement de l'ordinateur, tente d'assimiler l'esprit humain à une machine traitant l'information. On parle de computationnalisme pour désigner ce cognitivisme symbolique assimilant la cognition humaine à un système calculatoire – Suchman ne nomme pas ce courant mais explicite l'analogie humain-ordinateur et cite Jerry Fodor, son promoteur. Telle est l'épistémè dominante au laboratoire PARC à la fin des années 1970 et ce paradigme scientifique sous-tend les pratiques d'ingénierie informatique de l'époque.

Dans le récit de Suchman, il est flagrant que la science et le développement informatique s'auto-alimentent, voire s'auto-légitiment. Aux yeux des informaticiens, le computationnalisme a l'heureuse particularité de considérer à l'identique la cognition humaine et la computation de l'ordinateur. Cela permet de traduire en « plans » ou « scripts » les intentions humaines, des routines proches des machines de l'époque. Suchman cite un travail de caractérisation des scripts de notre quotidien par Schank et Abelson (1977) : « les [s]cripts sont extrêmement nombreux. Il y existe un script de restaurant, un script de fête d'anniversaire, un script de match de football,

⁵⁵ SIMONDON, *op. cit.*, p. 363 (présentation de 1958).

un script de salle de classe, etc.⁵⁶ ». La cognition humaine devient ainsi un système modélisable et compatible avec la machine. Ce sont d'ailleurs ces analogies qui sous-tendent la théorie et le développement des systèmes experts de l'époque.

Une grande partie de l'ouvrage de Suchman *Plan and situated action* vise à extraire la pratique de la conception de ce carcan scientifique (voir section 1.4), notamment en intégrant l'anthropologie, l'ethnographie et plus précisément l'ethnométhodologie dans le design d'interaction humain-machine pour « explorer des alternatives radicales aux pratiques dominantes de conception des systèmes⁵⁷ ». Mais comme nous l'avons dit, à cette époque, les sciences cognitives visent tout à fait le couplage humain-machine, mais un couplage misant sur l'hypothèse d'une symétrie des interactants. Plus précisément, que la cognition et la computation sont réductibles à des opérations de manipulation de symboles. Si l'on suit ce raisonnement, l'humain et le non-humain pourraient-ils se partager sans condition des tâches identiques dès lors qu'il s'agit de traitement de l'information? Telle pourrait être une conclusion de l'analogie sans borne entre interactants humain et machinique proposé par ces sciences cognitives. Le théoricien des systèmes Jay W. Forrester s'offusquait déjà d'une telle proposition en 1971, flairant déjà que distribuer indifféremment des tâches aux deux interactants préfigurait des situations insensées :

Les ordinateurs sont souvent utilisés pour ce que l'ordinateur fait mal et l'esprit humain fait bien. En même temps, l'esprit humain est utilisé pour ce que l'esprit humain fait mal et l'ordinateur fait bien. Pire encore, des tâches impossibles sont tentées tandis que des objectifs réalisables et importants sont ignorés⁵⁸ [ma traduction].

Simondon, dans le *Mode d'existence des objets techniques*, critique bien plus finement la cybernétique et ses émanations, jusqu'à pointer du doigt cette délétère symétrie qu'il nomme « identité ».

Ce qui risque de rendre le travail de la Cybernétique partiellement inefficace comme étude inter-scientifique [...], c'est le postulat initial de l'identité des êtres vivants et des objets techniques auto-régulés⁵⁹.

C'est justement l'épistémè misant sur la symétrie humain-machine que Lucy Suchman a renversée en 1987 avec *Plans and situated action*. L'anthropologue propose d'envisager le design d'interaction humain-machine non comme un travail de conception misant sur la symétrie des deux parties, mais comme une incorporation de leur asymétrie dans le travail de conception :

⁵⁶ SUCHMAN, *op. cit.*, p. 64 : « [s]cripts are extremely numerous. There is a restaurant script, a birthday party script, a football game script, a classroom script, and so on. »

⁵⁷ *Ibid.*, p. 6 : « to explore radical alternatives to prevailing practices of system design. »

⁵⁸ Jay W. FORRESTER. « Counterintuitive Behavior of Social Systems ». In : *Technological Forecasting and Social Change* 3 (1^{er} jan. 1971), p. 1-22. En ligne : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004016257180001X> (visité le 17/06/2021), the social sciences have fallen into some mistaken "scientific" practices which compound man's natural shortcomings. Computers are often being used for what the computer does poorly and the human mind does well. At the same time the human mind is being used for what the human mind does poorly and the computer does well. Even worse, impossible tasks are attempted while achievable and important goals are ignored.

⁵⁹ SIMONDON, *op. cit.*, p. 59.

« Ma propre analyse suggère que les personnes et les artefacts ne se constituent pas de la même manière⁶⁰. » Cette proposition témoigne d'une rigueur épistémique prémunissant la théorie et la pratique de la conception contre toute analogie humain-machine invalide.

Cela débute en explicitant l'asymétrie de l'interaction humain-machine, à savoir le fait que l'humain emploie une large gamme de signes et fait preuve d'une relative adaptation à son interlocuteur, tandis que la machine se repose sur des données en entrée, des règles fixes et des réponses pré-formatées⁶¹. Suchman relève trois axes problématiques de cette asymétrie humain-machine :

1. Comment **réduire l'asymétrie** humain/machine en donnant accès à la machine aux actions de l'utilisateur et plus globalement à l'ensemble des éléments de la situation.
2. Comment **signifier** à l'utilisateur les limites de la machine concernant l'accès à son intention, son action ou encore à la situation – soit aux « ressources interactionnelles de base ».
3. Comment **compenser** ce manque d'accès à la situation par des moyens à portée de machine, c'est-à-dire par des alternatives calculatoires⁶².

Même si ces questionnements ont plus de trente-cinq ans, les algorithmes contemporains et l'apprentissage machine luttent encore avec ces traits problématiques relevés par Suchman. Il faut néanmoins retenir que la conclusion de *Plan and situated actions* recelait déjà en 1987 les premières pistes de tels travaux, j'y reviendrai (voir chapitre 5 et chapitre 7). En attendant, la production de Suchman semble être une ligne de conception claire pour le design d'interaction humain-machine. D'autant plus qu'elle assume que la recherche de situations communicationnelles passe par une collaboration étroite avec l'ingénierie qui exploite les potentialités techniques plutôt que de singer les capacités de l'humain :

En raison de l'asymétrie entre l'utilisateur et la machine, la conception d'interface est moins un projet de simulation de la communication humaine que d'alternatives techniques aux caractéristiques situées de l'interaction⁶³ [ma traduction].

J'interprète aussi ce propos de Suchman comme une injonction à considérer la machine pour ce qu'elle est, c'est-à-dire une entité hermétique à l'interprétation des signes, ou même des signaux dépassant de son cadre de captation et d'analyse. Le raffinement des interactions humain-machine repose sur ces « alternatives techniques », sur ces moyens de contourner les limitations techniques inhérentes à la machine pour réorienter son fonctionnement et l'adapter à la singularité

⁶⁰ SUCHMAN, *op. cit.*, p. 269 : « *My own analysis suggests that persons and artifacts do not constitute each other in the same way.* »

⁶¹ Ce constat date des années 1980, il faudrait le réécrire pour l'apprentissage machine.

⁶² SUCHMAN, *op. cit.*, p. 179 : « *[F]irst, the problem of how to lessen the asymmetry by extending the access of the machine to the actions and circumstances of the user; second, the problem of how to make clear to the user the limits on the machine's access to those basic interactional resources; and finally, the problem of how to find ways of compensating for the machine's lack of access to the user's situation with computationally available alternatives.* »

⁶³ *Ibid.*, p. 183 : « *Because of the asymmetry of user and machine, interface design is less a project of simulating human communication than of engineering alternatives to interaction's situated properties.* »

d'une situation. Cette approche de conception conserve en filigrane la conscience de l'asymétrie des interactants. Nous adopterons le point de vue de Suchman sur l'interaction humain-machine : elle doit être pensée selon une **approche communicationnelle** – avec tout ce que cela implique d'indicialité et d'adaptation à l'autre et au contexte. Cela a une implication : l'interaction n'est pas un simple transfert d'information mais un processus d'adaptation réciproque entre les deux parties. C'est ce que relevait J. C. R. Licklider bien avant Suchman dans son article « *The Computer as a Communication Device* » de 1968 :

Un ingénieur en communication considère la communication comme un transfert d'informations d'un point à un autre sous forme de codes et de signaux. Mais communiquer, c'est bien plus que d'envoyer et de recevoir⁶⁴ [ma traduction].

Même au sein de son concept symbiotique, Licklider semblait déjà travailler en conscience de l'asymétrie des interactants. Il envisageait un couplage misant sur une compatibilité qui ne signifie pas forcément une symétrie parfaite des interactants :

Dans le partenariat symbiotique envisagé, les hommes fixeront les objectifs, formuleront les hypothèses, détermineront les critères et effectueront les évaluations. Les machines informatiques effectueront le travail de routine qui prépare le terrain aux idées et aux décisions de la pensée technique et scientifique. Des analyses préliminaires indiquent que le partenariat symbiotique mènera à bien les opérations intellectuelles plus efficacement que l'homme seul⁶⁵ [ma traduction].

La conception d'un tel couplage repose donc sur l'identification d'un « juste » partage des tâches (ou des fragments d'une même tâche) entre l'humain et la machine. Reconnaître l'asymétrie humain/machine revient à identifier les caractéristiques intrinsèques des deux actants, ce que fait Licklider dans « *Man-computer symbiosis* » avec un vocabulaire étonnamment technique : « Les hommes sont flexibles, capables de “se programmer eux-mêmes de manière contingente” à la réception de nouvelles informations. Les machines informatiques sont déterminées, contraintes par leur “pré-programmation⁶⁶” ». Dans le même article, Licklider évalue au jugé les tâches potentiellement automatisables (*routinizable*) au sein de son activité cognitive quotidienne :

Tout au long de la période que j'ai examinée, en résumé, mon temps de « réflexion » a été principalement consacré à des activités triviales ou mécaniques : rechercher, calculer, tracer, transformer, déterminer les conséquences logiques ou dynamiques d'un ensemble de suppositions ou d'hypothèses, préparer le terrain pour une décision ou une idée⁶⁷ [ma traduction].

⁶⁴ Joseph C. R. LICKLIDER et Richard W. TAYLOR. « The Computer as a Communication Device ». In : *Science and Technology* (avr. 1968), p. 21 : « A communications engineer thinks of communicating as transferring information from one point to another in codes and signals. But to communicate is more than to send and to receive. »

⁶⁵ LICKLIDER, *op. cit.*, p. 4 : « In the anticipated symbiotic partnership, men will set the goals, formulate the hypotheses, determine the criteria, and perform the evaluations. Computing machines will do the routinizable work that must be done to prepare the way for insights and decisions in technical and scientific thinking. Preliminary analyses indicate that the symbiotic partnership will perform intellectual operations much more effectively than man alone can perform them. »

⁶⁶ *Ibid.*, p. 6 : « Men are flexible, capable of “programming themselves contingently” on the basis of newly received information. Computing machines are single-minded, constrained by their “pre-programming”. »

⁶⁷ *Ibid.*, p. 6 : « Throughout the period I examined, in short, my “thinking” time was devoted mainly to activities that

Licklider remarque qu'une grande partie de son activité cognitive quotidienne relève d'une pensée relativement « technique » et théoriquement déléguable à la machine, avec des performances et résultats sûrement bien meilleurs. Il liste ainsi des fonctions qu'on relie usuellement à la computation et qui frayent avec le domaine des mathématiques. Remarquons qu'à ce stade, son raisonnement d'ingénieur se focalise sur la nature des tâches et sur leur « externalisabilité », sans se soucier de la souhaitabilité de cette externalisation – n'a-t-il que listé des tâches fastidieuses et chronophages dans le cours de sa journée ? Ou est-ce que certaines d'entre-elles lui procurent un plaisir dans le cours de leur réalisation ? Cela recoupe notre brève socio-histoire des automates de début de chapitre. En revanche, sa caractérisation des tâches peut tout à fait recouper des potentiels de l'algorithme et donc mener à l'identification de ce que l'algorithme peut prendre en charge dans la définition du couplage. Nous y venons dans la section suivante. Beaucoup de choses ont été dites dans cette réflexion épistémique et épistémologique autour de l'interaction humain machine. D'abord qu'il est préférable d'éliminer la logique maître/esclave pour caractériser le rapport de l'humain à la technique. Le clivage est moins fertile que le couplage : terme que nous retiendrons pour son abstention de métaphore biologique, pour son évidente mise en relation de l'humain et de la machine, et enfin pour la liberté qu'il laisse au design de concevoir un mode de relation adapté à l'utilisateur et au contexte de l'interaction. Nous avons vu ensuite que le couplage est un concept qui varie selon les épistémès. Suchman nous a décrit comment le couplage était interprété dans les sciences cognitives et informatiques de son époque, c'est-à-dire au prisme du computationnalisme. En résulte une comparaison à l'identique de l'esprit humain et de l'ordinateur, deux systèmes de traitement de l'information potentiellement interopérables. Or ce paradigme pose un problème pour le design d'interaction : la symétrie présupposée des interactants échoue à produire des propositions fonctionnelles au-delà du « système expert » – logiciel qui duplique les processus cognitifs humains. La contre-proposition de Suchman vise à intégrer l'asymétrie humain-machine dans le processus de conception, comme le pressentaient avant elle des pionniers de l'informatique tels que Licklider ou Engelbart. Même si elle ne prétend pas bâtir une nouvelle épistémè, Suchman modère fortement l'assise des sciences cognitives dans le domaine de la conception de dispositifs interactifs : son apport d'ethnométhologie et d'ethnographie (au sens large) préfigure une méthodologie d'enquête et de conception, mais reconfigure aussi des savoirs dans une expression qui a perduré jusqu'à nos jours en design.

were essentially clerical or mechanical : searching, calculating, plotting, transforming, determining the logical or dynamic consequences of a set of assumptions or hypotheses, preparing the way for a decision or an insight. »

3.3 L'algorithme au prisme du design

3.3.1 Positionnement par rapport à l'algorithme

En croisant notre histoire des automates et algorithmes à notre réflexion épistémologique, nous pouvons esquisser un positionnement de cette recherche-projet au regard de l'interaction humain-machine. Il nous reste à montrer que nos conclusions sur les algorithmes et nos prises de positions épistémiques sont intimement liées à la pratique de conception. Ces débats en amont de la conception détermineront en partie notre éthique de travail sur les phases d'enquête (Chapitre 4 & 5) et de prototypage (Chapitre 6). Je précise que si nous raisonnons ici en « circuit fermé », les phases d'enquêtes viendront préciser et situer ces réflexions.

En premier lieu, la socio-histoire de l'automate nous a montré le fort impact de ce mode technique sur le travail humain. Derrière le développement des automates, on comprend que des aspirations diverses sont mêlées : depuis la volonté d'améliorer une performance humaine jusqu'à l'option radicale de substituer la machine à l'humain. Les motifs pour automatiser une tâche sont nombreux et dépendent du domaine d'application : l'efficacité est un invariant, la libération d'une contrainte est une évidence, la créativité est sporadiquement avancée.

Ces traits caractéristiques de l'automatisation nous intéressent au plus haut point puisque le service iQspot intègre d'innombrables algorithmes automatisant le traitement de l'information. Mon quotidien consiste à appréhender ces « informatiques » relatives à la gestion des données énergétiques des bâtiments pour les rendre intelligibles et manipulables pour un utilisateur. Mon intérêt est de comprendre l'objectif de cette automatisation, les étapes menant à l'automatisation, son bien-fondé selon une balance de bénéfices fonctionnels et de risques de « prolétarianisation » – soit ses conséquences sur l'utilisateur. C'est donc un positionnement global de l'équipe de conception face à l'automatisation qu'il s'agit d'acter.

D'après les récits précédents, le principe général de l'automatisation d'une activité repose d'abord sur la **fragmentation des compétences** constituant ensemble un métier. Cela est valable pour l'ouvrier dans une activité industrielle et le reste pour un travailleur du secteur tertiaire. D'après le récit de Barbara Garson sur la conception d'un « système expert⁶⁸ », l'ingénieur en cognitique identifie les différentes activités cognitives de l'expert – perception, mémorisation, prise de décision, résolution de problème, etc. – et délimite des « règles » et « procédures » constituant son mode de raisonnement. Ces règles et procédures subissent ensuite une **modélisation informatique**, l'objectif étant que ces instructions soient si bien définies que leur déroulement puisse s'effectuer de façon successive et systématique, et ainsi résoudre un problème qui incombait jadis à l'expert.

⁶⁸ GARSON, *op. cit.*

La démarche de conception de l'équipe de iQspot diverge heureusement du système expert. Sur la forme, notre travail de conception ne se revendique pas des sciences cognitives. Si des « méthodes » s'en rapprochent, la ressemblance est fortuite : elles sont les fruits d'une construction empirique ou de réflexes antérieurs de conception de services numériques. L'approche du design de cette problématique d'automatisation s'oriente vers l'explicitation des pratiques des administrateurs de bâtiment pour leur proposer des usages pertinents d'une solution logicielle (voir chapitre 5). Sur le fond, notre objectif n'est pas de « cloner » les compétences d'un spécialiste dans un logiciel. Cette analogie du clonage n'est d'ailleurs pas la bonne, ni dans l'explicitation d'une démarche de conception, ni dans l'argumentaire généralement opposé à l' « intelligence artificielle ». Le linguiste François Rastier éclaircissait justement cette confusion dès 1985 :

Il ne s'agit pas pour l'I.A. de dupliquer les processus de l'intellect humain, mais de simuler ses résultats au moyen de processus explicites (et en cela non comparables avec les procédures, à peu près inconnues, du cerveau)(c'est l'auteur qui souligne)⁶⁹.

Nicholas Carr, trente ans plus tard, ne le dit pas autrement : « [L]a reproduction des résultats de la pensée n'est pas penser⁷⁰. » Car en effet, au contraire d'une machine imitant les compétences humaines, il s'agit de proposer des fonctionnalités étayant des compétences humaines déjà opérantes et d'en permettre de nouvelles par un support algorithmique. Pour cela, nous sondons les potentiels de l'algorithme pour voir quelle utilité fonctionnelle ces derniers peuvent avoir dans le quotidien des gestionnaires immobiliers. Ce n'est donc pas tant une *intelligence artificielle* qu'il faut concevoir mais une *intelligence auxiliaire* ou *complémentaire* à l'intelligence humaine.

L'histoire technique et sociale de l'automate nous donne déjà quelques indices sur la façon de procéder pour ne pas céder au flou épistémique, soit dans une conception ontologique de l'IA, soit dans la pure éviction du travailleur du dispositif. En résumé, nous prendrons en considération dans le design de la fonctionnalité d'alertes énergétiques :

- **Le rapport du professionnel à son travail.** Il s'agit d'élucider de nombreuses questions concernant les pratiques des administrateurs de bâtiments, afin d'une part de sauvegarder les tâches sur lesquelles l'humain est efficace et/ou se sent efficace; d'autre part de cerner les tâches non prises en charge par l'humain malgré un sentiment de nécessité. Quelles spécificités de l'humain permettent un travail pertinent sur cette tâche? Quelles autres tâches sont difficiles à réaliser, impossibles à traiter ou fastidieuses à traiter pour l'humain? Pour quel motif (question de capacité par rapport à la tâche, redondance de la tâche, tâche chronophage) (voir chapitre 5)?
- **Le potentiel de l'algorithme dans le travail du professionnel.** L'algorithme étant une suite d'instructions exécutables de façon systématique et reproductible, ses limites sont

⁶⁹ François RASTIER. « Débat Sur Les Limites de l'intelligence Artificielle ». In : *Actes Sémiotiques* VIII.36 (déc. 1985), p. 51-57, p. 54.

⁷⁰ CARR, *op. cit.*, p. 120 : « *But the replication of the outputs of thinking is not thinking.* »

celles des machines (ordinateurs, serveurs) qui le supportent, mais aussi les limites théoriques propres aux connaissances actuelles. Au vu des puissances de calcul disponibles, la limitation technique n'est pas un obstacle à la bonne exécution d'un algorithme tant que la performance technique de ces calculs est optimisée par les responsables techniques. Il peut donc virtuellement opérer sur un grand nombre de données, sur des formats de données divers, sur une courte ou longue durée, et ce, à la fréquence requise pour offrir une fonctionnalité pertinente. Restent les limites théoriques, tenant tant aux savoirs accumulés sur le sujet qu'à l'ingéniosité des concepteurs pour cibler les utilités fonctionnelles potentielles de l'algorithme. Quelles tâches sont propices à l'application d'une logique algorithmique? Sur quels points l'algorithme est-il particulièrement performant? Et quel support apporte-t-il au travail de l'utilisateur?

En résumé, notre positionnement quant à l'introduction d'algorithmes dans les pratiques des utilisateurs est associé à un impératif de préservation des compétences des utilisateurs et à une volonté de leur apporter un supplément de capacité *via* le potentiel fonctionnel du dispositif. De façon plus imagée, il s'agit de combler les cellules vides dans la grille des savoir-faire d'un utilisateur, non de s'appropriier les cases pleines. Ce positionnement de l'équipe de conception est aussi un gage d'acceptabilité de la solution : si l'on se réfère aux entretiens avec des administrateurs de parc immobiliers, leur position active dans la gestion du parc, la compréhension du métabolisme du bâtiment (comportement des équipements, usages effectifs des locataires) et l'exercice de leurs compétences sont des points qu'ils veulent conserver malgré les surcouches techniques appuyant leur travail (voir chapitre 5).

3.3.2 Potentiel fonctionnel de l'algorithme

Pour intégrer pleinement l'algorithme dans le processus de design et définir son rôle dans le dispositif, encore faut-il connaître les fonctions spécifiques qu'il peut assurer dans un système. Nous parlerons de computation pour désigner la capacité intrinsèque des algorithmes. Emprunté à l'anglais, le terme de « computation » a l'avantage de regrouper les fonctions essentielles de l'algorithme dans ses trois acceptions. En effet, « computation » vient du latin *computatio* qui signifie alternativement le calcul, le compte, ou la supputation. L'étymologie est parlante, ses trois sens dévoilant son triple dessein d'opération, de rétention et de prédiction que je peux traduire ainsi dans un langage plus pragmatique :

- **Puissance de calcul.** La vitesse et fiabilité de traitement de l'information des techniques contemporaines permettent aux algorithmes de s'exécuter en des temps infimes dans le référentiel humain. Les algorithmes peuvent donc prendre en charge des calculs complexes et/ou fastidieux voire impossibles pour l'humain. Qu'ils soient exécutés en amont de leur appel ou en temps réel dans le flux de l'expérience de l'utilisateur, ces calculs com-

plexes sont omniprésents dans les dispositifs numériques, et particulièrement dans l'application iQspot : ils peuvent consister en un calcul basique d'une moyenne de consommation mais aussi en un algorithme complexe permettant d'effectuer des prédictions de consommation selon un calcul multifactoriel.

- **Capacité de stockage.** Des prémices de l'écriture jusqu'au stockage numérique de pointe, l'emploi d'une mémoire externe à notre cerveau est un des principaux recours humains à la technique. Il y a en effet un principe commun entre un pense-bête sur un bloc-note et l'inscription de gigaoctets dans un *data center* : l'extériorisation d'une information que nous ne pouvons retenir par nous-mêmes dans une situation donnée. Le rôle du stockage est primordial dans l'application iQspot qui enregistre de grandes quantités de données énergétiques, à courte fréquence et sur de longues périodes. Plus un bâtiment possède d'antériorité de données, mieux un algorithme d'apprentissage modélisera son métabolisme. Avec ce type d'algorithme, les quantités de données stockées sont aussi importantes que la puissance de calcul nécessaire à les traiter.
- **Faculté de prédiction.** Les algorithmes sont souvent mobilisés dans le but de prédire un phénomène (physique ou social) ou un comportement humain. En ce qui nous concerne, il permet de prédire un comportement énergétique d'un bâtiment en fonction de divers facteurs (occupation des locaux, type d'activité, température extérieure, temporalité, etc.). Ce potentiel est permis par la convergence de la capacité de stockage et de la puissance de calcul : des opérations complexes interviennent sur des sommes de données pour prédire des situations passées depuis un historique archivé. Cette pratique reste un exercice périlleux : l'épidémie de Covid19 a par exemple faussé les normes de consommations énergétiques des bâtiments, beaucoup plus faible en période de confinement. Hormis ce type de situation, la gestion énergétique des bâtiments conserve de nombreux invariants permettant l'emploi d'algorithmes statistiques ou d'apprentissage.

Devant ce panel des capacités de l'algorithme, on devine sur quels types de tâches il peut venir en support de l'humain. Il est évident qu'aucun utilisateur ne peut gérer ni exploiter une dizaine d'années de données brutes de consommations énergétiques, calculer des indicateurs de performance énergétique complexes ou encore savoir quelle quantité d'énergie aura été dépensée à la fin du mois. Seule une prothèse technique permet d'achever ces prouesses mathématiques ou statistiques. Mais les frictions quotidiennes des utilisateurs sont rarement explicitées comme un manque de mémoire, une incapacité à calculer le complexe ou à prédire l'avenir. Ce que je veux dire, c'est que les trois composantes prises en charge par la computation algorithmique ne sont pas des rustines à apposer sur l'incomplétude de l'expérience humaine : les situations problématiques énoncées par les utilisateurs sont bien plus complexes (voir chapitre 5).

Pour anticiper sur la suite de l'enquête, je pose l'hypothèse que l'algorithme doit intervenir lorsque la « compétence » de l'humain est en défaut, ou que cette compétence ne mène pas effective-

ment à la « performance », par manque de volonté ou pour cause de conditions non-favorables à l'actualisation de cette compétence. Ces situations se retrouvent aisément dans les pratiques des gestionnaires immobiliers et dans leurs usages des premières versions du dispositif iQspot. Les blocages dans l'utilisation du dispositif peuvent donc être liés à une impression de non-compétence ou au sentiment d'une performance impossible :

- **Sur la non-compétence** : un gestionnaire dit « compétent » dans sa pratique de gestion peut se penser « incompetent » dans son interaction avec un logiciel de gestion énergétique, dans son usage d'iQspot. Expliquons par l'exemple : des gestionnaires à l'aise avec des représentations tabulaires peuvent être troublés par la mise en graphe et l'interactivité des données présentées à l'écran. Certains utilisateurs souhaitant lire les courbes de charge de leur bâtiment pour adapter la puissance souscrite de leur abonnement ont des difficultés à interpréter les graphiques (connaître les pics de puissance de son bâtiment permet d'en adapter l'abonnement d'électricité). L'utilisateur euphémise cette situation en entretien par ce type de déclaration : « Ce n'est pas évident de trouver ça sur les dernières courbes⁷¹. »
- **Sur l'impossible performance** : parfois la compétence ne peut s'actualiser, lorsque le contexte de travail est défavorable et que la volonté du gestionnaire est mise à mal. Nous verrons dans les entretiens avec les utilisateurs (Chapitre 5) que le contexte d'exercice de la gestion immobilière possède de nombreuses contraintes (temps, budget, hiérarchie des priorités) et que les compétences réelles des gestionnaires n'ont pas toujours à voir avec la possibilité de « performer » une gestion énergétique qualitative.

Pallier par la computation les compétences et performances humaines en défaut, voilà une façon pragmatique de présenter le design numérique. Il est vrai, les designers et ingénieurs que nous sommes s'essaient à soutenir la cognition et l'action humaine avec des moyens techniques et plus particulièrement algorithmiques. Rappelons avec Landowski que « les choses elles-mêmes, et d'une manière générale les non-sujets, ont aussi des aptitudes, une "compétence", au sens de faculté de faire⁷² ». C'est cette faculté de faire artificielle qu'il nous faut mobiliser pour remédier aux impasses humaines du pouvoir faire et du devoir faire (entre autres modalités).

Pour soutenir l'action (et la cognition) de l'utilisateur, il faudra alors compter sur les différentes configurations des « compétences » de l'algorithme évoquées ci-dessus, c'est-à-dire sur leurs facultés de calculer, de stocker et de prédire. Cela peut se traduire par la production d'informations supplémentaires pour l'utilisateur, ou encore par la proposition de prédictions quant aux conséquences des paramètres modulés par ce dernier. Mais la réponse aux non-compétences et non-performances de l'utilisateur ne sont pas forcément techniques : elles peuvent également relever de défauts sémantiques du dispositif. Ce qui revient à repenser non pas la quantité d'in-

⁷¹ Entretien 3 sur la gestion énergétique – juillet 2019.

⁷² LANDOWSKI, *op. cit.*, p. 22.

formations mais leur qualité et leur expression pour les adapter aux références des utilisateurs et à leur contexte de travail – nous sommes encore au stade des hypothèses mais il y a fort à parier que notre design mobilise tant la fonction que la signification du dispositif.

Bien entendu le recours aux algorithmes ne doit pas constituer une rustine à toute problématique humaine. C'est pourquoi nous allons expliquer et démystifier ces entités techniques pour rendre compte de leur juste potentiel.

3.3.3 Trois mythes algorithmiques : processus, produits et implications

Comme de nombreuses techniques à leur genèse, le développement des algorithmes est flouté d'idées reçues quant à leur fonctionnement, leurs productions et la confiance qu'on peut leur accorder. Quelle que soit l'origine de ces biais de représentation dans l'imaginaire collectif, il est important de les désamorcer pour ne pas sombrer dans un ingénu solutionnisme technologique⁷³. Aussi, évacuer ces raccourcis et approximations permet d'adopter un positionnement sain du design face à l'algorithme – des précisions techniques, méthodologiques et épistémologiques seront apportées lors d'un travail de veille ultérieur (voir chapitre 4).

Le premier mythe touche au **processus** algorithmique qui transforme des données brutes et peu exploitables en une connaissance appropriable par les groupes humains : un processus trop souvent inexplicé ou enveloppé d'une brume magique et marketing – les algorithmes étant souvent taxés d'« intelligence artificielle » (IA). En effet, la mystique contemporaine autour de l'apprentissage machine (*machine learning*) laisse penser que nos ordinateurs se démènent seuls face à la complexité, dans une pleine autonomie machinique. En réalité, les prouesses de l'IA reposent d'une part sur une sélection des modèles algorithmiques potentiellement performants sur une problématique donnée, d'autre part sur un travail fastidieux de qualification et de vérification des données, soit un travail encore et toujours opéré par l'humain. C'est-à-dire qu'un algorithme ne devient pas pertinent de par son exécution en circuit fermé. Il a besoin soit de données caractérisées par l'humain, soit d'un *feedback* humain participant à son amélioration, soit des deux. Dans une hyperbole notoire, Jason Tanz du magazine Wired déclarait en 2017 : « Avec le *machine learning*, les développeurs ne programment pas les ordinateurs. Ils les entraînent⁷⁴ ». En effet, divers services font de nous des « entraîneurs » d'algorithmes, volontairement ou à notre insu⁷⁵. Pour prendre un exemple concret, un des algorithmes de la solution iQspot explore les données de consommation des bâtiments d'un parc immobilier dans le but d'y détecter des *patterns* anormaux traduisant potentiellement des surconsommations énergétiques – on parle de détection d'anomalies. Les résultats de cet algorithme non-supervisé doivent ensuite être mo-

⁷³ Evgeny MOROZOV. *To Save Everything, Click Here : Technology, Solutionism, and the Urge to Fix Problems That Don't Exist*. Londres : Penguin, 2014.

⁷⁴ Jason TANZ. *Soon We Won't Program Computers. We'll Train Them Like Dogs*. WIRED. 17 mai 2016. En ligne : <https://www.wired.com/2016/05/the-end-of-code/>, « With machine learning, programmers don't encode computers with instructions. They train them. »

⁷⁵ Antonio A CASILLI. *En attendant les robots. Enquête sur le travail du clic*. Paris : Editions Seuil, 2019.

dérés, ou plus précisément labélisés par l'humain, déterminant ainsi si les résultats sont pertinents ou non. Ces résultats labélisés constitueront à leur tour un jeu de données raffinées, réexploitables pour un nouveau cycle de calcul. En résumé, le travail humain montre la voie aux algorithmes apprenants : ils requièrent de bons « enseignants » sachant s'adapter à leur mode d'apprentissage. Et ce travail de sélection de données fiables et représentatives du phénomène à modéliser peut être mené conjointement entre designers et ingénieurs informatiques, afin que le développement de la technique se fonde sur des usages et pratiques effectivement transformables en données.

Un autre biais concerne les **productions** de ces algorithmes. On observe que leur autorité technique engendre un nouveau « régime de vérité numérique », garanti par « l'objectivité absolue⁷⁶ » de l'informatique. Trop souvent en effet, un certain recul nous manque à la découverte des résultats des machines, et leurs concepteurs comme leurs utilisateurs parient sans retenue sur la performance et la fiabilité de ces implacables calculateurs. Malheureusement, ces derniers peuvent se voir implémenter des biais en de nombreux « endroits » : dans leurs instructions initiales ou dans le code des bibliothèques (*libraries*) auxquelles ils font appel; dans les données d'entraînement en entrée ou dans la façon dont elles sont formatées avant analyse (*features*); dans leurs modalités de restitution *via* une variation de design impromptue, etc. Lors de l'utilisation de ces informations biaisées, le risque est que le « calculé » soit confondu avec le « réel », et que l'utilisateur y apporte un crédit démesuré. L'informaticien David Gelernter nous prévenait dès 1991 en ces termes : « Vous regarderez l'écran de votre ordinateur et vous observerez la réalité⁷⁷ ». L'exemple de labélisation des résultats donné précédemment ou d'autres mécaniques de *feedback* visent justement à corriger l'écart entre simulation et réalité pour approximer au mieux le phénomène donné. Le design de cette médiation humaine entre l'algorithme qui vient d'être exécuté et l'algorithme qui va réemployer ces données est un élément clé du fonctionnement global des dispositifs algorithmiques traitant des données massives.

Enfin, comme la donnée n'est pas le donné, il faut conserver un recul critique dans l'**interprétation** des résultats algorithmiques. Dans *The Glass Cage*⁷⁸, Nicholas Carr souligne le caractère suffisant de l'analyse algorithmique (*automation complacency*) et le biais cognitif qu'elle représente (*automation bias*). En croisant études de cas et articles scientifiques, Nicholas Carr décrit le biais de l'automatisation comme la propension d'un utilisateur à favoriser les propositions d'un algorithme au détriment de toute autre source contradictoire, censurant jusqu'à sa propre intuition. Carr le résume en ces termes : « Nous attribuons aux données un degré de vérité qu'elles ne méritent pas⁷⁹ ». Cela influe plus généralement sur la capacité de prise de décision de l'utilisateur

⁷⁶ Antoinette ROUVROY et Thomas BERNS. « Gouvernamentalité algorithmique et perspectives d'émancipation ». In : *Rezeaux* n° 177.1 (2 mai 2013), p. 163-196. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-rezeaux-2013-1-page-163.htm> (visité le 01/02/2021).

⁷⁷ David GELERNTER. *Mirror Worlds or the Day Software Puts of the Universe in a Shoebox : How It Will Happen and What It Will Mean*. New York : Oxford University Press, 1992, p. 1.

⁷⁸ CARR, *op. cit.*

⁷⁹ *Ibid.*, p. 107 : « We will attribute a degree of truth to the data which it does not deserve. »

et l'amène à favoriser systématiquement les propositions algorithmiques au détriment d'une réflexion personnelle. Rappelons que la computation algorithmique ne fait qu'analyser un jeu de données en fonction d'instructions ou d'exemples antérieurs. Elle est réceptive à la mesure mais hermétique au sens, et il faut rappeler que ce qui est affiché à l'écran est un pur produit du calcul nécessitant une interprétation humaine. Reprenons l'exemple du dispositif iQspot : l'application repose sur une numérisation de phénomènes physiques qui permet un suivi en temps réel des consommations énergétiques d'un bâtiment par la visualisation sur écran des flux énergétiques – autrement intangibles. Des courbes mettent en forme les données, et ces *patterns* représentent le métabolisme d'un bâtiment. Ces graphiques permettent de repérer, à l'œil nu ou grâce à l'assistance d'algorithmes, d'éventuels pics de consommation. Mais que signifie ce pic de consommation ? Est-ce un motif *anomal* (irrégulier mais potentiellement normal par rapport aux événements en cours dans le bâtiment, comme des travaux) ou *anormal* (différent de ce qu'on attend de la consommation d'un bâtiment à cet instant) ? Le pic enregistré est-il seulement « réel » ou relève-t-il d'un défaut de mesure matériel ? Ou d'une erreur de calcul d'un programme tiers ? L'algorithme, malgré la prescience qu'on lui prête, ne peut y répondre. Seule l'interprétation humaine peut recréer du sens depuis ces résultats, en évitant les écueils énoncés. Initier et aiguiller l'utilisateur à cette interprétation constitue déjà une piste d'ajustement humain-algorithme.

En résumé, ces trois biais dans notre rapport aux algorithmes opèrent sur différents plans. Le premier questionne le processus de traitement des données et rend compte des espoirs parfois démesurés placés dans les algorithmes d'apprentissage automatique. Nous verrons par la suite que la conception de tels algorithmes demande une rigueur méthodologique et un travail sur le long terme pour obtenir des résultats probants. Le second questionne les résultats de la machine : ce qui apparaît effectivement à l'écran. S'il devient évident au fil de la lecture de cette thèse que le rôle du designer consiste à rendre intelligible les productions algorithmiques, son travail de médiation doit aussi les situer dans leur cadre de production, en explicitant leurs limites depuis leur logique de fonctionnement. Enfin, le dernier biais interroge notre rapport aux résultats des algorithmes et notre accoutumance à ces recommandations, suggestions, prédictions, etc. qui nous plongent dans la passivité cognitive au risque d'une érosion des compétences et d'une mésinterprétation de la simulation numérique. L'automatisme se confond avec l'autonomie lorsque les algorithmes sont habillés de considérations ontologiques par leurs interactants. Cette illusion occulte leurs constantes de fonctionnement. Soulignons que l'algorithme – produit du design et de l'ingénierie – doit être défini, activé et alimenté (en énergie comme en données), et que ces caractéristiques doivent être éclairées. Ce qui est en jeu dans la façon dont l'algorithme est conçu mais aussi présenté aux utilisateurs, c'est la constitution au sein du groupe humain destinataire de réflexes cognitifs s'agencant « avec justesse » à l'automate, soit un référentiel d'interaction qui conscientise les potentiels et limites de l'algorithme – on pourrait anticiper et parler d'une « culture technique » autour de ces algorithmes.

3.4 [Complément] L'humain dans la machine : entre science et fiction

Après la description des algorithmes, le questionnement sur l'épistémologie et la méthodologie de leur design, je me permets un aparté plus léger qui donne matière à réflexion à ces trois précédents points. Il consiste à approcher par l'histoire et la littérature notre objet en repartant de l'origine cybernétique de l'informatique et des extrapolations que la fiction s'est permise à ce sujet. Ce qui nous intéresse particulièrement, c'est la façon dont cette littérature a scénarisé la relation de l'humain aux algorithmes en grossissant la prégnance des ordinateurs dans l'activité humaine. Pour ce faire, nous mettrons en phase les thèses cybernétiques et leurs développements littéraires en montrant que, lorsque la science construit ses objets, la science-fiction sonde leurs implications individuelles, collectives et sociétales. Les deux nouvelles choisies, *L'homme variable* (*The Variable Man*) de Philip K. Dick et *Échec et mat à mort* (*Fool's Mate*) de Robert Sheckley, questionnent le rapport de l'humain et des systèmes techniques constitutifs de son milieu. Ce détour remonte aux explorations préliminaires de cette thèse, lors desquelles j'ai étudié les théories cybernétiques originelles avec l'intuition que cette science de la régulation et du contrôle pouvait alimenter les pratiques de conception. Or j'ai découvert que c'était moins la volonté de contrôle que de la gestion de l'incertitude qui pouvait être inspirante, notamment dans la conception de mécanismes de *feedback* qui peut intéresser le design – le *feedback* nous sera utile en phase de prototypage (voir chapitre 6).

Ce n'est certainement pas un hasard si les deux nouvelles de science-fiction dont nous allons parler furent publiées en 1953, année de la dernière des neufs conférences Macy, appelées rétrospectivement *Cybernetics conferences*. Entre 1946 et 1953, à New-York, de grands noms de la cybernétique, des sciences de l'information, des sciences cognitives, de l'anthropologie ou encore de la psychologie se réunirent à intervalle régulier pour étayer leurs disciplines naissantes respectives. Le *casting* interdisciplinaire ne nous est pas inconnu : Warren McCulloch, Arturo Rosenblueth, Norbert Wiener, Julian Bigelow, Margaret Mead, Gregory Bateson, Claude Shannon (septième rencontre) ou encore William R. Ashby. Ce dernier nous intéresse particulièrement puisqu'il avait proposé, lors de la neuvième rencontre (mars 1952), une réflexion sur l'automate joueur d'échecs. Son allocution débutait ainsi : « Je voudrais aborder la question de savoir si un joueur d'échecs mécanique peut surpasser son concepteur⁸⁰. » Ce sujet, opposant le concepteur et sa machine, a probablement inspiré Robert Sheckley dans son écriture de fiction.

***Fool's Mate* de Robert Sheckley** relate un conflit futur entre Terriens et extraterrestres dans lequel les deux armadas spatiales se font face sans jamais entamer les hostilités. Cette « non-guerre » de positions dure depuis près d'un an car les actions des deux camps dépendent de leurs CPC : des « calculateurs de probabilités de configuration⁸¹ » qui déterminent comment po-

⁸⁰ Claude PIAS. *Cybernetics : The Macy Conferences 1946-1953 : The Complete Transactions*. Zurich, Berlin : Diaphanes, 2016, p. 65 : « *The question I want to discuss is whether a mechanical chess player can outplay its designer.* »

⁸¹ Robert SHECKLEY. *Douces Illusions*. Paris : Calmann-Lévy, 1978.

sitionner la flotte, et quand frapper. Autrement dit, le rôle des humains à bord est secondaire ; tout dépend en réalité de joueurs d'échecs virtuels s'opposant « sur l'immense échiquier intemporel de l'espace ». Les commandants de bord et leurs hommes, cloîtrés dans les carcasses métalliques de leurs vaisseaux, contemplant une représentation graphique du conflit sur l'interface lumineuse, et ne peuvent qu'attendre que les machines — ou plutôt les « joueurs » — leur fassent signe. En attendant, la flotte dérive dans l'espace, les équipages se languissent d'un réel conflit et les pathologies mentales se multiplient. Selon les CPC, sans une erreur de la part de l'ennemi, l'escadrille humaine sera désintégrée.

Robert Sheckley écrit à une époque où le transistor est en passe de remplacer le tube électronique, décuplant ainsi la puissance de calcul des ordinateurs et par conséquent les tâches déléguables à la machine. De l'extrapolation de cette tendance technologique, il imagine un futur où l'humain se verrait volontiers confier aux supercalculateurs la gestion de situations extrêmement complexes et risquées, en l'occurrence l'élaboration d'une stratégie de guerre. Les dispositifs d'aide à la décision de ce type, basés sur le traitement massif de données, n'ont plus rien de futuriste aujourd'hui. Leurs applications les plus courantes se retrouvent dans les transports, avec des systèmes de guidage et d'aide au pilotage, quand on ne parle pas de véhicules entièrement autonomes. Les plus spectaculaires usages sont peut-être en médecine : DeepMind de Google prédit des insuffisances rénales aiguës⁸², Watson Health de IBM⁸³ scanne le dossier médical d'un patient atteint de cancer (et des milliers de cas analogues) et hiérarchise les traitements pour les proposer à l'oncologue⁸⁴.

Mais la justesse de la prospective de Sheckley nous intéresse moins que les modes d'interactions entre les humains et le « calculateurs de probabilités de configuration » qu'il délaye subtilement. On remarque à la lecture de *Fool's Mate* que les passages décrivant le « raisonnement » algorithmique des CPC sont nettement isolés des dialogues entre protagonistes humains : par la ponctuation, car les paragraphes sont distincts ; par le ton employé, le narrateur-algorithme semble froid et résigné tandis que les humains s'écharpent avec passion ; par la quantité d'informations connue, les calculateurs connaissent déjà l'issue du combat pendant que les humains tentent de déjouer le funeste verdict des machines. Ces distinctions renforcent l'unilatéralité de la relation entre le calculateur et le commandant de bord qui ne peut qu'acquiescer aux injonctions de manœuvres ou d'attaque – en l'occurrence de « non-attaque ». Devant la complexité de la situation, l'intellect humain est impuissant et doit s'en remettre aux machines. Ces supercalculateurs analysent ce que les équipages ne peuvent appréhender. Ils « raisonnent » à une échelle macroscopique, intègrent d'innombrables facteurs, anticipent les actions. Le discernement humain et la subjectivité s'efface devant le régime de vérité numérique. Ironiquement, si

⁸² Matt REYNOLDS. *DeepMind's New AI Predicts Kidney Injury Two Days before It Happens*. WIRED. 31 juil. 2019. En ligne : <https://www.wired.co.uk/article/deepmind-streams-ai-algorithm-kidney-injury>.

⁸³ Watson Health a finalement été revendu pour un milliard de dollars en janvier 2022 par IBM : certains analystes expliquent que Watson Health ne pouvait pas tenir les promesses marketing avancées.

⁸⁴ *Cancer Research and Treatment*. IBM.com. 23 déc. 2020. En ligne : <https://www.ibm.com/watson-health/solutions/cancer-research-treatment> (visité le 02/02/2021).

l'emprise de l'humain sur le calculateur est nulle, celle du calculateur sur l'humain est totale : le supercalculateur a pour fonction de *faire voir* certes (via son interface), mais surtout de *faire faire* (des instructions péremptoires sont délivrées aux humains). Qui incarne alors le rôle thématique d'automate? L'algorithme ou l'humain guidé?

Si la solution technologique utilisée dans cette nouvelle avait pour but d'aider l'humain à agir, à prendre la bonne décision, la réalité est toute autre : les conseils des CPC plongent les équipages dans une torpeur physique et mentale, extrapolation du biais de l'automatisation (*automation bias*) relaté par Nicholas Carr. Dans la réalité comme dans la fiction, le dispositif technologique court-circuite l'intentionnalité humaine. Une discussion entre deux membres de l'équipage résume le mode de fonctionnement de leurs supercalculateurs, une discussion pourrait tout à fait cibler les IA contemporaines :

- Considérez l'univers tel que les CPC le perçoivent : un monde fait de causalité, un monde logique, cohérent, dans lequel tout effet a une cause et où chaque facteur peut être immédiatement isolé. Mais ceci est un tableau faussé. Il n'existe pas une explication pour tout dans la réalité. Votre CPC a été construit pour percevoir un univers très spécifique et extrapoler à partir de ces données.
- Alors, que feriez-vous donc? insista Margraves.
- Je m'empresserais de détraquer la belle mécanique de ce monde. J'y introduirais l'incertitude et y ajouterais un facteur humain impossible à prévoir pour une machine.

Car telle est la solution trouvée par un membre de l'équipage : ordonner à la flotte un mouvement incohérent pour la rationalité algorithmique adverse afin de provoquer une dysfonction dans le processus de calcul. Et cela ne peut se faire qu'en débranchant le calculateur, en s'émancipant des prédictions de l'algorithme, en produisant un aléa incalculable.

Sheckley prend ainsi l'exact contre-pied de ce que propose William Ross Ashby à ces consorts en 1952 : « Comment la machine peut-elle développer des critères de jugement meilleurs que ceux que le designer produirait lui-même⁸⁵ ? » Ashby soumet une stratégie d'amélioration de l'algorithmique qui ne serait pas limitée par les compétences en échec du designer : l'aléa. En effet, en se basant sur l'aléa capté dans le mouvement brownien d'un compteur Geiger, Ashby compte récupérer les chiffres irréguliers sur cette seconde machine pour déterminer la première. Il introduit ce qu'il appelle de la variété (*variety*). L'algorithme proposerait ainsi des combinaisons de coups aléatoires et retiendrait en mémoire uniquement celles ayant porté leurs fruits :

[S]il y a un *feedback* correctif exploité par les résultats, une telle machine, interrompant les combinaisons lorsque le jeu est perdu et les retenant quand il est gagné, déplacera inévitablement sa population de combinaisons du complètement aléatoire vers les bonnes combinaisons pour gagner le match⁸⁶ [ma traduction].

⁸⁵ PIAS, *op. cit.*, p. 651 : « *The problem, then, is how is the machine to develop better criteria of judgment than the designer himself can produce.* »

⁸⁶ *Ibid.*, p. 652 : « *[I]f there is corrective feedback that is operated by results, such a machine, breaking up the transfor-*

La nouvelle de Sheckley pourrait débiter par la question inverse de celle de Ashby : « Je voudrais aborder la question de savoir si le concepteur peut [encore] surpasser le joueur d'échecs mécanique. » La réponse serait en revanche identique : c'est en incorporant de l'aléa dans la stratégie humaine qu'elle pourra déjouer la statistique. L'équipage humain pour éviter son anéantissement agit de manière à ce qu'aucun plan ne puisse être déduit par le supercalculateur adverse. La machine a dépassé l'humain par l'aléa (Ashby), l'humain la trompera par l'aléa (Sheckley).

Mis en rapport, les textes d'Ashby (le scientifique) et Sheckley (le littéraire) donnent un ensemble précurseur non seulement de l'intelligence artificielle mais plus précisément de l'apprentissage machine. Dans des termes contemporains, on pourrait dire que Ashby vise à concevoir un algorithme essayant différentes combinaisons constituant comme autant d'exemples (*example-based*) sanctionnés (et rejetés) ou appuyés (et mis en mémoire) par un « *feedback* correctif » dans une logique de renforcement. Il met en évidence l'importance d'une mécanique de *feedback* : on peut se douter que c'est d'abord l'humain qui va évaluer les « coups » de l'algorithme original avant qu'un éventuel second algorithme ne soit capable de le faire. Sheckley quant à lui montre le revers de la performance machinique, mais dépeint l'humain comme capable de court-circuiter ce raisonnement implacable.

***The Variable Man* de Philip K. Dick** s'ouvre également sur une situation où l'humanité du XXII^e siècle est suspendue à la sentence de l'algorithme. Le système solaire colonisé par les humains se retrouve pris en étau par une race extraterrestre antique, les Centauriens. Les batteries d'armes s'opposent mais aucune ne fait feu : les deux camps sont évalués de force équivalente par leurs ordinateurs SRB et, d'après leurs statistiques, un conflit ouvert entraînerait la destruction des deux antagonistes. Une course à l'armement est donc lancée entre les deux races pour prendre l'avantage technologique sur l'opposant et déclencher les hostilités. Le Conseil terrien se réfère aux calculateurs SRB pour estimer leurs chances de victoire sur les Centauriens. Ces machines sont nourries par : 1) les rapports de recherche & développement militaro-industriels, 2) les documents issus de l'espionnage de leur ennemi, 3) tous faits sociaux jugés intéressants. Chaque nouvelle entrée lance les SRB dans un calcul complexe dont résulte un pronostic des plus basiques : deux nombres indiquant le rapport de force entre les deux races, ainsi que le nom du gagnant en cas d'affrontement direct. La nouvelle débute avec un ratio de 21-17, donnant les Centauriens gagnant. Les Terriens espèrent que leur dernière arme en cours de recherche et développement fera tourner à leur avantage le calcul des SRB.

Alors que leur dernière arme leur permet enfin de prendre faiblement le dessus (7 - 6 pour les Terriens) et de préparer l'offensive, le département de recherche en histoire téléporte accidentellement un homme de l'année 1913 en 2138. Cet événement en apparence anodin parvient à la connaissance d'un membre du Conseil qui injecte cette donnée dans les SRB qui « plantent » de-

mations when the game is lost and holding them when it is won, will inevitably move its population of transformations from the completely random toward those transformations that are the right ones for winning the game. »

vant ce facteur inattendu : en résultent des statistiques incohérentes et aléatoires, puis un écran noir. Un seul homme a détraqué le principal référentiel de décision de l'humanité. La présence improbable, mais bien réelle, de cet humain déjoue toute statistique, et provoque l'enrayement du système technique entier. Les protagonistes tentent de faire machine-arrière, de supprimer la donnée mais ce « fait » ne peut être évacué de l'équation :

- [...] Une variable a été introduite. Un facteur que les ordinateurs ne peuvent analyser. À partir duquel ils ne peuvent émettre aucune prédiction.
- Ne peuvent-ils pas le rejeter? dit finement Sherikov. Ne pas en tenir compte, tout simplement?
- Non. La variable est une donnée réelle. Elle affecte donc l'équilibre du matériau analysé, la somme totale de toutes les données disponibles par ailleurs. La rejeter serait livrer une analyse fautive. Les ordinateurs ne peuvent évacuer une information dont l'exactitude est prouvée.

Chez Philip K. Dick, le contexte est aussi riche que l'intrigue. L'écrivain dépeint bien avant l'heure des machines à la puissance de calcul démesurée se nourrissant d'un équivalent des *big data* contemporaines. Comme Sheckley, il décrit le crédit démesuré accordé aux prédictions des calculateurs. On note que les machines SRB (chez Dick) comme les CPC (chez Sheckley) opèrent sous le régime de la boîte noire : des données entrent, d'autres sortent, le processus entre ces deux états demeure inconnu. On remarque également dans les deux récits l'absence de médiation entre le résultat brut de l'algorithme et l'humain : une simple « cote » analogue aux paris hippiques renforçant la syntaxe spéculative dans *The Variable Man*; des injonctions programmatiques essentiellement communiquées aux ordinateurs des vaisseaux dans *Fool's Mate*.

Par les situations exposées, les deux auteurs scénarisent les conséquences d'un automate global distribué dans le milieu social des protagonistes et le déterminant de l'intérieur. Ils dénoncent par leurs extrapolations fictionnelles les implications pour les groupes humains de systèmes fermés, autonomes et opaques. Leur position recoupe celle de Gilbert Simondon, un des critiques français du phénomène cybernétique. Il soulignait en 1958 le travers de la machine automatique absolue, trop souvent pensée comme efficiente, dans une citation aujourd'hui canonique :

Le véritable perfectionnement des machines, celui dont on peut dire qu'il élève le degré de technicité, correspond non pas à un accroissement de l'automatisme, mais au contraire au fait que le fonctionnement d'une machine recèle une certaine marge d'indétermination. C'est cette marge qui permet à la machine d'être sensible à une information extérieure. C'est par cette sensibilité des machines à de l'information qu'un ensemble technique peut se réaliser, bien plus que par une augmentation de l'automatisme. Une machine purement automatique, complètement fermée sur elle-même dans un fonctionnement prédéterminé ne pourrait donner que des résultats sommaires. La machine qui est douée d'une haute technicité est une machine ouverte, et l'ensemble des machines ouvertes suppose l'homme comme organisateur permanent, comme interprète vivant des machines les unes par rapport aux autres⁸⁷.

⁸⁷ SIMONDON, *op. cit.*, p. 12.

Le design s'intéresse à la présence de cette marge d'indétermination dans un dispositif en grande partie technique, à la place de cette marge dans le fonctionnement de l'ensemble, et enfin à la manière de présenter cette marge aux utilisateurs pour leur faire réaliser leur rôle dans le maillage fonctionnel. Robert Escarpit, autre observateur de la cybernétique, nous fait comprendre qu'il y a tout un travail à mener pour trouver le juste curseur entre contrôle et incertitude :

Les systèmes de communication, qui enserrent étroitement la matière inerte, ne s'adaptent à la matière vivante qu'avec un flottement, une marge d'incertitude dont on voudrait qu'elle soit négligeable, mais dont on redoute qu'elle ne soit essentielle⁸⁸.

Voici donc un éventail choisi de thèses cybernétiques (le *feedback*, l'apprentissage, le rapport machine/concepteur), d'extrapolations fictionnelles et de critiques du mouvement cybernétique, dont l'objet est d'éclairer le travail de conception. De cette brève enquête entre histoire des techniques et littérature, il est d'ores et déjà possible de tirer quelques leçons (développées dans le Chapitre 4) quant au design de dispositifs complexes impliquant le fonctionnement d'automates et l'action humaine.

- **La transparence de fonctionnement.** Les humains des nouvelles de Dick et Sheckley restent dans l'obscurité totale quant au fonctionnement de leurs machines. L'attente d'une éventuelle prédiction les mène au mieux à l'immobilisme, au pire à la mutinerie. Cette absence totale de compréhension de ce que fait la machine, bien que poussée à l'extrême dans ces fictions, est l'exemple de la situation à éviter. Le paradigme de la boîte noire occulte les logiques sous-jacentes du dispositif, une opacité qui n'aide pas les utilisateurs à comprendre les enjeux et implications des interactions proposées. Dans la plupart des cas, un service reposant sur des logiques algorithmiques complexes doit être explicite, doit communiquer son principe de fonctionnement à l'utilisateur afin qu'il soit conscient des enjeux de ses interactions.
- **Le rôle du *feedback*.** Le *feedback* a au moins deux fonctions : il est régulateur pour l'automate et donne une prise à l'utilisateur sur le fonctionnement de ce dernier. En d'autres mots, il participe à l'homéostasie du système et donne un levier d'action à l'humain. Tandis que les automates fictionnels n'acceptent que des données en entrée sans permettre de *feedback* humain sur leurs prédictions, Ashby montre au contraire que l'automate joueur d'échecs a un besoin impérieux d'obtenir un retour sur le coup qu'il vient de jouer. Concernant l'utilisateur, présenter la mécanique de *feedback* lui montre son poids dans l'équation et l'incite à aiguiller l'algorithme (valider ou infirmer des prédictions, labéliser des données) pour son propre bénéfice fonctionnel. Il comprendra ainsi pourquoi remplir ce formulaire, répondre à cette question, céder cette donnée.
- **La médiation du produit algorithmique.** Les protagonistes des fictions relatées sont évincés du fonctionnement de l'algorithme et n'ont que très peu d'explications quant aux

⁸⁸ ESCARPIT, *op. cit.*, p. 58.

produits des algorithmes. Un service numérique au fonctionnement analogue est impensable. Ce qui « sort » de la machine au terme d'un calcul complexe n'est que rarement intelligible en l'état par l'humain. Il faut rapprocher ce résultat de quelque chose que l'utilisateur connaît ou reconnaît, et parfois préciser comment il a été produit, quelle confiance l'utilisateur peut lui accorder, etc. Comme évoqué précédemment, cette médiation revient à expliciter le processus, le produit et le rapport que l'on peut avoir à ce produit.

- **La possibilité d'un débrayage.** Lorsqu'un service possède une fonction automatique et que celle-ci est déterminante dans l'expérience du service, elle devrait pouvoir être modulée voire désactivée par l'utilisateur. Il s'agit de proposer un débrayage, une alternative à l'automate, au lieu de laisser l'utilisateur construire son alternative par le détournement (*hacking*) ou le sabotage du système prédictif. À grande échelle, le sociologue Dominique Cardon envisage ce débrayage comme un impératif politique : « Il n'en reste pas moins que l'enjeu politique que posent les nouvelles boîtes noires du calcul algorithmique est celui de la capacité à les débrayer et à "passer en manuel"⁸⁹ ». Rappelons-nous que, selon Sheckley, le débrayage peut sauver l'Humanité tout entière!

L'invocation de ces univers fictionnels dans une thèse CIFRE peut paraître incongrue, mais la récolte d'indices de conception a été fructueuse. Et si la science-fiction puise depuis toujours dans la science pour alimenter ses récits, la science puise tout autant dans la littérature pour stimuler sa créativité. Les passerelles entre science-fiction et science constituent même un objet étudié très sérieusement. L'américain Colin Milburn explique ce processus de transposition de l'imaginaire au réel : « le travail de la technoscience implique ici d'abstraire quelque chose comme un "diagramme" du récit fictif⁹⁰ [...] ». Ce prélèvement de diagramme que Milburn appelle *blueprint mod* permet d'opérer un transfert entre science-fiction et recherche scientifique⁹¹, une logique qui correspond aux manières de faire du design. Il s'agit de se servir du plan (*blueprint*) d'un prototype diégétique pour développer un prototype fonctionnel.

L'autre argument favorable au recours à la science-fiction est sa propension à tester dans le récit des scénarios d'usages potentiels et des modes d'interactions inédits. Cette mécanique de scénarisation met en contexte le dispositif dans un contexte social, présent ou à venir. Elle légitime, comme le disait Isaac Asimov, la science-fiction comme « la branche de la littérature qui se soucie des réponses de l'être humain aux progrès de la science et de la technologie⁹² » (citation figurant à la fin de *L'humain augmenté*⁹³ de Bernard Claverie). Elle rappelle que l'objet technique devient tôt ou tard objet social et qu'il ne peut être conçu en vase clos. Son impact sur de

⁸⁹ CARDON, *op. cit.*, Chapitre 4. Section 5.

⁹⁰ Colin MILBURN. « Modifiable Futures : Science Fiction at the Bench ». In : *Isis* 101.3 (2010), p. 560-569, p. 566 : « *the work of technoscience here involves abstracting something like a "diagram" from the fictional narrative* ».

⁹¹ Milburn parle aussi de *supplementary mod* et de *speculative mod*. Deux autres façons dont la science s'empare de la fiction.

⁹² Isaac ASIMOV. *David Starr : Justicier de l'Espace*. Bruxelles : C. Lefrancq, 1993.

⁹³ Bernard CLAVERIE. *L'humain Augmenté*. L'Harmattan, 2010, p. 122.

vraies personnes sera constaté tôt ou tard, le plus tôt sera le mieux. Le genre de la science-fiction est d'ailleurs habitué à mettre en phase l'humain et sa technique, dans une subtilité qui n'a pas grand-chose à envier aux réflexions éthiques ou épistémologiques en sciences techniques et humaines. Comme la science-fiction nous montre souvent le pire pour nous inciter à l'éviter, il faut considérer ces récits comme autant de précautions à prendre dans l'exercice de conception : quand elles soulignent des interactions néfastes, il nous faut chercher des alternatives plus acceptables et plus utiles pour l'utilisateur. Enfin, nous revenons de cette parenthèse fictionnelle avec des concepts des plus curieux pour penser le design de dispositifs numériques. En effet, nous récupérons des termes tels que « variabilité », « incertitude » et « indétermination », autant de mots qui paraissent aller à l'encontre de l'implacable déroulement spatio-temporel des dispositifs : ils signifient à la fois la capacité de ces dispositifs à prendre en charge l'aléa et, à plus forte raison, l'aléa généré par l'humain. L'idée de cette échappée est premièrement d'observer l'humain en quête de repères dans le « flux indifférencié⁹⁴ » d'un fonctionnement général et, en apparence, générique. Il s'agit deuxièmement de montrer que ce repère doit devenir « prise » ou « levier » à même d'aiguiller le fonctionnement global du dispositif.

⁹⁴ Bruno BACHIMONT. *Le sens de la technique : le numérique et le calcul*. Encre Marine. Paris : Editions Les Belles Lettres, 2010, p. 25.

Résumé du chapitre 3

Du générique au spécifique, chacune des investigations proposées raffine un positionnement épistémologique pour cette recherche-projet, et précise comment nous allons envisager la création et l'organisation des connaissances théoriques et conceptives dans les phases d'enquête et de prototypage de cette recherche-projet. Pour commencer, ce chapitre a établi un socle de connaissances permettant de mieux comprendre les automates et algorithmes. Nous avons ensuite resitué le développement de dispositifs algorithmiques dans leurs épistémès originelles, entre les sciences cognitives et leur modulation anthropologique par Lucy Suchman. Cela nous a permis d'esquisser une posture du design par rapport au déploiement des algorithmes dans les activités humaines. Enfin, l'histoire et la science-fiction nous ont apporté un supplément de connaissances quant à la place de l'humain dans un milieu algorithmique.

L'**automate** comme tout artefact est inséparable de l'évolution humaine. Il est d'abord **prothèse**, car externalisation d'une fonction prolongeant les capacités humaines. Mais il se distingue de l'outil pour se rapprocher de la machine par sa faculté de se mouvoir lui-même. Une fois un principe de fonctionnement implémenté dans une matière ou un système d'information, un programme peut s'exécuter à l'infini conformément à une intention initiale. Ce principe, ce diagramme, cette macro-fonction, est ce qu'on appelle l'**algorithme**. Par abus de langage, le terme d'algorithme a fini par désigner ces entités informationnelles et calculatoires qui sous-tendent les logiciels et applications supportant nos actions quotidiennes. L'âge de l'information a vu émerger des automates cognitifs assumant des activités intellectuelles précédemment prises en charge par l'humain. Notre cognition s'est vue assister par la computation algorithmique.

Au milieu du XX^e siècle, sous l'influence cybernétique, les ingénieurs ébahis par le potentiel de cette technique ont misé à outrance sur les analogies scientifiques entre cerveau et machine pour élaborer des pratiques de conception systématiques. Telle est l'épistémè dominante au Xerox PARC des années 1980 dépeinte par Lucy Suchman. Teintées de computationnalisme, les pratiques informatiques basées sur la logique du script soutenaient une volonté de prise en charge de tout ce qui pouvait l'être au sein de la cognition humaine. En résultent les premiers programmes, robots et systèmes experts. L'**apport anthropologique** de Lucy Suchman au sein du cénacle californien dans les années 1980 et ses actualisations ont été déterminants dans la redirection du design des interactions entre l'humain et les machines. Son **approche communicationnelle** module le caractère implacable de l'exécution algorithmique et souligne l'**asymétrie des interactants** humain et machinique dans leur captation-production sémiotique. Le travail de conception selon Suchman relève d'une recherche d'alternatives techniques pour compenser ce désajustement communicationnel. Suchman souligne notamment le caractère indiciel de la communication humain-machine qui amène à penser l'action et la construction de sens de l'utilisateur comme un processus dynamique soutenu par les ressources à disposition.

Cette prise en compte de l'asymétrie humain/machine trouve un précédent chez J. C. R. Licklider lorsqu'il cherche à identifier le rôle des parties prenantes de la « symbiose humain-ordinateur ». L'humain conserve les fonctions d'organisation et de décision tandis que l'ordinateur se voit déléguer les tâches calculatoires voire plus largement opératoires. Un tel couplage plonge en réalité plus loin dans l'interaction humain-machine, puisqu'il oblige à délimiter ce que peut et veut faire un utilisateur donné, non un humain générique. Il est ensuite possible de délimiter ce que l'algorithme peut prendre en charge parmi les tâches délaissées – fastidieuses, chronophages, complexes. Mais la situation s'inverse lorsque l'algorithme se trouve limité par son pouvoir de captation et d'interprétation de signes humains. L'algorithme doit donc à son tour être assisté et aiguillé par l'humain en vue d'un perfectionnement vers une pertinence en situation réelle.

Cette étude esquisse un **cadre de conception** qui est aussi un **cadre de réflexion**. Elle interroge le travail humain au contact du dispositif contenant les algorithmes et le potentiel des algorithmes au regard de ce travail, le tout encadré par le travail du designer lui-même. Nous avons vu que la technique ouvre le champ des possibles en autorisant la créativité, avant de se refermer sur un choix concret qu'il faut assumer avec ce qu'il compte d'externalités positives et négatives. De prime abord, les potentialités de l'algorithme apportent à la cognition-action humaine un supplément de **réention**, de **calcul** et d'**anticipation**. Mais leur actualisation expose l'utilisateur à la **fatuité technique** et le concepteur à la tentation de **l'automatisation généralisée**. La difficulté de représentation des artefacts complexes que sont les algorithmes entraîne des biais de compréhension de leur processus, de leurs résultats et de l'interprétation de ces résultats. Aujourd'hui comme aux prémices des techniques numériques, les promesses des algorithmes font miroiter une efficacité sans pareil qui est rarement évaluée au prisme de l'acceptabilité et de la désirabilité. Il faut donc cadrer la pratique de design des dispositifs soutenus par des algorithmes en invoquant des thèses réintroduisant la variable humaine dans le processus de conception. Un détour par la fiction abonde en ce sens : la quête vers des dispositifs algorithmiques de plus en plus puissants et pervasifs est en fait une recherche sur la prise en compte de la variabilité, de l'incertitude ou encore de l'indétermination par ces systèmes majoritairement régis par la notion de contrôle. D'autres trouvailles sont utiles au design d'interaction : ce sont des éléments de positionnement cruciaux tels que la transparence de fonctionnement, l'impératif de *feedback*, le besoin de médiation humaine des processus et produits algorithmiques, la possibilité d'un débrayage de l'exécution automatique.

Ces principes seront mobilisés dans les deux prochains axes à explorer : l'un concerne les manières de faire du design avec l'algorithme (contexte de conception, voir Chapitre 4), l'autre vise la compatibilité des pratiques des professionnels et des potentialités algorithmiques (contexte utilisation, voir Chapitre 5) en vue de proposer des usages pertinents. Nous aurons recours à l'approche communicationnelle telle que théorisée par Suchman pour améliorer l'interaction entre l'utilisateur humain et les algorithmes sous-jacents à l'interface du dispositif (voir chapitre 6).

Algorithmes : entre industrie et artisanat

Ce chapitre est entièrement dédié aux algorithmes, à leur conception et à leur interface avec l'utilisateur. Il débute par une vulgarisation technique de cette entité technique : de sa plus simple description à sa plus opaque complexité. S'en suit la synthèse d'une veille sur le design des dispositifs algorithmiques par quelques industriels du numérique. Il se termine par la présentation de certains algorithmes de la solution iQspot, représentatifs du potentiel fonctionnel du dispositif.

L'algorithme étant l'un des deux interactants des situations que nous cherchons à ajuster, il n'est pas inutile d'en formaliser les caractéristiques dans un rappel terminologique. De plus, l'algorithme est un terme générique qui regroupe de nombreuses manifestations : de la simple suite d'instructions jusqu'aux algorithmes complexes reposant sur l'apprentissage automatique. Nous rappellerons les enjeux de design associés à cette complexité croissante.

Nous restituerons ensuite les points saillants d'une veille sur les pratiques des industriels qui conçoivent des services intégrant des algorithmes complexes. En comparaison, le travail de recherche et développement mené au sein d'iQspot est relativement « artisanal » comparé à ce qui se trame dans les programmes de recherche des industriels numériques. Chacun des membres de l'équipe apprend, au fil des projets, à concevoir, développer, améliorer et interfacier les algorithmes statistiques complexes et algorithmes d'apprentissage automatique qui sous-tendent le dispositif – ce qui génère *in fine* une modeste culture technique sur le sujet.

L'idée d'aller voir ce que fait l'industrie numérique n'est pas originale. Les logiques de veille sont présentes depuis toujours dans les métiers du design et de l'ingénierie. L'objectif est d'analyser comment des entreprises aux projets de grande ampleur formalisent, voire systématisent, des méthodes de conception de services impliquant des algorithmes. Néanmoins, ces processus de conception sont à considérer avec précaution puisqu'ils adviennent dans des contextes (techniques, commerciaux, culturels) bien différents de celui de cette recherche-projet.

Nous allons voir que le design de services mobilisant les algorithmes comporte un double enjeu. D'une part, faire comprendre les principes de fonctionnement de l'algorithme à l'utilisateur ; et ensuite, faire que cette compréhension de l'algorithme mène vers un investissement de l'utilisateur pour améliorer son fonctionnement. La mission de médiation qui incombe au designer se situe entre ces impératifs d'intelligibilité et d'appropriation ainsi que d'investissement de l'uti-

lisateur. Nous verrons que l'industrie a compris la médiation qu'incarne le designer entre ce qui peut être techniquement conçu et ce qui pourrait être effectivement utilisé par un groupe humain.

Ce chapitre terminera par une présentation de quelques algorithmes de la solution iQspot, dont les deux derniers serviront de cas de design pour notre réflexion : ils font partie de la fonctionnalité d'alertes énergétiques qui sera prototypée par la suite (voir chapitre 6).

4.1 Vulgarisation technique

4.1.1 Rappels terminologiques

Rappelons d'abord les termes que nous avons définis au fil des précédents chapitres.

Un **algorithme** est une suite d'instructions en vue d'un résultat déterminé. Il est constitué d'une série d'actions définies qui s'exécutent dans un l'ordre du début jusqu'à sa fin – même si l'algorithme peut contenir des boucles ou « boucler » lui-même. L'algorithme exécute ses actions sur des données « en entrée » qu'il transforme : les données « en sortie » sont le produit de ce calcul.

L'algorithme n'est pas le **programme** : il est le principe de fonctionnement du programme ; le programme est l'algorithme écrit dans une syntaxe donnée. C'est-à-dire qu'un même algorithme peut être implémenté dans différents langages et de différentes manières. D'où notre proposition d'apparenter l'algorithme au diagramme et le programme à l'agencement de ce diagramme¹.

L'algorithme n'est pas exactement un **automate**. Il est à la rigueur un automate en puissance. La brève socio-histoire des automates et algorithmes développée précédemment (voir chapitre 3) a effectivement commencé par observer les automates matériels, mais ces objets techniques nous ont essentiellement permis de remonter jusqu'à leur diagramme : l'algorithme. Si un algorithme peut piloter la matière (l'automatique) comme l'information (l'informatique), ce sont bien les automates informationnels qui nous intéressent : soit l'automatisation permise par les algorithmes en milieu numérique.

Si ce sont les automates et les programmes qui agissent effectivement, pourquoi parler d'algorithmes ? C'est-à-dire citer le script pour son fonctionnement ou son effet ? Parce que le design dont il est question dans cette recherche-projet détermine des interactions à venir entre des humains et des algorithmes ; il « diagrammatise » et dessine ces interactions, mais leur agencement final, leur syntaxe et leurs contraintes industrielles ne sont pas à l'étude². Nous recherchons des modes d'exécution et d'expression d'un ou plusieurs algorithmes adaptés aux actions de l'utilisateur.

Enfin, l'algorithme permet la computation informatique : des instructions mathématiques et/ou logiques permettant le stockage, le calcul et la prédiction. Prises indépendamment, ces caractéristiques de la computation peuvent sembler anodines, mais tout le propos du design numérique est de les agencer de façon à libérer de nouveaux potentiels fonctionnels et sémantiques (voire esthétiques). Or ce potentiel va de pair avec des configurations d'algorithmes toujours plus complexes, le dispositif iQspot en contient lui-même quelques-uns (voir section 4.3).

¹ Dans un langage inspiré par Foucault et Deleuze. voir chapitre 2 et 3.

² Comme ils le seraient par exemple dans la thèse d'Anthony Masure : Anthony MASURE. « Le Design Des Programmes, Des Façons de Faire Du Numérique ». Thèse de doctorat. Paris : Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 10 nov. 2014

4.1.2 Algorithmes complexes

Aux balbutiements du « web », les internautes n'avaient accès qu'à des pages statiques, faites d'HTML (pour le contenu) puis de CSS (pour le style), et ce par les premiers navigateurs Netscape et Internet Explorer. Aujourd'hui la construction et l'organisation de l'information ainsi que son accès se sont immensément complexifiés. D'abord, les entités informationnelles désormais dynamiques embarquent un grand nombre de techniques, bibliothèques et dépendances de code : plate-formes logicielles intermédiaires (Node.js), *framework* d'interaction (Angular, Vue.js, React), *framework* d'interface (Bootstrap, Foundation), etc. Sans nous épancher sur cette liste, il faut comprendre que ces logiciels complexifient le développement de ces objets en ligne, et que d'innombrables algorithmes interagissent, entre eux et avec les utilisateurs, pour transformer des données en informations potentiellement intelligibles aux internautes. Mais les techniques citées demeurent de l'aide à la conception et à l'affichage dynamique des informations. Les informations elles-mêmes proviennent d'un code dédié, spécifique au propos de la plateforme ou du site concerné. En effet, certains algorithmes s'activent intra-site ou intra-plateformes : ils calculent, génèrent du contenu, proposent des actions et interactions aux utilisateurs. Nous les désignerons sous le terme d'algorithmes de **production** d'information. D'autres algorithmes s'affairent inter-site : leur rôle est de classer, relier, montrer l'information dans l'immensité d'Internet, pour nous permettre d'y naviguer. Nous les appellerons algorithmes de **curation** – comme le fait la chercheuse en design Nolwenn Maudet³. En production ou en curation, il est aujourd'hui compliqué de savoir quel algorithme produit quel effet (données en sortie), et ce depuis quelles causes (données en entrée) : en résulte un milieu numérique complexe, entremêlé, opaque, difficilement intelligible pour les utilisateurs mais aussi pour les concepteurs.

Les dispositifs complexes comme iQspot fonctionnent un peu comme cela : certains algorithmes produisent et formatent des données tandis que d'autres les raffinent et les mettent en forme. Heureusement, l'équipe de conception d'iQspot a (encore) une pleine compréhension de ce qui s'y trame. L'enjeu lié à la complexité réside davantage dans l'explicitation, au moins partielle, de certaines logiques techniques et fonctionnelles aux utilisateurs. Mais au fur et à mesure que la « lignée⁴ » des algorithmes s'étoffe et se complexifie, leur nature et les interactions induites deviennent difficiles à classer.

Caractériser ces algorithmes au-delà de leur nature complexe est délicat. Le sociologue Dominique Cardon classe les algorithmes du « web » en quatre familles qui fonctionneraient selon quatre principes distincts : la popularité (le nombre de vues), l'autorité (le nombre de lien), la réputation (le nombre de *likes*), la prédiction (le nombre de traces et les probabilités qu'elles per-

³ Nolwenn MAUDET. « Le Design Comme Angle Mort Des Algorithmes de Curation ». In : *Pro Forma* 1 (juin 2021), p. 123-136.

⁴ SIMONDON, *op. cit.*, p. 23 : chez Simondon, une lignée technique est une succession d'objets techniques dans laquelle se maintient une cohérence « des structures et des schèmes dynamiques qui sont au principe d'une évolution des formes ». L'évolution des techniques et sciences informatiques fait évoluer les algorithmes, au sens d'entités calculantes implémentées.

mettent)⁵. Si ce classement est opérant dans un corpus de service d'industriels du numérique (Google, Facebook, Twitter, Amazon, etc.) brassant des *big data* et pour les algorithmes de curation, il ne l'est plus pour d'autres services misant sur des algorithmes de production. Il n'est pas applicable pour le dispositif iQspot, même si des algorithmes de prédiction y ont cours – mais n'est-ce pas un trait propre à la computation que de prédire des résultats?

La chercheuse Kathleen A. Creel, dans sa quête de rendre transparents les systèmes complexes, classe non pas les principes des algorithmes mais les connaissances technico-fonctionnelles sur les algorithmes à même d'éclairer leur complexité⁶. 1) La **transparence fonctionnelle** vise d'abord à examiner l'algorithme « fonctionnant comme un tout » : c'est une connaissance sur l'algorithme lui-même (*algorithmic knowledge*) en tant qu'objet mathématique déterminé par des règles. 2) Une autre strate de connaissances est la **transparence structurelle** : elle dévoile une connaissance du processus (*process knowledge*) depuis l'observation de son implémentation : l'autrice rappelle qu'un algorithme implémenté dans des langages différents ou réalisé de différentes manières pourra fonctionner de façon significativement différente. 3) Enfin, la **transparence d'exécution** (*run*) nous informe sur le système (*system knowledge*) en fonctionnement : il est nécessaire de lancer le programme sur un matériel donné avec de vraies données. Cette analyse peut révéler des incompatibilités entre différentes parties du programme, des problèmes de choix matériels, des données comportant trop de biais, etc. En résumé, selon Creel, la complexité peut être analysée au niveau de l'algorithme, au niveau de sa programmation, ou au niveau de son exécution.

Encore une fois, ces connaissances sont difficilement opérantes en l'état. Si l'équipe de conception peut s'approprier ces considérations sur le dispositif en gestation, les utilisateurs auraient du mal à les interpréter. En revanche, les points 1 et 3 de Creel – sur l'algorithme et sur son exécution – recèlent un potentiel d'explicitation pour les utilisateurs. En effet, si l'interface arrive à verbaliser ou imaginer à l'utilisateur que « l'algorithme X repose sur tel principe et que son fonctionnement s'apparente à ... », alors il est possible que l'humain engramme des informations sur l'action qu'il peut mener, voire s'apprête à mener.

Cependant, cette réflexion encourageante sur la transparence trouve quelques limites au tournant de l'apprentissage machine. Kathleen Creel note que l'opacité de ces algorithmes « complexes, longs et peu intuitifs⁷ » peut mettre à mal cette quête de connaissances fonctionnelles et structurelles. La compréhension humaine peut certes comprendre de quel type d'algorithme il s'agit, mais la structure et les règles exactes de l'algorithme demeurent inaccessibles. Nous allons nous pencher sur ces entités techniques avant d'en anticiper le design.

⁵ Dominique CARDON. « S'orienter dans le bazar du Web ». In : *Culture numérique*. Presses de Sciences Po, 19 mai 2019, p. 354-360. En ligne : <https://www.cairn.info/culture-numerique--9782724623659-page-354.htm> (visité le 04/04/2022).

⁶ Kathleen A. CREEL. « Transparency in Complex Computational Systems ». In : *Philosophy of Science* 87.4 (oct. 2020), p. 568-589. En ligne : <http://www.cambridge.org/core/journals/philosophy-of-science/article/transparency-in-complex-computational-systems/4DB040EB28172CADF5F2858B62D0952C> (visité le 05/04/2022).

⁷ *Ibid.*

4.1.3 Algorithmes d'apprentissage automatique

Les algorithmes d'apprentissage automatique constituent un changement de paradigme scientifique autour de l'intelligence artificielle (IA) et renouvellent les métiers de la conception, de l'ingénierie informatique et du design. Si les années 1980 depuis lesquelles témoignent Suchman dans *Plans and Situated Action* étaient l'âge d'or des « systèmes experts et du paradigme symbolique de l'IA, nous vivons depuis les années 2010 un triomphe des systèmes d'apprentissage et du paradigme connexionniste de l'IA. Avec le talent vulgarisateur de Dominique Cardon, rappelons ces deux voies de l'IA :

L'approche symbolique qui constitue le cadre de référence initial de l'IA s'est identifiée à un cognitivisme orthodoxe : penser, c'est calculer des symboles qui ont à la fois une réalité matérielle et une valeur sémantique de représentation. En revanche, le paradigme connexionniste considère que penser s'apparente à un calcul massivement parallèle de fonctions élémentaires – celles qui seront distribuées au sein d'un réseau de neurones – dont les comportements signifiants n'apparaissent au niveau collectif que comme un effet émergent des interactions produites par ces opérations élémentaires⁸.

Sans refaire l'histoire de l'intelligence artificielle, précisons que l'approche symbolique a perduré du milieu des années 1960 jusqu'à la fin des années 1980, après le déclin des premières expérimentations connexionnistes – on pense au *Perceptron* (1957-1961) de Franck Rosenblatt, première machine à « neurones ». Les coupes budgétaires globales de l'ARPA⁹ sur les recherches en IA en 1966 et des rapports et ouvrages à charge tels que *Alchemy and IA* (1965) et *What Computers Can't Do* (1972) du philosophe Hubert Dreyfus vont sonner le glas de nombreux projets. Si l'hiver de l'IA des années 1970 gèle les avancées connexionnistes, le modèle symbolique survit et donne naissance aux « systèmes experts » dont parle Suchman, agrégats numériques de règles et de procédures calquées sur la cognition d'experts humains. Mais à leur tour ces systèmes symboliques trouvent leurs limites devant « les cathédrales de règles¹⁰ » à intégrer : les systèmes experts sont confrontés à d'innombrables situations devant lesquelles les inférences doivent laisser leur place aux statistiques. Après les petits jeux de données calibrés des expériences de laboratoire, les données massives du XXI^e siècle offrent aux algorithmes un nouveau terrain de jeu : le monde réel. Et les algorithmes symboliques butent devant ses aléas et sa structure chaotique :

[1] n'y a que dans les laboratoires que les modèles sont linéaires, le monde, le « vrai monde », celui des données produites par la numérisation des images, des sons, des paroles et des textes, lui, est non linéaire. Il est bruité, l'information y est redondante, les flux de données ne sont pas catégori-

⁸ Dominique CARDON, Jean-Philippe COINTET et Antoine MAZIÈRES. « La revanche des neurones ». In : *Reseaux* 211.5 (16 nov. 2018), p. 173-220. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-reseaux-2018-5-page-173.htm> (visité le 06/04/2022).

⁹ *Advanced Research Projects Agency* – à l'époque l'agence de recherche et développement du département de la Défense des États-Unis.

¹⁰ CARDON, COINTET et MAZIÈRES, *op. cit.*

sés derrière des attributs de variables homogènes, claires et construites de façon intelligible, les exemples sont parfois faux¹¹.

Il n'en fallait pas moins pour alimenter les algorithmes d'apprentissage, dont les performances reposent justement sur des grands nombres de données – ainsi que sur la disponibilité d'une puissance de calcul pour les traiter, justement atteinte par les processeurs des ordinateurs dans les années 2000 puis 2010¹². C'est cette puissance des machines, couplée à l'opulence de données, qui a permis le développement effectif d'algorithmes d'apprentissage automatique. Les plus performants aujourd'hui sont sans conteste les algorithmes d'apprentissage profond (*deep learning*), basés sur le modèle des réseaux de neurones, mais nous n'avons pas besoin d'aller jusqu'à ce niveau de détails; nous nous contenterons de vulgariser les principes généraux de l'apprentissage automatique.

Sous champ de l'intelligence artificielle, l'apprentissage automatique consiste à concevoir des algorithmes auto-apprenant. Pour ce faire, ils détectent des *patterns*¹³ récurrents depuis des données d'entraînement pour ensuite effectuer des prédictions sur des jeux de données analogues. D'ailleurs, pour Pierre-Yves Oudeyer, directeur de recherche de l'équipe Flowers de INRIA, l'IA contemporaine repose essentiellement sur des principes de reconnaissance de formes (*patterns*) et des prédictions de résultats¹⁴. À la différence des algorithmes « classiques » hypothético-déductifs qui sous-tendent les systèmes experts, ces algorithmes ne sont pas entièrement déterminés par les développeurs qui les conçoivent et « apprennent » par l'exemple dans une logique inductive : « L'objectif fondamental de l'apprentissage machine est de généraliser au-delà des exemples d'un jeu d'entraînement¹⁵.

On note un changement de paradigme entre l'algorithmie classique et l'apprentissage machine¹⁶. Si auparavant des données en entrée étaient traitées par un modèle algorithmique (règles) pour obtenir des données de sortie, ce nouveau paradigme observe les données en entrée (et parfois les données espérées en sortie) pour trouver le modèle algorithmique (règles).

Programmation classique : Données entrées + règles → **algorithme** → données de sorties

Apprentissage machine : Données en entrée + données en sortie → **algorithme** → règles

Nous verrons qu'un des algorithmes de la solution iQspot fonctionne ainsi : il apprend des données de consommations énergétiques (entrées et sorties) des bâtiments équipés afin de modé-

¹¹ *Ibid.*

¹² Les recherches sur le terme « *machine learning* » ont également flambé au cours de l'année 2017 selon Google Trends.

¹³ En toute rigueur je devrais séparer les algorithmes de classification (opérant un classement) des algorithmes de régression (approximation d'une variable), mais la reconnaissance de *patterns* est un terme enrobant plus ou moins ces deux facettes.

¹⁴ Au commencement de ma thèse, j'ai organisé les journées d'études *L'humain à venir / face au transhumanisme* (2017), auxquelles était invité Pierre-Yves Oudeyer. Son intervention s'intitulait « L'intelligence artificielle pour comprendre l'intelligence humaine ».

¹⁵ Pedro DOMINGOS. « A Few Useful Things to Know About Machine Learning ». In : *Communications of the ACM* 55.10 (oct. 2012), p. 78-87, p. 80 : « *The fundamental goal of machine learning is to generalize beyond the examples in the training set.* »

¹⁶ Les algorithmes « classiques » et les algorithmes d'apprentissage ne s'opposent pas : ils sont interconnectés au sein des services numériques contemporains.

liser le métabolisme « type » d'un bâtiment (règles) et d'identifier d'éventuelles anomalies énergétiques contenues dans ces données. Au fur et à mesure que le parc des bâtiments au sein du dispositif iQspot s'agrandit, l'algorithme accède à toujours plus de données et améliore ses performances. Un des prérequis de l'apprentissage automatique est donc de « nourrir » l'algorithme avec de nombreuses données.

Décrits de la sorte, les algorithmes d'apprentissage automatique s'apparentent à des boîtes noires dont nous ne connaissons que les données entrantes et sortantes. Miser sur l'apprentissage automatique revient donc à « [d]iminuer l'intelligibilité du calculateur pour capturer plus de complexité du monde » comme diraient Cardon *et al.* Ces objets opaques « incarnent » l'antithèse de la transparence des algorithmes proposée par Kathleen Creel. Comment auditer un programme dont l'algorithme se serait « développé de façon autonome, sans avoir été programmé par une personne¹⁷ » ? Heureusement, cette image d'entité autonome inscrite dans la réputation des derniers rejets de l'IA est quelque peu surfaite. Et nous allons voir que leur efficacité repose encore et toujours sur une réflexion humaine, quelque part entre artisanat et industrie.

Cardon, Cointet et Mazières trouvent les mots justes pour exprimer le changement de paradigme du métier du programmeur d'algorithmes d'apprentissage automatique : ce dernier ne cherche plus à élaborer un *modèle* mais une *architecture*. Ce travail méta et surplombant du programmeur, fonctionnant par essais et erreurs, échappe à l'explication causale de l'algorithmie classique et se rapproche d'un « travail de hacker¹⁸ ». Ces précisions dissipent la brume mystique : l'ingurgitation de données par les algorithmes ne fait pas tout ; le gros du travail de l'apprentissage automatique réside dans cette architecture que le chercheur Pedro Domingos résume par la triade **représentation-évaluation-optimisation**¹⁹.

Comme nous n'avons pas le bagage de Domingos dans le domaine, je me suis permis de reformuler ce cycle de production d'un algorithme d'apprentissage – avec les conseils de mon équipe technique – en d'autres termes moins orientés vers la recherche en informatique, plus adaptés à une pragmatique de la conception :

1. **Représentation** : cela consiste à représenter le phénomène que l'on souhaite modéliser de par le classement, le formatage et la caractérisation des données (featuring) et le choix d'une classe d'algorithme adaptée pour traiter ces données.
2. **Entraînement** : l'algorithme s'exécute une première fois pour « apprendre » depuis les données d'entraînement (environ 70-80% des données agrégées sont utilisées pour cette phase) et ainsi déterminer un modèle.
3. **Évaluation** : l'algorithme empli du modèle s'exécute une seconde fois sur les données de test (environ 20-30% des données) pour être soumis à évaluation (*scoring*). On observe sa

¹⁷ CREEL, *op. cit.*, « developed autonomously, without being programmed by a person ».

