



Les compromis stratégiques exploration-exploitation en tant qu'heuristiques de navigation et d'apprentissage thématique pendant la recherche d'informations : effets des connaissances antérieures du domaine des utilisateurs et des caractéristiques des tâches

Cheyenne Dosso

► To cite this version:

Cheyenne Dosso. Les compromis stratégiques exploration-exploitation en tant qu'heuristiques de navigation et d'apprentissage thématique pendant la recherche d'informations : effets des connaissances antérieures du domaine des utilisateurs et des caractéristiques des tâches. Psychologie. Université Toulouse le Mirail - Toulouse II, 2023. Français. NNT : 2023TOU20020 . tel-04562417

HAL Id: tel-04562417

<https://theses.hal.science/tel-04562417>

Submitted on 29 Apr 2024

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.



THÈSE

En vue de l'obtention du
DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

Délivré par l'Université Toulouse 2 - Jean Jaurès

Présentée et soutenue par
Cheyenne DOSSO

Le 23 mai 2023

Les compromis stratégiques exploration-exploitation en tant qu'heuristiques de navigation et d'apprentissage thématique pendant la recherche d'informations : effets des connaissances antérieures du domaine des utilisateurs et des caractéristiques des tâches.

Ecole doctorale : CLESCO - Comportement, Langage, Education, Socialisation, Cognition

Spécialité : Psychologie

Unité de recherche :

CLLE - Unité Cognition, Langues