¹⁸ CARDON, COINTET et MAZIÈRES, *op. cit.*

¹⁹ DOMINGOS, *op. cit.*

capacité à prédire des résultats conformes aux attentes ou l'on relève certaines dérives. Par exemple, un algorithme trop pertinent sur le jeu de données d'entraînement aura du mal à « généraliser » son action sur d'autres jeux de données (on parle d'*overfitting*).

4. **Ajustement** : l'algorithme se voit appliquer des fonctions d'optimisation pour améliorer sa capacité de classification et de prédiction, et corriger d'éventuelles dérives. On peut par exemple labéliser les prédictions de l'algorithme pour l'aiguiller lors de ses prochaines analyses.
5. **Production** : l'algorithme est déployé dans le dispositif numérique, c'est-à-dire doté d'une interface au contact des utilisateurs finaux. Les tests continuent pour améliorer encore la performance et la pertinence de l'algorithme : une autre version de l'algorithme, nourrie cette fois de données enrichies de l'expérience du premier, pourra peut-être prendre sa succession.

L'apprentissage automatique est donc une pratique itérative et aiguillée en permanence par l'humain. On distingue trois types d'apprentissage : **supervisé, non-supervisé et par renforcement**. L'apprentissage supervisé consiste à fournir les variables prédictives ainsi que le résultat à trouver à l'algorithme pour qu'il en déduise la fonction de transformation sous-jacente (on lui donne les entrées et les sorties correspondantes, il trouve le modèle). L'apprentissage non-supervisé laisse l'algorithme déduire une éventuelle structure des données ainsi que d'éventuelles corrélations (on ne lui fournit que des données en entrée, il trouve le modèle). L'apprentissage par renforcement consiste à récompenser les bonnes prédictions et à sanctionner les mauvaises en vue de modeler le fonctionnement de l'algorithme. Nous préciserons plus tard les modes d'apprentissage mobilisés par les algorithmes de la solution iQspot.

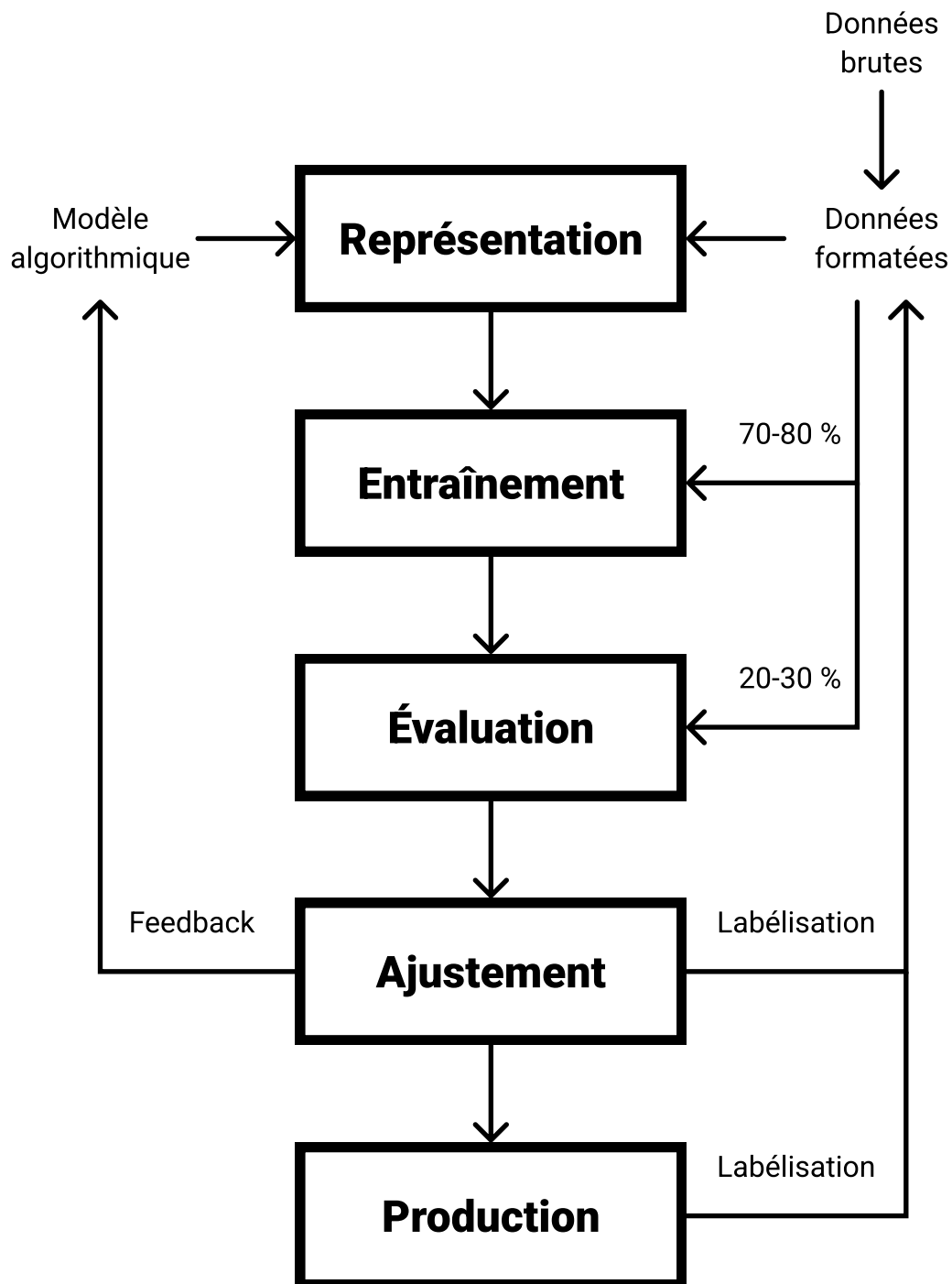
Notons que le **formatage des données** et l'**architecture des algorithmes** sont deux composantes de l'apprentissage qui doivent être traitées conjointement. D'innombrables données entrées dans un algorithme mal conçu n'atteindront jamais un résultat satisfaisant, mais un algorithme conçu avec soin aura des résultats médiocres s'il est insuffisamment nourri. En revanche, d'après les professionnels du domaine, même un algorithme imparfait pourrait arriver à des résultats satisfaisants avec de grandes quantités de données :

En règle générale, un algorithme stupide avec beaucoup, beaucoup de données bat un algorithme intelligent avec des quantités modestes. (Après tout, l'apprentissage automatique consiste à laisser les données faire le gros du travail²⁰.)

Qu'elles soient ouvertes, générées par le service ou proviennent d'un revendeur, ces données massives sont désormais disponibles grâce à l'expansion des pratiques numériques générant d'incommensurables banques de médias. Malgré la polysémie du terme, on parle généralement

²⁰ *Ibid.*, « As a rule of thumb, a dumb algorithm with lots and lots of data beats a clever one with modest amounts of it. (After all, machine learning is all about letting data do the heavy lifting.) »

FIGURE 4.1 – Le cycle de conception d'un algorithme d'apprentissage



Contrairement à l'autonomie prêtée aux IA dans l'imaginaire collectif, ce schéma montre que leur design relève davantage d'un travail artisanal. Ce travail commence par une phase de représentation qui consiste à trouver le meilleur type d'algorithme en fonction de la situation et à trouver le bon jeu de données. 70% à 80% de celles-ci servent à l'entraînement de l'algorithme pour qu'il détermine son modèle. Sa performance est ensuite évaluée sur les données restantes qu'il ne connaît pas encore. Selon ses scores, on ajuste ses paramètres ou l'on raffine les données, par exemple par labélisation. Lorsqu'il est jugé assez performant, l'algorithme est mis en production.

de *big data*²¹ pour caractériser cette abondance de matière brute. Il est difficile d'étiqueter les données d'iQspot comme *big data* car elles répondent très imparfaitement aux critères habituels dits des « 4V » : un **volume** incommensurable, une **variété** souvent synonyme d'absence de structure ou de format, une **vélocité** d'agrégation due notamment aux services de captation en temps réel, une **véracité** qu'il est parfois difficile à vérifier tant les sources sont nombreuses et parfois inconnues. Les données d'iQspot sont effectivement nombreuses et en perpétuelle incrémentation, mais relativement structurées et essentiellement générées par le dispositif iQspot – sinon structurées et fiabilisées par d'autres scripts de la solution.

On comprendra qu'il est crucial pour la solution iQspot d'obtenir un maximum de données sur les bâtiments analysés. L'idéal pour son fonctionnement est une antériorité de captation de données d'au moins une année, mais il est possible de compenser en partie ces manques en entrant dans le logiciel des factures énergétiques disponibles dans les archives des clients ou en demandant l'autorisation de récupérer ses données auprès de fournisseurs d'énergie.

En résumé, les données et l'architecture de l'algorithme sont donc les deux pans de la conception technique d'un algorithme d'apprentissage. Il nous reste à voir comment le design numérique s'approprie cette technique nouvelle pour en adapter son potentiel fonctionnel et sémantique aux métiers de la gestion immobilière. Nous allons avant cela examiner ce que les industriels expérimentés proposent sur le design de dispositif intégrant de tels algorithmes.

²¹ Eglantine SCHMITT. « Explorer, visualiser, décider : un paradigme méthodologique pour la production de connaissances à partir des big data ». Thèse de doctorat. Compiègne : Université de technologie de Compiègne, 14 nov. 2018. En ligne : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01960545> (visité le 27/04/2020), p. 25 *sq.* : Le terme de big data a été caractérisé selon quatre pôles sémantiques par Eglantine Schmitt : les données en elles-mêmes, dans leur quantité, les outils et méthodes qui les appréhendent, les usages qui en découlent, leur position dans la sphère culturelle et médiatique.

4.2 Veille industrielle

4.2.1 Enquête en milieu industriel

Le design avec l'algorithme ne m'est pas apparu immédiatement comme un exercice de conception inédit. En réalité, ma première itération sur mon objet d'étude et de design – le panneau de configuration d'alertes énergétiques – s'est opérée naturellement, sans recul réflexif particulier. De ce fait, mon travail machinal sur la fonctionnalité d'alerte a été teinté par deux biais. Premièrement, parce que mon quotidien de design de service relève d'un design de fonctionnalités et d'interfaces aux interactions humain-machine relativement scriptées et explicites – ce qui rappelle le paradigme symbolique. Deuxièmement, m'étant habitué aux discussions de mes collègues sur le développement d'algorithmes d'apprentissage, il m'a été parfois difficile de me détacher de cette culture technique. Plus exactement, il m'était difficile d'adopter le référentiel d'un utilisateur novice face à cette logique algorithmique : une prise de recul est nécessaire pour ressentir quels traits et modalités de l'interaction en cours de design doivent être explicités à l'utilisateur profane. Après avoir saisi ce double biais – lié à une routine de conception et à une acculturation technique – et après la production de la première interface, j'ai eu besoin de me décentrer de mes habitudes pour ne pas importer mon passif sur un terrain porteur de nouveaux enjeux. Mettant de côté quelques réserves idéologiques, j'ai choisi de me tourner vers ceux qui ont déjà une expérience de design de dispositifs aux algorithmiques complexes : les industriels du numérique.

Nous entretenons au quotidien de nombreuses interactions avec les services de Google, le réseau Facebook ou d'autres services plus spécifiques comme le *streamer* musical Deezer²² ou l'application de jeux vidéo Steam²³. Ces plate-formes ont en commun un talent certain pour répondre aux besoins pragmatiques – voire aux désirs narcissiques – des utilisateurs. Pour ce faire, elles déploient des algorithmes complexes collectant et traitant d'innombrables données, tant pour proposer des fonctionnalités aux utilisateurs que pour les inciter à effectuer certaines actions. Avec le temps, ces industriels ont capitalisé un certain nombre de connaissances conceptives portant sur les manières d'ajuster les potentialités algorithmiques avec les pratiques des utilisateurs pour développer de nouveaux usages. À la fois utilisateur averti et concepteur relativement critique, j'ai passé en revue leur documentation sur le design d'interactions humain-algorithme afin d'étayer les pratiques relativement empiriques menées chez iQspot.

Je présente ici les industries observées par ordre d'importance dans mon investigation : mon attention s'est d'abord portée vers les travaux de recherche et développement de Google. La firme n'est plus à présenter tant elle est implantée dans nos vies. Son efficacité sur le plan fonctionnel

²² Voir en ligne : <https://www.deezer.com/fr/>

²³ Voir en ligne : <https://store.steampowered.com/>

va de pair avec sa capacité à collecter, exploiter et faire transiter nos données entre ses différents services. Le projet traitant des considérations qui nous intéressent se nomme PAIR²⁴, pour People + AI Research. Il a pour vitrine une plate-forme mêlant méthodologie de la conception de services impliquant l'IA et recueil des publications du département de recherche en IA de la firme. Sa documentation en design est de loin la plus développée, et nous verrons qu'elle réemploie des termes constitutifs de l'histoire de l'interaction humain-machine.

En complément, une courte enquête sur la structure équivalente d'IBM (*Design for AI*²⁵) m'a ouvert à un autre vocable. Cependant, leur plate-forme est nettement moins fournie en ressources et la documentation est moins accessible : le site s'apparente davantage à une plate-forme de formation orientée *business* qu'à un centre de ressources. Mais le travers principal de ces pages de documentation reste la surévaluation des capacités de l'intelligence artificielle contemporaine. En effet, IBM décrit l'IA comme ayant quatre qualités : elle comprend (*understands*) son domaine d'exécution, le contexte et le sens des données ; elle raisonne (*reasons*) jusqu'à formuler des hypothèses ; l'IA apprend (*learns*) avec l'expérience, elle est entraînée, non programmée ; l'AI interagit (*interacts*) naturellement avec les humains. Malgré les performances des algorithmes d'IBM (Watson), toutes ces assertions sont discutables sur les plans épistémologique et technique. Le positionnement d'IBM est également étonnant : lorsque Google parle de « faire la paire » avec l'IA, IBM adopte une métaphore symbiotique relativement dévoyée au regard de l'histoire. Cette métaphore déjà évoquée dérive rapidement vers un modèle relationnel et affectif de l'interaction humain-machine avec lequel nous ne voulons pas composer. En effet, quand Google se cantonne à un modèle communicationnel entre l'humain et l'algorithme, IBM ose le modèle de développement relationnel en s'inspirant du chercheur en communication Mark Knapp basé sur le crescendo suivant : initiation du contact → expérimentation de la relation → intensification → intégration réciproque → création de liens pérennes²⁶. Quelques remarques éthiques viennent toutefois contrebalancer ces traits dérangeants.

L'enquête sur le site de Facebook/Méta dédié à l'IA²⁷ a été infructueuse : elle agrège beaucoup d'expérimentations techniques et peu de préconisations sur la façon de les employer. Ces pistes de conception sont éparpillées dans les billets de designers de Facebook sur d'autres plate-formes éditoriales telles que Medium – même si la plate-forme tente de se recentrer en publiant les billets en interne. L'équipe compte pourtant Yann LeCun, un des acteurs majeurs de la renaissance connexionniste de l'intelligence artificielle.

D'autres services plus modestes sont venus compléter ces deux études comme la plate-forme de distribution musicale Deezer ou encore la plate-forme de distribution de jeux vidéo Steam. Ils

²⁴ GOOGLE. *People + AI Research (Accueil)*. People + AI Research. En ligne : <https://pair.withgoogle.com> (visité le 03/09/2020).

²⁵ IBM. *Design for AI*. IBM Design for AI. En ligne : <https://www.ibm.com/design/ai/> (visité le 14/02/2021).

²⁶ IBM. *Fundamentals > Relationship Development*. En ligne : <https://www.ibm.com/design/ai/fundamentals/#relationship-development> (visité le 10/04/2022).

²⁷ FACEBOOK. *Meta AI*. En ligne : <https://ai.facebook.com/> (visité le 08/04/2022).

permettront de multiplier les exemples d'emploi d'algorithmes statistiques ou d'apprentissage dans les expériences du quotidien.

Rendant compte de mes expériences de services et de mes lectures de documentation, je présente ici les conclusions opportunes pour nourrir cette recherche-projet : elles seront utiles pour la suite de la phase d'étude des utilisateurs (voir chapitre 5) et pour le prototypage (voir chapitre 6).

4.2.2 Positionner l'algorithme : entre automatisation et augmentation

Le projet de Google faisant converger design et algorithmie se nomme PAIR (pour People + AI Research). L'adresse pour y accéder – pair.withgoogle.com – annonce la couleur : l'objet est d'apparier l'utilisateur avec les services de Google. La plate-forme prône la « multidisciplinarité » en listant alternativement les nombreux métiers impliqués dans leur recherche : designers, chercheurs, artistes, technologues, ingénieurs, philosophes, sociologues, etc. Ces profils appartiennent tant aux sciences humaines que techniques, ce qui n'est pas sans rappeler le positionnement de cette recherche-projet. Google aimant afficher ses bonnes intentions, le propos de PAIR est de croiser la recherche et la pratique pour « explorer le côté humain de l'intelligence artificielle²⁸ » dans une logique participative. Le site propose quatre entrées principales dédiées à l'expérience utilisateur (*design*), aux concepts clés de l'IA (*interact*), aux outils open-source proposés (*tool*) et enfin aux publications des chercheurs impliqués dans PAIR (*read*). Elles m'intéressent dans cet ordre, mais je développerai surtout la première (design), qui donne un cadre de travail pour tout exercice de design avec l'algorithme.

Le programme PAIR de Google positionne ce sous-genre du design de service à l'intersection des besoins des utilisateurs et des potentiels de l'IA – nous parlons plus simplement de design numérique. On peut concéder à cette documentation qu'elle ne prône pas une pure et simple automatisation algorithmique de tâches menées par l'utilisateur – ce qui est parfois le discours simpliste d'autres industriels. Au contraire, l'« appariement » est décrit comme processus complexe qu'il est parfois bon d'abandonner lorsque l'interaction entre le service et l'utilisateur est dans une impasse. Cette notion d'appariement – admettant différents régimes de l'interaction – recoupe fortement le couplage sur lequel nous nous sommes arrêtés. En fait, le projet PAIR recherche le juste positionnement des différentes fonctions proposées par rapport aux besoins de l'utilisateur, quelque part entre l'automatisation et l'augmentation. **L'automatisation** est pertinente quand il s'agit d'augmenter l'efficacité de traitement d'une tâche ; réduire une tâche fastidieuse ; proposer des expériences impossibles sans automatisation. **L'augmentation** traduit une volonté d'améliorer une expérience donnée en laissant un certain contrôle à l'utilisateur et en lui conférant une amplitude d'action supérieure voire en améliorant sa créativité. Le terme

²⁸ GOOGLE, *op. cit.*, « [PAIR]explores the human side of AI. »

« augmentation » est très présent dans ce programme de Google, arrêtons-nous dessus un moment. Il faut rappeler d'une part que Google est désormais contenu dans le groupe Alphabet qui compte parmi ses filiales Calico, entreprise luttant au sens large contre le vieillissement ou encore le programme d'IA DeepMind, algorithme sous-jacent des nombreuses publications sur pair.withgoogle.com. Google co-finance également la *Singularity University* qui forme des praticiens de tous horizons pour relever les plus grands défis mondiaux et construire un meilleur futur pour tous²⁹. Or, les filiales de Google et cette université s'accordent à diffuser un imaginaire socio-technique de l'augmentation de l'humain. Aussi rappelons que le terme d'augmentation était déjà contenu dans le rapport *Augmenting Human Intellect* de Douglas Engelbart en 1962 : « Par “augmenter l'intellect humain”, nous entendons augmenter la capacité de l'humain à aborder une situation problématique complexe, à gagner en compréhension pour répondre à ses besoins spécifiques et à trouver des solutions aux problèmes³⁰. » Le concept a donc un pied dans l'héritage des pionniers de l'informatique, et un autre dans l'école de l'augmentation de l'humain.

Ces concepts d'automatisation et d'augmentation sont extrêmement signifiants pour définir le mode d'interaction des différentes fonctionnalités d'un dispositif ou, plus exactement, comment l'automatisation et l'augmentation s'agencent au sein d'une fonctionnalité. Cela montre que les risques sociotechniques que nous avons relevés dans l'histoire des automates sont en partie connus et considérés par les équipes de recherche de PAIR. Le propos liminaire du projet PAIR est donc de se concentrer sur les tâches pour lesquelles l'IA peut apporter quelque chose d'unique et d'impossible à penser ou réaliser autrement pour un agent humain. Encore faut-il traduire les activités humaines dans le référentiel de l'algorithmique, donner des éléments de contexte à la machine, pour que la computation puisse opérer.

4.2.3 Alimenter l'algorithme : des phénomènes aux données

La documentation de PAIR valide des approches de type anthropologique ou ethnométhodologique, mais elle n'en donne aucune clé – nous verrons en revanche qu'elle en appelle aux modèles mentaux, affiliés aux sciences cognitives. PAIR part du principe que ce travail auprès des utilisateurs a déjà été mené et son champ d'intervention débute lorsqu'il s'agit de sélectionner les besoins éligibles à une démarche d'automatisation ou d'augmentation parmi ceux recensés. Ce travail de caractérisation du référentiel d'actants humains dans des termes compatibles avec la computation est pourtant au cœur du pivot entre l'enquête et l'idéation en design. Même si ce processus de traduction est relativement technique, PAIR l'inclut dans son guide dédié aux designers qui doivent s'imprégner de ces enjeux charnières entre l'humain et l'algorithme.

²⁹ « *to tackle the world's biggest challenges and build a better future for all* », voir <https://su.org/about/>

³⁰ ENGELBART, *op. cit.*, « *By “augmenting human intellect” we mean increasing the capability of a man to approach a complex problem situation, to gain comprehension to suit his particular needs, and to derive solutions to problems.* »

Remémorons-nous Lucy Suchman : tandis que l'utilisateur relate son quotidien par la narration et dans un vaste champ sémantique, la machine n'a accès qu'à des variables formatées et compatibles avec ses capacités calculatoires. Cela implique de transcrire différentes facettes d'un référentiel humain en un ensemble de données exploitables par la machine. En ce qui concerne cette recherche-projet, ce changement de plan est facilité par le caractère fondamentalement technique de la gestion immobilière – qui doit elle-même être compatible avec la logique calculatoire de l'ingénierie financière. C'est-à-dire que ce ne sont pas des comportements humains que nous cherchons à entrer dans notre modèle d'algorithme, mais des flux d'énergie qui, même disparates, peuvent être traduits par des appareils de captation et des algorithmes de conversion conçus pour cette mission. L'embarquement d'une sémantique adaptée aux utilisateurs est donc davantage requis dans l'interface qui restitue les données de l'algorithme. Les capteurs que nous déployons permettent en effet de convertir un phénomène analogique en données numériques manipulables : on peut parler d'une discrétisation de ces flux, soit la transformation d'une énergie en valeurs quantifiées à intervalle régulier.

Même si cette captation en conversion analogique-numérique est automatique, les données ne sont pas forcément prêtes à être exploitées par l'algorithme. Pour tout algorithme et particulièrement pour l'apprentissage machine, la traduction doit être opérée avec soin car la façon de caractériser et de formater les données « en entrée » (*features*) de l'algorithme influe sur la pertinence des résultats. Par exemple, si je prends le cas d'iQspot, une donnée de consommation est toujours corrélée à la donnée temporelle à laquelle elle correspond, et c'est sous la forme de ce « montage » que les données arrivent à l'algorithme. Cette *feature* peut aussi intégrer l'énergie à laquelle correspond la valeur, ainsi que le bâtiment concerné. Une fois ce travail de présentation effectué, l'algorithme peut se lancer dans la classification et la prédiction, c'est-à-dire « s'entraîner ».

Une fois les résultats produits, on observe la pertinence des prédictions de l'algorithme (une donnée caractérisée) en les comparant à une référence (une donnée vérifiée). Un classificateur binaire répondra par exemple « positif » ou « négatif », et ce résultat sera comparé à la référence donnant également une valeur « positive » ou « négative ». Cela engendre de vrais positifs (*true positive* ou TP), des faux positifs (*false positive* ou FP), des vrais négatifs (*true negative* ou TN) et des faux négatifs (*false negative* ou FN). Soit quatre situations ici représentées dans la matrice de confusion du tableau 4.1, et illustrées par un exemple dans le cas d'un algorithme de détection d'anomalies énergétiques :

Les données de référence peuvent être contenues dans un jeu de données déjà labélisées ou alors cette labélisation peut être effectuée *a posteriori* par un humain. Il s'agit ensuite de mettre en balance les succès et échecs de l'algorithme pour évaluer la performance globale du programme.

TABLE 4.1 – Matrice de confusion mettant en balance la prédiction et la référence

Référence / Prédiction	Positif	Négatif
Positif/vrai	Vrai positif (<i>true positive</i> ou TP). Ex : L'algorithme a correctement prédit une anomalie dans les données de consommation.	Faux négatif (<i>false negative</i> ou FN). Ex : L'algorithme n'a pas détecté une anomalie alors que les données en contenaient une.
Négatif/faux	Faux positif (<i>false positive</i> ou FP). Ex : L'algorithme a prédit une anomalie dans des données qui n'en contiennent pas.	Vrai négatif (<i>true negative</i> ou TN). Ex : L'algorithme a correctement prédit une absence d'anomalie.

4.2.4 Évaluer l'algorithme : entre usage et apprentissage

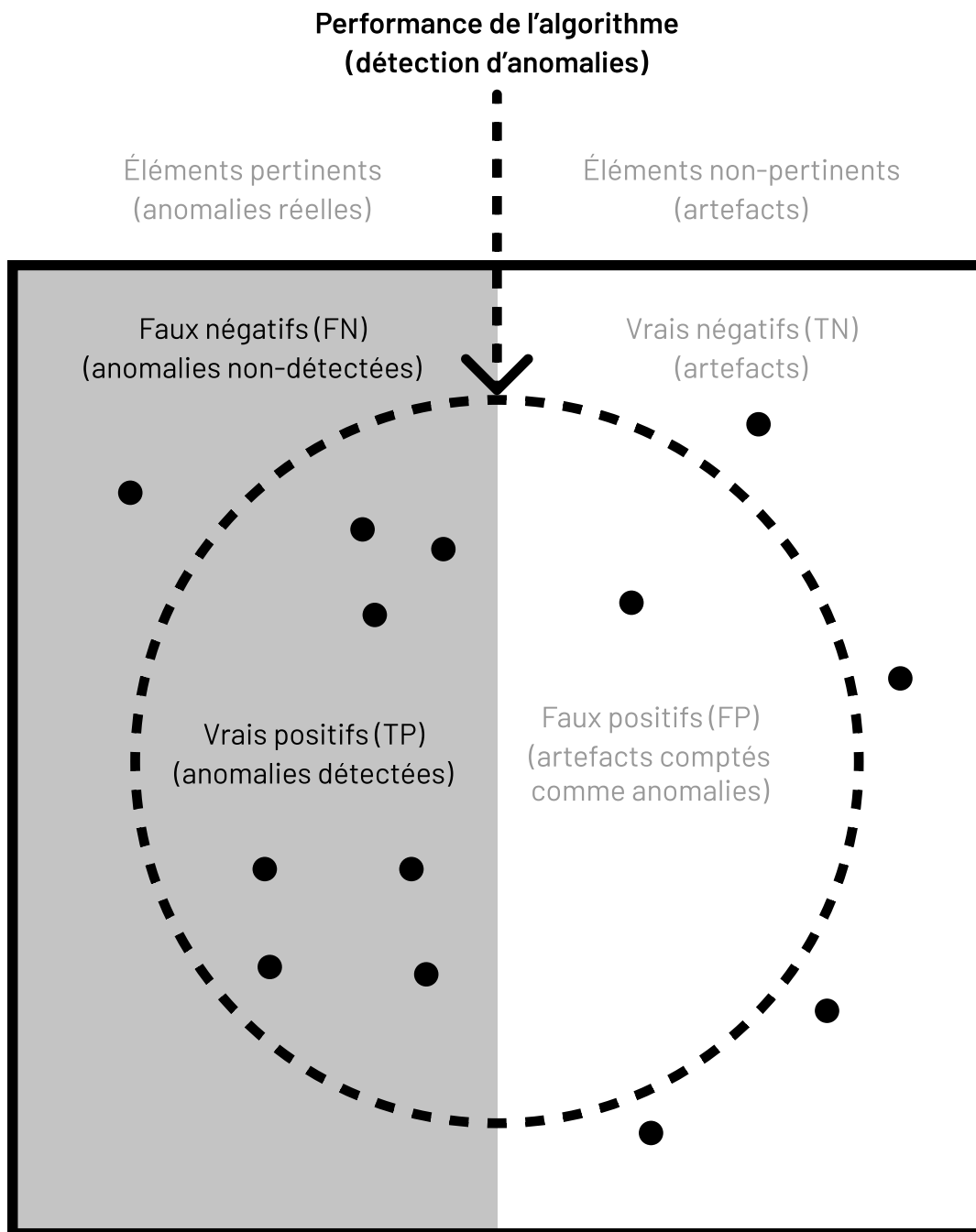
Bien que l'on puisse se rendre compte de la performance d'une IA dans une interaction directe avec elle, une évaluation plus fine revient à observer sa prédiction des vrais positifs (TP) et faux positifs (FP), et vrai négatifs (TN) et faux négatifs (FN) de son algorithme. Cette évaluation se base sur deux indicateurs : la **précision** soit $TP / (TP + FP)$ et le **rappel** soit $TP / (TP + FN)$. La précision est la proportion de positifs effectivement positifs (TP) parmi les (vrais et faux) positifs (TP + FN) relevés par l'IA. C'est par exemple sa faculté à identifier des anomalies dans les données de consommation d'eau qui caractérisent effectivement – selon la référence – une surconsommation (et potentiellement une fuite). Le rappel est la proportion des prédictions positives avérées (TP) parmi les vrais positifs (TP) et les faux négatifs (FN) (voir figure 4.2). En langage commun, c'est l'exhaustivité avec laquelle l'algorithme identifie les bonnes réponses en minimisant les oublis (FN), soit sa faculté à ne pas « laisser passer » de surconsommations d'eau dans un jeu de données énergétiques par exemple. Ces indicateurs sont néanmoins à relativiser. Si l'on prend le cas d'une recherche dans une base de données. Un algorithme à forte précision retourne quasi-uniquement des résultats pertinents quant à la demande de l'utilisateur, mais rien n'indique qu'il n'en n'a pas oubliés. Un algorithme ayant un fort rappel n'oubliera aucun document pertinent mais en inclura certainement d'autres erronés par rapport à la demande. Il s'agit de trouver le bon équilibre entre précision et rappel de l'algorithme au regard de la proposition de valeur de la solution.

Suite aux premiers résultats des prédictions, deux options (compatibles) permettent d'améliorer l'algorithme : une amélioration des (hyper)paramètres de l'algorithme (on parle de *tuning*) et/ou une action humaine sur les résultats tel un processus de labélisation (*rating*). Si la première est entre les mains des développeurs de l'algorithme, la seconde consiste à concevoir des fonctions de notation ou de labélisation des productions algorithmiques³¹ manipulables soit par les concepteurs eux-mêmes, soit par les utilisateurs finaux.

Comment ces considérations statistiques se relient-elles avec le design? D'abord par l'impératif d'un développement de fonctions venant étayer le fonctionnement général du service. C'est-à-dire qu'il faut penser les (inter)actions des utilisateurs qui guident le travail de l'algorithme.

³¹ CASILLI, *op. cit.*, D'autres méthodes sont également employées à l'échelle quantitatives, comme les captchas demandant aux internautes d'identifier des voitures ou feux de signalisation parmi une mosaïque d'images ou encore des services spécialisés comme Mechanical Turk d'Amazon et analogues.

FIGURE 4.2 – Précision et rappel



$$\text{Précision} = \frac{\text{Anomalies détectées (TP)}}{\text{Anomalies détectées (TP) + artefacts détectés (FP)}}$$

$$\text{Rappel} = \frac{\text{Anomalies détectées (TP)}}{\text{Anomalies détectées (TP) + anomalies non-détectées (FN)}}$$

Or cet appel du service à un utilisateur qui attendait justement qu'on lui rende service est une situation délicate à lui présenter, ou à lui faire accepter. Il s'agit de faire comprendre à l'utilisateur son rôle dans le dispositif, ou tout du moins au sein d'une fonctionnalité donnée. Cela oblige l'équipe de conception à rendre intelligible le fonctionnement d'une fonctionnalité ainsi que les conditions de participation de l'utilisateur à l'amélioration de cette fonctionnalité. Sur le plan algorithmique, l'utilisateur contribue à affiner le modèle d'apprentissage de l'algorithme. Cela ne veut pas dire qu'il y ait besoin d'expliquer les tenants et les aboutissants de l'apprentissage automatique à l'utilisateur mais, de façon très pragmatique, lui communiquer en quoi son investissement dans le service permettra de l'améliorer et de lui rendre un « meilleur service ». Ce besoin d'un retour de l'utilisateur sur les productions algorithmiques donne lieu à concevoir des fonctions de *feedback*.

4.2.5 Améliorer l'algorithme : les fonctions de *feedback*

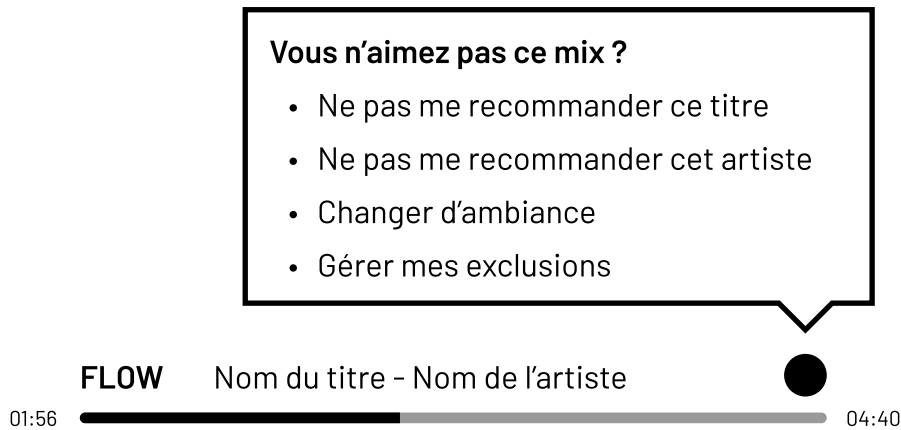
Au fur et à mesure que les algorithmes qui sous-tendent les services que nous utilisons se complexifient et s'essaient à prédire nos comportements et les phénomènes qui nous touchent, les fonctions de *feedback* fleurissent sur nos écrans pour obtenir un avis sur cette performance computationnelle. L'objet de ces interactions périphériques (au sens où elles ne visent pas la fonction première du service) est notamment de vérifier que le produit du calcul fasse sens dans le référentiel humain de l'utilisateur.

Prenons l'exemple de la fonctionnalité Flow de Deezer qui propose une liste de lecture personnalisée basée sur les écoutes antérieures de l'auditeur (voir figure 4.3). Lorsque la musique est lancée, un message demandant « Vous n'aimez pas ce mix? » apparaît au-dessus d'un émoticône de mécontentement. Ce menu propose de signaler que « Vous n'aimez pas ce titre » ou que « Vous n'aimez pas cet artiste » mais aussi que vous souhaitez « Changer d'ambiance ». Plus récemment, une entrée « Gérer mes exclusions » a été ajoutée, ce qui permet à l'utilisateur de revenir sur ses choix antérieurs.

Cet élément de l'interface incarne une fonction de *feedback* visant à récolter l'opinion de l'utilisateur sur les propositions de l'algorithme : les réactions de l'auditeur sont ensuite censées amender son fonctionnement (malheureusement rien n'indique comment le *feedback* est utilisé, et dans quelle temporalité il sera pris en compte).

À l'échelle macro, on se rend compte en écumant les forums de la communauté de Deezer³² que les employés de l'entreprise questionnent les utilisateurs du service dans le but d'obtenir des retours plus étayés. Ils cherchent par ce type de conversation un *feedback* humain plus détaillé et qualitatif que celui récolté via les boutons de l'interface de lecture musicale. Les utilisateurs ne se privent pas de pointer les dysfonctionnements de Flow, mais l'approche demeure salva-

³² Voir en ligne : <https://en.deezercommunity.com/>

FIGURE 4.3 – Fonction de *feedback* sur Deezer (*wirerame*)

trice puisque les plaintes sont souvent suivies de recommandations pour améliorer la fonction. Ces conseils de la communauté vont parfois jusqu'aux préconisations techniques pour repenser le modèle d'apprentissage et la forme des recommandations. Il est d'ailleurs intéressant de voir que la précision de l'algorithme de recommandation Flow lui porte parfois préjudice : il est très efficace pour proposer des chansons que l'auditeur a déjà écoutées, mais ces derniers ne souhaitent pas forcément réécouter en boucle leurs chansons préférées : l'efficacité manque le contexte. Nous avons évoqué deux modes de captation du *feedback* : l'un implémenté dans une fonction *ad hoc* dans le but de recueillir de manière **quantitative** les réactions des auditeurs-utilisateurs; l'autre à l'approche plus **qualitative** donnant l'occasion à l'auditeur d'exposer le fond de sa pensée sur le service via un forum. Une troisième méthode plus implicite est potentiellement implémentée dans la plate-forme Deezer : il n'est pas impossible que des métriques supplémentaires soient installées sur d'autres éléments de l'interface de lecture musicale. On peut imaginer qu'une chanson régulièrement « zappée » par un même compte utilisateur devienne à terme un « je n'aime pas/plus » dans la base de données de son profil. Cela amène à distinguer ce qu'est un **feedback passif** (donné à l'insu de l'utilisateur au cours de son expérience) d'un **feedback actif** (donné en toute conscience par l'utilisateur en vue d'améliorer le service).

Du côté de Google, on pourrait parler de culture du *feedback* tant la firme entraîne ses algorithmes grâce à nos données et actions de navigation – que ces *feedbacks* soient passifs ou actifs. Nombre de leurs services sont pensés de façon à obtenir un retour d'expérience humain. Certaines mécaniques d'obtention de *feedback* sont devenues des services à part entière. L'exemple le plus flagrant (et le plus agressif) est sûrement cette mosaïque qui nous somme de cliquer sur les feux tricolores, les ponts ou encore les bornes incendie pour nous ouvrir la suite de la navigation, nous parlons du ReCAPTCHA³³. Le travail de labélisation d'image nous identifie comme

³³ Le terme CAPTCHA porte en lui sa fonction, CAPTCHA signifie : *Completely Automated Public Turing Test to Tell*

humain et non comme robot, puis renvoie des données raffinées dans les bases de données de Google.

L'expérience de la firme n'étant plus à démontrer dans ce domaine, elle propose via le projet PAIR de penser des fonctions de *feedback* en tout service numérique impliquant des algorithmes d'apprentissage. Ces préconisations de conception invitent à penser le *feedback* sous trois angles :

1. La **coordination** entre la stratégie d'amélioration de l'algorithme avec les fonctions de *feedback* fournies à l'utilisateur. Cette première approche consiste à vérifier que les données fournies par l'utilisateur sont effectivement traitées et réinjectées dans le modèle d'apprentissage de l'algorithme. Elle implique essentiellement le travail technique du développeur mais le designer peut interpréter ce que signifient ces retours chez l'utilisateur, au-delà du plan fonctionnel.
2. Une juste **adéquation entre l'automatisation et l'augmentation**, c'est-à-dire entre ce qui est délégué à la machine et ce qui est assuré par l'humain avec l'assistance de l'algorithme. Le *feedback* permet potentiellement de savoir où positionner le curseur entre automatisation et augmentation : l'étude des pratiques et des usages des utilisateurs est requise pour configurer le rapport automatisation-augmentation en chaque fonctionnalité.
3. La **communication** auprès de l'utilisateur sur les bénéfices de sa participation à l'amélioration du service et sur les délais de prise en compte de ces améliorations. Cela consiste à faire comprendre en quoi l'investissement de l'utilisateur a un impact positif sur son expérience voire sur le service dans son ensemble.

Si la question de la coordination est essentiellement un dialogue entre le technicien et le designer (1), et qu'il incombe au designer de pondérer l'augmentation et l'automatisation en chaque fonctionnalité (2), la communication du fonctionnement (3) touche de près l'utilisateur dans son interaction avec le dispositif. En effet, la communication d'une fonctionnalité (incluant fonctionnement générique et *feedback*) réside dans l'explicitation des enjeux immédiats et/ou de long terme d'une interaction donnée. Le programme PAIR appelle cette faculté d'explicitation de fonctionnement l'« explicabilité » (*explainability*).

4.2.6 Expliciter l'algorithme : l'explicabilité

Nous avons vu dans le travail de Kathleen Creel que la transparence des algorithmes réside dans leur capacité à expliquer leur fonctionnement et leurs prédictions. Mais au fur et à mesure que ces entités techniques se complexifient, leur fonctionnement devient de plus en plus opaque – les algorithmes d'apprentissage et les réseaux de neurones étant sûrement le paroxysme de cette

Computers and Humans Apart. Cette appellation commerciale a été déposée par l'université de Carnegie Mellon, elle vise à vérifier si l'utilisateur est bel et bien humain en lui proposant un exercice qui requiert une compétence d'analyse sémantique.

opacité. De nombreux articles sont apparus en 2017 en réaction à ce phénomène, et même la DARPA s'est penchée sur les défauts de ces algorithmes opaques³⁴. Pour ne pas perdre l'utilisateur dans le calcul et ses produits, il fallait penser une intelligence artificielle capable de s'expliquer elle-même (XAI ou *explainable artificial intelligence*). Pour la DARPA, le modèle de l'algorithme et son mode de restitution dans l'interface doivent être explicables : le potentiel interactionnel du dispositif en dépend. L'agence américaine mesure la différence de qualité d'interaction entre une IA opaque et une IA « explicable » aux réactions de l'utilisateur face au dispositif (voir tableau 4.2).

TABLE 4.2 – Réactions de l'utilisateur à une IA opaque et à une IA explicable (selon la DARPA)

Réactions à une IA opaque	Réactions à une IA explicable
Pourquoi as-tu fait ça ?	Je comprends pourquoi.
Et pourquoi pas autre chose ?	Je comprends pourquoi pas autrement.
Quand as-tu réussi ?	Je comprends quand est-ce que tu réussis.
Quand as-tu échoué ?	Je comprends quand tu échoues.
Quand est-ce que je peux te faire confiance ?	Je sais quand te faire confiance.
Comment est-ce que je corrige une erreur ?	Je sais pourquoi tu t'es trompé.

En effet, comme ces « boîtes noires » ne peuvent être ouvertes pour en lire le modèle mathématique, on attend d'elles qu'elles nous livrent des indices concernant leur fonctionnement pour nous informer de leur potentiel, de leurs limites, et ainsi de la confiance que l'on peut placer en elles. Tous ces renseignements sur le fonctionnement d'un algorithme participent à son explicabilité. Or nous allons voir que la notion d'explicabilité en design numérique relève tant d'une question de positionnement que de manière de faire.

L'explicabilité rompt d'abord avec une représentation mystique voire animiste de l'intelligence artificielle dans les services numériques : elle vise à faire comprendre à l'utilisateur ce dont est capable le dispositif et ce dont il n'est pas capable. En résumé, l'explicabilité est un ensemble d'éléments soutenant un discours d'explication des potentiels et limites d'un dispositif numérique. Il y a donc un certain **positionnement**, une certaine « politique » à maximiser l'explicabilité d'un dispositif numérique.

Mais l'explicabilité se concrétise aussi et surtout dans le **fonctionnement** du dispositif : en termes de design de fonctions et d'interface. Vulgariser le principe de fonctionnement des algorithmes permet de miser davantage sur l'utilisateur, sur sa capacité à activer un potentiel fonctionnel. On peut alors concevoir des interactions plus riches et plus poussées. Plus la communication entre le dispositif et l'utilisateur est robuste, plus nombreux sont les possibles de design d'interaction.

Pour décrire ce que peut apporter l'explicabilité à la conception d'un service reposant sur des algorithmes, nous allons voir comment le projet PAIR de Google se saisit de cette notion.

³⁴ DARPA. *Explainable Artificial Intelligence*. En ligne : <https://www.darpa.mil/program/explainable-artificial-intelligence> (visité le 15/04/2022).

Selon l'équipe de PAIR, la conception de l'explicabilité est précédée d'une étape de familiarisation avec les **modèles mentaux** des utilisateurs destinataires du service. La documentation de Google en donne la définition suivante : « Un modèle mental est la compréhension par une personne de la façon dont quelque chose fonctionne et de la manière dont ses actions l'affectent³⁵. » Dans un contexte de design, un modèle mental peut être rattaché à toute situation d'interaction : c'est l'idée que l'utilisateur se fait du déroulé des actions et de leurs implications au sein d'un service. Même s'il est parfois transitoire et seulement valable dans le cours de l'interaction, le modèle mental peut être assimilé à un schème et de ce fait, il peut être transposé : ce qui permet au designer de tirer parti de potentielles expériences passées de l'utilisateur pour lui en proposer de nouvelles.

Un design soucieux de ces modèles mentaux favorise la compatibilité entre ce que les utilisateurs pensent comprendre d'un service et la façon dont le service fonctionne effectivement. On peut deviner qu'une enquête sur les modèles mentaux des utilisateurs vise à prélever à la fois leurs préconceptions d'une (inter)action donnée et les éléments de langage pour les décrire. Cette incursion dans le référentiel de l'utilisateur est cruciale en amont du développement des algorithmes (il peut aider au formatage des données) mais aussi dans le plan d'amélioration de l'algorithme (durant le perfectionnement du modèle de donnée et la recherche de *feedback*).

Une fois ces modèles mentaux assimilés, l'interface peut revêtir une panoplie sémantique (texte, métaphore visuelles, iconographie) pour clarifier ce que l'utilisateur n'avait pas encore en tête au sujet de son interaction à venir avec le service. PAIR donne des pistes pour orienter la communication du service envers l'utilisateur : proposer des cas d'usages du dispositif aux utilisateurs novices ; expliciter le périmètre d'efficacité de l'algorithme ; vulgariser les modalités d'apprentissage du service et expliquer l'avantage fonctionnel que peut en retirer l'utilisateur qui s'y investit ; déclencher l'explication d'une fonctionnalité si et seulement si l'utilisateur a tenté de l'activer, etc. Le double mécanisme consistant à s'appropriier les modèles mentaux de l'utilisateur pour formater les données des algorithmes tout en communiquant sur le fonctionnement du service vise à fluidifier la conversation entre les interactants humain et machinique. L'explicabilité d'un dispositif est donc un pas supplémentaire vers ce que Suchman appelle l'« intelligibilité mutuelle ».

Pour entériner l'explicabilité comme soutien de l'interaction humain-algorithme, soulignons qu'elle décrit à la fois le périmètre d'efficacité et le périmètre d'échec des algorithmes. On comprend pourquoi le terme de co-apprentissage (*co-learning*) est rapidement évoqué, au sens où les notions d'essai et d'erreur n'appartiennent pas qu'à l'agent humain dans les situations décrites. Le travail de design doit intégrer le caractère faillible ou « novice » de l'algorithme. Le designer conçoit des interactions amenées à réussir et des interactions à fort risque d'échec.

³⁵ GOOGLE. *Mental Models*. People + AI Research. En ligne : <https://pair.withgoogle.com/chapter/mental-models/> (visité le 15/09/2020), « A mental model is a person's understanding of how something works and how their actions affect it. »

La plateforme Persée est un bon exemple d'explicitation du processus algorithmique. Le site affiche de prime abord les articles en PDF mais propose aussi une version en texte brute générée par un algorithme de reconnaissance de caractères. Un message explicite informe le lecteur de cette manipulation : « Ce texte est issu d'un traitement automatique (ocr) et n'a pas été revu ou corrigé³⁶. »

La bonne gestion des erreurs et incomplétudes du service est primordiale pour maintenir la confiance et l'implication de l'utilisateur dans le dispositif global. Il s'agit de déterminer :

- Ce qui est considérable comme une erreur (côté concepteur) ;
- Ce qui est effectivement perçu comme une erreur (côté utilisateur) ;
- Quelle est la source de l'erreur (dysfonction du système, incompréhension de l'utilisateur ou d'une action hors contexte) ;
- Quelle est sa cause originelle si elle vient du dispositif (mauvaise donnée en entrée, prédiction(s) erronée(s), conflits d'algorithmes, etc.) ;
- Et comment faire perdurer l'expérience de l'utilisateur après l'échec : soit en lui proposant un *feedback*, soit en permettant « un débrayage » (un retour au mode manuel), ou toute autre solution de rechange (*fallback*) après la défection de la machine³⁷.

Si l'on prend du recul sur la documentation de PAIR, il manque indéniablement la méthodologie pour découvrir les « modèles mentaux » si importants pour l'exercice de design auquel s'intéresse l'équipe de Google – l'enquête est comptée comme déjà effectuée. Plus généralement, deux remarques germent à la lecture de la documentation :

1. Sur le plan épistémique, il est étonnant de voir réapparaître aujourd'hui le concept de « modèle mental » dans le design de service reposant sur l'IA. Formé aux premières heures des sciences cognitives, utilisé lors du développement et des applications de l'IA symbolique (les systèmes experts reposent sur des modèles mentaux), il revient dans la conception d'interaction avec des systèmes complexes d'inspiration connexionniste. La grande nuance est qu'au lieu de se servir des modèles mentaux pour les intégrer dans la machine, l'équipe de design l'emploie pour en anticiper l'interface. Les modèles mentaux influencent quelque peu le formatage des données mais servent avant tout à anticiper la médiation entre le produit d'un calcul opaque et les utilisateurs.
2. Sur le plan méthodologique, la façon dont les modèles mentaux sont extraits n'est pas communiquée, et leur appartenance aux sciences cognitives rend ces concepts délicats à manipuler en design. C'est-à-dire que le design ne prétend pas rendre compte exactement de l'activité cognitive des utilisateurs : il essaie de les comprendre au travers de leurs pratiques et de leurs usages. C'est pourquoi les approches ethnographiques et ethnométhodologiques sont mobilisées dans cette recherche-projet (voir chapitre 5).

³⁶ Voir sur <https://www.persee.fr/>

³⁷ Nous détaillerons ces modes d'interaction ou de non-interaction ultérieurement (voir chapitre 7).

Nous pouvons retenir que PAIR appelle « explicabilité » cette clarification permanente du principe de fonctionnement et des conditions de l'interaction entre l'utilisateur et le service. Tout service numérique est marqué par cet impératif de « s'expliquer » à l'utilisateur, mais ce besoin de communication est d'autant plus fort dans les dispositifs mobilisant des algorithmes complexes : le commun des mortels n'est pas familier du monde des statistiques et des probabilités. Un service qui explique les situations qu'il peut gérer et les situations qui le rendent inopérant est un service qui communique avec l'utilisateur. L'explicabilité incite l'utilisateur à la confiance (*trust*) envers le dispositif qui ne passera pas pour ce qu'il n'est pas – nous verrons qu'elle est liée à la notion de crédibilité (voir chapitre 7). L'utilisateur n'a pas à « croire sur parole » la production algorithmique, il est averti lorsqu'il peut faire confiance à ses résultats et quand il doit se servir de son libre arbitre. Dans une certaine mesure, l'explicabilité désamorce les phénomènes de fatuité technique et de biais des algorithmes relevés précédemment (voir chapitre 3). L'explicabilité ne doit pas tourner à l'explication technique et verbeuse : il s'agit de déployer un système sémiotique aiguillant l'utilisateur dans son rapport à l'algorithme. Elle augure la conception d'un *self-explanatory artifact*, un objet technique qui explicite sa rationalité « propre³⁸ ».

Prenons maintenant un exemple de service illustrant cette notion d'explicabilité. La plate-forme numérique de distribution de jeux vidéo Steam emploie des méthodes de curation de contenu reposant sur des algorithmes. Elle se prête régulièrement à des expérimentations visant les recommandations de jeux aux utilisateurs en fonction des données collectées sur leurs pratiques vidéoludiques. Le caractère expérimental de leur moteur de découverte est assumé par le programme Steam Labs : « Tous les ans, nous faisons des dizaines d'expériences sur la découvribilité, la vidéo, l'apprentissage automatique et plus. » Cette branche de Steam ne se cache pas de proposer aux joueurs des prototypes de systèmes de curation pour aiguiller leurs choix de jeux vidéo comme en témoigne ce message de 2019 annonçant une fonctionnalité en phase de test – depuis 2020 ajoutée de façon pérenne à la plate-forme :

002 Système de recommandations interactif | Le curateur à apprentissage automatique

11 juillet 2019 : cette expérience utilise la magie de l'apprentissage automatique pour vous recommander des jeux que vous pourriez aimer, à partir de l'observation du temps que vous avez passé à jouer à chacun de vos jeux. Filtrez vos résultats en choisissant des jeux de niche ou des jeux populaires, et affinez-les par date de sortie et par tag. [Un bouton propose :] Essayer le système de recommandations interactif.

Cette investigation portant sur les pratiques des industriels du numérique a été fructueuse au sens où elle permet de récolter des concepts opérants pour le travail de design à venir. Toutes les réflexions ne sont pas applicables mais elles ont le mérite de donner quelques trajectoires à un processus de conception qui tient beaucoup de l'empirie et de l'essai/erreur dans une petite

³⁸ SUCHMAN, *op. cit.*, p. 43 : « the notion of a self-explanatory artifact has taken on a second sense : namely, the idea that the artifact might actually explain itself in something more like the sense that a human being does. In this second sense the goal is that the artifact should not only be intelligible to the user as a tool but also that it should be intelligent ; that is, able to understand the actions of the user and to provide for the rationality of its own. »

entreprise. Pour montrer à quels objets peuvent s'appliquer les préconisations de conception recensées, je propose de présenter quelques algorithmes de la solution iQspot.

4.3 Cas de design d'algorithmes dans la solution iQspot

4.3.1 Quelques algorithmes de iQspot

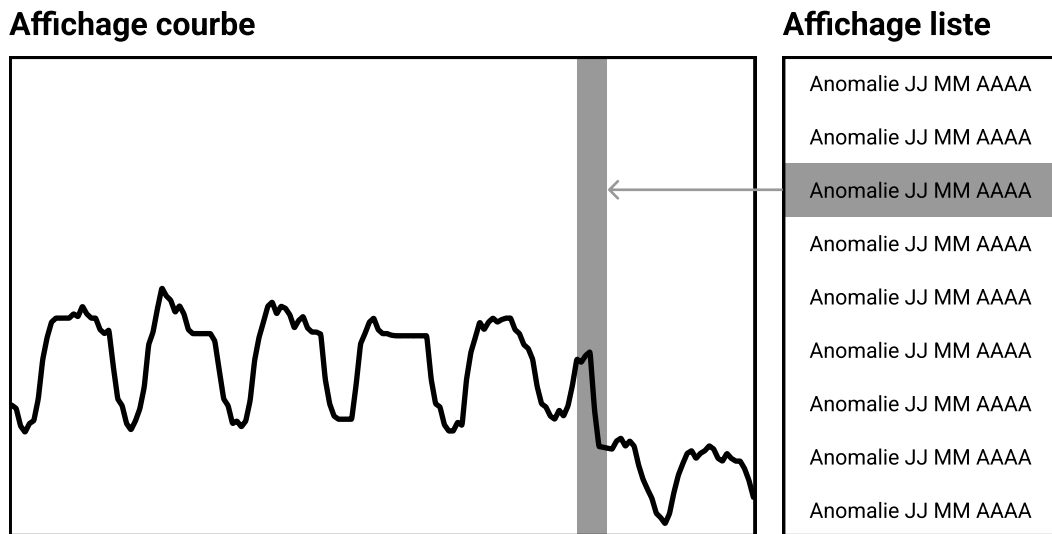
Après ce détour par l'industrie numérique, je reviens à l'artisanat du design numérique dans les arcanes d'iQspot, pour décrire les algorithmes statistiques et d'apprentissage à l'œuvre au sein du dispositif. Leurs manifestations auprès de l'utilisateur prennent diverses dimensions : un algorithme peut constituer le socle d'une fonctionnalité à part entière quand un autre peut être plus discret, assistant subtilement l'utilisateur dans sa tâche. Les algorithmes décrits par la suite ont en commun d'avoir été développés par mon collègue Alexandre Brébant, en charge de la « science des données » chez iQspot. Sur les quatre algorithmes que je présente ici, ma collaboration avec Alexandre a pris plusieurs configurations différentes : l'un d'eux n'a reçu aucun travail de design car le prototype technique n'est pas tout à fait fonctionnel ; un autre s'insère naturellement dans une interface déjà conçue ; les deux derniers requièrent une action conjointe et subtile entre développement technique et design – je précise le rôle du design dans l'explication de chacun.

Les deux premiers algorithmes – détection d'anomalies et consommation type – ne sont pas au cœur de la recherche projet mais illustrent comment la computation sur des données énergétiques peut assister les métiers de la gestion énergétique. En revanche, les deux derniers – la recommandation d'une valeur-seuil et d'alertes contextuelles – appartiennent à la fonctionnalité d'alertes énergétiques qui cristallise la réflexion de cette recherche-projet.

4.3.2 Algorithme de détection automatique d'anomalies

Un des plus anciens algorithmes d'iQspot est ironiquement un algorithme qui n'a pas encore été mis entre les mains des clients puisqu'il n'apparaît pas dans le logiciel en production. C'est une fonctionnalité de **détection automatique d'anomalies** : un algorithme qui observe les consommations énergétiques (électricité, eau, gaz, réseaux urbains, etc.) enregistrées au niveau d'un compteur d'un même bâtiment pour identifier d'éventuelles anomalies énergétiques. Techniquement, il couple un modèle d'apprentissage automatique supervisé (prédiction de la consommation) et un modèle statistique comparant la prédiction d'une consommation « idéale » et la consommation enregistrée : un écart trop important entre les deux valeurs constitue une anomalie. Comme son intitulé l'évoque, l'objectif d'un tel système est d'automatiser la détection de surconsommations électriques dues à un mauvais réglage de l'équipement, ou de surconsommations d'eau pouvant suggérer des fuites d'eau.

Ces anomalies sont à la fois listées dans un tableau et affichées sur le diagramme de type courbe (*line chart*) de consommation énergétique (voir figure 4.4). S'y adjoint un outil de *feedback* per-

FIGURE 4.4 – Fonctionnalité de détection d'anomalies (*wireframe*)

mettant au super-utilisateur (un membre de iQspot) de labéliser les anomalies détectées. Cet utilisateur peut y adjoindre une étiquette (*tag*) spéculant sur la cause probable de cette surconsommation (augmentation de la température extérieure, défaut d'équipement, fuite d'eau, défaut du capteur, etc.). Il a également la possibilité de vérifier ou infirmer l'existence même de l'anomalie (« anomalie vérifiée » ou « erreur de détection »). Le prototype est déjà opérationnel et une nouvelle version de l'interface a été dessinée mais non implémentée. La raison pour laquelle la fonctionnalité n'a pas été mise en production tient spécifiquement au manque de familiarisation de notre panel d'utilisateur actuel avec les mécaniques de *feedback* et d'implication. Aussi, le rappel de l'algorithme est encore trop fort : il tend à considérer même de très faibles variations comme des anomalies et engendre encore trop de faux positifs. Enfin, bien que le système de labélisation produise un jeu de données enrichi des métadonnées précisant l'anomalie, ces nouvelles données ne sont pas encore réinjectées dans la fonctionnalité, ce qui fige le modèle d'amélioration. Si la problématique technique sera réglée sous peu, l'acculturation progressive de nos utilisateurs aux dynamiques d'apprentissage des algorithmes n'en est qu'à ses balbutiements. Il nous semble préférable d'introduire graduellement ces mécaniques.

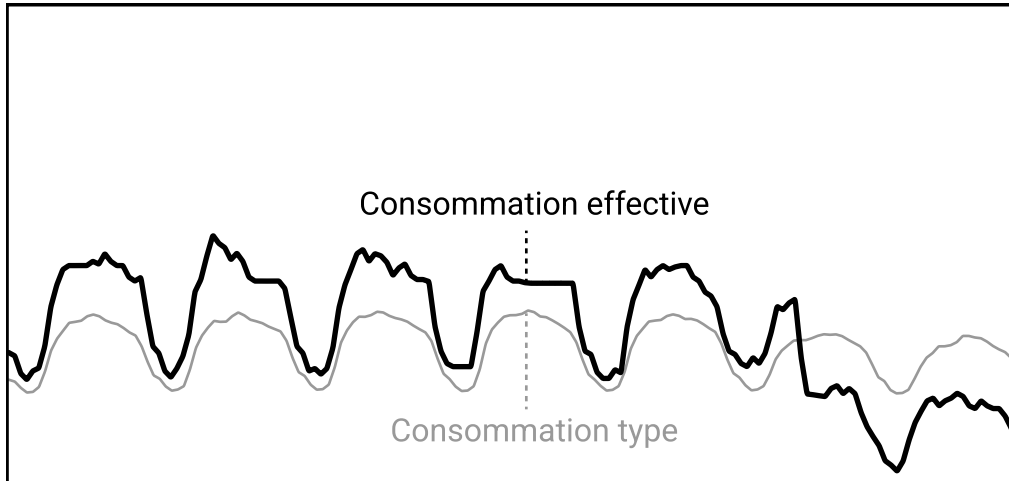
4.3.3 Algorithme de calcul de consommation type

Également en production, l'algorithme statistique de **calcul** de la consommation type d'un bâtiment permet d'afficher un tracé de la consommation moyenne du bâtiment en surcouche de la consommation relevée par les capteurs (voir figure 4.5). Cela permet de visualiser si le bâtiment est dans son niveau de consommation habituel sur une période donnée. Ce tracé relève de l'indicateur visuel inclus dans le diagramme de type courbe (*line chart*) de consommation énergétique, il s'affiche en actionnant le bouton dédié. Techniquement, l'algorithme calcule la

moyenne de consommation heure par heure en se basant sur une fenêtre glissante des six derniers mois. Les valeurs calculées sont réactualisées chaque semaine. Mon rôle a été minime dans l'ajout de ces éléments visuels, se réduisant à un modeste design d'interface pour ajouter et positionner des éléments de commande (boutons).

FIGURE 4.5 – Consommation type (wireframe)

Affichage courbe

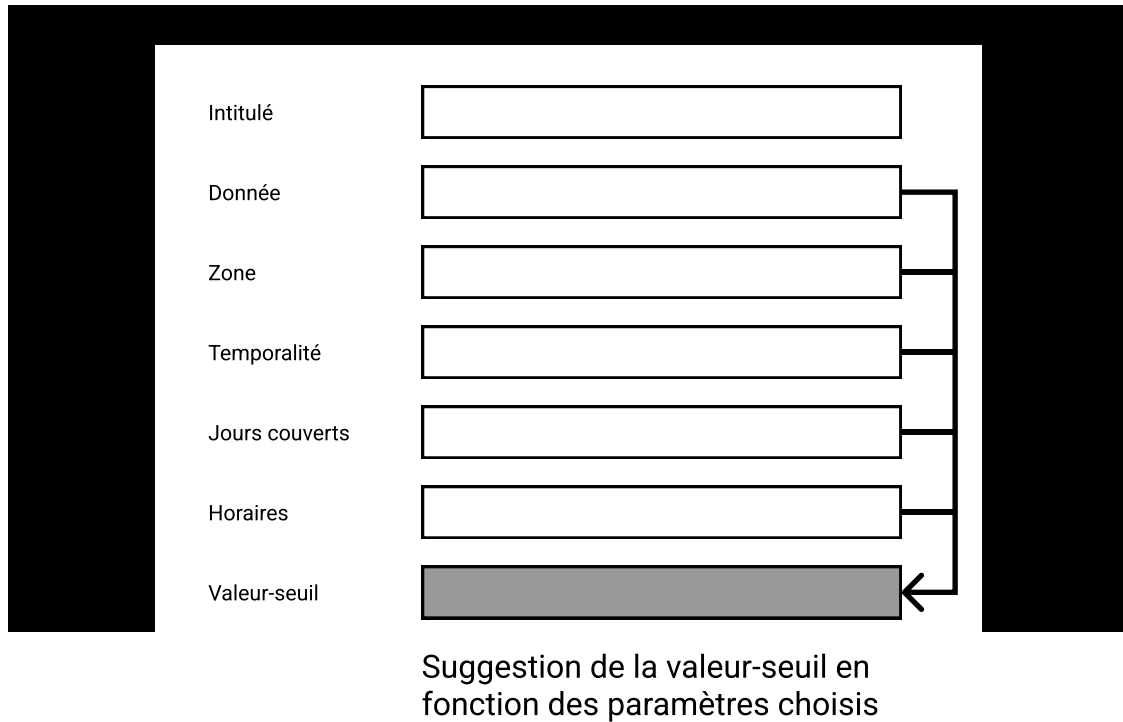


4.3.4 Algorithme de recommandation d'une valeur de seuil d'alerte

La mécanique de **recommandation d'une valeur de seuil d'alerte** est une fonction particulièrement intéressante de la fonctionnalité de configuration de seuil d'alertes énergétiques. Pour rappeler le contexte, la solution iQspot permet aux administrateurs des bâtiments de configurer des alertes sur les compteurs d'énergie d'un bâtiment. C'est-à-dire qu'il leur est possible de choisir sur une temporalité donnée un seuil de consommation énergétique au-delà duquel ils souhaitent être alertés. Une fois le seuil atteint, les personnes en gestion du bâtiment reçoivent un courrier électronique ou une notification sur leur smartphone. Ils peuvent alors vérifier à la fois sur l'interface mais aussi sur le terrain ce qui a déclenché cette alerte. D'abord testée en interne puis confiée aux praticiens travaillant avec iQspot, cette fonctionnalité propose de nombreux paramètres qui ne sont pas des plus faciles à prendre en main. En effet, il est difficile d'avoir en tête la consommation « habituelle » ou « moyenne » d'un bâtiment sur une période spécifique (jour, semaine, mois), sans parler des horaires sur lesquels ces consommations adviennent. Si notre toute première version de cette fonctionnalité contenait des paramètres bruts qu'il convenait de savoir manipuler, nous avons fait converger les compétences en « science des données » (data science) et en design de l'équipe pour faciliter la configuration des alertes.

Dans les versions suivantes, une première fonction suggère un seuil d'alerte calculé à partir des données antérieures de consommation du bâtiment sur les douze derniers mois. L'algorithme

associe les différents paramètres (donnée, zone, temporalité, jours couverts, horaires) pour déterminer une valeur-seuil correspondante (voir 4.6). Autrefois calculée à la main ou plus précisément en évaluant « à l'œil » les courbes d'énergies et leurs pics, cette donnée pré-calculée évite de nombreux allers-retours des gestionnaires entre les courbes de consommation et ce panneau de configuration.

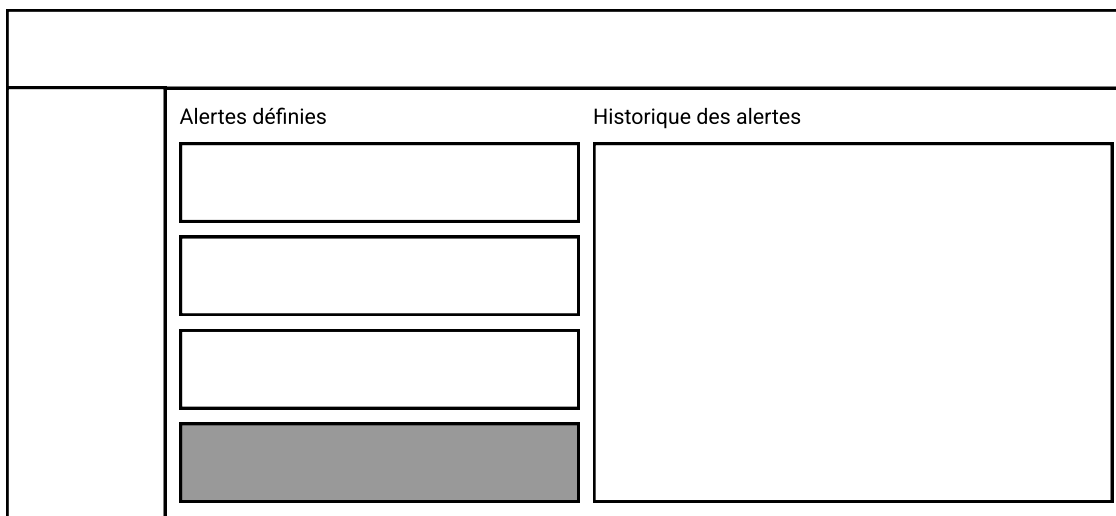
FIGURE 4.6 – Recommandation d'une valeur de seuil d'alerte (*wireframe*)

Une autre amélioration vient compléter la suggestion en indiquant le nombre d'alertes déclenchées dans les douze derniers mois si le seuil choisi avait été installé durant cette année, permettant ainsi de régler la « sensibilité » du seuil d'alerte aux variations énergétiques. Cette fonctionnalité et ses sous-fonctions reposant sur divers algorithmes seront au cœur du travail de prototypage (voir chapitre 6).

4.3.5 Algorithme de recommandation d'alertes contextuelles

Cette dernière fonction reposant sur la production des algorithmes est une évolution potentielle de la fonctionnalité de configuration de seuil d'alerte et consiste en un système de **recommandation d'alertes contextuelles**. L'objet de cette recherche est d'imaginer un système de configuration d'alertes qui ne requiert plus un travail de configuration minutieux de la part de l'utilisateur mais un simple choix parmi une sélection d'alertes préconfigurées. La démarche est d'implémenter sous forme d'alertes clé-en-main des cas d'usages récurrents relevés dans les témoignages des utilisateurs d'iQspot. Ces recommandations peuvent être calibrées selon l'ex-

périence des membres de iQspot ou potentiellement calculées par des algorithmes, mais quelle que soit la logique sous-jacente, l'enjeu principal au regard du design est de garantir l'acceptabilité, l'utilité et l'utilisabilité de cette proposition pour l'utilisateur. En effet, la proposition de seuils d'alerte déjà configurés ne manquera pas d'amener des questions sur leur mode de production mais aussi sur le phénomène d'automatisation qu'elle représente quant au métier. La notion d'explicabilité évoquée précédemment prend tout son sens. Elle devra au préalable être étayée d'une étude des usages (voir chapitre 5). Une proposition de design de cette fonctionnalité sera relatée dans les passages dédiés au prototypage (voir chapitre 6).

FIGURE 4.7 - Recommandation d'alertes contextuelles (*wireframe*)

Alerte préconfigurée suggérée à l'utilisateur pour anticiper un usage

Résumé du chapitre 4

Ce chapitre a étoffé les pratiques de conception de mon entreprise avec les préconisations des industriels du numérique. Cette étude a été précédée d'une vulgarisation technique, puis complétée de cas d'étude d'interfaces et de *wireframe* lors de l'expérience de divers services. Après synthèse de ces différents éléments, ce chapitre met en lumière des connaissances conceptives pertinentes et surtout opérantes dans le contexte de design de cette thèse.

Un premier travail a été de décrire l'algorithme ainsi que sa lignée³⁹ en pleine évolution. Nous avons d'abord retenu ce terme car il contient un principe de fonctionnement à exécuter. Ensuite, le programme est l'implémentation de cette suite d'instructions par un programmeur dans un langage donné et un environnement technique donné. Nous avons précisé que l'algorithme n'est pas l'automate, mais que l'automatisation se scripte à l'aide d'algorithmes. Sous un angle fonctionnel, l'algorithme est une configuration singulière des potentiels de la computation, c'est-à-dire qu'il entremêle et pondère le calcul, le stockage et la prédiction dans un but donné. Cette entité intéresse le design numérique au plus haut point puisqu'il permet de concevoir des interactions subtiles en proposant un potentiel fonctionnel inédit aux utilisateurs. On peut d'ailleurs se demander s'il peut exister du design numérique sans algorithmes. Rappelons enfin qu'ils permettent d'extérioriser dans un milieu technique des règles et des procédures pour déclencher des séries d'actions : cette vision de l'algorithme recoupe la vision symbolique de l'intelligence artificielle, c'est-à-dire une analogie entre la cognition et la computation à base de manipulation de symboles opérants et signifiants.

Nous avons ensuite suivi la lignée de cette entité technique au fur et à mesure qu'elle se complexifie. L'interconnexion de différents algorithmes pour bâtir les infrastructures et interfaces numériques contemporaines a complexifié les plateformes et le web tout entier : les algorithmes de production et de curation se télescopent dans une organisation des plus opaques. La prolifération des données (*big data*) et la disponibilité d'une puissance de calcul sans précédent pour les traiter ont permis cette expansion, mais aussi la renaissance des algorithmes les plus avancés à ce jour : les algorithmes d'apprentissage et particulièrement les réseaux de neurones. Ces derniers ravivent la vision connexionniste de l'IA en représentant la cognition humaine comme un ensemble de sous-tâches cognitives qui ne font sens que collectivement. Ces boîtes noires interrogent à la fois l'ingénierie, qui peine parfois à comprendre ces entités semi-autonomes, et le design, qui tente de tirer un potentiel fonctionnel d'objets avec lesquels il est relativement délicat d'interagir. Nous pressentons que le design de ces algorithmes requiert une acculturation technique des praticiens qui facilite le travail de conception, mais aussi une acculturation technique des utilisateurs destinataires pour faciliter leur réception.

³⁹ SIMONDON, *op. cit.*, p.23.

Pour compléter les expérimentations relativement artisanales menées au sein d'iQspot, j'ai mené une veille sur les pratiques de conception des industriels qui fabriquent des dispositifs basés sur des algorithmes complexes. Cette investigation a d'abord montré l'hétérogénéité des paradigmes et positionnements de conception parmi les industriels observés : Google, Facebook et IBM principalement. La documentation du projet PAIR (People + AI Research) de Google est de loin la plus aboutie : très structurée, elle demeure assez souple pour s'adapter à de nombreux contextes de conception. Elle jette un pont entre ingénierie et design en alimentant la culture technique du designer. La documentation d'IBM donne moins de clés de conception qu'elle n'ouvre de débats. Elle a le défaut d'énoncer de nombreuses assertions difficiles à soutenir au regard de la science comme de l'épistémologie, ce qui décrédibilise la plateforme. Le service Deezer semble soucieux d'améliorer son algorithme de recommandation au vu des nombreuses incompréhensions des utilisateurs quant à son fonctionnement. Heureusement pour ce service, la communauté d'auditeurs-utilisateurs est force de proposition et fournit de nombreux retours utiles à la conception du service. La plateforme Steam, à travers Steam Labs, a instauré une culture de l'expérimentation d'algorithmes dans son interface : elle propose aux utilisateurs différents modes de « découvrabilité » de jeux en fonction de leur profil. Parmi ces différentes postures au regard de l'algorithme, nous retiendrons la prépondérance de l'approche communicationnelle que nous avons soutenue par Lucy Suchman.

Des concepts clés pour le design de dispositifs mobilisant les algorithmes ont été mis en lumière :

Le **positionnement de l'algorithme entre automatisation et augmentation** nous aiguille déjà vers une perspective d'ajustement de la proposition fonctionnelle du dispositif avec un besoin réel d'un utilisateur. Ces curseurs constituent deux modes d'interactions distincts mais néanmoins compatibles au sein d'une même fonctionnalité : l'automatisation répond à un besoin de déléguer à la machine une tâche donnée (fastidieuse, chronophage, dangereuse, etc.) ; l'augmentation en appel au soutien de la machine pour permettre à l'utilisateur de réaliser une tâche. Un autre mode peut-être envisagé si l'algorithme ne peut rien apporter à l'expérience de l'utilisateur : le « débrayage ».

Pour que l'algorithme soit capable d'opérer sur les données du monde réel, il faut déployer des « alternatives techniques » pour pallier son a-sémantisme : cela consiste à déterminer quelles sont les caractéristiques saillantes du phénomène à modéliser pour trouver la juste architecture de données : on fabrique des *features*. Ce n'est que sur ces données formatées que l'algorithme peut s'entraîner.

Une fois l'algorithme opérationnel, il faut penser son **évaluation** et son **amélioration**. Selon les métriques employées et les résultats, il faudra peut-être revoir les paramètres de l'algorithme ou penser une façon de lui apporter des données de meilleure qualité ou en plus grande quantité.

On ajoutera donc au fonctionnement principal du service des fonctions périphériques, c'est-à-

dire des fonctions qui ne font pas partie de la promesse fonctionnelle initiale du service. Ces **fonctions de *feedback*** ont pour rôle d'aiguiller et d'améliorer les algorithmes qui sous-tendent le dispositif.

Pour faire comprendre (voire accepter) aux utilisateurs ce qu'ils peuvent apporter au dispositif, il s'agira de déployer dans l'interface des éléments de compréhension de son fonctionnement. La capacité d'un service à expliciter son fonctionnement et à communiquer les enjeux de ses interactions est ce que nous nommons **l'explicabilité**. La documentation de Google préconise d'exploiter les **modèles mentaux** des utilisateurs pour penser les modes d'interactions en fonction de leur représentations. Cependant, nous verrons que le design a d'autres méthodes et s'attache davantage à circonscrire les pratiques et les usages des utilisateurs (voir chapitre 5).

L'explicabilité n'en demeure pas moins un concept crucial du design de dispositifs impliquant des algorithmes complexes : elle constitue un pas de plus vers ce que Suchman nomme l'« *intelligence mutuelle* » de l'humain et de la machine. Le processus de conception dépeint montre d'ailleurs comment le référentiel humain est transcrit à la machine puis comment les productions algorithmiques doivent réintégrer le référentiel humain, soit un mouvement d'allers-retours entre les référentiels humain et machinique qui préfigure leur ajustement.

Utilisateurs : pratiques & usages

Dans le chapitre précédent, nous avons acquis une meilleure connaissance technique et fonctionnelle des algorithmes. Nous comprenons désormais que leur pertinence tient à leur positionnement entre automatisation et augmentation, à leurs capacités à s'améliorer, à s'adapter et à expliciter leur fonctionnement. Sur ce socle solide, nous pouvons penser des fonctions qui articulent stockage, calcul et prédictions en vue de nouvelles possibilités fonctionnelles. Il reste à observer comment ce potentiel s'actualise, comment des personnes bien réelles activent ces fonctions. Car, comme l'écrivait Madeleine Akrich, « tant qu'il ne se présente pas d'acteurs pour incarner les rôles prévus par le concepteur (ou en inventer d'autres), son projet reste à l'état de chimère : seule la confrontation réalise ou irréalise l'objet technique¹ ».

Si nous préférons le terme d'*interactants*, nous désignons effectivement ces utilisateurs potentiels du dispositif, à savoir les professionnels de la gestion immobilière. Il s'agit de sonder leurs pratiques, leur quotidien, leurs métiers, leurs référentiels, la pondération de leurs objectifs, leurs difficultés à la tâche mais aussi leurs fiertés à les réaliser. Pour ce faire, des méthodes multiples et complémentaires permettront de prélever des informations sur l'utilisateur pour formaliser une somme de connaissances qui influencera voire déterminera des choix de conceptions. Cette phase relève donc à la fois de la collecte d'informations sur l'utilisateur mais aussi d'une « traduction² » de ces données en informations cadrant la phase de conception. Après un gain de savoir-faire autour de la machine, ce gain de « savoirs » sur l'utilisateur est un passage obligé vers l'ajustement de la computation algorithmique et de l'action humaine. Cette circonscription de l'utilisateur sera d'abord générique au dispositif tout entier, puis focalisée sur la fonctionnalité d'alertes énergétiques.

Ce type d'enquête sur les pratiques et usages des utilisateurs vise à résorber une double tension entre l'équipe de conception et le destinataire de l'objet de design. Le premier problème tient à la divergence de finalités entre designers (ou commanditaires) et utilisateurs : c'est ce que j'ai coutume d'appeler le **conflit téléologique**. Le second tient aux différences entre les représentations et les manières de faire que les designers présupposent et celles que les utilisateurs adoptent effectivement : ce pourrait être un **conflit modal**. L'étude des pratiques et des usages vise à résorber ou tout du moins réduire ces conflits – je précise que ce chapitre s'intéressera à la fois

¹ Madeleine AKRICH. « Comment décrire les objets techniques? » In : *Techniques et culture*. Techniques & Culture. T. 9. 1987, p. 49-64. En ligne : <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00005830> (visité le 16/02/2021).

² NOVA et al., *op. cit.*

aux pratiques des utilisateurs indépendamment du service iQspot, et à leurs usages lorsque ces pratiques rencontrent le dispositif et que se forment de nouvelles habitudes (voir Glossaire – Pratiques et Usages).

Pour approcher l'utilisateur multiple officiant dans le complexe domaine de l'immobilier, j'ai déduit de mes premières observations de terrain que le *design thinking* comme trame méthodologique serait inopérant. En effet, cette approche très systématique entraîne des réductions et des typifications spéculatives des utilisateurs, ce qui entrave sa fonction de traduction³ entre les informations relevées et l'acte de conception. Cette enquête a découvert des individus aux métiers singuliers partageant pour certains des pratiques communes, pour d'autres des aspirations et méthodes drastiquement différentes. Pour les appréhender, des approches ethnographiques et ethnométhodologiques caractéristiques du design seront mobilisées dans le but de récolter les informations requises pour une meilleure connaissance de l'utilisateur. Nous verrons comment ces méthodes peuvent être enrichies techniquement dans un contexte de design numérique. Plus exactement, trois angles d'approche seront adoptés pour trianguler l'utilisateur du dispositif. Je qualifie le premier prisme de **méta** : ce sont toutes les informations agrégées dans le quotidien de la conception provenant des débats internes à l'équipe ou des discussions informelles avec les utilisateurs. Le second correspond à l'approche **quantitative** et résulte de mon étude des actions et traces des utilisateurs dans le service. Le dernier désigne l'approche **qualitative** et mobilise des approches venant des sciences humaines, incarnées en entretiens semi-directifs.

La fin de chapitre sera le temps de la synthèse des découvertes au sujet de l'utilisateur de la solution iQspot. Quels sont les métiers impliqués? Quels sont leurs objectifs au quotidien? Quels usages ont été supposés puis constatés ou infirmés? Et selon quel langage s'expriment ces utilisateurs? Et enfin, comment utiliser ce langage dans la conception? Toutes ces questions sont abordées et prises en charge par cette étude des utilisateurs, de leurs pratiques et de leurs usages.

³ *Ibid.*

5.1 Méthodologie d'une approche de l'utilisateur

5.1.1 Conflit téléologique et conflit modal

Malgré ses promesses, le design risque en chaque projet de dévoyer les intentions de l'utilisateur, de trahir celui qu'il est censé « servir » et de bafouer ses façons de faire. En effet, même si le travail du designer incorpore la compréhension des finalités et des manières de faire des utilisateurs, il passe rarement sans dommage au travers de ses propres stéréotypes et croyances. En ce qui me concerne, il m'aura fallu quelques années pour atteindre une certaine familiarité avec les parties prenantes de l'immobilier et leurs pratiques. Mais malgré cette assimilation progressive des codes et enjeux des métiers impliqués, il est toujours tentant de spéculer sur les intentions et méthodes des destinataires du design. Et ce, même en conscience que seuls des tests et itérations permettent combler ce que l'enquête ethnographique n'a pas su éclairer. Quoiqu'il en soit, l'écueil à éviter est de faire passer notre référentiel de designer pour celui des utilisateurs. Comme l'énonçait Donald Norman, « [n]ous devons concevoir en fonction de la manière dont les gens se comportent, et non de la manière dont nous souhaiterions qu'ils se comportent⁴. »

Le designer étant rarement l'utilisateur de l'objet qu'il conçoit, il lui est difficile de se mettre « dans les bottes » de son destinataire. Ce déphasage originel du design est la cause de deux conflits : le premier porte sur les **finalités** projetées dans un objet de design, c'est le **conflit téléologique**; le second porte sur la **manière** dont on se saisit d'un objet pour arriver à ces fins, nous l'appellerons le **conflit modal**. Précisons ces deux concepts proposés et replaçons-les dans le contexte de cette recherche-projet.

Le **conflit téléologique** est la divergence de finalités qui existe entre le concepteur et l'utilisateur d'un produit/service. C'est un déphasage entre les intérêts que le concepteur prête à l'utilisateur et les intérêts réels de cet utilisateur lorsqu'il sollicite un produit/service. Un tel conflit est inévitable, et demeure même lorsque le designer est animé de bonnes intentions. Les seules façons de le résorber seraient que le concepteur et l'utilisateur soient une seule et même personne, ou que le concepteur fasse preuve d'une empathie parfaite envers son utilisateur potentiel. La première situation est rare, la seconde utopique. L'objet de design ne peut prétendre qu'à un compromis entre les réalités du concepteur et du destinataire du design. Le professeur Richard Buchanan considère l'objet de design comme le lieu d'une négociation entre ces deux intérêts :

Le produit est alors une négociation entre l'intention du designer et du fabricant et les attentes de la communauté des utilisateurs. Le produit est, par essence, un intermédiaire entre deux intérêts complexes, et les processus de développement de nouveaux produits sont explicitement la négociation entre ces intérêts⁵ [ma traduction].

⁴ Donald NORMAN. *Living with Complexity*. Cambridge, Londres : MIT Press, 2011, p. 86 : « *We must design for the way people behave, not for how we would wish them to behave.* »

⁵ Richard BUCHANAN. « Design Research and the New Learning ». In : *Design Issues* 17.4 (automne 2001), p. 3-23, p. 14 :

Le conflit téléologique n'est pas propre aux services numériques mais leurs modèles économiques ont la fâcheuse tendance à l'exacerber. En effet, nombre de services numériques sont gratuits – les applications pour smartphone en tête. Or la gratuité est par définition non-lucrative, et les firmes doivent trouver des moyens détournés pour créer de la valeur monétaire. La revente de données en est un, le placement publicitaire en est un autre. L'un comme l'autre dépendent du temps que passent les personnes à utiliser un service, et ce temps accaparé requiert souvent de détourner la volonté première de ces utilisateurs. Ce sont ces accaparements non-consentis qui trahissent les conflits téléologiques omniprésents dans nos rapports aux produits et services numériques. C'est une notification qui vous interrompt dans votre travail et vous emmène dix minutes sur Twitter. C'est un panier de e-commerce qui se remplit davantage que prévu sous l'influence de quelques stimuli. C'est un défilement infini de photos (*doomscrolling*) qui vous monopolise des minutes durant. C'est la lecture automatique de l'épisode suivant qui vous grappille des minutes de sommeil.

Pour mettre en œuvre cette déviation téléologique, le design numérique a déployé tout un arsenal de concepts inspirés des travaux du *Stanford Persuasive Technology Lab* (aujourd'hui *Behaviour Design Lab*) fondé par le chercheur B. J. Fogg (j'ai approfondi cette thématique avec David Pucheu ailleurs⁶). Initialement appelé *captology*, le *persuasive design* est l'étude et la conception de moyens d'influence des comportements. B. J. Fogg, pionnier de ce type de design persuasif, distingue la *microsuasion*, le fait d'influencer ponctuellement le comportement d'un utilisateur pour le mener vers un but donné, de la *macrosuasion*, une démarche globale de persuasion au centre du fonctionnement du service⁷. Un stimulus incitant l'utilisateur à l'achat relève de la première catégorie, une application de *coaching* diététique motivant un utilisateur averti relève de la seconde. La première caractérise trop souvent une mécanique implicite et localisée de persuasion, la seconde est davantage explicite et globale. Si des mécaniques microsuasives opèrent dans un dispositif sans que ce dernier affiche une démarche macrosuasive à son utilisateur, il y a de fortes probabilités que la personne visée soit manipulée vers des actions non voulues.

Heureusement, le logiciel iQspot n'entre pas dans le jeu persuasif de la microsuasion « pour raison financière ». Il est acheté par un commanditaire et n'a pas besoin d'aiguiller le comportement d'un utilisateur dans une logique mercantile déviant de sa proposition de valeur initiale. Il constitue un outil soutenant une gestion énergétique optimale au sein d'un parc immobilier, c'est-à-dire qu'il donne les moyens aux administrateurs de s'imposer à eux-mêmes des objectifs de gestion. Les légères mécaniques de persuasion visent avant tout à soutenir la téléologie

« The product then is a negotiation of the intent of the designer and manufacturer and the expectations of communities of use. The product is, in essence, a mediating middle between two complex interests, and the processes of new product development are explicitly the negotiation between those interests. »

⁶ Florian HARMAND et David PUCHEU. « Pervasion et Persuasion Dans Le Milieu-Interface ». In : *La Vie Interfaciale. Regards Croisés En SIC et En Arts*. Pessac : Presses de la MSHA, 2019. En ligne : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02459326> (visité le 12/05/2020).

⁷ B. J. FOGG et al. « Motivating, Influencing, and Persuading Users : An Introduction to Captology ». In : *The Human-Computer Interaction Handbook*. 2^{de} édition. Human Factors and Ergonomics. Boca Raton : Andrew Sears, Julie A. Jacko, 19 sept. 2007, p. 133-147. En ligne : <https://www.taylorfrancis.com/> (visité le 04/01/2019).

des utilisateurs. Le conflit téléologique est-il pour autant résorbé? Il est en réalité seulement déplacé, car si nous n'avons rien à imposer aux utilisateurs, nous devons tout de même composer avec leurs objectifs respectifs. En effet, le dispositif se destinant moins à un utilisateur qu'à une communauté d'utilisateurs, l'expression des besoins est portée par plusieurs voix, et plusieurs « sons de cloches » parviennent au designer. Concernant iQspot, cette divergence d'intérêts au sein même d'une communauté d'utilisateurs apparaîtrait comme évidente si nous avions sous la main le travail ultérieur de typification des utilisateurs (voir sous-section 5.3.3). Ces différents profils ou métiers visent différentes finalités correspondant à leur propre vision d'une gestion optimale d'un parc immobilier. Ils viennent donc tous chercher des fonctions « capacitantes » dans le dispositif mais leurs représentations de ces fonctions diffèrent pour chaque profession et chaque domaine (foncier, financier, opérationnel, technique). Nous verrons également que les choses se compliquent encore lorsqu'on ne se focalise plus sur les utilisateurs mais sur les usages (voir sous-section 5.3.4).

Aussi, ces différents utilisateurs potentiels n'auront pas les mêmes manières de faire. Et le designer lui-même aura une certaine idée de la façon dont ils travaillent. Les collisions de toutes ces préconceptions alimentent le **conflit téléologique** et le **conflit modal**.

Le **conflit modal** est une divergence de représentation et de conception quant à la manière de réaliser une tâche donnée. Il se manifeste dans de nombreuses situations du quotidien et peut relever d'un défaut d'affordance pour reprendre le terme de Donald A. Norman. Norman prend l'exemple en apparence trivial du robinet dans *The Design of Everyday Things* (édition de 2013) : malgré une convention gauche = chaud et droite = froid, il énonce les innombrables configurations de robinetterie, si troublantes pour l'utilisateur qu'elles nécessitent parfois des panneaux explicitant leur utilisation. Rappelons que l'affordance est « une relation entre les propriétés d'un objet et les capacités d'un agent⁸ ». Si un objet de design contient des éléments suffisamment signifiants (*signifiers*) et qu'il est présenté au bon utilisateur, la relation d'affordance mène à une compréhension de l'action à effectuer par cette personne⁹.

Mais l'on peut comprendre comment manipuler un objet sans pour autant savoir comment il fonctionne. Imaginons une boîte noire avec un unique bouton « ON » : elle nous explique comment l'activer mais ne dévoile rien de son fonctionnement. C'est ce qu'il se passe avec les algorithmes complexes précédemment évoqués (voir chapitre 4) : des boutons existent pour interagir avec eux mais le fonctionnement auquel ils contribuent est obscur. Ce genre de situation n'est plus tout à fait un conflit modal mais ce n'est pas tout à fait un conflit téléologique : il manque une relation entre le mode d'action proposé et la finalité de cette action. Ce lien man-

⁸ DON NORMAN. *The Design of Everyday Things : Revised and Expanded Edition*. New York : Basic Books, 2013, p. 11 : « a relationship between the properties of an object and the capabilities of the agent. »

⁹ Selon Jenny L. Davis qui revisite les affordances en 2020, un objet ne se contente pas de suggérer (*to afford*) une action mais il émet une requête ou une demande, encourage ou décourage, refuse ou autorise une action. Voir Jenny L DAVIS. *How Artifacts Afford : The Power and Politics of Everyday Things*. 2020. Nous ne mobiliserons pas ou peu ce cadre de conception (*framework*) car nos interactions ont essentiellement lieu dans une situation de forte coopération.

quant est ce que nous avons appelé l'explicabilité. Un défaut d'explicabilité n'est pas imputable à une « mauvaise » intention du designer mais à une non-conformité des « modèles mentaux » employés (dans les termes des sciences cognitives), ou autrement dit à un désajustement entre le référentiel et le langage du service, et ceux des utilisateurs (dans les termes du design). Approximer ce référentiel pour étayer la conception est l'objectif des phases d'enquête en design.

Cette préoccupation d'éviter le conflit modal et de maximiser l'explicabilité du dispositif sera présente tout au long du développement du prototype de fonctionnalité d'alerte (voir chapitre 6). L'équipe de conception tentera d'atténuer ce conflit en naviguant entre le prototypage et les documents produits par la présente étude des pratiques et usages.

On peut conclure que le conflit modal peut provenir d'un défaut méthodologique : un manque d'enquête, de traduction de l'enquête ou encore de tests. Le conflit téléologique, lorsqu'il n'est pas délibérément exacerbé par un modèle économique ou autre raison interne, tient à un manque de pertinence de la proposition de valeur du produit ou service au regard de l'utilisateur. Notons qu'un conflit modal peut passer pour un conflit téléologique lorsque l'utilisateur a l'impression qu'on ne lui donne pas les moyens d'arriver à ses fins, que ses capacités pour réaliser une tâche sont tellement entravées qu'il juge le design en adversaire. Si cette adversité était le produit d'un design assumé, comme c'est le cas lors d'un excès de notifications, on peut alors parler de « distraction fonctionnelle¹⁰ », c'est-à-dire d'une interférence du produit dans le cours d'action de l'utilisateur. Enfin, l'explicabilité semble créer un lien entre le mode d'action attendu d'un utilisateur et les conséquences de cette action au sein du dispositif.

Maintenant que ces tensions ont été décrites, quelles méthodes s'offrent à nous pour les atténuer? Comment saisir les besoins précis de cet utilisateur ou plutôt de cette communauté d'utilisateurs?

5.1.2 *Design thinking* et préjugés

Dans le but de mieux connaître les utilisateurs de la solution iQspot, j'ai observé ce que pouvait offrir le *design thinking* et ses ramifications pour replacer l'utilisateur au centre d'un dispositif en cours de conception. Dans la brève histoire de la « théorie » du design, la prise en compte de l'utilisateur final s'est rapidement imposée comme un grand principe de conception. Je me permets de disséquer quelques concepts clés formant à mon sens une filiation depuis la pensée design¹¹ (*design thinking*), en passant par l'expérience utilisateur (*user experience* ou UX) et jusqu'au design centré sur l'utilisateur (*user-centered design*). Après avoir explicité ces concepts,

¹⁰ James WILLIAMS. *Stand out of Our Light : Freedom and Resistance in the Attention Economy*. Cambridge : Cambridge University Press, 2018. En ligne : <https://www.cambridge.org/core/books/stand-out-of-our-light/3F8D7BA2C0FE3A7126A4D9B73A89415D> (visité le 16/02/2021), voir chapitres 7, 8, 9 : James Williams envisage trois strates de « distraction » : fonctionnelle (nuisant à une tâche), existentielle (empêchant d'achever nos projets de vie), épistémique (court-circuitant notre aptitude à raisonner).

¹¹ La « pensée design » est un raccourci, je devrais dire : la formalisation théorique de la pensée design.

j'en pointerai les limites face aux contraintes de mon terrain d'étude, avant de proposer des alternatives.

Il est difficile d'expliquer simplement ce en quoi consiste *design thinking* tant sa construction a été progressive et irrégulière. Le *design thinking* est d'abord le processus cognitif du designer au cours de sa démarche créative, mais il caractérise également la démarche de conception elle-même. Ces deux acceptions remontent aux premiers croisements des métiers de la conception que sont l'architecture, le design et l'ingénierie dans la recherche de concepts transversaux et interopérables, avec notamment les textes de Bruce Archer¹² (1968), Herbert Simon¹³ (1969) ou plus tard Nigel Cross¹⁴ (1982). Un troisième usage envisage le *design thinking* comme un catalyseur d'innovation, améliorant le processus de développement d'un produit voire d'une entreprise. Co-fondateur de IDEO en 1991, David Kelley de l'université de Stanford est sûrement impliqué dans ce tournant « *business* » du *design thinking*, c'est-à-dire des recherches sur un processus (cognitif et opérationnel) vers un processus d'adaptation à un marché. Stéphane Vial décrit l'attaque qu'a subie le *design thinking* à cause de ce revirement : « on peut critiquer le *design thinking* en soulignant qu'il n'est pas un concept philosophique, mais plutôt un concept mercatique¹⁵. » Le designer Tim Brown s'en défendrait en arguant que les adeptes du *design thinking* « apprennent à naviguer¹⁶ » entre viabilité, faisabilité et désirabilité.

Grâce au processus de *design thinking* en voie de formalisation et à l'expansion du design de produits et services numériques, le terme *user experience* (UX) est venu se positionner au cœur du travail des praticiens. Et corollairement, l'UX a certainement attisé l'extension du domaine du design de par sa préoccupation de toute situation où l'humain entre en contact avec l'artefact (ou avec un autre humain). Même s'il y eu un précédent avec l'approche anthropologique des IHM de Lucy Suchman au Xerox PARC dans les années 1980 (voir section 1.4), c'est dans les années 1990 avec Donald Norman, travaillant à l'époque pour Apple, que cette notion s'est démocratisée. Si je synthétise, l'UX est décrite comme l'ensemble des comportements adoptés et des émotions ressenties par un utilisateur au contact d'un produit, d'un service, d'un environnement. Diverses représentations de l'expérience utilisateur ont été proposées depuis : par exemple le modèle de Mahlke (2007) conçoit l'expérience de l'utilisateur comme deux régimes de perceptions (instrumental et non-instrumental) médiés par les émotions du sujet¹⁷. Cela mobilise donc toutes les composantes du design, et concerne toutes les étapes du cheminement d'un utilisateur. Si le travail sur l'interface utilisateur (*user interface* ou UI) relève d'un design de

¹² Bruce ARCHER. « The Structure of Design Processes ». Thèse. Royal College of Art, 1968. En ligne : <https://researchonline.rca.ac.uk/2949/> (visité le 26/04/2022).

¹³ SIMON, *op. cit.*

¹⁴ Nigel CROSS. « Designerly Ways of Knowing ». In : *Design Studies*. Special Issue Design Education 3.4 (1^{er} oct. 1982), p. 221-227. En ligne : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142694X82900400> (visité le 26/04/2022).

¹⁵ Stéphane VIAL. *Court Traité de Design*. Paris : Presses Universitaires de France, 2010, p. 52.

¹⁶ Tim BROWN. *L'esprit Design : Comment Le Design Thinking Change l'entreprise et La Stratégie*. Londres : Pearson, 2014, p. 21.

¹⁷ Sascha MAHLKE et Gitte LINDGAARD. « Emotional Experiences and Quality Perceptions of Interactive Products ». In : t. 4550. 22 juil. 2007, p. 164-173.

surface ou d'espace, la notion d'expérience utilisateur (*user experience* ou UX) s'attache à l'expérience dans sa profondeur et sa chronologie. Ainsi, une démarche UX vise à « correspondre aux besoins exacts des clients¹⁸ » comme l'énoncent Donald Norman et son collègue Jakob Nielsen.

L'ensemble terminologique se renforce encore avec le concept de **design centré sur l'utilisateur** (*user-centered design* ou UCD), que Norman définit ainsi dans une édition du *Design of Everyday Things* de 2002 : « une conception centrée sur l'utilisateur, une philosophie basée sur les besoins et les intérêts de l'utilisateur, en mettant l'accent sur la fabrication de produits utilisables et compréhensibles¹⁹ ». Utilisé dans la recherche en design comme dans la recherche de nouveaux business, l'UCD s'avère être un beau projet... trop souvent instrumentalisé. Stéphane Vial parle d'une « Formule en apparence démagogique, [...] mais pleinement légitime du point de vue de la philosophie du design²⁰. » Norman confesse lui-même que la réalité est plus complexe, et qu'un projet prenant soin de l'expérience utilisateur et appliquant le principe de design centré sur l'utilisateur est souvent balayé par une volonté d'adapter le produit à un marché et de « pousser » des inventions techniques²¹ dans la sphère sociale.

Avec le temps, Norman semble de plus en plus désabusé par ces concepts – *design thinking*, UX, UCD, etc. – qui ont fini en *buzzwords* marketing plus qu'en principes appliqués :

Toutes ces choses : l'expérience utilisateur, la conception centrée sur l'humain, l'usabilité, et même les affordances. Elles sont simplement entrées dans le vocabulaire et n'ont plus de signification particulière. Les gens les utilisent souvent sans savoir pourquoi, sans connaître leur signification, leur origine, leur histoire ou leur contenu²² [ma traduction].

Cela ne l'empêche pas de surenchérir de concept dans l'édition de 2013 du *Design of Everyday Things* en entérinant le design « centré sur l'humain » (*human-centered design*), en non plus seulement « centré sur l'utilisateur » :

La solution est le design centré sur l'humain (HCD), une approche qui place les besoins, les capacités et le comportement humains en premier, puis conçoit pour agencer ces besoins, capacités et façons de se comporter²³ [ma traduction].

¹⁸ Donald NORMAN et Jakob NIELSEN. *The Definition of User Experience (UX)*. Nielsen Norman Group. En ligne : <https://www.nngroup.com/articles/definition-user-experience/> (visité le 24/04/2019), « *to meet the exact needs of the customer.* »

¹⁹ Donald NORMAN. *The Design of Everyday Things*. New York : Basic Books, 2002, p. 188 : « *a user-centered design, a philosophy based on the needs and interests of the user, with an emphasis on making products usable and understandable.* »

²⁰ VIAL, *loc. cit.*

²¹ NORMAN, *op. cit.*, pp. 236-237.

²² Peter MERHOLZ. *Peter in Conversation with Don Norman About UX & Innovation*. Adaptive Path. Déc. 2007. En ligne : <http://www.adaptivepath.com/ideas/e000862/> (visité le 05/03/2020), « *user experience, human centered design, usability; all those things, even affordances. They just sort of entered the vocabulary and no longer have any special meaning. People use them often without having any idea why, what the word means, its origin, history, or what it's about.* »

²³ NORMAN, *op. cit.*, p. 8 : « *The solution is human-centered design (HCD), an approach that puts human needs, capabilities, and behavior first, then designs to accommodate those needs, capabilities, and ways of behaving.* »

Bien sûr, il faut faire la part des choses entre ce que le *design thinking* et l'UCD ont apporté à la discipline, et leur instrumentalisation contemporaine et mercatique. Et c'est dans cet état d'esprit que j'ai exploré ce qu'ils pouvaient apporter sur le plan de la méthodologie de l'enquête. Sur le papier, ces processus et principes incorporant l'utilisateur au cœur du travail de conception semblent prometteurs. Mais avec le recul, quel designer souhaiterait qu'il en soit autrement ? Un design « centré utilisateur » ne frôle-t-il pas la tautologie ? Peut-on vouloir que l'artefact occulte les désirs, besoins et aspirations de subjectivation des utilisateurs ? Si l'on rêve un dispositif disciplinaire, une telle négation fait sens, mais si l'on cherche à concevoir un dispositif « vertueux » et capacitant, l'accès à ces données informations sur l'utilisateur est primordial.

J'ai pu observer les travers d'un *design thinking*, compris comme un livre de recettes à appliquer, dans le contexte universitaire où j'enseigne depuis 2015²⁴. Bien vite les étudiants que j'accompagne se rendent compte qu'une méthode plaquée trop systématiquement sur une situation manque son contexte. Et il est toujours captivant de voir qu'ils bifurquent des protocoles et produisent eux-mêmes de nouvelles méthodes pour récolter des données pertinentes et exploitables. L'autre crible empirique m'ayant montré quelques limites du *design thinking* et du design centré sur l'utilisateur n'est autre que ma propre situation de designer du dispositif iQspot.

J'ai personnellement eu quelques déconvenues au moment de mettre en pratique ces pistes de conception, notamment à cause des spécificités du panel d'utilisateurs de la solution iQspot. Pour avoir participé à des ateliers et formations de co-création organisés par d'autres entreprises, je n'ai jamais ressenti le besoin de répliquer ce format et d'adopter cette philosophie de « l'utilisateur au centre » dans mon contexte de conception. Voici quelques points de frictions observés à la charnière de la théorie et de la pratique, c'est-à-dire lors de la mise en phase des préceptes relevant du *design thinking*, de l'UX, de l'UCD et de mon terrain :

- **L'utilisateur fuit le centre.** À l'heure de la co-création, du design participatif et autres pratiques collaboratives en vogue, il peut paraître étonnant d'avoir des clients qui ne manifestent pas l'envie d'être interrogés, d'être impliqués dans la conception d'un service. Cela arrive pourtant. Pour les gestionnaires de biens immobiliers, souscrire à une solution telle que iQspot vise justement à éviter des tâches fastidieuses et à automatiser certains processus chronophages, et non à passer des demi-journées dans un atelier de conception. Ce pas en arrière face à l'invitation à la co-conception peut avoir plusieurs causes : un manque de temps, une expression du besoin difficile (il est parfois plus facile de dire ce qu'on ne veut pas plutôt que ce qu'on veut), un refus de se prêter à l'idéation, une demande d'une solution « clé-en-main », etc. Quoiqu'il en soit, cette non-participation n'est pas une fatalité, tant que les utilisateurs acceptent la conversation sur leur métier, principal point d'accès à leurs tâches et processus quotidiens pour le designer.

²⁴ Master Design : Innovation Interaction Service, de l'Université Bordeaux Montaigne.

- **L'utilisateur-roi.** La volonté de « mettre l'utilisateur au centre » peut aussi réduire le processus de conception à une réflexion dé-centrée, presque trop à l'écoute de l'utilisateur. L'empathie envers ce dernier doit être doublée d'un recul critique sur ses déclarations, sur les problématiques qu'il présente, sur les causes qu'il pointe du doigt. L'utilisateur (comme le commanditaire) peut tout à fait devenir invasif et réformateur : mettre l'utilisateur au centre, c'est aussi savoir le remettre à sa place. Ce que je veux dire par là, c'est que la captation du témoignage ou de l'opinion de l'utilisateur n'est qu'une composante de la vaste banque de méthodes enrichie par le design en quelques décennies – et le designer en mobilise de nombreuses au cours du projet. Bien qu'au centre, cet utilisateur n'a donc pas la science infuse et n'a pas effectué tout le travail de recherche du designer qui lui a potentiellement permis de repérer des isomorphismes d'un domaine à un autre, c'est-à-dire des schèmes exogènes au domaine mais tout à fait opérants en situation. Dans le même registre, le recours systématique à des tests utilisateurs ne laisserait au concepteur aucune autonomie. Toute décision reposerait finalement sur la piste qui obtient le meilleur « score » aux tests utilisateurs. Or, la conception d'interface ne fonctionne pas de la sorte : en réalité, certains « bouts de chemin » doivent être parcourus avec l'utilisateur, d'autres non. La convocation de l'utilisateur ne s'effectue donc que dans certains moments charnières, le designer conçoit comme un auteur rédige : il écrit, relit et amende son texte par lui-même, ne recourant à des lecteurs externes qu'à certains moments-clés²⁵. Cette remarque peut apparaître comme anti-démocratique, mais elle correspond particulièrement à la pragmatique de la gestion immobilière. Un des professionnels interviewés livrait son avertissement quant aux occupants d'un bâtiment persuadés de savoir comment le gérer, face à l'expertise et la connaissance du métabolisme du bâtiment détenues par les « initiés », les *energy managers* par exemple :

[O]n est confronté à ce que j'appelle le syndrome « entraîneur de l'équipe de France de football », c'est à dire qu'il y a à peu près 50 millions de français qui sont persuadés qu'ils pourraient faire mieux que l'entraîneur de l'équipe de France de football : dans notre métier, étant donné qu'on fait appel à des éléments connus – le chaud, le froid, le bruit, le calme, l'ensoleillement – les gens sont persuadés qu'ils pourraient mieux régler cette installation que nous. De mon expérience personnelle, c'est un leurre, étant donné qu'on cherche le meilleur résultat pour le plus grand nombre, vous comprenez bien que ceux qui expriment leur point de vue, ce ne sont *a priori* pas ceux qui font partie de ce plus grand nombre, ce sont plutôt des gens qui sont aux extrêmes et qui expriment leur point de vue justement parce qu'il est différent de la masse²⁶.

- **L'échec de la moyenne.** Aussi, certaines méthodes de design sont questionnables sur la façon dont les utilisateurs, une fois analysés, sont transformés en avatars lisses, simulacres d'humains obtenus par des données moyennées. Je pense notamment au travail d'élabo-

²⁵ Yves MARCOUX et Élias RIZKALLAH. « La Dimension Sémantique, Négligée de l'approche Expérience-Utilisateur ». In : *Études de communication* 41.2 (2013), p. 119-138. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-etudes-de-communication-2013-2-page-119.htm>.

²⁶ Entretien 1 sur l'environnement de travail – juin 2017

ration de *personas* : des portraits robots fictifs d'utilisateurs soi-disant représentatifs de la cible du dispositif – les *personae* en latin désignent d'ailleurs les masques d'acteurs de théâtre, archétypes du travestissement. Malgré leur intention initiale d'ajouter de l'empathie dans la conception de logiciel²⁷, les *personas* cumulent deux biais : celui inhérent aux moyennes et autres tentatives de faire du qualitatif avec du quantitatif, et celui de l'arbitraire du designer. Le premier est très bien illustré dans *The End of Average* de Todd Rose²⁸. Entre autres travaux, Rose relate le travail de thèse d'anthropométrie de Gilbert S. Daniels à l'Université de Harvard à la fin des années 1940, débouchant sur un constat sur les dimensions du corps humain : la main moyennée de 250 individus ne correspond à aucun de ces individus, pas une main ne ressemble à l'empreinte obtenue. Par analogie, j'ai bien peur que les *personas* ne correspondent à aucun humain de chair et d'os. Le second biais, celui de l'arbitraire, fait du designer un démiurge s'inventant des figures humaines pour au mieux s'offrir un sentiment de compréhension profonde des utilisateurs. Ces montages artificiels sont souvent agrémentés d'une photo ou d'un croquis pour donner un visage humain à la fiction. Je rejoins les conclusions de Corinne Bornet et Éric Brangier qui pointaient en 2013 le manque de validité scientifique des *personas* ainsi que leur genèse arbitraire, variant d'un « créatif » à l'autre²⁹. En définitive, les *personas* s'apparentent à ce que la sémiotique qualifierait de « rôles thématiques », des comportements stéréotypés et identifiables auxquels on espère voir l'utilisateur se conformer. Peu convaincu par cette méthode, je laisse volontiers les *personas* au marketing.

- **Le souci des détails.** À l'inverse des utilisateurs archétypaux qu'engendrent les *personas*, il me semble plus pertinent de conserver les détails des conversations avec les multiples utilisateurs pour ne négliger aucune piste de conception. Parfois une seule phrase peut constituer une inspiration, une idée d'amélioration du service, et ce même si elle n'a pas de co-occurrence dans le même entretien ou d'équivalent dans d'autres. Ce soin apporté aux « détails immédiats³⁰ » – comme dirait Garfinkel – ainsi que leur archivage évitent les interprétations à chaud. Si la réduction de la densité informationnelle et la construction de stéréotypes sont des mécanismes naturels de l'humain pour comprendre un phénomène complexe, il semble néanmoins important de conserver ces sources brutes, à la frontière entre données et informations, au plus proche de l'expérience vécue et relatée des sujets (voir un exemple d'entretien et de classement de verbatims en Annexes).
- **L'illusion du premier jet.** Les promesses et argumentaires des « formateurs UX » et commerciaux analogues font miroiter l'utopie de l'objet idéal de première instance grâce au *design thinking* et à l'UCD. Les praticiens s'en remettent davantage aux préceptes de

²⁷ Alan COOPER. *The Inmates Are Running the Asylum : Why High-Tech Products Drive Us Crazy and How to Restore the Sanity*. Indianapolis, Ind : Sams, 2004.

²⁸ Todd ROSE. *The End of Average : How We Succeed in a World That Values Sameness*. Harper Collins, 19 jan. 2016. 256 p., p. 3.

²⁹ Corinne BORNET et Éric BRANGIER. « La méthode des *personas* : principes, intérêts et limites ». In : *Bulletin de psychologie* 524.2 (3 mai 2013), p. 115-134. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-bulletin-de-psychologie-2013-2-page-115.htm> (visité le 03/05/2022).

³⁰ GARFINKEL, *op. cit.*

l'UCD intégrés dans les nombreuses itérations requises pour atteindre l'état satisfaisant et suffisant du produit pertinent. J'ajoute que c'est justement dans ces interstices d'imperfections que résident de possibles ajustements, un « re-travail » du « déjà-produit », un re-design d'un précédent design – Bruno Latour parlerait de démarche post-prométhéenne³¹. Les inexactitudes dans la pondération des différents détails recueillis peuvent donc être ré-orientées à chaque itération.

Il ne s'agit pas de mettre au rebut les méthodes afférentes à l'UCD. J'en montre simplement les limites au regard du panel des utilisateurs d'iQspot. J'ai porté une partie de mes critiques sur les *personas* car elles me semblent cristalliser le plus grand nombre de biais. Mais d'autres méthodes ne sont valables qu'en certaines situations spécifiques. Le tri de cartes par exemple, qui consiste en un exercice de classification de l'information par l'utilisateur, doit être utilisé avec parcimonie et avec une attention tant au contexte qu'aux biais de représentation inoculés lors de leur préparation. Le but est de sonder le mode de représentation (modèles mental, sémantique, interrelationnel) d'un utilisateur, mais ce dernier doit composer avec des cartes qu'il n'a pas conçues (retrouve-t-il les mots qu'il aurait utilisés sur ces cartes ?) et dans un contexte donné (des cartes sur une table) qui n'est pas le contexte final d'usage (navigation sur une interface, par exemple). Ce dernier biais me semble important et rejoint la « théorie du support » de Bruno Bachimont³², au sens où le support conditionne le contenu. Nous avons en tête l'exemple de l'usage d'un distributeur de billets qui, interrogé avant son interaction, ne se souvient pas de son code de carte bleue, mais sait le taper dès lors que ses doigts rencontrent un pavé numérique. Le support fait comme « apparaître » le contenu.

Ma **contre-proposition** aux *personas* et autres méthodes réduisant le panel d'utilisateurs à une poignée d'avatars (ou de comportements) consiste à tirer parti du milieu numérique et de sa particularité d'enregistrer et de calculer les données d'un projet. Cela permet par exemple d'invoquer des statistiques plutôt que de spéculer sur des profils inventés : la mention « 85% des utilisateurs sont anglophones » informe davantage les concepteurs qu'une moitié de *personas* caractérisés comme « anglophones ». Ce genre d'approche quantitative fonctionne parfois mieux que les faux-semblants d'empathie avec l'utilisateur. Ensuite, la numérisation des données de l'enquête, comme les entretiens, permet d'y avoir accès « en l'état » (sans en exclure la synthèse) : les détails des conversations avec les utilisateurs restent accessibles et évitent de réduire le spectre de complexité des utilisateurs. Une transcription d'entretien est un document riche qui peut être annexé à une phase de définition d'un produit et invoqué dans un argumentaire. J'ajoute que certains logiciels de « gestion de produit » comme Product Board, permettent de recenser des remarques et verbatims extraits d'entretien des utilisateurs puis de les pondérer en fonction

³¹ Bruno LATOUR. « A Cautious Prometheus? A Few Steps Toward a Philosophy of Design with Special Attention to Peter Sloterdijk ». In : "Networks of Design", Annual International Conference of the Design History Society. Networks of Design. University College Falmouth, sept. 2008, p. 2-10.

³² BACHIMONT, *op. cit.*, p. 115 : « L'environnement, qui se fait technique, se souvient comment réaliser une action. En prescrivant l'action, il la mémorise. »

de leur importance aux yeux des concepteurs : cela mixe dans une même interface les avis des utilisateurs et l'évaluation par les concepteurs de ces avis. Même sans logiciel *ad hoc*, ce travail de recensement et de catégorisation des retours des utilisateurs est tout à fait envisageable dans un simple tableur.

Cependant, le milieu numérique n'est jamais suffisant. En cohérence avec ce que je propose aux apprentis designers que j'accompagne, j'ai tenté de produire des méthodes spécifiquement adaptées au contexte de cette recherche-projet, des méthodes aptes à recueillir les informations cruciales pour appréhender l'utilisateur et son quotidien.

5.1.3 Ethnographie, ethnométhodologie et phénoménologie

Pour approfondir les données quantitatives accessibles grâce aux capacités d'enregistrement systématique du milieu numérique, j'ai exploré les démarches qualitatives permettant d'aller à la rencontre des utilisateurs. L'approche retenue est résolument ethnographique au sens où elle vise à s'imprégner et à décrire des groupes humains – en l'occurrence, les professionnels de la gestion immobilière. L'ethnographie en design « désigne la compréhension du comportement, des pratiques, et de la complexité de la vie des utilisateurs, par une étude de terrain passant par l'observation et l'entretien, dans le but d'orienter ou inspirer le projet de design³³. » Plus spécifiquement, je qualifierais ma démarche d'ethnométhodologique puisqu'elle s'intéresse plus spécifiquement aux manières de faire de ces professionnels, à leurs pratiques quotidiennes et au sens qu'ils donnent à ces pratiques. Enfin, nous verrons que le noyau qualitatif de l'enquête – des entretiens semi-directifs – repose sur des préceptes de l'analyse phénoménologique interprétative (IPA) tels que décrits par Antoine et Smith³⁴.

Par l'appellation ethnographique, j'entends d'abord que mon travail d'enquête a eu lieu essentiellement sur terrain. Les entretiens avec les professionnels se sont déroulés dans leur locaux lorsque cela était possible, mais la dématérialisation progressive de la gestion immobilière, accentuée par l'amplification du travail à distance, a entériné la pertinence de l'entretien en visioconférence ou téléphonique. Le but de ces phases d'enquête ethnographique plus ou moins formelles est d'acquérir des données sur l'utilisateur pour constituer comme une base de connaissances à son sujet. Un premier objectif est de découvrir l'utilisateur, ou plus précisément la diversité des profils, métiers et impératifs professionnels qui se cachent derrière le terme d'utilisateur. Ensuite, il s'agit d'avoir accès à leurs pratiques quotidiennes, à leur référentiel, au langage utilisé au sein de ces pratiques, et au langage employé pour décrire ces pratiques. Enfin, il s'agit d'observer comment les pratiques évoluent et comment se tissent ou se délient les usages autour du dispositif iQspot lorsqu'ils l'utilisent effectivement.

³³ NOVA et al., *op. cit.*

³⁴ Pascal ANTOINE et Jonathan Alan SMITH. « Saisir l'expérience : Présentation de l'analyse Phénoménologique Interprétative Comme Méthodologie Qualitative En Psychologie ». In : *Psychologie Française* 62.4 (déc. 2017), pp. 373-385.

En me positionnant dans l'ethnométhodologie, j'entérine le fait que les méthodes de travail des utilisateurs et leurs significations dans leur quotidien sont les données les plus précieuses parmi les éléments recueillis. L'accès à ces méthodes donne la possibilité d'ajuster des pratiques existantes avec de nouveaux potentiels fonctionnels permis par la technique – en l'occurrence l'algorithme complexe (voir chapitre 4). C'est pourquoi les méthodes de travail du groupe (ethnométhodes) que nous étudions correspondent à la fois aux **pratiques originelles** des utilisateurs (manière de travailler avant le dispositif) et aux **usages naissants** de la solution proposée (manières de travailler avec le dispositif). Deux objectifs se succèdent :

- Avant introduction de la solution dans leur quotidien, on cherche à prélever les représentations et éléments de langage des utilisateurs pour développer le dispositif en adéquation.
- Après introduction de la solution, on cherche à vérifier et améliorer la compatibilité du dispositif créé avec les retours des utilisateurs par ajustements successifs.

Le recueil de données ne s'arrête donc pas à la mise en production du dispositif ou d'une fonctionnalité du dispositif, il reste présent et actif dans une démarche d'amélioration continue.

Je précise que cette mutation des manières de faire de l'utilisateur suite à l'introduction d'un auxiliaire technique est surtout observée par thématique et fonctionnalité. Il serait prétentieux de dire étudier la mutation de tout un métier au contact des services d'optimisation énergétique. Il est donc plus raisonnable d'explorer axe par axe la modification des différentes tâches de la gestion immobilière. C'est l'objet de cette recherche que de se focaliser sur une fonctionnalité donnée – un système d'alertes énergétiques – pour éventuellement en tirer des enseignements transposables à d'autres fonctionnalités (connaissances situées) voire d'autres projets aux enjeux ou techniques similaires (connaissances spécifiques).

Enfin, entrons dans le concret de la méthode qualitative de recueil de données. Ma pratique de l'entretien semi-directif s'est d'abord basée sur des acquis de formation universitaire. L'entretien semi-directif, et plus spécifiquement l'entretien d'explicitation de l'action, sont des formes récurrentes et transversales d'initiation à la recherche en sciences humaines. Mais pour être opérants dans le design, il manque à mon sens à ces formats de recueil de données ce que Nicolas Nova et son équipe qualifient de « tactiques de traduction³⁵ », c'est-à-dire la façon dont on mobilise les données de l'enquête ethnographique dans le travail de conception à proprement parler. Or j'ai trouvé quelques pistes de traitement de ces données recueillies sur le terrain dans la recherche en psychologie, plus exactement au sein de l'analyse phénoménologique interprétative (IPA). Cette approche qualitative conçue à l'origine spécifiquement pour les recherches en psychologie s'est vue transposée dans d'autres sciences humaines. Le positionnement de cette approche correspond à mon besoin d'approximations successives de l'utilisateur : « L'IPA est

³⁵ Nova et al., *op. cit.*

guidée, non par la croyance naïve d'un accès direct à l'expérience, mais par une démarche opiniâtre consistant à s'en approcher autant que possible³⁶. » La description de l'IPA par ses auteurs montre à quel point sa démarche est compatible avec l'ethnométhodologie :

L'IPA repose sur une tendance considérée comme universelle de réflexion sur soi [...] et d'interprétation de ses propres expériences de sorte qu'elles prennent sens. La personne est conçue à travers une activité continue d'interprétation de son « monde vécu », un monde à la fois spécifique à chacun et inscrit dans les relations à l'environnement et aux autres. Cette compréhension est exprimée imparfaitement sous forme d'une histoire personnelle. L'analyse de cette narration permet de comprendre quel sens est donné et surtout comment du sens est donné à une expérience³⁷.

L'IPA possède deux autres points communs avec mon expérience de conception et de recherche. D'abord, elle positionne le chercheur comme « un stimulant de la réflexivité » qui aiderait la personne entretenue à expliciter sa pratique. Ensuite, les conclusions des études se réclamant de l'IPA mettent souvent en lumière le fait que les témoignages divergent par des pondérations d'importance factorielle diverses et des « décisions diamétralement opposées face à des enjeux similaires » – phénomène que nous retrouverons lors des entretiens qualitatifs. Si la trame du travail est relativement classique (audition des participants, transcription des entretiens, repérage et annotations des « points saillants », étude de la structure du discours et de son évolution, synthèse des entretiens), les principes afférents à l'IPA font sens au regard du design :

- L'analyse doit être ancrée dans le discours et utiliser les mêmes mots que les participants, il faut éviter d'y introduire des « termes connotés théoriquement ». Néanmoins cet ajout de mots ici prohibés est surtout utile dans la dimension réflexive du travail de design.
- Un intervenant peut être audité plusieurs fois, en prenant compte de l'entretien précédent – ce que j'ai personnellement réalisé.
- L'IPA est favorable à un couplage avec des méthodes quantitatives pour l'équilibre de l'enquête – cela rejoint également la méthode décrite à la section suivante (voir section 5.2).

En revanche, l'IPA préconise d'effectuer une synthèse des entretiens, un document qui devient alors le livrable principal de l'étude. Cette unique restitution narrative ne convient pas exactement à ce travail de recherche et de conception : nous lui préférons une forme plus éclatée et systémique qui conserve les différents niveaux de détails : le niveau de l'entretien, des classements thématiques et des verbatims. Loin d'un texte solidaire, l'idée est de produire ce qui ressemblerait davantage à une banque de connaissances sur l'utilisateur, et qui servirait de référence pour étayer les choix de conceptions. Nous verrons que cette enquête mène à circonscrire le langage de l'utilisateur, puis à produire une nomenclature des utilisateurs potentiels, de leurs usages, et des mots employés pour les verbaliser.

³⁶ ANTOINE et SMITH, *op. cit.*

³⁷ *Ibid.*

Mais observons d'abord les multiples angles d'approche des utilisateurs de la solution iQspot. Les dimensions méta, quantitative et qualitative proposées s'agencent et se complètent pour appréhender l'utilisateur du dispositif d'abord (terrain d'étude), puis plus spécifiquement l'utilisateur de la fonctionnalité d'alertes énergétiques ensuite (objet d'étude).

5.2 Triangulation des utilisateurs et usages : méta, quanti, quali

5.2.1 Approche méta : ce qu'on dit de l'utilisateur

Ce que nous qualifierons d'approche « méta » correspond à une prise d'informations relativement surplombante et lointaine de l'utilisateur. Elle consiste à capter des données indirectes qui nous informent sur les pratiques et référentiels de ce dernier. En effet, ces différentes sources de données méta permettent d'approcher certains impératifs et certaines contraintes des métiers de la gestion énergétique. Voici trois exemples permettant d'illustrer ces sources indirectes :

1. Nous avons dit que notre objet est un dispositif, c'est-à-dire un **système ouvert** potentiellement influencé par des éléments exogènes. Cela implique qu'il est impacté par des contraintes qui ne sont pas uniquement d'ordres fonctionnelle et technique. L'aspect juridique de la gestion immobilière et les contraintes qui pèsent sur les gestionnaires immobiliers sont donc à intégrer dans notre matrice de conception. Dans le domaine de l'immobilier, l'évènement majeur à considérer est le décret tertiaire. Publié en 2019 après dix ans de gestation, il encourage l'amélioration de la performance énergétique du parc tertiaire français, représentant 25% des surfaces bâties mais 33% des émissions de gaz à effet de serre. Tout bâtiment tertiaire de plus de 1000m² de surface plancher entre dans le champ de ce décret. L'objectif est d'imposer aux gestionnaires de ces bâtiments une stratégie de décroissance des consommations énergétiques et des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2030 (dans un premier temps). Pour ce faire, les gestionnaires doivent communiquer leurs données énergétiques. Ici c'est donc un événement législatif qui nous informe sur les objectifs de nos utilisateurs, sur une pression qui impacte leurs méthodes de gestion. Il nous faut implémenter dans notre dispositif des leviers de réponse à ces impératifs de suivi et de rapport.
2. Autre exemple, les **discussions internes** à iQspot. L'une d'elles relate un conflit entre deux interlocuteurs en charge de la gestion d'un parc immobilier. Certains prestataires de la gestion énergétique peuvent considérer que leur employeur ayant contracté la solution iQspot envisage de surveiller leur capacité à optimiser l'énergie via un dispositif technique. Si ce genre de réaction est anecdotique, elle nous invite à rester soucieux des rapports de force entre les différents métiers de la gestion immobilière, ainsi que sur la façon dont notre dispositif module ces rapports de force. Cette compréhension se tisse au fur et à mesure des contacts que les différents membres d'iQspot peuvent avoir avec ces professionnels de divers pôles : technique, juridique, financier, etc. Notre enquête qualitative précisera ces différents métiers de la gestion immobilière et nous donnera quelques clés pour comprendre leurs interrelations mais aussi leurs référentiels spécifiques.

3. J'ai dit précédemment qu'un nouveau poste a été créé chez iQspot au tournant de 2020 : celui d'*energy manager*, un **métier interface** entre l'équipe de conception et le gestionnaire du compte client. Cette compétence d'ingénierie consiste à comprendre les enjeux énergétiques de la gestion immobilière et à prendre des mesures pour améliorer la performance énergétique des parcs supervisés. Cette préoccupation de l'énergie comprend des interrogations plus globales sur des considérations financières (quels contrats, quels fournisseurs), matérielles (quels équipements et quels réglages), environnementales (quelles émissions de gaz à effet de serre et comment les minimiser), mais aussi des questions sur le type d'activités et d'usage du bâtiment (qui occupe le bâtiment, pour quelle activité, à quelle intensité, sur quelles plages horaires). Concrètement, les *energy managers* d'iQspot accompagnent les clients et prestataires des clients de l'entreprise sur la compréhension de leur bâtiment via le logiciel iQspot : cela débute avec un audit, un état des lieux du comportement énergétique, jusqu'à la mise en place de mesures visant à améliorer la performance énergétique des locaux. De fait, comme ce métier est à l'interface entre l'équipe qui développe le logiciel et les clients, il est en position d'agréger de nombreux retours directs de la part des utilisateurs, retours exploitables dans le travail de design. Les *energy managers* sont aussi les premiers utilisateurs du logiciel : ils émettent donc de nombreuses remarques quant à sa compréhension et à son utilisabilité, et ce, dès la publication de nouvelles versions du logiciel.

Cette éthique de captation des informations ambiantes nourrit une connaissance sur l'utilisateur, sans pour autant l'avoir rencontré. D'un point de vue scientifique, la matière accumulée n'est pas des plus nobles, ni des plus fiables, au sens où elle peut être soumise à l'interprétation de son rapporteur, précédant elle-même l'interprétation du designer. Mais la science n'a pas le monopole de la modélisation du réel. Et si l'approche méta ne suffira jamais à l'appréhension de l'utilisateur, elle esquisse le milieu dans lequel il évolue, recense des éléments constitutifs de son quotidien et demeure donc déterminante. Ces informations ambiantes, parfois fragmentaires, souvent glanées fortuitement, enrichissent les approches quantitatives et qualitatives, plus formelles et contrôlées. Enfin, la pluralité des métiers impliqués – commerciaux, communicationnels, techniques – dans le rapport d'informations éclaire les différentes facettes de la gestion immobilière. Et ce contact permanent de ces métiers avec les clients et/ou utilisateurs assure un flux continu de ces données.

Comment l'équipe de conception formalise-t-elle cette approche méta? D'abord dans la sélection de termes communs aux membres de l'équipe, termes en partie inspirés du référentiel de l'utilisateur. Ensuite dans la mise en place d'outils tamisant ces informations depuis les flux denses et hétéroclites du quotidien de la conception pour ne garder que celles utiles à l'amélioration du service. Détaillons le mode de **constitution d'un langage de conception** inspiré par l'utilisateur, et le déploiement d'un **outil d'amélioration continue**.

Bien qu'elle soit entérinée par les données qualitatives, l'approche méta permet de débiter la constitution d'un **langage de conception**. Et si sa constitution semble progressive et tacite, il arrive souvent à l'équipe de conception de s'arrêter pour trancher sur l'emploi de certains termes. La sélection et la stabilisation des mots de la conception peuvent être favorisées par une attention particulière à leur récurrence et à leur légitimité « dans la bouche » (ou dans les mails) des clients d'iQspot – les métiers les plus au contact de ces derniers nous aident à les identifier.

Précisons aussi que le langage de conception est tant constitué de termes touchant aux utilisateurs qu'aux techniques mobilisées par le dispositif iQspot. Cet écrit a lui-même demandé de nombreuses conversations et de vérifications sémantiques et techniques auprès de mes collègues des différents pôles. L'équipe dite « commerciale » peut par exemple confirmer qu'une tâche donnée incombe effectivement à un *property manager*, tandis que l'équipe « technique » connaît le type d'algorithme (purement statistique, apprentissage machine, etc.) derrière une fonction donnée. Le langage de conception est composé de mots relativement communs (consommation, confort, dépenses), de mots issus d'un langage technique (types de capteurs, énergies, unités de mesure) et d'éléments plus spécifiques au projet iQspot ou tout du moins au domaine des services de suivi énergétique (comme les notions de valeur-seuil, d'alertes énergétiques). Nous aborderons certains de ces éléments de langage dans la conclusion de l'étude sur les pratiques et usages (voir section 5.3).

Ensuite, canaliser ces informations ambiantes relatives aux usages de la solution peut alimenter l'**amélioration continue** du dispositif. De nombreuses paroles rapportées, anecdotes sur les utilisateurs, échanges de mails, coups de téléphone peuvent en effet contenir des retours intéressants potentiellement réinjectables dans le processus de conception d'une fonctionnalité nouvelle ou d'amélioration d'une fonctionnalité existante. C'est d'ailleurs sur ce processus de captation et de réinjection des remarques que la deuxième version de l'application a été développée. Début 2016, l'équipe d'iQspot a travaillé sur le site pilote d'un client, et chacun des membres a été très attentif au moindre de ses retours, formels ou informels. Cet archivage systématique de remarques, suggestions et critiques a été réinvesti dans un tour de boucle de conception lors duquel j'ai revu l'interface et les fonctionnalités proposées³⁸, ce qui a permis de livrer une nouvelle version de l'application en l'espace de quelques semaines.

À cette époque, aucun outil ne formalisait une telle approche. Mais depuis cette expérience, j'ai mis en place un tableau des retours d'expérience utilisateur (UX) (voir tableau 5.1) permettant d'archiver plus systématiquement ces informations qui seraient autrement destinées à l'oubli³⁹. Au-delà de la collecte, ce tableur banal en apparence permet à n'importe quel membre de l'équipe de iQspot de noter une remarque ou suggestion d'un utilisateur en précisant :

³⁸ C'était en fait le début d'une démarche de design avec ce qu'elle implique de travail itératif, de prototypage, de tests.

³⁹ Mon rôle dans l'entreprise n'a cessé de se déplacer du dessin et du développement des interfaces vers une démarche globale de design numérique, jusqu'à un aspect plus stratégique que l'on appelle souvent « design du produit » (*product design*) ou « gestion du produit » (*product management*).

- **Date** : la date du recueil de l'information.
- **Source** : le nom de la personne l'ayant émise, son poste et son entreprise, ainsi que la personne d'iQspot qui a rapporté la donnée.
- **Retour** : la fonctionnalité ou fonction impliquée ainsi qu'un résumé de l'information ou une citation exacte de l'utilisateur.

Cela me permet ensuite d'utiliser ce tableau avant chaque début de phase de design ou de re-design d'une fonctionnalité, mais aussi avant chaque réunion « produit » – un temps d'organisation destiné à lister et pondérer par importance les prochains développements fonctionnels du dispositif. Lors de cette consultation du tableau, d'autres champs me permettent d'évaluer la pertinence et la faisabilité du retour émis par l'utilisateur :

- **Diagnostic** : un commentaire du résultat, évaluant notamment sa souhaitabilité et sa faisabilité.
- **Réponse** : comment peut-on satisfaire le besoin exprimé ou alléger la friction ressentie lors de l'expérience de l'application?
- **Gestion** : est-ce que la réponse au retour est intégrée dans un outil de gestion de projet, soit dans la feuille de route opérationnelle trimestrielle, soit dans les tâches à effectuer à court terme.

TABLE 5.1 – Principe du tableau des retours UX

Date :	De :	Retour :	Diagnostic :	Réponse :	Gestion :
27/09/2019	Pierre Martin, PM chez ABC (rapporté par Sarah).	La détermination d'une valeur de seuil pour une alerte d'électricité n'est pas évidente!	Pour certains utilisateurs, choisir une valeur de seuil est un casse-tête.	Deux pistes s'offrent à nous : automatiser totalement cette configuration ou augmenter les informations sur l'interface pour rendre plus intuitive la détermination de cette valeur-seuil.	Les deux pistes évoquées sont déjà sur la feuille de route du dernier trimestre 2019.

À ces champs s'ajoute un code couleur caractérisant l'état de la ligne de retour dans son ensemble :

- Vert clair : le retour a été pris en compte dans le processus de conception.
- Vert foncé : le retour trouve sa réponse en production, il a été traité.
- Bleu : le retour sera pris en compte dans la prochaine phase de conception.
- Jaune : le retour est exploitable mais non prioritaire.
- Rouge : le retour ne peut être pris en compte actuellement.

Cet outil relativement simple à mettre en place demeure efficace à l'échelle d'une équipe de quinze personnes. Il faut ensuite se donner une rigueur de conception pour le maintenir. Le fait de le mobiliser à chaque début de phase de conception et à chaque planification opérationnelle

(feuille de route trimestrielle) permet d'inclure ces retours dans les itérations successives du design du dispositif sans qu'il y ait de stagnation de ces informations.

Ce tableau des retours peut potentiellement concerner toutes les fonctions et fonctionnalités du dispositif, mais il a été particulièrement utile sur le développement de la fonctionnalité d'alertes énergétiques, notamment dans l'expression de différents besoins et requête d'amélioration. En octobre 2020, sur les 90 dernières entrées du tableau, 13 lignes de retours concernent des suggestions quant à la fonctionnalité d'alertes énergétiques (soit 12%). Ces requêtes de clients sont venues compléter ce que nous avons retenu des études quantitative et qualitative.

En résumé, l'attention à ces informations diffuses permet de partager et d'exploiter des connaissances distribuées dans les expériences de travail des membres de l'équipe de conception. Ces connaissances ambiantes et indirectes sur l'utilisateur permettent de construire un langage de conception au sein du projet et contribuent à l'amélioration continue du service.

5.2.2 Approche quantitative : ce que les traces disent de l'utilisateur

Une étude quantitative, comme son nom l'indique, consiste à recueillir en quantité des données sur le phénomène ou groupe étudié. En sciences humaines, on pense de prime abord au recueil de type questionnaire. Mais cette recherche-projet s'ancre dans le champ spécifique du design numérique et compte bien tirer profit de ses spécificités. J'ai l'avantage de travailler sur un dispositif numérique, c'est-à-dire un système qui enregistre les données manipulées par les utilisateurs lors de son interaction avec l'interface. Outre leur action sur le fonctionnement du dispositif, ces configurations de données sont à considérer comme les traces des méthodes de gestion énergétique des utilisateurs. Si on ne peut espérer extraire les intentions exactes de ces traces, chaque configuration témoigne néanmoins d'une représentation singulière de la gestion énergétique sur un bâtiment donné.

C'est sur ce postulat que je me suis basé (et me base encore) pour acquérir des données sur la façon dont les utilisateurs se servent de la fonctionnalité d'alertes énergétiques. Avec cette approche quantitative, je cherche à circonscrire les usages des utilisateurs, c'est-à-dire les méthodes déployées dans leurs interactions avec le dispositif. L'idée est de repérer les bâtiments sur lesquels des alertes sont configurées afin d'observer les combinaisons de paramètres choisies. J'ai donc recensé les alertes actives parmi différents parcs immobiliers de clients d'iQspot. La principale contrainte est d'avoir suffisamment de bâtiments dans le panel étudié pour que l'étude soit significative, et effectivement quantitative. Pour relever ces alertes, j'aurais pu demander un export de la base de données à mes collègues en charge du développement de l'application et des bases de données, mais j'ai préféré opter pour une exploration « manuelle » des bâtiments via l'interface de gestion des alertes pour construire un tableau ne relevant que les données essentielles au travail quantitatif, ce qui permettait aussi d'exclure des données sen-

sibles telles que les adresses mails des utilisateurs. Autrement dit, je me suis servi de l'interface que j'ai moi-même conçue et dessinée pour ce recueil des configurations d'alertes.

Pour ne pas me disperser dans la vérification fastidieuse des alertes sur tous les comptes clients (et bâtiments associés), j'ai choisi trois parcs couverts par la solution iQspot qui comptabilisent suffisamment de bâtiments du portfolio total de iQspot. Cela revient à 76 bâtiments, soit un peu plus de la moitié des bâtiments équipés début 2020⁴⁰. Aussi, comme ils appartiennent à des foncières immobilières, des personnes sont spécifiquement affectées à la gestion opérationnelle et énergétique de ces bâtiment et ont paramétré une bonne partie des alertes énergétiques sur les bâtiments supervisés, seules ou avec l'aide des *energy managers* de iQspot. Les autres alertes ont été configurées pour les clients par les *energy managers* d'iQspot également.

En résulte un tableau listant les clients retenus, leurs bâtiments, ainsi que le nombre d'alertes par énergie et les modes de configurations (voir tableau 5.2) (tableau complet en Annexes).

TABLE 5.2 – Principe du tableau de veille sur les alertes énergétiques configurées

Parc	Bâtiment	Énergie : eau	Type de configuration
Client A	15 Rue de XXX	2	Jours ouvrés + WE (signifie qu'une alerte couvre les dépassements en semaine et l'autre les dépassements les samedis et dimanches)

Nous verrons lors du prototypage que ce tableau offre un panorama des types d'alertes que les utilisateurs sont susceptibles de paramétrer ou de faire paramétrer à nos équipes. Son observation montre des récurrences sur les temporalités choisies, les types d'énergie privilégiés, les horaires couverts, etc. Cette enquête éclaire des stratégies de gestion énergétique qui enrichissent notre connaissance des usages des utilisateurs, potentiellement réutilisables dans le travail de prototypages d'alertes automatiques (voir section 6.3) : il faudra confirmer ces stratégies déduites en entretiens qualitatifs. Ce tableau montre aussi les énergies délaissées par les utilisateurs lorsqu'il s'agit de déterminer des seuils d'alertes : il faudra étudier ces angles morts du dispositif et comprendre pourquoi ces zones ne sont pas investies par les utilisateurs.

Encore une fois, la forme tabulaire montre à moindre effort cognitif les possibilités fonctionnelles activées (ou non) par les utilisateurs. Il est ensuite possible d'emmener les individus auditionnés sur ces zones claires ou obscures du dispositif pour confirmer ou infirmer des hypothèses formulées.

5.2.3 Approche qualitative : ce que dit l'utilisateur

Après avoir récolté des données méta sur l'utilisateur et des données quantitatives sur ses usages depuis l'application, il reste à préciser et étayer les premières pistes de réponse par des données qualitatives. Une réelle conversation avec l'utilisateur s'impose pour avoir accès à ses pratiques

⁴⁰ 300 bâtiments équipés à l'automne 2022.

et usages, décrites dans son propre langage. C'est pourquoi j'ai privilégié des entretiens qualitatifs avec des professionnels ciblés qui ont chacun relaté leur quotidien, leurs « procédures », leurs impératifs, leurs préoccupations. Ce travail de recueil et de reconnaissance de *patterns* communs, mais aussi d'énoncés spécifiques, a participé à ma familiarisation avec la réalité des utilisateurs actuels ou potentiels de la solution. Il a aussi permis le prélèvement intéressé de données alimentant spécifiquement la conception de la fonctionnalité d'alertes. À l'écoute des utilisateurs, il s'agit de suspendre son jugement (et parfois ses valeurs) pour s'imprégner de l'objectivité du groupe – on peut parler d'indifférence ethnométhodologique⁴¹. Cette imprégnation des représentations et manières de faire du groupe permet aussi de saisir son contexte de travail, ce qui rend davantage signifiants les énoncés de chaque interlocuteur : je veux dire par là que cette connaissance du contexte permet de compléter les énoncés des auditionnés, même lorsqu'ils omettent des détails de leur situation dans leur récit. Une fois ces entretiens retranscrits, nous choisissons en général de nous intéresser aux co-occurrences, aux retours qui reviennent plusieurs fois au travers des entretiens. Mais certains participants peuvent donner des pistes de conception très spécifiques n'ayant pas de co-occurrences dans les autres entretiens : il faut alors délibérer sur la pertinence de répondre à ces besoins inédits. Car en effet, la conversation ethnométhodologique alimente la conception de fonctions à la fois comme réponse à un besoin partagé (entre les membres du groupe) mais aussi parfois comme réponse à un besoin spécifique (propre à un des membres, mais potentiellement valorisable par d'autres).

J'ai retenu **cinq entretiens** menés entre 2017 et 2020, parmi les plus « utiles », les plus rigoureux, et ayant subi le processus enregistrement-retranscription-analyse dans son entièreté. En effet, d'autres entretiens ont été menés, mais sont moins formels, partiellement retranscrits, ou n'ont pas déclenché la surcouche réflexive espérée chez la personne auditionnée. Pour développer brièvement le protocole, j'ajoute que j'ai souvent mené ces entretiens accompagné par un ou une collègue, de façon à ce que plusieurs thématiques puissent être abordées au sein d'un même rendez-vous professionnel. Certains ont été menés dans les locaux du participant, d'autres par téléphone. Les deux sexes sont représentés au sein des personnes auditionnées. La durée des entretiens varie entre trente-cinq et cinquante-cinq minutes. Ils ont été enregistrés, puis retranscrits textuellement, avant d'être analysés. Certaines retranscriptions contiennent des ellipses correspondant aux questions et réflexions des participants débordant du sujet. Ces auditions suivent en règle générale le *credo* de l'entretien semi-directif.

Ces cinq entretiens (voir tableau 5.3) sont présentés du plus ancien et plus générique au plus récent et plus spécifique. En effet, le premier entretien parle de la gestion énergétique et du confort des bureaux : l'entretien est donc riche et alimente la conception du dispositif dans son entièreté. Deux entretiens sont numérotés 2.1 et 2.2 : cela signifie qu'ils ont été menés avec la même personne (mais espacés dans le temps). Le premier est relativement générique (orienté terrain)

⁴¹ Patricia PAPERMAN. *Indifférence, neutralité, engagement*. La Découverte, 2001. En ligne : <https://www.cairn.info/1-ethnomethodologie--9782707133731-page-345.htm> (visité le 30/04/2022).

tandis que le second est concentré sur la fonctionnalité d'alertes énergétiques (orienté objet). Ce double entretien fait écho à la suggestion de l'IPA de réitérer un entretien avec une personne clé en tenant compte du précédent.

TABLE 5.3 – Tableau récapitulatif des entretiens semi-directifs menés

Numéro et date	Profil (et entreprise)	Thématique	Commentaires
Entretien 06/2017 1 -	Responsable de l'environnement de travail (grand groupe)	L'environnement de travail	Un entretien fleuve auprès d'un professionnel expérimenté.
Entretien 07/2019 2.1 -	<i>Property manager</i> (entreprise de gestion immobilière)	Gestion immobilière et énergétique	Un panorama des fonctions du <i>property management</i>
Entretien 07/2019 3 -	<i>Energy manager</i> (établissement public)	Gestion énergétique	Un profil plus technique spécifiquement en charge de la question énergétique de son entreprise.
Entretien 06/2020 2.2 -	<i>Property manager</i> (entreprise de gestion immobilière)	Alertes énergétiques et décret tertiaire	Un second entretien avec ce <i>property manager</i> sur la fonctionnalité d'alertes énergétiques.
Entretien 06/2020 4 -	<i>Property manager</i> (société immobilière)	Gestion énergétique / alertes énergétiques	Un entretien censé dédié à la fonctionnalité d'alertes avec de nombreuses divergences.

Un fois ces entretiens retranscrits, il s'agit ensuite d'en penser la « traduction » vers le travail de conception : comment ces textes peuvent-ils alimenter le design et appuyer ou réfuter des choix de conception ? Il n'y a pas de méthode clé-en-main pour passer « du terrain à la création » pour reprendre le titre de l'article de Nova, Hirt, Kilchör et Fasel. Les auteurs citent par exemple un praticien liant des objets et des concepts en soulignant les récurrences :

Nous classons et utilisons les citations dans lesquelles les gens décrivent ce qu'ils font, comment et pourquoi ils apprécient cela. Nous remplaçons alors les artefacts qu'ils décrivent avec un concept qui reflète des motivations et des désirs similaires⁴².

J'ai pour ma part établi un protocole simple correspondant à mes impératifs de conception. Mon travail impliquant de veiller à une cohérence entre les différentes fonctionnalités et fonctions, il me faut pouvoir relever et classer les paroles des utilisateurs selon les zones fonctionnelles du dispositif qu'elles permettent d'éclairer. Dans les transcriptions d'entretien, un code couleur permet de surligner dans chaque texte les énoncés convergeant vers une même thématique fonctionnelle, par exemple « hétérogénéité des profils et usages », « mails et notifications » ou pour ce qui nous intéresse, « alertes énergétiques ». Ces mises en exergue sont ensuite agrégées dans des tableaux correspondant à chaque thématique fonctionnelle (le tableau dédié à la fonctionnalité d'alertes énergétiques est consultable dans les Annexes). Chaque ligne/entrée du tableau contient le numéro d'entretien, la citation, et une zone de labélisation qui sert aussi à notifier des récurrences (x) (voir tableau 5.4).

Les citations une fois classées servent d'arguments de conception, à la fois pour les réunions de conception internes à l'entreprise et pour des travaux de recherche basés sur une approche réflexive. Les citations de ce tableau ponctueront le récit du prototypage de la fonctionnalité

⁴² Nova et al., *op. cit.*

TABLE 5.4 – Extrait du tableau de classement fonctionnel des citations des utilisateurs

Ent.	Verbatim	Labels
2.2	Moi les alertes, je ne les traite que lorsque j'en reçois plusieurs, plus précisément lorsqu'elles arrivent deux fois en deux jours. Si l'alerte n'arrive qu'une fois, je ne me dis pas que j'ai une fuite, à la rigueur un robinet laissé ouvert. Mais je ne vais pas déclencher une intervention pour un robinet peut-être resté ouvert!	Infobésité (3) Fréquence des alertes (3) Investigation sur terrain (1)

d'alertes énergétiques (voir chapitre 6). En fin de compte, cette étude qualitative conserve trois niveaux de détails des données récoltées servant différentes pratiques de design :

- Les **citations** isolées soutiennent les choix de conception.
- Le **classement par thématiques fonctionnelles** permet une synthèse transversale aux entretiens.
- Les **entretiens archivés** en entier permettent de s'y référer si les citations manquent de contexte ou si d'autres informations peuvent être prélevées ultérieurement.

Sous l'angle scientifique, ces trois états du matériau de l'enquête permettent l'examen et la critique par les pairs⁴³.

⁴³ VELKOVSKA et RELIEU, *op. cit.*

5.3 Résultats de l'étude et réflexions méthodologiques

5.3.1 Langages, référentiels, contexte

Par le croisement des approches méta et qualitative, il est possible de s'imprégner du langage de l'utilisateur – celui avec lequel il décrit ses pratiques – pour nourrir un langage de conception manipulant des termes communs. Rappelons que cette proximité entre le langage des auditionnés et le langage d'étude (et de conception) est prônée par l'approche phénoménologique interprétative (IPA) évoquée précédemment. La connexion des langages des utilisateurs et des concepteurs trouve d'autres avantages qu'une simple correspondance linguistique : elle permet une meilleure captation des détails lors des témoignages ou encore un meilleur accès au contexte d'exercice des personnes auditionnées. Enfin, dans le travail de conception, implémenter ce langage dans le dispositif permet de produire une interface qui « parle le même langage » que l'utilisateur.

En nous appuyant sur l'ethnométhodologie, nous cherchons à éviter l'écueil de l'analyse formelle qui se focalise sur « l'interprétation de signes » au détriment des « détails immédiats⁴⁴ » dans les pratiques des utilisateurs. Au lieu de « transcoder » la réalité dans un méta-langage soutenant un modèle abstrait, l'ethnométhodologie se tourne vers le « langage naturel » pour restituer les procédures sous-jacentes de ces pratiques. Dans mon approche, le fait de conserver trois formats de données d'entretiens – la citation, le classement thématique et l'entretien entier – correspond à ce souci de **restituer un niveau de détails élevé**. En s'appuyant sur ces documents saisissant sous différents formats les habitudes, routines, régularités, procédures des futurs utilisateurs, les opérations de traduction entre les fruits de l'enquête et la phase d'idéation seront fiabilisées. Nous verrons en effet que ces données peuvent agir en garde-fous vis-à-vis de possibles réductions, évitant ainsi que les typifications des utilisateurs et usages ne tournent aux stéréotypifications (voir sous-section 5.3.3).

Nous l'avons déjà évoqué, l'appréhension du langage de l'utilisateur par les approches qualitatives et méta permet aussi de **contextualiser les actions décrites** par ces derniers, même lorsque ce contexte n'a pas été énoncé. Rappelons que le langage dépend du monde qui l'environne, c'est-à-dire qu'il dépend de sa situation d'énonciation. Nous touchons ici à ce que Lucy Suchman, s'appuyant sur Charles Sanders Peirce, décrit comme l'indicialité du langage⁴⁵. Or si le langage est l'appareil descriptif permettant de rendre compte des actions, cela implique en conséquence l'indicialité des actions décrites. Lorsque le designer comprend ces liaisons indicielles et connaît une grande partie du contexte de travail de son interlocuteur, il peut alors compléter ses non-dits et raccourcis pour continuer la conversation et stimuler sa réflexivité dans le but

⁴⁴ GARFINKEL, *op. cit.*

⁴⁵ SUCHMAN, *op. cit.*, p. 77.

d'obtenir des données plus précises. En termes d'analyse conversationnelle, on peut dire que le designer sait « réparer » une conversation manquant de contexte pour rétablir la compréhension mutuelle.

La connaissance du contexte d'exercice de son interlocuteur permet aussi d'**éclairer les causes** de ses assertions. Enquêter en conscience de l'indicialité du discours permet d'apporter une attention singulière aux situations englobant les paroles ou gestes des utilisateurs. Sans quoi, cette incomplétude des mots et des actions expose le travail d'enquête à des données divergentes voire contradictoires de la part des sujets observés ou auditionnés. Je pense d'emblée à deux entretiens menés auprès de deux personnes en charge de parcs immobiliers. Nous leur avons soumis la même question, cherchant à savoir ce qu'elles pensaient des techniques de BIM (*building information modeling*) destinées à faire apparaître les flux et dysfonctionnements énergétiques, thermiques, etc. d'un bâtiment sur sa représentation en trois dimensions – je résume. Pour des intitulés de postes et des bagages techniques peu ou prou similaires, nous avons obtenu deux réponses radicalement différentes. La première est empreinte d'engouement, dans les mots comme dans le ton de l'interlocuteur :

Pour moi, les outils de suivi de consommation doivent rentrer dans l'air BIM et pas seulement au niveau de la conception mais surtout au niveau de l'exploitation. L'interprétation des alertes devient alors très facile. Il suffit d'avoir un code couleur sur les dégradations de performance énergétique. On voit directement où est le problème sur une maquette 3D⁴⁶.

À la même question, l'autre interlocuteur nous a livré une réponse bien différente, proche du désintérêt : « non, pas du tout, on n'est pas formé là-dessus⁴⁷ ». Hors enregistrement, cette même personne nous confirmait que ces techniques ne faciliteraient en rien son activité quotidienne.

Pour comprendre cette divergence, il faut se référer à leur **disparité d'expérience** en gestion de parcs immobiliers. Le premier est *energy manager* en interne et pilote lui-même la politique énergétique de son institution ; le second est sous-traitant du propriétaire du parc, et exerce la fonction double de *property manager* et d'*energy manager*, c'est-à-dire qu'il se soucie certes de l'énergie, mais plus généralement des charges du parc, dont l'énergie ne représente qu'une partie. Ces données sont obtenues progressivement dans les autres moments de l'entretien : elles permettent de dissocier des profils en apparence similaires si l'on se réfère à leurs intitulés de poste, mais bien différents si l'on explore leurs conditions d'exercice. La subtilité du travail de designer consiste alors à étudier les référentiels et les impératifs de gestion propres aux différents individus auditionnés ou observés, pour les mettre en balance avec leurs déclarations.

J'ai employé à de nombreuses reprises le terme « **référentiel** », qui signifie en fait que les utilisateurs raisonnent et parlent à l'intérieur d'un cadre normatif auquel se raccroche leur lan-

⁴⁶ Entretien 3 sur la gestion énergétique – juillet 2019)

⁴⁷ Entretien 2.1 sur la gestion immobilière / énergétique – juillet 2019

gage ainsi que les concepts clés de ce langage. Les référentiels sont des « cadres d'interprétation du monde⁴⁸ », comme dirait le sociologue et politologue Pierre Muller. Nous constatons dans l'exemple précédent que les deux gestionnaires « interprètent » un même phénomène, le BIM, très différemment. L'ethnométhodologie prône paradoxalement un « référentiel mouvant⁴⁹ » : il faut en comprendre, dans le champ du design, que nous réajustons notre référentiel et nos hypothèses de conception en fonction des « groupes sociaux », en l'occurrence « socio-professionnels » des utilisateurs concernés par la phase de conception en cours. Nous reformulons parfois nos hypothèses de conception d'une personne à l'autre, ces dernières exerçant pourtant le même métier « sur le papier ». Autrement dit, l'ethnométhodologie encourage aux « inductions locales » plutôt qu'aux raisonnements génériques. Malheureusement, nous céderons tôt ou tard aux réductions et aux stéréotypes lorsqu'il faudra « traduire⁵⁰ » ces données en pistes de conception. Comme je l'ai dit précédemment, cette façon de faire émerger ces données sur les pratiques et usages demeure fidèle à l'ethnométhodologie. En revanche, recouper ces données en interprétant des sources externes rejoint en partie l'analyse formelle de la sociologie classique. Le propos de l'ethnométhodologie n'est pas de s'ériger contre la sociologie traditionnelle mais de la compléter, de l'enrichir des détails qu'elle tend à gommer par quelques excès de formalisme. L'une et l'autre peuvent être mobilisées de façon complémentaire au sein du design. D'ailleurs, l'étude des usages à venir est une posture résolument sociologique, au sens où elle « privilégie ce que les personnes et les collectifs font des technologies plutôt que les caractéristiques techniques des systèmes⁵¹ ».

Si l'on se réfère à la représentation courante du processus de design sous la forme d'un double diamant (voir en préambule), il y a entre les phases divergentes et exploratoires de la **découverte** et de **développement** une phase convergente qui est celle de la **définition**. C'est durant cette phase que se formalise un langage de conception permettant de décrire précisément les utilisateurs observés et leurs pratiques. Mais c'est aussi durant cette phase que les données et leurs détails patiemment enregistrés sont lissés. Le temps synthétique de la définition implique des approximations et des représentations simplifiées intelligibles pour le designer et l'équipe d'un projet. Il est alors impossible de conserver toute l'amplitude des ethnométhodes découvertes, toute la richesse du contenu de l'enquête : l'équipe a besoin de saillances et de repères pour avancer jusqu'à la phase d'idéation, et elle opère fatalement des réductions. Voilà ce qui peut arriver : des sujets observés se fondent dans des *personas* communes qui lissent leurs singularités ; l'équipe projet se forge un langage fait de termes en partie inusités des ethnométhodes observées ; des visualisations de données homogénéisent divers phénomènes enregistrés (la transcription graphique peut participer à ce dévoiement). Voilà ce que nous essayons d'éviter.

⁴⁸ Pierre MULLER. « L'analyse cognitive des politiques publiques : vers une sociologie politique de l'action publique ». In : *Revue française de science politique* 50.2 (2000), p. 189-208. En ligne : https://www.persee.fr/doc/rfsp_0035-2950_2000_num_50_2_395464 (visité le 27/04/2022).

⁴⁹ Yves LECERF. « L'ethnométhodologie, Un Hyper-Rationalisme ». In : *Cahier d'ethnométhodologie* 2 (1985), p. 11-21, Reformulation de Paul Loubière en introduction de l'article. Lecerf parle de « sens commun ».

⁵⁰ NOVA et al., *op. cit.*

⁵¹ VELKOVSKA et RELIEU, *op. cit.*

De par mon expérience, je peux proposer quelques pistes pour réduire ce biais de synthèse. La première s'adresse à la phase d'enquête : pratiquer **des entretiens tout au long du projet** (échelonnés dans le temps) permet d'enregistrer régulièrement des témoignages d'utilisateurs, le recoupement de ces ethnométhodes induit une compréhension toujours plus détaillée de leurs pratiques. Une seconde consiste à conserver les **différents niveaux de détails**, ce que j'ai essayé de faire dans cette recherche en utilisant la citation (échelle de l'item), le classement tabulaire (échelle fonctionnelle) et le (con)texte tout entier (transcription originelle). Une troisième piste serait de construire une **nomenclature méta-stable** (référentielle mais amendable), contenant les termes linguistiques adaptés au contexte d'exercice de design – ici la gestion énergétique dans l'immobilier assistée d'un dispositif numérique (voir Glossaire). Je vais montrer que cette troisième piste, réalisée souvent tacitement par les designers, fait partie intégrante de la recherche réflexive telle que décrite par Donald Schön dans *The Reflective Practitioner*.

5.3.2 Répertoire et nomenclature : réduction aux types

L'expérience d'un designer provient de sa capacité à accumuler et classer des situations et pratiques observées au sein de ce que Donald Schön appelle un **répertoire**. De nombreux items peuvent intégrer ce répertoire (des éléments de langage, des concepts opératoires, des schèmes, etc.). Comme le répertoire est un mode de production de connaissances, il touche aux trois strates de connaissances du design, c'est-à-dire à la théorie du design (générique), aux concepts d'un champ spécifique (spécifique) ou au projet en cours (contextuelle) (voir section 1.3).

Le travail de « construction de répertoire » est abordé dans *The Reflective Practitioner* de Donald Schön. Son cas d'étude le plus révélateur est la discussion entre l'architecte Quist et son élève Petra (noms fictifs), que Schön a retranscrite et analysée⁵² dans un chapitre intitulé « *Design as a Reflective Conversation with the Situation* ». Au sein de cette réunion de travail entre architectes, Schön commence par relever quatre grands ensembles sémantiques autour de la « forme » : les formes géométriques des bâtiments, les termes purement géométriques, les formes signifiant une organisation donnée de l'espace ou encore les formes suggérant une posture ou un déplacement des occupants potentiels de cet espace encore virtuel⁵³. Dans ce premier cas étudié par Schön, les répertoires de l'architecte et de son apprentie tendent à converger au sens où ils font partie d'une même communauté et travaillent ici à un projet commun. Peut-être ne mettent-ils pas les mêmes mots sur un concept donné ou une opération donnée, mais un ajustement⁵⁴ naturel s'opère au cours de la conversation :

⁵² Cette observation à laquelle Schön a pris part a été pilotée par Harvard et l'école d'architecture du MIT et menée dans les années 1970 dans des ateliers de design au sein d'universités américaines diverses.

⁵³ SCHÖN, *op. cit.*, p. 97.

⁵⁴ Ici l'ajustement peut être entendu comme ce que Éric Landowski décrit dans les *Interactions risquées*, c'est-à-dire comme « une interaction entre égaux, où les parties co-ordonnent leurs dynamiques respectives sur le mode d'un *faire ensemble* », voir dans *Les interactions risquées*, *op. cit.*, p. 42.

Les prétendants à la communauté linguistique du design apprennent à détecter des récurrences, à distinguer des significations particulières en contexte, et à utiliser ces références comme une aide pour voir à travers les différents domaines du design⁵⁵ [ma traduction].

Dans leurs conversations, on comprend que certains termes sont spécifiques au domaine de l'architecture, tandis que d'autres sont mobilisés dans le contexte précis du bâtiment en cours de conception. Une imprécision initiale réside dans le fait que Schön utilise aussi le terme de « répertoire » comme synonyme d'« expérience », au sens où les praticiens, avec le temps, répertorient de nombreux cas spécifiques venant *in fine* alimenter leurs connaissances génériques :

Le praticien s'est construit un répertoire d'exemples, d'images, de connaissances et d'actions. Le répertoire de Quist touche à divers domaines du design. Il comprend des sites qu'il a vus, des bâtiments qu'il a connus, des problèmes de design qu'il a rencontrés et des solutions qu'il a imaginées pour les résoudre⁵⁶ [ma traduction].

Le répertoire de Schön est donc bien plus inclusif que l'objet que je cherche à délimiter, au sens où il contient bien plus que des entrées terminologiques. Il est le produit d'une pratique réflexive qui historise les expériences passées pour faciliter des typifications futures par analogie, reconnaissance, etc. La « recherche sur la construction de répertoire » est d'ailleurs l'une des quatre composantes de la recherche réflexive exposée par Schön dans *The Reflective Practitioner* : elle vise à « accumuler et décrire⁵⁷ » les situations rencontrées pour faciliter les réflexes de détection de situations récurrentes et de typification. Bien que cette recherche soit passionnante, ce n'est pas de l'entièreté de ce « répertoire » expérientiel dont je veux traiter dans le cadre de cette étude des usages et pratiques, mais du répertoire verbal qui le constitue pour partie.

Pour distinguer cet item du tout, je l'appellerai « **nomenclature** » (de *nomen*, le « nom » et *classis*, la « classe » en latin). Car c'est en fait à cet exercice que s'adonne Schön en analysant la discussion des architectes. Il expose que « les éléments de langage du design peuvent être groupés en *clusters*⁵⁸ » et catégorise des éléments, des traits architecturaux, des relations, des actions, des normes, etc. issues de la bouche des sujets en plein travail de design⁵⁹.

Par nomenclature, nous désignons l'ensemble des termes qui soutiennent le travail de conception : elle est l'intersection des mots clés communs au groupe d'utilisateurs (des gestionnaires immobiliers), des termes du milieu dans lequel s'insère le dispositif (l'immobilier tertiaire), et

⁵⁵ SCHÖN, *op. cit.*, p. 98 : « *Aspiring members of the linguistic community of design learn to detect multiple reference, distinguish particular meanings in context, and use multiple reference as an aid to vision across design domains.* »

⁵⁶ *Ibid.*, p. 137 : « *The practitioner has built up a repertoire of examples, images, understandings, and actions. Quist's repertoire ranges across the design domains. It includes sites he has seen, buildings he has known, design problems he has encountered, and solutions he has devised for them.* »

⁵⁷ *Ibid.*, p. 315.

⁵⁸ *Ibid.*, p. 95 : « *Elements of the language of designing can be grouped into clusters.* »

⁵⁹ J'ai été tenté d'appeler cette démarche une « collection », telle que décrite par Anne Beyaert-Geslin dans la *Sémiotique du design*, au sens où elle vise non seulement l'« accumulation autour d'un thème » mais aussi une production sémantique spécifique altérant le sens et la valeur habituels des objets collectés. Mais la démarche de recueil de concepts diffère de la collection par son mobile d'origine : il ne s'agit pas d'effectuer un viscéral « récit de soi » mais plus exactement un récit du projet, son énonciation participant à sa réalisation. ANNE BEYAERT-GESLIN. *Sémiotique du design*. Paris, France : Presses universitaires de France, 2016, p. 54.

des termes technico-fonctionnels de l'équipe de conception (iQspot). Elle se construit progressivement dès le début puis au long du projet, elle est évolutive mais fait référence : elle est mé-tastable. La nomenclature d'un projet n'est pas forcément un objet unique mais peut être distribuée dans les différents documents de travail du projet. Par exemple, la liste des différents métiers de la gestion immobilière n'a que peu d'importance dans une réunion de conception sur une fonctionnalité d'alertes énergétiques qui ne traite qu'avec un seul de ces métiers. Inversement, le vocable de l'apprentissage machine, utile lors du design de la fonctionnalité d'alertes énergétiques n'aurait aucune utilité dans un travail d'explicitation des différents profils d'utilisateurs. Chaque moment de la conception n'emploie qu'une partie de la nomenclature.

L'agrégation de ces différentes parties de la nomenclature du projet est ce qui a servi à construire le glossaire de ce document (voir Glossaire). Pour ne pas dérouler une liste de termes techniques et spécifiques, seul le principe de la nomenclature est restitué dans le texte.

Précisons aussi que si le répertoire d'une équipe de conception englobe des connaissances génériques (design et ingénierie informatique), spécifiques (design numérique) et contextuelles (monde de l'immobilier), la nomenclature est largement constituée de termes contextuels. Aussi, certains termes sont partagés par l'ensemble de l'équipe de conception tandis que d'autres sont spécifiques à mon travail lorsque j'ai besoin de mettre des mots sur des concepts. Par exemple, ma distinction fonctionnalité/fonction ne ferait pas consensus au sein de l'équipe de développement, mais elle m'est fort utile pour nommer et agencer les briques fonctionnelles du dispositif.

Grâce aux témoignages et observations des utilisateurs (qualitatif), à nos déductions en interne (méta) et au regard des données enregistrées dans l'application (quantitatif), nous avons pu concevoir une application « parlant » le même langage que ses utilisateurs effectifs et potentiels. Cela s'est fait par ajustements successifs (au gré d'essais terminologiques dans l'interface et d'infirmary/validation de la part des utilisateurs) et ce travail est à reprendre à chaque nouvelle fonctionnalité développée. Nous l'avons dit, il incombe aux concepteurs d'implémenter les mots du travail quotidien de ces personnes dans le service. Le langage choisi doit donc être suffisamment opérationnel et technique pour être pertinent pour la gestion immobilière, tout en évitant le jargon démesuré technique de l'ingénierie : nos utilisateurs viennent d'écoles d'ingénieurs mais aussi du monde de la gestion ou de la finance.

Mais pour stabiliser un temps le langage de la conception et du dispositif, il faut s'arrêter sur des mots précis, tout en sachant qu'ils réduisent la réalité et la pluralité des métiers de la gestion immobilière. Tenter de typifier les utilisateurs est néanmoins une tâche déterminante dans la compréhension du milieu dans lequel nous positionnons notre dispositif. Nous allons voir qu'identifier les métiers des actants (voir Glossaire) destinataires du design éclaire les relations qui les relient, mais ne suffit pas toujours à leur faire correspondre un unique objet de conception tant leurs usages contiennent des nuances. En effet, délimiter des types d'utilisateurs per-

met de sélectionner les personnes avec qui nous allons travailler plus spécifiquement, mais ces types cachent parfois des usages bien plus complexes et entremêlés que ce que nous soufflent nos *a priori*.

5.3.3 Quels utilisateurs ?

À force d'expérience du terrain et de déploiement de méthodes ethnographiques, nous pouvons désormais identifier les utilisateurs potentiels du dispositif (le terrain). Cela nous permettra ensuite d'identifier plus précisément les utilisateurs de la fonctionnalité d'alertes énergétiques (l'objet).

Connaître son utilisateur est un sujet qui préoccupe très rapidement tout designer en début de projet, voire en amont. Qui est le destinataire du design ? À quel utilisateur s'adresse-t-on ? C'était une des premières interrogations de l'équipe aux prémices de l'entreprise iQspot, en 2015. Nous finissons par inventer le terme de « gestionnaire » pour donner un nom générique à cette personne qui, effectivement, a pour métier la gestion d'un bâtiment ou d'un parc de bâtiments. On parle en effet de « gestion immobilière » dans le domaine immobilier pour qualifier cette tâche rarement prise en charge par le propriétaire du bâtiment lui-même. Je rappelle que l'entreprise iQspot, à ses balbutiements commerciaux, s'adressait sans distinction à des clients de domaines très divers : immobilier résidentiel, collectivités publiques, hôtellerie, bailleurs du tertiaire, etc. Ce n'est que par la suite, avec l'expérience des projets, que nous avons ciblé le domaine le plus pertinent en termes d'impact sur les consommations d'énergie et de marché potentiel : celui des foncières immobilières ayant pour actifs des bâtiments tertiaires. Depuis ce secteur donné, nous avons collectivement et progressivement délié puis apprivoisé la hiérarchie complexe du secteur de l'immobilier, jusqu'à ce que Julien Bruneau, fondateur et à l'époque unique commercial d'iQspot, formalise ces différents métiers. Mais avant cette considération organisationnelle, nous nous sommes rendus compte que le « gestionnaire » n'existe pas. En effet, ce « gestionnaire » a beau figurer sur tous nos supports de communication de l'époque, il n'est pas certain qu'une seule personne en charge de la « gestion » des bâtiments se présente à nous comme « gestionnaire ».

Depuis, nous avons travaillé avec de nombreux professionnels du bâtiment, nous les avons regardés travailler et nous les avons écoutés parler de leur métier (lors d'entretiens formels comme de discussions informelles). Il s'en est dégagé une organisation bien plus subtile. Bien qu'elle n'intéresse potentiellement que les personnes du milieu, je la restitue rapidement pour en exposer la complexité, en précisant qu'elle n'est pas exhaustive. Ces métiers sont ceux des professionnels de l'immobilier, soit tous les utilisateurs potentiels de la solution iQspot.

Un **propriétaire** d'un bâtiment ou d'un ensemble de bâtiments ne gère pas toujours directement ses locaux. Il peut les confier à un **gestionnaire d'actifs** ou *asset manager*, une personne dont

le métier est la gestion d'un portefeuille d'actifs. Ses impératifs sont financiers, sa logique est celle de la rentabilité. En lien avec ce dernier ou en direct avec le propriétaire, l'**administrateur de biens** ou **property manager** a en charge la gestion opérationnelle du bâtiment : il doit veiller au bon fonctionnement des bâtiments qu'il pilote, à la tenue des budgets impartis et des facturations diverses, piloter certains travaux, gérer les baux locatifs, etc. Le *property manager* peut parfois porter la casquette de **responsable énergie** ou **energy manager**, c'est-à-dire qu'il se soucie des consommations et de l'impact environnemental du parc en gestion. Dans de grandes entreprises (privées ou publiques), cette fonction peut faire l'objet d'un poste à part entière. Ensuite, le *property manager* peut en partie déléguer des tâches opérationnelles au garant d'un bon niveau de service dans le bâtiment qu'est le **gestionnaire technique** ou **facility manager** : un métier plus technique consistant à coordonner les prestataires extérieurs pour garantir l'entretien, la maintenance, la sécurité, le confort, et éventuellement le dialogue avec les occupants, au sein d'un bâtiment. La chaîne de métiers présentée et leurs interactions ne se vérifient pas forcément à chaque contrat : selon les clients, nous pouvons avoir affaire à tous ces métiers à la fois comme à un unique interlocuteur. Rappelons que la personne qui contacte notre solution (propriétaire ou *asset manager*) est rarement celle qui va l'utiliser (*property manager* ou *facility manager*). On peut se douter que derrière cette diversité de professions se cachent des objectifs de court terme ou long terme différents, des définitions de l'optimum différentes, des valeurs différentes. Ce que je retiens pour le moment, c'est la typologie d'actants qui s'esquisse :

TABLE 5.5 – Typologie des parties prenantes de l'immobilier

Terme	Définition	Interactions
Propriétaire [Aspect foncier]	Personne dont le bâtiment est la propriété.	Peut déléguer la gestion de ses biens à un <i>asset manager</i> ou la gestion immobilière (opérationnelle) à un <i>property manager</i> .
Asset manager (gestionnaire de biens ou d'actifs en français) [Aspect financier]	Personne gérant un portefeuille d'actifs, en l'occurrence de bâtiments.	Travaille au sein d'un fond d'investissement ou en relation avec un propriétaire dont il a en charge la gestion des biens immobiliers.
Property manager (gestionnaire immobilier, gestionnaire locatif, etc. en français, selon les spécialisations) [Aspect opérationnel]	Personne ayant en charge la gestion opérationnelle d'un bâtiment ou parc de bâtiments.	Travaille soit avec un <i>asset manager</i> soit directement avec le propriétaire.
Energy manager (responsable énergie en français) [Aspect énergétique]	Personne visant à optimiser les consommations énergétiques et améliorer l'impact environnemental d'un parc de bâtiments.	Peut travailler main dans la main avec un <i>property manager</i> mais doit souvent produire des rapports pour les propriétaires/directeurs d'établissements.
Facility manager (gestionnaire des services en français) [Aspect technique]	Personne ayant en charge la gestion des services inhérents à un bâtiment ou parc de bâtiments.	Selon les impératifs fixés par le <i>property manager</i> , il coordonne les différents services ayant cours dans un bâtiment ou parc.
Prestataire extérieur [Auxiliaire technique]	Toute personne contribuant aux services d'un bâtiment ou parc de bâtiments.	Mobilisés essentiellement par le <i>property manager</i> ou <i>facility manager</i> .

Ce fragment de nomenclature dédié aux parties prenantes de l'immobilier est déjà une typification. Elle est opérée naïvement par métier, mettant des profils dans la case la plus proche de leurs pratiques spéculées. Elle ne prétend pas décrire de façon exhaustive le panel mais montre simplement les fonctions que peuvent arborer ou cumuler les différents utilisateurs. Typifier est

déjà réduire, c'est-à-dire se débarrasser de détails pour pouvoir mieux étiqueter des utilisateurs. Tiphaine Kazi-Tani décrivait en ces termes la tendance du design à typifier toutes choses dans son travail de définition :

L'histoire héroïque du design industriel au xxe siècle s'est construite sur l'idée de la typologie des usages et surtout des usager•ère•s, d'une prescription optimale des actions et des gestes, d'une conformation totale du corps en tant qu'ensemble d'« objets-membres humain » avec des objets-types scriptant une fonction-type, le tout constituant la réponse à un besoin-type⁶⁰.

Mais typifier est un réflexe humain, une façon de simplifier le monde pour mieux l'appréhender. Le danger des types ne tient pas dans leur essence réductrice mais dans leur fixité. Il faut accepter qu'ils soient potentiellement erronés, incomplets, inadaptés, et être prêt à les réviser. Le pluralisme méthodologique et la complémentarité des approches (méta, quanti, quali) permettent justement une typification riche et validée par plusieurs prismes. Quoiqu'il en soit, ces types métastables peuvent évoluer au fil des conversations avec les utilisateurs et en fonction des découvertes à leur propos.

Précisons d'ailleurs que la typologie des parties prenantes de l'immobilier ne correspond pas à la typologie des utilisateurs de la solution iQspot – même si les deux peuvent se recouper. Si je liste quelques exceptions et résume : les propriétaires et *asset managers* sont généralement ceux qui souscrivent à la solution iQspot, et les *property managers* et *facility managers* sont généralement ceux qui l'utilisent. Mais le premier utilisateur de la solution n'est autre que le personnel d'iQspot, et particulièrement les *energy managers* internes. Les membres de l'équipe sont en effet les premiers confrontés aux fonctionnalités développées, que ce soit pour tester le fonctionnement du dispositif, pour vérifier le bon déploiement de la solution sur un bâtiment, pour accompagner puis suivre les clients dans leur prise en main de la solution et leur compréhension du « métabolisme » de leur bâtiment. Cette mission d'accompagnement, de formation et de rapport auprès des utilisateurs vise d'abord à fournir une prestation humaine en plus d'un dispositif d'optimisation énergétique. Mais elle aspire ensuite à déléguer ces exercices aux *property managers*, *energy managers* ou encore *facility managers* capables de tirer parti du potentiel technique mis à disposition du côté du client.

À l'échelle de notre objet d'étude, l'approche méta et l'approche qualitative nous ont permis de montrer que ce sont essentiellement les *property managers* et les *energy managers* (chez iQspot ou côté client) qui emploient la fonctionnalité d'alertes énergétiques. Ceux sont ces profils qui s'emparent le plus spontanément de cet outil d'aide à la gestion énergétique. En effet ces métiers opérationnels sont en recherche permanente de moyens de se faciliter un quotidien dense et animé de problèmes hétéroclites (techniques, financiers, juridiques, communicationnels, etc.) : « Sur de la gestion d'immobilier de bureau, globalement on est censé savoir un peu

⁶⁰ Tiphaine KAZI-TANI. « Des corps capables ». In : *Azimuts* 48-49 (2018), p. 64-75. En ligne : <https://revue-azimuts.fr> (visité le 16/02/2021).

de tout sur tout. On travail autant avec des avocats et des huissiers qu'avec des plombiers et des électriciens⁶¹. » On comprend qu'à leurs yeux, la possibilité de fixer des seuils de consommation maximum pour chaque compteurs équipés soit un gain de temps indéniable. Autrement, il leur faudrait étudier les factures énergétiques *a posteriori*, relever des index ou scruter les courbes sur une application dépourvue d'un tel système semi-automatique de détection de surconsommation.

Mais si les *property managers* constituent le cœur de notre panel d'utilisateur, il arrive que certains actant « débordent » de la case de leur métier et souhaitent se servir des fonctionnalités proposées en dehors du script prévu. Typifier les utilisateurs par leurs métiers peut donc s'avérer réducteur et donner l'illusion d'un groupe d'utilisateurs homogène. Une autre façon d'envisager la typification est de partir des usages de ces individus.

5.3.4 Quels usages ?

À contre-pied de l'utilisateur-type, ou encore de *personas* lissant à outrance la complexité de l'utilisateur, j'envisage davantage ce dernier comme une multiplicité d'usages potentiels. L'utilisateur échappe très souvent au rôle thématique (voir Glossaire) dans lequel on le place pour exercer sa compétence modale dans de multiples et parfois imprédictibles usages. Nous allons donc expliciter ce terme d'usage et voir comment il nous renseigne sur les utilisateurs en action dans le dispositif étudié et conçu.

La notion d'usage a vraisemblablement investi les SIC dans les années 1980 grâce au substantif « usager », compris comme « l'utilisateur d'un service public⁶² » du téléphone et de la télévision par exemple. C'est ce qu'explique avec clarté Françoise Paquienséguy dans une anthologie du terme en 2017. L'usage relevait alors d'un premier rapport aux objets techniques environnants qui n'allait faire que s'accroître des années 1980 à nos jours. Paquienséguy observe ensuite l'évolution de l'action de « faire usage » au fil du développement des techniques de l'information et de la communication. « Faire usage » c'est d'abord un processus d'**appropriation** d'une technologie; puis l'**activation** de la fonction centrale d'une technologie⁶³ après appropriation; vient ensuite (avec le développement du web) un **processus communicationnel et informationnel** permis par la technologie; et enfin une **injonction** à « faire usage » d'une technologie dans un milieu numérique hyper-stimulant⁶⁴.

Les maillons de l'usage ainsi décrit ne sont pas exclusivement chronologiques. Bien qu'ils soient liés au développement des techniques qui les engendrent, ils se superposent plus que ne se sub-

⁶¹ Entretien 2.1 sur la gestion immobilière / énergétique – juillet 2019

⁶² Françoise PAQUIENSÉGUY. « L'usage au fil des Tic : Une genèse à raviver pour mieux le repenser? » In : *Interfaces numériques* 6.3 (2017), p. 481-481. En ligne : <http://www.unilim.fr/interfaces-numeriques/index.php?id=2621> (visité le 16/02/2021).

⁶³ « Technologie » est le terme de Paquienséguy.

⁶⁴ PAQUIENSÉGUY, *op. cit.*

stituent. J'ai pu observer qu'au sein d'un même panel d'utilisateur, ces différents rapports sociaux à la technique peuvent être simultanément représentés (appropriation, activation, communication & information, injonction). C'est en tout cas ce que je vérifie dans la diversité des postures des utilisateurs par rapport au service iQspot, à l'intersection des approches méta et qualitatives décrites précédemment. En effet, les données collectées sur les utilisateurs témoignent de ces différentes dimensions contenues dans le « faire usage » :

1. **L'appropriation de l'interface.** Un des retours concernant le logiciel iQspot dans son ensemble est que, malgré la technicité de certains termes et le nombre d'informations potentiellement accessibles, le service est intelligible pour le profil non-technicien. Ce retour peut venir de tout type de métier du panel. En revanche, les utilisateurs ayant un profil d'ingénieur et une compétence technique plus poussée nous reprocheraient un manque de paramétrabilité et de niveau de détail. D'où le second point.
2. **L'activation des potentiels.** Suite à l'appropriation de la solution, certains utilisateurs vont saisir les mécanismes que les concepteurs ont implémentés dans le dispositif, exploitant ainsi tout son potentiel fonctionnel. Ce sont les utilisateurs qui vont jouer sur les paramètres pour mettre en place des détections automatiques de surconsommations, vérifier la courbe de charge de tel compteur électrique, veiller à une consommation d'eau régulière et raisonnable pour un bâtiment donné, etc.
3. **L'utilisation communicationnelle et informationnelle.** Au-delà de l'aspect fonctionnel de l'interface, le dispositif permet de construire un discours sur le métabolisme des bâtiments suivis. Plus que de simples données brutes, il s'agit de proposer à l'utilisateur d'extraire de cette matière de réelles informations, de donner du sens aux opérations numériques ayant cours. Cela se concrétise par un usage de la solution comme étai discursif : que ce soit lorsqu'il s'agit de rédiger un rapport à une hiérarchie – « parce qu'on a des schémas de *reporting* à remonter au ministère⁶⁵ » ou encore d'obtenir des arguments de dialogue entre gestionnaires et occupants des locaux dans une dynamique de sensibilisation sur les usages énergétiques.
4. **L'injonction.** Parfois l'usage est comme subi par un groupe d'utilisateurs. Ce sont par exemple les mainteneurs d'un parc de bâtiment (assimilable à des *facility managers*) auxquels le propriétaire ou l'*asset manager* a « mis dans les mains » un outil de suivi énergétique. Mais il existe des injonctions à l'usage pour tous les métiers évoqués. Autre exemple, le propriétaire ou *asset manager* est soumis à l'injonction désormais législative (décret tertiaire) d'avoir un outil de suivi qu'il répercute sur les exploitants. Nous avons donc identifié au moins deux sortes d'injonction : la première est purement technique, c'est l'injonction à la connexion généralisée de tout objet « monitorable » ; la seconde est législative, une incita-

⁶⁵ Entretien 3 sur la gestion énergétique – juillet 2019

tion à une diminution de la consommation énergétique et des émissions de gaz à effet de serre.

Parmi ces différentes façons de « faire usage », on remarque deux catégories d'utilisateurs – catégories d'ailleurs non-corrélées aux métiers répertoriés. L'une se conforme à ce que l'on attend d'elle avec plus ou moins de bonne volonté, ce sont les utilisateurs caractérisés par les dimensions d'usage 1) et 4) : l'appropriation et l'injonction. L'utilisateur novice ouvre l'application et commence à s'en servir car « il le faut » (appropriation) ; la personne qui souscrit à une solution de suivi énergétique le fait parce qu'« elle le doit » (injonction). Ce sont là deux rôles thématiques (voir Glossaire) bien dessinés. Les dimensions d'usage 2) et 3), l'activation du potentiel et l'usage communicationnel, correspondent davantage à une interaction plus spontanée et active avec le dispositif : l'une est davantage technique (registre de l'efficacité), l'autre est davantage rhétorique (registre de l'argumentation). Nous délimitons ici des situations où l'utilisateur déploie sa compétence modale (voir Glossaire), et les modalités qu'il va mobiliser ne sont que très peu prévisibles.

J'évoque ici le travail sémiotique d'Éric Landowski pour prolonger et préciser cette micro-sociologie des usages. Landowski dans les *Interactions Risquées* oppose en effet le rôle thématique à la compétence modale. Le **rôle thématique** caractérise nos utilisateurs marqués par les usages 1) et 4) : ils ont en commun de se conformer à un « algorithme de comportement⁶⁶ », à des régularités sociales, des routines, des programmes, etc. Sans leur manquer de respect, ces derniers ne représentent pas un défi de conception majeur pour le design, dans la mesure où ils se contentent voire recherchent des expériences linéaires voire des scripts, comme l'écrivait Madeleine Akrich⁶⁷. Les utilisateurs catégorisés dans les usages 2) et 3) en revanche, activent leur **compétence modale** pour advenir en tant que sujets au sein du dispositif, échappant par leur variabilité aux scripts que le designer leur avait préparés. C'est à mon sens tout l'intérêt du design : concevoir pour ces sujets vivants, ceux qui amènent de l'incertitude dans la mécanique bien rodée du dispositif. Cette subtilité pousse le designer à déployer une double logique à la fois programmatique (élaboration de scripts) et stratégique (gestion de l'incertitude).

J'ai tenté de montrer qu'au sein d'un seul et même dispositif se bousculent des utilisateurs aux rôles thématiques bien définis et figés, mais aussi des actants bien plus labiles pour lesquels il s'agit de revoir à la hausse nos exigences de conception. Le design centré sur l'utilisateur se révèle insuffisant devant ces situations complexes pour lesquelles il n'y a pas d'utilisateur monoforme, de consommateur traduisible en quelques *personas*. Mon propos est d'amener une représentation plurielle des usages, plus conforme à la réalité du dispositif étudié et conçu. Les usages s'observent au travers d'un kaléidoscope, appareil montrant une image complexe et au sein duquel différents prismes convergent. Les images se chevauchent comme les usages : un

⁶⁶ LANDOWSKI, *op. cit.*, p. 17.

⁶⁷ AKRICH, *op. cit.*

utilisateur peut témoigner de comportements très divers et imprévisibles au sein du dispositif.

Ces usages multiples concernent tant l'échelle du dispositif (la solution iQspot), c'est-à-dire la manière dont le dispositif pénètre les pratiques des gestionnaires, que l'échelle d'une fonctionnalité donnée (la fonctionnalité d'alertes énergétiques en l'occurrence), c'est-à-dire comment une fonctionnalité est adoptée (ou non), détournée, etc. Les usages de la fonctionnalité d'alertes seront directement traités dans le chapitre dédié à son prototypage (voir chapitre 6). Une autre conclusion de cette enquête est donc qu'il faudra prototyper non pour des utilisateurs figés, mais pour différentes dimensions d'usage d'un même service. L'enjeu de conception de cette fonctionnalité complexe consistera à ajuster les potentiels fonctionnels permis par la technique (voir chapitre 4) à ces multiples usages (voir chapitre 5).

Résumé du chapitre 5

La subjectivité des utilisateurs et la réalité de leur quotidien sont trop souvent mises à mal dans les projets éminemment techniques aboutissant au déploiement d'un dispositif complexe : elles sont balayées par l'inertie d'un projet ou pire, simulées par la production de quelques avatars légitimant des choix de conception. Pour éviter cette situation, le chapitre 5 a explicité l'agencement méthodologique qui a permis d'approcher le référentiel des utilisateurs du dispositif iQspot. Le protocole qui sous-tend cette étude des pratiques et usages vise à atteindre la connaissance la plus juste et la plus fiable de ces personnes par plusieurs chemins. Le pluralisme méthodologique déployé dans cette recherche tente d'abord de circonscrire les différents utilisateurs, puis se focalise ensuite sur leurs usages effectifs. Si quelques résultats de cette étude ont été annoncés ou montrés dans ce chapitre, leur pleine mobilisation aura lieu lors du travail de prototypage (voir chapitre 6).

L'objet d'une telle étude est également d'atténuer ce que nous avons défini comme le **conflit téléologique** et le **conflit modal**. Nous avons vu que le modèle économique relativement sain d'iQspot permet d'exercer un design aligné sur les intérêts des utilisateurs. La divergence d'intérêts ne réside donc pas dans la relation (médiée par le dispositif) entre designers et utilisateurs, mais plutôt dans la multiplicité des aspirations des utilisateurs. D'autant plus que derrière ces multiples objectifs se présentent aussi différentes préconceptions de la façon dont ils peuvent être atteints. Ces divergences de manières de faire des utilisateurs, parfois elles-mêmes en conflits avec celles du designer, alimentent le conflit modal. Posséder une base de connaissance sur les utilisateurs et leurs usages, sur laquelle on puisse d'appuyer tout au long des phases de définition et de développement d'un projet, est une piste pour résorber ces conflits.

Pour collecter et traiter ces données et les raffiner en connaissances exploitables, le *design thinking* et ses ramifications centrées-utilisateur seront délaissées au profit d'une méthodologie plus adaptée au contexte du projet et aux utilisateurs multiples déjà évoqués. Ce pas de côté m'a amené à reprendre des **bases ethnographiques** et **ethnométhodologiques** pour aller à la rencontre des utilisateurs, le tout soutenu par les préceptes de l'**analyse phénoménologique interprétative**. Mais cet essai d'approche qualitative n'est qu'un des trois angles d'approche de l'utilisateur (et de ses usages) proposés.

Le terme de **triangulation** signifie ici un recueil de données sur l'utilisateur par trois prismes. L'**approche méta** permet de constituer une première connaissance de l'utilisateur. Elle consiste à s'imprégner de toutes les données ambiantes touchant de près ou de loin à l'utilisateur, à ses pratiques, à son contexte d'exercice. Ce réflexe d'imprégnation contribue également à l'amélioration continue du dispositif (le tableau des retours UX soutient cette démarche). Néanmoins, ces données ne sont jamais suffisantes pour cerner l'utilisateur. Ensuite, l'**approche quantita-**

tive permet de visualiser ce que les professionnels ont entré comme données (paramètres énergétiques et temporels) dans l'application pour en déduire des hypothèses quant à leurs représentations d'une surveillance énergétique. Ces pistes peuvent être validées ou infirmées dans les entretiens propres à l'**approche qualitative** dans lesquels les participants énoncent avec leurs mots le contenu et le raisonnement de leurs pratiques et usages. L'agencement de ces trois modes d'accès au référentiel de l'utilisateur permet de combler les lacunes de chaque approche par les avantages des autres. L'approche méta véhicule les préconceptions des designers sur leur objet mais s'appuie sur une éthique de l'agrégation systématique de données sur l'utilisateur. L'approche quantitative contre-balance ces *a priori* par des éléments factuels ou tout du moins objectifs, basés sur la **logique numérique** de l'enregistrement des traces des utilisateurs. Mais comme la trace numérique ne donne pas toujours l'intention qui la précède, l'approche qualitative accède à l'intimité du raisonnement et du référentiel des utilisateurs : elle précise et humanise l'enquête... au risque de donner l'impression qu'un seul entretien ouvre sur toute la connaissance d'un milieu.

Cette étude des **utilisateurs** et **usages** aura permis l'avancement de plusieurs points de cette recherche-projet. Elle favorise d'abord l'interconnexion des langages de l'utilisateur et des concepteurs, phénomène déterminant pour s'immerger dans les détails des expériences du destinataire du design, accéder au contexte de ses pratiques et usages, éclairer les causes de certaines assertions. Cette enquête permet également d'alimenter la **nomenclature** du projet avec les termes des utilisateurs, qui rejoignent les termes techniques relatifs au fonctionnement des algorithmes et autres techniques sous-jacentes du dispositif. Ce travail de « classement des noms » contient un fragment important qui typifie les acteurs de l'immobilier, potentiels utilisateurs du dispositif : propriétaires, *asset managers*, *property managers*, *energy managers*, *facility managers*. Mais l'étude démontre que les actants du milieu d'un dispositif ne sont pas fatalement ses utilisateurs.

Encore plus complexe, on comprend qu'identifier les utilisateurs du dispositif ne nous permet pas de saisir l'enchevêtrement des usages possibles au sein du dispositif, ni même d'une fonctionnalité donnée. Nous avons résumé les **types d'usage** : l'appropriation, l'activation des fonctions, l'information et la communication, l'injonction. En plus des utilisateurs cantonnés à leur **rôle thématique**, il faut encore prévoir des débordements et glissements d'usages, c'est-à-dire des utilisateurs exerçant leur **compétence modale** pour exploiter au maximum le potentiel fonctionnel du dispositif au-delà des scripts classiques du dispositif.

Ces connaissances engrangées sur les utilisateurs (et leurs usages) et la compréhension du potentiel fonctionnel des techniques à disposition sont deux prérequis au travail d'ajustement entre l'action humaine et la computation algorithmique. Il est désormais temps de passer au prototypage d'une fonctionnalité mobilisant intensément ces deux recherches : la fonctionnalité d'alertes énergétiques.

Prototypage d'une fonctionnalité d'alertes énergétiques

Ce chapitre a pour objectif de décrire le processus de recherche, de design et de développement d'une fonctionnalité d'alertes énergétiques. Ce cas d'étude, focalisé sur l'action de configuration des alertes, requiert une certaine compétence de l'utilisateur et des calculs relativement complexes. Il cristallise l'épineuse question de l'ajustement entre l'action humaine et la computation algorithmique. Bien que la configuration de ces alertes mobilise particulièrement le concept d'ajustement, nous aborderons aussi la réception de ces alertes, la possibilité de donner un *feedback* sur leur contenu, et enfin l'évaluation des interactants. Ce chapitre a été volontairement écrit de façon à retranscrire le travail itératif voire cumulatif de prototypage de la fonctionnalité. Il témoigne donc des allers-retours entre différentes données (voire du manque de données) ainsi que des tâtonnements de la conception – en témoigne les mentions « complément 1 » et « complément 2 » accolées à deux sous-sections. Au terme de ce chapitre se dessinera une fonctionnalité d'alertes énergétiques : si son design est presque achevé, son développement est incomplet en 2022. L'avancement sera précisé.

Ce chapitre synthétise un journal de conception, tenu durant deux ans de façon à noter les nombreuses hypothèses, idées, pistes de conception, développements, et retours d'utilisateurs. Il tisse les actes de conception avec les réflexions induites, soit à mon unique échelle, soit au sein de mon équipe, dans le souci de restituer une approche réflexive du projet de conception. Il est également ponctué de verbatims d'utilisateurs issus des entretiens semi-directifs (voir chapitre 5) lorsqu'ils permettent d'appuyer ou de revoir certains choix de conception. Ce chapitre est structuré dans la chronologie du développement de la fonctionnalité, en quatre sections.

La première expose les enjeux de la fonctionnalité d'alertes énergétiques, et plus particulièrement de sa fonction de configuration qui concentre les questionnements et efforts de conception de cette recherche-projet. Elle aboutit au premier développement d'une **configuration manuelle**, plutôt difficile à utiliser pour le panel d'utilisateurs.

Le second jet vise à développer une **configuration augmentée** de seuil d'alerte. Techniquement, elle repose sur l'incorporation de résultats de calculs statistiques de façon à aiguiller l'administrateur dans sa tâche. Cette itération se nourrit des retours provenant de l'utilisation en interne de la fonctionnalité et sur les entretiens avec des utilisateurs externes de la solution.

La troisième mouture, inachevée, imagine ce à quoi peut ressembler la **configuration automa-**

tique des alertes énergétiques. Ce travail d'automatisation de la configuration d'alertes répond aux types d'usage envisagés, dépend de la culture technique des utilisateurs, et s'inspire des résultats des entretiens qualitatifs.

Une quatrième et dernière partie est à considérer comme une ouverture de ce travail de conception sur des fonctions complémentaires de la configuration d'alertes : la **réception** des alertes et le **feedback** émis à leur égard. Nous évoquerons également de premières réflexions sur l'**évaluation** des interactants lors de leur action conjointe, ce qui préfigure des tests utilisateurs. Bien que ces travaux soient embryonnaires au sein de cette fonctionnalité, ils participent au processus d'ajustement de l'action humaine et de la computation algorithmique.

6.1 Configuration manuelle

6.1.1 Prototype 1 : configuration manuelle

À la différence d'autres solutions de suivi énergétique, traitant les données dans une temporalité « *post facto* », le dispositif proposé par iQspot permet de suivre en temps-réel les consommations énergétiques d'un bâtiment ou parc de bâtiments. Dès les premiers bâtiments équipés de capteurs, la restitution graphique détaillée des consommations énergétiques d'iQspot a fait ses preuves : elle permet aux administrateurs de bâtiments de « lire » dans leurs données énergétiques de façon relativement accessible. Par exemple, cela a permis début 2016 de signifier au responsable des services généraux d'un site pilote d'une institution publique que les consommations en eau du bâtiment manifestaient une allure étonnante sur la courbe durant le week-end. On pouvait y observer depuis plusieurs semaines deux pics de consommation en eau les samedis et dimanches entre 11h et 13h alors que le bâtiment était censé être inoccupé. Une visite des responsables sur le site sur ce laps de temps leur a permis de découvrir que le vigneron voisin avait pris l'habitude d'arroser ses vignes en se branchant sur les vannes d'eau du bâtiment. L'anecdote est peu représentative des surconsommations habituelles – elles sont plus généralement dues à des fuites et des mauvais réglages d'équipements qu'à des détournements – mais illustre l'impératif d'avoir un œil sur les informations restituées pour que le dispositif donne des résultats. Autrement dit, il est nécessaire qu'un humain suive le plus régulièrement possible les courbes de consommation énergétique pour pouvoir intervenir en cas de surconsommation.

Mais même si le métier de responsable énergétique (*energy manager*) se démocratise, et que quelques gestionnaires (*property manager*) enfilent aussi cette casquette, ni les premiers ni les seconds ne peuvent scruter en permanence les données des centaines de compteurs des bâtiments en gestion. Heureusement, il est possible de déléguer cette tâche fastidieuse à la machine : l'idée étant que des algorithmes veillent sur ces consommations de fluides et informent les administrateurs de toute dérive. Mais ces algorithmes étant hermétiques au sens, peu leur importe (si je puis dire) qu'un bâtiment consomme 10 watt-heures ou 10 kilowatt-heures en une matinée. C'est pourquoi il faudrait dans un premier temps leur communiquer des valeurs de seuil à ne pas dépasser. Il deviendrait alors possible de confier à de simples algorithmes la tâche d'informer l'humain d'éventuels dépassements. Tel est le principe de la **fonctionnalité d'alertes énergétiques** qui concentre nos réflexions.

Dès lors, comment implémenter la notion d'alertes énergétiques par détection de seuil dans le dispositif? En la réduisant à des informations interprétables par la machine : ce qui fait **sens** pour l'homme doit être **mesure** pour la machine, le **langage naturel** doit être transcodé vers le **langage informatique**. Nous sommes dans une logique symbolique, puisque ces instructions consistent à transposer une procédure cognitive humaine en règles déterminées (voir chapitre

4). Il faut penser cette action humaine comme une opération, c'est-à-dire comme « action programmée sur les choses, fondée [...] sur certains principes de régularité¹ », comme l'écrit Éric Landowski. Si cette opération de « surveillance énergétique » est simple à représenter pour un humain, il reste à la concevoir dans une logique programmatique. Le domaine de la gestion énergétique étant très technique, reposant sur des nombres, cette conversion s'annonce aisée dans le référentiel de la machine.

Une alerte énergétique peut être réduite aux variables suivantes : un **type de donnée** (électricité, eau, gaz, etc.), une **zone** à surveiller (correspondant à un compteur ou ensemble de compteurs de fluide), une **temporalité** (journalière, hebdomadaire, mensuelle), les **jours** de la semaine couverts, une **plage horaire**, une **quantité** consommée (qui est le seuil à ne pas dépasser). Pour répondre à un besoin croissant des utilisateurs, un autre paramètre permettant de choisir le **type de mesure** s'est ajouté à ces derniers : selon l'énergie consommée (quantité) ou la puissance observée (débit). Cette configuration se passe dans une fenêtre modale².

TABLE 6.1 – Paramètres de la fenêtre modale de configuration

Paramètre	Valeur
Type de donnée	Électricité, eau, gaz, réseau de chaleur.
Type de mesure	Énergie (quantité) ou puissance (débit).
Zone/groupe/compteur	/
Temporalité	Journalière; hebdomadaire; mensuelle.
Jours couverts	Lundi; mardi; mercredi; jeudi; vendredi; samedi; dimanche.
Horaires	Maximum 24h glissantes sur une période de 48h.
Seuil	Valeur (nombre) + unité

En ce qui concerne le travail de configuration du *property manager*, il peut opter pour diverses tactiques : installer un seuil journalier à ne pas dépasser, surveiller une plage horaire particulière (la nuit par exemple) ou encore observer des périodes en théorie peu énergivores (les week-ends). En fin de configuration, une phrase en langage « naturel » résume les paramètres sélectionnés au bas de l'interface, par exemple : « Alerte journalière de consommation d'électricité couvrant lundi, mardi, mercredi, jeudi et vendredi sur une plage horaire de 6h00 à 18h00. » L'alerte une fois validée rejoint la liste des alertes sous forme d'un bloc synthétisant ses paramètres.

Le panneau de configuration semble restreint en nombre d'éléments à renseigner et les utilisateurs concernés ont l'habitude de manipuler ces données dans leur travail comme dans leur discours : ce sont en général des *property managers* aux profils de techniciens ou de gestionnaires (habités à voir passer des factures, et donc à raisonner avec les unités de consommation). Pour autant, la tâche est loin d'être facile pour ces professionnels. D'abord parce que les quelques

¹ LANDOWSKI, *op. cit.*, p. 15.

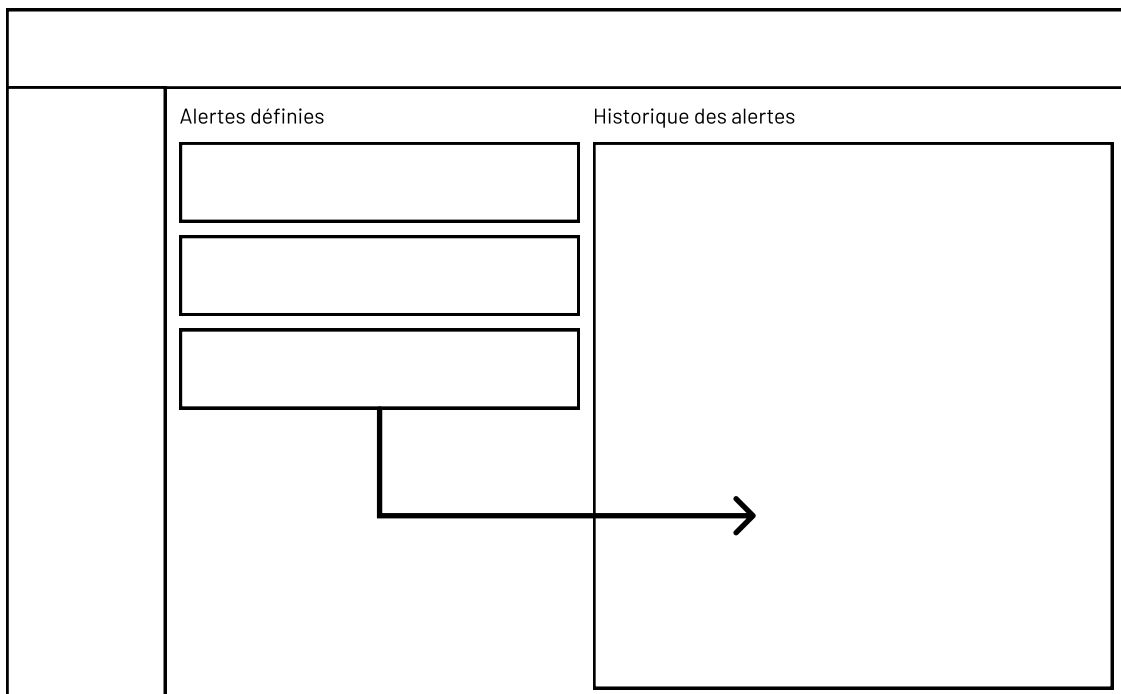
² Une fenêtre modale est un élément récurrent dans notre interaction avec les sites et applications sur le web. Ces fenêtres apparaissent dans le navigateur web, en surcouché du contenu, pour demander à l'utilisateur des informations sans lesquelles le dispositif ne peut réaliser une de ses fonctions. Quitter la fenêtre modale avant la fin du processus annule l'action en cours.

FIGURE 6.1 – Première version : fenêtre modale de configuration (manuelle)

Intitulé	Alerte électrique journalière
Donnée	Électricité
Zone	Compteur général
Temporalité	Journalière
Jours couverts	L, M, M, J, V, S, D
Horaires	00h00 - 23h59
Valeur-seuil	80 kWh

Les sept champs de ce panneau de configuration doivent être remplis par l'utilisateur.

FIGURE 6.2 – Interface de la fonctionnalité d'alertes énergétiques



Une alerte configurée et activée (à gauche). Lorsqu'elle est déclenchée, elle crée un événement dans l'historique des alertes (droite).

données évoquées ci-dessus occasionnent de nombreuses combinaisons. Ensuite parce les plages horaires et les valeurs peuvent être observées sur une courbe s'affichant dans un autre « onglet » de l'application : l'onglet Consommation – un graphe trop complexe pour être juxtaposé à l'affichage des alertes. L'expérience saccadée de l'utilisateur ne compterait pas moins de six actions (voir figure 6.3).

Au vu de l'aller-retour nécessaire entre les onglets pour trouver une valeur pertinente, on peut se douter que l'utilisabilité d'une telle interface n'est pas optimale. Consciente des insuffisances de cette interface rudimentaire, l'équipe de R&D d'iQspot a donc eu besoin d'agrèger des retours en vue d'une nouvelle itération. Les approches méta et qualitative (voir chapitre 5) caractérisées respectivement par la collecte de retours informels et la tenue d'entretiens avec des professionnels de l'immobilier visent justement à obtenir leur représentation de ce que pourrait être une telle fonctionnalité.

6.1.2 Sonder les pratiques et intégrer les retours

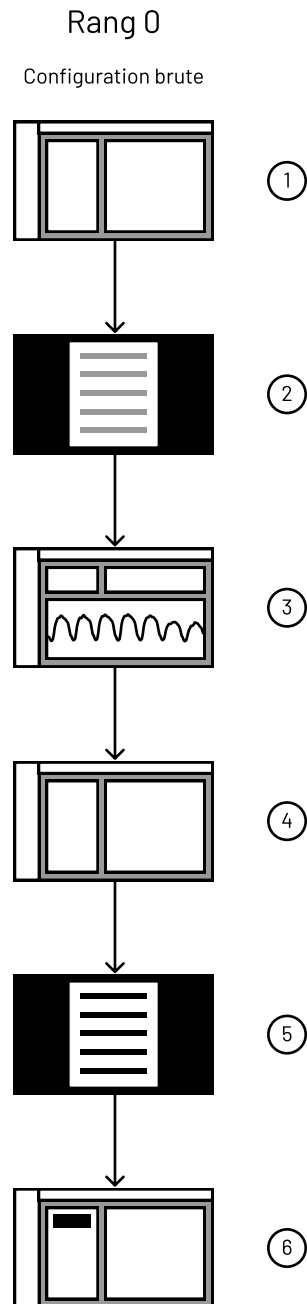
Le produit du design ne peut être uniquement évalué sur des critères techniques, ce qui revient à dire que l'efficacité ne suffit pas : les usages se construisent ou s'adoptent seulement s'ils correspondent à des pratiques effectives, à la réalité d'un métier. La fonctionnalité d'alertes énergétiques dans sa version « brute » est efficace dans l'absolu, puisqu'elle permet de détecter avec précision des surconsommations. Encore faut-il qu'un utilisateur arrive à la paramétrer. Pour améliorer ce prototype, les approches méta et qualitative vont être sollicitées pour rassembler des pistes d'amélioration.

Le tableau des retours UX (voir sous-section 5.2.1) est un tableur qui agrège les remarques des utilisateurs : son contenu donne déjà des pistes d'amélioration. Il correspond à une approche méta, à une logique de recueil de données « au fil de l'eau » par mes collègues ou par moi-même (remarques clients, discussions informelles, etc.). Ces données indirectes n'étant pas assez fiables pour déterminer des choix de conception, nous nous reposons aussi sur l'approche ethnométhodologique pour affiner ces données et circonscrire plus précisément la communauté des utilisateurs destinataires (voir chapitre 5). Les entretiens semi-directifs avec les professionnels de l'immobilier ont été fructueux à cet égard.

Dans ces entretiens, nous avons eu confirmation d'un usage assez complexe du panneau de configuration. Remplir un formulaire de six ou sept données, même via des sélecteurs, décourage plus d'un gestionnaire. Le panneau de configuration d'alertes requiert donc une assistance au remplissage.

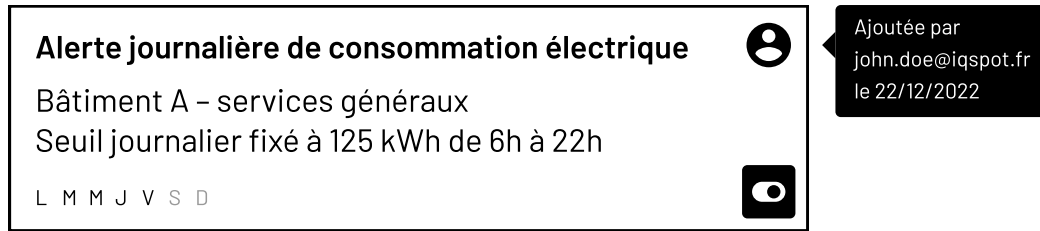
Mais nous avons également découvert d'autres informations inattendues, comme une volonté de détourner l'usage de la fonctionnalité. En effet, en plus de s'intéresser aux quantités d'éner-

FIGURE 6.3 – Scénario de la configuration manuelle (rang 0)



1. L'utilisateur se rend sur l'onglet Alertes. 2. Il ouvre la fenêtre modale pour ajouter une alerte et se trouve devant les différents paramètres (type de donnée, zone, temporalité, etc.). Même s'il connaît bien son bâtiment, il n'a pas en tête la valeur-seuil idéale du bâtiment. 3. L'utilisateur ferme la fenêtre modale de l'onglet Alertes et se rend dans l'onglet Consommation. Il observe la courbe de consommation pour retenir les valeurs hautes et choisir un seuil adapté. 4. Il retourne sur l'onglet Alertes. 5. Il ouvre à nouveau la fenêtre modale de configuration d'alerte, remplit à nouveau les paramètres et complète la valeur-seuil. 6. L'utilisateur voit enfin apparaître l'alerte configurée dans la liste des alertes actives.

FIGURE 6.4 – Exemple de représentation d'une alerte manuelle



gies consommées, l'un de nos interlocuteurs nous a signifié son besoin d'observer les puissances énergétiques, les « courbes de charge », ou autrement dit les débits de consommation énergétique. Derrière ce détournement potentiel se cache en fait la volonté de vérifier que les contrats d'électricité souscrits³ ne sont pas surévalués ou, au contraire, insuffisants. Les mots de ce gestionnaire résument cette difficulté d'utilisation et cet intérêt pour la surveillance des puissances électriques enregistrées :

Ce que j'ai fait aujourd'hui : j'ai mis des alertes sur ces bâtiments, mais – j'en ai parlé à quelqu'un de chez vous – sur l'électricité, mettre des alertes c'est assez compliqué. On s'en est servi pour regarder les puissances souscrites sur nos contrats, je l'avais commencé l'année dernière en arrivant mais je n'ai pas mené à terme cette action. Ce n'est pas évident de trouver ça sur les dernières courbes⁴.

Ce paramètre supplémentaire – le débit – a été ajouté rapidement dans l'interface générale d'iQspot, d'abord sur les courbes de consommation, puis dans les paramètres de configuration d'alertes. Il a été aussitôt manipulé par le gestionnaire sus-cité. Mais là n'est pas le point essentiel qui est ressorti des entretiens. D'autres informations quant aux pratiques des gestionnaires immobiliers ont enrichi notre vision du métier, ou plutôt notre considération de la **pluralité des profils** au sein du métier :

Ce qui est compliqué dans notre métier, c'est qu'on gère plein de choses. [...] Ce genre de sujet-là [énergétique] m'intéresse mais certains de mes homologues n'ont clairement pas le temps. Je privilégie cela, sûrement au détriment de quelque chose d'autre. [...] ma collègue [...] – partie récemment – qui avait du patrimoine [d'une foncière immobilière] : je lui ai expliqué comment mettre les alertes, notamment sur l'eau où c'est extrêmement facile vu qu'on fait du bureau et que les soirs et week-ends ce n'est pas occupé, elle ne les a jamais mises. Donc il faut prendre en compte la sensibilité du *property manager*⁵.

La diversité des profils est un phénomène qui joue tantôt pour et tantôt contre l'équipe de conception. Il s'agit d'agencer des réponses généralistes et des réponses spécifiques pour une même

³ Cette puissance souscrite s'exprime en kVA (1 kVA = 1 kWh) et figure également sur les factures de particuliers. La majorité des foyers français possède par exemple une puissance souscrite de 6 kVA. Ces puissances sont en général supérieures pour les entreprises.

⁴ Entretien 2.1 sur la gestion immobilière / énergétique – juillet 2019

⁵ Entretien 2.1 sur la gestion immobilière / énergétique – juillet 2019

fonctionnalité. Si l'intérêt pour la question énergétique n'est pas une norme du métier de *property manager*, le manque criant de temps pour exécuter ce devoir de gestion semble partagé par tous les professionnels auditionnés. On comprend de l'extrait précédent une priorisation des tâches de la gestion immobilière en fonction de la « sensibilité » de l'utilisateur. Le rôle d'iQspot peut être de transformer la gestion énergétique en une tâche prioritaire de cette hiérarchie, mais aussi de prendre en charge cet exercice de façon à ce que la tâche disparaisse de la hiérarchie.

Or justement, le **besoin d'automatisation** du suivi « des surconsommations, des absences de consommation, des dysfonctionnements » est apparu dans le tableau des retours UX dès février 2017, alors que la fonctionnalité d'alertes était en cours de conception. Ce besoin des gestionnaires d'être alertés automatiquement ne touche pas seulement la consommation : le tableau des retours UX remonte aussi des demandes de client concernant des notifications sur l'état des équipements (capteurs) et sur les données de confort.

Cependant, les clients savent pertinemment que les systèmes d'alertes ne sont pas la panacée de la gestion immobilière. Et lorsqu'on leur parle d'automatiser la configuration des alertes, ces derniers restent prudents quant aux manières de concrétiser cette fonctionnalité dans le dispositif. L'automatisation, comme phénomène technique, peut créer autant de problèmes qu'elle n'en résout. En effet, le temps gagné en automatisant leur configuration ne sera pas obligatoirement réinvesti dans l'interprétation des notifications, potentiellement nombreuses. Ce gestionnaire auditionné l'a compris :

Le suivi en temps réel est relativement peu exploité, faute de temps. On pourrait très bien paramétrer des alertes partout (surconsommation, surpuissance, etc.) mais on n'a pas le temps d'aller voir derrière, d'agir, ou de demander au responsable technique de faire quelque chose⁶.

En effet, la quantité d'informations à traiter au quotidien ne peut être facilitée par la production d'informations supplémentaires. L'archive des retours utilisateurs contient des entrées à ce sujet – « trop d'alertes » – incitant les concepteurs à mutualiser les envois d'alertes ou à les trier selon leur importance. Les entretiens convergent sur ce point, ce gestionnaire en témoigne :

[Q]uand je vois la quantité de mails que les alertes créent, s'il n'y a pas la bonne explication et pas de volonté, ce sera juste cinq mails en plus dans la semaine sur les cinq cents qu'on reçoit, donc ils passeront à la trappe. Mais ça pourrait potentiellement être utile, sur trois de mes bâtiments ça m'a été très utile [...]⁷

Pour être utile au métier de la gestion immobilière, il faut donc que cette information produite au déclenchement de l'alerte soit fiable et rapidement interprétable, sans décryptage complexe. Sans surprise, le système d'alertes énergétiques constituerait un automate acceptable à condition qu'il s'adapte à la temporalité et à la cognition du travail humain. Lorsqu'on avance expli-

⁶ Entretien 3 sur la gestion énergétique – juillet 2019

⁷ Entretien 2.1 sur la gestion immobilière / énergétique – juillet 2019

citement l'automatisation de la création des alertes (sans configuration humaine), ce qui éviterait un temps d'apprentissage du système de la part des gestionnaires, la proposition est accueillie avec réserves. Pour certains auditionnés, une telle automatisation serait même contre-productive puisqu'elle éloigne le gestionnaire du processus de configuration qui participe à la compréhension du métabolisme du bâtiment et prépare le référentiel cognitif de l'utilisateur pour l'interprétation de l'alerte reçue suite à un dépassement. En résumé, configurer une alerte prépare le terrain de son interprétation.

Parce que si les alertes arrivent mais ne sont pas lues ça ne sert à rien. Justement le fait de les avoir créés – en me disant par exemple qu'entre 22h et 5h du matin je ne dois avoir aucune consommation sur l'eau – je sais à quoi elles correspondent et je sais comment les gérer. Si j'en reçois une de manière isolée, je ne la traite pas, mais quand j'en reçois une sur deux ou trois jours à la suite, là je me dis qu'il y a un problème. Si on les impose, sans expliquer ce qu'il y a derrière, je ne sais pas si elles seront lues⁸.

On retient de cet examen des pratiques et usages des utilisateurs trois points majeurs.

- D'abord, des usages détournés des utilisateurs peuvent inspirer des fonctions nouvelles : la recherche des pics de charge électrique de la part d'un gestionnaire le confirme.
- Les difficultés de manipulation de l'interface (allers-retours entre onglets) suggèrent un besoin d'assistance à la configuration.
- Le manque de temps ou d'intérêt de certains utilisateurs pour la gestion énergétique laisse penser qu'automatiser en partie cette tâche peut rendre service à ces professionnels, sous certaines conditions.

Sur ce dernier point, il faut jauger avec soin l'introduction d'automatisation dans le processus de configuration de l'alerte, il peut en effet éloigner le gestionnaire de la tâche et le perdre dans la réception de nombreuses alertes dont il ne connaît pas l'origine et la portée dans la gestion énergétique. Notre prochaine étape est donc d'anticiper les usages induits par l'automatisation de la fonctionnalité.

6.1.3 Une automatisation graduelle

Le processus d'automatisation d'une fonctionnalité implique deux questions préliminaires. Qu'est-ce qu'on automatise? Et dans quelle mesure? Certains chercheurs ont formalisé ces questionnements. Le professeur en psychologie Raja Parasuraman⁹ et son équipe caractérisent une situation d'automatisation par un type de tâche et un niveau d'automatisation. Leur typologie divise les tâches « cognitives » externalisables à la machine en quatre catégories : l'acquisition

⁸ Entretien 2.1 sur la gestion immobilière / énergétique – juillet 2019

⁹ Les travaux de Raja Parasuraman sur l'automatisation ont notamment nourri *The Glass Cage, automation and us* de Nicholas Carr.

d'information, l'analyse d'information, la décision ou sélection de l'action, la mise en œuvre de l'action (*implementation*). Ils envisagent ensuite leur niveau d'automatisation selon un *continuum* allant de « bas » à « élevé », autrement dit d'« entièrement manuelle jusqu'à entièrement automatique¹⁰ ». Ces deux données peuvent être ensuite croisées dans un tableau ou un graphe explicitant le niveau d'automatisation d'un service.

Lorsqu'il s'agit d'une fonctionnalité que l'on cherche à ajuster au métier de l'utilisateur, ce cadre (*framework*) de conception s'avère rapidement étroit. D'abord parce qu'il envisage un service à l'échelle macroscopique en misant sur le fait que les fonctionnalités peuvent être étiquetées selon les quatre catégories (acquisition, analyse, sélection, implémentation). La focale sur une fonctionnalité donnée, soit l'échelle microscopique, trouble ce classement.

Si je prends la fonctionnalité d'alertes énergétiques, et plus particulièrement son module de configuration, il peut en effet correspondre à ce que Parasuraman *et al.* appellent de l'acquisition de données¹¹ (il faut saisir des données dans des champs), mais dans ce cas l'« acquisition » et la « sélection » se superposent. De la même façon, il est difficile de positionner le réglage des paramètres de l'alerte dans l'« analyse » ou la « sélection » des données. Ensuite, les catégories énoncées (acquisition, analyse, sélection, implémentation) ne correspondent pas au « modèle mental » que se fait l'utilisateur : l'individu face à l'interface ne se pense pas en ces termes. C'est un jargon d'analyste tout à fait générique. Concernant notre objet, on observe selon les entretiens que les gestionnaires scindent le service selon les alertes qu'ils configurent et celles qu'ils reçoivent. Et sur la configuration elle-même, l'utilisabilité de l'interface est dépendante de nombreux facteurs, comme par exemple le type d'énergie manipulée. Faire entrer des fonctionnalités et fonctions dans des cases n'est donc pas évident. Les Suédois Sidney Dekker et Erik Hollnagel ont d'ailleurs critiqué ces réflexes de labélisation des sous-tâches cognitives de l'équipe américaine : cet étiquetage en apparence formel relève davantage de la description que de l'explication, et risque d'occulter ce qui advient effectivement au cours de l'action humaine étudiée¹².

Toutefois, on trouve dans les travaux de Parasuraman *et al.* un raisonnement similaire à celui déployé par l'équipe d'iQspot pour scénariser les différentes strates d'automatisation possibles d'une fonctionnalité. Nous reproduisons ici le tableau (voir tableau 6.2) de l'équipe américaine explicitant la gradation de l'automatisation d'un dispositif numérique¹³, tableau centré sur des tâches de décision et de sélection d'actions.

¹⁰ Raja PARASURAMAN, Thomas SHERIDAN et Christopher WICKENS. « A Model for Types and Levels of Human Interaction with Automation. » In : *IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics - Part A : Systems and Humans* 30.3 (1^{er} juin 2000), p. 286-297.

¹¹ *Ibid.*

¹² Sidney DEKKER et Erik HOLLNAGEL. « Human Factors and Folk Models ». In : *Cognition, Technology & Work* 6.2 (1^{er} mai 2004), p. 79-86.

¹³ PARASURAMAN, SHERIDAN et WICKENS, *op. cit.*

TABLE 6.2 – Niveaux d'automatisation de la décision et de la sélection d'actions (selon Parasuraman *et al.*, 2000)

Niveaux d'automatisation	Relation humain-ordinateur
10 (élevé)	L'ordinateur décide de tout, agit de façon autonome, ignore l'humain.
9	... informe l'humain seulement s'il [l'ordinateur] le décide.
8	...informe l'humain si l'humain le demande.
7	... s'exécute automatiquement, puis informe obligatoirement l'humain.
6	... octroie un délai de veto à l'humain avant exécution automatique.
5	... exécute sa suggestion si l'humain l'approuve.
4	... suggère une alternative
3	... réduit la sélection à quelques choix.
2	... propose un jeu complet de décisions ou d'actions alternatives.
1 (bas)	L'ordinateur ne propose aucune assistance : l'humain doit prendre toutes les décisions et effectuer les actions.

Bien entendu, ce *continuum* générique est difficile à « plaquer » sur le fonctionnement d'un service spécifique. De plus, on remarque à chaque ligne que les énoncés sont centrés sur l'ordinateur et non sur l'humain. Enfin, les niveaux d'automatisation sont poussés jusqu'à une haute autonomie machinique, ce qui est rarement souhaitable et peut surtout se manifester sous de nombreuses formes, ce qui est difficile à généraliser. En ce qui concerne le dispositif iQspot, et plus particulièrement l'automatisation de la fonctionnalité d'alertes énergétiques, la gradation des niveaux d'automatisation n'est pas aussi étendue. Nous nous sommes restreints à des niveaux d'automatisation potentiellement acceptables au regard des métiers auditionnés – certains niveaux d'automatisation sont déclinés en variantes selon que les paramètres sont accessibles (.1) ou non (.2). Nous avons aussi pensé les énoncés des situations en décrivant l'action du point de vue de l'utilisateur, lui-même en relation avec l'algorithme. Enfin, ces énoncés sont situés dans la situation de l'action à automatiser, soit la configuration d'alertes énergétiques.

En effet, plutôt que d'identifier la nature de chaque sous-tâche de la configuration dans un jargon d'analyste, nous avons tenté de dépeindre les actions des utilisateurs dans un langage conforme aux termes utilisés en entretien (voir tableau 6.3). Les données saisies, générées ou cachées sont également précisées.

Lors des réunions de conception, nous avons progressivement incrémenté les automatismes sur la tâche de configuration pour générer cette gradation. Cela revient à automatiser progressivement différentes actions du processus de configuration jusqu'à ce que la fonction toute entière soit automatisée. On distingue dans le tableau l'équivalent d'une configuration brute, sans le moindre automate (rang 0). Puis, une automatisation légère qui consiste en une recommandation de la valeur-seuil et en l'affichage d'une métadonnée pour situer cette valeur dans l'historique (rang 2). L'automatisation est ensuite plus élevée, et revient à proposer d'emblée à l'utilisateur des alertes préconfigurées qu'il se charge ensuite de valider ou d'amender (rang 4). Enfin, une automatisation poussée génère les alertes clé-en-main sans attendre de validation de la part de l'utilisateur (rang 5).

TABLE 6.3 – Gradation de l'automatisation de la configuration d'une alerte énergétique

	Configuration	Comportement	Données
Rang 0	Manuelle	L'utilisateur saisit les données dans les champs de l'interface.	Saisies : type, zone, temporalité, horaire, seuil.
Rang 1	Manuelle	L'utilisateur saisit les données dans les champs de l'interface. 1 métadonnée s'affiche : le nombre de déclenchements sur les six ou douze derniers mois de la valeur-seuil choisie.	Saisies : type, zone, temporalité, horaire, seuil
Rang 2	Manuelle, augmentée	L'utilisateur saisit les données dans les champs de l'interface. 1 recommandation de saisie : recommandation dynamique de la valeur-seuil. 1 métadonnée s'affiche : le nombre de déclenchements sur les six ou douze derniers mois de la valeur-seuil choisie.	Saisies : type, zone, temporalité, horaire. Recommandée : seuil.
Rang 3	Manuelle, augmentée	L'utilisateur saisit les données dans les champs de l'interface. 2 recommandations de saisie : - recommandation dynamique de plage horaire. - recommandation dynamique de la valeur-seuil. 1 métadonnée s'affiche : le nombre de déclenchements sur les six ou douze derniers mois de la valeur-seuil choisie.	Saisies : type, zone. Recommandées : temporalité, horaire, seuil.
Rang 4.1	Automatique, modifiable	L'utilisateur visualise une alerte pré-configurée : il peut l'activer, la désactiver, et ouvrir le panneau pour observer et ajuster les paramètres.	Recommandées : type, zone, temporalité, horaire, seuil (conservation du modèle de données).
Rang 4.2	Automatique, non-modifiable	L'utilisateur visualise une alerte pré-définie : il peut l'activer, la désactiver, mais n'a pas accès aux données.	Autre modèle de données.
Rang 5.1	Automatique, modifiable, active par défaut	L'utilisateur est notifié qu'une alerte a été activée : il peut la désactiver, l'activer, et ouvrir le panneau pour observer et ajuster les paramètres.	Recommandées : type, zone, temporalité, horaire, seuil (conservation du modèle de données).
Rang 5.2	Automatique, non-modifiable, active par défaut	L'utilisateur est notifié qu'une alerte a été activée : il peut la désactiver, l'activer, mais n'a pas accès aux paramètres.	Autre modèle de données.

L'idée est ensuite de faire correspondre ces niveaux d'automatisation aux dispositions des utilisateurs à « faire usage » de l'application : une appropriation de l'interface, une pleine activation de son potentiel, un usage du service comme moyen de communication ou un usage dicté par injonction. On remarque aussi que les différents niveaux d'automatisation des tâches esquissent déjà des modes d'interactions entre l'humain et l'algorithme : une configuration manuelle, une configuration augmentée, une configuration automatisée et enfin une substitution de la configuration. On peut relier les automatismes, aux usages et aux modes d'interaction (voir tableau 6.4).

Nous détaillerons dans le prototypage le développement de la configuration augmentée (rang 2) et de la configuration automatique (rangs 4 et 5).

TABLE 6.4 – Association des niveaux d'automatisation, des modes d'interaction et des usages

	Configuration	Comportement	Données
Rang 0	Absence d'automatisation	La configuration est entièrement réalisée par l'humain.	Activation du potentiel fonctionnel
Rang 2	Augmentation	La configuration est assistée par une recommandation et une métadonnée.	Activation du potentiel fonctionnel; usage de communication
Rang 4.1	Automatisation	La configuration est automatisée par l'algorithme et médiée par l'humain.	Appropriation de l'interface; injonction
Rang 5.1	Substitution	La configuration est entièrement automatisée et l'alerte activée par l'algorithme.	Injonction

6.2 Configuration augmentée

6.2.1 L'augmentation : entre information, capacité et sens

Le design en milieu numérique articule les relations entre **savoirs** et **pouvoirs** au sein d'un dispositif numérique (voir section 1.2). En des termes moins foucaaldiens : nous cherchons à offrir des **informations** contextualisées à l'utilisateur pour le mettre en **capacité** de réaliser une action qui serait difficile, voire impossible, sans assistance numérique. Cette orchestration de l'interrelation de l'information et de la « capacitation » sonne comme le *leitmotiv* du design numérique. La configuration augmentée du système d'alertes énergétiques incarne cet enjeu de design. Cette volonté d'augmentation des capacités de l'utilisateur n'est pas nouvelle dans l'histoire des interactions humain-machine. Dès 1962, Douglas Engelbart employait les termes d'« augmentation » et d'« amplification¹⁴ » de l'intelligence humaine pour expliquer qu'un couplage humain-machine améliorerait significativement les performances cognitives humaines :

Le terme « amplification de l'intelligence » semble s'appliquer à notre objectif d'augmenter l'intellect humain dans la mesure où l'entité produite témoignera d'une intelligence supérieure à celle d'un humain non-assisté ; nous aurons amplifié l'intelligence de l'humain en organisant ses capacités intellectuelles en niveaux supérieurs de structuration synergique¹⁵ [ma traduction].

Encore une fois, nous n'entrons pas dans les considérations évolutionnistes d'Engelbart, qui voit cette synergie comme une « évolution naturelle¹⁶ » des capacités humaines. Mais nous constatons que ce couplage « structure » et soutient la cognition et l'action d'un utilisateur par des informations pertinentes, apportées en temps réel. L'accès aux « bonnes » informations et l'impression de gagner en capacité d'action donne sens à l'action de l'utilisateur au sein du dispositif : cela confirme à l'utilisateur qu'il a bien fait d'« entrer » dans le dispositif, et que ce dernier tient sa promesse fonctionnelle. Ce sont ces relations entre information, capacité et sens que

¹⁴ ENGELBART, *op. cit.*, p. 19.

¹⁵ *Ibid.*, « The term "intelligence amplification" seems applicable to our goal of augmenting the human intellect in that the entity to be produced will exhibit more of what can be called intelligence than an unaided human could; we will have amplified the intelligence of the human by organizing his intellectual capabilities into higher levels of synergistic structuring. » p. 19.

¹⁶ *Ibid.*

nous allons étudier pour améliorer le panneau de configuration manuel en une expérience de configuration augmentée.

D'après les entretiens réalisés au sujet de la première version du panneau de configuration d'alertes, l'utilisateur est en proie à un sentiment ambivalent lors de sa tâche de configuration : il témoigne d'un outil relativement efficace – « ça m'a été très utile » – couplé à une impression de passer à côté de quelque chose de plus important – « j'aimerais bien savoir mieux exploiter¹⁷ [...] ». L'utilisateur comprend la majorité des informations de la configuration d'alertes et pressent un gain de capacité, mais il lui manque des éléments pour une pleine compréhension des actions proposées. Sa compétence d'interprétation (herméneutique) de la situation peut être en défaut. Évidemment, cette frustration n'est pas bénéfique pour l'« expérience globale » de la fonctionnalité. Il faudrait faire en sorte que l'utilisateur affairé sur l'interface ait accès au supplément d'information lui permettant d'accomplir sa tâche de configuration, qu'il se sente pleinement en capacité de réaliser cette action, et surtout que la situation dont il est acteur ait du sens dans son quotidien de la gestion immobilière.

Ce que l'utilisateur ignore, c'est qu'il est le seul au sein du couple humain-machine à détenir une réelle capacité interprétative des données énergétiques d'un bâtiment, il est le seul à pouvoir leur donner sens dans leur contexte d'émergence. Il faudrait un algorithme complexe pour, non pas atteindre ce stade de raisonnement et d'adaptation, mais seulement pour imiter le processus cognitif et sémiotique humain. Prenons l'exemple de la notion de consommation énergétique d'un bâtiment : un algorithme statistique ne « sait » pas ce que signifient 2 kWh de surconsommation journalière pour l'objet « bâtiment » affilié, tandis qu'un administrateur sait qu'une telle variation est triviale pour un bâtiment de 10000 m² et conséquente pour une surface de 120 m². En d'autres mots, l'humain a accès au contexte d'une donnée, ce qui lui permet de reconstruire (indiciellement) le sens de cette donnée.

L'algorithme est hermétique au sens mais réceptif à la mesure, on peut alors contourner sa vacuité sémiotique par recoupements de différentes mesures : en relativisant par exemple les consommations au mètre carré, ou en demandant à l'algorithme de comparer cette consommation énergétique à une consommation médiane ou moyenne du bâtiment sur la période concernée. Dans la tête d'un gestionnaire, un relativisme similaire s'opère tacitement pour questionner une donnée : la disparité de consommation énergétique entre deux bâtiments tient-elle à des normes, structures et usages différents ? À leur situation géographique ? Prendre en compte ces données périphériques mais cruciales est évident pour un gestionnaire, mais pour l'algorithme, elles ne seront pas assimilées tant qu'elles n'auront pas été « encodées ». Il faudra pour ce faire ajouter des variables géographiques ou recouper les consommations brutes avec les températures enregistrées sur les mêmes périodes – on parle de données corrigées. Si l'intellect humain interprète les données, les met en contexte, leur cherche un sens, les solutions techniques se restreignent

¹⁷ Entretien 2.1 sur la gestion immobilière / énergétique – juillet 2019

à des comparaisons, classifications, corrélations : ce sont là des « moyens de compensation¹⁸ », comme disait Lucy Suchman, pour que la machine accède au contexte de la situation malgré son hermétisme sémantique.

Cela revient à prendre en compte ces spécificités de l'humain et de la machine pour penser leur communication, ou plus précisément leur interaction. Pour achever les tâches complexes que prétend prendre en charge un dispositif numérique, il faut mobiliser les atouts respectifs de la machine et de l'humain : la capacité de calcul et la capacité de sémiose. Dans le langage d'Engelbart, il s'agit de créer une « correspondance fonctionnelle » (*functional match*) entre un processus explicitement humain et un processus explicitement artefactuel¹⁹. Nous gardons en tête l'asymétrie de l'humain et de la machine pour « répartir les rôles » ou plutôt distribuer les actions : ce qui est incommensurable pour l'humain est attribué à l'ordinateur ; ce qui ne fera jamais sens pour l'ordinateur est confié à l'humain.

En résumé, ces deux entités du partenariat interactionnel se renseignent et s'appuient l'une et l'autre, selon un modèle que nous avons qualifié de « couplage », et vers une finalité que Lucy Suchman qualifie d'« intelligibilité mutuelle » ou « compréhension partagée » (selon que l'on se positionne en émission ou en réception). Et c'est ainsi que, soutenu par la computation algorithmique, l'humain accède à de nouvelles données et informations qui lui permettent des actions l'approchant de ses objectifs. C'est en tout cas ce qui m'est apparu lors de la conception de cette fonctionnalité de configuration augmentée : une fonctionnalité certes spécifique au dispositif iQspot mais néanmoins métonymique de tout un principe de fonctionnement.

6.2.2 Prototype 2 : configuration augmentée

La **configuration augmentée** qui caractérise la deuxième version du panneau de configuration d'alertes énergétiques est peut-être le mode le plus subtile à concevoir. Si l'on se remémore les préconisations industrielles comme celles de la documentation de PAIR (Google) (voir chapitre 4), l'utilisateur est censé être inclus dans un système de *feedback* nourrissant le fonctionnement de l'algorithme. La configuration augmentée prend le contre-pied de cette piste de conception au sens où elle convoque l'algorithme pour aiguiller l'utilisateur humain, et non l'humain pour aiguiller l'algorithme. En effet, la nouvelle mouture de notre fonctionnalité oriente le travail humain par un *feedback* algorithmique. Nous allons voir que l'interface est conçue de façon à ce que le gestionnaire, lors de son paramétrage, ait un retour direct sur les critères de configuration qu'il choisit.

Comme évoqué précédemment, cette deuxième version de l'interface correspond à une automatisation de rang 2 sur l'échelle spécifique que nous avons graduée de 0 à 5. Je parlerais d'un

¹⁸ SUCHMAN, *op. cit.*, p. 179.

¹⁹ ENGELBART, *op. cit.*, p. 21.

configuration manuelle augmentée par l'algorithme, au sens où « l'IA augmente des capacités existantes²⁰ » chez le gestionnaire. Si au début de sa tâche l'utilisateur saisit normalement les données relatives à son souhait de configuration, un algorithme complète ses connaissances contextuelles en calculant « à la volée » des indicateurs qui l'appuient dans son travail. L'interface semble inchangée de prime abord, mais s'enrichit au fur à mesure que le gestionnaire remplit les champs et manipule les paramètres.

Une fois que l'utilisateur a déterminé le type d'énergie sur lequel il veut positionner un seuil d'alerte, la zone concernée (un point de comptage), la temporalité (jour, semaine, mois) et potentiellement des plages horaires, le plus difficile reste à trancher : quelle valeur-seuil doit-il entrer (en kWh par exemple) ? Nous avons vu que l'utilisateur peut prélever cette valeur dans les fonctions de visualisation proposées dans l'onglet Consommation, en observant par exemple les courbes dans la temporalité souhaitée (jour, semaine, mois) pour repérer les pics de consommation. Il reste à revenir au panneau de configuration d'alerte avec en tête la valeur-seuil choisie. Or cette prise d'information, en plus d'être fastidieuse, implique déjà d'être quelque peu familier avec l'interface.

Pour éviter ce détour par une autre fonctionnalité tierce ou un remplissage hasardeux des données, trois indicateurs textuels et visuels ont été implémentés dans l'interface :

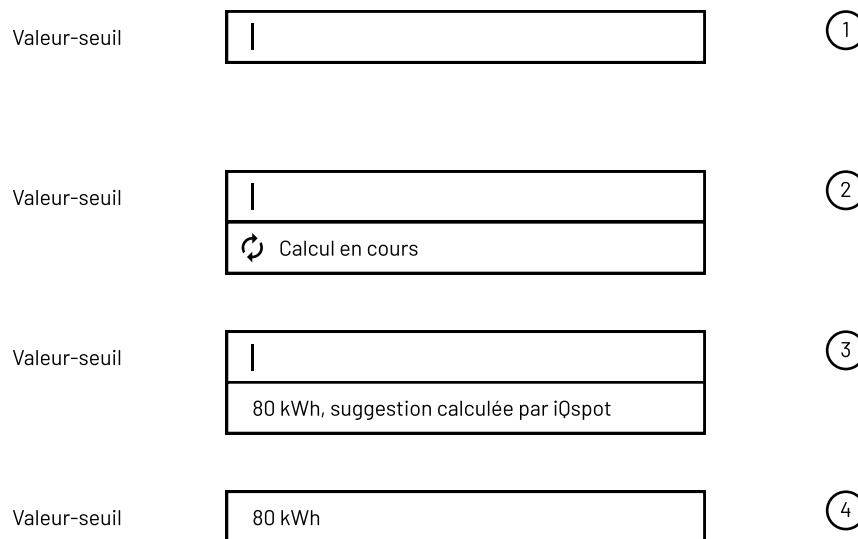
1. Lorsque l'utilisateur a choisi le type de données qu'il souhaite surveiller, sur quelle zone et quelles échelles de temps, il arrive au champ accueillant la valeur-seuil (au-delà de laquelle se déclenchent les alertes). Dans cette deuxième version, les données précédemment renseignées permettent à un algorithme de calculer un seuil pertinent pour le proposer à l'utilisateur lorsqu'il prête attention au champ dédié (voir figure 6.5) : il y a une **suggestion de valeur-seuil**. Ce calcul mené en tâche de fond produit une valeur de seuil proche des valeurs « hautes » des consommations antérieures en fonction des paramètres choisis, à laquelle est concaténée une mention explicitant que ce sont les algorithmes de iQspot qui l'ont déduite. Ex : « 552 kWh, suggestion de seuil calculée par iQspot. » Techniquement, on applique un facteur proche de 1,5 à l'écart interquartile²¹ des données des douze derniers mois pour déterminer la valeur-seuil à suggérer : cela permet d'obtenir une valeur qui ne soit pas trop basse pour éviter des alertes intempestives. Une fonction d'évaluation (*scoring*), permet d'évaluer l'homogénéité des données depuis lesquelles l'algorithme a calculé la valeur-seuil : cela donne un indice de « fiabilité » de cet algorithme. Cet indice n'apparaît pas à l'utilisateur, mais s'il est très faible, l'interface ne suggère pas de valeur. Enfin, si jamais la connexion de l'utilisateur est faible et que l'interface met du temps à récupérer les valeurs en base de données pour effectuer le calcul, la mention « Calcul en

²⁰ GOOGLE. *User Needs + Defining Success*. People + AI Guidebook. En ligne : <https://design.google/ai-guidebook> (visité le 26/09/2020), « *to augment their existing abilities* ».

²¹ L'écart interquartile (*interquartile range* ou IQR en anglais) est la différence entre le troisième et le premier quartile de l'ensemble des données enregistrées. Ces données sont souvent modélisées dans une représentation de type « boîte à moustaches ».

- cours » apparaît en lieu et place de la valeur suggérée.
2. Que l'utilisateur opte pour le seuil proposé, qu'il l'amende ou qu'il propose une autre valeur par lui-même, l'utilisateur voit apparaître cette valeur sur un diagramme à barres (*bar-chart*) représentant les consommations des six/douze derniers mois²². L'interface permet désormais une **visualisation graphique de la valeur-seuil**. Lorsqu'il modifie la valeur du champ, le trait horizontal remonte ou descend l'axe des ordonnées tandis qu'un code couleur précise si les consommations déclenchent ou non l'alerte (voir figure 6.6).
 3. Enfin, la phrase récapitulant les caractéristiques de l'alerte en cours de configuration se voit complétée par une indication énonçant le nombre de fois qu'un tel seuil aurait été atteint sur une antériorité de six/douze mois. C'est-à-dire que l'utilisateur voit s'afficher le nombre de déclenchements sur les données antérieures. Ce n'est pas à proprement parler un « taux de déclenchement » mais l'idée est de donner une idée de la « **sensibilité** » de l'alerte en fonction de sa valeur-seuil (voir figure 6.7). Ex : « Cette alerte aurait été déclenchée 7 fois au cours des douze derniers mois. »

FIGURE 6.5 – Indicateur 1 : suggestion de valeur-seuil



1. L'utilisateur sélectionne le champ de saisie de la valeur-seuil.
2. Un message précise un « calcul en cours »
3. La suggestion de valeur-seuil apparaît.
4. L'utilisateur sélectionne la suggestion.

La **valeur-seuil suggérée**, la **visualisation graphique du seuil** et la **sensibilité du seuil** constituent toutes les trois ce que j'appelle des **indicateurs**²³ : ils offrent à l'utilisateur des informations agissant comme repères pour son activité cognitive, lui permettant de cheminer au travers

²² Cet affichage a été développé par Alexandre Brébant, *data scientist* chez iQspot. Originellement destinée à évaluer la pertinence et la « sensibilité » de la valeur suggérée, cette représentation graphique a finalement été intégrée en production à l'initiative d'Alexandre. Malgré les réticences de Quentin Enard, notre directeur technique, face à l'intégration d'un outil de test dans l'interface finale, cette composante de l'interface s'est finalement pérennisée, tant utile pour vérifier les propositions de l'algorithme que pour appuyer l'utilisateur dans son tâtonnement jusqu'à déterminer une valeur idéale.

²³ C'est le terme le plus précis que j'aie pu trouver, au sens où il donne à voir et indique une direction. Du latin *indicare*, nominatif de « index » – index en anglais étant traduit par « indice ».

FIGURE 6.6 – Indicateur 2 : visualisation de la valeur-seuil par rapport aux antécédents de consommation

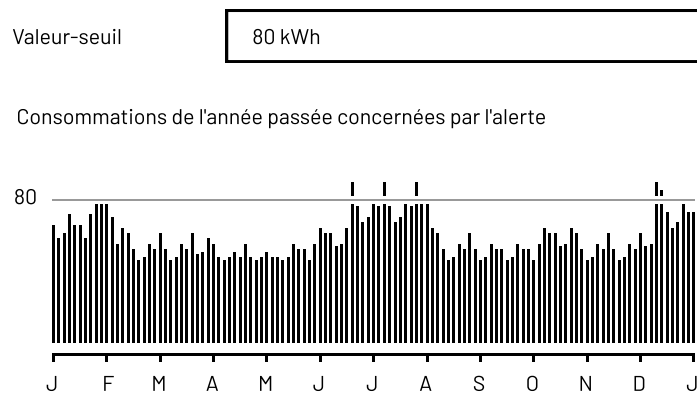
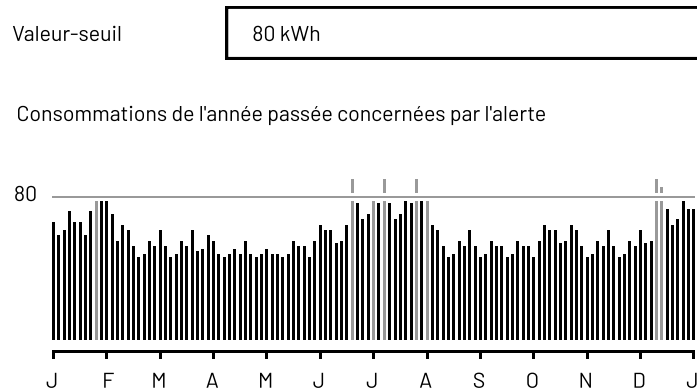


FIGURE 6.7 – Indicateur 3 : texte explicitant le nombre de déclenchements de l'alerte sur une antériorité de six/douze mois, assimilable à la sensibilité de l'alerte



Cette alerte aurait été déclenchée 8 fois au cours des 12 derniers mois.

de sa tâche. La façon dont ils apportent des informations de compréhension à l'utilisateur sont des ressources produites au cours de l'action participant tant à l'intelligibilité du système qu'à la mise en capacité de l'utilisateur de mener à bien l'action. Un tel indicateur est un « indice²⁴ » construit intentionnellement pour faire office de ressource durant l'action de l'utilisateur.

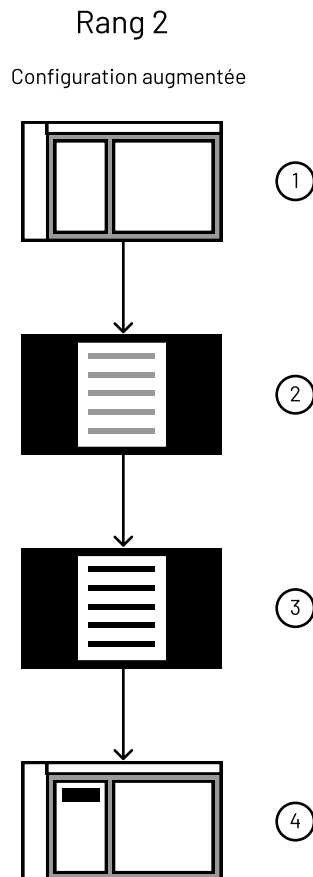
La conception d'une telle interface témoigne de l'importance de la production contextualisée de l'information et de son architecture mais, à plus forte raison, du rôle crucial d'une approche communicationnelle de l'interaction entre l'humain et l'automate. Le dispositif répond en temps réel à la configuration de l'utilisateur, il suit son cheminement et lui fournit les informations requises en contexte. Non seulement l'utilisateur est soutenu dans son action par le dispositif,

²⁴ Charles Sanders PEIRCE. *Écrits Sur Le Signe*. Paris : Éditions du Seuil, 1978, p. 140 : L'indice appartient à la trichotomie du signe (icône, indice, symbole) dans la sémiotique de Charles S. Peirce. Distinct du symbole (qui nécessite une règle d'interprétation) et de l'icône (qui ressemble à son référent), l'indice a une relation de contingence avec son signifié. Pierce le décrit comme « un signe qui renvoie à l'objet qu'il dénote parce qu'il est réellement affecté par cet objet ».

mais le dispositif lui-même devient plus explicite dans son fonctionnement. Cela recoupe ce que la documentation de PAIR (Google) appelle l'explicabilité (*explainability*), soit la propension d'un service soutenu par l'algorithme à « se communiquer ».

On constate finalement, au regard du scénario de la configuration augmentée, que la tâche de l'utilisateur est écourtée par l'assistance computationnelle distillée dans l'interface (voir 6.8).

FIGURE 6.8 – Scénario de la configuration augmentée (rang 2)



1. L'utilisateur se rend sur l'onglet Alertes. 2. Il ouvre la fenêtre modale pour ajouter une alerte et se trouve devant les différents paramètres (type de donnée, zone, temporalité, etc.). Il commence à remplir les données. 3. Une fois que le type d'énergie, la zone concernée et la temporalité sont saisis, l'algorithme calcule et propose un seuil d'alerte que l'utilisateur peut choisir ou amender. La représentation graphique du seuil et sa « sensibilité » s'affichent en conséquence. 4. Après validation, l'utilisateur voit apparaître la nouvelle alerte configurée.

6.2.3 L'utilisateur entre augmentation et automatisation

En prenant un certain recul sur le design de fonctionnalités incorporant un algorithme statistique complexe et/ou d'apprentissage automatique, je me rends compte que l'obstacle récurrent retardant la « présentation » de la fonctionnalité à l'utilisateur est rarement le facteur technique.

En l'occurrence dans le dispositif iQspot, l'architecture complexe et évolutive de la chaîne de la donnée – captation, stockage, traitement, restitution – est opérationnelle et fiable. Pour le dire autrement, le processus par lequel des données massives et disparates deviennent de l'information est une technique maîtrisée par l'équipe de développement. C'est davantage l'enjeu

communicationnel des fonctionnalités, soit la façon dont elles explicitent leur mode de fonctionnement, qui pose des problématiques de conception. À l’instar du panneau de configuration augmentée, une fonction peut ne pas intéresser un utilisateur, non conquis par ce qu’elle laisse miroiter en termes de bénéfice fonctionnel. Cette « fin de non-utiliser » d’un utilisateur ou groupe d’utilisateurs ne remet pas en question la pertinence de la fonction pour d’autres utilisateurs. Il faut simplement reconnaître qu’une fonctionnalité donnée peut ne pas couvrir toutes les aspirations et représentations des personnes rencontrant le dispositif.

Cela relève de la communication puisqu’il s’agit d’un récepteur insatisfait du contenu du message de l’émetteur. En effet, il y a un écart entre l’information produite pour répondre pragmatiquement à un besoin et sa juste interprétation et appropriation par un utilisateur. Le fait est que le dispositif est parcouru par de nombreuses informations aux formats divers : certaines sont brutes et se rapprochent du statut de la donnée (la consommation électrique d’un mois donné sur un graphique), d’autres sont raffinées et proches d’une connaissance directement appropriable (l’alerte signalant une potentielle surconsommation d’énergie). Ce spectre d’informations diverses est confronté à un spectre peut-être encore plus varié d’utilisateurs, avec des logiques d’usages très différentes : simple appropriation, activation des potentiels, usage communicationnel, usage suite à une injonction (voir sous-section 5.3.4). S’il est impossible de scripter l’ensemble des combinaisons associant un type d’information à un type d’utilisateur, il est néanmoins envisageable d’effectuer des hypothèses de conception scénarisant des situations d’interaction représentatives depuis les données qualitatives recueillies.

Sur ce point, l’entretien 2.1 questionne un gestionnaire immobilier (*property manager*) qui en dit long sur l’hétérogénéité des profils de la profession. Cela confirme les déductions de l’équipe d’iQspot après six années au contact des professionnels de la gestion immobilière. En effet l’entretien met en exergue deux profils extrêmes qui ont des régimes d’usages très différents (voir sous-section 5.3.4). D’une part, il y a la personne interviewée, au profil technique et à la sensibilité environnementale prononcée : elle démontre un usage avancé de la solution logicielle (activation). D’autre part, il y a ses collègues, aux profils financiers ou juridiques : ils ne se servent de la solution qu’en dernier recours ou parce que le propriétaire des bâtiments en gestion le leur a demandé (injonction). Cela est dit sans jugement de valeur : nous avons vu que les gestionnaires, parmi les nombreuses tâches qui leur incombent, privilégient celles pour lesquelles ils sont les plus compétents, et ils sont conscients que leurs priorisations sont personnelles et différent de leurs pairs : « Ce genre de sujet-là [énergétique] m’intéresse mais certains de mes homologues n’ont clairement pas le temps. Je privilégie cela, sûrement au détriment de quelque chose d’autre²⁵. »

Dans la réflexion conceptive, ces utilisateurs positionnés aux extrêmes du spectre d’usage auront un rapport radicalement différent à l’automatisation – au sens d’une prise en charge algo-

²⁵ Entretien 2.1 sur la gestion immobilière / énergétique – juillet 2019

rithmique de tâches précédemment supportées par l'humain. L'un préférera assurer une tâche donnée par lui-même, l'autre la déléguer en totalité. La documentation de PAIR (Google) rattache la volonté de garder le contrôle et d'exercer ses compétences au **régime de l'augmentation**, et la volonté de déléguer une action au **régime de l'automatisation** (voir sous-section 4.2.2). On retrouve ici une opposition entre un exercice de la compétence modale de l'utilisateur et une conformité de celui-ci à un rôle thématique (voir sous-section 5.3.4). Si le projet PAIR expose clairement cette distinction – « Il y a certaines tâches que les gens aimeraient voir gérer par l'IA, mais il y a beaucoup d'activités qu'ils veulent réaliser eux-mêmes²⁶. » – il se limite à prévoir les divers positionnements d'**un seul utilisateur sur différentes tâches**, sans aborder les positionnements divers de **plusieurs utilisateurs sur une seule tâche**.

Si je replace la réflexion dans le cadre de conception qui est le mien, cela revient à positionner deux types d'utilisateurs aux extrêmes de notre spectre d'usage : celui qui manipule le système d'alertes dans la subtilité de ses paramètres ; celui qui s'éviterait volontiers cette tâche par une automatisation totale de ce fardeau. Ce dernier incarne l'utilisateur en attente d'automatisation décrit dans le projet PAIR :

L'automatisation est généralement préférée lorsqu'elle permet aux utilisateurs d'éviter complètement les tâches indésirables ou ne valant pas d'y investir du temps, de l'argent ou des efforts. Ce sont généralement des tâches que les gens sont heureux de déléguer à l'IA car elles ne nécessitent pas de surveillance, ou peuvent être effectuées tout aussi bien par quelqu'un (ou quelque chose) d'autre²⁷ [ma traduction].

En prenant du recul, on constate une double logique de conception permettant de couvrir un maximum de cas d'usages sans se complaire dans la « solution générique » : une **logique programmatique**, proche de l'élaboration de scripts, envisage ces deux types (extrêmes) d'utilisateurs ; une **logique stratégique** à même de « gérer » l'incertitude et d'apporter des fonctionnalités adéquates aux utilisateurs avancés cherchant à activer toujours plus de potentiels du dispositif.

L'interface du dispositif doit alors rendre disponibles et explicites les fonctions qui permettent l'augmentation ou l'automatisation de la configuration des alertes énergétiques. La précédente réflexion montre que le régime de l'augmentation a déjà été saisi par l'équipe d'iQspot avec un panneau de configuration qui propose des indicateurs textuelles et visuels à l'utilisateur, sans pour autant court-circuiter sa volonté de comprendre son bâtiment, ou d'exercer ses compétences de gestion ou d'ingénierie. Il reste à proposer une utilité fonctionnelle aux utilisateurs qui ne font actuellement pas usage de cette fonctionnalité, rebutés par l'effort cognitif qu'elle sous-tend relativement aux nombreuses tâches quotidiennes.

²⁶ GOOGLE, *op. cit.*, Dans la version originale : « Some tasks, people would love for AI to handle, but there are many activities that people want to do themselves. »

²⁷ *Ibid.*, « Automation is typically preferred when it allows people to avoid undesirable tasks entirely or when the time, money, or effort investment isn't worth it to them. These are usually tasks people are happy to delegate to AI as they don't require oversight, or they can be done just as well by someone (or something) else. »

6.3 Configuration automatique

6.3.1 Articuler automatisme et usages

Au sein du dispositif iQspot, nous avons vu que le couplage entre l'utilisateur et l'algorithme pouvait se réaliser tantôt par l'augmentation de son expérience, tantôt par l'automatisation de la tâche à effectuer. Notons que si l'augmentation repose en réalité sur une automatisation légère de la tâche, elle est assez discrète et localisée pour être perçue comme un auxiliaire de l'humain, et non forcément comme son substitut. Ce que nous appellerons « configuration automatique » est une fonction vécue comme « automatisée » par l'utilisateur. Cette automatisation de la configuration d'alertes correspond aux rangs 4 et 5 du tableau de gradation de l'automatisation (voir sous-section 6.1.3), dont on peut rappeler ces entrées :

- **Rang 4.1** : « L'utilisateur visualise une alerte préconfigurée : il peut l'activer ou ouvrir le panneau pour observer la pré-configuration ajustable ».
- **Rang 4.2** : « L'utilisateur visualise une alerte prédéfinie : il peut l'activer, la désactiver »
- **Rang 5.1** : « L'utilisateur est notifié qu'une alerte a été activée : il peut la désactiver, l'activer, et ouvrir le panneau pour observer et ajuster les paramètres. »
- **Rang 5.2** : « L'utilisateur est notifié qu'une alerte a été activée : il peut la désactiver, l'activer, mais n'a pas accès aux paramètres. »

Si nous détaillons un peu plus ces énoncés, le rang 4.1 d'automatisation recommande des alertes pré-configurées mais amendables, puis activables (ou non) par l'utilisateur; ce niveau d'automatisation reprend le modèle de données de la configuration manuelle. Le rang 4.2 d'automatisation propose des alertes prédéfinies et activables (ou non); il diffère du rang précédent car il s'affranchit du modèle de données pour miser sur des recoupements de calcul. Les rangs 5.1 et 5.2 automatisent la création de l'alerte tout entière, elle apparaît dès que l'algorithme possède assez de données pour la calculer, et s'active par défaut. Comme pour le rang précédent, les variantes 5.1 et 5.2 signifient respectivement que l'algorithme utilise le modèle de données de la configuration manuelle ou qu'il agit comme une « boîte noire » en croisant de nombreux calculs. Comparées à l'interaction avec le panneau de configuration manuelle, ces pistes de conception constituent une automatisation conséquente de l'action humaine. Mais après avoir étudié les changements induits par l'automate les algorithmes dans les activités humaines (voir chapitre 4), nous avons volontairement limité le degré d'automatisation de la fonctionnalité pour garantir son acceptabilité.

En effet, notre gradation de l'automatisation potentielle de la fonctionnalité n'a pas été poussée aussi loin que l'échelle de Parasuraman, évoquée précédemment (voir sous-section 6.1.3). Tandis que l'équipe américaine inscrit au sommet de son continuum que « l'ordinateur décide de

tout, agit en autonomie, ignore l'humain », notre niveau élevé d'automatisation correspondrait au maximum au niveau 7 de l'échelle de Parasuraman : « L'ordinateur s'exécute automatiquement, puis informe obligatoirement l'humain. »

Pourquoi ne pas aller plus loin dans l'automatisation? Pourquoi ne pas exploiter davantage le potentiel des algorithmes statistiques et apprenants? Par exemple, en déléguant entièrement la fonctionnalité d'alertes à la machine? Parce la fonctionnalité de configuration d'alertes n'est pas la démonstration d'une technique autonome, mais bien une proposition fonctionnelle qui s'agence avec le travail humain, laissant à l'utilisateur la possibilité (ou non) de solliciter l'algorithme. Le potentiel algorithmique sera effectivement exploité, mais dans une juste mesure, via une médiation qui rend acceptable l'implémentation du système dans le quotidien des gestionnaires. Ce n'est pas parce qu'un individu souhaite ardemment déléguer ce qui lui est pénible ou fastidieux qu'il abdique pour autant toute responsabilité devant l'automate. C'est pourquoi le dispositif iQspot propose ces différents niveaux d'automatisation pour réaliser une même action : de l'automatisation légère, assimilable à une augmentation, jusqu'à une automatisation plus poussée, et désirée comme telle. Si nous avons déjà expliqué le développement de la configuration augmentée des alertes énergétiques (voir section 6.2), il nous reste à imaginer son pendant automatisé.

Notre réflexion chez iQspot a débuté par un de groupe de travail ²⁸ visant à imaginer une stratégie de conception, la principale inconnue à déterminer étant la question de la primauté de la technique ou de l'usage dans l'exploration des fonctions potentielles. Autrement dit, doit-on développer un algorithme performant pour identifier des configurations d'alertes fiables, puis retenir celles qui correspondent aux usages effectifs des utilisateurs? Ou doit-on identifier des usages, auprès de l'utilisateur, qui servent de cadre exclusif au développement technique? Quand un *design thinking* puritain opterait pour la seconde proposition (« utilisateur au centre » oblige), le design numérique dans une équipe de R&D préfère, entre usages et techniques, tirer le meilleur des deux mondes. Il s'agit de trouver l'intersection de l'enquête sur les usages et de la recherche purement statistique et technique. L'élaboration de ces pistes de conception est nécessairement interdisciplinaire, entre informatique et ethnographie : d'un côté la génération d'alertes préconfigurées est un processus qui n'est pas entièrement déléguable à l'algorithme et requiert un guidage contextuel et humain; de l'autre, la prévision d'usages ne s'envisage qu'à l'aune d'un terreau technique permettant de faire germer des modes d'interaction potentiels. D'où deux réflexions : l'une sur les usages, l'autre sur les algorithmes.

— **Réflexion sur les usages.** Nous avons identifié deux polarités dans l'usage du dispositif. La première correspond à l'exercice d'une compétence modale²⁹, c'est-à-dire à la pleine compréhension des enjeux fonctionnels et communicationnels du dispositif. On peut parler d'un utili-

²⁸ Avec Quentin Enard (directeur technique) et Alexandre Brébant (*data scientist*).

²⁹ Vouloir, pouvoir, savoir, devoir faire et être.

sateur « expert », apte à manipuler les différents paramètres vers la configuration voulue et jusqu'à une pleine activation fonctionnelle du dispositif. La configuration augmentée lui est particulièrement adaptée. L'expertise caractérise aussi l'utilisateur qui aurait saisi la portée communicationnelle du dispositif, en utilisant par exemple le dispositif comme outil rhétorique pour dialoguer avec sa hiérarchie. La seconde polarité correspond à la conformité d'un utilisateur à un rôle thématique, soit une utilisation de surface, voire passive, de l'application. Ce rôle est généralement incarné par un utilisateur « novice » en quête d'une solution technique répondant sans investissement à un besoin qu'il n'a jamais identifié comme prioritaire. Il correspond aussi à un utilisateur contraint à l'usage par un élément exogène (législation, hiérarchie, tendance à la numérisation). Nous retrouvons donc les usages au stade de l'appropriation, ou induits par injonction. Toutefois, ces polarités et leurs usages associés ne figent pas les utilisateurs dans un rôle thématique définitif : nous avons observé des glissements d'usages (voir sous-section 5.3.4).

D'après les entretiens menés, les profils techniques, proche de « l'expert », s'approprient le panneau de configuration d'alertes, et par extension sa version augmentée qui facilite la sélection des paramètres. Les *energy managers* internes à iQspot se retrouvent dans cette polarité. D'autres gestionnaires, aux profils davantage financiers ou juridiques, ne s'aventurent pas dans la gestion énergétique, quand bien même ils ont conscience de l'existence de cette tâche : ils sont mobilisés par d'autres priorités sur lesquelles ils se sentent plus compétents. Ce type d'utilisateur est « le novice » en matière de gestion énergétique dont nous parlions précédemment. L'automatisation de la gestion de l'énergie au sein des bâtiments l'intéresse dans la mesure où il peut se délester de cette tâche de toute façon non prise en charge. Pour cet utilisateur, la configuration automatique peut être une porte d'entrée vers un début de gestion énergétique.

Cependant, si l'automatisation intéresse l'utilisateur « novice », c'est bien l'utilisateur « expert » qui possède les connaissances et compétences pour identifier les paramètres les plus pertinents. Loin de nous l'idée de reproduire le processus de « clonage » des compétences comme dans le design de systèmes experts (voir sous-section 3.1.2), mais il peut être utile d'engager une recherche qualitative sur leur référentiel pour aiguiller la conception. En effet, ces utilisateurs souvent issus de l'ingénierie comprennent le métabolisme des bâtiments qu'ils ont en gestion, ce qui leur permet de déterminer des alertes pertinentes dans le dispositif iQspot.

Un travail de conception des alertes depuis les habitudes d'un utilisateur « expert » pourrait atteindre un double objectif : proposer une fonction qui répond au besoin de l'utilisateur « novice » ; et soutenir le travail de configuration de l'utilisateur « expert » dans certains contextes (une gestion d'un parc immobilier comptant de nombreux bâtiments, des bâtiments aux métabolismes réguliers et faciles à modéliser et superviser, etc.). Si mes premiers entretiens ont été relativement génériques à la gestion immobilière, les deux derniers ont été majoritairement centrés sur l'utilisation d'alertes énergétiques et contiennent des verbatims de gestionnaires que l'on peut traduire en pistes fonctionnelles (voir sous-section 6.3.2).

— **Réflexion sur l'aspect technique.** En parallèle de mon étude des usages, l'équipe technique a étudié la faisabilité technique d'algorithmes de recommandation d'alertes. Alexandre Bréban a imaginé qu'il était possible de réexploiter un algorithme d'évaluation (*scoring*), déjà employé pour juger de la pertinence de la recommandation de valeur-seuil. Plus exactement, ce score évalue l'homogénéité des données sur lesquelles cette valeur est calculée, mais l'une et l'autre sont liées. L'idée d'Alexandre est d'exploiter ce système de notation en testant systématiquement toutes les combinaisons de paramètres possibles (temporalité, plages horaires, etc.) pour ne retenir que les valeurs-seuils les mieux évaluées, c'est-à-dire les configurations proposant les valeurs-seuils les plus pertinentes pour encadrer les surconsommations énergétiques d'un bâtiment donné.

Le problème est que rien ne garantit que les configurations considérées comme pertinentes par l'algorithme soient significatives pour un humain – l'algorithme n'étant pas réceptif au sens, on ne peut espérer de lui un sens critique. Par exemple, il est tout à fait possible qu'il propose d'installer une alerte tous les jours de la semaine entre minuit et une heure du matin : ayant constaté que les données sont très homogènes sur cette période, il « prétendra » que sa prédiction est très pertinente (score haut). Avouons que l'utilité d'une telle configuration est très limitée dans un référentiel humain. Comment dès lors cadrer la recherche aveugle de l'algorithme? Plusieurs pistes sont envisageables :

- Il est possible de conditionner l'algorithme en amont de son traitement de plusieurs manières. Entre autres pistes, on peut l'obliger à tester les configurations uniquement sur des plages horaires similaires à celles que choisissent usuellement les gestionnaires en configuration manuelle – mais quelles sont-elles? Seul bémol, les résultats gagneront en intelligibilité pour l'humain mais n'exploiteront pas le potentiel heuristique de l'algorithme. En effet, l'algorithme « livré à lui-même » trouvera probablement des plages horaires auxquelles un humain n'aurait pas pensé spontanément.
- Autre exemple de guidage : obliger l'algorithme à chercher des paramètres sur des plages horaires minimum : par exemple, on peut imposer à l'algorithme d'effectuer ses itérations de tests de configurations uniquement sur des périodes d'au moins six heures consécutives, afin d'obtenir de réelles plages horaires, et non une agglomération de fragments horaires.
- On peut également trier les résultats de l'algorithme en aval du traitement massif d'informations, et ne retenir que les plages intéressantes au regard de l'humain. Il reste à déterminer si ce tri post-traitement est lui-même déléguable à un algorithme ; s'il est acceptable et faisable pour un humain ; ou s'il nécessite le travail convergent de l'humain et de l'algorithme.

Ces réflexions sur les usages et sur les algorithmes, en amont du prototypage de la configuration d'alertes automatiques, visent à anticiper leur couplage. Si nous avons émis des hypothèses qui

relient les modes de cette automatisation aux usages auxquels ils répondent (voir tableau 6.4), il reste à interroger l'utilisateur « expert » pour délimiter plus précisément ses usages spécifiques de la configuration d'alertes, et pour imaginer comment l'accès aux différents modes d'interactions automatisées se matérialisent dans l'interface. En effet, à ce stade de la conception, les usages « experts » et l'explicitation des algorithmes dans l'interface sont deux angles morts de conception à vérifier par un nouveau travail d'enquête. D'où la présence de deux compléments venant sécuriser les pistes conceptives :

- **Complément 1.** Le premier consiste à sonder l'idée que l'utilisateur se fait d'une couverture des consommations optimale pour détecter des irrégularités. Pour ce faire, j'ai croisé une approche quantitative par recensement des alertes déjà configurées (voir sous-section 5.2.2) et une approche qualitative avec des entretiens complémentaires avec des gestionnaires, ciblés sur la configuration d'alertes (voir sous-section 6.3.2). Ce sont les entretiens 2.2 et 4.
- **Complément 2.** Une autre question en suspens porte sur la façon de restituer dans l'interface l'action des algorithmes, et plus précisément d'explicitier leurs principes de fonctionnement différents selon leur niveau d'automatisation : alertes préconfigurées ou pré-définies (rang 4.1 et 4.2), puis alertes totalement automatiques (rang 5).

6.3.2 Manières de faire des gestionnaires (complément 1)

Afin de comprendre quels sont les usages de la fonctionnalité d'alertes (manuelle et/ou augmentée) par les gestionnaires, j'ai combiné plusieurs approches de recueil de données, comme une « triangulation » des usages reposant sur des témoignages de mes collègues (approche méta), des statistiques sur les bâtiments équipés d'alertes (approche quantitative), des témoignages de gestionnaires (approche qualitative).

Ma première approche déjà évoquée reste loin de l'objet (méta) : j'ai questionné les membres d'iQspot les plus proches des gestionnaires – *energy managers* et équipe commerciale – pour m'informer des usages constatés du système d'alertes énergétiques. Ces derniers ont rapporté l'existence de quelques utilisateurs « experts » relativement habiles pour déterminer des alertes dans le mode manuel et dans le mode augmenté sur des plages horaires données : ils activent le potentiel du dispositif. D'autres gestionnaires ont été assistés dans la configuration et dans l'interprétation des alertes : bien que « novices » et en phase d'appropriation, ils peuvent vite progresser dans la manipulation du dispositif, même si toute fonction facilitante serait bien accueillie. Enfin, d'autres gestionnaires se sont détournés de la tâche spécifique qu'est la gestion énergétique. Automatiser cette action pourrait leur rendre service.

Quant aux types d'alertes installées – quelles combinaisons récurrentes des mêmes paramètres? – les réponses de mes collègues devenaient alors moins précises, et pour cause : chaque gestion-

naire possède sa propre logique de gestion de son bâtiment ou de son parc de bâtiments. Devant ce manque de données, j'ai relancé une démarche d'enquête en croisant une analyse des alertes configurées dans la solution (quanti) et des entretiens complémentaires avec des gestionnaires (quali) sur le sujet mieux circonscrit des alertes énergétiques.

L'objet de l'**analyse quantitative des alertes configurées** est de faire émerger des types de configurations. Pour ce faire, j'ai repéré dans notre base de données les trois parcs de bâtiments les plus importants du portfolio d'iQspot (ils sont ici anonymisés). Le parc A compte 24 bâtiments, le parc B compte 39 bâtiments, le parc C compte 13 bâtiments, soit 76 bâtiments au total, ce qui équivaut à plus de la moitié du portfolio de iQspot au moment où j'ai effectué mes relevés (2020). Chose heureuse pour mon enquête, ces trois parcs contiennent des bâtiments mobilisant le système d'alertes. J'ai recensé ces bâtiments dans un tableur pour obtenir une vue d'ensemble et ceux dotés d'alertes : 7 sur 24 dans le parc A (29%), 31 sur 39 dans le parc B (79%) et 3 sur 13 dans le parc C (23%). Malgré une activation disparate selon les parcs, cela nous laisse 41 bâtiments pour observer comment les alertes y sont mobilisées (voir Annexe 2).

Si l'on regarde les fluides concernés sur le panel de bâtiments, l'essentiel des alertes se concentre sur des compteurs de consommation d'eau (60 alertes). Viennent ensuite les compteurs électriques (22 alertes). Puis le gaz (2 alertes) et l'énergie thermique (1 alerte). La rareté des alertes de gaz et d'énergie thermique s'explique par la faible représentation de ces fluides dans les bâtiments. En revanche, la prépondérance des alertes d'eau par rapport aux alertes électriques ne peut s'expliquer par une prépondérance des compteurs d'eau – il y a en moyenne 5,59 compteurs électriques et 1,71 compteurs d'eau par bâtiment dans le portfolio de iQspot (données au printemps 2020). Nous verrons que l'explication de cette sur-représentation de l'eau parmi les alertes est moins une question de nombre de compteurs que d'usage des fluides.

Il faut ensuite tenter de comprendre les stratégies adoptées par les utilisateurs depuis les alertes configurées, comme des inférences sur leurs intentions en se basant sur les paramètres des alertes configurées. Cela revient à observer les échelles temporelles choisies (journalière, hebdomadaire, mensuelle), les plages horaires sélectionnées et les compteurs suivis (un compteur général ou un compteur spécifique).

Sur l'électricité, plus de la moitié des alertes consiste en des seuils journaliers ou hebdomadaires sur un compteur général : la configuration n'est pas optimale, mais reste efficace pour détecter des pics de consommation conséquents. D'autres gestionnaires ont dupliqué les alertes en adaptant les seuils à des compteurs spécifiques : par exemple, une alerte par étage ; ou encore deux alertes, une sur le compteur général et l'autre sur le compteur des services généraux. D'autres encore semblent avoir tenté d'épouser au mieux les courbes énergétiques du bâtiment en misant – à juste titre – sur une consommation moindre les nuits et week-ends. On voit des bâtiments avec deux alertes journalières : l'une dédiée aux jours ouvrés, l'autre dédiée aux jours

de week-end. Enfin, sur les 22 bâtiments munis d'alertes sur l'électricité, 3 possèdent des alertes de nuit (de 22h à 5h le lendemain ou encore de 21h à 06h le lendemain). On peut postuler que cette vigilance sur les consommations nocturnes vise à observer le talon de consommation* des bâtiments – le talon est un terme technique désignant la consommation d'énergie usuelle hors période d'activité.

Sur l'eau, fluide qui occupe la majorité des alertes, les gestionnaires semblent plus aventureux voire optimistes dans leur configuration. Les alertes nocturnes (22h-5h) sont très exploitées : elles représentent la majorité des alertes des parcs B et C ; le parc B contient une alerte nocturne sur chaque bâtiment où les alertes ont été configurées. Ces alertes nocturnes sont parfois couplées avec les alertes dichotomiques « jours ouvrés / week-end ». Une sécurité supplémentaire est parfois installée à l'échelle mensuelle (une quantité d'énergie qui ne doit pas être dépassée dans le mois). Ces alertes complémentaires destinées à encadrer la consommation d'eau témoignent d'une compréhension par les utilisateurs de l'usage de ce fluide et de l'interface de configuration d'alertes pour ce besoin.

De cette revue quantitative des alertes configurées sur un panel de bâtiment, quelques conclusions émergent :

- Les utilisateurs segmentent les « moments » de l'activité du bâtiment selon des périodes d'activité et de non-activité (jours ouvrés contre nuit et week-end).
- Des sécurités supplémentaires sont configurées à l'échelle de compteurs généraux essentiellement : au jour, à la semaine voire au mois.
- L'eau est le fluide le plus suivi malgré une prépondérance de compteurs électriques.

Afin de contrebalancer ces indices issus d'une approche quantitative, il m'a semblé crucial d'auditionner à nouveau des gestionnaires pour vérifier ces quelques déductions dans **deux entretiens dédiés à l'usage des alertes**. Différentes pistes de réflexions se sont ouvertes au travers de leurs témoignages.

J'ai pu valider l'approche dichotomique de la temporalité du bâtiment, c'est-à-dire la distinction entre activité et non-activité du bâtiment. Dans la bouche d'un gestionnaire, cela s'est traduit par le concept plus large d'« occupation » :

Aussi, ne pourrait-on pas rajouter un paramètre d'occupation ? La nuit, le week-end, il n'y a personne dans les bureaux. Je pense que l'occupation, c'est important³⁰.

Néanmoins cette notion d'occupation est à distinguer de l'occupation désignant le taux de remplissage des locaux – soit le nombre estimé de personnes travaillant dans le bâtiment sur les heures d'activité « normale » du bâtiment. Cette occupation, lorsqu'elle est assez précise, permet de calculer des indicateurs de consommation corrigée tels que des kilowatts-heures par

³⁰ Entretien 2.2 sur la gestion immobilière / énergétique – juin 2020

occupant (kWh/occupant). Mais ce n'est pas exactement ce qu'on recherche ici : l'occupation, dans cette discussion, désigne la proportion de personnes dans le bâtiment par rapport à l'effectif « normal ». Selon un gestionnaire auditionné, aucune terminologie ne semble faire référence pour expliciter que les locaux sont employés, partiellement occupés ou vides : « On parle d'horaires de bureau et d'horaires hors-bureau en fait³¹. » Depuis, le décret tertiaire* a instauré la notion de « taux d'occupation nominal » des bâtiments. Quoiqu'il en soit, le témoignage confirme qu'il faut adapter les alertes aux fluctuations d'occupation et d'usage d'un bâtiment : les distinctions hebdomadaires (entre jours ouvrés et le week-end) puis journalières (entre heures de présence et de vacance) sont à exploiter.

Cette réflexion sur l'occupation est réinvestie essentiellement pour surveiller les consommations d'eau. L'eau semble le fluide le plus simple à appréhender pour les gestionnaires. En effet, sa consommation est quasi nulle de nuit si l'on évacue certains équipements, certaines consommations sporadiques potentiellement liées au gardiennage de nuit, ainsi que d'occasionnelles plages nocturnes de travail. La configuration d'alertes d'eau apparaît donc comme le premier réflexe chez certains gestionnaires :

Alors moi, c'est assez basique ce que j'ai configuré. Ce sont des alertes sur le moment où le bâtiment est inoccupé pour détecter la fuite³².

Les choses se compliquent sur l'électricité, un fluide mobilisé même lorsque le bâtiment est inoccupé ; on observe des consommations alors qu'il n'y a pas d'activité humaine dans les locaux. Ce sont les climatisations (même en régime réduit), les systèmes de sécurité, les systèmes informatiques, la veille des appareils, etc. Autant d'équipements dont la consommation électrique est ininterrompue mais en baisse, et constitue le talon de consommation du bâtiment. Pour les gestionnaires, cette consommation minimale et rarement compressible est parfois difficile à évaluer :

C'est pour cela que j'ai beaucoup de difficulté avec l'électricité contrairement à l'eau : la nuit, le bâtiment continue à consommer de l'électricité. Je dois être capable de voir par exemple un réduit de nuit, mais c'est moins lié à l'occupation³³.

Dans l'entretien précédent, cette difficulté était déjà énoncée : « J'aimerais bien avoir un moyen pour comprendre et pouvoir utiliser ces capteurs électriques³⁴. »

Une configuration efficace des alertes repose en partie sur la compréhension du fonctionnement des équipements du bâtiment suivi, et plus précisément sur la proportion de ce matériel fonctionnant (et consommant) hors période d'activité. Que son réglage soit optimal ou non, on

³¹ Entretien 2.2 sur la gestion immobilière / énergétique – juin 2020

³² Entretien 2.2 sur la gestion immobilière / énergétique – juin 2020

³³ Entretien 2.2 sur la gestion immobilière / énergétique – juin 2020

³⁴ Entretien 2.1 sur la gestion immobilière / énergétique – juillet 2019

observe toujours ce talon de consommation dans les courbes énergétiques d'un bâtiment. Avant la configuration des alertes électriques, il faut d'abord évaluer ce talon qui varie selon les spécificités des bâtiments.

Enfin, une dernière remarque d'un gestionnaire a incité l'équipe à penser une automatisation poussée de la fonctionnalité d'alertes (rang 5). Cet utilisateur imagine un « outil d'aide à la gestion » capable de prévenir les manquements des gestionnaires immobiliers :

Je pense que, surtout sur les bâtiments récents, ça peut être intéressant d'avoir des notifications du type : « Attention, sur vos parties communes, vous n'avez pas mis de réduit la nuit et le week-end. » Cela serait un bon outil d'aide à la gestion, ça pourrait être un cas type³⁵.

Le scénario proposé par le gestionnaire est de se servir du dispositif pour signaler des oublis dans l'optimisation des équipements d'un bâtiment. Cette proposition de signifier automatiquement des manquements peut être entendue non seulement comme un besoin de pointer les oublis de configuration, mais aussi comme une incitation à y remédier avec le dispositif de suivi énergétique.

Suite à ce retour du gestionnaire, nous avons également observé le temps d'appropriation du dispositif par le client (ou par notre équipe au service du client). Nous avons constaté qu'il se passe parfois plusieurs mois entre le moment où un bâtiment est totalement équipé par nos capteurs (qui transmettent les données énergétiques), et le moment où le logiciel de suivi est effectivement utilisé. En effet, le déploiement des capteurs se termine souvent avant les discussions entre les différents acteurs, les temps de formation au logiciel et la mise en place d'une stratégie de gestion énergétique. C'est pourquoi il faudrait agir, ou automatiser une action, bien avant ces laps de temps humains et administratifs, afin d'éviter de passer à côté de surconsommations énergivores et coûteuses.

Ainsi, la réflexion du gestionnaire et notre constat en interne augurent un niveau supplémentaire dans l'automatisation des alertes énergétiques. En effet, les alertes préconfigurées (rang 4.1) et les alertes prédéfinies (rang 4.2) ont en commun d'attendre qu'un utilisateur les active pour être effectives. Ce qui veut dire qu'elles ne sont pas opérantes dès la fin de l'installation des capteurs, ou dès qu'il y a assez de données recueillies. Pousser davantage l'automatisation de la fonctionnalité consiste donc à imaginer des alertes qui s'activent automatiquement sur les nouveaux bâtiments en gestion dès que les données accumulées sont suffisantes. Nous envisagerons ce rang 5 d'automatisation au cours du prototype (voir sous-section 6.3.4).

Pour conclure, ce complément d'enquête a permis de sonder les usages émergents des utilisateurs en ce qui concerne le système de configuration d'alertes. En résultent quelques pistes nous informant des approches, représentations et pratiques des gestionnaires :

³⁵ Entretien 2.2 sur la gestion immobilière / énergétique – juin 2020

1. Les gestionnaires envisagent leurs bâtiments selon des moments d'activité et de non-activité.
2. Cette dichotomie se construit sur les oppositions jours ouvrés contre week-end et journée contre nuit.
3. L'eau est le fluide le plus facile à apprivoiser du fait que les périodes d'inactivités sont généralement régulières et prévisibles.
4. L'électricité est plus difficile à approcher, du fait des talons de consommations variables en période d'inactivité selon les bâtiments et équipements installés et réglés.
5. Une aide à l'appréhension des consommations électriques du bâtiment serait la bienvenue.
6. Le système d'alertes peut constituer une aide à la gestion utile au regard de certains gestionnaires, possiblement grâce à des alertes mises en place automatiquement pour pallier les faux départs de suivi.

6.3.3 Manifestation de l'automatisme (complément 2)

Les gestionnaires sont conscients de la variabilité des caractéristiques des bâtiments, et chacun déploie des tactiques pour les appréhender. Cette compréhension du bâtiment et de son « métabolisme » permet à certains d'entre-eux de choisir des configurations d'alertes énergétiques dans les modes « manuel » et « augmenté ». Pour ouvrir la fonctionnalité à des profils moins volontaires, et pour faciliter la tâche des profils déjà investis, nous travaillons à l'automatisation de la configuration d'alertes. Face à ces profils multiples, nous allons chercher à expliciter dans l'interface les différentes propositions fonctionnelles de la fonctionnalité d'alertes énergétiques.

Comme elle contient des logiques complexes et occasionne des combinaisons de variables, la fonctionnalité d'alertes énergétiques n'est pas compréhensible et utilisable par tous les profils. Il nous faut donc maximiser son niveau d'intelligibilité pour ces différents utilisateurs. Or l'intelligibilité d'un dispositif algorithmique repose à la fois sur la clarté de son interface et sur la capacité de cette interface à expliciter le principe de fonctionnement des algorithmes à l'œuvre en tâche de fond. Ce lien entre l'interface et les algorithmes n'est pas toujours effectué au sein des dispositifs numériques. La chercheuse Nolwenn Maudet en témoigne suite à une enquête sur les plateformes employant des algorithmes de curation :

Lorsque l'on observe les plateformes numériques actuelles, c'est comme si les designers avaient d'abord créé l'interface et les interactions ; et puis, après coup, y auraient rajouté un algorithme de curation. Les algorithmes forment une couche séparée, sans existence visuelle ni possibilité directe d'interaction. Au contraire, parce qu'ils n'ont pas de place dans l'interface, ils réassignent les fonctionnalités existantes pour en extraire des données qu'ils utilisent ensuite pour générer des inférences³⁶.

³⁶ MAUDET, *op. cit.*, paragraphe I127.

Bien que moins au fait des pratiques des plateformes que Nolwenn Maudet, mes recherches personnelles m'ont amené à recenser quelques exemples caractéristiques d'explicitation des algorithmes qui modèrent le contenu proposé à l'écran. Sur la plateforme de streaming musical Deezer par exemple, les *playlists* proposées en page d'accueil sont accompagnées d'un label expliquant la façon dont est sélectionné le contenu :

- Les *playlists* « Daily » sont accolées de la mention : « Découvrez des titres recommandés à partir des artistes que vous avez écoutés récemment. » pour expliciter un passage au crible de l'historique de lecture afin de proposer un contenu familier à l'utilisateur.
- La *playlist* « Lundi découverte » est sous-titrée : « Découvrez des titres que vous ne connaissez pas encore et qui risquent de vous plaire. », ce qui indique des fonctions prédictives et potentiellement des prises de risques quant aux propositions de morceaux.
- Enfin, la *playlist* « Vendredi sorties » se légende : « Chaque semaine, retrouvez des nouveautés sélectionnées pour vous à partir des artistes, albums et titres que vous ajoutez à vos favoris. », ce qui montre que l'algorithme récupère les noms d'artistes écoutés par l'utilisateur et surveille les dernières données associées à chacun d'eux.

Ainsi l'utilisateur comprend la genèse des contenus proposés par la plateforme.

Si nous travaillons sur des algorithmes de *production* et non de *curation* de données, nous partageons cet impératif de relier ce qui se passe en « profondeur » du service et ce qui est montré en « surface ». Pour cela, il faut miser sur le fait que l'interface joue un rôle d'explicitation des mécaniques de production des algorithmes (algorithme → utilisateur) et d'exposition des modes d'(inter)action sur ces derniers (utilisateur → algorithme). L'intelligibilité dépend donc d'un ajustement sémantique à mi-chemin entre un algorithme « explicable » et un utilisateur soucieux de comprendre la technique qu'il utilise.

Mais le soin de l'intelligibilité de l'interface permet aussi de convier des non-utilisateurs à un usage alternatif, plus léger, de la fonctionnalité. En effet, le panel d'utilisateurs compte de nombreux profils qui se passeraient volontiers d'un apprentissage profond du logiciel pour obtenir rapidement un bénéfice fonctionnel pour un minimum d'investissement cognitif et temporel. Pour leur éviter l'embarras du choix des paramètres et un tâtonnement frustrant, il est envisageable d'automatiser tout ou partie de la configuration. Il nous incombe alors d'expliquer – ou de signifier d'une façon ou d'une autre – qu'un travail de préconfiguration a déjà été mené et que le processus cognitif de la tâche ne requiert plus que la prise de décision de l'utilisateur.

Sur ce point, une automatisation de rang 4.1 (conservant les paramètres) et une automatisation de rang 4.2 (masquant les paramètres) posent des questions différentes. Si les paramètres de ces alertes préconfigurées sont visibles (rang 4), l'utilisateur débordant de son rôle thématique voudra potentiellement savoir comment ont été choisis ces paramètres. Un utilisateur « novice » pourrait ne pas se contenter d'objets non expliqués : se satisfaire de l'automatisation ne signifie

pas forcément l'accepter sans condition ni explication. Cette interrogation peut aussi préfigurer un glissement d'usage, une curiosité poussant l'utilisateur vers une meilleure appropriation de l'interface jusqu'à sa pleine activation fonctionnelle. Mais le glissement d'usage peut aussi venir d'un utilisateur « expert » du service qui, découvrant une nouvelle fonctionnalité, s'empresse de l'essayer. Un utilisateur coutumier de la fonction de configuration augmentée se laisserait donc séduire par son pendant automatique. Ces deux glissements potentiels sont à intégrer dans la réflexion portant sur la présentation (ou non) des paramètres aux utilisateurs dans un mode de configuration automatique.

Si les paramètres disparaissent (rang 4.2), les enjeux d'explicabilité sont rebattus par le régime opaque des calculs produisant les suggestions d'alertes : cette entité calculante s'apparente alors à une « boîte noire » (on sait que l'algorithme se nourrit des données du bâtiment mais on ignore son modèle de fonctionnement). L'utilisateur expert sera peut-être davantage troublé que l'utilisateur moins avisé, dans la mesure où les paramètres qu'il manipulait auparavant ne peuvent plus être lus, vérifiés ou amendés. Il faudra alors expliquer partiellement le principe de fonctionnement de l'algorithme pour faire comprendre qu'il surpasse les paramètres habituels. Suite à des tests utilisateurs, il faudra ensuite faire cohabiter la fonctionnalité dans son expression standard (une configuration d'alertes manuelle mais potentiellement augmentée) avec son pendant automatique (des préconfigurations ou prédéfinitions d'alertes), et ce, sur un même écran de l'application. Soit un autre enjeu d'intelligibilité.

En effet, l'interface doit signifier à l'utilisateur ses différentes options et dans un même temps faire comprendre leurs logiques sous-jacentes. Or transmettre à l'utilisateur des fonctionnements aussi complexes par quelques éléments graphiques s'annonce difficile. Le design numérique a pourtant fait évoluer les standards graphiques de nos écrans depuis les métaphores balbutiantes des premiers systèmes d'exploitation (bureau, corbeille, dossiers) jusqu'à l'impressionnante intuitivité contemporaine. Que s'est-il passé entre les années 1990 et aujourd'hui pour que l'appropriation d'une application smartphone nécessite au maximum un tutoriel en trois étapes (*slides*), quand il fallait hier des pages de notice pour manipuler le moindre programme ? On peut postuler que les utilisateurs se sont appropriés des mécaniques d'interaction récurrentes et que les designers ont persévéré dans leur discipline en proposant toujours plus d'« inconnu immédiatement reconnu³⁷ », en misant sur des mécaniques déjà assimilées pour initier l'utilisateur à des fonctionnements inédits. Nous retrouvons l'adage favori de Richard S. Wurman : « C'est seulement en relation à quelque chose que l'on comprend déjà, que l'on peut comprendre quelque chose de nouveau³⁸. » Telle peut être la logique d'une interface : agencer des éléments reconnaissables par l'utilisateur de façon à le guider vers de nouveaux modes d'interaction.

³⁷ Armand HATCHUEL. « Quelle Analytique de La Conception ? Parure et Pointe En Design. » *Le Design En Question(s)* (Paris). Nov. 2005.

³⁸ WURMAN, *op. cit.*, p. 23 : « *You only understand something new relative to something you already understand.* »

L'adage de Wurman nous incite à raisonner depuis les alertes existantes pour ajouter des surcouches sémantiques qui aiguillent la compréhension de l'utilisateur. Nous gardons en tête qu'il ne faut pas que l'interface devienne verbeuse, et que les éléments auxiliaires à la compréhension deviennent plus nombreux que le contenu et les éléments interactifs à l'écran.

Les alertes préconfigurées (rang 4.1) apparaissent donc dans l'interface de façon similaire aux alertes configurées manuellement. Elles reprennent les paramètres usuels de la configuration d'alertes. En fait, l'alerte préconfigurée ne se distingue pas de l'alerte manuelle en termes de contenu. Le bloc de l'alerte affiche le nom de l'alerte et ses paramètres (type de données, zone ciblée, temporalité, jours couverts, plage horaire, seuil). Son nom peut être généré par une chaîne de caractères obtenue par concaténation de certains paramètres – « Alerte + temporalité + type de donnée » – pour générer par exemple « Alerte journalière de consommation d'électricité ». Mais il peut tout aussi bien être choisi par l'équipe de design pour coller au mieux au référentiel des gestionnaires, ce qui précise davantage l'utilité fonctionnelle de l'alerte (et prépare le terrain pour les alertes prédéfinies). Enfin, les alertes préconfigurées sont suggérées, et par défaut inactives; leur activation tient au bon vouloir de l'utilisateur.

Il nous reste à préciser la genèse de ces alertes pré-configurées, c'est-à-dire le principe algorithmique qui les a engendrées. Elles doivent avertir que leur production tient à l'analyse des consommations antérieures du bâtiment. Nous avons opté pour une métadonnées explicitant ce calcul : « Alerte préconfigurée et suggérée par iQspot en fonction de l'historique de consommation. »

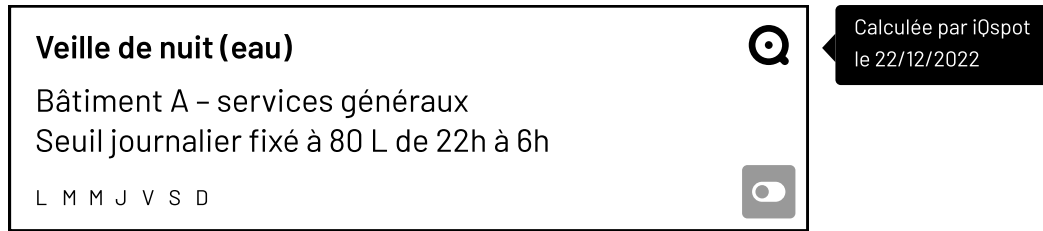
Il est donc spécifié que l'alerte est calculée par iQspot, mais cela ne précise pas si l'on parle des *energy managers* de l'entreprise ou des algorithmes du dispositif. Pour éclairer cette inconnue sur l'origine humaine ou algorithmique de l'alerte, nous avons opté pour un système de « badges » précisant quel agent est impliqué. Ces badges sont accolés d'une description précisant les coordonnées de l'auteur de l'alerte (s'il est humain), ainsi que la date de configuration ou de génération de l'alerte.

- Le badge d'une alerte créée par un humain sera annoté par : « Ajoutée par xxxxx.xxxxx@iQspot.fr le 22/12/2022 »
- Le badge d'une alerte générée par l'algorithme signalera : « Calculée par iQspot le 22/12/2022 »

En résumé, les alertes préconfigurées sont introduites grâce à des auxiliaires sémantiques qui explicitent leur mode de production : une métadonnée, un badge, et une description liée au badge. Son statut par défaut « inactif » incite à l'activer. Nous formaliserons les alertes préconfigurées de cette façon (voir figure 6.9).

Comme elles croisent plusieurs modes calcul, les alertes prédéfinies (rang 4.2) ne sont pas reconnaissables depuis la combinaison de paramètres qui les constitue. Elles se distinguent donc des

FIGURE 6.9 – Exemple de représentation d'une alerte préconfigurée (rang 4.1).



i Alerte préconfigurée et suggérée par iQspot en fonction de l'historique de consommation.

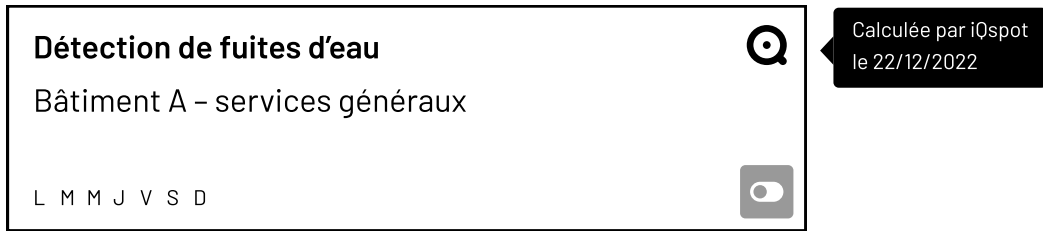
alertes manuelles et préconfigurées. Le rang 4.2 fonctionne sous le régime de la « boîte noire » : un script au fonctionnement opaque produisant des résultats (en sortie) sans donner accès au processus sous-jacent. Comme nous l'avons déjà expliqué, l'avantage de cette opacité est qu'elle permet de manipuler des configurations qui ne sont pas intelligibles pour un utilisateur : une configuration d'alerte pourrait par exemple couvrir différentes plages horaires en même temps, ou encore couvrir plusieurs énergies – autant de configurations impossibles avec le système de configuration classique.

En contrepartie, il nous faudra nommer encore plus judicieusement cette boîte opaque pour en signifier la fonction. C'est un peu comme lorsqu'on conditionne des aliments en bocal : si le verre est opaque, il est préférable d'écrire ce qu'il y a à l'intérieur sur le récipient. Dans la même logique, l'utilisateur n'ayant pas accès aux données, il faut trouver une façon de verbaliser ce à quoi correspond l'objet présenté. Son utilité fonctionnelle doit être déductible grâce un « label », un « énoncé » qui parle à l'utilisateur. Nous verrons lors du prototypage que nous avons sélectionné un certain nombre de labels pour signifier des fonctions élémentaires du suivi énergétique, par exemple : « Détection de fuite (eau) ».

Pour expliquer son contexte d'apparition, l'alerte prédéfinie (comme l'alerte préconfigurée) est aussi introduite par une mention : « Alerte prédéfinie et suggérée par iQspot en fonction de l'historique de consommation ». Le badge est à nouveau mobilisé pour préciser que la recommandation est générée par un algorithme. La description du badge précise la date du calcul de l'alerte. Comme l'alerte préconfigurée, l'alerte prédéfinie attend l'activation d'un utilisateur humain (voir figure 6.10).

Enfin, les alertes automatiques (rang 5) se manifestent tout autrement à l'utilisateur (ce descriptif est valable pour les variantes 5.1 et 5.2). Leur nom suit la même logique que les alertes précédentes : il est pensé pour refléter rapidement leur utilité fonctionnelle. Il est néanmoins précédé du suffixe « [AUTO] » pour préciser le caractère automatique de l'alerte. En revanche, ces alertes n'ont rien d'une suggestion et s'activent par défaut, dès que le dispositif possède un

FIGURE 6.10 – Exemple de représentation d'une alerte prédéfinie (rang 4.2).



Détection de fuites d'eau

Bâtiment A – services généraux

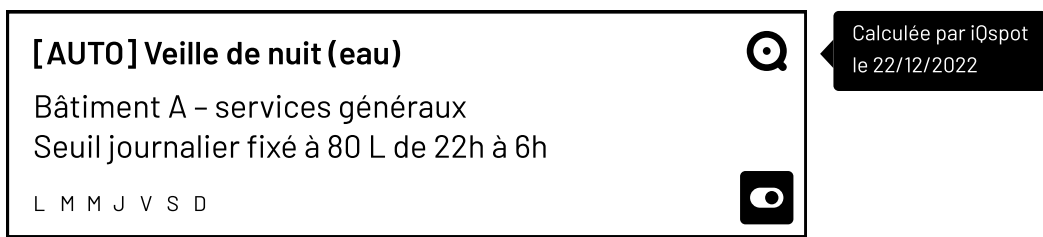
L M M J V S D

Calculée par iQspot le 22/12/2022

i Alerte prédéfinie et suggérée par iQspot en fonction de l'historique de consommation.

mois d'antériorité de données sur un compteur d'énergie. Nous avons vu que cet automatisme vise à éviter tout défaut de suivi lié à une prise en main différée de l'installation des capteurs. On imagine la métadonnée suivante pour accompagner ces alertes automatiques : « Alerte automatique, définie et activée par iQspot pour un suivi initial ». Enfin, le système de badge et de description de badge reste opérant (voir 6.11).

FIGURE 6.11 – Exemple de représentation d'une alerte automatique (rang 5.1 et 5.2).



[AUTO] Veille de nuit (eau)

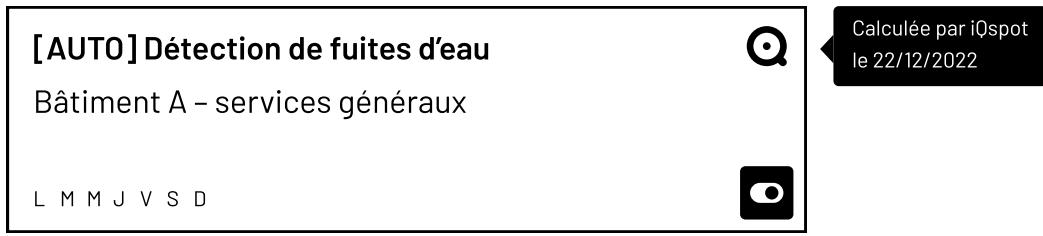
Bâtiment A – services généraux

Seuil journalier fixé à 80 L de 22h à 6h

L M M J V S D

Calculée par iQspot le 22/12/2022

i Alerte automatique, définie et activée par iQspot pour un suivi initial



[AUTO] Détection de fuites d'eau

Bâtiment A – services généraux

L M M J V S D

Calculée par iQspot le 22/12/2022

i Alerte automatique, définie et activée par iQspot pour un suivi initial

Bien que le développement de ces alertes soit encore partiel, leur définition et trame de prototypage sont assez avancées pour être détaillées dans la sous-section suivante.

6.3.4 Prototype 3 : configuration automatique

Les recherches complémentaires sur les usages de la fonctionnalité d'alertes et sur le design des interfaces humain-algorithme nous aiguillent dans le prototypage du mode de configuration automatique. En nous appuyant sur le tableau de gradation de l'automatisation dans la fonctionnalité, nous avons pu identifier deux niveaux d'automatisation, chacun possédant deux variantes.

- **Rang 4.1** : alertes préconfigurées recommandées
- **Rang 4.2** : alertes prédéfinies recommandées
- **Rang 5.1** : alertes automatiques, préconfigurées, actives par défaut
- **Rang 5.2** : alertes automatiques, prédéfinies, actives par défaut

Nous avons vu dans les réflexions de conception que le design de ces niveaux et variantes d'automatisation pose des problèmes spécifiques. Le design des alertes préconfigurées s'intéresse aux schèmes de configuration de notre quotidien. Celui des alertes prédéfinies recherche le juste curseur entre le potentiel offert par la technique et leur intelligibilité. Les alertes automatiques posent une question d'acceptabilité et de contexte d'usage. Voici le récit filé de leur développement et des réflexions qui les précèdent.

— **Rang 4.1 : alertes préconfigurées.** Accoutumés aux machines du quotidien, nous oublions parfois qu'elles comptent un grand nombre de paramètres qui ont été regroupés en configurations prédéterminées pour nous simplifier la tâche et écourter nos choix. La machine à café résume un grand nombre de variables à quelques appellations (*espresso, lungo, ristretto*, etc.). La machine à laver repose sur un principe similaire d'agencement de variables correspondant à des cas d'usage. Prenons une machine à laver de marque FAURE de modèle FWG1140M. Les routines de fonctionnement qu'elle peut exécuter sont déterminées par trois variables pouvant prendre chacune quatre états³⁹ que je résume dans le tableau 6.5 :

TABLE 6.5 – Variables et états des paramètres de la machine FWG1140M

Niveau de salissure	Température de l'eau	Vitesse d'essorage
III	95°	1400
II	60°	1000
I	40°	600
0	30°	0

Selon les paramètres choisis en entrée, une durée du cycle sera calculée et affichée sur l'écran. Pour ne pas régler un à un les paramètres avant le lavage, un sélecteur de programmes combine trois valeurs pour correspondre au type de linge que l'utilisateur souhaite laver. Voici quelques exemples de préconfigurations :

³⁹ La température de l'eau possède en fait un cinquième état ou non-état : l'eau froide.

- Préconfiguration « Coton » : niveau de salissure = II; température de l'eau = 60°; vitesse d'essorage = 1000; durée du cycle = 1h24.
- Préconfiguration « Lavage rapide » : niveau de salissure = I; température = 30°; vitesse d'essorage = 600; durée du cycle : 0h24.
- Préconfiguration « Soie » : niveau de salissure = II; température de l'eau = Ø; vitesse d'essorage = 600; durée du cycle : 0h34.
- Préconfiguration « Auto-nettoyage » : niveau de salissure = III; température de l'eau = 95°; vitesse d'essorage = 600; durée du cycle = 1h03.

Au total, le sélecteur réduit ces 64 combinaisons possibles à 15 préconfigurations censées couvrir la plupart des cas d'usages. Les responsables du produit ont d'ailleurs certainement adopté le raisonnement inverse, c'est-à-dire en partant des besoins et situations de l'utilisateur jusqu'à programmer les scripts répondant à ces attentes. Ces préconfigurations, une fois sélectionnées, sont encore amendables : les paramètres peuvent être changés manuellement par l'utilisateur.

C'est ce paradigme, si commun dans nos usages et si rarement conscientisé, qui sera mobilisé pour proposer des alertes préconfigurées en agençant les paramètres dans une combinaison signifiante pour l'utilisateur. L'exercice de préconfiguration revient à anticiper des cas d'usage en assemblant des paramètres dans une combinaison signifiante pour l'utilisateur. En plus de ces valeurs agencées, nous avons vu qu'il faut faire correspondre l'appellation de l'alerte aux usages des gestionnaires. Avant de lister les propositions d'alertes préconfigurées retenues, il faut d'abord en lister les paramètres (voir tableau 6.6).

TABLE 6.6 – Paramètres du panneau de configuration (rappel)

Paramètre	Valeur
Nom	Nom de l'alerte
Type de donnée	Électricité, eau, gaz, réseau de chaleur, réseau de froid.
Type de mesure	Énergie (quantité) ou puissance (débit).
Zone/groupe	Zone ou bâtiment avec compteur/capteur.
Temporalité	Journalière; hebdomadaire; mensuelle.
Jours couverts	Lundi; mardi; mercredi; jeudi; vendredi; samedi; dimanche.
Horaires	Maximum 24h glissantes sur une période de 48h.
Seuil	Valeur (nombre) + unité

Sur les bases de l'analyse quantitative et des entretiens avec des *energy managers* (en interne) et des gestionnaires (côté client), diverses préconfigurations d'alertes peuvent être proposées aux gestionnaires pour faciliter leur travail de suivi énergétique :

1. Veille de nuit (eau). C'est l'alerte la plus couramment installée par les gestionnaires. Il s'agit de calculer la valeur-seuil la plus pertinente sur une durée comprise entre l'heure de fin d'activité du jour J et l'heure de début d'activité du jour J+1. Cette durée peut être nulle sur certains bâtiments ou alors fixée à quelques dizaines de litres sur d'autres bâtiments équipés d'équipements alimentés en eau (voir tableau 6.7).

TABLE 6.7 – Paramètres de l'alerte Veille de nuit (eau)

Paramètre	Valeur
Nom	Veille de nuit (eau)
Type de donnée	Eau
Type de mesure	Énergie (quantité)
Zone/groupe	Compteur général ou compteur spécifique
Temporalité	Journalière
Jours couverts	Lundi; mardi; mercredi; jeudi; vendredi; samedi; dimanche.
Horaires	Heure de fin d'activité J (ex : 22h) → Heure de début d'activité J + 1 (ex : 6h)
Seuil	Valeur calculée (m3 ou L)

2. Veille de week-end (eau). La veille de week-end vient compléter la veille nocturne sur l'eau en observant les consommations des jours d'inactivité du bâtiment. Ce complément est crucial si l'on veut surveiller l'entièreté des périodes d'inactivité du bâtiment. En effet, il est impossible de tout englober d'une seule alerte avec le fonctionnement actuel du panneau de configuration, d'où le recours à ce recoupage (voir tableau 6.8).

TABLE 6.8 – Paramètres de l'alerte Veille de week-end (eau)

Paramètre	Valeur
Nom	Veille de week-end (eau)
Type de donnée	Eau
Type de mesure	Énergie (quantité)
Zone/groupe	Compteur général ou compteur spécifique
Temporalité	Journalière
Jours couverts	Samedi; dimanche.
Horaires	00h → 24h
Seuil	Valeur calculée (m3 ou L)

3. Talon électrique de nuit (électricité). Comme évoqué précédemment, le talon de consommation est l'énergie consommée par un bâtiment sur les périodes d'inactivité. Il correspond à ce que consomment à l'état de veille ou de régime minimal les équipements en l'absence d'humains dans les locaux (voir tableau 6.9). Bien qu'il puisse varier d'une saison à l'autre, il est théoriquement stable et facile à encadrer. De fortes irrégularités sont souvent imputables à l'action humaine, par exemple à des thermostats et autres équipements non éteints ou non réduits en fin de période d'activité.

TABLE 6.9 – Paramètres de l'alerte Talon électrique de nuit (électricité)

Paramètre	Valeur
Nom	Talon électrique de nuit (électricité).
Type de donnée	Électricité
Type de mesure	Énergie (quantité)
Zone/groupe	Compteur général ou compteur spécifique
Temporalité	Journalière
Jours couverts	Lundi; mardi; mercredi; jeudi; vendredi; samedi; dimanche.
Horaires	Heure de fin d'activité J (ex : 22h) → Heure de début d'activité J + 1 (ex : 6h)
Seuil	Valeur calculée (kWh)

4. Talon électrique de week-end (électricité). À l'instar du couplage d'alertes encadrant l'eau dans les périodes d'inactivité, cette surcouche sur l'électricité complète les valeurs de semaines par une attention spécifique aux consommations du week-end (voir tableau 6.10).

TABLE 6.10 – Paramètres de l'alerte Talon électrique de week-end (électricité)

Paramètre	Valeur
Nom	Talon électrique de week-end (électricité)
Type de donnée	Électricité
Type de mesure	Énergie (quantité)
Zone/groupe	Compteur général ou compteur spécifique
Temporalité	Journalière
Jours couverts	Samedi; dimanche.
Horaires	00h → 24h
Seuil	Valeur calculée (kWh)

5. Vérification de puissance de charge (débit électrique). Cette alerte répond à un cas d'usage bien défini : les gestionnaires veillent à ce que la puissance souscrite de leur contrat d'électricité ne soit pas dépassée afin d'éviter des surfacturations. En récupérant la puissance souscrite du compteur suivi, il est possible de positionner automatiquement une alerte à ce seuil et alerter le gestionnaire en cas de dépassement de cette valeur (voir tableau 6.11). Ce type d'alerte est d'ores et déjà configurable manuellement avec les paramètres à disposition, moyennant de connaître la puissance souscrite du compteur à suivre. Cette alerte ne mobilise pas d'algorithmes complexes, elle ne fait qu'automatiser la création de l'alerte depuis une information relative à la gestion du bâtiment.

TABLE 6.11 – Paramètres de l'alerte Vérification de puissance de charge (débit électrique)

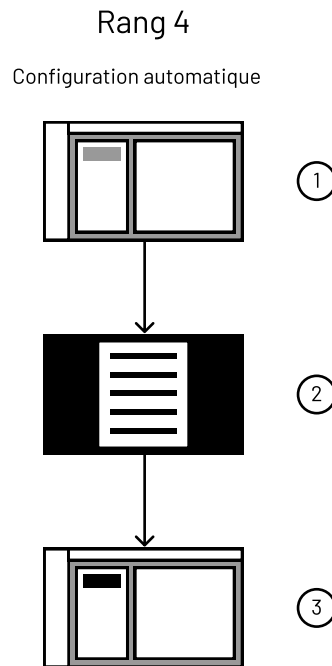
Paramètre	Valeur
Nom	Vérification de puissance de charge (débit électrique)
Type de donnée	Électricité
Type de mesure	Puissance (débit)
Zone/groupe	Compteur général ou compteur spécifique
Temporalité	Journalière
Jours couverts	Lundi; mardi; mercredi; jeudi; vendredi; samedi; dimanche.
Horaires	00h → 24h
Seuil	Valeur calculée (kW)

Proposer ces **cinq alertes préconfigurées** permet d'automatiser le travail de configuration auparavant entièrement à la charge (cognitive) de l'utilisateur. Elles ont l'avantage d'être intelligibles pour les gestionnaires habitués à la configuration manuelle puisqu'elles en reprennent et agencent les paramètres originels. Elles sont également exprimées dans les termes du métier, recensés en entretien. Le scénario d'une configuration automatisée par des alertes préconfigurées ne compte que très peu d'étapes (voir figure 6.12) : ce mode vise à « prémâcher » toute réflexion et tout calcul pour ne laisser que l'étape de décision à l'humain.

Toutefois, l'encadrement des consommations par des alertes préconfigurées est limité : il dépend des combinaisons possibles. Par exemple, deux alertes sont requises pour suivre de façon exhaustive chaque fluide : l'une sur les périodes d'activité, et l'autre sur les périodes d'inactivité. Et le week-end peut aussi constituer un cas particulier. Les algorithmes derrière les alertes prédéfinies peuvent surpasser ces limites.

— **Rang 4.2 : alertes prédéfinies.** Les alertes prédéfinies s'apparentent à des fonctions de suivi énergétique clés-en-main. À l'inverse des alertes préconfigurées, elles ne composent pas avec les paramètres classiques de configuration. Plus précisément, elles ne les figent pas en une unique combinaison. Jusqu'ici, la fonctionnalité de configuration de seuil d'alerte obéissait à une logique particulièrement humaine consistant à représenter le seuil par une barre horizontale : toute mesure qui la dépasse déclenche une alerte. Dans la logique d'alertes prédéfinies, l'objectif est de s'affranchir des contraintes paramétriques du panneau de configuration et de ce

FIGURE 6.12 – Scénario de la configuration automatique (rang 4.1)



1. L'utilisateur se rend sur l'onglet Alertes. Une ou plusieurs alertes sont suggérées, mais ne sont pas activées. 2. L'utilisateur active l'alerte ; ou ouvre le panneau de configuration de cette alerte pour en amender les paramètres puis l'active. 3. L'utilisateur constate l'alerte activée.

principe de « limite haute » sur une période continue. Les algorithmes des alertes prédéfinies fonctionnent sous le régime de « boîtes noires » ; ils sont dispensés de communiquer leurs paramètres. Leur opacité est corollaire de leur complexité et contrepartie de leur performance. En discutant avec Alexandre Brébant, nous avons identifié au moins quatre avantages de ces algorithmes pour générer des alertes prédéfinies :

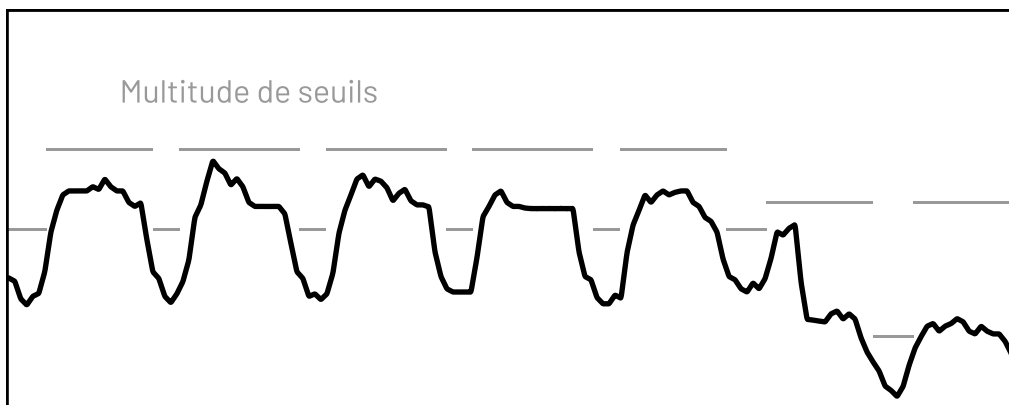
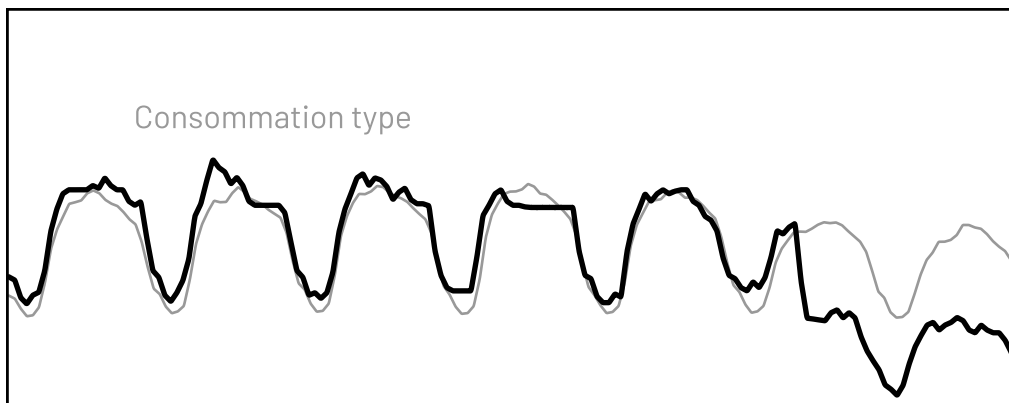
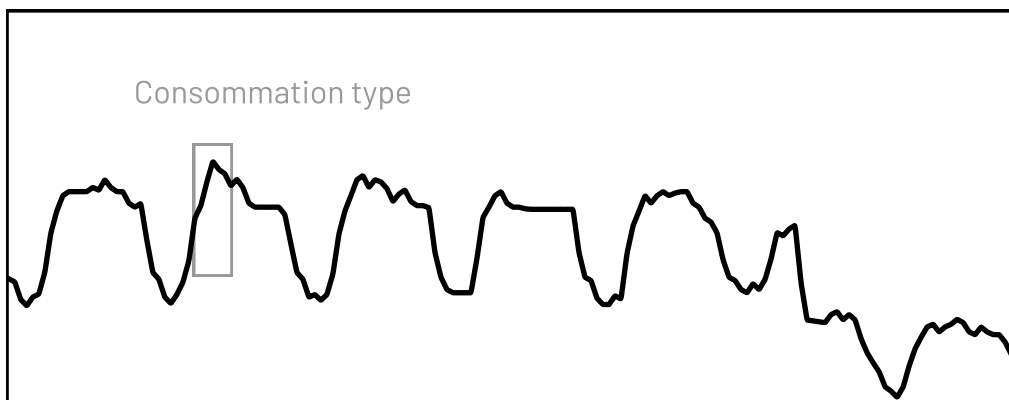
- **L'abandon des limites paramétriques** initiales permet de combiner diverses temporalités et valeurs pour fusionner plusieurs alertes en une seule. Par exemple, il devient possible de croiser les alertes préconfigurées (rang 4) de veille nocturne et de veille de week-end sur l'eau en une seule alerte prédéfinie de « Détection de fuite d'eau ». Autre exemple sur le temps long : des alertes scrutant à la fois l'échelle du jour, de la semaine et du mois peuvent vérifier que les quantités d'eau sont régulières sur des temporalités différentes. Plus généralement, ce type d'algorithme ne se limite pas à observer une valeur sur une plage horaire donnée mais peut surveiller des périodes discontinues dans des temporalités différentes, et selon différentes valeurs de seuil. Cette adaptabilité est cruciale, sachant que les anomalies énergétiques ne se trahissent pas toujours par les mêmes symptômes. Par exemple, un cas de fuite d'eau peut se matérialiser par différents *patterns* sur une courbe : un méplat faible mais non-nulle au début d'une période d'activité, un pic significatif suivi d'un méplat sur un débit anormalement élevé, etc. Et le talon de consommation d'eau ne sera peut-être pas le même en début de nuit (proche de zéro) et en fin de nuit (réactivation des équipements), durant un jour ouvré ou encore le week-end. En termes

de communication du dispositif à l'humain, il serait en effet fastidieux d'expliquer qu'une même alerte est en réalité constituée de quatre ou cinq sous-alertes suivant chacune un moment donné de l'(in)activité du bâtiment. Le recours à **d'autres paradigmes informatiques** est permis par l'abandon des paramètres. La logique de seuil, peut donc laisser place à des algorithmes plus complexes : un algorithme basé sur plusieurs seuils combinés, un algorithme de comparaison des consommations effectives à une consommation type, ou encore de la reconnaissance de *patterns* anormaux comme dans l'algorithme de détection d'anomalies (voir 6.13).

- La dispense de communiquer des paramètres permet aussi d'employer des **données variables** au lieu de valeurs-seuils fixes. L'algorithme continue à déterminer des valeurs-seuils, mais ces dernières peuvent désormais être corrigées et modulées : en fonction de la température extérieure, en fonction de l'activité du bâtiment (occupation partielle), etc. Or les indicateurs employés pour obtenir puis corriger en « temps réel » ces seuils nécessiteraient l'emploi de termes et unités complexes, par exemple issus de l'industrie frigorifique. Ces données variables permettraient aussi une potentielle reconfiguration pour que l'algorithme échappe au travers de l'apprentissage machine : sa dépendance aux données passées pour calculer un futur proche. Par exemple, un algorithme qui se serait calibré sur un bâtiment déjà en surconsommation « anormale » pourrait être corrigé depuis de nouvelles données. Or les seuils fixes des alertes préconfigurées (rang 4.1) empêchent une telle adaptation.
- Un autre potentiel de l'algorithme réside dans le **gain de précision** qu'il permet pour identifier, par exemple, les périodes d'activité et d'inactivité. En effet, il est possible de déduire avec précision l'occupation en temps réel d'un bâtiment depuis la consommation des fluides enregistrée. Dans le cas de bâtiments munis de capteurs de bruit et de CO₂, ces estimations sont encore plus précises. Lorsque les gestionnaires ont en tête que le bâtiment est occupé sur les horaires administratifs officiels (par exemple de 08h30 à 17h30), l'algorithme se référera aux consommations effectives pour déterminer les horaires réellement effectués et ce, de façon spécifique à chaque journée – soit par exemple de 08h43 à 19h46 en moyenne par semaine, et plus spécifiquement de 08h24 à 19h12 le lundi. Cette précision permet de définir des alertes plus précises, mais peut tout aussi bien servir à d'autres missions comme le réglage de certains équipements du bâtiment (chauffage, climatisation).

Combinant ces caractéristiques hors-paramètres, il est possible de proposer aux gestionnaires une batterie d'alertes prédéfinies opérantes sur leur parc immobilier. En croisant les relevés quantitatifs des alertes configurées sur les bâtiments et les entretiens avec les gestionnaires, nous avons synthétisé différents types d'alertes prédéfinies :

FIGURE 6.13 – Paradigme d'alerte préconfigurée, paradigme d'alerte prédéfinie

Paradigme des alertes préconfigurées**Paradigme des alertes prédéfinies (seuils)****Paradigme des alertes prédéfinies (statistiques)****Paradigme des alertes prédéfinies (reconnaissance de patterns)**

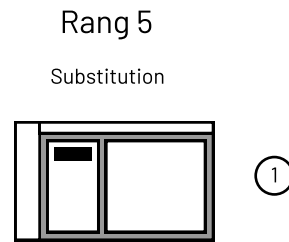
- **Détection de fuite (eau) :** le cas d'usage récurrent dans la configuration d'alertes est la traque aux fuites d'eau. Il semble obligatoire d'offrir spontanément cette fonction aux gestionnaires dans son apparence prédéfinie, d'autant plus que de telles détections de seuils, même dans leurs configurations les plus primitives peuvent rapidement mettre en lumière de réelles pertes d'eau.
- **Vérification de puissance souscrite (électricité) :** cette alerte est le pendant prédéfini de l'alerte préconfigurée qui observe les puissances de charge des compteurs. En principe, il suffit d'aller chercher cette valeur dans les métadonnées de chaque compteur, ce qui peut être fait automatiquement. Une alerte prédéfinie aurait donc plus de sens qu'une alerte préconfigurée au sens où elle automatise totalement la recherche de cette valeur qui n'a pas lieu d'être modifiée par un gestionnaire.
- **Veille énergétique (multi-fluide) :** la veille énergétique vérifie que les consommations du bâtiment sont régulières en combinant les temporalités journalières, hebdomadaires et mensuelles. L'objet est de vérifier sur différentes périodes si la consommation ne dépasse pas les valeurs habituelles. Cette veille énergétique est potentiellement duplicable sur autant de fluides que compte le bâtiment. En revanche, il ne semble pas souhaitable de proposer une même alerte pour tous les fluides : celle-ci étant généralement typifiées selon l'énergie suivie, cette fusion apporterait plus de bruit que d'information dans la liste des alertes.

Ces alertes prédéfinies devront être mises à l'épreuve des usages effectifs : il faudra mesurer leur succès ou échec en termes quantitatifs mais aussi recueillir de vive voix les retours des utilisateurs. Elles font converger au plus haut point les pratiques du suivi énergétique et les potentialités computationnelles des algorithmes sur les données disponibles.

— **Rang 5.1 : alertes automatiques.** Nous avons vu que les alertes automatiques ont été pensées comme des mesures de sécurité pour pallier le laps de temps variable qui existe entre l'installation des capteurs et l'emploi effectif du logiciel iQspot. Elles sont générées automatiquement dès que le dispositif obtient suffisamment de données – il suffit précisément d'un mois d'antériorité de données. Ainsi, chaque mois, les derniers bâtiments équipés voient apparaître ces alertes qui activent un suivi énergétique sur les consommations.

Lors du prototypage, les alertes automatiques ont été essentiellement testées sur les compteurs d'eau, réputés les plus faciles à appréhender. Les premiers résultats sont relativement satisfaisants et les alertes positionnées le sont avec des paramètres pertinents dans un référentiel humain. On remarque toutefois que ces alertes automatiques sont d'autant plus pertinentes sur des bâtiments aux consommations initiales régulières. Le scénario de telles alertes est minimaliste, puisqu'elles « apparaissent » à l'utilisateur dès que le calcul a pu être effectué (voir figure 6.14).

FIGURE 6.14 – Scénario de la configuration automatique (rang 5.1)



1. L'utilisateur constate la configuration automatique et l'activation d'une alerte d'eau.

On peut noter une limite à ces automatismes : le fait que les données du mois de référence qui permettent la configuration initiale peuvent devenir obsolètes. En effet, les données d'un bâtiment peuvent évoluer, et ce premier mois peut correspondre à une saison dont les consommations d'énergie ne sont pas significatives pour le reste de l'année. Les « données variables » évoquées précédemment ne sont pas encore opérationnelles. Il faudrait penser une contre-mesure à ces données statiques, comme des fonctions d'actualisation des données de références.

L'hypothétique rang 5.2. pourrait en partie résoudre cette question en masquant les paramètres tout en orchestrant une invisible mise à jour régulière des données. Cette variante des alertes automatiques ne sera pas développée, le rang 5.1 étant lui-même tout à fait embryonnaire.

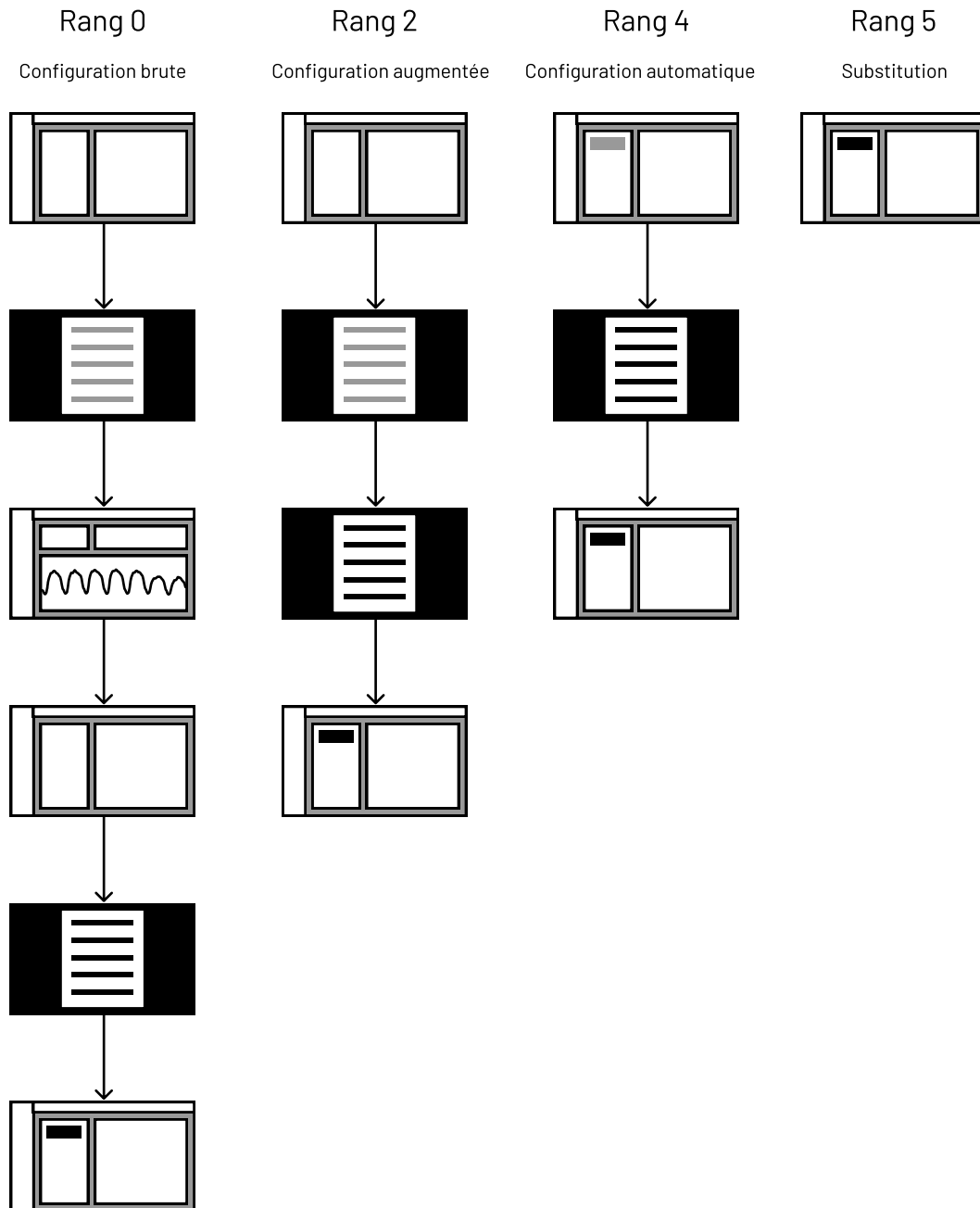
En résumé, alors que cette recherche-projet arrive à sa fin, voici les niveaux d'automatisation conçus et/ou développés :

- **Rang 0** : une configuration manuelle dans laquelle l'utilisateur n'a recours à aucun automatisme. C'est la première version décrite (voir section 6.1) en production.
- **Rang 2** : une configuration augmentée, où l'utilisateur est aiguillé dans sa tâche par des indicateurs calculés en temps-réel. C'est la seconde version de la fonction (voir section 6.2), également opérationnelle.
- **Rang 4.1** : une configuration automatique où l'utilisateur amende et/ou active des alertes préconfigurées. Le design de ces alertes est abouti mais elles ne sont pas encore développées. Idem pour la variante 4.2 d'alertes prédéfinies. C'est la troisième version, non-implémentée (voir section 6.3).
- **Rang 5.1** : une configuration automatique où l'utilisateur est uniquement averti qu'une alerte a été configurée et activée par l'algorithme pour un suivi initial. Appartenant à la troisième version de la fonction, cette variante est en production (voir section 6.3). La variante 5.2 n'a pas été développée.

Avec les rangs croissants d'automatisation de la fonction de configuration, on constate effectivement une diminution drastique des actions requises pour mener à bien la tâche de configuration (voir figure 6.15). Rien d'étonnant à cela, l'automatisation vise justement à ce que les artefacts se configurent et se reconfigurent par eux-mêmes. L'intérêt de la recherche-projet tient davan-

tage dans l'analyse de cette gradation, tant dans son fonctionnement que dans ce qu'elle signifie pour l'humain qui interagit avec le dispositif. Nous en discuterons dans le dernier chapitre (voir chapitre 7).

FIGURE 6.15 – Résumé des scénarios de configuration



Avant de clore ces cas d'étude qui illustrent ma quête d'ajustement entre la cognition et l'action des utilisateurs et la computation algorithmique, il me semble crucial d'évoquer l'autre versant d'un tel couplage. En effet, après avoir pensé et implémenté ce qui conditionne l'émission des alertes, il reste à concevoir leur réception par les utilisateurs ainsi qu'une fonction de *feedback* permettant à ces humains d'interagir avec le dispositif. Sans entrer dans le détail de cet autre projet de design encore à l'état de recherche, je peux déjà partager quelques conclusions préliminaires qui alimentent le concept d'ajustement en design.

6.4 Ouvertures : réception, *feedback* et évaluation

6.4.1 Architecture de (la réception de) l'information

La tâche de configuration est au cœur de cette étude de cas d'ajustement entre action humaine et computation algorithmique. Elle est la fonction principale du système d'alertes énergétiques car elle demande une certaine implication et un certain effort cognitif à l'utilisateur – contrairement à d'autres fonctionnalités de suivi relativement « passives ». En effet, la fonction de configuration est un type d'interface qui propose ce que le chercheur Everardo Reyes appellerait un contenu *ergodique*, c'est-à-dire que l'utilisateur doit fournir un travail « pour trouver son chemin dans le texte⁴⁰ » affiché à l'écran. De plus, cette fonction détermine la production d'alertes énergétiques envoyées à l'utilisateur par différents canaux : elles s'affichent dans l'interface et peuvent aussi être envoyées par mail. Ces alertes suivent un schéma classique de la communication (destinateur → message → destinataire), voire son extension cybernétique incluant une rétroaction (destinateur → message → destinataire → *feedback*). Afin de rendre compte de cette fonctionnalité dans son ensemble, je souhaite aborder les deux autres fonctions essentielles de cette fonctionnalité : la fonction de réception et la fonction de *feedback*. L'étape de réception des alertes n'a pas été retravaillée depuis le tout premier prototype de la fonctionnalité. Elle fonctionne encore de façon très rudimentaire : un dépassement de seuil est constaté, une alerte est communiquée. Un déclenchement d'alerte consiste à afficher un item de plus dans la liste des alertes déclenchées dans l'interface dédiée, et à envoyer un mail au gestionnaire (s'il a activé la réception de mails). Il s'agira de proposer des pistes d'amélioration à ce comportement basique depuis les retours des utilisateurs. Vient ensuite la fonction de *feedback*, tout aussi importante que celles d'émission et de réception. Nous verrons que, malgré son appartenance au vocabulaire cybernétique, le terme de *feedback* fait sens au-delà des plans technique et informationnel. Il constitue effectivement une information de régulation du système, en apportant comme un signal « en retour » d'une action, mais il caractérise aussi un ressenti humain, soit ce qu'a pu éprouver un gestionnaire dans son interaction avec le dispositif. Je terminerai cette section par la notion d'évaluation des actions des interactants. Mais revenons d'abord à la réception des alertes énergétiques.

Rappelons de prime abord le fonctionnement originel de la détection d'alertes. La configuration d'une alerte instaure un seuil qui détecte tout dépassement. Toutes les dix minutes, un script compare la dernière valeur d'un compteur au regard de la limite fixée. Si le seuil est dépassé, une alerte est générée. La fonction a subi de nombreuses itérations : la fiabilité des données est avérée, et le système de vérification des seuils peut même détecter des alertes rétrospectivement si jamais des capteurs ont tardé à envoyer leurs données. Ce fonctionnement possède également

⁴⁰ Everardo REYES-GARCIA et Nasreddine BOUHAÏ. *Designing Interactive Hypermedia Systems*. Londres : ISTE, 2017, p. xiii.

des garde-fous, évitant l'envoi intempestif d'alertes : une alerte journalière de quantité ne peut être déclenchée qu'une fois par jour ; une alerte journalière de débit/puissance ne peut être déclenchée qu'une fois par heure. Si ces sécurités permettent d'éviter la surcharge d'information à l'échelle d'un bâtiment, il faut avoir en tête que les gestionnaires suivent la plupart du temps des lots de bâtiments ou des parcs entiers. Les nombreux bâtiments et les différents fluides suivis induisent un effet multiplicateur non-négligeable envoyant potentiellement de nombreuses alertes dans les boîtes mails des utilisateurs, au risque de transformer un bénéfice fonctionnel en bruit informationnel. Un responsable énergétique l'exprime en ces mots :

[Q]uand je vois la quantité de mails que les alertes créent, s'il n'y a pas la bonne explication et pas de volonté, ce sera juste cinq mails en plus dans la semaine sur les cinq cents qu'on reçoit, donc ils passeront à la trappe⁴¹.

Au lieu d'apporter au gestionnaire de nouvelles capacités de suivi, ce dernier ressentirait au contraire une incapacité à traiter ces nombreuses informations produites – le fait de savoir qu'elles sont là mais qu'elles ne seront pas interprétées les relègue d'ailleurs au statut de données. L'expérience d'une réception massive d'alertes risque d'être frustrante pour certains gestionnaires en manque de temps, nous citons encore ce gestionnaire :

On pourrait très bien paramétrer des alertes partout (surconsommation, surpuissance, etc.) mais on n'a pas le temps d'aller voir derrière, d'agir, ou de demander au responsable technique de faire quelque chose⁴².

Ce trop-plein d'informations inexploitées participe à ce que les architectes de l'information qualifieraient d'« anxiété informationnelle », à comprendre comme le sentiment de ne pas comprendre tout ce qu'on devrait comprendre. Et la quantité d'informations reçues joue sur ce phénomène, à tel point qu'elle peut rendre l'expérience du dispositif « indigeste », pour reprendre une métaphore chère aux architectes de l'information :

De la même façon qu'on ne peut digérer plus que ce dont on est capable (comme avec l'eau ou la nourriture), il n'est pas possible de surcharger le cerveau avec trop d'information⁴³ [ma traduction].

Pris indépendamment, le message envoyé est pourtant simple. Il se contente de reprendre les termes employés pour configurer l'alerte :

Le seuil d'alerte journalier de la zone ABC est dépassé : la consommation en eau du 28 mai 2020 est supérieure à 240 L (calculée entre 22 :00 et 05 :00 le lendemain).

⁴¹ Entretien 2.1 sur la gestion immobilière / énergétique – juillet 2019

⁴² Entretien 3 sur la gestion énergétique – juillet 2019

⁴³ Richard Saul WURMAN. *Information Anxiety 2*. Indianapolis : Que, 2001, p. 15, dans un encadré écrit par l'architecte de l'information Nathan Shedroff : « *Since people cannot really digest more than they are inherently able to (just like with drinking water or eating), it isn't really possible to overload one's brain with too much information.* »

Il fonctionne relativement bien pour un bâtiment unique muni de peu de compteurs. Mais c'est lorsqu'on passe à l'échelle supérieure, celle d'un parc entier, que les gestionnaires deviennent plus critiques quant au service rendu. Comme nous l'avons vu en entretien, le manque de temps est invoqué par ces derniers. Et derrière ce motif générique, on devine des causes sous-jacentes : l'effort cognitif pour se resituer dans les différents bâtiments concernés par les alertes, la difficile estimation de l'urgence de l'alerte dans l'interface de suivi de consommation, le fait de s'habituer à voir des mails d'alertes dans sa boîte mail, etc. Certains gestionnaires sont force de propositions lorsqu'ils sont interrogés à ce sujet : il faut envoyer des messages en texte brut sans pièce jointe, respecter la temporalité des gestionnaires qui traversent des périodes chargées (clôtures comptables de trimestre ou de semestre), produire des objets simples et ludiques, « prémâcher » les analyses, parler en « équivalent argent », etc.

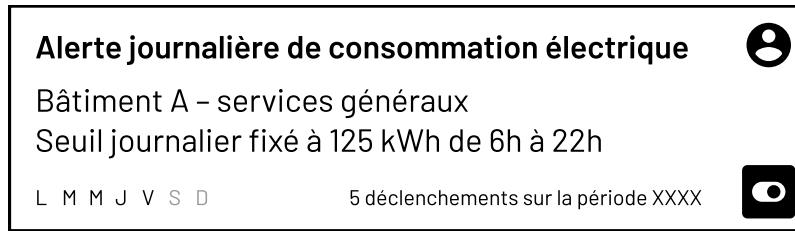
Il faudrait en effet modérer en amont ces alertes : toutes ne se valent pas, toutes ne constituent pas une même urgence. L'enjeu sera d'estimer par le calcul leur **gravité** (le débit de cette fuite d'eau est très élevé) et leur **fréquence** d'apparition (cette surconsommation électrique apparaît quotidiennement à une heure donnée chaque jour ouvré). La détection d'une fréquence alarmante ou d'une gravité « préoccupante » par l'algorithme est difficile puisque ce dernier, encore une fois, n'a pas accès au contexte du bâtiment, ou du moins pas au-delà des mesures qui lui sont communiquées – comme les caractéristiques du bâtiment saisies dans l'application.

La gravité d'une anomalie énergétique est une notion dont nous débutons seulement la modélisation. Cela consiste à estimer l'énergie perdue à cause d'une surconsommation en comparaison à la consommation normale du bâtiment. C'est donc une valeur tout à fait relative à la consommation habituelle du bâtiment, qui tient elle-même à de nombreux paramètres : périodes d'activité, intensité d'usage, etc. La gravité est donc une notion déjà difficile à appréhender pour l'humain, ce qui la rend également difficile à modéliser pour être traitée par l'algorithme.

En revanche, la fréquence est moins liée à l'interprétation humaine, et relève davantage d'un comptage, d'une mesure. Toute activité algorithmique étant enregistrée, l'équipe de conception possède les informations d'exécution des alertes et peut tout à fait afficher la fréquence à laquelle les alertes sont déclenchées. Cette information est déjà présente en production sur les alertes configurées (voir figure 6.16)

Gravité et fréquence peuvent déterminer si l'on notifie ou non le gestionnaire d'un dépassement, mais ce sont également des notions pouvant apparaître par la représentation graphique des alertes lors de travaux ultérieurs. Ces pistes pour affiner la réception des alertes sont confirmées par des remarques de gestionnaires durant les entretiens. Prévu pour 2023, un projet à part entière consistera à enrichir le sens de ces alertes pour qu'elles se déplacent du statut de signal/donnée vers un statut d'information qui fasse sens pour les gestionnaires.

FIGURE 6.16 – Ajout de la fréquence de déclenchement de l'alerte



J'ajoute une dernière remarque concernant le rôle des alertes au sein du dispositif. Même si ces dernières ont un rôle crucial dans leur « devenir information », par le sens qu'elles recèlent pour le gestionnaire, leur statut primitif de « signal » brièvement évoqué a également son importance. En effet, les alertes véhiculées sur des médias externes à l'application agissent comme des stimuli, des appels à l'action pour les gestionnaires. Ce sont les *triggers* (déclencheurs) des captologues et de leurs descendants⁴⁴. Un gestionnaire témoigne de cette incitation à visualiser les données dans l'application : « Concrètement sur l'espace en ligne je n'y vais jamais, j'y vais seulement quand je reçois un mail, pour vérifier⁴⁵ ».

Signal, donnée, ou information : l'articulation de ces trois statuts des alertes est l'enjeu crucial de la fonction de réception qu'il s'agira de réintroduire dans la temporalité de travail des gestionnaires une fois redéfinie. Ce nouveau chantier s'ouvrira dans la suite de cette thèse en 2023.

6.4.2 Le *feedback* : retour fonctionnel et réponse humaine

Bien que l'essentiel du travail d'ajustement de cette recherche-projet soit concentré sur la configuration des alertes, la fonction de *feedback* de la fonctionnalité d'alertes énergétiques se profile comme le prochain grand chantier de design et de développement du dispositif. Il s'agit de penser un « mécanisme » de réponse aux alertes déclenchées pour informer le dispositif de la pertinence de ses performances. Mais nous allons voir que le *feedback* est plus subtile qu'un simple retour d'informations vers la source émettrice.

Au regard de l'histoire, la notion de *feedback* est caractéristique du temps cybernétique des années 1940-1950. Un de ses précurseurs, Norbert Wiener, l'employait initialement pour désigner une information qui permet de réduire l'écart entre un objectif visé et une position effective et ce, dans des contextes aussi variés que la manœuvre d'un bateau, le contrôle d'un canon anti-aérien, ou même la danse mortelle opposant une mangouste et un cobra.

⁴⁴ Nir EYAL. *Hooked : How to Build Habit-Forming Products*. New-York : Penguin, 4 nov. 2014. 210 p., p. 39 *sq.* : par *triggers*, Nir Eyal désigne ces stimuli nous indiquant « ce que l'on doit faire ensuite », ces éléments d'interface nous incitant à l'action.

⁴⁵ Entretien 2.1 sur la gestion immobilière / énergétique – juillet 2019

[L]orsqu'on souhaite qu'un mouvement suive une certaine évolution, la différence entre cette évolution et le mouvement effectivement accompli est utilisée comme une nouvelle donnée permettant de rapprocher le mouvement à réguler du mouvement prescrit⁴⁶.

On en comprend que des informations sont produites en situation pour réguler le fonctionnement d'un système afin d'accomplir un but visé. Ce qui fait dire à Louis Couffignal, ambassadeur français de la discipline, que : « La cybernétique est l'art de rendre efficace l'action⁴⁷. » Dans cette acception, le *feedback* relève d'une double logique technico-fonctionnelle : il participe à la régulation du dispositif dans son fonctionnement d'ensemble, mais améliore également sa performance en une situation spécifique. L'efficacité se double de pertinence.

C'est exactement ce qui advient lorsqu'un algorithme reçoit un retour sur ses prédictions ou qu'il est entraîné sur un jeu de données enrichi de tags et autres métadonnées. C'est un des points que nous avons relevé lors de la veille industrielle : le guidebook de PAIR (Google) préconise de penser la fonction de *feedback* en coordination avec la stratégie d'amélioration de l'algorithme et d'en communiquer les bénéfices à l'utilisateur pour qu'il s'y investisse (voir chapitre 4). Le *feedback* est donc aussi une logique qui implique l'humain concerné par l'interaction.

Prenons un exemple d'interaction entre l'utilisateur et le dispositif iQspot. Je me rappelle d'un gestionnaire qui considérait avec la plus grande importance les alertes envoyées par mail et prenait même soin d'y répondre. Ce dernier venait de prendre en main la gestion du bâtiment et son prédécesseur avait positionné une alerte de consommation d'eau fixée à quelques litres sur le bâtiment, ce qui la rendait très sensible. Au premier déclenchement, le gestionnaire a renvoyé par mail « nous avons pris note⁴⁸ ». Au second « quelqu'un est sur place, il n'a pas relevé de fuites⁴⁹ ». Et au troisième « un des locataires occupe les locaux 24h/24 et 7j/7 et la loge du gardien compte une douche, merci de rehausser le seuil d'alerte⁵⁰ ». L'information que nous donne ce gestionnaire est un précieux *feedback* en réponse aux alertes produites et communiquées par le dispositif. Il nous informe à la fois que l'alerte n'est pas justifiée au regard de l'activité du bâtiment, mais également que cette alerte doit être rehaussée plutôt que supprimée. En d'autres mots, il rend compte du contexte et propose une piste d'adaptation du dispositif à ce cas spécifique. Mais aussi informatif que soit le mail de réponse du gestionnaire, son *feedback* qui passe par un canal externe au dispositif (mail) n'aura aucun impact direct sur son fonctionnement. Cette communication, même numérique, demeure exclusivement humaine et n'a pas ses entrées dans le dispositif. Un impératif de notre équipe de design et développement serait donc d'implémenter dans le dispositif cette notion de *feedback* afin qu'un gestionnaire qui donne son *feedback* ait une prise sur le dispositif.

⁴⁶ Norbert WIENER et al. *La cybernétique information et régulation dans le vivant et la machine*. Paris : Seuil, 2014, p. 63.

⁴⁷ Louis COUFFIGNAL. *La Cybernétique*. Que Sais-Je? Vendôme : Presses Universitaires de France, 1968, p. 23.

⁴⁸ Réponse mail du 21 janvier 2020

⁴⁹ Réponse mail du 21 février 2020

⁵⁰ Réponse mail du 20 mars 2020

Mais réduire la notion de *feedback* à un pur correctif mécanique, à une opération technique, serait faire l'impasse sur ce que le terme peut nous apporter sur le plan des usages – le gestionnaire cité précédemment en témoigne. D'autres approches plus englobantes du *feedback* recouvrent une approche informationnelle et une approche humaine : c'est le cas de William R. Ashby, contemporain de Norbert Wiener, qui apportait peu d'importance à une définition stricte, mais positionnait le *feedback* dans une « circularité d'action », une situation où deux parties prenantes s'affectent l'une et l'autre⁵¹.

Pour tirer parti de ce concept, nous devons donc soustraire le *feedback* à l'acception « physico-caliste » dont il a hérité – la réduction de son statut d'information au statut de signal – pour le recentrer dans une situation communicationnelle. Plus précisément, comme le dirait Lucy Suchman, il s'agit de considérer dans un même temps **le *feedback* dans le référentiel humain et dans le référentiel de la machine**, assumant les différences des deux agents. Articuler le *feedback* humain et le *feedback* algorithmique est une fonction clé au double enjeu : l'amélioration du fonctionnement du dispositif (côté algorithmique) et l'amélioration de son intelligibilité et de sa pertinence auprès de l'utilisateur (côté humain).

Or nous avons vu que le *feedback* humain dans le dispositif est véhiculé par le langage, et non par une action physique du gestionnaire. Il ne devient *feedback* pour l'algorithme que lorsqu'il est traduit sur le plan informationnel en instructions intelligibles pour l'algorithme, d'où l'importance du design de ces fonctions qui connectent le langage signifiant et l'information actualisante. Lucy Suchman insistait également sur l'importance de cette « interopérabilité » des langages dans le design d'interactions :

[L]es moyens de contrôler les machines informatiques et le comportement qui en résulte sont de plus en plus linguistiques plutôt que mécaniques. C'est-à-dire que le fonctionnement de la machine devient moins une question de pousser des boutons ou de tirer des leviers pour un résultat matériel qu'une question de spécifier les opérations et d'évaluer leurs effets grâce à l'utilisation d'un langage commun⁵² [ma traduction].

Cela se traduit pour iQspot par un projet à venir, dédié à l'implémentation d'une fonction de *feedback* dans la fonctionnalité d'alertes. En questionnant le gestionnaire de façon formelle, il est possible de traduire ses réponses du référentiel humain vers le référentiel machinique. La fonction de *feedback* devra donc l'interroger pour obtenir au moins deux informations : sur la constatation d'une anomalie et sur sa prise en charge. On peut questionner ainsi :

⁵¹ William Ross ASHBY. *An Introduction to Cybernetics*. Londres : Chapman & Hall, 1956, chapitre 4.

⁵² SUCHMAN, *op. cit.*, p. 38 : « [T]he means for controlling computing machines and the behavior that results are increasingly linguistic rather than mechanistic. That is to say, machine operation becomes less a matter of pushing buttons or pulling levers with some physical result and more a matter of specifying operations and assessing their effects through the use of a common language. »

- Est-ce effectivement une surconsommation « anormale⁵³ » qui a été détectée par le seuil?
- L'origine de cette surconsommation a-t-elle été identifiée et résorbée?

Notons qu'à ce stade-là, l'algorithme ne peut évaluer la cause de l'anomalie, le dispositif ne peut que constater son apparition en tant qu'item du système et caractériser son statut (vrai ou faux, prise en charge ou non). On peut en revanche donner l'opportunité à l'utilisateur de labéliser l'anomalie en lui proposant différentes appellations : erreur de capteur, fuite d'eau, dysfonction d'équipement, surconsommation liée à l'usage, etc. Toutes ces données sont autant de « tags », d'étiquettes qui précisent l'anomalie détectée : ils enrichissent le modèle de données d'une anomalie. En traduisant cette réponse humaine en un certain nombre de paramètres, le *feedback* humain est ainsi transcrit en *feedback* algorithmique, ce qui autorise des algorithmes à apprendre de ces anomalies encodées dans le dispositif. En retour, le dispositif devra expliciter en quoi cet investissement de l'utilisateur va dans le sens d'un bénéfice fonctionnel lors d'une expérience future : par exemple en expliquant que ces *feedbacks* améliorent le modèle algorithmique qui détecte les anomalies, voire permettent d'en retrouver les causes.

6.4.3 Évaluation des interactants

Une dernière réflexion sur la fonctionnalité d'alertes énergétiques concerne l'évaluation des actions des interactants. Nous avons confié respectivement à l'humain et à l'algorithme les actions pour lesquelles ils sont les plus qualifiés. L'humain fournit le contexte des données et interprète les informations. L'algorithme calcule et formate les données. Ce partage caricatural des tâches entre les interactants est une prise en compte de leur asymétrie. Néanmoins, l'équipe de conception devra à l'avenir étudier les performances respectives de ces interactants dans chaque mode d'interaction proposé.

La performance de l'algorithme peut être évaluée par deux prismes. D'abord de façon pragmatique, dans ses performances à analyser et prédire les consommations et à détecter des anomalies. Un des algorithmes de détection d'anomalies est d'ailleurs observé par un autre script qui évalue la pertinence de ses prédictions. Ce script d'évaluation (*scoring*) fournit ce qui peut s'apparenter à un indice de fiabilité entre 0 et 1. Ensuite, la fonction de *feedback* peut être vue comme l'évaluation par l'humain de l'algorithme : en effet, l'utilisateur juge de la performance de l'ordinateur. Bien entendu, le ressenti plus précis de ce dernier ne peut qu'être étudié par des approches ethnométhodologiques ou ethnographiques telles qu'évoquées précédemment (voir chapitre 5). Il est possible d'évaluer l'algorithme au regard de son fonctionnement, mais aussi pour ce qu'il signifie aux yeux de l'utilisateur.

La performance de l'utilisateur est plus complexe à saisir. Il faudrait penser des tests utilisateurs permettant d'évaluer en parallèle les différents modes d'interaction proposés : configuration

⁵³ Au sens d'une irrégularité, d'une anomalie.

manuelle, configuration augmentée, configuration automatique, etc. Encore une fois, deux approches sont complémentaires : l'une observant l'efficacité des utilisateurs à mener à bien la configuration avec des métriques qui comparent les essais, les échecs et la pertinence des paramètres choisis ; l'autre se basant sur le ressenti des utilisateurs lors de l'exercice de configuration. Il s'agit de mettre en balance des critères objectifs (résultat de l'expérience) et des critères subjectifs (vécu de l'expérience).

Une troisième voie serait d'envisager le couple utilisateur-algorithme dans leur interaction. C'est ce que propose notamment l'équipe de Raja Parasuraman⁵⁴. Elle consiste en une série de critères visant à évaluer la « performance de l'opérateur humain » au sein du système. Leur matrice de questions interroge la charge mentale de travail de l'utilisateur, le but étant d'observer que l'interaction avec l'automate permet effectivement de réaliser plus facilement une tâche auparavant inatteignable ou difficile pour l'humain seul. L'automatisation doit préserver la conscience de la situation du sujet et éviter qu'il ne subisse un effet de pilotage automatique entraînant un relâchement d'attention. Corollaire cognitif du précédent, le libre arbitre de l'utilisateur ne doit pas se laisser endormir par l'autorité informatique de l'algorithme : ce dernier doit rester critique, ne pas céder à la complaisance (*complacency*). Enfin, il faudra veiller à ce que l'introduction de l'automate dans l'activité observée ne se fasse pas au détriment des compétences (*skill deterioration*) de l'utilisateur. Deux critères complémentaires parachèvent l'évaluation : la fiabilité de l'automate et la parcimonie dans l'automatisation des différentes tâches d'un système – c'est-à-dire que les tâches d'acquisition d'information et d'analyse peuvent être fortement automatisées tandis les tâches de prises de décisions et d'action nécessitent plus de précautions. Simplement dit : plus la tâche est complexe et délicate, plus l'automatisation doit être utilisée avec mesure.

Cette analyse peut être appliquée sur un ensemble de tâches afin de cartographier les différents points d'automatisation d'un dispositif. Elle peut tout à fait s'appliquer à iQspot même si ces réflexions sont généralement menées en tâches de fond, dans le vif de la conception : la fiabilité des mesures est un enjeu permanent et crucial, le souci d'alléger la charge mentale des gestionnaires est un invariant. L'aspect protocolaire de l'évaluation de Parasuraman a le mérite de lister quelques garde-fous à l'automatisation généralisée et démesurée d'un système. En revanche, il est difficile de le soutenir lorsqu'il prétend résorber le conflit entre « science exacte » et « génie créatif⁵⁵ » lors du design des automates. À rebours de cette posture d'« analyste sachant », j'ai privilégié une approche ethnométhodologique et continue dans cette voie qui resitue l'expérience humaine dans le fonctionnement d'un dispositif éminemment technique. Ces premières réflexions sur l'évaluation des interactants dans le cours de l'interaction nourriront des tests utilisateurs ultérieurs. Ils n'ont pu être menés sur l'ensemble des versions de la fonctionnalité dans le temps de la recherche-projet.

⁵⁴ PARASURAMAN, SHERIDAN et WICKENS, *op. cit.*

⁵⁵ *Ibid.*

Résumé du chapitre 6

En s'appuyant sur les résultats de recherche précédents – recensement des pratiques de design avec l'algorithme et étude des usages (voir respectivement Chapitre 4 et Chapitre 5), ce chapitre dense a retracé le travail de **prototypage d'une fonction de configuration d'alertes énergétiques**. Il développe les itérations de cette fonction : de l'absence d'automatisation jusqu'à une expérience augmentée d'une part, et une automatisation élevée d'autre part. Il s'ouvre finalement sur deux autres fonctions étroitement liées : la **réception** de l'alerte et le **feedback** à son propos. Ces dernières ne sont pas encore en production mais il m'a semblé important de les exposer au vu de leur rôle important dans l'ajustement entre le dispositif et ses utilisateurs. Au cours de ce travail, nous avons manipulé de nombreux éléments qui vont nous permettre de formaliser une démarche d'ajustement entre computation algorithmique et action humaine.

Dès l'exposition des enjeux de la fonction de configuration d'alerte, il est apparu que l'équipe de conception avait à opérer une **médiation entre deux référentiels** de prime abord incompatibles : celui des humains, où circule le sens ; celui des algorithmes, où seules les mesures peuvent être manipulées par le calcul. Or face à un phénomène complexe tel que la consommation énergétique d'un parc de bâtiments, les capacités humaines et algorithmiques doivent converger pour un fonctionnement optimal : donner sens à un phénomène et le mesurer étant deux façons complémentaires de l'appréhender. Et s'il n'y a pas de dialogue spontané possible entre ces référentiels (celui du sens et celui de la mesure), il est possible de penser des équivalences pour que la mesure fasse sens pour l'humain et que le sens devienne mesure pour l'algorithme. La caractérisation d'une anomalie énergétique en variables techniques est un exemple de **traduction « sens → mesure »**, c'est ainsi que l'on construit les *features* manipulables par un algorithme apprenant. Inversement, la phrase construite à la fin du panneau de configuration d'alerte augmentée, qui reprend les différentes variables en une syntaxe humaine intelligible, constitue une **traduction « mesure → sens »** (voir sous-section 6.2.2). Ces fonctions de traduction qui incombent à l'équipe de conception sont au cœur de l'ajustement humain-machine.

Aussi, ce travail de prototypage n'aurait jamais gagné en précision s'il n'avait pas été mené en parallèle d'entretiens qualitatifs avec des interlocuteurs passionnés à même de livrer de précieux témoignages. Cela rappelle l'importance d'une démarche ethnographique et plus précisément ethnométhodologique, et ce, même dans un travail éminemment technique – cette recherche-projet en témoigne. Grâce à ce dialogue avec les utilisateurs ayant débouché sur une typification des usages (voir chapitre 5), nous avons pu établir une **gradation dans l'automatisation** de la fonction de configuration, *crescendo* permettant de répondre à différents usages du dispositif iQspot. Ainsi, pour améliorer une **fonction manuelle**, difficile à prendre en main pour des profils non-techniques, nous avons conçu deux autres versions de cette fonction : une **fonction augmentée** et une **fonction automatisée**. Il ne s'agit pas de deux incrémentations de la fonc-

tion mais plutôt de deux déclinaisons de la fonction suivant deux régimes d'interaction, qui répondent à diverses manières de « faire usage » de la fonctionnalité d'alerte. En effet, la version augmentée assiste l'utilisateur dans sa configuration par une série d'indicateurs textuels et visuels : ce mode de configuration est destiné à des utilisateurs soucieux de comprendre les paramètres derrière les alertes configurées. La version automatisée produit des alertes « clé en main » qui n'ont qu'à être activées ou désactivées : les utilisateurs qui ne souhaitent ou ne peuvent pas allouer de temps à leur configuration s'y retrouveront. Précisons enfin que ces rôles ne sont pas immuables et qu'il n'est pas impossible qu'un utilisateur « glisse » d'un mode de configuration à un autre. Ce n'est donc pas l'automatisation croissante de la fonctionnalité qui témoigne de son perfectionnement (efficacité) mais son adaptation aux pratiques humaines (contexte).

Pour être tout à fait transparent sur la méthodologie, j'ai souligné le manque d'informations ressenties durant cette phase de conception au sujet de l'usage effectif de la fonctionnalité d'alerte par les utilisateurs. C'est pourquoi **deux compléments** viennent étayer le travail de prototypage. Le premier relève du complément d'enquête sur les usages et croise **(1) une analyse quantitative des alertes** ayant été configurées (par les utilisateurs ou *energy managers* d'iQspot en dialogue avec les utilisateurs) avec **(2) des entretiens qualitatifs spécifiques à la fonctionnalité d'alertes** (voir sous-section 6.3.2). Le second consiste en une réflexion sur l'interface du dispositif (voir sous-section 6.3.3), il visait à rappeler les différents usages qui s'agrègent autour des alertes pré-configurées (automatisation de rang 4.1) et prédéfinies (automatisation de rang 4.2).

Le chapitre se termine sur l'évocation des fonctions de **réception** d'alerte et de **feedback** à ces alertes. Leur présence permet d'abord de se représenter l'ensemble du processus à la base de la fonctionnalité : **configuration de l'alerte** → **réception de l'alerte** → **réponse à l'alerte**. Dans une considération plus axée sur les sciences de l'information et de la communication, on reconnaît le modèle **émission** → **réception** → **feedback**. Mais ces trois étapes soulignent aussi, à l'échelle macroscopique, l'approche communicationnelle de la fonctionnalité démontrée dans cette thèse. Puis, à l'échelle microscopique, ce sont les enjeux communicationnels présents à chacune de ces étapes qui ont été mis en lumière. La question de la réception des alertes apporte son lot de problématiques dont la principale est sûrement de parer à l'infobésité potentielle que les alertes sont capables de générer. Des filtres tels que la gravité et la fréquence seraient à développer pour augmenter la capacité des gestionnaires à traiter ces notifications. Ensuite, le *feedback* s'ancre naturellement dans ce cadre communicationnel : il garantit à l'utilisateur un droit de réponse au résultat du calcul de la machine. J'ai explicité qu'il est à la fois porteur d'information et de signification : il est le signal qui aiguille le dispositif dans son fonctionnement mais il est aussi le signe que l'utilisateur valide ou infirme ce que les concepteurs proposent via l'algorithme. Enfin, nous expliquons qu'il faudrait concevoir des tests utilisateurs observant tous les modes d'interaction proposés pour évaluer rigoureusement l'efficacité et la pertinence des interactants, voire du couple d'interactants, dans chacun de ces modes.

Finalement, ce travail de prototypage a engendré une version fonctionnelle et pertinente de la fonctionnalité d'alerte, qui a depuis été mise en production dans la solution iQspot. La configuration des alertes est relativement avancée et propose déjà un mode augmenté qui sera bientôt doublé d'un mode automatique. La réception et le *feedback* sont encore en cours de prototypage. Nous apportons donc une première réponse à la problématique fonctionnelle d'ajustement entre les compétences des administrateurs et la production des algorithmes au sein du dispositif iQspot. Il nous reste désormais à rassembler et relier les fragments réflexifs disséminés dans cet avant-dernier chapitre pour éclairer la question de recherche, l'objectif étant d'y prélever les connaissances conceptives potentiellement transposables vers d'autres travaux d'ajustement entre l'humain et l'algorithme.

Ajustement : réflexions et perspectives

Le prototypage du chapitre précédent constitue un essai d'ajustement humain-machine. Il est une réponse à la question de design (QD) de cette recherche-projet : comment coupler l'action humaine et la production algorithmique au sein d'une fonctionnalité d'alertes énergétiques? Dans une démarche réflexive maintes fois prônée, nous souhaitons désormais extraire de l'expérience du terrain les manières de penser et de faire qui ont favorisé l'ajustement des interactants du dispositif : en l'occurrence l'ajustement de l'humain à la machine. Nous cherchons des « concepts opérants », c'est-à-dire des termes à même d'enrichir la théorie du design tout en conservant leur opérabilité dans la pratique : des concepts qui font effectivement avancer la conception, des « signes de nos idées¹ » qui permettent aux praticiens et aux chercheurs de dialoguer ensemble. Formaliser ces concepts qui cadrent l'ajustement est une réponse à la question de recherche (QR) : comment ajuster l'action humaine et la computation algorithmique au sein d'un dispositif numérique?

Pour ne pas « faire de nœuds » dans les connaissances produites, nous préciserons au fil du chapitre si nous raisonnons depuis le champ spécifique du design numérique ou depuis la discipline du design. En effet, si notre question de recherche sous-entend que nous travaillons et « cherchons » en milieu numérique, certaines caractéristiques de l'ajustement concernent le « design global », ou plus précisément à la théorie du design. À l'inverse, certaines connaissances ne se transposent pas, et ne peuvent pas non plus passer à l'échelle supérieure.

Cette réflexion finale comporte deux étapes. La première consiste à mettre des mots sur les tactiques et pratiques qui ont permis le prototypage dans le but de formaliser les **concepts** afférents à l'ajustement, puis pour formaliser l'**ajustement** lui-même. La seconde vise à resituer l'ajustement dans le **cadre épistémique** esquissé au début de cette recherche (voir chapitre 3).

La définition de l'ajustement s'appuie au préalable sur la formalisation des concepts de **fonction**

¹ Dans l'introduction de la *Sémiotique des Objets*, Anne Beyaert-Geslin rapporte les mots de John Locke qui semblent décrire cette production de concepts :

« [P]arce que la scène des Idées que constitue les pensées d'un homme ne peut pas paraître immédiatement à la vue d'un autre homme, ni être conservée ailleurs que dans la Mémoire, qui n'est pas un réservoir fort assuré, nous avons besoin des signes de nos Idées pour pouvoir nous entre-communiquer nos pensées aussi bien que pour les enregistrer pour notre propre usage ».

Voir : John LOCKE. *Essai philosophique concernant l'entendement humain*. Trad. par Pierre COSTE. Amsterdam : Chez Pierre Mortier, [1689] 1729. En ligne : <https://play.google.com/store/books/details?id=B3wPAAAAQAAJ&rdid=book-B3wPAAAAQAAJ>. pp. 594-595 de l'édition numérisée.

Et : Anne BEYAERT-GESLIN. *Sémiotique des objets : La matière du temps*. Sigilla. Liège : Presses universitaires de Liège, 2017. p. 11.

de traduction humain-machine, de **mode d'interaction humain-machine** et de **régime d'interaction humain-machine**. C'est d'ailleurs ce travail de définition qui pointera le besoin de nous éloigner de l'ajustement sémiotique (au sens de Landowski) : la contradiction entre programmation et ajustement n'est pas viable en milieu numérique, où « tout est programmation ». Il nous faudra dès lors construire un concept d'ajustement propre au design numérique, avant de délimiter son applicabilité au design en tant que discipline.

Cet ajustement en design nouvellement défini sera replacé dans le cadre épistémique qui a initié sa gestation. Il sera relié au concept de **couplage**, le paradigme de l'interaction humain-machine sélectionné comme « héritage » épistémique dans notre état de l'art (voir chapitre 3). Nous montrerons que l'ajustement relève d'une **approche communicationnelle** de l'interaction, et expliquerons ce qu'elle offre au design d'interaction. Nous chercherons aussi à prévenir la mise en défaut de cette communication en étendant les fonctions de traduction à des fonctions de **réparation et de maintien de la communication**. Enfin, nous montrerons que l'ajustement s'oppose à une trajectoire prégnante du design de services numériques : celle de l'anthropomorphisation des algorithmes.

7.1 Des concepts pour l'ajustement

7.1.1 Des fonctions de traduction humain-machine

L'asymétrie fondamentale des humains et des algorithmes est une problématique majeure du design numérique. Elle signifie que les humains et les machines co-existent dans des référentiels différents. D'une part, l'humain habite la sphère du sens et a besoin de supports intelligibles pour produire et/ou interpréter ce sens. D'autre part, la machine s'inscrit dans la sphère du calcul, et fonctionne avec des objets quantifiables et donc calculables. L'un est animal sémiotique, l'autre est un artefact calculant. Ces spécificités ont leur revers. D'un côté, l'humain se trouve rapidement limité dans la manipulation et la mémorisation de grands nombres, ainsi que dans des situations multifactorielles. De l'autre, la machine, dénuée de compétence sémiotique, ne manipule que des signes a-sémantiques, vidés de leur sens – Bruno Bachimont parle d'une *ascèse du signe*². L'humain et la machine n'ont donc aucune chance de se comprendre mutuellement sans qu'une médiation établisse des passerelles entre ces référentiels du sens et du calcul. Au fur et à mesure que le couplage humain-machine devient de plus en plus complexe et subtil, l'impératif d'ajustement se fait sentir pour résorber cette asymétrie originelle. Une fois exploré et compris, ce concept d'asymétrie humain-machine délimite un cadre de conception sain et fertile. Comme l'énonçait l'anthropologue Lucy Suchman :

[L]e projet de construire des machines interactives a plus à gagner à comprendre les différences entre l'interaction humaine et le fonctionnement de la machine plutôt qu'à simplement supposer leur similitude³ [ma traduction].

Pour développer des systèmes techniques efficaces et pertinents, le design d'interaction doit répartir justement les actions à mener entre les interactants humains et mécaniques. Cela consiste à assimiler que les humains et les machines ne s'appuient pas sur les mêmes « ressources » pour appréhender une situation commune, et qu'ils évoluent et fonctionnent très différemment. Cet extrait de la thèse rééditée de Lucy Suchman explicite cette asymétrie des interactants :

[L]es humains utilisent un riche éventail de ressources linguistiques, non verbales et inférentielles pour rendre des actions et des événements intelligibles, pour rendre leurs propres actions sensées et pour gérer les problèmes de compréhension qui surviennent inévitablement. En revanche, les machines contemporaines reposent sur un ensemble fixe d'*inputs* sensorielles, mappées en un ensemble prédéterminé d'états et de réponses internes. En résulte une asymétrie qui limite considérablement l'étendue de l'interaction entre les personnes et les machines⁴ [ma traduction].

² BACHIMONT, *op. cit.*, p. 156.

³ SUCHMAN, *op. cit.*, p. 186 : « [T]he project of building interactive machines has more to gain by understanding the differences between human interaction and machine operation than by simply assuming their similarity. »

⁴ *Ibid.*, p. 179 : [P]eople make use of a rich array of linguistic, nonverbal, and inferential resources in finding the intelligibility of actions and events, in making their own actions sensible, and in managing the troubles in understanding that inevitably arise. Today's machines, in contrast, rely on a fixed array of sensory inputs, mapped to a predetermined set of

Comme nous l'avons évoqué (voir chapitre 3), Lucy Suchman propose dans *Plans and Situated Action* puis dans *Human-Machine Reconfigurations* des pistes de conception pour pallier cette asymétrie et faire en sorte que l'interaction humain-machine réussisse. L'enjeu principal est de fournir à la machine le contexte de l'action de son interactant humain. En effet, comme son système perceptif est limité, il faut inventer des « moyens de compensation⁵ » dans le registre computationnel pour saisir ce contexte. Étonnamment, si Suchman songe à trouver des substituts au sens pour alimenter la machine, elle n'évoque pas le cheminement inverse qui rendrait intelligible le produit du calcul pour l'humain. Pourtant, l'interaction humain-machine ne peut advenir que si leur communication est pensée dans les deux sens.

Nous parlerons de **traduction** pour désigner cette transformation d'une information d'un référentiel à l'autre, de l'humain vers la machine ou de la machine vers l'humain. Nous mettons sur le fait que ce processus de traduction permettrait ce que Suchman qualifie d'*intelligibilité mutuelle* et de *compréhension partagée* entre deux interactants.

Bien que les différentes disciplines déjà mobilisées – de l'anthropologie à la philosophie de la technique en passant par la sémiotique – nous aient fourni de quoi approcher ces **fonctions de traduction** dans leur théorie, nous pouvons revenir sur la phase de prototypage de la fonction de configuration d'alertes pour raisonner depuis la pratique. Et c'est en micropsychologues, comme dirait Abraham Moles, que nous allons étudier les « phénomènes petits⁶ », les micro-interactions qui constituent l'expérience globale de configuration.

Nous avons vu que le panneau de configuration brute est relativement difficile à prendre en main, et que l'utilisateur doit aller chercher des informations ailleurs (dans l'onglet de Consommation par exemple) puis tâtonner jusqu'à une configuration satisfaisante. C'est pourquoi nous avons décidé d'augmenter cette configuration par des indicateurs visuels et textuels qui soutiennent la cognition et l'action de l'utilisateur. Retraçons rapidement l'expérience de ce panneau du point de vue de l'utilisateur afin de comprendre en quoi il contient de nombreuses fonctions de traduction. Elles sont numérotées de 1 à 6, suivant la chronologie de leur mobilisation :

1. À l'ouverture du panneau de configuration, l'utilisateur commence par sélectionner les premiers paramètres : le type de données à suivre, le type d'alerte (consommation ou puissance), le bâtiment ou la zone sur laquelle cette alerte veille ; les critères temporels (temporalité, jours couverts, horaires) qui l'intéressent. Par cette sélection de données en apparence anodine, l'utilisateur traduit ici le **contexte** de la situation qu'il cherche à observer dans un nombre fini de paramètres que la machine peut appréhender.

internal states and responses. The result is an asymmetry that substantially limits the scope of interaction between people and machines.

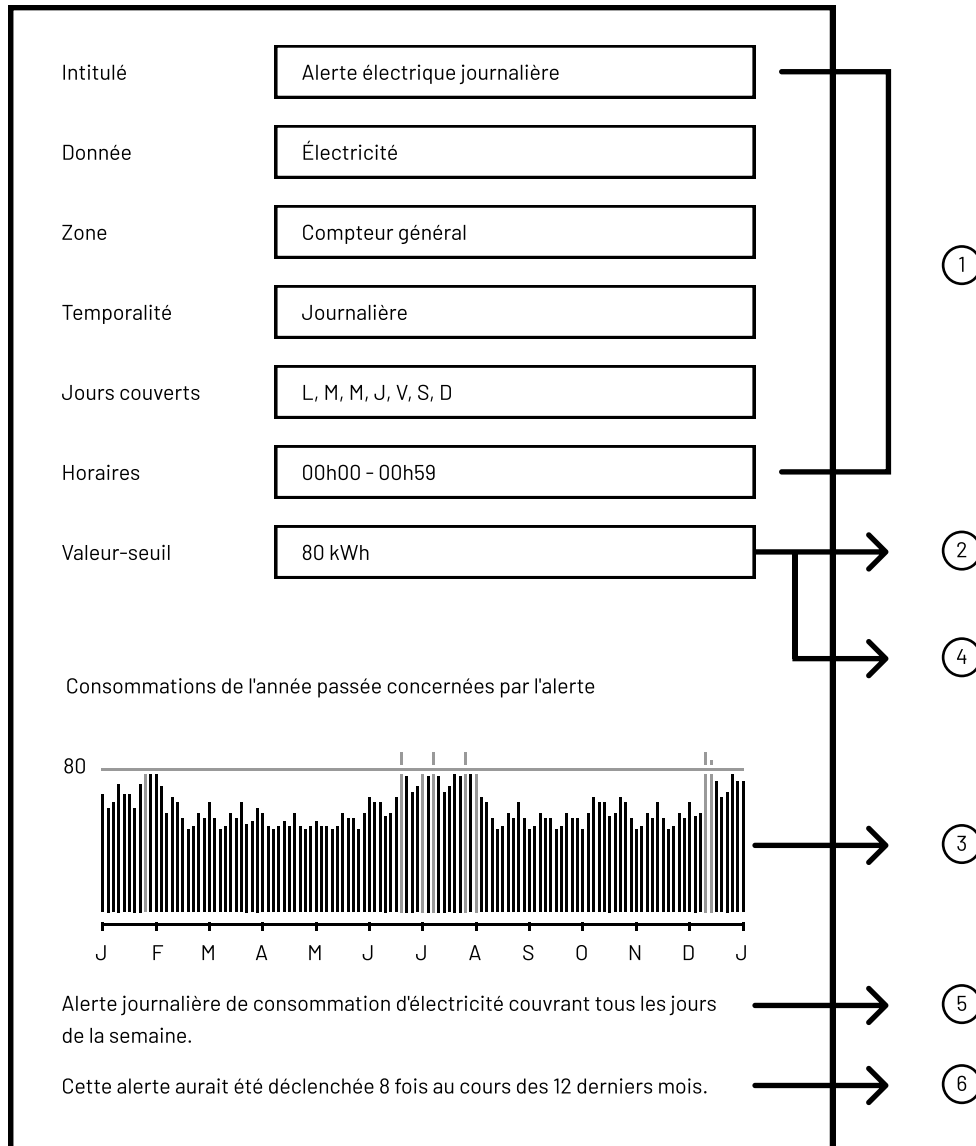
⁵ *Ibid.*, p. 179 : « *ways of compensating* ».

⁶ Abraham A. MOLES. *Micropsychologie et vie quotidienne*. Paris : Denoël : Gonthier, 1976, p. 17.

2. Les algorithmes se saisissent de ces paramètres contextuels pour aller chercher en base de données les consommations correspondantes. En s'appuyant sur une antériorité d'un an, ils déterminent selon une formule donnée un seuil idéal que le fluide suivi ne doit pas dépasser pour la temporalité choisie. Prenant en compte ces variables, l'algorithme émet une **suggestion** de valeur-seuil.
3. Cette donnée fournie par l'algorithme évite un travail cognitif complexe voire impossible pour l'utilisateur : l'humain ne peut ni retenir un historique d'un an de consommation, ni calculer rapidement cette valeur-seuil. Mais quand bien même l'algorithme lui fournit cette donnée, le gestionnaire peine à la situer dans le passif de consommation du bâtiment en gestion. C'est pourquoi cette fonction augmentée propose une **visualisation graphique** du seuil positionné (horizontalement) dans un diagramme à barres affichant les trois cent soixante-cinq derniers jours de consommation (verticalement).
4. L'utilisateur peut choisir cette **suggestion** de seuil ou l'amender s'il pense cette valeur trop élevée ou trop basse. Le seuil est d'autant plus facile à ajuster qu'il se déplace désormais en temps réel sur l'interface. La pertinence de ce seuil dépend de la qualité et de la régularité des données de consommation du bâtiment, et non du bon sens de l'algorithme qui livre indifféremment cette donnée en tout contexte. La possibilité donnée à l'utilisateur d'ajuster ce seuil après calcul permet une dernière **adaptation au contexte**. Par exemple, si le gestionnaire sait que son bâtiment est relativement constant, il positionnera un seuil bas, juste au-dessus des pics de consommations habituels. En revanche, si l'on constate un bâtiment plus versatile, ou des capteurs facétieux produisant des pics artificiels d'énergie sur les courbes, un seuil plus haut sera recommandé.
5. Après cette configuration de l'alerte, l'utilisateur a manipulé pas moins de sept paramètres qui définissent ensemble l'alerte dans son référentiel et dans le référentiel de la machine. Pour synthétiser à l'utilisateur ce que représente l'alerte, un script transforme ces paramètres en un court **texte** qui résume ce qui va bientôt être activé, demandant comme une dernière validation de la part de l'humain.
6. Dans ce texte de résumé, une nouvelle donnée vient aiguiller la configuration de l'utilisateur : c'est le nombre de déclenchements de l'alerte si elle avait été appliquée aux données de l'année passée. Comme toute prédiction algorithmique, cette valeur envisage la récurrence des déclenchements futurs en testant la valeur sur des données passées. Le résultat n'en est pas moins indicatif pour l'utilisateur qui peut l'assimiler à un **indice de sensibilité** de l'alerte configurée. Les consommations de l'année affichée qui dépasseraient le seuil sont mises en sur-brillance pour illustrer cette sensibilité.

Ce résumé de la configuration d'une alerte met en lumière ce qui se passe entre l'utilisateur et l'interface restituant les productions algorithmiques (et réciproquement) (voir figure 7.1). Mais pour tenter de faire émerger des fonctions de traduction plus explicites, nous pouvons reprendre

FIGURE 7.1 – Traduction humain-machine dans l'interface



(1) H → M : contextualisation. (2) M → H : suggestion. (3) M → H : représentation.
 (4) H → M : modération. (5) M → H : narration. (6) M → H : comparaison.

ces six micro-interactions en caractérisant leur direction (de l'humain vers la machine, noté H → M ou de la machine vers l'humain, noté M → H) et le principe derrière ces fonctions de traduction :

1. **H → M** : L'utilisateur apporte le contexte de l'action à la machine. En déterminant les entrées (*inputs*) qui alimentent le modèle algorithmique, il transpose les circonstances de la situation dans le référentiel machine. Cette fonction offre une capacité de **contextualisation**.
2. **M → H** : Selon ces paramètres, l'algorithme puise dans la base de données pour calculer une information depuis les éléments de contexte fournis. Il croise six paramètres pour calculer un seuil idéal, un calcul qui aurait été très fastidieux pour un humain. L'algorithme

prend donc en charge une tâche cognitive lourde pour l'humain et suggère une valeur-seuil à l'utilisateur. Ce raccourci cognitif offert par la machine prend la tournure d'une **suggestion**.

3. **M** → **H** : Le dispositif fournit une visualisation de la valeur-seuil située dans les données historisées. Le seuil représenté par une ligne horizontale coupant les barres verticales du diagramme illustre très simplement une situation difficile à se représenter en esprit. Le fait de rendre sensible par la graphie une donnée mathématique relève de la **représentation**.
4. **H** → **M** : L'utilisateur peut modifier la donnée fournie par l'algorithme, il l'évalue au regard du contexte. Mais son travail n'est pas tant un nouvel effort de contextualisation qu'un amendement de l'algorithme, d'un ajustement du résultat à la situation pour qu'il gagne en pertinence. Cette traduction est envisageable comme une fonction de **modération**.
5. **M** → **H** : Le dispositif restitue en langage naturel l'alerte et ses paramètres dans un bref récit. Ces variables relativement techniques et complexes intègrent ainsi, par la narration, un flux intelligible pour l'humain. Cette traduction des mathématiques au langage naturel s'apparente à une **narration**.
6. **M** → **H** : Enfin, le dispositif fournit une métadonnée également représentée graphiquement : elle permet de préciser les données précédentes en évaluant ce résultat par un autre prisme, à savoir un nombre hypothétique de déclenchements. L'algorithme donne donc à l'utilisateur un second référentiel pour évaluer sa valeur-seuil choisie, cette fonction de traduction repose essentiellement sur une logique de **comparaison**, même si elle inclut des éléments de la narration et de la représentation.

Il est possible de synthétiser ces fonctions de traduction (de 1 à 6) dans une représentation tabulaire précisant leur direction, description et principe (voir tableau 7.1).

TABLE 7.1 – Tableau des fonctions de traduction de la configuration augmentée des alertes énergétiques.

N°	Direction	Description	Principe de la fonction
1	H → M	L'humain donne du contexte.	CONTEXTUALISATION
2	M → H	L'algorithme propose une valeur.	SUGGESTION
3	M → H	L'algorithme produit une visualisation.	(RE)PRÉSENTATION
4	H → M	L'humain amende une donnée.	MODÉRATION
5	M → H	L'algorithme génère un récit.	NARRATION
6	M → H	L'algorithme produit une métadonnée.	COMPARAISON

Ce tableau ne traite pas avec exhaustivité toutes les fonctions de traduction possibles mais a le mérite de proposer un panorama synthétique des quelques traductions possibles du référentiel humain vers le référentiel machinique, et *vice versa*. Dans ce corpus restreint à la situation de conception, il est possible de diviser ces fonctions de traduction selon leur direction (de l'humain vers la machine ou de la machine vers l'humain), d'observer des saillances communes aux fonctions de ces groupes, mais aussi des spécificités propres à certaines fonctions. Nous préci-

serons enfin que ces fonctions ne sont pas l'apanage de l'exercice de design et de recherche de cette thèse, mais qu'elles prolifèrent dans notre milieu numérique.

— **De l'humain vers la machine s'opère une numérisation du réel.** C'est-à-dire que les fonctions de traduction du référentiel humain vers le référentiel machinique consistent à saisir des phénomènes de l'existence humaine pour leur donner une consistance dans le champ du calcul. Une sélection de détails du monde réel est encodée sous la forme de symboles manipulables par un ordinateur. Ce faisant, ces symboles deviennent a-sémantique et leur signification ne tient plus qu'à une convention arbitraire : la numérisation entraîne une dé-sémantisation⁷. Rompant avec le référentiel humain, ces symboles sont désormais exploitables par la computation : ils deviennent stockables, manipulables et matières à prédictions. Dans le référentiel machinique, ils prennent part à une simulation : une reproduction tronquée du réel sur laquelle on peut agir par le calcul et la manipulation symbolique.

Deux fonctions illustrent cette traduction : la **contextualisation** et la **modération**. La **fonction de contextualisation** consiste à implémenter dans le dispositif un canal par lequel l'utilisateur peut donner des éléments de contexte à la machine. Ces éléments peuvent être livrés en langage naturel (une saisie de texte dans un formulaire) ou par une réponse pré-formatée par un composant d'interface (comme un sélecteur, des cases à cocher, etc.). Ces données saisies sont alors intégrées dans un modèle – conçu par le designer et/ou l'ingénieur – qui transpose le réel dans le référentiel machinique, et c'est cette modélisation qui permet à l'algorithme de prendre en compte le contexte d'une situation au calcul. Ce processus advient lors de la configuration d'une alerte énergétique : l'utilisateur fournit à la machine la nature de la donnée, la zone du bâtiment et la temporalité sur lesquelles vont s'appliquer l'alerte en cours d'activation. L'algorithme nourri de ces informations peut ensuite proposer une valeur pertinente au regard de ces paramètres.

Dans notre expérience quotidienne du milieu numérique, ces fonctions de contextualisation sous-tendent généralement les services intégrant des simulateurs : que ce soit pour calculer des aides sociales ou pour estimer des modalités de crédit immobilier, des algorithmes intégrant de multiples variables n'attendent plus que nos données contextuelles pour s'activer.

Ensuite, la **fonction de modération** donne à l'utilisateur l'opportunité de modifier la production de l'algorithme. J'ai choisi le terme de « modération » car son étymologie contient l'idée de diminuer la vitesse de quelque chose, de réduire l'excessif à une juste mesure : réduire le rythme effréné de l'algorithme et avoir un droit de regard sur ses implacables résultats est précisément l'objectif de notre modération. Ce type de fonction advient notamment lorsqu'il est délicat pour les concepteurs de garantir l'absolue fiabilité du résultat de l'algorithme. Concrètement, c'est ce qui advient lorsque l'utilisateur examine la valeur-seuil suggérée par le dispositif : il peut la

⁷ BACHIMONT, *op. cit.*, p. 160.

conserver ou l'amender à sa guise dans un élément éditable de l'interface. Cette action de l'utilisateur en réponse à une opération de l'algorithme peut constituer un *feedback* si elle impacte en retour le fonctionnement du dispositif, qu'elle participe à l'homéostasie de l'ensemble du système (il faudrait pour ce faire « brancher » cette action de modération sur le système d'apprentissage d'un algorithme par exemple, ce qui n'est pas encore fait dans cette fonctionnalité d'alertes énergétiques). Ici la modération vise avant tout à amender par le « bon sens » humain – ou autrement dit la connaissance du contexte – la configuration de l'alerte.

Des fonctions comme celles-ci, donnant un droit de regard à l'humain sur le résultat du calcul, il en existe déjà dans de nombreux services, certains massivement utilisés : la fonction de modération, et plus spécifiquement de correction (voir sous-section 7.2.3), est même au cœur de la déclaration annuelle des revenus dans l'imposition française : l'utilisateur du service en ligne se verra afficher ses divers revenus et crédits d'impôts dans une interface qu'il est libre de modifier.

Comme nous l'avons constaté dans la chronologie des micro-interactions qui constituent l'action de configuration, la fonction de contextualisation intervient en amont de la computation : elle fournit les variables manquantes à la machine, des données que l'ordinateur ne peut générer par lui-même. La fonction de modération advient lorsque le dispositif requiert un avis de l'utilisateur sur une première proposition de résultat, donc au cours (voire en fin) d'interaction.

— **De la machine vers l'humain, on attend une restitution du calcul.** En effet, tant de données et/ou d'information ont été emportées dans le champ a-sémantique du calcul, se dérochant aux perceptions et à l'entendement de l'humain. La restitution du produit des algorithmes consiste donc à rendre sensible et sensée les symboles dénués de sens manipulés lors du processus computationnel. Il s'agit de trouver les moyens d'opérer une re-sémantisation de ce matériau au bout de la chaîne computationnelle.

Pour rendre sensible et intelligible les productions algorithmiques, nous avons eu recours à plusieurs fonctions que nous avons tenté de caractériser sous un principe explicite. La première est une **fonction de suggestion** du dispositif : croisant de nombreuses variables, l'algorithme fournit à l'utilisateur une information qu'il n'aurait pu obtenir qu'au prix d'un lourd effort cognitif, voire qu'il n'aurait pas pu calculer lui-même. Dans notre situation de conception, nous faisons référence à la valeur-seuil calculée par le dispositif suite aux données entrées via la fonction de contextualisation (type d'énergie, zone, temporalité).

Encore une fois, ce type de fonction de suggestion est présente dans de nombreuses plateformes de l'industrie numérique : les sites de commerces en ligne en abusent pour croiser des données et proposer des marchandises censément pertinentes, et l'industrie culturelle propose tout aussi bien des films et musiques grâce à cette informatique⁸.

⁸ Pour ne pas dire « mécanique ».

La seconde est une **fonction de (re)présentation**, et plus précisément de (re)présentation graphique. Car en effet, si le calcul peut rapidement nous fournir des nombres et des mots, il peut aussi générer avec vitesse et précision des graphiques souvent plus éclairants que d'innombrables lignes de texte. Et si nous ne tranchons pas entre représentation et présentation, c'est parce que l'algorithme peut soit modéliser et reproduire une structure actuelle du monde analogique, comme un bâtiment bien concret (c'est une représentation), soit mettre en image des abstractions, comme une donnée parmi d'autres données (c'est une présentation)⁹. Dans l'exercice de prototypage, nous avons vu que la présentation graphique de la valeur-seuil permet de l'ancrer visuellement dans la consommation habituelle du bâtiment : un nombre dans un ensemble trouve ainsi un mode de visualisation cognitivement plus acceptable pour l'humain (voir figure 6.6). Cette présentation donne à l'œil un accès rapide à la situation (la donnée est sensible) et resitue cette valeur dans le comportement énergétique (la donnée est intelligible).

Ces visualisations de données fourmillent parmi les nombreux services numériques disponibles. Plus spécifiquement, les tableaux de bords des sites d'analyse de trafic sur le web tels que Google Analytics utilisent massivement ce procédé pour rendre intelligible le phénomène complexe des flux d'utilisateurs sur un site.

La troisième logique de traduction est portée par une **fonction de narration**. Il s'agit de mettre en relation des données pour tisser un récit que l'utilisateur puisse lire et comprendre. Les données manipulées par l'algorithme et leurs résultats consistent pour l'essentiel en nombres et chaînes de caractères minimalistes, des formats peu digestes pour l'utilisateur humain. Une fois ces données regroupées et reliées, le dispositif génère selon un script (convention arbitraire) un récit qui (re)donne sens au produit du calcul. Dans notre exemple, un résumé des différentes variables de l'alerte énergétique s'affiche à la fin du processus de configuration, dans un langage naturel ne nécessitant aucune expertise au-delà des compétences métiers habituelles des gestionnaires immobiliers. Le dispositif ne s'adressant pas exclusivement à des techniciens, il nous a semblé important que ces alertes se donnent à lire avec fluidité, en évitant une sensation de décryptage d'une suite de données.

Alerte journalière de consommation d'électricité couvrant lundi, mardi, mercredi, jeudi et vendredi sur une plage horaire de 8h00 à 18h00. Cette alerte aurait été déclenchée 11 fois au cours des douze derniers mois.

Ces micro-narrations sont également très fréquentes dans l'industrie numérique. Le plus souvent, des chaînes de caractères « à trous » sont remplies par des variables pour générer des phrases en langage naturel. Cette méthode est employée pour personnaliser et humaniser un mail automatique ou encore pour adapter un message publicitaire aux données collectées sur

⁹ Florian HARMAND et Arthur PERRET. « Former à la notion de réseau par la conception et l'interprétation : l'atelier Reticulum ». In : *Humanités numériques* 5 (1^{er} juin 2022). En ligne : <http://journals.openedition.org/revuehn/2930#tocto2n5> (visité le 16/07/2022), L'entrée « Visualisation et réflexivité » de cet article co-écrit avec Arthur Perret explicite la distinction entre présentation et représentation, notamment autour du concept de réseau.

l'utilisateur. Les progrès de l'apprentissage machine permettent déjà de générer des phrases en langage naturel sans passer par ces phrases à trous : ce procédé pourrait augmenter voire remplacer les remplissages et concaténations textuelles actuellement utilisés.

La quatrième fonction employée au cours du travail de prototypage peut être appelée **fonction de comparaison**. Elle combine le potentiel computationnel des algorithmes à fouiller les bases de données avec un vieux principe de l'architecture de l'information : on ne comprend quelque chose de nouveau que par rapport à quelque chose de connu. La comparaison consiste donc à mettre en balance une donnée ou situation avec une autre donnée qui sert de repère. Dans le prototype de fonctionnalité, cette logique a produit la métadonnée du nombre hypothétique de déclenchements d'une alerte, parfois assimilée à la sensibilité de l'alerte (voir figure 6.7). La métrique de cette donnée est plus exactement le nombre de déclenchements qu'aurait occasionné la configuration d'alerte en cours sur l'antécédent de données (qui peut aller jusqu'à un an d'antériorité). Bien que nous classifions cette micro-interaction comme une fonction de comparaison, elle emprunte également à la narration, puisqu'elle est restituée dans un langage naturel pour être explicite, et à la (re)présentation, puisqu'elle est matérialisée par une surbrillance des barres du diagramme qui dépasseraient la valeur-seuil. La comparaison est fortement utilisée sur les plateformes qui proposent des contenus culturels ou des objets matériels constitués en catalogue. Elle va de pair avec la narration lorsque des phrases soutiennent cette logique dans un langage naturel.

D'antiques services comme les prévisions météorologiques utilisaient déjà cette méthode sous forme analogique, notamment pour situer la température du jour par rapport à une normale saisonnière. Mais c'est peut-être chez l'industriel Amazon que l'on voit ces comparaisons cribler la page web du site : « Les clients ayant consulté cet article ont également consulté¹⁰ » ou même plus explicite : « Comparer avec des articles similaires¹¹ ».

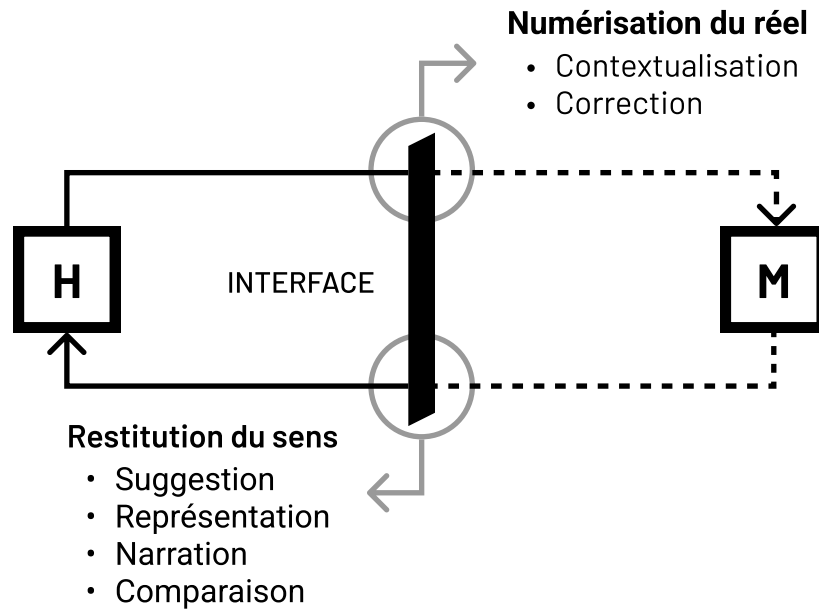
Ces fonctions de traduction permettant la numérisation du réel et la restitution du sens se jouent au niveau de l'interface (voir figure 7.2).

— **Une dialectique humain-machine.** Les fonctions de traduction entre l'humain et la machine (et inversement) sont autant de passerelles entre des individus et des ordinateurs aux référentiels initialement incompatibles. Nous les avons caractérisées les unes après les autres pour mieux comprendre ce qui se joue à l'échelle de la micro-interaction, mais nous ne perdons pas de vue la configuration dans son ensemble qui contient toutes ces micro-interactions, et qui fait sens pour l'utilisateur qui en actualise son potentiel fonctionnel. En effet, on observe dans la configuration d'alertes énergétiques de nombreux allers et retours entre le royaume des humains et du sens d'une part, et des algorithmes et du calcul d'autre part, chacune de ces étapes faisant avancer une tâche partagée entre l'individu et l'ordinateur. Chaque agent, lorsqu'il réalise une sous-

¹⁰ « Customers who viewed this item also viewed... » sur Amazon.com. Consulté le 11/06/2020.

¹¹ « Compare with similar items. » sur Amazon.com. Consulté le 11/06/2020.

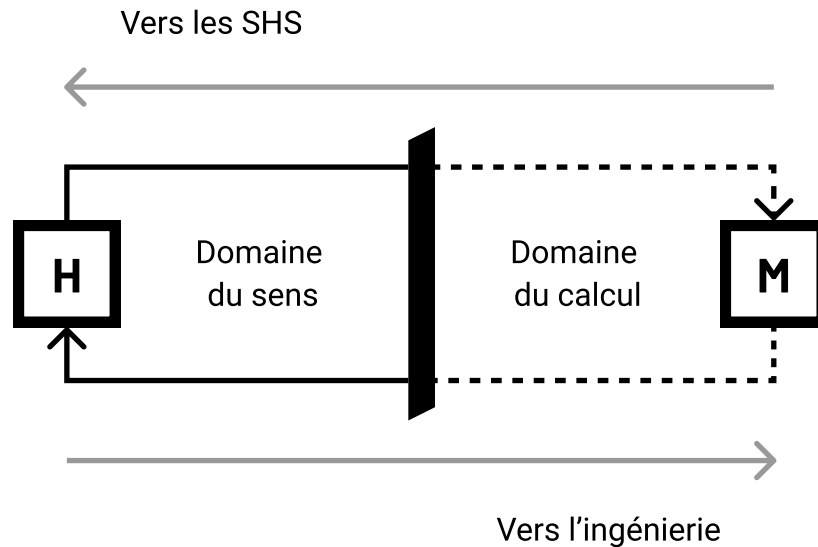
FIGURE 7.2 – Traduction humain-machine : numérisation et restitution



tâche cognitive ou computationnelle, permet ensuite à l'autre agent d'enchaîner la sous-tâche suivante. Dans cette succession de micro-interactions, il y a quelque chose comme une dialectique entre l'humain et la machine pour tirer au clair la configuration idéale d'une situation donnée. Ces traductions permettent l'interaction en palliant l'asymétrie originelle entre humain et machine. Plus que cela, elles constituent une condition *sin equa none* pour que cette interaction complexe réussisse par la convergence des potentiels humain et machinique en un même point de contact. L'utilisateur connaît le contexte, mais n'a pas la compétence calculatoire pour saisir la complexité du parc de bâtiments. L'ordinateur n'a pas accès au contexte, mais il peut calculer une infinie complexité de variables. L'un et l'autre se complètent, et leur couplage est requis pour penser ce type d'interaction – la technique ouvre les possibles – avant de le développer dans un dispositif effectif.

Ce qu'on remarque au cours de ce travail, c'est que le design doit se lier à d'autres disciplines pour tisser ces passerelles entre les référentiels humain et machinique. Lorsqu'il opère une traduction de l'humain vers la machine, il fraye avec l'ingénierie pour comprendre les logiques techniques et transformer le discours humain en un matériau symbolique a-sémantique manipulable par le calcul (voir figure 7.3). **La traduction humain → machine consiste à mesurer et rendre calculable le réel.** Et lorsque le design cherche à concevoir une traduction de la machine vers l'humain, il s'en remet aux sciences humaines pour rendre accessible et interpréter le matériau a-sémantique en sortie de calcul, dans le but d'en restituer le sens. **La traduction machine → humain consiste à rendre sensible et intelligible le produit du calcul.**

FIGURE 7.3 – Le design numérique, entre SHS et ingénierie.



Ces soutiens de l'ingénierie et des sciences humaines cantonnés à une seule direction ($H \rightarrow M$ ou $M \rightarrow H$) constituent une présentation caricaturale. Il faut davantage les considérer comme des sphères autour de leurs objets de prédilection (respectivement l'humain et la technique) qui se recoupent au niveau de l'interface entre ces deux agents. Quitte à les réduire, disons que l'ingénierie et les sciences humaines recherchent respectivement l'efficacité technique et la pertinence au regard des problématiques humaines, mais l'une et l'autre finissent par travailler sur des systèmes communs. Le design numérique, à l'intersection de ces deux champs disciplinaires, requiert une bonne connaissance des techniques mobilisées et des pratiques des individus impliqués.

7.1.2 Des modes d'interaction humain-machine

Les fonctions de traduction que nous avons formalisées nous autorisent à penser de nombreux modes d'interactions. Comme nous l'avons vu, ce n'est pas parce que la computation obéit aux logiques de la programmation qu'il est impossible de la décliner en différentes expressions. Au contraire, la computation nous permet d'imaginer de nombreuses fonctionnalités en articulant ses capacités de **stockage**, de **calcul** et de **prédiction**. En l'occurrence, le mode augmenté de la fonctionnalité d'alertes énergétiques mobilise ces trois capacités : la représentation d'une valeur-seuil dans une antériorité de données requiert d'interroger une base de données (stockage), puis de générer le graphique situant cette valeur dans l'antécédent de données (calcul), et enfin d'accoler ce résultat d'une prospective du nombre de déclenchements (prédiction). Il est en effet possible d'agencer les caractéristiques de la computation en d'innombrables combinaisons qui sont autant de propositions fonctionnelles potentielles. En témoignent les modes

augmenté et automatique qui proposent deux approches radicalement différentes de la configuration d'une alerte énergétique.

Mais ce panel fonctionnel n'est pas une génération aveugle d'« expériences utilisateur ». Les modes sont des propositions fonctionnelles qui s'ajustent aux différentes pratiques, aux différents usages et profils des utilisateurs. Au lieu d'un script unique pour toute personne s'engageant dans le dispositif, sa conception algorithmique envisage plusieurs scripts (parfois eux-mêmes modulables) qui répondent à des contextes d'usage différents. La chercheuse en design Nolwenn Maudet recense ce besoin de proposer des algorithmes variés aux utilisateurs dans ses recherches ethnographiques :

Plutôt qu'un algorithme unique, ce que montrent les récits des participants et participantes, c'est que des algorithmes différents correspondent à des moments, des situations ou bien même des humeurs différentes. Si l'on accepte l'idée de séparer les algorithmes en plusieurs variantes simplifiées pour répondre à différents types de navigation, on redonne alors le contrôle aux lecteurs et aux lectrices¹².

Cette démarche d'ajustement entre la régularité des algorithmes et la variabilité des humains (et de leur contexte d'action) peut sembler paradoxale : nous cherchons en effet à contrôler l'incertitude et à anticiper l'accident. La contradiction que la sémiotique de Landowski établit entre la programmation et l'ajustement est peut-être à remettre en question en design – nous éclairerons cette question (voir sous-section 7.1.4). En attendant, nous assumons cet antagonisme entre la programmation des machines et leurs potentielles facultés d'adaptation. Dans les textes sur la conception de machines, le questionnement n'est pas nouveau : il maille le *Mode d'existence des objets techniques* (1958) de Gilbert Simondon. Le philosophe y écrit certes que le perfectionnement d'une machine tient à ses « marges d'indétermination », mais aussi que la gestion de ces marges incombe à l'« interprète humain » qui organise ces dispositifs :

C'est encore par l'intermédiaire de cette marge d'indétermination et non par les automatismes que les machines peuvent être groupées en ensembles cohérents, échanger de l'information les unes avec les autres par l'intermédiaire du coordinateur qu'est l'interprète humain. Même quand l'échange d'information est direct entre deux machines [...], l'homme intervient comme être qui règle la marge d'indétermination afin qu'elle soit adaptée au meilleur échange possible d'information¹³.

Dans cette recherche-projet, ce travail de réglage des « marges d'indétermination » s'est concrétisé par la définition de plusieurs modes d'interaction. Ces modes sont comme les automates interopérables décrits par Simondon : leurs algorithmes sous-jacents offrent à l'utilisateur différentes manières (*modus* en latin) d'arriver à leur objectif, sans pour autant s'exclure les uns les autres. Les utilisateurs ont accès à tous les modes d'interactions, mais un même utilisateur peut

¹² MAUDET, *op. cit.*, paragraphe I16.

¹³ SIMONDON, *op. cit.*, p. 13.

aussi mobiliser la configuration aux modes manuel, augmenté et/ou automatique, au cas par cas pour chaque bâtiment qu'il a en gestion¹⁴. Nous avons dit que les bâtiments aux données fiables et régulières sont propices aux automatismes, et donc au mode automatique ; que les bâtiments les plus sensibles valent le coup d'une configuration augmentée, mais toujours ajustée par l'humain ; que les bâtiments aux données irrégulières ou activités très spécifiques nécessitent une étude humaine approfondie et des réglages manuels spécifiques, etc. Nous avons enfin prévu des glissements dans les usages de ces modes, au fur et à mesure qu'un utilisateur s'approprie le dispositif ou au contraire lorsqu'un utilisateur expert souhaite se délester quelque peu de réglages manuels en misant sur un automatisme. Ces hypothèses ne sont pas des lois générales sur les usages des gestionnaires de bâtiments, mais quand bien même elles sont infirmées, les différents modes proposés offrent un spectre de manières de faire assez large pour couvrir un maximum de situations.

Indépendamment de nos pronostics, il y a fort à parier que les utilisateurs constitueront leurs propres tactiques de suivi énergétique en combinant les modes d'interaction, voire en les détournant selon leurs besoins. Ces usages futurs seront à observer pour les formaliser en les intégrant au dispositif, et ainsi ouvrir encore le panel des modes.

Que les utilisateurs emploient les modes proposées, ou bien qu'ils les détournent, la manipulation des diverses fonctionnalités favorise leur appropriation du dispositif. Grâce à ces interactions, nous entendons bien participer à une meilleure culture technique du gestionnaire. Encore une fois, il ne s'agit pas de transformer ces personnes en techniciens ou ingénieurs, mais plutôt de ne pas ignorer les questions techniques de leur métier, ou comme disait Simondon, de ne pas isoler la culture technique du reste de la culture¹⁵. Nous postulons ici que la manipulation d'un dispositif qui explicite ses principes de fonctionnement offre des clés de compréhension aux utilisateurs sur les techniques impliquées dans le dispositif. Cette compréhension touche à la fois les techniques informatiques impliquées dans le dispositif et le langage technique associé au domaine auquel s'appliquent ces techniques informatiques : en somme la question de la technique peut désigner les techniques informatiques comme le domaine de l'optimisation énergétique.

- **L'appropriation des techniques informatiques** sous-jacentes au dispositif iQspot touche aux algorithmes statistiques et aux algorithmes d'apprentissage machine. Bien que ces derniers ne soient jamais nommés ainsi dans l'interface, les utilisateurs peuvent deviner, voire comprendre à l'usage, les principes à l'œuvre derrière la production de certaines données. Cette appropriation technique est à la fois nourrie par ce que le dispositif dit de lui-même et par ce que l'utilisateur devine à l'observation et à l'usage de l'interface.

¹⁴ Nous avons déjà évoqué la plateforme Steam qui propose via Steam Labs différentes fonctions et différents modes de découverte de jeux vidéo à sa communauté d'utilisateurs : des propositions de filtres, de recherche et de navigation sont explicitées, mais aussi des manières d'afficher le contenu selon différents algorithmes. Voir en ligne : <https://store.steampowered.com/labs/>

¹⁵ SIMONDON, *op. cit.*, p. 16.

- **L’appropriation des termes techniques du domaine** passe aussi par l’usage de l’interface. Nous avons vu que les gestionnaires n’avaient pas tous un profil technique, et que les profils davantage juridiques et financiers excluaient souvent la gestion énergétique de leurs activités. Une fréquentation de l’application pourrait les familiariser en douceur avec les termes employés par leurs homologues davantage techniques. Le dispositif est à envisager comme un creuset où se fondent les pratiques des dizaines de gestionnaires techniques : les entretiens, discussions et retours ont permis d’améliorer l’application en la colorant de leur langage et de leur référentiel technique. La montée en compétences des utilisateurs constitue d’ailleurs un enjeu pour les *energy managers* d’iQspot, dont une partie du travail consiste à former les clients aux problématiques énergétiques et à l’utilisation du dispositif pour y répondre.

Mais si l’utilisateur apprend progressivement des termes techniques et spécifiques à son domaine, il apprend également sur lui-même, sur son rôle dans le dispositif, sur ce qu’on attend de lui dans chaque interaction, sur ce que son implication va produire au sein du fonctionnement du dispositif, etc. Cela est possible grâce aux modes, mais plus encore grâce à l’explicitation de ces modes dans l’interface. Comme l’écrit Olia Liliana, autrice d’une série d’essais sur le design d’interaction, « [u]n effort doit être fait pour éduquer les utilisateurs sur eux-mêmes. Ils doivent comprendre ce que signifie être un utilisateur d’un “système informatique numérique automatique à tout faire”¹⁶. » Cette dernière redondance traduit un agacement pour les systèmes polyvalents qui déploient dans la plus grande opacité de nombreux algorithmes pour la plupart inutiles à l’action spécifique que l’utilisateur souhaite réaliser. Dans cette recherche-projet, nous prenons le contrepied de cet état de fait sur les fonctions prolifiques (et inutiles) des services numériques pour proposer un nombre limité d’options fonctionnelles – de modes – à l’interface claire et didactique.

Si nous résumons notre pensée, il semble que l’ajustement soit favorisé par l’interaction plurielle qu’offrent certaines fonctionnalités du dispositif. En conséquence, l’ajustement repose sur l’invention de différents modes que l’utilisateur peut s’approprier (ou détourner). Précisons que ce jeu de modes auquel l’utilisateur peut se livrer n’est pas exactement de l’ordre du réglage¹⁷ : l’utilisateur n’est pas invité à paramétrer la fonctionnalité elle-même, seulement les champs liés à la configuration d’une alerte. Le mode est un niveau intermédiaire entre le paramétrage fin et l’automatisme sans prise.

Au sein d’iQspot, nous n’avons pas encore assez de recul quant à l’emploi de ces différents modes. Nous avons très peu d’utilisateurs assidus, environ une dizaine de gestionnaires, car nombre de clients font confiance aux *energy managers* en interne chez iQspot pour configurer le disposi-

¹⁶ Olia LILIANA. *Turing Complete User*. Contemporary Home Computing. Oct. 2012. En ligne : <http://contemporary-home-computing.org/turing-complete-user/#fn-schools> (visité le 18/07/2021), « *An effort must be made to educate the users about themselves. There should be understanding of what it means to be a user of an “all purpose automatic digital computing system”.* »

¹⁷ MASURE, *op. cit.*, p. 282.

tif de gestion énergétique. Il sera intéressant dans un futur proche d'étudier les usages effectifs de ces différents modes. La triangulation de ces usages pourrait encore s'avérer utile : croiser les traces de l'utilisateur dans l'application, son témoignage lors d'entretiens qualitatifs, et les données indirectes recueillies par l'équipe.

Cette réflexion interroge aussi la possibilité de classifier les modes d'interaction. Dans cette recherche-projet, la description des modes demeure spécifique, non-généralisable, puisqu'uniquement basée sur l'expérience de prototypage d'une fonctionnalité de la solution iQspot. Mais peut-il en être autrement? Les modes, en tant que variations de manières d'effectuer une tâche donnée, peuvent-ils devenir génériques? Comme ils modulent une opération donnée, et se conçoivent en fonction d'un contexte donné, leur généralisation est peu probable. S'il reste du générique, c'est à la rigueur dans certains régimes d'interaction dont ces modes sont la concrétisation, comme si le « mode » était l'agencement d'un diagramme que nous appelons « régime ». Leurs noms peuvent se recouper mais ne recouvrent pas les mêmes choses. Par exemple, le *mode augmenté* correspond à l'interface qui guide l'utilisateur par une série d'indicateurs, tandis que l'augmentation correspond au principe général consistant à améliorer techniquement les facultés de cognition et d'action de l'utilisateur. Après les fonctions et les modes, nous allons expliciter le concept de « régime » d'interaction humain-machine.

7.1.3 Des régimes d'interaction humain-machine

Reprenons le vocabulaire défini précédemment. Les fonctions de traduction sont les passerelles entre le référentiel humain et le référentiel de l'algorithme : elles permettent de concevoir des interactions entre ces actants de nature asymétrique. Ces groupes d'interactions forment des modes, et chaque mode exprime une « manière de faire » singulière proposée à l'utilisateur. Enfin, un mode peut refléter un régime d'interaction spécifique.

Mais lorsque nous parlons de « régime » en design, nous nous écartons des régimes d'interaction établis dans les *Interactions risquées* d'Éric Landowski. La programmation, l'accident, la manipulation et l'ajustement ne peuvent qualifier ces ensembles d'interactions que sont les modes. Il nous faut définir le régime d'interaction en design.

De façon imagée et en se référant à son étymologie (*regere* signifie « diriger » en latin), on peut décrire le régime d'interaction comme une certaine « politique » d'interaction au sein d'une fonctionnalité ou d'un dispositif tout entier. Si Langdon Winner assumait dans les années 1980 que « les artefacts ont une politique¹⁸ », c'est bien parce qu'ils embarquent un certain nombre d'idées et de postulats sur la façon de mener une action et sur sa finalité. Le régime insuffle donc une certaine configuration des rapports de force dans un dispositif, un certain principe de fonctionnement, nous pourrions dire un *diagramme*. Cette dénomination signifierait alors que le régime

¹⁸ Langdon WINNER. « Do Artifacts Have Politics? » In : *Daedalus* 109.1 (1980), p. 121-136.

d'interaction en design est transposable et/ou commun à différents services numériques. Pour illustrer ce que peut être un régime d'interaction en design, listons quatre candidats à ce statut, déjà évoqués dans cette recherche, en précisant leur niveau d'automatisme : ce sont le débrayage, la substitution, la macrosuasion, l'augmentation.

- **Le débrayage** est le rang zéro de l'automatisation. On pourrait penser que ce régime est un non-régime, qu'il n'a pas de signification particulière, mais l'absence d'automate assistant l'utilisateur est relativement rare en milieu numérique : elle tient le plus souvent à un choix délibéré. Si aucun automate n'est activé, c'est peut-être la volonté d'un utilisateur qui ne ressent pas le besoin d'une ingénierie technique dans son action, ou encore le fait que l'algorithme est en défaut sur la tâche effectuée – on parlera d'un *fallback* vers le mode manuel, c'est-à-dire que l'humain doit reprendre les commandes après une défaillance algorithmique. Pour les alertes énergétiques d'iQspot, cela revient à une configuration sans le moindre regard aux indicateurs proposés par l'algorithme. Notons qu'en milieu numérique, le débrayage est aussi le régime mobilisé lorsque le contexte d'utilisation du service est dégradé : on peut penser à une mauvaise connectivité qui pousse le service à désactiver certains automatismes pour sauvegarder l'expérience globale en la rendant minimale au lieu de nulle.
- **La substitution** est l'extrême opposé du débrayage. Ce régime d'interaction frôle l'absence d'interaction tant l'utilisateur a délégué la quasi-totalité de sa tâche à la machine. Les différents algorithmes sont mobilisés pour que l'humain n'ait qu'une ingénierie minimale dans l'activité dans laquelle il a été remplacé. Dans le dispositif iQspot, cette automatisation quasi-totale se retrouve dans la production algorithmique d'alertes préconfigurées et activées automatiquement dès leur apparition dans l'interface. Dans ce cas-là l'automatisation constitue une sécurité par défaut lorsqu'un bâtiment n'a pas encore été supervisé par l'humain. Mais ce type de substitution court-circuite parfois la cognition humaine jusqu'à la surprendre. On trouve par exemple dans le système d'exploitation Android ou dans l'outil Gmail des suggestions de texte générées en fonction du contexte. Cette ingénierie des algorithmes dans nos discussions numériques entre humains est intrigante politiquement. Heureusement, cette automatisation proche de la substitution peut être désactivée, ce qui revient à un débrayage.
- **La macrosuasion** est un régime d'interaction reposant sur des mécaniques persuasives¹⁹. Le terme a été proposé par BJ Fogg, pape de la *captology* et autres concepts aujourd'hui réunis sous le nom de *persuasive design*. La macrosuasion, comme son nom le laisse deviner, consiste à instaurer dans un service une dynamique macroscopique de persuasion soutenant la motivation d'un utilisateur pour atteindre un objectif à court, moyen ou long terme. Les applications éducatives, de coaching, de diététique ou encore de *running*, sont des exemples typiques de dispositifs macrosuasifs. Cette dynamique globale de persua-

¹⁹ FOGG et al., *op. cit.*

sion repose sur de nombreux automates qui stimulent l'utilisateur : ce dernier reçoit automatiquement des notifications qui incitent à l'usage de l'application pour persévérer dans ses objectifs. Notons que si l'utilisateur est appelé sur l'application, il lui incombe de réaliser l'action qui n'est pas automatisée. Au sein d'iQspot, la macrosuasion est exploitée de façon très mesurée, par le recours à des notifications d'alertes de surconsommation par exemple²⁰.

- **L'augmentation** est le régime d'interaction le plus étudié et développé au sein de cette recherche-projet. Il consiste à soutenir par divers algorithmes le travail de l'utilisateur. Dans ce régime, des automates s'activent dès que l'humain arrive à un point de l'interaction nécessitant potentiellement un support computationnel. Ce soutien peut être conditionné à un apport d'informations de l'utilisateur qui doit amorcer l'interaction, par exemple en apportant de premiers éléments de contexte. Ensuite, à chaque étape de l'interaction, les algorithmes s'activent pour compléter la réflexion et l'action de l'utilisateur. Nous faisons bien sûr allusion à la configuration d'alertes d'iQspot dans son mode augmenté, fonction qui exploite tous ces automatismes pour soutenir le travail humain. L'augmentation de micro-interactions est omniprésente en milieu numérique : l'auto-complétion, le fait qu'un algorithme complète le texte que tape l'utilisateur dans un formulaire est un modeste exemple de recherche « augmentée » permise par la synchronisation de l'action humaine et de la computation.

Ce rapide panorama illustre le concept de régime d'interaction tel que nous l'entendons en design, en précisant notamment leur rapport à l'automatisation. Nous pouvons les reclasser du moins automatisé au plus automatisé dans le tableau ci-contre (voir tableau 7.2). Nous estimons aussi l'implication de l'interactant humain.

TABLE 7.2 – Tableau récapitulatif des régimes d'interaction

Régime d'interaction	Automatisme	Implication humaine
Débrayage		•••
Macrosuasion	•	••
Augmentation	•	••
Substitution	•••	

On constate dans ce tableau que les différents régimes intègrent dans des proportions différentes l'automatisation. En effet, la plupart des modes d'interaction proposés reposent en réalité sur des dosages variés d'automatisme, en termes de type et de degré²¹. Par exemple, au cours de la configuration augmentée des alertes énergétiques, les actions de l'agent humain déclenchent des automates qui vont chercher des informations en base de données, les traitent à la volée et les restituent dans l'interface. Pour autant, l'automate ne se substitue en rien à l'utilisateur

²⁰ Comme nous l'avons évoqué dans le travail de prototypage, ces notifications tendent à être diminuées par des groupement et/ou pondération des alertes en fonction de leur gravité (en termes de déperditions énergétiques) et leur fréquence.

²¹ Rappelons que selon Parasuraman, l'automatisme se caractérise par un type (acquisition de l'information, manipulation de l'information, décision et action) et un degré (de nul à élevé).

qui peut choisir de s'appuyer ou non sur les indicateurs textuels et visuels affichés (valeur-seuil suggérée, représentation graphique, nombre de déclenchements, etc.).

L'ajustement en design intègre donc la responsabilité de jauger l'« automatisabilité » d'une action, c'est-à-dire être capable de statuer sur le bienfondé de l'automatisation dans chaque mode d'interaction. Pour ce faire, il faut garder en tête que l'automate est avant tout un substitut technique à l'action et à la cognition humaine. « La machine est un geste humain déposé, fixé, devenu stéréotypie et pouvoir de recommencement²² », dirait Gilbert Simondon. Or en design, seule une étude des utilisateurs et de leurs usages (voir chapitre 5) permet de déterminer les actions que les individus souhaitent effectivement déléguer à la machine ou au contraire effectuer par eux-mêmes, seule une étude des utilisateurs et des usages permet de penser des régimes d'interaction, puis des modes d'interaction pertinents.

Ce passage en revue des régimes d'interaction permet aussi de saisir qu'il n'y a pas d'opposition radicale entre les notions d'augmentation et d'automatisation – les deux modes principaux développés dans cette recherche-projet. L'augmentation repose sur des sous-tâches automatisées dont le produit est réintroduit dans le cours de l'action pour la faciliter. S'il doit y avoir un clivage entre les régimes, comme dans la contradiction programmation/ajustement de Landowski, c'est à la rigueur entre les régimes de l'augmentation et de la substitution : le premier introduit de façon située des automates pour soutenir l'activité d'un utilisateur en lui offrant potentiellement un surplus de capacité, le second peut devenir un déploiement démesuré d'automates qui évincent l'agent humain de sa tâche. Cette opposition « politique » entre les régimes de l'augmentation et de la substitution recoupe une discussion récurrente en réunion de conception d'iQspot autour de la fonctionnalité d'alertes et de son automatisation potentielle. Lors de premiers débats, l'équipe avait statué que le gestionnaire devait garder la main sur la configuration, être accompagné et en pleine compréhension des données manipulées. Mais au gré des entretiens formels et informels avec les gestionnaires de parcs immobiliers, il est apparu que ces derniers, pour certains profils et dans certaines situations, n'avaient ni le temps ni l'envie d'exploiter l'interface proposée. Une automatisation forte, proche du régime de la substitution devait alors prendre le relai de l'augmentation pour couvrir davantage d'usages, ou plutôt de non-usages. Or cette automatisation poussée n'était pas non plus du goût de tous les gestionnaires, certains devenus inquiets d'un potentiel manque d'appropriation du dispositif. En conclusion, l'équipe de conception s'est faite à l'idée que les régimes d'interactions, s'ils sont pertinents pour différents sous-groupes d'utilisateurs, se complètent plutôt qu'ils ne se remplacent.

Progressivement, nous constatons que les régimes d'interaction « sémiotiques » (au sens de Landowski) et les régimes d'interaction en design ne se recoupent pas. D'une part parce que Landowski pose l'ajustement comme une négation de la programmation : leur relation contradictoire les rend incompatibles. D'autre part, parce que l'ajustement de Landowski et l'ajustement

²² SIMONDON, *op. cit.*, p. 91.

en design ne signifient pas la même chose : si cet ajustement sémiotique caractérise un régime de l'interaction, il relève davantage d'une approche ou d'un positionnement dans le champ du design. Après avoir trouvé dans le travail de Landowski une des amorces de notre recherche, nous devons rompre avec sa contribution sémiotique pour proposer une définition de l'ajustement en design.

7.1.4 L'ajustement en design

La proposition sémiotique de Landowski a de quoi troubler le design, à plus forte raison le design numérique. En effet, en positionnant l'ajustement en contradiction avec la programmation, Landowski rend ces régimes « sémiotiques » fondamentalement incompatibles. Or, comme le design en milieu numérique repose sur des phénomènes d'automatisation eux-mêmes soumis au régime de la programmation, que reste-t-il de possibilités d'ajustement dans ces interactions « programmées » ?

Landowski fournit heureusement une ligne de fuite à sa structure sémiotique qui entrave le design. Il admet que certains « appareils électroniques [...] sont si sophistiqués, si fins dans leurs réactions aux motions les plus discrètes et subtiles de l'utilisateur qu'ils donnent l'impression que la machine "sent" son partenaire », ce qui montre qu'« entre la programmation, lorsqu'elle est portée à un stade de raffinement très poussé, et l'ajustement "sensible", le pas n'est pas absolument infranchissable²³ ». Nous nous engouffrons dans cette brèche qui laisse entrevoir une trajectoire convergente avec nos conclusions de prototypage et augure une possibilité de construire l'ajustement en design.

Avant cela, permettons-nous d'arracher un dernier mot au vocabulaire de Landowski. Le sémioticien écrit que l'ajustement entre deux interactants repose sur la compétence de « se sentir réciproquement²⁴ », qu'il appelle la compétence *esthétique*. Cela adresse un grand défi au design qui, s'il veut ajuster l'humain et l'algorithme doit faire en sorte que ces interactants puissent réceptionner et interpréter un message par-delà leur différence de référentiel. Si l'on prête volontiers cette compétence esthétique, cette sensibilité, à l'humain, il nous reste à la concevoir artificiellement chez la machine.

Pour autant, peut-on dire que la machine conçue est « sensible » ? L'adjectif français, dans son acception littérale, donne l'impression d'un agent capable de sensation au risque d'une confusion humain-machine. Son homonyme anglophone *sensible* est plus précis : sa signification fraye avec l'aspect pratique et le bon sens, et surtout avec la notion d'adaptation. Et si la sensibilité de la machine était sa capacité à s'adapter et à réagir aux changements de situation ? Pour éviter tout anthropomorphisme, nous parlerons d'adaptabilité pour désigner la sensibilité des machines,

²³ LANDOWSKI, *op. cit.*, p. 45.

²⁴ *Ibid.*, p. 43.

c'est-à-dire leur capacité à s'ajuster à l'utilisateur et au contexte en proposant plusieurs modes d'interaction.

Dans le prototype conçu, notre vision de l'ajustement en design s'est illustrée par divers **modes d'interaction** qui, effectivement, *s'adaptent* à différents usages et contextes dans la manipulation des alertes énergétiques. La configuration augmentée assiste le gestionnaire volontaire dans sa déduction des paramètres les plus pertinents pour surveiller les surconsommations énergétiques de son bâtiment. La configuration automatique propose un raccourci aux gestionnaires rebutés par la technicité des enjeux énergétiques ou ne désirant pas exploiter leur temps dans cette tâche. La configuration manuelle, première mouture de la fonctionnalité, autorise ce que nous pourrions appeler un débrayage : une proposition (ou une obligation) d'agir sans automatisme, un retour au mode manuel. Ce mode manuel est « contenu » dans le mode augmenté, puisque ce dernier suggère les valeurs sans jamais agir à la place de l'utilisateur. On constate donc que le mode d'interaction n'est pas déterminé une fois pour toute au sein de la fonctionnalité et que plusieurs chemins sont offerts à l'utilisateur pour arriver à ses fins. L'équipe de Parasuraman évoque cette adaptabilité qui lutte contre la fixité fonctionnelle d'un système impliquant des automatismes :

Les niveaux d'automatisation des différents types fonctionnels n'ont pas besoin d'être fixés au stade du design du système. Au lieu de cela, le niveau (et peut-être même le type) d'automatisation pourrait être conçu pour varier en fonction des exigences de la situation lors de l'utilisation²⁵ [ma traduction].

Cela évite l'avènement d'un spectre fonctionnel relativement resserré, c'est-à-dire des possibilités très restreintes d'action, ou plutôt de « manières de faire ». Gilbert Simondon nomme *hypertélie* cette « spécialisation exagérée » qui « désadapt[e] [l'objet technique] par rapport à un changement même léger survenant dans les conditions d'utilisation ou de fabrication²⁶ ». Autrement dit, un dispositif hypertélique devient si spécialisé, automatisé et fermé qu'il ne répond plus qu'à une tâche donnée, devient obsolète au moindre changement de contexte et « vulnérable vis à vis des moindres variations de son environnement²⁷ ». Or nous avons lu dans la philosophie de Simondon que le perfectionnement des machines ne tient pas à leur haut degré d'automatisation, mais à leur prise en compte d'une « marge d'indétermination » dans leur fonctionnement, capacité que le philosophe appelle lui aussi « sensibilité des machines²⁸ ».

Ce cheminement pour inventer cette adaptabilité des machines en aménageant des « marges d'indétermination » est sûrement le travail de médiation que nous cherchons à décrire, ce que

²⁵ PARASURAMAN, SHERIDAN et WICKENS, *op. cit.*, « Levels of automation across any of these functional types need not be fixed at the system design stage. Instead, the level (and perhaps even the type) of automation could be designed to vary depending on situational demands during operational use. »

²⁶ SIMONDON, *op. cit.*, p. 61.

²⁷ Madeleine AKRICH. « Les formes de la médiation technique ». In : *Réseaux*. Réseaux. T. 60. 1993, p. 87. En ligne : <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00081730> (visité le 25/06/2021).

²⁸ SIMONDON, *op. cit.*, p. 12.

nous appelons l'ajustement. Dans cette recherche en design en milieu numérique, cela nous a mené à positionner le juste curseur entre l'augmentation, l'automatisation, la substitution et d'autres régimes d'interaction, et à orchestrer le déclenchement circonstancié des automates sous-jacents. Autrement dit, notre exercice a consisté à pondérer et à configurer les algorithmes pour qu'ils se manifestent en adéquation avec un contexte et un type d'utilisateurs. Le paroxysme de cet ajustement se trouve certainement dans les interactions les plus complexes qui mobilisent simultanément la cognition humaine et la computation algorithmique. Si l'on se positionne dans le design global, on peut tenter une définition qui s'extrait du milieu numérique :

En design, l'ajustement est un **processus** qui permet de penser les régimes et les modes d'interaction à même de garantir l'adaptabilité d'un dispositif. À l'instar du mot « design », l'ajustement désigne à la fois un processus et son résultat. L'ajustement est aussi un **état** méta-stable, satisfaisant et suffisant (*satisficing*), caractérisant le juste rapport entre deux interactants dans une situation d'action donnée. Comme l'ajustement se manifeste différemment selon le contexte et le type d'utilisateur en présence, nous entérinons qu'il ne constitue pas un régime d'interaction unique, mais un panel de choix de modes d'interaction. Il s'agit ensuite de mener chaque profil d'utilisateur vers le mode le plus adapté aux circonstances de l'action, ou mieux, de montrer à l'utilisateur qu'il peut s'essayer à ces différents modes pour effectuer une action.

On remarque que cette définition est valable pour concevoir des interactions entre des humains et des algorithmes mais aussi, pourquoi pas, entre des usagers d'un service public et les agents qui les accueillent. En effet, un projet de design de services peut tout à fait déployer une démarche d'ajustement pour créer différents modes d'interaction humain-humain en fonction de divers types de situation. Encore une fois, l'exemple d'un usager d'un service public est tout à fait valable : par exemple, chaque type de demande administrative croisé avec un profil donné peut se voir proposer des modes d'interaction différents.

Enfin, l'ajustement requiert le déploiement d'une **méthodologie** qui comprenne la singularité et la sensibilité des interactants, et non une méthodologie systématique et spéculative (voir chapitre 5). C'est pourquoi nous nous sommes appesantis, et ce sous plusieurs prismes, sur les interactants impliqués, soit respectivement les algorithmes (Chapitre 4) et les gestionnaires immobiliers (Chapitre 5). L'objectif de ces études était de sonder leurs capacités respectives (computation et cognition) et leurs perspectives d'adaptation (à l'autre interactant) pour penser leurs modes d'interaction. La méthodologie déployée pour circonscrire les interactants humains ne laisse aucune place à la spéculation. Aussi, elle est relativement complète au sens où elle aborde l'utilisateur par trois prismes – ce que j'ai appelé une « triangulation ». Nous y croisons des données « méta » qui agrègent les informations indirectes et informelles sur l'utilisateur, des données quantitatives sur les habitudes de configuration de ces derniers, des données qualitatives (entretiens, classement, verbatims) issues d'entretiens semi-directifs – nous préciserons que cette méthodologie favorise le couplage humain-machine (voir sous-section 7.2.1). Toute

cette méthodologie est répliquable au-delà du milieu numérique, en l'adaptant aux données disponibles.

En passant de la sémiotique au design numérique, puis du design numérique au design global, nous avons décrit ce que peut être l'ajustement dans notre discipline. À la fois processus et état recherché, l'ajustement vise la conception de dispositifs adaptatifs aux interactants qu'il mobilise. Ce processus repose sur l'invention de régimes et de modes d'interaction, des concepts que l'on peut réutiliser en design global. Notre terrain spécifique l'oblige, nous avons particulièrement travaillé l'ajustement en design numérique, ce qui implique par exemple que les fonctions de traduction proposées (contextualisation, suggestion, représentation, modération, narration) sont difficilement déplaçables dans d'autres champs spécifiques du design.

La discussion qui suit vise à éprouver l'ajustement, ainsi que les fonctions de traduction, les modes et régimes d'interaction, dans la discipline des SIC et dans le cadre épistémologique que nous avons esquissé au début de cette recherche (voir chapitre 3). Si ces concepts alimentent tous ensemble la conception de dispositifs numériques, que signifient-ils pour la théorie de l'interaction humain-machine? Comment, pris ensemble, témoignent-ils d'une approche singulière de l'interaction? Quelle épistémè esquisse-t-ils? C'est ce que nous tenterons de clarifier dans la section suivante.

7.2 Épistémologie de l'ajustement

7.2.1 L'interaction comme un couplage

Nous avons dit que l'ajustement en design n'est pas un régime de l'interaction, mais une approche de la conception qui sélectionne et développe des modes d'interaction pour que le déploiement technique s'adapte aux usages et aux utilisateurs. Au-delà des éléments conceptifs précédemment évoqués, l'ajustement repose sur un positionnement singulier dans le champ de l'interaction humain machine : il incite notamment à penser l'interaction comme un couplage dynamique entre les interactants humain et machinique. Nous renforçons ici des notions déjà évoquées (voir chapitre 3) avec le recul de la pratique.

En premier lieu, le couplage détermine une relation entre l'humain et la machine. Parmi les paradigmes de l'interaction évoqués (voir chapitre 3), c'est en effet le terme de couplage que nous avons retenu. Le mot « couplage » apparaît de prime abord assez pauvre sémantiquement. Certes, il ne va pas aussi loin dans l'interaction que la symbiose, mais la « symbiose » outrepassé le sens que l'on souhaite donner à la relation humain-machine, notamment dans l'analogie biologique voire évolutionniste : nous préférons éviter cette confusion. Le couplage peut aussi prêter à sourire, à la pensée d'un couple entre l'humain et sa machine – ce qu'assume parfaitement IBM qui crée une analogie entre la relation humain-machine et la relation humain-humain (*relationship*). Nous n'avons pas creusé cet aspect émotionnel de la relation humain-machine et nous sommes limités aux ressentis et opinions des utilisateurs, exprimés dans les verbatims des entretiens. Ni analogie, ni extrapolation relationnelle, nous avons choisi le terme de couplage pour sa signification de co-présence et de co-action. Le sens du latin *copula* nous intéresse sur ce point, puisqu'il signifie le lien ou encore la liaison, mais aussi quelque chose de l'ordre de l'alliance. Dans la sociologie contemporaine, Dominique Cardon emploie le mot *couple* pour souligner l'influence mutuelle des interactants, et le mot *couplage* pour décrire l'ajustement entre la « puissance d'agir » humaine et le poids des « architectures » techniques²⁹. Le couplage serait donc une union de l'humain et de la machine qui les attache ensemble, les rend interdépendants, mais leur permet aussi de faire plus, ou mieux, ou autrement, que ce qu'ils peuvent faire indépendamment. Le couplage comme lien entre les interactants rappelle aussi l'inséparabilité de l'humain et de sa technique ou, autrement dit, que la technique est anthropologiquement constitutive. Cela recoupe les travaux de ceux qui ont traité l'histoire mixte de l'humain et de la technique, sans isoler l'un de l'autre. On pense au paléoanthropologue André Leroi-Gourhan³⁰ ou encore au philosophe Gilbert Simondon³¹. Ce dernier, qui a beaucoup écrit sur les questions fonctionnelles et culturelles relatives à notre rapport à l'objet technique, emploie aussi le terme

²⁹ CARDON, *À Quoi Rêvent Les Algorithmes*, Chapitre *Passer en manuel*.

³⁰ LEROI-GOURHAN, *op. cit.*

³¹ SIMONDON, *op. cit.*

de « couplage » : « Le rapport adéquat de l'homme à l'objet technique doit être saisi comme un couplage entre le vivant et le non-vivant³². »

Ensuite, le couplage présuppose un pas en avant de la part de chaque interactant. D'un côté, le dispositif intègre les pratiques et le référentiel des utilisateurs pour proposer des modes d'interaction adaptés à la variabilité des contextes. De l'autre, l'utilisateur s'accoutume à des concepts techniques et à des principes de fonctionnement caractéristiques des services numériques :

- **De la réalité humaine dans la machine** : si l'utilisateur parvient à interagir avec un dispositif inconnu, c'est que le concepteur y a incorporé une « réalité humaine » correspondant à ses pratiques et à son langage. Pour ce faire, dans une « ethnométhodologie numérique », nous avons triangulé les pratiques des gestionnaires immobiliers pour saisir leur vocabulaire, leurs représentations et habitudes de travail. Nous l'avons dit, cette triangulation recoupe des données « méta », quantitatives et qualitatives. Ces données ont déterminé de nombreux termes qui parcourent l'application, et plus spécifiquement la fonctionnalité d'alertes énergétiques.
- **De la culture technique chez l'humain** : il est souhaitable que l'interaction entre le dispositif et l'utilisateur améliore la culture de ce dernier sur les enjeux techniques auxquels il est confronté. Nous ne parlons pas d'apprendre les statistiques ou l'apprentissage machine au gestionnaire immobilier, mais seulement de faire naître en lui un rapport de familiarité avec le potentiel computationnel que recèle le dispositif. Au sein de l'interface étudiée, c'est par exemple lui faire « sentir » dans quelles situations il serait préférable de faire confiance à l'automate ou dans quelles situations il vaudrait mieux miser sur une configuration humaine – la documentation du projet PAIR de Google parle d'un utilisateur capable de « calibrer sa confiance³³ ».

Le couplage aiguille inéluctablement vers une méthode qui recherche un juste rapport entre les actions humaines et les actions déléguées à l'automate. Pour ce faire, nous avons enrayé deux réflexes de conception de notre méthodologie. En premier lieu, nous avons écarté le design centré utilisateur (UCD), focalisé démesurément (et parfois avec démagogie) sur les besoins des utilisateurs (voir chapitre 5). Entre autres travers, l'approche de l'UCD fraye parfois avec la spéculation sur l'identité des utilisateurs : elle sous-tend aussi une représentation linéaire et prédéterminée de l'interaction, en prêchant trop souvent une solution univoque. Ensuite, nous avons évacué l'idée d'une automatisation maximale du dispositif, d'un modèle de programmation pure qui tente d'injecter des techniques dans les pratiques d'utilisateurs... qui n'ont parfois rien demandé (voir chapitre 6) – on parle de logique « techno-push » dans l'industrie numérique. Mais la critique sans contre-proposition ne fait pas avancer la conception. C'est pourquoi nous avons mobilisé l'ethnographie et l'ethnométhodologie pour nous saisir des référentiels, du langage et

³² *Ibid.*, p. 363 de cette édition : prospectus de présentation de 1958.

³³ GOOGLE. *Explainability + Trust*. People + AI Guidebook. En ligne : <https://pair.withgoogle.com/chapter/explainability-trust/> (visité le 13/07/2021).

des pratiques des utilisateurs, autant de données sur l'utilisateur à traduire en pistes de conception. Pour ce qui est de l'automatisation au sein du dispositif, le fait de dresser une gradation de l'automatisation potentielle du service a permis de relier des degrés d'automatisation aux usages des gestionnaires qui utilisent (ou n'utilisent pas) le dispositif. En fin de compte, les conditions du couplage sont majoritairement déterminées par les pratiques et usages des utilisateurs potentiels, auxquels nous faisons correspondre des interactions facilitant leur travail quotidien.

Enfin, la qualité du couplage est dépendante du contexte de l'interaction. C'est pourquoi nous avons mobilisé la théorie de l'action située, afin que les représentations de l'action que nous – designers et ingénieurs – construisons puissent être complétées par les « contingences » de la situation de l'interaction. Il s'agit d'orienter plutôt que de spécifier³⁴, dirait Lucy Suchman. En effet, plutôt que de scripter l'action de l'utilisateur, nous avons choisi d'étayer le contexte de son action d'éléments auxiliaires qui lui fournissent les moyens de mener à bien l'action. La configuration d'alertes énergétiques, dans son mode augmenté, illustre parfaitement cette aide contextuelle qui fait progresser l'action : l'utilisateur débute le remplissage du panneau et ses saisies ou choix de données font apparaître des indicateurs pour assister ses facultés cognitives surchargées ou mises en défaut. Cette démarche de design favorise ces interactions sophistiquées dont les « principes mêmes [...] émergent peu à peu³⁵ que décrit Éric Landowski.

Penser l'interaction comme une relation de co-présence et de co-action, comme un pas en avant de chaque interactant vers l'autre, comme nécessitant une méthode qui relie des usages à des techniques, penser le contexte et ses détails pour soutenir les interactants : telles sont les réflexions ouverte par le concept de couplage. La relation humain-machine envisagée comme un couplage valide notre projet numérique de concevoir des interactions mobilisant simultanément les deux interactants. Si la sémiotique de Landowski a amorcé notre quête de l'ajustement, la théorie de l'action située de Lucy Suchman nous a procuré des conseils non seulement opérants dans la pratique, mais aussi représentatifs d'un positionnement dans le design des interfaces humain-machine. Dans la continuité de Suchman, nous allons constater les bénéfices d'une approche communicationnelle de l'interaction pour les Sciences de l'Information et de la Communication (SIC) et la théorie des interactions humain-machine, mais aussi pour la pratique de la conception.

7.2.2 L'interaction au prisme de la communication

Cette recherche aboutissant au concept d'ajustement repose de prime abord sur un projet relativement technique. Pourtant, la problématique qui sous-tend le travail de prototypage, et la méthodologie permettant de la résoudre, intègrent pleinement les sciences humaines et, *a fortiori*,

³⁴ SUCHMAN, *op. cit.*, p. 185 : The function of abstract representations is not to serve as specifications for the local interactions but rather to orient or position us in a way that will allow us, through local interactions, to exploit some contingencies of our environment and to avoid others.

³⁵ LANDOWSKI, *op. cit.*, p.41.

les sciences de l'information et de la communication (SIC). L'intitulé de cette interdiscipline est lui-même problématique, comme s'il interrogeait une tension entre ses deux objets d'étude en mêlant en son nom le moyen (l'information) et sa fin (la communication). Même s'il faut étudier de concert le *medium* et le *message*, le risque de cette dualité entre information et communication est qu'un des deux items prenne le pas sur l'autre, par exemple que l'étude des structures de l'information soit davantage considérée que leur pertinence en situation de communication, et ainsi qu'on se soucie plus des canaux de communication que de leurs effets sur les activités humaines. Le risque semble avéré et inquiète jusqu'aux pionniers de la discipline, tels Dominique Wolton, dont ce texte résonne avec nombre de réflexions de cette recherche-projet :

Penser les rapports entre information et communication, entre communication humaine et communication technique. Approfondir la compréhension du décalage croissant entre les deux, entre le message et la relation. Les deux divergent au fur et à mesure que l'abondance croissante de l'information ne crée pas davantage de communication. Et l'interactivité technique inouïe ne réussit pas non plus à simplifier la relation entre information et communication. Plus il y a d'information, plus la communication s'embrouille, la relation butant sur le poids croissant de l'altérité. On retrouve cette opposition dans les rapports entre communication humaine et communication technique. Quelles que soient les performances de la communication technique, il faut bien en sortir pour retrouver la communication humaine, les rapports humains et sociaux³⁶.

Deux points sont à relever dans les mots de Wolton. Le premier est le fait que plus d'informations ne mène pas forcément à une meilleure communication. Cela recoupe les mots des gestionnaires immobiliers³⁷, qui assurent en entretien que ce n'est pas en multipliant le nombre de notifications que nous pouvons améliorer le travail individuel et collectif de la gestion énergétique, bien au contraire. Le second est le fait que le déploiement technique aveugle ne résoudra jamais la question de l'altérité du destinataire. Cela s'est manifesté par le besoin de mobiliser des disciplines telles que l'ethnographie et l'ethnométhodologie dans un milieu de conception éminemment technique pour appréhender le destinataire du système d'information en cours de conception.

L'ajustement qui vise à maximiser l'adaptabilité des dispositifs aux utilisateurs relie ce « juste » emploi de l'information et cette compréhension des divers groupes humains qui la manipulent dans leur communication quotidienne. Comme concept à la fois théorique et « opérant », l'ajustement participe à ce que ce que le design numérique ne soit pas relégué à une pratique purement opératoire. En effet, il tend à être assimilé à une sous-discipline qui ne serait que technique, une sous-discipline en charge de concevoir des systèmes d'information³⁸. Pourtant, plus que toute autre chapelle, le design numérique se soucie de la façon dont les techniques nu-

³⁶ Dominique WOLTON. « Information et communication : urgence théorique ». In : *Hermès, La Revue* n° 82.3 (3 déc. 2018), p. 10-18. En ligne : www.cairn.info/revue-hermes-la-revue-2018-3-page-10.htm (visité le 25/05/2021).

³⁷ Dans les entretiens 2.2 et 3

³⁸ En témoignent les appellations de designer UI ou UX, plus proches d'un travail technique sur les interfaces et d'une scénarisation systématique des usages que d'une démarche réflexive de design global.

mériques transforment nos manières de produire, d'échanger, de nous approprier ces informations, et donc de communiquer³⁹. Certes, l'étymologie latine de « communiquer » (*communi-care*) contient la notion de transmission, mais elle signifie également « communier », c'est-à-dire mettre quelque chose en commun, s'engager dans des rapports mutuels avec l'autre. Nous citons précédemment Licklider qui écrivait en 1968 : « communiquer, c'est bien plus que d'envoyer et de recevoir⁴⁰ ». Une vingtaine d'années plus tard, Lucy Suchman précisait que si la communication est effectivement permise par l'envoi et la réception d'informations, la communication humaine implique que deux personnes « co-construisent dynamiquement l'intelligibilité mutuelle d'une conversation à travers un éventail extraordinairement riche de compétences interactionnelles incarnées (*embodied*), fortement situées dans les circonstances immédiates⁴¹ [...] [ma traduction]

Dans ce passage de Suchman, on relève le terme de « conversation » pour désigner cet espace-temps d'échange d'informations, une métaphore singulière de l'approche communicationnelle : elle est présente chez Lucy Suchman, mais aussi chez Donald Schön, avec des sens différents mais complémentaires. Chez Suchman, la conversation est un élément de problématique : peut-on penser l'interaction humain-machine de la même façon qu'une conversation en face-à-face entre humains⁴²? L'objet de son travail consiste justement à déterminer ce qui diffère entre la communication humain-humain et la communication humain-machine, pour ensuite ajuster la communication indicielle de l'humain avec la communication formelle de la machine et, au bout du compte, atteindre une *intelligibilité mutuelle* et une *compréhension partagée* entre les deux interactants. Chez Schön, la conversation tient davantage d'une dialectique entre le praticien et son terrain pour appréhender une situation problématique : par une succession d'essais et de *talkbacks*, ce dernier cherche à appréhender et résoudre un problème. Par praticien, Schön n'entend pas seulement des designers et architectes, mais toute profession ayant besoin de dialoguer avec un contexte spécifique pour s'y adapter. La conversation réflexive serait donc une compétence résolument humaine, plus ou moins développée en fonction des individus. Enfin, Éric Landowski, autre influence de cette recherche, précise que la conversation dépasse le simple « échange de propos » et recouvre « tout un éventail de pratiques discursives⁴³ » aux significations qui varient selon le contexte.

En résumé, la notion de conversation questionne à la fois les singularités communicationnelles des interactants et le processus dialectique qu'ils déploient pour que la communication advienne et perdure. Elle dépasse la simple transaction de mots : ce sont des schèmes qui transigent, des concepts opératoires, voire des images tout entières. Un des impératifs du design nu-

³⁹ SUCHMAN, *op. cit.*, p. 34 : Suchman rappelle en début d'ouvrage, en note de bas de page, que l'interaction provient originellement des sciences physiques dans lesquelles elle signifie une influence réciproque de deux éléments. Elle précise que l'interaction en sciences humaines a davantage pris le sens de « communication entre personnes ».

⁴⁰ LICKLIDER et TAYLOR, *op. cit.*, p. 21.

⁴¹ SUCHMAN, *op. cit.*, p. 10 : « *humans dynamically coconstruct the mutual intelligibility of a conversation through an extraordinarily rich array of embodied interactional competencies, strongly situated in the circumstances at hand [...]* »

⁴² *Ibid.*, p. 10.

⁴³ LANDOWSKI, *op. cit.*, p. 82.

mérique est de permettre cette conversation entre l'humain et la machine : nous l'avons éprouvé par la conception de fonctions de traduction palliant leur asymétrie. D'après notre expérience : il faut convertir pour converser. C'est pourquoi le déploiement fonctionnel des dispositifs doit être subordonné à une production sémantique adaptée au contexte humain.

Il peut sembler tautologique de dire que la structuration et la transformation de l'information servent la communication, mais les multiples **désajustements sémiotiques** que nous vivons dans notre milieu numérique prouvent que l'injonction à la production d'informations peut enrayer la production du sens, et donc la communication. Ce que nous appelons « désajustement sémiotique » désigne ces situations où l'efficacité technique menace la production sémiotique au cours de l'interaction : c'est le déluge d'e-mails et de notifications qui brouille notre attention, c'est le contenu recommandé par l'algorithme qui tombe à côté de la plaque, c'est le trajet improbable et impraticable proposé par le GPS, c'est encore le *chatbot* qui interprète une question de travers et nous aiguille vers des rubriques inutiles.

Car en effet, si l'énonciation humaine « signifie » toujours, l'énonciation des machines, même transcrite en langage humain, déraile à la moindre erreur, brisant la continuité sémantique d'une conversation – comprendre d'une interaction. Les interactions ratées listées ci-dessus ne sont que la partie émergée et flagrante de l'iceberg. À celles-ci s'ajoutent toutes les interactions forcées : les innombrables actions que les utilisateurs effectuent à contrecœur en modifiant leurs pratiques ou leurs objectifs⁴⁴ (donner des informations personnelles superflues à un services ou visionner une publicité avant le contenu espéré).

Ces interactions manquées ou forcées peuvent être imputées à deux biais dans l'acte de conception. Le premier a déjà été identifié, et peut être décrit comme une considération purement informationnelle des interactants, réduits à deux automates informationnels s'échangeant des signaux, comme si l'humain pouvait encaisser des flux infinis d'information, ou comme si la machine pouvait saisir toutes les subtilités du langage naturel. Le second est plus difficile à appréhender : nous pourrions parler d'une opacification de l'émetteur. En effet, le milieu numérique voit jaillir nombres d'informations et d'injonctions à l'action, mais sait-on toujours qui en est la source ? Cet émetteur invisible pourrait être le (*transmitter*) de Claude Shannon⁴⁵, l'origine du message. Mais nous avons vu que l'interaction au prisme de la communication englobe bien plus qu'une émission d'informations.

La sémiotique peut nous aider à donner de la consistance et du sens à ce déclenchement de l'interaction. On peut parler de destinataire pour désigner celui ou ce qui provoque l'action du sujet. Nous allons tenter de lever l'opacité de cet émetteur-destinataire à l'échelle microscopique

⁴⁴ Nous parlons de conflit téléologique entre ce que l'utilisateur souhaite faire et ce que le designer souhaite lui faire faire et de conflit modale pour désigner une divergence de manières de faire entre utilisateur et designer (voir chapitre 5).

⁴⁵ Claude E. SHANNON. « A Mathematical Theory of Communication ». In : *The Bell System Technical Journal* 27.3 (juil. 1948), p. 379-423.

et à l'échelle macroscopique afin d'assurer la bonne communication de la fonctionnalité et de l'ensemble du dispositif.

À l'échelle microscopique, celle de la fonctionnalité d'alertes énergétiques, nous avons expliqué que les alertes peuvent avoir été générées par plusieurs sources possibles, à tel point que leur destinataire est difficile à identifier. On pourrait déduire que ces alertes, si elles ne sont pas choisies par des humains, sont déterminées par des machines, et que les badges « humain » ou « iQspot » devraient faire l'affaire. Sauf que le dispositif permet une collaboration subtile entre agents humains (parfois de plusieurs entreprises différentes), ce qui implique qu'une alerte qui n'a pas été configurée par le gestionnaire (sujet de l'action) n'est pas nécessairement un produit des algorithmes. Elle peut tout aussi bien avoir été configurée par une autre partie prenante humaine à la gestion énergétique d'un parc de bâtiment, voire par un *energy manager* de iQspot apportant ses préconisations de configuration d'alertes.

Pour résorber cette communication brouillée, nous avons assigné aux alertes des métadonnées précisant l'(inter)actant à l'origine de sa configuration dans une infobulle reliée au badge « humain » ou « algorithme ». Ces indicateurs n'améliorent en rien le fonctionnement ou l'efficacité du panneau d'alertes, mais ils signifient à l'utilisateur à la fois qui est le destinataire des alertes (agent humain ou algorithmique), et quel est le contexte d'émergence de cette alerte (si c'est un algorithme qui l'a calculée), par exemple selon la syntaxe : « Calculée par iQspot le 22/12/2022 ». Cela pallie les interrogations sur l'identité du *destinataire* et sur le *contexte* de l'action, ce qui renforce la communication. Par ce procédé rudimentaire, nous permettons à l'utilisateur de reconnaître un destinataire qui aurait pu être opacifié dans un dispositif réduit à un pur système d'information.

À l'échelle macroscopique, celle de la fonctionnalité d'alertes énergétiques, la sémiotique de Greimas peut nous aider à comprendre les rôles et les relations des différents interactants, dans une approche narrative⁴⁶. De la même façon que nous avons fait appel à la narration dans les fonctions de traduction humain-machine, nous convoquons encore le récit pour prendre la hauteur sur le dispositif⁴⁷. Cette préoccupation sémantique incombe aux concepteurs de dispositifs, Simondon dirait que « [l]'homme construit la signification des échanges d'informations entre machines⁴⁸. » Pour ce faire, nous mobilisons le schéma actantiel qui envisage notre situation interactive comme une quête plus vaste de la juste configuration d'un dispositif de suivi énergétique⁴⁹ : le destinataire est le mandateur qui fixe un objectif au gestionnaire, sujet de l'action (voir figure 7.5).

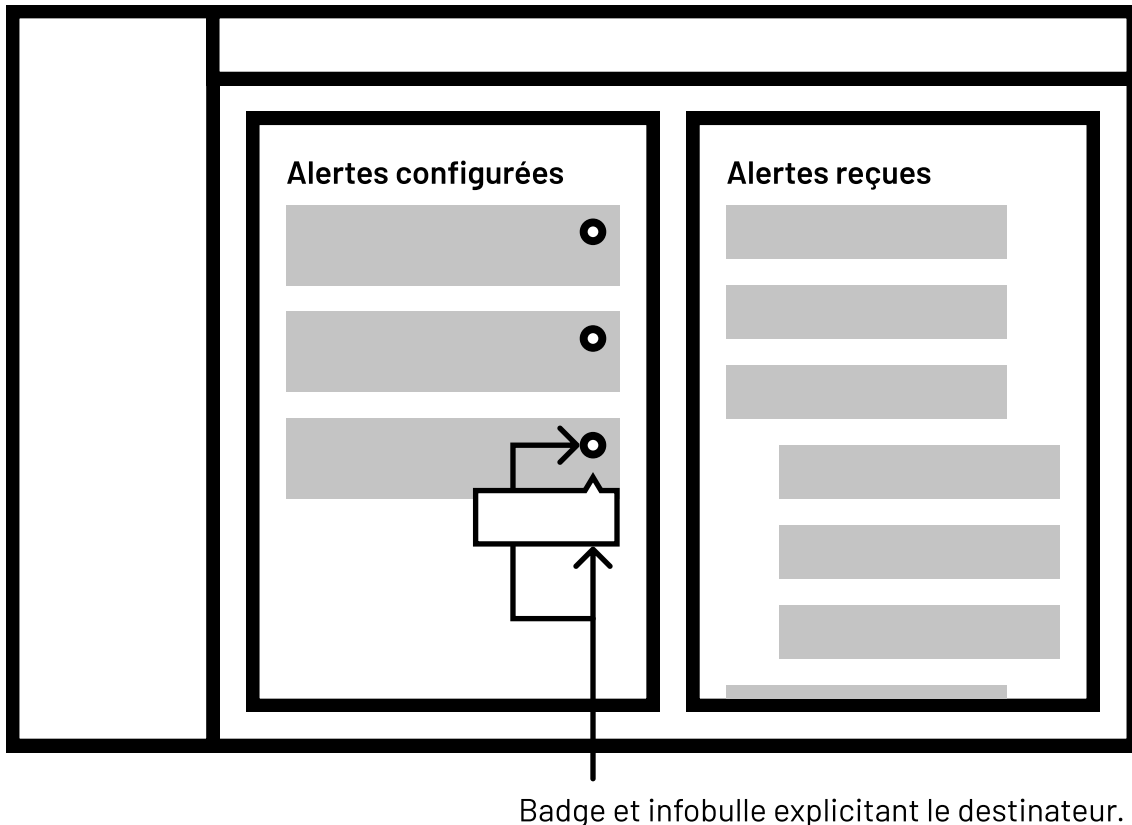
⁴⁶ Algirdas Julien GREIMAS et Joseph COURTÉS. *Sémiotique. Dictionnaire Raisonné de La Théorie Du Langage*. Hachette Université. Langue, Linguistique, Communication. Paris : Classiques Hachette, [1979] 1993.

⁴⁷ Bruno Bachimont a défini le récit comme une « verbalisation de ce qui est arrivé ou ce qui arrive comme l'histoire d'actant produisant causalement des effets ». Bruno BACHIMONT. « Écriture et Code, Motivation Du Sens et Arbitraire Du Calcul ». Le Champ de Signe (ÉSAD d'Amiens). 20 avr. 2021. En ligne : <https://champdusigne.esad-amiens.fr/>

⁴⁸ SIMONDON, *loc. cit.*

⁴⁹ Nous n'entrons pas dans les détails des objectifs différents qui existent entre les différents métiers de la gestion.

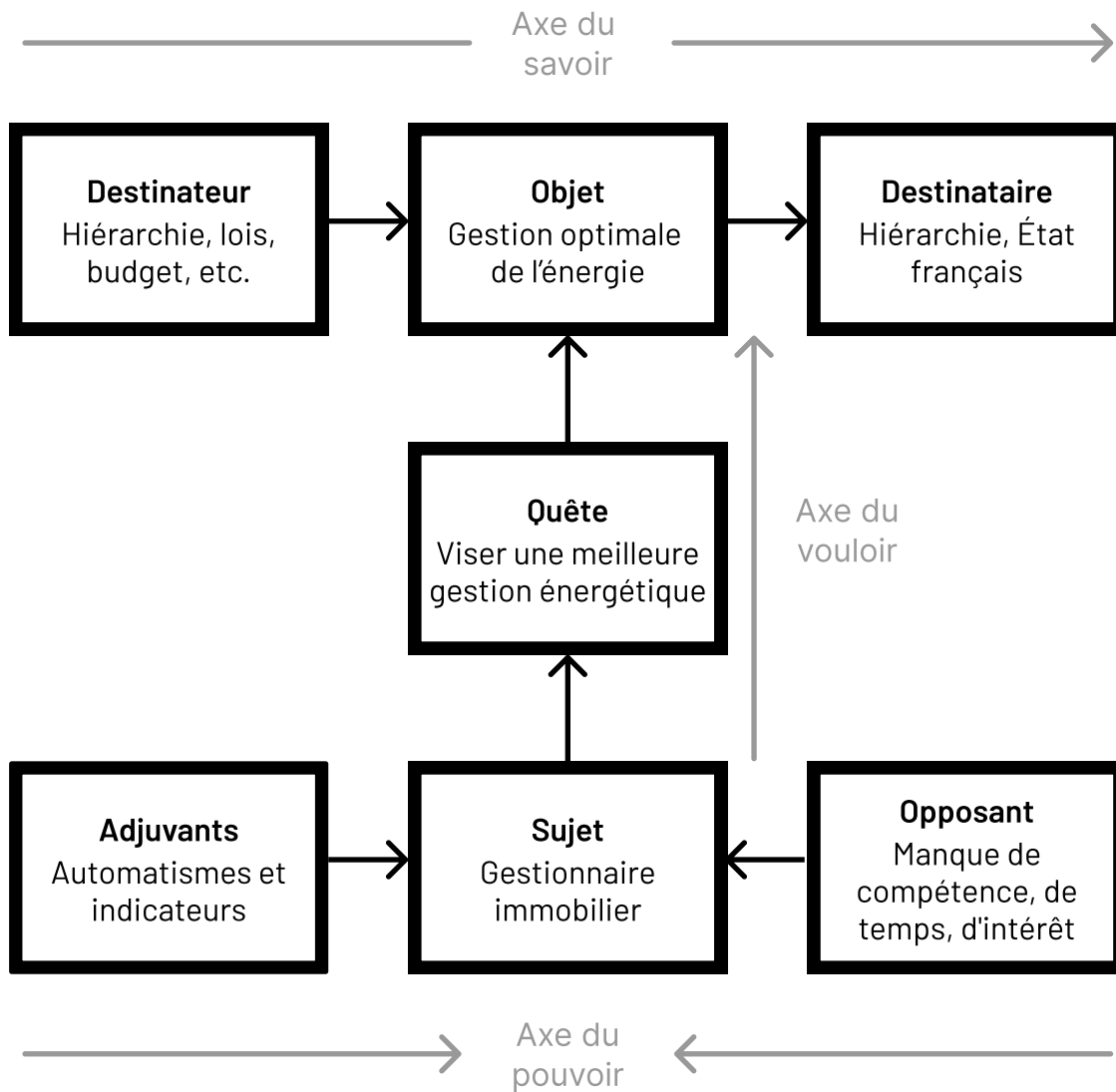
FIGURE 7.4 – Badge et infobulle sur un bloc « Alerte »



En réalité, cette représentation reprend les différentes parties prenantes précédemment évoquées (voir chapitre 5) pour les disposer sur différents axes de compréhension. Initialement prévu pour analyser la structure de récits, le schéma actantiel peut être employé dans des situations d'interactions complexes. Le schéma actantiel décrit un Sujet en Quête d'un Objet. Cette quête lui est confiée par un Destinateur qui souhaite voir l'objet transmis à un Destinataire. Dans sa quête, le Sujet peut être soutenu par un Adjuvant (humain ou non-humain) ou empêché dans sa tâche par un Opposant (humain ou non-humain également).

On observe sur le schéma qu'il est difficile de savoir quel actant disposer à la place du destinataire. Qu'est-ce qui ou qui mandate le gestionnaire pour optimiser l'énergie de son parc de bâtiments en gestion? Est-ce un impératif fixé par sa hiérarchie? Est-ce la contrainte législative liée au décret tertiaire qui pèse sur le métier de la gestion énergétique? Ou est-ce une volonté propre du gestionnaire de minimiser la part des dépenses énergétiques de son enveloppe dédiée à la gestion du bâtiment? Comme iQspot est un dispositif impliquant divers métiers ayant différents regards sur la gestion énergétique, l'identité du gestionnaire détermine en grande partie qui est le destinataire de sa « quête ». Nous avons vu (voir chapitre 5) que les *asset managers* ont la compétence financière de gérer des parcs pour des propriétaires fonciers; que les *property managers* pilotent le parc au niveau opérationnel; que les *facility managers* sont en charge de la

FIGURE 7.5 – Le schéma actantiel (d'après Greimas et Courtés) de la fonctionnalité d'alertes énergétiques



partie technique mais s'en réfèrent aux *property managers*, etc. Il y a donc autant de destinateurs potentiels qu'il y a de types d'utilisateurs potentiels.

Heureusement, cette complexité humaine a été modélisée dans le dispositif de façon à ce que ces pratiques identifiées trouvent leur formalisation dans l'interface proposée. En effet, il est possible de créer des **groupes** dans la base de données iQspot. Ils correspondent aux divers groupes humains impliqués dans la gestion énergétique d'un parc de bâtiments : propriétaires, *asset management*, *property management*, *energy management*, *facility management*, et prestataires (côté client) mais aussi *energy manager* (côté iQspot). Pour ne pas « emmêler » les lignes directrices de ces différents métiers, les utilisateurs peuvent se positionner dans leur groupe pour que l'application affiche les référentiels et objectifs propres à leur mode de travail. Cette fonction a d'ailleurs été conçue pour la fonctionnalité Objectifs qui, comme son nom l'indique, permet de positionner des objectifs de consommation sur différentes énergies et différents périmètres. Ce choix du groupe a été ensuite répercuté dans la fonctionnalité Alertes, les différents

utilisateurs ayant aussi des représentations diverses de ce que peut être une valeur-seuil à ne pas dépasser. Par exemple, sur un grand bâtiment, un dépassement de seuil journalier mineur (quelques kWh) ne sera pas important pour un *property manager* ou *asset manager*, qui observera que ce pic de consommation n'a pas d'impact sur son budget. Toutefois, ce soubresaut dans les consommations d'énergie peut inquiéter un *facility manager* qui ne comprend pas pourquoi l'équipement alimenté dans cette zone a engendré une surconsommation d'énergie.

Plus que la position des actants dans le schéma actantiel, les trois axes reconnaissables nous informent davantage sur les relations des interactants dans le dispositif. On observe que l'**axe du vouloir** pousse le gestionnaire (sujet) vers l'utilisation d'iQspot pour mener à bien sa gestion énergétique (objectif). L'**axe du pouvoir** révèle les antagonismes que sont les contraintes du métiers de gestionnaire (opposants) et les auxiliaires techniques (adjuvants) que ce dernier peut activer dans le dispositif iQspot : cet apport de capacités nouvelles à l'utilisateur est justement la promesse des dispositifs numériques. Enfin, l'**axe du savoir** fait circuler l'injonction d'une meilleure gestion énergétique depuis l'un des destinateurs vers le destinataire. Notons que lorsqu'un gestionnaire doit fournir les résultats de sa gestion énergétique à sa hiérarchie, ou à l'organisme d'État en charge de collecter ces données (OPERAT), le destinateur est aussi le destinataire. Cette axe du savoir est aussi appelé l'axe de la communication, ce qui est compréhensible au vu de la formule **destinateur** → **message** → **destinataire**. Cela rappelle également que le dispositif iQspot possède, en plus d'une portée opératoire, une portée communicationnelle : il établit une relation entre les différentes parties prenantes de la gestion d'un parc immobilier. Et cette portée communicationnelle a été intégrée au dispositif pour une meilleure compréhension et collaboration des différents interactants.

En résumé, c'est en réintroduisant la figure du destinateur dans le dispositif que nous avons solidifié les interactions au sein du dispositif iQspot. À l'échelle macroscopique, celle du dispositif, l'identification du destinateur sert à aiguiller l'utilisateur dans son mode de travail avec l'application web. À l'échelle microscopique, pour une action donnée comme la configuration d'une alerte, la précision du destinateur permet d'expliquer ce qui se joue (ou ce qui s'est joué) dans le cours d'une interaction : qui est à l'origine de ces données, ou plus précisément qui a configuré cette alerte? Dans la conception, on remarque que l'identification du destinateur va souvent de pair avec une précision du contexte d'émergence de la donnée : il peut être bon de savoir qu'un algorithme a fourni une information ou donnée, mais aussi de savoir comment cet algorithme a produit cette information. Nous voyons encore une fois qu'un dispositif ne peut se contenter de fonctionner : il doit aussi se communiquer, expliciter son fonctionnement. Il en va de même à l'échelle d'une interaction donnée : si la genèse et l'évolution de l'information ne sont pas mises en récit, l'interaction est réduite à un transfert d'informations sans production sémantique.

Nous avons d'ailleurs vu que l'interaction pensée comme une communication en possédait de nombreuses caractéristiques. Cela veut aussi dire qu'elle peut être interrompue si toutes les

conditions ne sont pas réunies. Ce risque d'interruption est d'autant plus présent dans la communication humain-machine, car les deux interactants ne « parlent » pas le même langage : leurs échanges sont continuellement traduits pour être compris par chacun. Si deux humains qui conversent sont capables de se rendre compte d'erreurs de réception et de compréhension de leur interlocuteur – de la parole non-entendue jusqu'au quiproquo –, l'humain et la machine peuvent se troubler l'un et l'autre si la forme ou le contenu du message ne correspondent pas aux attentes du destinataire. Nous allons donc aborder les moyens disponibles pour résorber ces communications endommagées et continuer l'ajustement de l'humain et de la machine.

7.2.3 Échecs et réparations de l'interaction

Nous avons vu que la sémiotique de Landowski qualifie l'ajustement d'« interaction risquée ». Risquée car deux humains qui s'engagent dans ce type d'interaction sont conscients qu'ils ne peuvent y arriver seuls et qu'ils doivent chacun miser sur la coopération de leur interactant. Or nous allons voir que ce processus délicat se complique lorsqu'un humain entre en interaction avec une machine. En effet, l'artefact n'a pas la « bonne volonté » qu'une personne peut déployer pour faire réussir l'interaction. De plus, nous l'avons compris, la machine n'évolue pas dans le même référentiel que l'humain.

De par cette asymétrie des interactants, la communication humain-machine n'a pas la « robustesse⁵⁰ » d'une conversation humaine. Dans une communication entre humains, les deux interlocuteurs peuvent s'impliquer conjointement pour maintenir une conversation cohérente, à base de répétitions, de reformulations, d'ajouts d'éléments de contexte, etc. Dans une communication humain-machine, les deux protagonistes ne s'impliquent pas à égalité dans la conversation. Si, par exemple, l'humain essaie de comprendre sous quel format il doit faire passer une information à une machine, la machine sera en revanche limitée dans sa faculté d'adaptation à l'humain : elle est limitée par sa programmation. Or la moindre erreur de la machine au cours d'une interaction enrayera gravement et durablement la communication⁵¹. L'interaction est court-circuitée, en partie ou totalement : elle glisse vers le régime de l'accident, c'est-à-dire vers une « discontinuité absolue (et insensée⁵²) ».

Rappelons que l'ajustement repose sur la sensibilité des interactants : une faculté particulière humaine qui doit être simulée, *designée*, pour la machine – nous l'avons nommée « adaptabilité ». Le rôle du design (et de l'ingénierie) est alors de « programmer » une sensibilité artificielle pour rendre la machine résiliente aux situations d'interaction incertaines avec l'humain.

⁵⁰ Philip J. HAYES et D. Raj REDDY. « Steps toward Graceful Interaction in Spoken and Written Man-Machine Communication ». In : *International Journal of Man-Machine Studies* 19.3 (1^{er} sept. 1983), p. 231-284. En ligne : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020737383800492> (visité le 21/07/2021), Lucy Suchman emprunte ce terme à Philip J. Hayes.

⁵¹ B. J. FOGG et Hsiang TSENG. « The Elements of Computer Credibility ». In : *CHI'99 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (mai 1999), p. 80-87.

⁵² LANDOWSKI, *op. cit.*, p. 14.

Le design n'a pas la prétention d'être exhaustif – d'anticiper toutes les cas de figure – mais le déploiement de divers modes d'interaction pour une même fonctionnalité vise à anticiper un large spectre de situations et ainsi dessiner des marges d'indétermination.

Pour ce faire, il faut envisager l'interaction dans son succès comme dans son **échec potentiel**, son **incomplétude intrinsèque** ou son **impossibilité**. Cela revient à assurer que l'action proposée par le dispositif à l'humain puisse être réalisée jusqu'à son terme, malgré un problème de communication ou un manque d'information dans la conversation entre interactants. Les Anglo-saxons parlent de *graceful failure*, d'une façon digne d'échouer qui ne laisse pas l'utilisateur « en plan » mais propose des solutions alternatives. Parmi ces tentatives de réparer l'interaction, il est possible de mettre en place des fonctions correctives, complétives et contextualisantes : on parle alors de *feedback*. Mais l'interaction humain-machine peut aussi se retrouver complètement en défaut, situation pour laquelle le dispositif peut prévoir une (re)prise en main de l'action par l'utilisateur : on parle alors de *fallback*. Ces deux notions constitutives des IHM ont trouvé leurs illustrations dans l'interface d'iQspot, soit à l'échelle de l'interaction dans son entièreté, soit à l'échelle de la micro-interaction. Nous allons nous appuyer sur des exemples de *feedback* et de *fallback* issus du dispositif iQspot pour en expliciter le rôle dans le maintien de la communication humain-machine et donc de l'interaction.

Dans le schéma canonique de la communication, le *feedback* est une réponse du récepteur au message de l'émetteur. Théorisé à l'époque cybernétique, nous avons vu qu'il participe à l'homéostasie et à la performance d'un système en réduisant l'écart entre l'état attendu et l'état actuel du système. En termes d'architecture, le module de *feedback* est généralement un sous-système en charge d'une « réinjection de l'information⁵³ » dans le système global. Si le terme français de rétroaction⁵⁴ a été proposé pour désigner une action des effets sur la cause d'un phénomène, le terme anglais de *feedback* est souvent conservé dans notre langue, jouissant d'une meilleure couverture sémantique. En effet, lorsqu'on conçoit des fonctions de *feedback* dans un dispositif numérique, on pense tant au retour que l'humain peut apporter sur une production algorithmique qu'à la traduction de cette réponse en données manipulables par le dispositif. Il faut alors s'extirper de son acception physicaliste pour envisager la dualité du terme : le *feedback* est à la fois une réponse humaine et un retour fonctionnel. Le *feedback* fait sens dans le système sémiotique du dispositif (il participe à son intelligibilité) et relève aussi d'une correction technique (il participe à son efficacité) : il est à la fois un signe porteur de sens et un signal effectif. En conséquence, le *feedback* est à la fois sémantique et a-sémantique, d'où son appartenance simultanée au référentiels humain et technique. Originellement inféodé à la cybernétique, nous récupérons le *feedback* à nos frais pour étayer un couplage toujours plus fin entre l'humain et la machine. Ainsi, la boucle de *feedback* entraîne une « causalité circulaire⁵⁵ » (*circular argument*)

⁵³ ESCARPIT, *op. cit.*, p. 16.

⁵⁴ COUFFIGNAL, *op. cit.*, p. 8.

⁵⁵ Karl Johan ÅSTRÖM et Richard M MURRAY. *Feedback Systems : An Introduction for Scientists and Engineers*. Princeton University Press, 2008, p. 1.

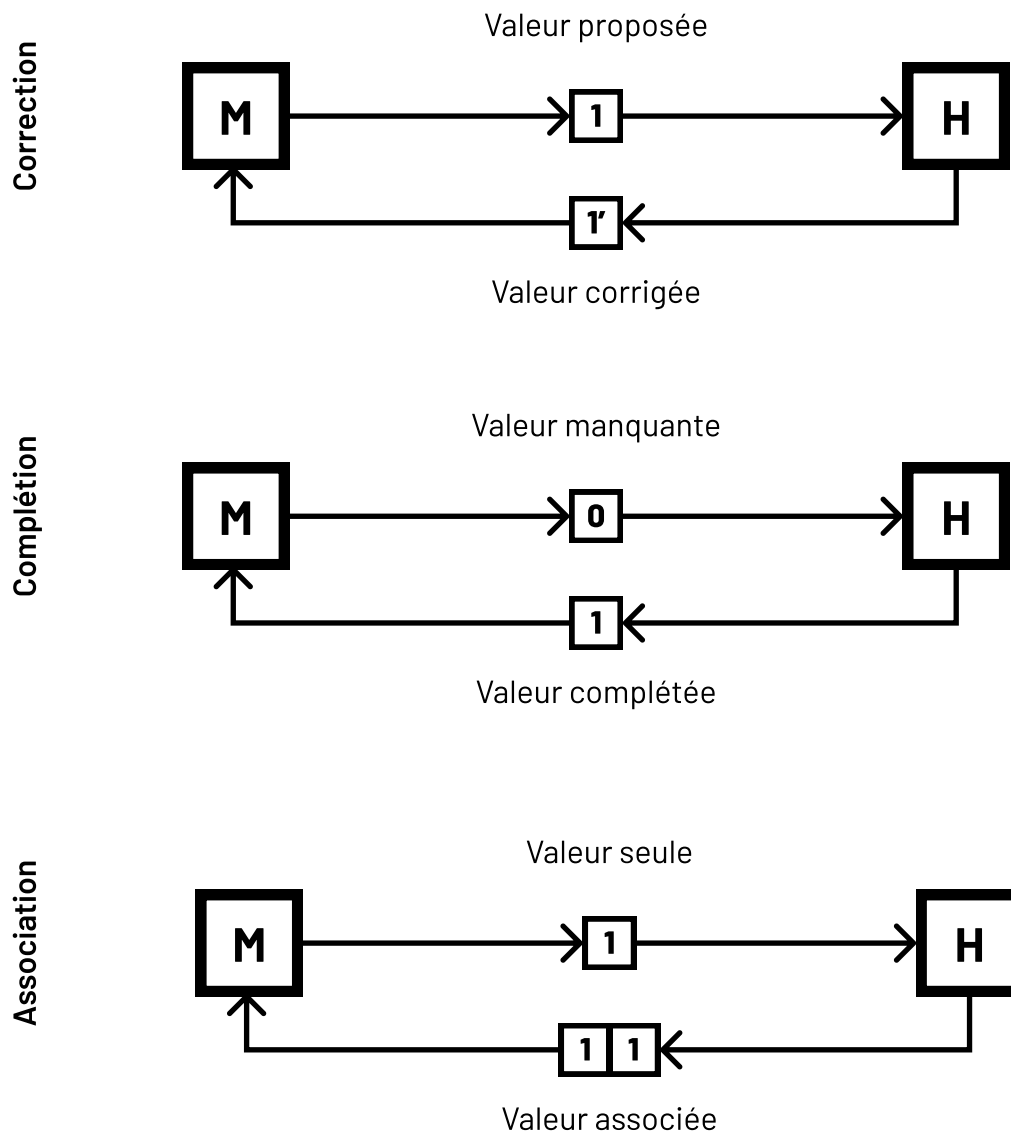
entre les deux interactants qui s'entre-permettent de nouvelles capacités – la fonction de configuration augmentée et ses traductions humain-machine illustrent ce mouvement circulaire.

Le *feedback* est une fonction que nous avons mobilisée par deux fois au cours du prototypage de la fonctionnalité d'alertes énergétiques. La première advient au cours d'une micro-interaction : lorsque la valeur-seuil suggérée peut être corrigée par l'humain s'il ne la trouve pas assez précis. Nous avons parlé d'une fonction de modération permettant d'amender la proposition algorithmique. La seconde a engendré des réflexions conceptives sans aller jusqu'au prototypage : c'est la fonction de *feedback* sur une alerte énergétique (voir sous-section 6.4.2). Cette dernière permet à un utilisateur de produire un avis humain sur l'alerte de l'algorithme. Cela permet de savoir si une alerte énergétique est triviale, si elle doit être surveillée, ou si elle requiert une enquête de terrain rapide – ce que l'algorithme ne peut déterminer. Notons que sur d'autres fonctionnalités du dispositif iQspot, le *feedback* s'exprime encore autrement : dans un module de détection automatique d'anomalies, les *patterns* anormaux détectés automatiquement peuvent être labélisés, ce qui permet à l'utilisateur de donner du contexte voire d'expliquer une prédiction de l'algorithme. L'humain associe une information à une donnée.

Ainsi, dans notre expérience, le *feedback* – au sens d'une fonction de modération – peut viser la **correction**, la **complétion** ou encore l'**association** d'information au sein d'une fonction ou fonctionnalité. La distinction a son importance puisque certaines fonctions sont conçues pour opérer « à risque », tandis que d'autres sont conçues comme incomplètes, en attente d'un complément d'informations de l'utilisateur pour opérer ou s'améliorer :

1. **Correction.** La première déclinaison se concrétise au sein d'iQspot dans des interactions relativement risquées puisqu'elles reposent sur des statistiques pour fournir des prédictions. Or ces algorithmes calculent le futur depuis un passé archivé et peuvent manquer d'éléments de contexte déterminants dans l'équation : le risque d'erreur est toujours présent dans ce type de probabilités. La correction appelle la gestion de l'échec : la machine propose une valeur, puis l'humain corrige.
2. **Complétion.** La seconde déclinaison du *feedback* désigne des fonctions intrinsèquement incomplètes dans leur conception, qui nécessitent ce que nous avons appelé un apport humain pour réaliser leur potentiel fonctionnel. La complétion correspond – comme son nom l'indique – à la gestion de l'incomplétude d'une fonctionnalité. Dans la gestion de l'incomplétude, la machine explique que la valeur est manquante, et l'humain complète.
3. **Association.** La troisième déclinaison, couplant les deux premières, vise à associer du contexte à une prédiction : il s'agit de donner un surplus de sens à une production algorithmique. L'association permet de donner du sens (voire une cause) aux résultats algorithmiques. Dans la gestion de l'insuffisance sémantique, l'humain retisse les liens entre des phénomènes et leurs modélisations en leur réassignant un élément de contexte (voir figure 7.6).

FIGURE 7.6 – La logique de *feedback* : correction, complétion, association



Correction : la machine propose une donnée à l'humain, l'humain lui retourne cette valeur corrigée. **Complétion** : la machine ne peut proposer de donnée à l'humain, ou seulement une donnée partielle, l'humain complète cette donnée. **Association** : la machine propose à l'humain une donnée, l'humain associe une deuxième donnée à cette première donnée.

Ensuite, le *fallback* consiste en un retour au mode manuel lorsque les automates censés soutenir une action sont mis en défaut. Le dispositif fait comprendre à l'utilisateur que les algorithmes sont désactivés et qu'il doit en fait prendre en charge l'action escomptée, sans assistance. Ce débrayage peut être déterminé par le dispositif dans une situation de blocage fonctionnel (une fiabilité prédictive insuffisante par exemple) ou choisi par l'utilisateur souhaitant travailler sans l'algorithme. Les ancestraux systèmes experts, malgré leur postulat de base discutable (cloner la compétence d'un expert), considéraient déjà la possibilité de l'échec de l'interaction. Mais dans la mesure où de tels systèmes sont désignés comme « experts », l'erreur de manipulation

humaine n'est pas la responsabilité de la machine, mais d'une mauvaise manipulation d'un utilisateur qui a divergé du script. Même les systèmes experts ne laissent pas l'utilisateur dans l'impasse. Ils sont programmés pour expliquer les erreurs humaines, comme le relate Suchman expliquant une relation entre un humain étudiant et un coach machinique : « Le but du coach dans de tels systèmes n'est pas d'éviter les erreurs de l'étudiant mais de les rendre accessibles à l'étudiant, et instructives pour l'étudiant. Si l'étudiant dispose de suffisamment d'informations pour identifier et réparer une erreur, celle-ci est alors considérée comme constructive⁵⁶ [ma traduction] ». Si l'idéologie du système expert relève plus de la programmation que de l'ajustement, nous partageons sa préoccupation des erreurs des interactants comme rupture de communication. Mais notre interprétation d'un tel décrochage nous souffle davantage un problème d'intelligibilité du système qu'une erreur de compréhension de l'utilisateur. La mise en place d'une démarche d'ajustement pourrait prévenir ces « erreurs » qu'il faut ensuite expliquer. De plus, si l'action de l'utilisateur a été déterminée comme une erreur par le dispositif, c'est peut-être que l'humain n'avait pas d'autre choix que de briser l'interaction, faute d'alternative. Nous allons voir que cet échec potentiel de l'interaction doit être conçu comme un mode à part entière, ce que nous appelons *fallback*.

Le principe de *fallback* a été employé dans le design du dispositif iQspot, et plus précisément dans le prototype de configuration d'alerte. À l'échelle de la micro-interaction : dans le mode augmenté de la configuration d'alerte, si l'algorithme de suggestion de valeur-seuil n'a pas assez d'antériorité de données pour effectuer son calcul prédictif, il s'abstient de donner une valeur approximative, laissant l'utilisateur déterminer lui-même cette valeur. L'algorithme en défaut laisse la main à l'humain. À l'échelle de la fonctionnalité : ce que nous avons appelé le mode manuel de configuration d'alerte constitue à lui-seul un *fallback* à tous les automatismes que l'utilisateur peut solliciter pour configurer une alerte. Bien qu'il constitue la première version du panneau de configuration (voir section 6.1) et que les modes augmenté et automatique l'ont aujourd'hui surpassé, il demeure un chemin empruntable par l'utilisateur dans le processus de configuration.

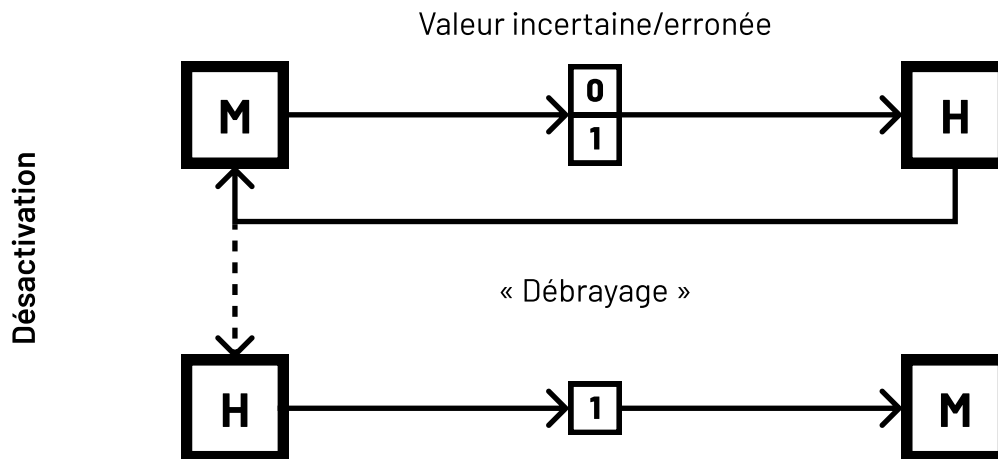
Le *fallback* est donc une solution de repli que l'équipe de conception a prévu en cas de dysfonction du dispositif ou de lassitude de l'utilisateur envers des automates à la fiabilité irrégulière (voir figure 7.7). La proposition d'un *fallback* n'est pas l'abdication du design devant la complexité d'une situation : ce n'est pas parce qu'il n'y a plus d'automatismes en jeu, qu'il n'y a pas de design d'interaction. Au contraire, prévoir un *fallback* demeure une proposition fonctionnelle faite à l'utilisateur et un maintien de la communication évitant une expérience « insensée » figée dans l'erreur. Au regard des concepteurs, le recours au mode manuel par défaut (au premier contact du dispositif) ou lors d'un défaut (lors d'une dysfonction) est une information

⁵⁶ SUCHMAN, *op. cit.*, p. 181 : « The goal of the coach in such systems is not to avoid student errors but to make them accessible to the student and therefore instructive. If the student has enough information to identify and repair an error, then it is considered a constructive one ».

supplémentaire pour comprendre l'utilisateur : par exemple, une fonction automatique systématiquement désactivée en dit long sur les usages des utilisateurs et/ou sur son (in)utilisabilité. La documentation PAIR de Google ne le dit pas autrement :

Les erreurs sont aussi des opportunités. Elles peuvent favoriser un apprentissage plus rapide par l'expérimentation, aider à établir des modèles mentaux corrects et encourager les utilisateurs à fournir des commentaires⁵⁷ [ma traduction].

FIGURE 7.7 – La logique de *fallback*



En résumé, le *feedback* et le *fallback*, malgré leurs connotations techniques, sont des fonctions clés du maintien de la communication humain-machine qui doivent intégrer le socle de connaissance du design des IHM. Répétons que les aspects fonctionnels et sémantiques du *feedback* et du *fallback* sont étroitement liés, et que les informations qu'elles génèrent alimentent à la fois le fonctionnement pragmatique du dispositif et sa capacité artificielle de signification. Derrière les logiques de *feedback* et de *fallback*, il y a surtout une intervention humaine qui replace des données a-sémantiques dans un contexte afin de leur donner du sens (correction ou complétion) ou de les relier à des éléments référents (association). Ce raffinement sémantique rapproche les données produites par les algorithmes du statut d'informations significantes et exploitables pour l'humain.

Nous avons vu précédemment qu'il était possible de connecter un *feedback* humain concernant une donnée pour améliorer la fonctionnalité manipulée (voir sous-section 4.2.5). Au-delà de ce mouvement circulaire, l'interconnexion généralisée d'un dispositif numérique permet aussi de réutiliser ces données raffinées pour alimenter une autre fonctionnalité de l'ensemble⁵⁸. S'ins-

⁵⁷ GOOGLE. *Errors + Graceful Failure*. People + AI Guidebook. En ligne : <https://design.google/ai-guidebook> (visité le 14/09/2021), « *Errors are also opportunities. They can support faster learning by experimentation, help establish correct mental models, and encourage users to provide feedback.* »

⁵⁸ Ce réemploi de données raffinées ou obtenues par croisement de données est d'ailleurs davantage un défi de design qu'un défi technique, ces données résidant sagement dans des bases de données. Il s'agit donc de penser à recourir, sur une interface donnée, à des informations produites dans d'autres « vues » du dispositif.

pirant de l'information (*informating*) décrite par Shoshana Zuboff⁵⁹, Lucy Suchman prête une « réflexivité⁶⁰ » informationnelle aux dispositifs numériques, c'est-à-dire la capacité de transformer en informations nouvelles et réexploitables les moindres actions et interactions au sein d'un dispositif.

De prime abord, *feedback* et *fallback* peuvent apparaître comme des rustines qui pallient des manquements dans le fonctionnement du dispositif. Ils sont pourtant constitutifs du design numérique; ils étayent l'ajustement, compris ici comme une « stratégie » de maintien de la communication, qui considère le dispositif comme un ensemble, certes fonctionnel, mais aussi cohérent sémantiquement. Nous avons vu que maintenir la communication humain-machine ne correspond pas à maintenir à tout prix le contact entre l'humain et l'algorithme dans une fonctionnalité. Une fonction ou fonctionnalité doit parfois désactiver ses automatismes pour que l'intelligibilité du dispositif survive, que l'expérience de l'utilisateur demeure sensée. Ce faisant, si la communication subsiste, il est possible que l'utilisateur fournisse un nouvel apport d'informations (un peu plus de contexte, un peu plus de référentiel humain) qui réactive l'algorithme. Autrement, ces informations peuvent aussi être réinjectées dans les fonctionnalités du dispositif, pour rendre les automates plus pertinents, plus adaptés à converser avec l'humain.

Feedback et *fallback* cristallisent donc la problématique relation entre information ou communication, oscillant entre les acceptions physicalistes et sémantique des signes qui parcourent les dispositifs numériques. Notre constat empirique est que le trop plein d'information engendré par les automates doit parfois être filtré voire stoppé (*fallback*) pour rester pertinent. L'ajustement entre l'humain et l'algorithme est ainsi ponctué d'échecs, lorsque la machine se met en retrait (*fallback*), puis de succès, quand l'algorithme assimile des informations en retour (*feedback*) pour un positionnement plus adapté. Ne serait-ce pas là un retour de la métaphore conversationnelle dans l'interaction humain-machine? Une interaction ajustée serait alors une conversation durant laquelle l'actant machinique est programmé pour se mettre en retrait, pour ne rien dire lorsqu'il risque d'être hors contexte (*fallback*), ou alors pour demander un complément d'information à son interactant lorsqu'il lui manque de la matière à calculer. L'interaction avec cette machine calibrée pour la conversation devient alors moins risquée, si bien sûr on ne pousse pas outre-mesure les traits conversationnels de l'algorithme.

En effet, l'imaginaire de l'interaction humain-machine attisent les fantasmes de dialogue humain-machine en langage naturel humain, et il faut parfois se prémunir de ces projections animistes pour penser une communication adaptée aux usages des utilisateurs. Nous avons montré que l'ajustement s'ancre puissamment dans un paradigme communicationnel de l'interaction, notamment lorsqu'on parvient à coupler la sensibilité naturelle des humains à l'adaptabilité programmée des machines. Le risque de prolonger cette sensibilité artificielle des machines est

⁵⁹ Shoshana ZUBOFF. *In the Age of the Smart Machine: The Future of Work and Power*. New York, NY : Basic Books, 1988.

⁶⁰ SUCHMAN, *op. cit.*, p. 204.

alors de penser leur cosmétique plutôt que leur esthétique, c'est-à-dire un déploiement de design graphique au détriment d'une juste réception de l'information par l'utilisateur. La conversation humain-machine se mue alors en dialogue symétrique, glissant vers l'anthropomorphisation de la machine.

7.2.4 Ajustement contre anthropomorphisation

Chatbots, IA conversationnelles, assistants vocaux ou textuels : les terminologies sont nombreuses pour décrire ces objets simulant une capacité de dialogue avec l'humain. Mais s'ils apparaissent comme le paragon de l'objet conversationnel, ils ne procèdent que très rarement d'une démarche sérieuse d'ajustement. Dans le design du dispositif iQspot, nous avons évité d'ontologiser les différents algorithmes mobilisés : même s'ils ont besoin de « se communiquer », ils ne cherchent pas à simuler des traits humains dans leurs conversations avec l'utilisateur. Soutenant ce parti, cette dernière réflexion vise à séparer l'ajustement de l'anthropomorphisation des objets numériques, à pointer les limites et les pièges qu'elle occasionne en termes de design des IHM, et à proposer un design davantage adapté aux pratiques des utilisateurs et au contexte de l'interaction. Nous limiterons à observer les objets produisant du texte dans l'interface.

Nous l'avons déjà abordé, une analogie humain-machine qui lisserait l'asymétrie des interactants est peu opérante voire délétère dans le design des IHM. Tandis que le postulat cybernétique et ses ramifications (comme le computationnalisme) réduisent la cognition humaine à un système d'information, l'anthropomorphisation consiste à prêter des traits humains à la machine : cet autre mouvement est tout autant difficile à assumer pour le design. Une des premières occurrences de ce genre d'objets dans un logiciel grand public est l'assistant Clippy, présent sur Word de la suite Microsoft Office 97 : un trombone affublé d'une paire d'yeux censé assister l'utilisateur dans ses actions sur le traitement de texte. Il produisait un contenu texte au ton bienveillant dans une info-bulle pour donner des conseils à l'utilisateur dans son exploration de l'interface. Vingt ans plus tard, une débauche d'entités parlantes s'est insinuée dans nos interfaces. Ces automates conversationnels ne semblent pas plus pertinents que les remarques de Clippy.

Bien que les services ayant recours aux bots aient dans un premier temps tenté des avatars en 3D – représentation 3D masculine, féminine, androgyne, robotique, etc. – cette vague de figures de synthèse s'est rapidement tarie. Les assistants virtuels sont aujourd'hui plus discrets, incorporés dans des fenêtres de discussion, signalisées à la rigueur par des info-bulles. Dans le « meilleur » des cas, l'algorithme se présente sans ambiguïté comme un bot. C'est le cas du robot conversationnel déployé en 2020 sur le site de la sécurité sociale française Ameli.fr :

Bonjour! Je suis ameliBot, le chatbot créé pour vous assister pour toutes vos démarches sur l'Assurance Maladie. Interrogez-moi⁶¹! :)

⁶¹ Voir en ligne : <https://www.ameli.fr/>

Mais sur d'autres plates-formes, le caractère artificiel n'est pas toujours précisé et le bot disparaît entièrement derrière la fenêtre de discussion : il porte un prénom, questionne et répond dans le chat. Tout se passe comme si un opérateur humain tapait son texte dans une interface de discussion, des fenêtres d'ailleurs historiquement dédiées à un service client en temps-réel. Cette prolifération des assistants virtuels a changé notre approche de ces éléments d'interface, si bien que nous pouvons parfois nous interroger sur la nature de notre interlocuteur. En 2022, pour se différencier, la majorité des bots porte la mention « assistant virtuel » à côté de leur prénom, pour préciser leur artificialité, ce qui lève l'inconnue de l'identité humaine ou machine de l'interlocuteur. Sans cette précision, l'interaction peut-être troublante, d'autant plus si une latence précède la réponse du bot. Mais l'identité humaine, elle, n'est pas toujours précisée. Or des services emploient toujours ces espaces de discussion avec des interlocuteurs humains. Voici deux exemples relevés en 2020 : Zendesk Chat⁶² permet d'insérer ce type de fenêtre de discussion sur un site commercial pour proposer aux internautes un interlocuteur en temps réel ; le service français de téléphonie Sosh⁶³ passe quasi-exclusivement par ce mode de conversation pour son service client. Or ce dernier ne précisait pas à l'époque si l'agent à l'autre bout de l'interface est humain ou non-humain, ce qui crée un moment de flottement le temps que l'utilisateur sache s'il doit raisonner comme avec un humain ou une machine. En tant qu'usager, il m'est déjà arrivé de demander à cet agent de « chat » s'il était humain ou non-humain... avant d'être étonné de parler effectivement à un humain. Comme des entreprises font appel à de la « pseudo IA », de humains feignant de produire des résultats algorithmiques, la question est légitime. On lisait dans *The Guardian* en 2018 : « il est moins cher et plus facile de faire en sorte que les humains se comportent comme des robots que de faire en sorte que les machines se comportent comme des humains⁶⁴ ». Alternatives hybrides, il existe aussi des dispositifs comme l'assistant Facebook M et anciennement le projet WiiDii⁶⁵ qui mixent des réponses algorithmiques et des réponses de curateurs humains pour couvrir un maximum de conversations. La chercheuse Julia Velkovska étudie ces situations d'« hybridité » de plus en plus fréquentes, au sein desquelles l'utilisateur peut suivre deux « orientations » : « vers la conversation humaine (mobilisation de pratiques ordinaires) et vers l'interaction avec une machine (usage de mots clés, de commandes, d'impératifs, etc.)⁶⁶ ». Quoiqu'il en soit, les conventions d'interface et d'interaction de ces bots conversationnels ne semblent pas encore stabilisées, ce qui place l'utilisateur dans une position ambivalente, pas toujours agréable, comme en témoigne la chercheuse Charlotte Esteban :

⁶² Voir en ligne : <https://www.zendesk.fr/service/messaging/live-chat/>

⁶³ Voir en ligne : <https://assistance.sosh.fr/>

⁶⁴ Olivia SOLON. « The Rise of 'Pseudo-AI' : How Tech Firms Quietly Use Humans to Do Bots' Work ». In : *The Guardian. Technology* (6 juil. 2018). En ligne : <https://www.theguardian.com/technology/2018/jul/06/artificial-intelligence-ai-humans-bots-tech-companies> (visité le 26/07/2022), « it's cheaper and easier to get humans to behave like robots than it is to get machines to behave like humans ».

⁶⁵ WIKIPÉDIA. *Wiidii*. Page Wikipédia de WiiDii. 16 mai 2022. En ligne : <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Wiidii&oldid=193732664> (visité le 04/08/2022).

⁶⁶ Julia VELKOVSKA et Moustafa ZOUINAR. « Les relations aux machines « conversationnelles ». Vivre avec les assistants vocaux à la maison ». In : *Réseaux* 220-221.2-3 (2020), p. 47-79. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-reseaux-2020-2-3-page-47.htm> (visité le 25/07/2022).

En effet, si les utilisateurs ne sont pas dupes du système technique auquel ils ont affaire, les scripts d'usages les placent toutefois dans une position de dialogue incontournable, imitant les codes de la conversation, sans toutefois en tenir toutes les promesses⁶⁷.

Ces algorithmes bavards ont en commun de simuler des caractéristiques humaines : il émane de leurs productions textuelles (en langage naturel) un sens du service, parfois un ton jovial, ou encore un sens de l'humour. Ils répondent aux demandes de l'utilisateur dans un *chat* ou via des info-bulles. Ils devinent parfois en amont les informations requises par un utilisateur en fonction des actions précédemment menées sur l'interface. En 2016, le blog Fast Company, dans une analyse comparative des *AI assistants*⁶⁸, parlait de « niveau d'humanité » (*level of humanity*) pour désigner l'ensemble des critères caractérisant la performance de ces algorithmes : la qualité et pertinence des réponses générées, l'adaptabilité aux conversations complexes, la variété des formulations, l'introduction de tirades humoristiques ou au contraire la capacité à rester dans un registre sérieux lorsque nécessaire, etc.

Même si certains de ces agents conversationnels parviennent à peu près à répondre en langage naturel à une requête humaine, ces « automates-énonciateurs⁶⁹ » cumulent un certain nombre de problématiques et de défauts, ce qui fait relativiser la pertinence de cette apparente solution technique au problème de la demande d'informations croissante de la part des utilisateurs de services numériques. Ces systèmes conversationnels, généralement inclus dans des systèmes plus vastes, peuvent détériorer les qualités intrinsèques et perçues du dispositif tout entier.

L'automate communiquant humanisé pose tout d'abord un problème de forme : manifester à l'utilisateur cet artefact sous des traits humains ne l'aide pas à saisir la nature de son interactant et donc l'asymétrie de la conversation. Si le fait de placer un simulacre d'humain face à un vrai humain peut apparaître comme une bonne façon de susciter l'empathie de l'humain envers la machine, cette falsification – qu'elle soit avouée ou masquée – émaille d'autres qualités du dispositif. D'abord, l'explicabilité du dispositif s'en trouve réduite : nous avons vu qu'il est important d'expliciter (au moins dans les grandes lignes) le principe de fonctionnement de l'interaction dans laquelle s'engage un utilisateur. Or cette cosmétique humanisante empêche tout dévoilement des procédés techniques permettant de réaliser la promesse capacitante et informationnelle d'une fonctionnalité. Pire encore, l'acceptabilité d'un service qui tente de positionner des humains fictifs dans son fonctionnement met en jeu la confiance des utilisateurs à son égard : ce « leurre conversationnel⁷⁰ », comme dirait Marc Relieu, peut être perçu par l'utilisateur comme

⁶⁷ Charlotte ESTEBAN. « Construire la « compréhension » d'une machine. Une ethnographie de la conception de deux chatbots commerciaux ». In : *Réseaux* 220–221.2-3 (2020), p. 195-222. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-reseaux-2020-2-3-page-195.htm> (visité le 22/07/2022).

⁶⁸ Jared NEWMAN. *Everything You Need To Know About AI Assistants, From Siri To Ozlo*. Fast Company, 17 mai 2016. En ligne : <https://www.fastcompany.com/3059719/handicapping-the-ai-assistants-from-siri-to-ozlo> (visité le 30/09/2021).

⁶⁹ ESTEBAN, *op. cit.*

⁷⁰ Marc RELIEU, Merve SAHIN et Aurélien FRANCILLON. « Une approche configurationnelle des leures conversationnels ». In : *Réseaux* 220221.2 (29 mai 2020), p. 81-111. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-reseaux-2020-2-page-81.htm> (visité le 27/05/2022).

une infantilisation primaire de la part des concepteurs, obligés d'employer des avatars humains pour dialoguer avec eux. Enfin, au moindre échec de conversation, la confiance de l'utilisateur est d'autant plus érodée qu'on essaie de lui faire croire qu'il converse avec un humain, censément plus apte à maintenir la communication qu'une machine : la crédibilité du dispositif en pâtit, ainsi que son fonctionnement global.

L'automate communiquant humanisé pose donc ensuite un problème de performance : dans l'interaction avec l'artefact à visage humain, le poids de l'erreur qu'évoquait Fogg *et al.*⁷¹ est décuplé et la communication irrémédiablement abîmée⁷².

Lorsque l'utilisateur interagit avec un automate aux traits humains (ou qu'il pense humain), la moindre défaillance langagière et le moindre contenu hors-sujet peut faire chuter l'utilisateur dans une *uncanny valley*⁷³ communicationnelle. Bien que controversé, ce concept de Masahiro Mori semble opérant lorsqu'il s'agit d'une conversation entre un humain et une machine, ce qu'illustrent les figures 7.8 et 7.9. Mori postule que les robots anthropomorphes augmentent notre affinité avec eux, mais cette sympathie tourne rapidement à la révolusion si jamais l'artefact dévie de sa ressemblance à l'humain et trahit sa non-humanité. On reconnaît ce phénomène dans les ratés de la conversation entre un humain et une machine qui, après avoir répondu correctement aux questions et proposé des informations pertinentes, commence à produire des réponses imprécises, hors-contexte ou inintelligibles. L'humain, qui partait du principe qu'il allait pouvoir collaborer avec la machine, comprend que son partenaire est en train de dysfonctionner. Si « le sentiment de présence bienveillante favorise l'acceptation du robot⁷⁴ », le moindre écart comportemental trahit non pas une « malveillance », mais *a minima* une intention étrange.

Ce basculement dans la vallée de l'étrange est d'autant plus important quand la machine en conversation avec l'humain semble raffinée, comme en témoigne les travaux de Julia Velkovska :

Paradoxalement, plus la machine est performante dans l'interaction, plus les personnes auront tendance à lui parler naturellement et à lui attribuer des compétences conversationnelles qu'elle n'a pas, ce qui conduit le plus souvent à l'échec de l'interaction⁷⁵.

Humaniser un programme communiquant avec l'humain est donc une pratique risquée, et ce qui peut apparaître comme une piste pour favoriser l'empathie et l'affinité de l'humain envers la machine peut décevoir l'utilisateur au plus haut point. Encore une fois, l'anthropomorphisme est un pari qui comporte le risque de basculer dans la vallée de l'étrange.

⁷¹ FOGG et TSENG, *op. cit.*

⁷² À cela s'ajoute le ridicule d'avoir déployé tout un exercice de design pour habiller d'« humanité » l'algorithme sans s'être assuré qu'il pouvait effectivement réussir la tâche attribuée.

⁷³ Masahiro MORI, Karl F. MACDORMAN et Norri KAGEKI. « The Uncanny Valley [From the Field] ». In : *IEEE Robotics Automation Magazine* 19.2 (juin 2012), p. 98-100.

⁷⁴ Stéphanie CARDOSO. « Amicalité des robots de compagnie : Une poïétique par le design ». In : *Interfaces numériques* 2.1 (12 jan. 2018), p. 77-104. En ligne : <https://www.unilim.fr/interfaces-numeriques/1764> (visité le 03/10/2022).

⁷⁵ VELKOVSKA et RELIEU, *op. cit.*

FIGURE 7.8 – La vallée de l'étrange selon Mori (reproduction)

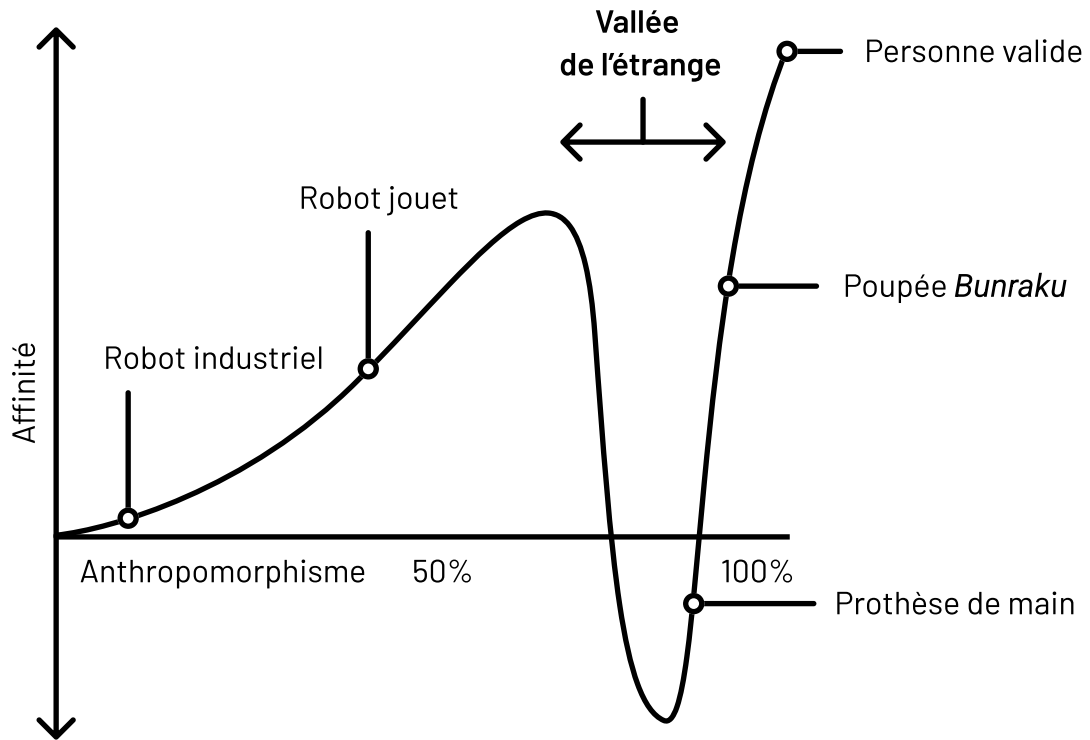
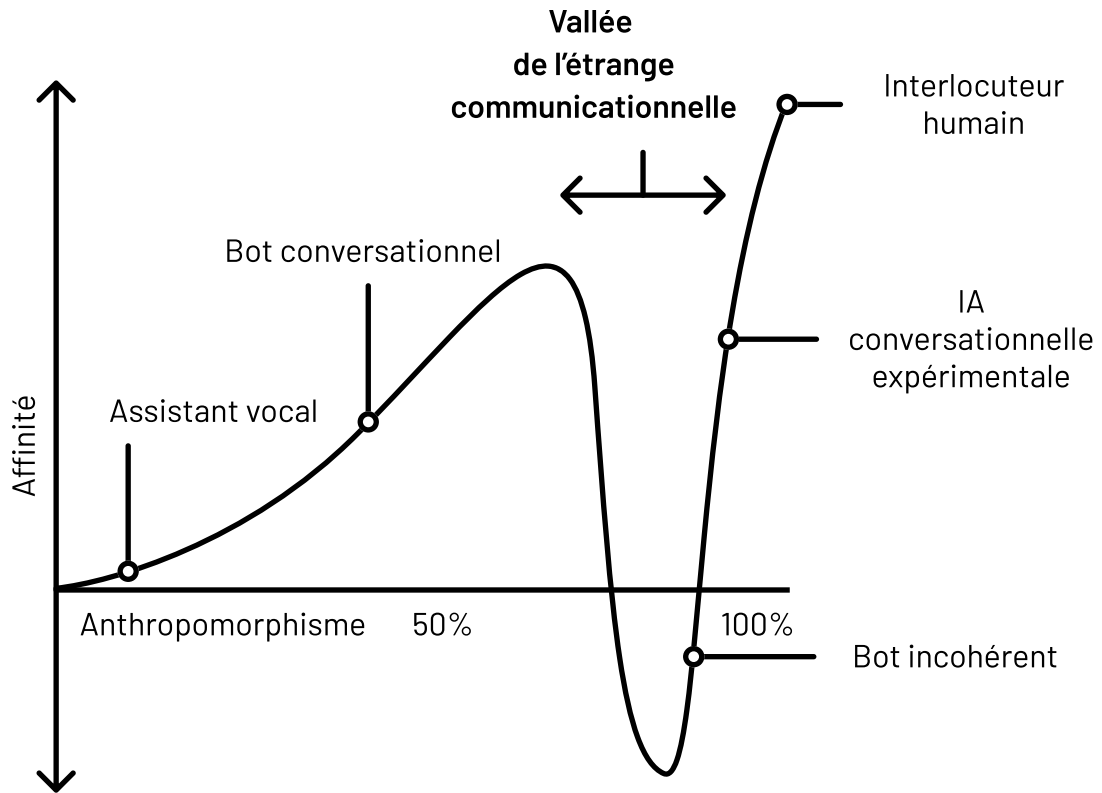


FIGURE 7.9 – Les étranges algorithmes (spéculation)



Ajoutons que les traits anthropomorphes, dans l'infographie comme dans le texte, construisent une identité de l'interactant machinique qui simulent une certaine personnalité, une certaine autonomie, ce qui peut mettre en danger le rapport humain-machine que l'on souhaitait initialement instaurer. Sur ce sujet, Lucy Suchman incite dans *Human-Machine Reconfigurations* (2007) à ne pas développer à outrance « l'imaginaire de l'agent » (*agent imaginary*⁷⁶). Suchman tient elle-même ce conseil de Marvin Minsky, pourtant pionnier de l'intelligence artificielle. Entre confiance et méfiance, l'utilisateur peut considérer le système informatique comme « un représentant fidèle » de son intention ou comme une entité « suivant son propre agenda⁷⁷ ». La perception d'une autonomie machinique par l'utilisateur est un phénomène à double tranchant : il incombe à l'équipe de conception de la présenter avec mesure pour qu'elle soit en phase avec les objectifs de l'utilisateur.

Au sein du dispositif iQspot, nous avons choisi d'associer tous les émetteurs d'informations possibles au terme « iQspot ». iQspot désigne alors à la fois l'entreprise, son équipe, le dispositif, et les algorithmes plus spécifiquement. L'interface ne contient ni formulaire, ni fenêtre de *chat* qui suggère des dialogues humain-machine. Nous avons pris le parti d'implémenter toutes les informations soutenant la communication avec l'utilisateur dans l'élément d'interface actionné. Par exemple, le champ textuel accueillant la valeur-seuil peut-être auto-rempli par l'algorithme si l'utilisateur clique sur la proposition de l'algorithme : « 2760 kWh, suggestion de seuil calculée par iQspot. » Le chiffre proposé vient de l'entité iQspot, le verbe *calculer* sous-entend un travail de l'algorithme. Mais surtout, cette information apparaît lors d'une suggestion d'auto-remplissage d'un champ textuel, ce qui constitue un *pattern* tout à fait reconnaissable pour quiconque a l'habitude de naviguer sur des services numériques, c'est en fait le fonctionnement de tout moteur de recherche dynamique. Autre exemple, visant cette fois à identifier les différents acteurs qui paramètrent des alertes énergétiques : chaque nouvelle alerte se voit attribuer un badge précisant si un humain ou un algorithme est à l'origine de la configuration : « Ajoutée par prenom.nom@mail.ext le 20/02/2020 » ou « Calculée par iQspot le 20/02/2020 ». Comme nous l'avons évoqué, cette précision permet d'étayer la communication au sein du dispositif entre humains et non-humains mais aussi entre humains : le badge permet à tout utilisateur de s'adresser à iQspot ou à un utilisateur d'une autre institution pour discuter de la configuration d'une alerte. Encore une fois ce *pattern* est omniprésent sur Internet, et *a fortiori* sur les réseaux sociaux qui précisent par le texte, l'iconographie ou les deux, l'auteur d'un contenu.

Cette esthétique sobre mais néanmoins informative pour l'utilisateur reflète surtout la prise en compte du contexte de l'interaction et du type d'utilisateurs dans le design de l'interface. D'une part, les gestionnaires immobiliers n'accueilleraient pas favorablement des éléments anthropo-

⁷⁶ SUCHMAN, *op. cit.*, p. 220 : Marvin Minsky, cofounder of the Artificial Intelligence laboratory at MIT, puts it more directly : "There's the old paradox of having a very smart slave. If you keep the slave from learning too much, you are limiting its usefulness. But, if you help it to become smarter than you are, then you may not be able to trust it not to make better plans for itself than it does for you" (quoted in Riecken 1994 : 25). »

⁷⁷ *Ibid.*, p. 220.

morphes qui passeraient pour une gamification malvenue. D'autre part, le dispositif s'affiche en grande majorité dans un navigateur web, et repose sur des éléments classiques du langage HTML que les gestionnaires sont habitués à manipuler : on parle de champs « textes » permettant d'entrer des données <input>, des sélecteurs de valeur <select>, des boutons <button>, etc. Ces briques élémentaires, communes à toutes les interfaces web, sont amplement suffisantes pour rendre intelligible ce qui est fourni par la machine (support algorithmique) et ce qui est attendu de l'utilisateur (apport humain).

Cette amélioration discrète d'un déjà-là technique et graphique n'est pas un appel au projet ubiquitaire et aux technologies invisibles (*calm technologies*) où « la technologie doit se retirer en périphérie, en arrière-plan (« *background* ») de nos consciences⁷⁸ ». Cela ne veut pas dire non plus qu'aucun contexte ne justifie le recours aux anthropomorphismes communicationnels : il existe sûrement de nombreuses situations où une telle ontologisation de la machine est bénéfique⁷⁹ à la dynamique d'ensemble du dispositif, voire constitue la meilleure option pour manifester l'activité des algorithmes.

Pour synthétiser, les choix d'interface du dispositif iQspot consiste à verbaliser synthétiquement et en contexte l'activité de l'algorithme sans lui donner un visage humain, et sans lui prêter un ton de parole humaine. Il s'agit de ne pas confondre la communication humain-machine et le dialogue humain-machine, ce dernier consistant en un échange d'informations en langage naturel dans des espaces de l'interface habituellement réservés à des interactions humains-humains. Communication et dialogue ne sont pas synonymes, et il n'est pas obligatoire de simuler une discussion humain-humain pour réussir une communication humain-machine. Cette assertion va à l'encontre des premières intuitions des pionniers des IHM tels que Hayes & Reddy (cités par Suchman⁸⁰) : « il est très important qu'un système interactif élégant mène un dialogue aussi humain que possible⁸¹. » Dans cette injonction au « beau verbe » des programmes, Lucy Suchman pointe une opacification de l'agent machinique :

Mais pourquoi, en créant des technologies informatiques, les concepteurs manifestent-ils de plus en plus un désir de les naturaliser, d'obscurcir leur artefactualité⁸²? [ma traduction]

Cette opacification de l'artefact est particulièrement prégnante en ce qui concerne les services reposant sur « l'intelligence artificielle ». De la même façon que Gentès⁸³ pointe la prégnance d'une image de technique immatérielle (*immaterial technology*), le sociologue Harry Collins,

⁷⁸ David PUCHEU, « Le "Projet Ubiquitaire" : Une Nouvelle Eschatologie Informationnelle? » In : *Communication Du Symbolique et Symbolique de La Communication Dans Les Sociétés Modernes et Postmodernes*. 2013, p. 547-562. En ligne : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02457117> (visité le 22/07/2022).

⁷⁹ David HANSON et al. « Upending the Uncanny Valley. » In : *Proceedings of the National Conference on Artificial Intelligence*. T. 4. 1^{er} jan. 2005, p. 1728-1729.

⁸⁰ SUCHMAN, *op. cit.*, p. 40.

⁸¹ HAYES et REDDY, *op. cit.*, p. 233 : « *it is very important for a gracefully interacting system to conduct a dialogue in as human-like a way as possible.* »

⁸² SUCHMAN, *op. cit.*, p. 214 : « *But why, in creating computational technologies, do designers increasingly evidence a desire to naturalize them, to obscure their artifactuality?* »

⁸³ GENTÈS, *The In-Discipline of Design*, p. 68.

cité par Julia Velkovska, parle de « l'intelligence artificielle⁸⁴ » pour dépeindre cette vision dévoyée de l'IA. Selon Velkovska, ce « mode « artificiel⁸⁵ » masque les limites de l'IA dont les capacités sont surestimées par ses promoteurs mais aussi par ses détracteurs. Le terme même d'IA comme unique étiquette est lui-même problématique, au sens où il « occulte la multiplicité des dispositifs, des pratiques et des contextes d'usages⁸⁶ ».

Pourtant, construire une esthétique des artefacts numériques sans recourir aux anthropomorphismes ni à « l'artificialité » constitue un réel enjeu pour l'ajustement humain-machine. Pour Masahiro Mori, « il est possible de créer un niveau d'affinité satisfaisant en visant délibérément un design non-humain⁸⁷ », un précepte de conception qui éviterait l'écueil de la vallée de l'étrange à la moindre dysfonction. Cette mission incombe en grande partie au design numérique qui peut contribuer à cette nouvelle « esthétique », en remodelant les interfaces en vue d'un réel couplage humain-algorithme : il s'agit de dépasser les rustines et « surcouches » algorithmiques dépeintes par Nolwenn Maudet pour aller vers de « “nouvelles formes inconnues”, éloignées de la figure anthropomorphe ou zoomorphe et des clichés de science-fiction⁸⁸ » pour reprendre les mots de Stéphanie Cardoso.

Aussi, le développement de cette esthétique des artefacts numériques contribuerait à la construction d'un imaginaire technique de l'interaction humain-machine échappant aux analogies systématiques avec les relations humaines. Pour les concepteurs, cela se traduirait par un plus grand panel de schèmes réquisitionnables pour rendre signifiante une interface couplant l'humain et l'algorithme. Pour les utilisateurs, ce serait l'enrichissement progressif de leur bagage esthétique, autant de connaissances des interfaces qui permettraient d'activer les affordances des dispositifs numériques, une sorte de culture technique enrichie de nouveaux réflexes d'usage.

Très lié à l'esthétique, le langage des interfaces numériques profiterait également de cette ouverture artefactuelle. On peut espérer que le vocabulaire partagé entre l'utilisateur et le concepteur s'enrichisse – par exemple que la notion et le rôle du *feedback* se démocratisent – permettant d'implémenter plus souvent des boucles fonctionnelles et sémantiques au profit d'interactions humain-machine plus riches. Ce parler hybride ne serait pas la simple incorporation du jargon technique de la communauté des utilisateurs – le vocabulaire de la gestion immobilière – mais la démocratisation de certaines logiques du numérique : les *feedbacks* et *fallbacks* en font partie. Enfin, l'utilisateur a tout à gagner à savoir qu'il converse et interagit avec une entité algorithmique dans la mesure où cette donnée va déterminer son positionnement face à son interac-

⁸⁴ Harry COLLINS. *Artificial Intelligence : Against Humanity's Surrender to Computers*. Cambridge : Polity Press, 7 sept. 2018.

⁸⁵ VELKOVSKA et ZOUINAR, *op. cit.*

⁸⁶ VELKOVSKA et RELIEU, *op. cit.*

⁸⁷ MORI, MACDORMAN et KAGEKI, *op. cit.*, p. 100 : « *it is possible to create a safe level of affinity by deliberately pursuing a nonhuman design.* »

⁸⁸ Stéphanie CARDOSO et Mélanie BOURDAA. « Des Robots Comme Nouvelles Entités et Univers Narratifs à Construire ». In : *MEI - Médiation et information* 40 (2017). En ligne : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02476680> (visité le 16/08/2022).

tant : « l'artificialité de l'un [des interactants] devient une caractéristique de la « situation⁸⁹ ».

En résumé, l'ajustement n'est pas un refus catégorique de l'humanisation des artefacts. Il cherche simplement à éviter toute tactique injustifiée d'opacification de l'agent machinique derrière un masque anthropomorphe. Comme l'écrit le chercheur en design Anthony Masure : « À force de vouloir nous imiter dans des ordinateurs “humains, trop humains”, c'est nous-mêmes “simples personnes” qui risquons de passer à côté de leurs possibilités complexes et infinies⁹⁰. » Dans cette idée, l'ajustement favorise le développement d'une esthétique spécifique et plurielle des artefacts plutôt qu'une utilisation réflexe d'anthropomorphismes éculés. Paradoxalement, les interfaces « ajustées » tiennent leur « nouveauté » de l'exploitation des caractéristiques du milieu numérique du dispositif qui sert de contexte à l'interaction : elles reposent sur un déjà-là sémio-technico-fonctionnel que l'algorithmie complexe vient étayer – le navigateur web est un de ces espaces de créativité. En fin de compte, l'invention de nouvelles interfaces repose moins sur la capacité des designers à produire de nouvelles créatures parlantes que sur leur habilité à positionner contextuellement et explicitement les productions des algorithmes dans le milieu numérique familier des utilisateurs.

⁸⁹ VELKOVSKA et RELIEU, *op. cit.*

⁹⁰ MASURE, *Design et Humanités Numériques*, p. 90.

Résumé du chapitre 7

La sémiotique de Landowski nous a soufflé ce mot d'« ajustement », un régime de l'interaction qui repose sur la sensibilité des interactants. Une fois cela dit, rien n'indique comment incarner l'ajustement dans le travail de conception, comment ajuster effectivement deux interactants, qui-plus-est lorsqu'un des deux est une machine. De plus, la contradiction posée par Landowski entre l'ajustement et la programmation n'est pas acceptable en design numérique où il est, de fait, impossible de s'extraire de la programmation. Pour reconstruire ce concept en design, il nous a fallu remonter du terrain aux concepts, c'est-à-dire *pratiquer* l'ajustement pour mieux le *définir*. Cette réflexion finale capitalise aussi sur les enquêtes précédentes concernant la connaissance des algorithmes (Chapitre 3), leur design (Chapitre 4) et les utilisateurs qui les mobilisent (Chapitre 5) – enquêtes auxquelles s'ajoutent les enseignements que nous avons tirés du travail de prototypage (Chapitre 6).

Le premier livrable de cette recherche est un ensemble de concepts structurants pour l'ajustement humain-machine : ce sont les **fonctions de traduction**, les **modes d'interaction** et les **régimes d'interaction**. Tous trois déterminent comment s'ajustent les interactants aux différentes échelles de l'interaction. La fonction de traduction opère dans le cours d'une micro-interaction. Le mode d'interaction constitue une « manière » de mener à bien l'interaction. Le régime d'interaction définit le rapport de l'humain à l'algorithme, à l'échelle d'une fonctionnalité voire d'un dispositif tout entier : il détermine une « politique » de l'interaction.

Les **fonctions de traduction** ont été déterminantes dans la conception du mode augmenté de la fonctionnalité. Ce dernier consiste en une succession de micro-interactions qui mobilisent quasi-simultanément la cognition humaine et la computation algorithmique en vue de trouver la configuration idéale. L'algorithme calcule et met en forme ses résultats, pendant que l'humain fournit le contexte de l'action et amende les productions algorithmiques en fonction de la situation. Ce couplage repose sur des passerelles entre les référentiels humains et algorithmiques, entre les mondes du sens et de la mesure : ce sont ces « mécaniques » que nous avons appelées fonctions de traduction. Lorsque les fonctions de traduction opèrent du référentiel humain vers le référentiel machinique ($H \rightarrow M$), elles transforment des phénomènes de notre monde en données manipulables par la machine. Par ce processus de **numérisation**, on cherche à compenser la capacité de perception de la machine : on simule une sensibilité du dispositif. Ce sont par exemple des fonctions de **contextualisation**, quand l'humain précise les circonstances de la situation de l'action, ou encore de **modération**, quand l'humain peut amender le résultat de l'algorithme. En sens inverse, ce processus de restitution traduit les résultats de l'algorithme dans le référentiel humain ($M \rightarrow H$), on cherche à rendre sensible et sensée pour l'utilisateur des symboles vides de sens, seulement manipulables et calculables par l'ordinateur. Ce processus de **restitution** mobilise des fonctions de **(re)présentation**, quand l'ordinateur met en forme les

données calculées ; des fonctions de **narration**, quand l'algorithme met en récit les données ; des fonctions de **comparaison**, quand l'algorithme met en relation des données à d'autres données ; des fonctions de **suggestion**, quand l'algorithme propose un contenu pré-calculé à l'utilisateur. Cette liste de fonctions n'est pas exhaustive et ne recouvre pas toutes les logiques dont on peut avoir besoin en design numérique. Elle représente néanmoins un panel signifiant et illustratif du phénomène de traduction humain-machine.

Les **modes d'interaction** s'envisagent comme différentes manières proposées à l'utilisateur de mener l'interaction. Ces différentes propositions fonctionnelles sont conçues à partir de la synthèse des données quantitatives et des conclusions ethnométhodologiques sur les utilisateurs et usages. En effet, chaque mode s'ajuste à un certain type d'utilisateurs, d'usages et/ou de contextes d'utilisation du dispositif – c'est pourquoi les modes sont spécifiques à un dispositif donné. Concrètement, l'équipe de conception a développé les modes manuel, augmenté et automatique pour correspondre à cette variété de situations : ces modes ne se superposent pas mais sont mobilisables en parallèle selon les contextes que rencontrent les utilisateurs (les gestionnaires énergétiques en l'occurrence). Dans la conception d'un dispositif, le design de différents modes consiste donc à aménager des « marges d'indétermination » dans le fonctionnement du dispositif.

Notre réflexion sur les **régimes d'interaction** interroge d'emblée l'ambivalence de la sémiotique de Landowski : l'ajustement et la programmation y sont contradictoires mais le sémioticien confesse qu'une programmation « raffinée » d'un artefact peu donner l'impression d'une sensibilité qui dérogerait au régime programmatique. Cette dichotomie sémiotique programmation/ajustement nourrit la théorie du design, mais est très peu opérante dans la pratique du design numérique où « tout est programmation ». En effet, le design numérique jauge le niveau de programmation – ou plutôt d'automatisation – d'un régime d'interaction pour instaurer un juste rapport humain-machine en fonction des usages et des contextes rencontrés. En précisant les niveaux d'automatisation requis, nous avons listé des régimes d'interaction qui se côtoient dans le dispositif étudié (débrayage, macrosuasion, augmentation, substitution). Ces « politiques » de l'interaction sont communes à certains types de services numériques : elles sont relativement génériques et transposables.

En effectuant un pas de côté vis-à-vis de la sémiotique de Landowski, nous choisissons ensuite de définir l'ajustement en design. L'ajustement est un **processus** de conception de modes d'interaction visant à favoriser l'adaptabilité d'un dispositif à divers types d'utilisateurs, d'usages et de contextes. Il désigne également l'**état** méta-stable visé, qui repose sur des régimes d'interaction adéquats. Plus spécifiquement dans un milieu numérique ou technique, nous pouvons dire que l'ajustement est l'activité d'orchestration des machines dans leurs interactions avec les humains.

Au niveau épistémologique, l'ajustement se relie notamment au concept de **couplage humain-machine**, paradigme retenu parmi les différentes considérations de la relation humain-machine. Le couplage implique tant une collaboration dans l'action qu'une interdépendance de l'humain et de la machine quant à son succès. En conscience de l'asymétrie fondamentale de ces interactants, le modèle du couplage permet la médiation entre les référentiels humain et machinique, mais il permet aussi un « transvasement » d'informations entre les interactants. En effet, l'implémentation dans la machine d'éléments du référentiel humain et l'acculturation de l'humain aux logiques algorithmiques constituent un pas de chaque interactant vers l'autre, ce qui démultiplie les interactions potentielles.

Résorber l'asymétrie des interactants par leur couplage et leur ajustement nécessite aussi de repenser une **méthodologie** plus pragmatique et moins « spéculative ». C'est pourquoi nous avons regardé les données enregistrées au sujet des utilisateurs avant d'éclaircir ces informations quantitatives par des entretiens qualitatifs selon le credo de l'ethnométhodologie. Nous noterons que cette méthodologie contribue aussi à résorber l'asymétrie entre le concepteur et l'utilisateur, au sens où le premier accède au référentiel du second. Cela entérine qu'une démarche d'ajustement requiert le déploiement des méthodes « sensibles » aux spécificités du projet, et non d'une méthodologie systématique. Entre ethnographie et logiques numériques, la méthodologie de cette recherche prétend capter cette « sensibilité » : elle peut inspirer des projets similaires impliquant un ajustement humain-algorithme, mais elle ne peut prétendre faire modèle en design au sens où elle est adaptée à son terrain numérique.

Nous avons ensuite entériné l'**approche communicationnelle de l'interaction** comme terreau du processus d'ajustement. Cependant, notre réflexion s'est heurtée au constat d'une **tension entre information et communication** dans les sciences éponymes, ensemble interdisciplinaire auquel nous rattachons le design numérique. Pour la résorber, nous avons récusé la vision physikaliste du couple information-communication qui fait de la génération d'informations le but de tout développement technique, tandis que la communication ne désignerait que le type de canal par lequel transitent ces informations. Notre vision du binôme information-communication considère au contraire la communication comme fin et l'information comme moyen, c'est-à-dire comme des matériaux et flux à organiser en vue de cette communication. C'est pourquoi un design adhérent à une démarche d'ajustement observe tant le développement fonctionnel d'un dispositif (organisation de l'information) que sa cohérence sémantique (signification de l'information).

Si nous convoquons la sémiotique, c'est que cette discipline avait déjà pressenti dans les années 1980 que l'intelligence artificielle et ses recherches associées se focalisaient sur les processus cognitifs et sur les performances des machines, non sur les discours et les effets de communication qui en émergent⁹¹. En nous appuyant sur cette discipline des signes et du sens, nous avons

⁹¹ Madeleine ARNOLD. « Intelligence Artificielle et Sémiotique Cognitive : Divergences et Convergences ». In : *Actes Sé-*

souligné deux fragilités dans la communication du dispositif étudié grâce à sa modélisation dans un schéma actanciel. La première nous est familière, c'est le risque de **réduction de la communication** à un échange de signaux. La seconde est révélée par la sémiotique, c'est l'**opacification du destinataire** dans la fonctionnalité étudiée. En effet, de nombreuses informations créées indifféremment par des humains et des algorithmes transitent au sein du dispositif : cette prolifération de l'information est triviale pour un système technique, mais devient problématique pour un système sémiotique, c'est-à-dire un artefact dont les interactions avec les utilisateurs doivent avoir du sens. Le soutien de la sémiotique nous a permis de soigner la sémantique de l'interface de la fonctionnalité d'alertes et de concevoir un système de badges et de métadonnées qui précise le contexte d'apparition d'une alerte et réassigne le destinataire à ses productions. À l'échelle du dispositif, un raisonnement « actanciel » nous a permis de réfléchir à ce qui pousse les gestionnaires immobiliers à prendre en main le pilotage énergétique des bâtiments, soulignant l'impératif de « grouper » ces utilisateurs pour contextualiser leurs interactions avec le dispositif.

Un constat de l'anthropologie des IHM est que la communication humain-machine n'a pas la **robustesse** de la communication humain-humain, du fait que la machine possède des facultés perceptives et adaptatives très limitées. Pour maintenir la communication humain-machine et amoindrir la gravité de ces accidents, nous avons explicité ce qu'apportent les fonctions de *feedback* et de *fallback*. Dans notre démarche communicationnelle, nous avons précisé que le *feedback* est un signal à portée opérationnelle *et* un retour humain sur la fonctionnalité. Dans le détail de l'interaction, nous avons vu que le *feedback* peut constituer une **complétion**, une **correction** ou encore une **association** de données par l'humain, pour renseigner la machine. Ce faisant, l'utilisateur contribue à équilibrer et améliorer le fonctionnement de la machine, tout en y incorporant du référentiel humain, ce qui favorise l'adaptabilité du dispositif. Mais le *feedback* peut aussi constituer une interaction à part entière : c'est le cas d'une future fonction de *feedback* permettant à l'humain d'évaluer la gravité d'une alerte : le dispositif demandera explicitement son avis à l'utilisateur. En résumé, le *feedback* contribue à l'homéostasie et à la performance du système de par son origine cybernétique. Et dans une considération communicationnelle, il soutient la production d'un contenu et d'un langage adaptés à l'utilisateur au sein du dispositif.

Lorsque le *feedback* ne suffit pas à maintenir l'interaction, et que l'automate est en défaut – aux yeux du concepteur et/ou de l'utilisateur – il faut permettre à l'utilisateur de reprendre la main pour tout de même parachever l'action : c'est le moment du *fallback*, la solution de repli qui pallie l'automate dysfonctionnel. Nous l'avons vu au cours du prototypage de la fonctionnalité d'alertes, le *fallback* peut simplement consister en un retour à l'état originel d'une fonctionnalité : c'est le cas du mode manuel de la configuration d'alertes, état premier de la fonctionnalité. Mais le *fallback* peut aussi être développé en secours d'une fonction tout à fait effective,

miotiques VIII.36 (déc. 1985), p. 33-42, pp. 34-35.

afin de prévenir une éventuelle défaillance. Enfin, la présence d'un *fallback* peut être envisagée comme un débrayage face à l'automate, une possibilité pour l'utilisateur de reprendre le contrôle pour mener à bien une action par lui-même. Le *fallback* sacrifie l'interaction directe avec la machine en échange d'une proposition fonctionnelle sans automatisme, mais la communication est maintenue avec le reste du dispositif.

Dans notre paradigme communicationnel, le design d'interaction est pensé comme une **conversation** où les émetteur et récepteur échangent leurs places (échelle micro), et où le rapport humain-machine dépend d'une communication continue (échelle macro). L'idée n'est pas de faire de la machine une entité bavarde, dotée d'un ton familier et d'un sens de l'humour. C'est pourtant le type d'objets informationnels qui pullule dans notre milieu numérique : *chatbots*, assistants virtuels, IA conversationnelles, etc. Or nous l'avons dit, la conversation n'est pas le dialogue, et apposer des traits humains sur une machine exacerbe le risque de déception quant aux attentes de l'utilisateur envers la machine. Le moindre raté fait chuter l'utilisateur dans la vallée de l'étrange (*uncanny valley*) : un malaise s'installe lorsqu'il comprend que l'empathie investie dans l'artefact aux traits humains est gâchée. La pertinence d'un tel service est mise en péril à la moindre erreur ou imprécision de l'algorithme anthropomorphe.

Il existe une autre voie pour construire la communication humain-machine au sein d'un dispositif. Elle consiste à penser une **esthétique de l'artefact** : un langage et une iconographie singulière qui fassent tampon entre le référentiel de l'utilisateur et les éléments techniques caractéristiques d'un dispositif numérique. La communication ainsi pensée ne tenterait pas de lisser l'asymétrie humain-machine mais l'exploiterait pour créer un référentiel hybride entre un dispositif et un groupe humain. Dans ce projet, il s'agissait de mobiliser le milieu numérique connu de l'utilisateur, ce déjà-là qu'est le navigateur web, pour y aménager des modes d'interaction soutenus par des algorithmes des plus complexes et pourtant, tout à fait utilisables et adaptables à des contextes variés.

L'ajustement humain-algorithme ne repose pas tant sur une révolution graphique des interfaces algorithmiques que sur une inventivité subtile au sein des interfaces existantes. Cela ne peut se faire sans ce double mouvement d'incorporation du référentiel humain dans le dispositif et d'appropriation humaine des principes de fonctionnement du dispositif. Cette convergence, et ce contact étroit des interactants, interrogent les conditions de leur « union⁹² », pour reprendre un terme d'Éric Landowski. Nous revenons ici à la sémantique de la communion derrière le mot « communication » : les agents humains et machiniques se retrouvent à l'interface de leurs deux mondes pour travailler ensemble.

⁹² LANDOWSKI, *op. cit.*, p. 42.

Conclusion et ouvertures

La contribution de cette recherche-projet tient dans la proposition du concept d'**ajustement** pour pallier la problématique de l'asymétrie humain-machine dans le design d'interaction. En design, l'ajustement est un **processus** qui permet de penser les régimes et les modes d'interaction à même de garantir l'adaptabilité d'un dispositif. Il est aussi l'**état** méta-stable caractérisant le juste rapport entre deux interactants dans une situation d'action donnée.

Sur le plan théorique, l'ajustement repose sur des concepts (fonctions de traduction, modes, régimes) qui formalisent la médiation que le design opère pour coupler l'humain et l'algorithme. En ce qui concerne la méthodologie, il consiste à sélectionner des approches et pratiques favorables à ce couplage. Au prisme de l'épistémologie, l'ajustement correspond à un positionnement singulier dans le design des IHM.

Les **fonctions de traduction** sont les passerelles qui permettent d'enjamber l'asymétrie humain-machine : elles convertissent les informations du référentiel humain vers le référentiel machine (contextualisation, modération) et du référentiel machine vers le référentiel humain (suggestion, représentation, narration, comparaison). Le juste emploi de ces fonctions permet d'élaborer des modes d'interaction qui constituent différentes manières d'aborder une même action au sein du dispositif. Ces différents **modes d'interaction** (dans notre cas : manuel, augmenté, automatique) correspondent à des utilisateurs, des usages et contextes précis. Enfin, les **régimes d'interaction** (débrayage, augmentation, macrosuasion, substitution) déterminent une relation entre l'humain et la machine à plus grande échelle, c'est-à-dire la « politique » d'un dispositif tout entier.

Sur le plan de la **méthodologie**, l'ajustement prône l'abandon des automatismes du *design thinking* pour renouer avec des données moins « spéculatives », plus précises, pour caractériser les pratiques et usages des utilisateurs finaux. Au-delà de la connaissance ambiante sur ces utilisateurs (méta), nous avons proposé de croiser des données enregistrées par le dispositif (quantitatives) avec des entretiens (qualitatifs) avec ces utilisateurs. Pour ce faire, nous avons repris certaines bases de l'ethnométhodologie, amendées par d'autres pratiques : ethnographiques et sociologiques. Cette triangulation permet de tirer un meilleur parti des logiques numériques (enregistrement des traces, statistiques) et des disciplines les plus à même d'analyser les pratiques humaines.

Enfin, l'ajustement constitue une **vision singulière de l'interaction humain-machine** : elle approche l'interaction humain-machine comme un essai de **couplage** des interactants et utilise la

métaphore de la **communication** pour analyser l'interaction. Cette communication est simulée, artificielle, permise par des fonctions de traduction, mais demeure une forme de communication. Ainsi, le design entrevoit des caractéristiques nouvelles de la communication humain-machine (comme l'indicialité du langage, ou la construction circonstanciée de son sens) et conscientise sa moindre robustesse en comparaison avec la communication humaine – c'est pour cela que nous avons pensé des fonctions de réparation de la communication (*feedback* et *fallback*). La sémiotique nous a aidés à prévenir d'éventuels défauts de communication imputables au milieu numérique, comme l'assimilation du message à un simple signal, ou encore l'opacification du destinataire.

De par son souci d'améliorer les interactions humain-machine, l'ajustement semble adapté à la complexification de nos rapports avec les algorithmes. En effet, leur pervasion effective dans nos activités est entourée par l'imaginaire galvaudé de l'intelligence artificielle, si bien que le design pâtit de cette dichotomie entre la réalité du développement des algorithmes et les fantasmes qui s'y rattachent. Nous avons finalement soutenu que l'anthropomorphisation qui en découle était, dans la majorité des cas, une impasse de conception. D'ailleurs, si nous ravivons aujourd'hui la pensée de Lucy Suchman et sa thèse de l'asymétrie humain-machine, c'est bien parce que l'imaginaire contemporain de l'intelligence artificielle nous entraîne dans les mêmes tentations de symétrie humain-machine que l'époque computationnaliste des années 1980. Sauf qu'aujourd'hui on ne tente plus d'assimiler un cerveau humain à un ordinateur, mais faire passer la machine pour un actant presque humain. C'est pourquoi nous postulons que l'horizon du design d'interaction tient davantage dans l'invention d'une **esthétique des artefacts** qui explicite leurs logiques sous-jacentes, leur potentiel fonctionnel, leurs forces et leurs faiblesses dans différents contextes, dispositifs et organisations dans lesquels ils s'insèrent. Il s'agit non seulement de croire au potentiel d'adaptation d'algorithmes sophistiqués, mais aussi de miser sur le fait que les individus qui manipulent le milieu numérique sont ouverts à ces techniques et capables de se les approprier.

En effet, l'idéologie derrière l'ajustement espère une **acculturation technique** des utilisateurs aux paradigmes algorithmiques. Son postulat est que leur compréhension minimale des algorithmes et de leurs enjeux fonctionnels et sociaux débloquerait de nouvelles possibilités en termes de richesse d'interaction. À l'instar des réflexes que l'humain a développés au contact de son ordinateur dans l'utilisation d'un logiciel de PAO⁹³ par exemple – connaissance des raccourcis clavier, reconnaissance des icônes analogues, capacité de changer des logiciels en conservant les mêmes réflexes de travail – il n'est pas improbable de voir à court terme une certaine strate d'utilisateurs de services numériques s'approprier les logiques qui y règnent. Des intuitions sont déjà présentes, lorsque les utilisateurs tentent de déduire comment fonctionne leur moteur de recommandation de *streaming* musicale, de comprendre quelle navigation récente a

⁹³ Production Assistée par Ordinateur.

induit l'apparition de telle publicité sur leur réseau social de prédilection, etc. Même au sein de cette recherche nous avons observé des détournements d'usage qui ont débloqué de nouveaux potentiels fonctionnels. Le designer numérique n'est jamais le seul « sachant », c'est parfois l'utilisateur qui repère les schèmes, les *templates*⁹⁴ et les logiques algorithmiques qui déterminent ses interfaces quotidiennes.

Au terme de cette recherche-projet, nous avons déduit deux pistes pour faciliter l'appropriation d'un dispositif numérique par l'utilisateur. Le premier est un principe de base du design numérique qui consiste à **implémenter toujours plus d'éléments du référentiel et du langage de l'utilisateur** dans le système technique. Cette reconnaissance d'une interface aux termes familiers et aux préoccupations proches des pratiques de l'utilisateur augmente sa propension à avoir recours au dispositif. Frôlant notre définition de l'ajustement, la seconde méthode est de **proposer différents choix de modes d'interaction**. Ces propositions fonctionnelles relativement spécifiques, mais couvrant toutes ensemble un large spectre de profils et d'usages, favorisent des glissements entre les modes et une découverte des différents algorithmes du dispositif. On peut espérer que ce contact avec des interfaces familières et ces choix de différentes relations à la technique favorisent également une acculturation aux logiques algorithmiques. Mais cette utopie d'un humain et d'une technique parfaitement « adaptés » l'un à l'autre demeure un horizon lointain au regard de tout ce qu'il reste à ajuster dans notre quotidien en voie de numérisation.

Malgré les avancées techniques dans l'algorithmie complexe et la popularité croissante des métiers du design, il semble que de nombreux services numériques irritent voire desservent encore et toujours leurs utilisateurs. Nous avons parlé de « désajustements sociotechniques » pour caractériser ces interactions manquées ou forcées qui détériorent la relation des personnes aux dispositifs numériques. Ces manquements des designers dans la « politique » des algorithmes conçus ont certainement plusieurs causes, qui vont d'un manque de compétence ou de volonté de l'équipe de conception jusqu'à la volonté à peine voilée d'imposer des actions précises aux utilisateurs, sur fond d'enjeux économiques et/ou réputationnels. Ces désajustements ont plusieurs effets, de la plus petite frustration induite par les incohérences d'une plateforme de *streaming* aux gabegies à grande échelle de Parcoursup, et jusqu'aux scandales comme Cambridge Analytica, capables de nuire aux libertés individuelles de toute une population. Ces exemples parmi tant d'autres attestent que l'introduction d'algorithmes dans les activités humaines peut apporter plus de problèmes que de solutions : le design en devient contre-productif, contre-intuitif, contre l'humain.

Les algorithmes sont des objets relativement nouveaux mais ont le travers d'être nourris par des représentations relativement vieillissantes, elles-mêmes alimentées par des données qui embarquent les biais de l'« ancien monde » – on pense aux dérives « racistes » ou éthno-centrées des « intelligences artificielles » proposées au grand public. Les algorithmes les plus influents

⁹⁴ SUCHMAN, *op. cit.*, p. 198.

sont aussi contrôlés par des firmes technologiques, aux représentations très matérialistes où « l'information est quasiment dominée par l'économie⁹⁵ ».

Et comme ces entités techniques sont partout, il est trop tard pour statuer sur le bien-fondé de leur présence. Notre dernier recours est de tenter de les ajuster à nos vies humaines. En tant que discipline de première ligne quant à la conception des algorithmes et de leurs interfaces, le design a une carte à jouer dans cet ajustement de la technique à nos pratiques. En guise d'ouverture, voici quelques pistes qui analysent et/ou proposent des manières d'ouvrir des potentiels fonctionnels aux utilisateurs – la liste n'est pas exhaustive mais ouvre un horizon d'approches vertueuses.

En sociologie, des chercheurs et de chercheuses ont hérité de l'approche ethnométhodologique de Lucy Suchman et de sa théorie de l'action située. Forts de ce bagage, Julia Velkovska, Marc Relieu et leurs collègues observent les détails de nos interactions avec les artefacts numériques qui jalonnent notre quotidien : robots, assistants vocaux, *chatbots*, etc. Leurs analyses constituent une mine d'or de résultats pour la théorie et la pratique du design.

En design, Nolwenn Maudet va au contact des utilisateurs dans des entretiens inspirés de l'ethnométhodologie qui révèlent les plus subtils détails de leurs interactions avec des services numériques basés sur des algorithmes de toutes natures. De ce type d'enquête, la chercheuse observe différentes approches pour adapter un contenu à l'utilisateur : « la customisation est effectuée directement par la personne, la personnalisation est effectuée par le système⁹⁶ ». Après l'analyse, elle contre-propose des interactions et interfaces nouvelles répondant effectivement aux préoccupations des utilisateurs.

Toujours en design, Anthony Masure, après avoir ravivé la théorie des « appareils⁹⁷ » ouverts aux « réglages⁹⁸ », s'intéresse sous différents prismes aux algorithmes, notamment à leur opacité avec Loup Cellard⁹⁹. Ce dernier a également initié la revue *Tèque*¹⁰⁰ qui analyse en profondeur les usages et les pratiques de conception en milieu numérique.

Cette recherche-projet se reconnaît dans ce mouvement de rénovation des pratiques d'enquête et de conception et espère y contribuer. Elle propose en tout cas des concepts à la fois théoriques et opérants pour résorber l'asymétrie humain-machine et ainsi ouvrir de nouveaux potentiels fonctionnels. Elle vise enfin à montrer que, même dans des dispositifs complexes et en apparence « fermés », il y a toujours matière à aménager des modes d'interaction qui sont autant de manières de réaliser une action. Dans de tels systèmes complexes, il semble encore possible de mettre la régularité des machines au service de l'irrégularité des humains.

⁹⁵ WOLTON, *op. cit.*

⁹⁶ MAUDET, *op. cit.*, p. 101.

⁹⁷ MASURE, « Le Design Des Programmes ».

⁹⁸ *Ibid.*

⁹⁹ Loup CELLARD et Anthony MASURE. « Le design de la transparence ». In : *Multitudes* n° 73.4 (2018), p. 100-111. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-multitudes-2018-4-page-100.htm> (visité le 30/06/2021).

¹⁰⁰ Loup CELLARD. *Revue Tèque*. 2021. En ligne : <https://revue-teque.fr> (visité le 06/10/2022).

Bibliographie

- AKRICH, Madeleine. « Comment décrire les objets techniques? » In : *Techniques et culture*. Techniques & Culture. T. 9. 1987, p. 49-64. En ligne : <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00005830> (visité le 16/02/2021).
- « Les formes de la médiation technique ». In : *Réseaux*. Réseaux. T. 60. 1993, p. 87. En ligne : <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00081730> (visité le 25/06/2021).
- AMIEL, Philippe. *Ethnométhodologie Appliquée : Éléments de Sociologie Praxéologique*, Presses du Lema, 2010. 209 p. En ligne : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00848731> (visité le 31/01/2021).
- ANTOINE, Pascal et Jonathan Alan SMITH. « Saisir l'expérience : Présentation de l'analyse Phénoménologique Interprétative Comme Méthodologie Qualitative En Psychologie ». In : *Psychologie Française* 62.4 (déc. 2017), pp. 373-385.
- ARCHER, Bruce. « The Structure of Design Processes ». Thèse. Royal College of Art, 1968. En ligne : <https://researchonline.rca.ac.uk/2949/> (visité le 26/04/2022).
- ARNOLD, Madeleine. « Intelligence Artificielle et Sémiotique Cognitive : Divergences et Convergences ». In : *Actes Sémiotiques* VIII.36 (déc. 1985), p. 33-42.
- ASHBY, William Ross. *An Introduction to Cybernetics*. Londres : Chapman & Hall, 1956.
- ASIMOV, Isaac. *David Starr : Justicier de l'Espace*. Bruxelles : C. Lefrancq, 1993.
- ÅSTRÖM, Karl Johan et Richard M MURRAY. *Feedback Systems : An Introduction for Scientists and Engineers*. Princeton University Press, 2008.
- BACHIMONT, Bruno. « Écriture et Code, Motivation Du Sens et Arbitraire Du Calcul ». Le Champ de Signe (ÉSAD d'Amiens). 20 avr. 2021. En ligne : <https://champdusigne.esad-amiens.fr/>.
- *Le sens de la technique : le numérique et le calcul*. Encre Marine. Paris : Editions Les Belles Lettres, 2010.
- « Signes Formels et Computation Numérique : Entre Intuition et Formalisme ». In : *Instrumente in Kunst Und Wissenschaft - Zur Architektonik Kultureller Grenzen Im 17. Jahrhundert*. Jan Lazardzig, Helmar Schramm et Ludger Schwarte. Berlin : De Gruyter, 2004. En ligne : http://www.utc.fr/~bachimon/Publications_attachments/Bachimont.pdf.
- BARDINI, Thierry. *Bootstrapping : Douglas Engelbart, Coevolution, and the Origins of Personal Computing*. Stanford, Calif. : Stanford University Press, 2000.
- BEYAERT-GESLIN, Anne. *Sémiotique des objets : La matière du temps*. Sigilla. Liège : Presses universitaires de Liège, 2017.

- BEYAERT-GESLIN, Anne. *Sémiotique du design*. Paris, France : Presses universitaires de France, 2016.
- BORNET, Corinne et Éric BRANGIER. « La méthode des personas : principes, intérêts et limites ». In : *Bulletin de psychologie* 524.2 (3 mai 2013), p. 115-134. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-bulletin-de-psychologie-2013-2-page-115.htm> (visité le 03/05/2022).
- BOUSBACI, Rabah. « Les « Savoirs Pratiques » : Quel Modèle Épistémologique Pour Les Sciences Du Design? » (Nîmes). 18 mar. 2021.
- BRANGIER, Éric, Aude DUFRESNE et Sonia HAMMES-ADELÉ. « Approche symbiotique de la relation humain-technologie : perspectives pour l'ergonomie informatique ». In : *Le travail humain* 72.4 (2009), p. 333-353. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-le-travail-humain-2009-4-page-333.htm> (visité le 17/03/2022).
- BROWN, Tim. *Lesprit Design : Comment Le Design Thinking Change l'entreprise et La Stratégie*. Londres : Pearson, 2014.
- BRYNJOLFSSON, Erik et Andrew MCAFEE. *The Second Machine Age : Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. New York : W. W. Norton & Company, 2014.
- BUCHANAN, Richard. « Design Research and the New Learning ». In : *Design Issues* 17.4 (automne 2001), p. 3-23.
- BUXTON, Bill. *Sketching User Experiences : Getting the Design Right and the Right Design*. San Francisco : Morgan Kaufmann Publishers Inc, 2007.
- Cancer Research and Treatment*. IBM.com. 23 déc. 2020. En ligne : <https://www.ibm.com/watson-health/solutions/cancer-research-treatment> (visité le 02/02/2021).
- CARDON, Dominique. *À Quoi Rêvent Les Algorithmes*. Paris : Seuil, 2015.
- « S'orienter dans le bazar du Web ». In : *Culture numérique*. Presses de Sciences Po, 19 mai 2019, p. 354-360. En ligne : <https://www.cairn.info/culture-numerique--9782724623659-page-354.htm> (visité le 04/04/2022).
- CARDON, Dominique, Jean-Philippe COINTET et Antoine MAZIÈRES. « La revanche des neurones ». In : *Rezeaux* 211.5 (16 nov. 2018), p. 173-220. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-rezeaux-2018-5-page-173.htm> (visité le 06/04/2022).
- CARDOSO, Stéphanie. « Amicalité des robots de compagnie : Une poïétique par le design ». In : *Interfaces numériques* 2.1 (12 jan. 2018), p. 77-104. En ligne : <https://www.unilim.fr/interfaces-numeriques/1764> (visité le 03/10/2022).
- CARDOSO, Stéphanie et Mélanie BOURDAA. « Des Robots Comme Nouvelles Entités et Univers Narratifs à Construire ». In : *MEI - Médiation et information* 40 (2017). En ligne : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02476680> (visité le 16/08/2022).
- CARR, Nicholas. *The Glass Cage : Automation and Us*. New York : W.W. Norton & Company, 2014.
- CASILLI, Antonio A. *En attendant les robots. Enquête sur le travail du clic*. Paris : Editions Seuil, 2019.
- CELLARD, Loup. *Revue Tèque*. 2021. En ligne : <https://revue-teque.fr> (visité le 06/10/2022).

- CELLARD, Loup et Anthony MASURE. « Le design de la transparence ». In : *Multitudes* n° 73.4 (2018), p. 100-111. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-multitudes-2018-4-page-100.htm> (visité le 30/06/2021).
- CLAVERIE, Bernard. *L'humain Augmenté*. L'Harmattan, 2010.
- COLLINS, Harry. *Artificial Intelligence : Against Humanity's Surrender to Computers*. Cambridge : Polity Press, 7 sept. 2018.
- COOPER, Alan. *The Inmates Are Running the Asylum : Why High-Tech Products Drive Us Crazy and How to Restore the Sanity*. Indianapolis, Ind : Sams, 2004.
- COUFFIGNAL, Louis. *La Cybernétique*. Que Sais-Je? Vendôme : Presses Universitaires de France, 1968.
- COULON, Alain. « Les concepts clés de l'ethnométhodologie ». In : *Que sais-je?* 5e éd.2393 (2007), p. 23-43. En ligne : <https://www.cairn.info/l-ethnomethodologie--9782130523468-page-23.htm> (visité le 31/01/2021).
- COUNCIL, Design. *Framework for Innovation : Design Council's Evolved Double Diamond*. 17 mai 2019. En ligne : <https://www.designcouncil.org.uk/our-work/skills-learning/tools-frameworks/framework-for-innovation-design-councils-evolved-double-diamond/> (visité le 17/09/2022).
- CRAWFORD, Matthew B. *Éloge du carburateur : essai sur le sens et la valeur du travail*. Trad. par Marc SAINT-UPÉRY. Paris : La Découverte, 2016.
- CREEL, Kathleen A. « Transparency in Complex Computational Systems ». In : *Philosophy of Science* 87.4 (oct. 2020), p. 568-589. En ligne : <http://www.cambridge.org/core/journals/philosophy-of-science/article/transparency-in-complex-computational-systems/4DB040EB28172CADF5F2858B62D0952C> (visité le 05/04/2022).
- CROSS, Nigel. « Designerly Ways of Knowing ». In : *Design Studies*. Special Issue Design Education 3.4 (1^{er} oct. 1982), p. 221-227. En ligne : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0142694X82900400> (visité le 26/04/2022).
- *Designerly Ways of Knowing*. London : Springer, 2006.
- DARPA. *Explainable Artificial Intelligence*. En ligne : <https://www.darpa.mil/program/explainable-artificial-intelligence> (visité le 15/04/2022).
- DAVIS, Jenny L. *How Artifacts Afford : The Power and Politics of Everyday Things*. 2020.
- DEKKER, Sidney et Erik HOLLNAGEL. « Human Factors and Folk Models ». In : *Cognition, Technology & Work* 6.2 (1^{er} mai 2004), p. 79-86.
- DELEUZE, Gilles. *Foucault*. Paris : Les Éditions de Minuit, 1986.
- DOMINGOS, Pedro. « A Few Useful Things to Know About Machine Learning ». In : *Communications of the ACM* 55.10 (oct. 2012), p. 78-87.
- DUPUY, Gabriel. *L'Informatisation Des Villes*. Que Sais-Je? Paris : PUF, 1992.
- ELLUL, Jacques. *Le Bluff Technologique*. Paris : Pluriel, [1988] 2014.
- *Le Système Technicien*. Paris : Le Cherche-Midi, [1977] 2012.

- ENGELBART, Douglas. *Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework*. Menlo Park : Stanford Recherche Institute, oct. 1962.
- ESCARPIT, Robert. *Théorie Générale de l'information et de La Communication*. Paris : Hachette Université, 1976.
- ESTEBAN, Charlotte. « Construire la « compréhension » d'une machine. Une ethnographie de la conception de deux chatbots commerciaux ». In : *Réseaux* 220–221.2-3 (2020), p. 195-222. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-reseaux-2020-2-3-page-195.htm> (visité le 22/07/2022).
- ESTIVALS, Robert. *Théorie Générale de La Schématisation 2, Sémiotique Du Schéma*. Paris : L'Harmattan, 2003.
- EYAL, Nir. *Hooked: How to Build Habit-Forming Products*. New-York : Penguin, 4 nov. 2014. 210 p.
- FACEBOOK. *Meta AI*. En ligne : <https://ai.facebook.com/> (visité le 08/04/2022).
- FINDELI, Alain. « La Recherche-Projet : Une Méthode Pour La Recherche En Design ». Swiss Design Network (Bâle). Mai 2004. En ligne : <http://projet.unimes.fr/files/2014/04/Findeli.2005.Recherche-projet.pdf>.
- « La recherche-projet en design et la question de la question de recherche : essai de clarification conceptuelle ». In : *Sciences du Design* n° 1.1 (27 mai 2015), p. 45-57. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-sciences-du-design-2015-1-page-45.htm> (visité le 25/02/2021).
- FOGG, B. J. et Hsiang TSENG. « The Elements of Computer Credibility ». In : *CHI'99 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (mai 1999), p. 80-87.
- FOGG, B. J. et al. « Motivating, Influencing, and Persuading Users : An Introduction to Captology ». In : *The Human-Computer Interaction Handbook*. 2nde édition. Human Factors and Ergonomics. Boca Raton : Andrew Sears, Julie A. Jacko, 19 sept. 2007, p. 133-147. En ligne : <https://www.taylorfrancis.com/> (visité le 04/01/2019).
- FORRESTER, Jay W. « Counterintuitive Behavior of Social Systems ». In : *Technological Forecasting and Social Change* 3 (1^{er} jan. 1971), p. 1-22. En ligne : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004016257180001X> (visité le 17/06/2021).
- FOUCAULT, Michel. *L'archéologie du savoir*. Paris : Gallimard, 1996.
- *Les Mots et Les Choses : Une Archéologie Des Sciences Humaines*. Paris : Gallimard, [1966] 2013.
- *Surveiller et punir : naissance de la prison*. TEL. Paris : Gallimard, [1975] 1993.
- FRAYLING, Christopher. « Research in Art and Design ». In : *Royal College of Art Research Papers* 1.1 (1993).
- GARFINKEL, Harold. *Le programme de l'ethnométhodologie*. La Découverte, 2001. En ligne : <https://www.cairn.info/l-ethnomethodologie--9782707133731-page-31.htm> (visité le 31/01/2021).
- GARSON, Barbara. *The Electronic Sweatshop : How Computers Are Transforming the Office of the Future into the Factory of the Past*. New York : Penguin, 1989.

- GAVILLET, Isabelle. *Chapitre 2. Michel Foucault et le dispositif : questions sur l'usage galvaudé d'un concept*. De Boeck Supérieur, 2010. En ligne : <https://www.cairn.info/les-dispositifs-d-information-et-de-communication--9782804162429-page-17.htm> (visité le 30/01/2021).
- GELERNTER, David. *Mirror Worlds or the Day Software Puts of the Universe in a Shoebox : How It Will Happen and What It Will Mean*. New York : Oxford University Press, 1992.
- GENTÈS, Annie. « Arts et sciences du design : la place des sciences humaines ». In : *Sciences du Design* 1.1 (27 mai 2015), p. 94-107. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-sciences-du-design-2015-1-page-94.htm> (visité le 17/02/2022).
- *The In-Discipline of Design*. Design Research Foundations. Cham : Springer, 2017.
- GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. *The Entropy Law and the Economic Process*. Cambridge : Harvard University Press, 1981.
- GOOGLE. *Errors + Graceful Failure*. People + AI Guidebook. En ligne : <https://design.google/ai-guidebook> (visité le 14/09/2021).
- *Explainability + Trust*. People + AI Guidebook. En ligne : <https://pair.withgoogle.com/chapter/explainability-trust/> (visité le 13/07/2021).
- *Mental Models*. People + AI Research. En ligne : <https://pair.withgoogle.com/chapter/mental-models/> (visité le 15/09/2020).
- *People + AI Research (Accueil)*. People + AI Research. En ligne : <https://pair.withgoogle.com> (visité le 03/09/2020).
- *User Needs + Defining Success*. People + AI Guidebook. En ligne : <https://design.google/ai-guidebook> (visité le 26/09/2020).
- GREIMAS, Algirdas Julien et Joseph COURTÈS. *Sémiotique. Dictionnaire Raisoné de La Théorie Du Langage*. Hachette Université. Langue, Linguistique, Communication. Paris : Classiques Hachette, [1979] 1993.
- HALDAR, Vivek. *Sharp Tools, Dull Minds*. This Is the Blog of Vivek Haldar. 10 nov. 2013. En ligne : <https://blog.vivekhaldar.com/post/66660163006/sharp-tools-dull-minds>.
- HANSON, David et al. « Upending the Uncanny Valley. » In : Proceedings of the National Conference on Artificial Intelligence. T. 4. 1^{er} jan. 2005, p. 1728-1729.
- HARMAND, Florian et Arthur PERRET. « Former à la notion de réseau par la conception et l'interprétation : l'atelier Reticulum ». In : *Humanités numériques* 5 (1^{er} juin 2022). En ligne : <http://journals.openedition.org/revuehn/2930#tocto2n5> (visité le 16/07/2022).
- HARMAND, Florian et David PUCHEU. « Fiction vs Conception : Resituer La Médiation Humaine Dans Le Fonctionnement de l'IA ». Que Font Les Images de l'IA? (Université de Strasbourg). Avr. 2021.
- « Pervasion et Persuasion Dans Le Milieu-Interface ». In : *La Vie Interfaciale. Regards Croisés En SIC et En Arts*. Pessac : Presses de la MSHA, 2019. En ligne : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02459326> (visité le 12/05/2020).

- HATCHUEL, Armand. « Quelle Analytique de La Conception? Parure et Pointe En Design. » *Le Design En Question(s)* (Paris). Nov. 2005.
- HAYES, Philip J. et D. Raj REDDY. « Steps toward Graceful Interaction in Spoken and Written Man-Machine Communication ». In : *International Journal of Man-Machine Studies* 19.3 (1^{er} sept. 1983), p. 231-284. En ligne : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020737383800492> (visité le 21/07/2021).
- HIRT, Lysianne Léchet et al. « Design et ethnographie. Comment les designers pratiquent les études de terrain ». In : *Techniques & Culture. Revue semestrielle d'anthropologie des techniques* 64 (24 déc. 2015), p. 64-77. En ligne : <http://journals.openedition.org/tc/7560> (visité le 13/08/2020).
- HUTCHINS, Edwin. *Cognition in the Wild*. Cambridge : MIT Press, 1995.
- IBM. *Design for AI*. IBM Design for AI. En ligne : <https://www.ibm.com/design/ai/> (visité le 14/02/2021).
- *Fundamentals > Relationship Development*. En ligne : <https://www.ibm.com/design/ai/fundamentals/#relationship-development> (visité le 10/04/2022).
- INDUSTRIALIS, Ars. *Pharmakon, Pharmacologie | Ars Industrialis*. En ligne : <https://arsindustrialis.org/vocabulaire-pharmakon-pharmacologie> (visité le 30/03/2022).
- KANT, Emmanuel. *Critique de la raison pure*. Trad. par Jacques AUXENFANTS. Les classiques des sciences sociales. UQAC, 2019. En ligne : http://classiques.uqac.ca/classiques/kant_emmanuel/Critique_de_la_raison_pure/Critique_de_la_raison_pure.html (visité le 11/05/2021).
- KAZI-TANI, Tiphaine. « Des corps capables ». In : *Azimuts* 48-49 (2018), p. 64-75. En ligne : <https://revue-azimuts.fr> (visité le 16/02/2021).
- KELLY, Kevin. *Better Than Human : Why Robots Will — And Must — Take Our Jobs*. Wired. 24 déc. 2012. En ligne : <https://www.wired.com/2012/12/ff-robots-will-take-our-jobs/>.
- KEYNES, John Maynard. *Essays in Persuasion*. New-York, London : W. W. Norton & Company, [1963] 2009.
- KNIGHT, Heather. *Social Robots : Our Charismatic Friends in an Automated Future*. Wired UK. 2 avr. 2013. En ligne : <https://www.wired.co.uk/article/the-inventor> (visité le 02/02/2021).
- KRTOŁICA, Igor. « Diagramme et Agencement Chez Gilles Deleuze : L'élaboration Du Concept de Diagramme Au Contact de Foucault ». In : *Filozofija i Društvo* 20 (1^{er} jan. 2009).
- LANDES, David S. *L'Europe Technicienne*. Paris : Gallimard, 1975.
- LANDOWSKI, Eric. *Les Interactions Risquées*. Nouveaux Actes Sémiotiques 101, 102, 103. Limoges : Presses Universitaires de Limoges, 2005.
- LARAMÉE, Alain et Bernard VALLÉE. *La recherche en communication : éléments de méthodologie*. Sainte-Foy (Québec), Canada : Presses de l'Université du Québec, 1991.

- LARROCHE, Valérie. *Le dispositif : Un concept pour les sciences de l'information et de la communication*. Londres : ISTE Group, 2018. 213 p.
- LATOURE, Bruno. « A Cautious Prometheus? A Few Steps Toward a Philosophy of Design with Special Attention to Peter Sloterdijk ». In : "Networks of Design", *Annual International Conference of the Design History Society*. Networks of Design. University College Falmouth, sept. 2008, p. 2-10.
- *Changer de société, refaire de la sociologie*. Trad. par Nicolas GUILHOT. Paris : Éd. la Découverte, 2006.
- LECERF, Yves. « L'ethnométhodologie, Un Hyper-Rationalisme ». In : *Cahier d'ethnométhodologie* 2 (1985), p. 11-21.
- LEROI-GOURHAN, André. *Le Geste et La Parole II, La Mémoire et Les Rythmes*. Paris : Albin Michel, 1974.
- LICKLIDER, Joseph C. R. « Man-Computer Symbiosis ». In : *IRE Trans. Hum. Factors Electron. IRE Transactions on Human Factors in Electronics* 1.1 (1960), p. 4-11.
- LICKLIDER, Joseph C. R. et Richard W. TAYLOR. « The Computer as a Communication Device ». In : *Science and Technology* (avr. 1968).
- LILIANA, Olia. *Turing Complete User*. Contemporary Home Computing. Oct. 2012. En ligne : <http://contemporary-home-computing.org/turing-complete-user/#fn-schools> (visité le 18/07/2021).
- LOCKE, John. *Essai philosophique concernant l'entendement humain*. Trad. par Pierre COSTE. Amsterdam : Chez Pierre Mortier, [1689] 1729. En ligne : <https://play.google.com/store/books/details?id=B3wPAAAAQAAJ&rdid=book-B3wPAAAAQAAJ>.
- MAHLKE, Sascha et Gitte LINDGAARD. « Emotional Experiences and Quality Perceptions of Interactive Products ». In : t. 4550. 22 juil. 2007, p. 164-173.
- MARCOUX, Yves et Élias RIZKALLAH. « La Dimension Sémantique, Négligée de l'approche Expérience-Utilisateur ». In : *Études de communication* 41.2 (2013), p. 119-138. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-etudes-de-communication-2013-2-page-119.htm>.
- MARX, Karl. *Le Capital : Critique de l'économie Politique*. Trad. par Jean-Pierre LEFEBVRE. Paris : Quadrige/PUF, 1993.
- MASURE, Anthony. *Design et Humanités Numériques*. B42. Esthétique Des Données. 2017. 152 p.
- « Le Design Des Programmes, Des Façons de Faire Du Numérique ». Thèse de doctorat. Paris : Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 10 nov. 2014.
- MAUDET, Nolwenn. « Le Design Comme Angle Mort Des Algorithmes de Curation ». In : *Pro Forma* 1 (juin 2021), p. 123-136.
- MERHOLZ, Peter. *Peter in Conversation with Don Norman About UX & Innovation*. Adaptive Path. Déc. 2007. En ligne : <http://www.adaptivepath.com/ideas/e000862/> (visité le 05/03/2020).
- MILBURN, Colin. « Modifiable Futures : Science Fiction at the Bench ». In : *Isis* 101.3 (2010), p. 560-569.

- MILLER, George, Eugene GALANTER et Karl PRIBRAM. *Plans and the Structure of Behavior*. New York : Holt, Rinehart and Winston, 1960.
- MOLES, Abraham. *Théorie Des Objets*. Paris : Éditions Universitaires, 1972.
- MOLES, Abraham A. *Micropsychologie et vie quotidienne*. Paris : Denoël : Gonthier, 1976.
- « Théorie de la complexité et civilisation industrielle ». In : *Communications* 13.1 (1969), p. 51-63. En ligne : https://www.persee.fr/doc/comm_0588-8018_1969_num_13_1_1185 (visité le 31/01/2021).
- MORI, Masahiro, Karl F. MACDORMAN et Norri KAGEKI. « The Uncanny Valley [From the Field] ». In : *IEEE Robotics Automation Magazine* 19.2 (juin 2012), p. 98-100.
- MOROZOV, Evgeny. *To Save Everything, Click Here : Technology, Solutionism, and the Urge to Fix Problems That Don't Exist*. Londres : Penguin, 2014.
- MULLER, Pierre. « L'analyse cognitive des politiques publiques : vers une sociologie politique de l'action publique ». In : *Revue française de science politique* 50.2 (2000), p. 189-208. En ligne : https://www.persee.fr/doc/rfsp_0035-2950_2000_num_50_2_395464 (visité le 27/04/2022).
- MUMFORD, Lewis. *Technique et Civilisation*. Marseille : Parenthèses, 2016.
- NEWMAN, Jared. *Everything You Need To Know About AI Assistants, From Siri To Ozlo*. Fast Company. 17 mai 2016. En ligne : <https://www.fastcompany.com/3059719/handicapping-the-ai-assistants-from-siri-to-ozlo> (visité le 30/09/2021).
- NORMAN, Don. *The Design of Everyday Things : Revised and Expanded Edition*. New York : Basic Books, 2013.
- NORMAN, Donald. *Living with Complexity*. Cambridge, Londres : MIT Press, 2011.
- *The Design of Everyday Things*. New York : Basic Books, 2002.
- NORMAN, Donald et Jakob NIELSEN. *The Definition of User Experience (UX)*. Nielsen Norman Group. En ligne : <https://www.nngroup.com/articles/definition-user-experience/> (visité le 24/04/2019).
- NOVA, Nicolas et al. « De l'ethnographie au design, du terrain à la création : tactiques de traduction ». In : *Sciences du Design* n° 1.1 (27 mai 2015), p. 86-93. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-sciences-du-design-2015-1-page-86.htm> (visité le 16/02/2021).
- PAPERMAN, Patricia. *Indifférence, neutralité, engagement*. La Découverte, 2001. En ligne : <https://www.cairn.info/l-ethnomethodologie--9782707133731-page-345.htm> (visité le 30/04/2022).
- PAQUIENSÉGUY, Françoise. « L'usage au fil des Tic : Une genèse à raviver pour mieux le repenser? » In : *Interfaces numériques* 6.3 (2017), p. 481-481. En ligne : <http://www.unilim.fr/interfaces-numeriques/index.php?id=2621> (visité le 16/02/2021).
- PARASURAMAN, Raja, Thomas SHERIDAN et Christopher WICKENS. « A Model for Types and Levels of Human Interaction with Automation. » In : *IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics - Part A : Systems and Humans* 30.3 (1^{er} juin 2000), p. 286-297.

- PEIRCE, Charles Sanders. *Écrits Sur Le Signe*. Paris : Éditions du Seuil, 1978.
- PEREZ, Yves André. « La pratique de la recherche-intervention dans les organisations : retour sur les modes de production des connaissances gestionnaires à partir du terrain ». In : *Humanisme et Entreprise* 288.3 (2008), p. 101-113. En ligne : https://www.cairn.info/revue-humanisme-et-entreprise-2008-3-page-101.htm?try_download=1 (visité le 25/11/2021).
- PIAS, Claude. *Cybernetics : The Macy Conferences 1946-1953 : The Complete Transactions*. Zurich, Berlin : Diaphanes, 2016.
- PUCHEU, David. « Effacer l'interface : Une Trajectoire Du Design l'Interaction Homme-machine ». In : *Interfaces numériques* 5.2 (2016), p. 257-276. En ligne : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02457078> (visité le 25/05/2022).
- « Le “Projet Ubiquitaire” : Une Nouvelle Eschatologie Informationnelle? » In : *Communication Du Symbolique et Symbolique de La Communication Dans Les Sociétés Modernes et Post-modernes*. 2013, p. 547-562. En ligne : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02457117> (visité le 22/07/2022).
- RASTIER, François. « Débat Sur Les Limites de l'intelligence Artificielle ». In : *Actes Sémiotiques* VIII.36 (déc. 1985), p. 51-57.
- *La mesure et le grain : sémantique de corpus*. Lettres numériques. Paris : H. Champion, 2011.
- RELIEU, Marc, Merve SAHIN et Aurélien FRANCILLON. « Une approche configurationnelle des leurres conversationnels ». In : *Reseaux* 220221.2 (29 mai 2020), p. 81-111. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-reseaux-2020-2-page-81.htm> (visité le 27/05/2022).
- REYES-GARCIA, Everardo et Nasreddine BOUHAÏ. *Designing Interactive Hypermedia Systems*. Londres : ISTE, 2017.
- REYNOLDS, Matt. *DeepMind's New AI Predicts Kidney Injury Two Days before It Happens*. WIRED. 31 juil. 2019. En ligne : <https://www.wired.co.uk/article/deepmind-streams-ai-algorithm-kidney-injury>.
- ROSE, Todd. *The End of Average : How We Succeed in a World That Values Sameness*. Harper Collins, 19 jan. 2016. 256 p.
- ROUVROY, Antoinette et Thomas BERNIS. « Gouvernamentalité algorithmique et perspectives d'émancipation ». In : *Reseaux* n° 177.1 (2 mai 2013), p. 163-196. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-reseaux-2013-1-page-163.htm> (visité le 01/02/2021).
- SCHMITT, Eglantine. « Explorer, visualiser, décider : un paradigme méthodologique pour la production de connaissances à partir des big data ». Thèse de doctorat. Compiègne : Université de technologie de Compiègne, 14 nov. 2018. En ligne : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01960545> (visité le 27/04/2020).
- SCHÖN, Donald A. *The Reflective Practitioner : How Professionals Think In Action*. Basic Books. Harper Torchbooks. New York, 1983.

- SHANNON, Claude E. « A Mathematical Theory of Communication ». In : *The Bell System Technical Journal* 27.3 (juil. 1948), p. 379-423.
- SHECKLEY, Robert. *Douces Illusions*. Paris : Calmann-Lévy, 1978.
- SHEDROFF, Nathan. « Information Interaction Design : A Unified Theory of Design ». In : *Information Design*. Cambridge : The MIT Press, 1999, p. 267-292.
- SIMON, Herbert. *The Sciences of the Artificial*. MIT Press. Cambridge, [1968] 1996.
- SIMONDON, Gilbert. *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris : Aubier, [1958] 2012.
- *Sur la philosophie (1950-1980)*. Paris : Presses Universitaires de France, 2016.
- SOLON, Olivia. « The Rise of 'Pseudo-AI' : How Tech Firms Quietly Use Humans to Do Bots' Work ». In : *The Guardian. Technology* (6 juil. 2018). En ligne : <https://www.theguardian.com/technology/2018/jul/06/artificial-intelligence-ai-humans-bots-tech-companies> (visité le 26/07/2022).
- STIEGLER, Bernard. « Du temps-carbone au temps-lumière. L'hyper-désajustement ». In : *Le Genre humain* 49.1 (2010), p. 115-124. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-le-genre-humain-2010-1-page-115.htm> (visité le 21/09/2022).
- SUCHMAN, Lucy. *Human-Machine Reconfigurations : Plans and Situated Actions, 2nd Edition*. Cambridge : Cambridge University Press, 2007.
- « Medea Talks #17 - Restoring Information's Body - Remediations at the Human-Machine Interface » (Malmö). 20 oct. 2011. En ligne : <http://medea.mah.se/2011/09/medea-talks-presents-lucy-suchman/>.
- TANZ, Jason. *Soon We Won't Program Computers. We'll Train Them Like Dogs*. WIRED. 17 mai 2016. En ligne : <https://www.wired.com/2016/05/the-end-of-code/>.
- VELKOVSKA, Julia et Marc RELIEU. « Pour une conception « située » de l'intelligence artificielle ». In : *Reseaux* 229.5 (25 nov. 2021), p. 215-229. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-reseaux-2021-5-page-215.htm> (visité le 26/05/2022).
- VELKOVSKA, Julia et Moustafa ZOUINAR. « Les relations aux machines « conversationnelles ». Vivre avec les assistants vocaux à la maison ». In : *Réseaux* 220-221.2-3 (2020), p. 47-79. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-reseaux-2020-2-3-page-47.htm> (visité le 25/07/2022).
- VIAL, Stéphane. *Court Traité de Design*. Paris : Presses Universitaires de France, 2010.
- « Qu'appelle-t-on « design numérique »? » In : *Interfaces numériques* 1.1 (1 12 déc. 2017), p. 106-106. En ligne : <https://www.unilim.fr/interfaces-numeriques/index.php?id=163> (visité le 30/11/2021).
- VISSER, Willemien. « La conception : de la résolution de problèmes à la construction de représentations ». In : *Le travail humain* Vol. 72.1 (12 mar. 2009), p. 61-78. En ligne : <https://www.cairn.info/revue-le-travail-humain-2009-1-page-61.htm> (visité le 31/01/2021).
- Von BERTALLANFY, Ludwig. *Théorie générale des systèmes*. Idem. Dunod, [1968] 2012.
- WIENER, Norbert et al. *La cybernétique information et régulation dans le vivant et la machine*. Paris : Seuil, 2014.

- WIKIPÉDIA. *Wiidii*. Page Wikipédia de WiiDii. 16 mai 2022. En ligne : <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Wiidii&oldid=193732664> (visité le 04/08/2022).
- WILLIAMS, James. *Stand out of Our Light : Freedom and Resistance in the Attention Economy*. Cambridge : Cambridge University Press, 2018. En ligne : <https://www.cambridge.org/core/books/stand-out-of-our-light/3F8D7BA2C0FE3A7126A4D9B73A89415D> (visité le 16/02/2021).
- WINNER, Langdon. « Do Artifacts Have Politics? » In : *Daedalus* 109.1 (1980), p. 121-136.
- WOLTON, Dominique. « Information et communication : urgence théorique ». In : *Hermes, La Revue* n° 82.3 (3 déc. 2018), p. 10-18. En ligne : www.cairn.info/revue-hermes-la-revue-2018-3-page-10.htm (visité le 25/05/2021).
- WURMAN, Richard Saul. *Information Anxiety 2*. Indianapolis : Que, 2001.
- *Information Architects*. Sous la dir. de Peter BRADFORD. Zurich : Graphis Press, 1996.
- YANEVA, Albena. « Making the Social Hold : Towards an Actor-Network Theory of Design ». In : *Design and Culture* 1.3 (1^{er} nov. 2009), p. 273-288.
- ZUBOFF, Shoshana. *In the Age of the Smart Machine : The Future of Work and Power*. New York, NY : Basic Books, 1988.

Corpus secondaire

Amazon. Plateforme de vente en ligne.

En ligne : <https://www.amazon.com>

Ameli. Site de l'Assurance Maladie.

En ligne : <https://www.ameli.fr/>

Deezer. Application de *streaming* musical.

En ligne : <https://www.deezer.com/fr/>

Sosh. Rubrique Aide et Contact.

En ligne : <https://assistance.sosh.fr/>

Steam. Steam Labs.

En ligne : <https://store.steampowered.com/labs/>

Zendesk. Logiciel de Live Chat.

En ligne : <https://www.zendesk.fr/service/messaging/live-chat/>

Table des matières

Résumé	3
Abstract	5
Remerciements	7
Sommaire	8
Préambule	11
Le projet iQspot : contexte	11
La solution iQspot : déploiement, fonctionnement, utilisation	13
Du design en R&D	17
Lancement de la thèse	20
Introduction	23
Un contexte d'interaction humain-machine	23
Une problématique d'asymétrie humain-machine	25
L'hypothèse de l'ajustement	27
Cadre disciplinaire et épistémologique	29
Méthodologie	30
Livrables de design et apports de recherche	31
Plan de la thèse	32
1 Méthodologie : convergence des approches	35
1.1 L'approche sociotechnique : humains et non-humains	37
1.2 L'approche dispositif : savoirs et pouvoirs	41
1.3 L'approche réflexive : articuler pratique et production de connaissances	44
1.4 L'approche située : inséabilité de l'action et de la cognition	50
1.5 L'approche ethnométhodologique : au plus proche de l'utilisateur	55
1.6 Implémentation des approches : méthodes (et outils)	58
Résumé du chapitre 1	60
2 Appréhension : du terrain à l'objet	63
2.1 Définir l'appréhension en design	64
2.2 Le rôle des représentations	66
2.3 Du terrain à l'objet : représentations et concepts	69
Résumé du chapitre 2	84

3	Épistémologie : connaissance des algorithmes	87
3.1	Les automates : de la matière à l'information	89
3.2	Une épistémè pour l'interaction	97
3.3	L'algorithme au prisme du design	105
3.4	[Complément] L'humain dans la machine : entre science et fiction	113
	Résumé du chapitre 3	121
4	Algorithmes : entre industrie et artisanat	123
4.1	Vulgarisation technique	125
4.2	Veille industrielle	134
4.3	Cas de design d'algorithmes dans la solution iQspot	149
	Résumé du chapitre 4	154
5	Utilisateurs : pratiques & usages	157
5.1	Méthodologie d'une approche de l'utilisateur	159
5.2	Triangulation des utilisateurs et usages : méta, quanti, quali	173
5.3	Résultats de l'étude et réflexions méthodologiques	182
	Résumé du chapitre 5	195
6	Prototypage d'une fonctionnalité d'alertes énergétiques	197
6.1	Configuration manuelle	199
6.2	Configuration augmentée	210
6.3	Configuration automatique	219
6.4	Ouvertures : réception, <i>feedback</i> et évaluation	245
	Résumé du chapitre 6	253
7	Ajustement : réflexions et perspectives	257
7.1	Des concepts pour l'ajustement	259
7.2	Épistémologie de l'ajustement	281
	Résumé du chapitre 7	307
	Conclusion et ouvertures	313
	Bibliographie	317
	Table des matières	328
	Liste des figures	330
	Liste des tableaux	332
	Annexes	333
	Glossaire	343
	Index	347

Liste des figures

0.1	Onglet Synthèse de l'application iQspot (capture d'écran)	15
0.2	Onglet Électricité de l'application iQspot (capture d'écran)	16
0.3	Processus de conception chez iQspot dans le double diamant du Design Council . .	19
0.4	Le carré sémiotique (simplifié) de Landowski	28
0.5	Représentation graphique du plan de thèse	34
1.1	L'approche sociotechnique	41
1.2	L'approche dispositif	44
1.3	L'approche réflexive	48
1.4	Connaissances contextuelles, spécifiques, génériques	49
1.5	L'approche située (1) (d'après Suchman)	53
1.6	L'approche située (2) (d'après Suchman)	54
1.7	L'approche située (3) (d'après Suchman)	55
1.8	L'approche ethnométhodologique	57
2.1	Premières esquisses de iQspot	66
2.2	Carte simplifiée du monde des objets (d'après Moles)	70
2.3	Schéma structurel de la solution	72
2.4	Schéma structurel et « chaîne de vie » de la donnée	73
2.5	Diagramme des fonctionnalités et fonctions	77
2.6	Diagramme fonctionnel et catégories	78
2.7	Diagramme fonctionnel : support algorithmique [M] et apport humain [H]	82
4.1	Le cycle de conception d'un algorithme d'apprentissage	132
4.2	Précision et rappel	140
4.3	Fonction de <i>feedback</i> sur Deezer (<i>wirerame</i>)	142
4.4	Fonctionnalité de détection d'anomalies (<i>wireframe</i>)	150
4.5	Consommation type (<i>wireframe</i>)	151
4.6	Recommandation d'une valeur de seuil d'alerte (<i>wireframe</i>)	152
4.7	Recommandation d'alertes contextuelles (<i>wireframe</i>)	153
6.1	Première version : fenêtre modale de configuration (manuelle)	201
6.2	Interface de la fonctionnalité d'alertes énergétiques	201

6.3	Scénario de la configuration manuelle (rang 0)	203
6.4	Exemple de représentation d'une alerte manuelle	204
6.5	Indicateur 1 : suggestion de valeur-seuil	214
6.6	Indicateur 2 : visualisation de la valeur-seuil par rapport aux antécédents de consommation	215
6.7	Indicateur 3 : texte explicitant le nombre de déclenchements de l'alerte sur une antériorité de six/douze mois, assimilable à la sensibilité de l'alerte	215
6.8	Scénario de la configuration augmentée (rang 2)	216
6.9	Exemple de représentation d'une alerte préconfigurée (rang 4.1).	232
6.10	Exemple de représentation d'une alerte prédéfinie (rang 4.2).	233
6.11	Exemple de représentation d'une alerte automatique (rang 5.1 et 5.2).	233
6.12	Scénario de la configuration automatique (rang 4.1)	239
6.13	Paradigme d'alerte préconfigurée, paradigme d'alerte prédéfinie	241
6.14	Scénario de la configuration automatique (rang 5.1)	243
6.15	Résumé des scénarios de configuration	244
6.16	Ajout de la fréquence de déclenchement de l'alerte	248
7.1	Traduction humain-machine dans l'interface	262
7.2	Traduction humain-machine : numérisation et restitution	268
7.3	Le design numérique, entre SHS et ingénierie.	269
7.4	Badge et infobulle sur un bloc « Alerte »	288
7.5	Le schéma actantiel (d'après Greimas et Courtés) de la fonctionnalité d'alertes énergétiques	289
7.6	La logique de <i>feedback</i> : correction, complétion, association	294
7.7	La logique de <i>fallback</i>	296
7.8	La vallée de l'étrange selon Mori (reproduction)	302
7.9	Les étranges algorithmes (spéculation)	302

Liste des tableaux

4.1	Matrice de confusion mettant en balance la prédiction et la référence	139
4.2	Réactions de l'utilisateur à une IA opaque et à une IA explicable (selon la DARPA) . .	144
5.1	Principe du tableau des retours UX	176
5.2	Principe du tableau de veille sur les alertes énergétiques configurées	178
5.3	Tableau récapitulatif des entretiens semi-directifs menés	180
5.4	Extrait du tableau de classement fonctionnel des citations des utilisateurs	181
5.5	Typologie des parties prenantes de l'immobilier	189
6.1	Paramètres de la fenêtre modale de configuration	200
6.2	Niveaux d'automatisation de la décision et de la sélection d'actions (selon Parasuraman <i>et al.</i> , 2000)	208
6.3	Gradation de l'automatisation de la configuration d'une alerte énergétique	209
6.4	Association des niveaux d'automatisation, des modes d'interaction et des usages . .	210
6.5	Variables et états des paramètres de la machine FWG1140M	234
6.6	Paramètres du panneau de configuration (rappel)	235
6.7	Paramètres de l'alerte Veille de nuit (eau)	236
6.8	Paramètres de l'alerte Veille de week-end (eau)	236
6.9	Paramètres de l'alerte Talon électrique de nuit (électricité)	237
6.10	Paramètres de l'alerte Talon électrique de week-end (électricité)	237
6.11	Paramètres de l'alerte Vérification de puissance de charge (débit électrique)	238
7.1	Tableau des fonctions de traduction de la configuration augmentée des alertes énergétiques.	263
7.2	Tableau récapitulatif des régimes d'interaction	275

Annexes

Annexe 1 : classement thématique dédié à la fonctionnalité d’alertes (voir tableau annexe 1).

Annexe 2 : recensement des alertes configurées sur le parc B (voir tableau annexe 2).

Annexe 3 : exemple d’entretien semi-directif (voir tableau annexe 3 et transcription).

Annexe 1 : classement thématique dédié à la fonctionnalité d’alertes

Ent.	Verbatim	Labels
1	[Parlant d’alertes de plaintes d’occupants des locaux] Il y a pré-alerte puis alerte. Quand on reçoit une plainte, on doit rester vigilants, en éveil. Si on commence à recevoir deux, trois, quatre plaintes dans la même zone, là on sait qu’on doit agir. Parce que deux heures plus tard on aura 25 plaintes.	Fréquence des alertes (1)
1	L’automatisme pour l’automatisme ne m’intéresse pas : si c’est pour avoir un bâtiment plus intelligent que celui du voisin, je m’en fiche, ça n’a pas d’impact sur mon ego. Si par contre je suis persuadé que ces automatismes me permettront d’atteindre les objectifs que je me suis fixé, notamment d’économie d’énergie ou d’obtention d’un label lambda, je considérerais que la contrainte induite mérite d’exister.	Automatisation située (1)
2.1	Ce que j’ai fait aujourd’hui : j’ai mis des alertes sur ces bâtiments, mais – j’en ai parlé à quelqu’un de chez vous – sur l’électricité, mettre des alertes c’est assez compliqué. On s’en est servi pour regarder les puissances souscrites sur nos contrats, je l’avais commencé l’année dernière en arrivant mais je n’ai pas mené à terme cette action. Ce n’est pas évident de trouver ça sur les dernières courbes.	Difficultés sur alertes électriques (1)
2.1	je lui ai expliqué comment mettre les alertes, notamment sur l’eau où c’est extrêmement facile vu qu’on fait du bureau et que les soirs et week-ends ce n’est pas occupé, elle ne les a jamais mises.	Alertes corrélées à l’occupation (1)
2.1	j’ai fait un petit protocole expliquant comment créer des alertes, les mettre en place, etc	Besoin de formation (1)
2.1	Je pense que ce [des alertes créées par iQspot] serait intéressant pour les personnes qui ne le font pas, mais quand je vois la quantité de mails que les alertes créent, s’il n’y a pas la bonne explication et pas de volonté, ce sera juste cinq mails en plus dans la semaine sur les cinq cents qu’on reçoit, donc ils passeront à la trappe.	Automatisation pour non-utilisateurs (1) Infobésité (1)

2.1	[Sur l'automatisation des alertes] Parce que si les alertes arrivent mais ne sont pas lues ça ne sert à rien. Justement le fait de les avoir créés – en me disant par exemple qu'entre 22h et 5h du matin je ne dois avoir aucune consommation sur l'eau – je sais à quoi elles correspondent et je sais comment les gérer. Si j'en reçois une de manière isolée, je ne la traite pas, mais quand j'en reçois une sur deux ou trois jours à la suite, là je me dis qu'il y a un problème. Si on les impose, sans expliquer ce qu'il y a derrière, je ne sais pas si elles seront lues.	Lien configuration-réception (1) Infobésité (2) Alertes corrélées à l'occupation (2) Question du destinataire (1) Fréquence des alertes (2)
2.1	Il faut comprendre à quoi ça [les alertes] sert, quand je pense à ma collègue de Nantes, certains property managers ne s'en servent pas.	Besoin de formation (2)
2.1	j'aimerais bien savoir mieux exploiter l'électricité [les alertes sur l'électricité].	Difficultés sur alertes électriques (2)
2.1	En ce qui concerne [le bâtiment B], je ne reçois pas d'alertes. Je ne les ai peut-être pas encore configurées. Je ne connais pas l'activité des locataires donc je leur demanderai s'ils utilisent de l'eau la nuit.	Lien configuration-réception (2) Alertes corrélées à l'occupation (3)
2.1	J'aimerais bien avoir un moyen pour comprendre et pouvoir utiliser ces capteurs électriques. Et si vous pouviez également m'aider en me disant quel contrat je dois souscrire pour les puissances électriques, ça m'intéresse aussi. J'aimerais bien savoir ce que je peux extraire de ces courbes électriques et quelles économies je peux faire.	Difficultés sur alertes électriques (3) Alertes de puissance (1)
2.2	Globalement je ne regarde que très peu la base iQspot [l'application] et ne me connecte que lorsque je reçois une alerte pour vérifier les consommations.	Notification d'alerte (1)
2.2	Moi les alertes, je ne les traite que lorsque j'en reçois plusieurs, plus précisément lorsqu'elles arrivent deux fois en deux jours. Si l'alerte n'arrive qu'une fois, je ne me dis pas que j'ai une fuite, à la rigueur un robinet laissé ouvert. Mais je ne vais pas déclencher une intervention pour un robinet peut-être resté ouvert!	Infobésité (3) Fréquence des alertes (3) Investigation sur terrain (1)
2.2	En effet, par exemple sur [un bâtiment donné], à une époque, j'avais des alertes tout le temps et en effet, j'ai déclenché une intervention, et je peux dire ce qu'il s'est effectivement passé : un clapet anti-retour était défectueux, ce qui provoquait des fausses consommations en activant le capteur derrière le clapet. De la même façon, sur [un autre bâtiment], j'avais énormément d'alertes et aujourd'hui, après avoir changé toutes les chasses d'eau, j'en ai beaucoup moins.	Fréquence des alertes (4) Investigation sur terrain (2)
2.2	En fait, à paramétrer ce n'est pas très compliqué. Mais ce n'est pas toujours facile de trouver les bons seuils, donc votre suggestion de seuil est intéressante.	Automatisation située (2)

2.2	Alors moi, c'est assez basique ce que j'ai configuré. Ce sont des alertes sur le moment où le bâtiment est inoccupé pour détecter la fuite. Par contre, des alertes me disant que j'ai plus consommé que le mois dernier ou que l'année dernière à la même époque, ça pourrait être intéressant.	Alertes corrélées à l'occupation (4)
2.2	Mais le risque, encore une fois, si on a des alertes dans tous les sens, c'est qu'elles ne soient pas utilisées.	Infobésité (4)
2.2	Et si en plus elle en reçoit en permanence [des alertes], elle [property manager] ne va pas savoir comment les traiter.	Infobésité (5)
2.2	C'est pour cela que j'ai beaucoup de difficulté avec l'électricité contrairement à l'eau : la nuit, le bâtiment continue à consommer de l'électricité. Je dois être capable de voir par exemple un réduct de nuit, mais c'est moins lié à l'occupation.	Difficultés sur alertes électriques (4)
2.2	Par exemple, pourrait-on ajouter aux paramètres la puissance souscrite de notre contrat ? Ce serait intéressant je pense pour savoir s'il est nécessaire de renégocier sa puissance souscrite si jamais on la dépasse. Parce qu'on le voit sur les factures mais encore une fois on pourrait avoir l'alerte « vous avez dépassé la puissance souscrite ».	Alertes de puissance (2)
2.2	Sur un de mes bâtiments, il y a des horaires habituels mais j'ai parfois un locataire qui fait des nuits – parfois il me prévient, parfois il ne me prévient pas. Si l'on n'a pas la main, on a potentiellement une alerte à chaque fois qu'il y a du travail occasionnel de nuit.	Alertes corrélées à l'occupation (5)
2.2	Si le samedi j'ai une alerte de consommation d'eau, c'est peut-être simplement qu'une équipe est venue travailler, et ils ont le droit de venir travailler ! Donc je les traite non pas dans le long terme mais lorsqu'elles reviennent sur deux à trois jours : là ce n'est pas habituel.	Alertes corrélées à l'occupation (6)
2.2	Et si on n'a pas la main sur ce système, il va générer des alertes qui ne veulent en réalité rien dire et qui feront peut-être qu'on apportera moins d'attention à d'autres alertes qu'il aurait fallu considérer.	Infobésité (6)
2.2	Et lorsque vous créez vos seuils d'alertes prédéfinies, pensez que moi je crée les miens de façon à être « un peu large », parce que si j'en reçois tous les jours, il y a un moment où je ne vais plus les traiter.	Automatisation située (3)
2.2	J'aime bien le fait d'avoir paramétré mes alertes mais pour autant je sais que ce n'est pas facile pour tout le monde. Et surtout je l'ai fait de sorte à ce que quand j'en reçois, elles veulent dire vraiment quelque chose. Moi je préfère avoir la main, mais pour autant il y a de nombreuses personnes qui ne les ont pas paramétrées du tout. Mais est-ce que s'ils ne les ont pas paramétrées, c'est pour éviter qu'elles ne servent pas et finissent dans une boîte mail qu'ils ne consulteront jamais.	Lien configuration-réception (3) Question du destinataire (2) Automatisation pour non-utilisateurs (2)

2.2	c'est juste que dans la multitude des choses à gérer au quotidien, s'il y a cinq mails iQspot par jour, je sais que les gens ne vont plus les lire. Alors que moi, – et je le mets en valeur auprès [d'une foncière immobilière] – je pense vraiment que c'est un super outil : mon clapet anti-retour, je n'aurais jamais trouvé le problème autrement, et j'avais réellement des surconsommations dans mon compteur, c'était vraiment problématique.	Infobésité (7) Notification d'alerte (2) Investigation sur terrain (3)
2.2	[grouper les alertes] Oui c'est cela, et je pense que ça rejoint le fait d'aiguiller les gestionnaires par l'alerte. Surtout si le travail est prémâché, le gestionnaire aura davantage tendance à le traiter.	Fréquence des alertes (5)
3	On pourrait très bien paramétrer des alertes partout (surconsommation, surpuissance, etc.) mais on n'a pas le temps d'aller voir derrière, d'agir, ou de demander au responsable technique de faire quelque chose.	Infobésité (8)
3	Le suivi des alertes est un vrai problème. Je pense que ce qu'il manque aujourd'hui aux produits de suivi des consommations, c'est vraiment un suivi orienté bâtiment.	Automatisation située (4)
4	Les alertes sur l'électricité sont intéressantes également. Au [bâtiment], on chauffe beaucoup avec des ventilo-convecteurs électriques, branchés sur des centrales d'air. Donc c'est forcément intéressant de voir les pics de consommation, et aussi en rapport à la température extérieure.	x
4	Je n'ai pas eu le temps de vérifier les puissances de charge. On s'intéresse en ce moment davantage à la climatisation (on raisonne par degré d'urgence).	Alertes de puissance (3)

Annexe 2 : recensement des alertes configurées sur le parc B

Code bâtiment	Élec.	Configuration	Eau	Configuration
A-N	0		0	
B-T	0		0	
C-N	1	WE nocturne (0-6)	1	Nocturne (22-5)
CC-R	0		1	Nocturne (22-5)
CC-O	0		1	Nocturne (23-4)
C-O	0		1	Nocturne (23-4)
DL-M	0		1	Nocturne (22-5)
EP4-P	2	We + nocturne (21-5 sauf samedi)	0	
E1-R	1	Journalier	2	Mensuelle + nocturne (22-5)
E2-R	0		1	Nocturne
E3-R	0		1	Nocturne
HP-M	1	Journalier	2	Mensuelle + nocturne (22-5)
HB-L	1	Hebdo	1	Mensuelle
HP-T	1	Hebdo	2	Mensuelle + nocturne (22-5)
I-D	0		1	Nocturne (22-5)
I-B	0		1	Nocturne (22-5)
I-LS	0		0	
I-SD	0		0	
I-VC	0		0	
JB-V	1	Hebdo	2	Mensuelle + nocturne (23-6)
L-M	1	Hebdo	3	Mensuelle + nocturne (22-5) + WE
L-T	1	Hebdo	1	Nocturne (22-5)
LB5-A	0		1	Nocturne (22-5)
LS-L	0		3	Nocturne (21-6 sauf samedi) + jours ouvrés + WE
LS-VV	0		0	

M-A	0		0	
M-W	0		1	Nocturne (22-5)
M-M	1	Hebdo	3	Mensuelle (général) + mensuel (bureaux) + nocturne (22-5)
NO-B	0		3	Nocturne (21-5) + jours ouvrés + WE
N-N	0		0	
O-M	0		1	Nocturne (22-5)
P-M	0		2	Nocturne (22-5) + WE
PR-L	0		2	Nocturne jours ouvrés (22-5) + WE
S-LH	0		2	Nocturne (0-5) bât A+ Nocturne (0-5) bât B
SU-L	1	Nocturne (21-4) parties communes	1	Nocturne
U-L	1	Hebdo	2	Mensuelle + nocturne (22-5)
V-P	1	Journalière	2	Diurne (09-22) + nocturne (22-09)
VP-S	0		3	Nocturne (21-5) + jours ouvrés + WE
ZV-D	0		2	Nocturne (22-5 général) + nocturne (22-5 bâtiment AB)
TOTAL ALERTES	10		40	
TOTAL BÂT. CONFIGURÉS	31/39			

Annexe 3 : exemple d'entretien semi-directif

Ent.	Date	Profil	Sujet(s)	Protocole
2.2	Juin 2020	<i>Property manager</i>	Gestion immobilière, gestion énergétique, fonctionnalité d'alertes énergétiques	Entretien semi-directif, enregistré puis transcrit, consentement de l'interviewé pour usage de recherche, anonymisation des noms et des lieux.

E.H. : Je vous contacte pour parler de la façon dont nous pourrions améliorer notre système d'alertes – que vous avez déjà manipulé. Je voulais avoir votre retour sur ce panneau de configuration, sachant que je ne sais pas si vous avez eu l'occasion d'utiliser les dernières améliorations, notamment concernant les indicateurs de configuration des alertes.

Il est vrai que je l'ai fait dès le départ [à l'installation de iQspot sur le parc]. Globalement je ne regarde que très peu la base iQspot [l'application] et ne me connecte que lorsque je reçois une alerte pour vérifier les consommations.

E.H. : Par rapport au panneau de configuration initial, nous avons fait en sorte d'installer des indicateurs permettant d'aiguiller l'utilisateur dans la saisie des valeurs des champs proposés. Par exemple, j'ai reproduit une de vos configurations en reprenant les mêmes données afin de positionner une alerte d'eau sur [le bâtiment] sur le week-end : samedi et dimanche. Ce qu'on a rajouté, c'est la possibilité lors de la sélection de valeur de seuil d'opter pour une valeur suggérée par l'algorithme de iQspot. Apparaît ensuite une visualisation de cette « barre de seuil », ce qui permet de voir le nombre de fois que les consommations dépassent cette valeur. Vient ensuite une phrase récapitulant le nombre de fois que cette valeur aurait été dépassée sur l'année précédente.

En effet, c'est pas mal. Cela peut nous aider à choisir des seuils. Je pense que j'ai tendance à les positionner trop élevés. Moi les alertes, je ne les traite que lorsque j'en reçois plusieurs, plus précisément lorsqu'elles arrivent deux fois en deux jours. Si l'alerte n'arrive qu'une fois, je ne me dis pas que j'ai une fuite, à la rigueur un robinet laissé ouvert. Mais je ne vais pas déclencher une intervention pour un robinet peut-être resté ouvert!

E.H. : Nous travaillons le sujet des alertes sur ces deux axes : celui de leur configuration et celui de leur traitement, pour tenter à termes d'identifier des causes probables, estimer leur gravité et surveiller si elles ont été résolues.

En effet, par exemple sur [un bâtiment donné], à une époque, j'avais des alertes tout le temps et en effet, j'ai déclenché une intervention, et je peux dire ce qu'il s'est effectivement passé : un clapet anti-retour était défectueux, ce qui provoquait des fausses consommations en activant le capteur derrière le clapet. De la même façon, sur [un autre bâtiment], j'avais énormément d'alertes et aujourd'hui, après avoir changé toutes les chasses d'eau, j'en ai beaucoup moins.

E.H. : C'est justement la façon dont les gestionnaires élucident les causes de ces alertes que l'on voudrait transformer en fonctionnalité dédiée, pour garder notamment une trace de ce qui a été fait, quantifier l'impact de l'action, etc. Il y aurait un bénéfice de votre côté, un historique des actions menées en réaction aux alertes et pour nous une correspondance des patterns de consommation avec des phénomènes réels.

Je comprends.

E.H. : Avant de passer à des questions plus ouvertes, j'aimerais savoir dans quelle mesure vous pensez que l'application peut faciliter la tâche de configuration aux gestionnaires : soit à vos collègues, aux profils moins techniques, moins portés sur l'aspect énergétique, soit à vous-même sur des bâtiments où vous n'avez pas forcément le temps d'opérer un suivi fin des consommations énergétiques.

Je ne sais pas si vous avez de la visibilité sur les gestionnaires d'une [entreprise] pour savoir ceux qui ont paramétré les

alertes ou pas, mais ... En fait, à paramétrer ce n'est pas très compliqué. Mais ce n'est pas toujours facile de trouver les bons seuils, donc votre suggestion de seuil est intéressante.

Et je pense aux limites : si par exemple on paramètre une alerte sur un bâtiment qui possède déjà une fuite, on obtient une valeur calculée trop élevée. Aussi, ne pourrait-on pas rajouter un paramètre d'occupation* ? La nuit, le week-end, il n'y a personne dans les bureaux. Je pense que l'occupation, c'est important.

Je crois que ce qui pourrait aider aussi – je me rappelle à l'époque je l'avais cherché sur Google – c'est d'avoir la consommation basique d'un immeuble de bureau de 100 personnes (par exemple). J'avais un peu de difficulté à créer mes seuils par rapport à une consommation « normale ».

[...]

En fait ce qu'il faudrait, c'est d'abord comparer le bâtiment par rapport à lui-même puis le comparer avec d'autres [moyennes nationales, etc.], pour trouver des axes d'optimisation, d'amélioration.

E.H. : Concernant les taux d'occupation, vous pensez que c'est une valeur fiable ? Parce que depuis certains retours de nombreux gestionnaires, il semble difficile d'obtenir ces données avec précision.

Oui en effet, il est parfois difficile d'entrer dans les détails : un jour de télétravail menant l'occupation* à demi-effectif par exemple. Mais cela reste un indicateur qui permet de guider l'analyse. Quand je fais des rapports de gestion trimestriels où j'essaie d'expliquer les différences. Par exemple, pour les trois derniers mois, j'ai annoté les consommations en précisant : « Attention, là c'est la période de Covid-19. » Il n'y a pas une vraie baisse des consommations mais cela reste significatif et s'explique.

[...]

E.H. : Ensuite, je voulais vous parler du fait que nous travaillons à ce que cette configuration soit facilitée, et que certaines alertes soient proposées automatiquement aux gestionnaires. On peut faire beaucoup de choses techniquement mais nous avons besoin d'être aiguillés. Pensez-vous à des cas d'usages spécifiques, à des configurations qui pourraient être utiles à vos collègues [d'une autre ville] mais aussi à vous, même si vous vous servez déjà de la fonctionnalité.

Alors moi, c'est assez basique ce que j'ai configuré. Ce sont des alertes sur le moment où le bâtiment est inoccupé pour détecter la fuite. Par contre, des alertes me disant que j'ai plus consommé que le mois dernier ou que l'année dernière à la même époque, ça pourrait être intéressant. Cela permet de savoir si c'est normal, mais il faut savoir aussi s'il y a une surface en plus qui a été louée, etc. Mais le risque, encore une fois, si on a des alertes dans tous les sens, c'est qu'elles ne soient pas utilisées. Une nouvelle gestionnaire vient de me rejoindre, je lui ai confié les quatre bâtiments [d'une foncière immobilière] en gestion, ce qui fait que je ne vais plus les traiter et qu'elle va s'en occuper. Je lui ai expliqué comment les analyser mais comme elle n'est pas du tout « technique », voir des graphiques et des chiffres, cela la perd dans les données. Et si en plus elle en reçoit en permanence, elle ne va pas savoir comment les traiter. Donc dans la manière de faire, peut-être qu'il faut expliquer qu'il y a peut-être une fuite, comment on l'identifie, etc. J'en oublie la question ...

E.H. : Ce qu'on cherche, ce sont vos manières de procéder pour installer les alertes.

Pour moi les cas d'usage sont fonction de l'occupation* du bâtiment. Parce que c'est le seul critère qui est facile à connaître : la nuit et le week-end, il n'y a personne. C'est pour cela que j'ai beaucoup de difficulté avec l'électricité contrairement à l'eau : la nuit, le bâtiment continue à consommer de l'électricité. Je dois être capable de voir par exemple un réduit de nuit, mais c'est moins lié à l'occupation.

[...]

Je pense que, surtout sur les bâtiments récents, ça peut être intéressant d'avoir des notifications du type : « Attention, sur vos parties communes, vous n'avez pas mis de réducteur la nuit et le week-end. » Cela serait un bon outil d'aide à la gestion, ça pourrait être un cas type.

Par exemple, pourrait-on ajouter aux paramètres la puissance souscrite de notre contrat ? Ce serait intéressant je pense pour savoir s'il est nécessaire de renégocier sa puissance souscrite si jamais on la dépasse. Parce qu'on le voit sur les factures mais encore une fois on pourrait avoir l'alerte « vous avez dépassé la puissance souscrite ».

E.H. : Justement, c'est notre troisième strate de réflexion, le fait de pouvoir automatiser la configuration, de l'éviter au gestionnaire. La vérification de la puissance souscrite, c'est quelque chose auquel on a pensé, au même titre que les consommations de nuit et de week-end. Et si vous avez d'autres cas d'usages en tête, nous sommes preneurs.

Hormis cela non, je n'ai pas d'idées.

E.H. : En termes de langage, avez-vous des mots pour qualifier ces temps où il y a peu ou pas de personnel sur site ? Cela porte-t-il un nom ?

On parle d'horaires de bureau et d'horaires hors-bureau en fait.

E.H. : Je vous détaille rapidement deux approches que nous explorons : l'une est l'alerte préconfigurée, les paramètres sont déjà choisis et il n'y a plus qu'à vérifier les informations ; l'autre est l'alerte prédéfinie, où le gestionnaire n'a pas la main, ne peut pas modifier les valeurs, mais les activer directement. Concernant la seconde, les paramètres sont masqués parce que potentiellement non représentables depuis les paramètres habituels : recouplement d'horaires, etc.

Comme vous l'avez noté, tout n'est pas fiable sur le bâtiment. Sur un de mes bâtiments, il y a des horaires habituels mais j'ai parfois un locataire qui fait des nuits – parfois il me prévient, parfois il ne me prévient pas. Si l'on n'a pas la main, on a potentiellement une alerte à chaque fois qu'il y a du travail occasionnel de nuit. Ou je pense aux bâtiments dans lesquels on observe du 3x8, là c'est impossible de mettre un réducteur de nuit. Le schéma de base est simple, mais si l'on rentre dans les détails, on trouve toujours des spécificités.

C'est aussi pour ça que je ne les traite pas au jour le jour. Si le samedi j'ai une alerte de consommation d'eau, c'est peut-être simplement qu'une équipe est venue travailler, et ils ont le droit de venir travailler ! Donc je les traite non pas dans le long terme mais lorsqu'elles reviennent sur deux à trois jours : là ce n'est pas habituel. Et si on n'a pas la main sur ce système, il va générer des alertes qui ne veulent en réalité rien dire et qui feront peut-être qu'on apportera moins d'attention à d'autres alertes qu'il aurait fallu considérer.

Et lorsque vous créez vos seuils d'alertes prédéfinies, pensez que moi je crée les miens de façon à être « un peu large », parce que si j'en reçois tous les jours, il y a un moment où je ne vais plus les traiter.

On a une multitude de petites choses à faire au quotidien et l'objectif de base reste le confort du locataire et la maîtrise des charges. Or l'eau, sur mes budgets, ce n'est pas ce qui pèse le plus. Je ne peux pas y passer plus de temps que les autres [gestionnaires] qui vont réaliser plus d'économies et apporter plus de confort aux locataires. J'ai cette orientation « pro-environnement » qui fait que je chasse le gaspillage de fluides mais pour autant j'ai en tête la réalité de mon métier qui fait que j'ai d'autres priorités. J'aime bien le fait d'avoir paramétré mes alertes mais pour autant je sais que ce n'est pas facile pour tout le monde. Et surtout je l'ai fait de sorte à ce que quand j'en reçois, elles veulent dire vraiment quelque chose. Moi je préfère avoir la main, mais pour autant il y a de nombreuses personnes qui ne les ont pas paramétrées du tout. Mais est-ce que s'ils ne les ont pas paramétrées, c'est pour éviter qu'elles ne servent pas et finissent dans une boîte mail qu'ils ne consulteront jamais.

E.H. : C'est tout le travail qu'on fait après la génération des alertes : savoir comment elles sont traitées. Est-ce qu'il faut les diminuer, est-ce qu'il faut en changer la sensibilité. Le but c'est de ne pas ennuyer les gestionnaires plus que de les aider.

Je ne sais pas si « ennuyer » est le bon terme, c'est juste que dans la multitude des choses à gérer au quotidien, s'il y a cinq mails iQspot par jour, je sais que les gens ne vont plus les lire. Alors que moi, – et je le mets en valeur auprès [d'une foncière immobilière] – je pense vraiment que c'est un super outil : mon clapet anti-retour, je n'aurais jamais trouvé le problème autrement, et j'avais réellement des surconsommations dans mon compteur, c'était vraiment problématique. En fait, cela [iQspot] sert surtout pour voir les choses flagrantes au départ. On n'est pas une entreprise qui a de grosses charges sur les fluides mais je pense qu'on y viendra un jour dans le bâtiment et que le sujet va gagner en importance.

E.H. : Donc il faudrait trouver un moyen de grouper ces alertes et/ou ne signaler que les surconsommations récurrentes ou importantes (en quantité).

Oui c'est cela, et je pense que ça rejoint le fait d'aiguiller les gestionnaires par l'alerte. Surtout si le travail est prémâché, le gestionnaire aura davantage tendance à le traiter. On envoie quelqu'un du service si on est sûr. Pour le cas du clapet, entre la recherche de fuite, les passages du plombier, ça a dû me coûter 600 ou 700 euros : je vais mettre du temps (des années) à le compenser sur la facture. Cela reste faible sur le coût de l'immeuble mais élevé au regard du coût de l'eau. Après le gaspillage, ce n'est jamais intéressant, je préfère faire passer quelqu'un et éviter de gaspiller. Sur un immeuble qui a un petit budget [de gestion], ce sera plus compliqué.

Sinon je pense à ce que pourrait apporter un « équivalent argent », c'est-à-dire : « par rapport aux mois dernier, il y a une différence de tant d'euros ». Je pense que ça parle plus que des kWh. On peut encore l'ajouter sur les tableaux de bord, pas forcément sur les alertes. En fait c'est toujours plus facile de dire à son bailleur qu'il y en a pour 4000 euros de travaux ponctuellement (casser l'enrobé, réparer, reconstruire) pour économiser 2000 euros d'eau annuellement. Cela peut aller vite. C'est comme 100 m3, tant qu'on ne parle pas de piscine ça ne parle à personne.

Glossaire

— *Vocabulaire du design*

Ajustement. La définition de l'ajustement est l'objectif de cette recherche-projet. La donner ici serait prématuré.

Affordance. L'affordance est le lien entre la perception d'un objet et sa fonction potentielle. Elle repose sur la capacité de l'objet à suggérer son utilisation, c'est-à-dire sur ses saillances significatives appelant l'action. Elle dépend aussi de la compétence de l'utilisateur et de son bagage socio-culturelle lui permettant de reconnaître (ou non) l'action suggérée par l'objet.

Conflit modal. Le conflit modal est une divergence de représentation entre le designer et l'utilisateur quant à la manière d'effectuer une action.

Conflit téléologique. Le conflit téléologique est une divergence de finalité entre le designer et l'utilisateur au sein d'un dispositif.

Couplage. Le couplage est un paradigme de l'interaction humain-machine qui présuppose la co-présence, la co-action et l'interdépendance de la cognition humaine et de la computation algorithmique.

Désajustement. Au sens de désajustement socio-technique, il désigne une friction plus ou moins intense entre les pratiques des humains et la technique déployée à leur contact. Soit l'opposé de l'ajustement (voir Glossaire – Ajustement).

Épistémologie (du design). L'épistémologie du design est l'étude de la genèse et de l'évolution des connaissances dans la théorie du design.

Interaction. Si la définition usuelle de l'interaction énonce une action réciproque de deux individus ou objets, c'est davantage leur action conjointe qui est désignée par ce terme.

Interactant. L'interactant est une précision de l'actant sémiotique : ce mot nous est utile en design. Si l'actant est « celui qui accomplit ou qui subit l'acte » (Greimas et Courtés, 1993), l'interactant subit *et* accomplit en même temps l'acte, puisqu'il est engagé dans une relation de réciprocité et d'interdépendance avec l'autre interactant.

Fonction. La fonction est une opération minimale qu'autorise un objet ou dispositif. Nous la désignerons souvent par un verbe d'action (ex. : afficher une courbe) ou par son substantif (ex. : affichage d'une courbe).

Fonctionnalité. La fonctionnalité est un groupement de fonctions rassemblées autour d'une même finalité. Ex. : la fonctionnalité d'alertes énergétiques contient une fonction de configuration, de réception et de *feedback*. Chacune de ces fonctions contient elle-même des sous-fonctions.

Maquette. La maquette est une représentation graphiquement aboutie : la charte graphique est appliquée. Elle est représentative (et parfois contractuelle) de l'interface du produit final.

Méthodologie. La méthodologie du design est à comprendre comme une étude des manières de faire et des approches de conception que mobilise les designers.

Personas Les *personas* sont des représentations fictives mais plausibles d'utilisateurs potentiels d'un objet ou service en cours de conception. Ils permettent de soutenir des choix de conception. Cependant, ces utilisateurs moyennés constituent également un risque de réduire la complexité de la communauté d'utilisateurs à quelques avatars.

Pratiques Les pratiques sont les activités quotidiennes d'un groupe humain, indépendamment de l'objet de conception. Lorsque ces personnes rencontrent un objet technique, cet artefact leur propose des usages (voir Glossaire - Usages), plus ou moins en corrélation avec leurs pratiques.

Recherche-projet. La recherche-projet est un format de recherche *par* le design (Findeli, 2005) qui articule une problématique de conception avec une problématique de recherche.

Schème En design, les schèmes sont les modèles, les motifs, les *patterns*, etc. que le praticien rencontre et emmagasine au cours d'un projet, pour mieux les remobiliser dans un projet futur (si le contexte s'y prête). Matière première de l'imagination, le schème permet la transition entre le monde des concepts et le monde sensible.

Usages Dans cette recherche, les usages sont les actions et fonctions proposées par un objet ou un dispositif à un groupe humain. Pour concevoir ces usages, il est impératif d'étudier les pratiques (voir Glossaire - Pratiques) de ce groupe humain.

— *Vocabulaire du design numérique*

CSS. Les *Cascading Style Sheets* (CSS) sont les feuilles de style qui mettent en forme les fichiers HTML : elles déterminent l'agencement et l'esthétique des interfaces web.

Fenêtre modale. Une fenêtre modale est une fenêtre qui apparaît en surcroupe de la fenêtre de navigation courante du navigateur pour demander une action à l'utilisateur. Tant que cette fenêtre n'est pas fermée, par réalisation de l'action ou par fermeture de la modale, l'utilisateur n'a plus accès à la fenêtre restée en arrière-plan.

HTML. L'*HyperText Markup Language* (HTML) est le langage de balisage qui structure le contenu d'une page web et permet la mise en place d'hyperliens entre les différentes pages.

Prototype. En design numérique, un prototype peut avoir plusieurs sens : il désigne souvent une maquette interactive. Dans cette recherche-projet, le prototype désignera la première version fonctionnelle d'un élément du dispositif.

Wireframes. Les wireframes sont des maquettes « fil de fer », des représentations minimalistes de l'interface qui privilégient l'agencement spatial, les différentes zones d'information et d'action. C'est le mode de représentation privilégié dans cette recherche projet.

— *Vocabulaire sémiotique*

Compétence modale. La compétence modale caractérise le sujet et « peut être décrite comme une organisation hiérarchiques des modalités » (Greimas et Courtés, 1993) (vouloir, savoir, pouvoir, devoir faire et être).

Rôle thématique On parle de rôle thématique lorsque l'individu agit en conformité avec des « schèmes comportementaux prédéfinis » (Landowski, 2005) et investit un rôle identifiable.

— *Vocabulaire de la gestion énergétique*

Décret tertiaire. Le décret tertiaire, ou Décret n° 2019-771 du 23 juillet 2019 relatif aux obligations d'actions de réduction de la consommation d'énergie finale dans des bâtiments à usage tertiaire, soumet les bailleurs et/ou locataires de locaux tertiaires de plus de 1000m² à s'engager dans une stratégie de diminution des consommations de l'ordre de 40% d'ici 2030, en se basant sur une année de référence choisie. Ces consommations sont à déclarer sur la plateforme OPERAT (Observatoire de la Performance Énergétique, de la Rénovation et des Actions du Tertiaire) de l'ADEME (l'agence de la transition écologique).

Réseaux bas-débit. Les réseaux bas-débit tels que SigFox ou LoRa permettent d'envoyer des petits paquets de données à fréquences variées et selon un moindre coût énergétique. Les données des capteurs du dispositif iQspot transitent essentiellement via ce canal.

Suivi post-facto. Le suivi post-facto est un type de recueil de données énergétiques qui advient après la consommation effective. Le suivi des consommations par numérisation des factures est un exemple de suivi post-facto.

Suivi temps-réel. Le suivi en temps-réel est un type de recueil de données énergétiques approximant le temps réel. La consommation est captée au niveau du compteur, à un pas de dix minutes ou d'une heure selon le type de données.

Talon de consommation. Le talon de consommation est la quantité ou la puissance énergétique utilisée par un bâtiment hors période d'activité (tertiaire) ou de production (industrie).

Index

- ajustement, 26–28, 32, 58, 81, 97, 112,
155–157, 185, 197, 198, 229, 245,
253, 255, 257, 259, 270, 272, 273,
276–281, 283, 284, 291, 295, 297,
298, 305–309, 311, 313–316
- algorithme(s), 23, 24, 26, 31–33, 38, 53, 80,
87, 88, 91, 92, 95–97, 102, 104–113,
115, 116, 121–123, 125–131, 133,
134, 136, 138, 139, 141, 143–147,
149–151, 154, 155, 161, 199, 211,
212, 220, 222, 228–230, 239, 240,
242, 247, 249, 251, 253–255,
261–267, 270–272, 274, 279, 286,
293, 295, 297, 298, 300, 304, 307,
311, 315, 316
- asymétrie, 24, 26, 27, 46, 101–104, 121, 122,
212, 251, 259, 260, 268, 286, 291,
298, 300, 309, 311, 313, 314, 316
- augmentation, 136, 137, 143, 155
- automatisation, 80, 90–93, 95, 98, 105, 106,
111, 115, 122, 125, 136, 137, 143,
153–155, 205–209, 217–221, 223,
227, 229, 252–254, 274–278, 282,
308
- couplage, 24, 30, 32, 84, 98, 100, 101, 103,
104, 122, 136, 210, 258, 259, 268,
279, 281–283, 292, 305, 307, 309
- débrayage, 97, 98, 119, 146, 155, 274, 278,
294, 311
- fonction(s) de traduction, 260, 261, 263,
264, 266–269, 280, 287, 307, 308,
313, 314
- mode(s) d'interaction, 209, 220, 223,
228–230, 251, 254, 269–273, 275,
276, 278–280, 282, 292, 307, 308,
311, 313, 315, 316
- régime(s) d'interaction, 136, 218, 254, 273,
275, 276, 279–281, 307, 308, 313
- substitution, 98, 209, 274, 276

Crédits

Document compilé dans Overleaf/Latex.

Bibliographie gérée dans Zotero.

Schémas et diagrammes dessinés avec FIGMA.

Typographie :

- Corps de texte (serif) : Heuristica par Andrej Panov.
- Titres, citations, légendes, schémas (sans serif) : Barlow par Jeremy Tribby.
- URL et autres liens : Inconsolata par Raph Levien.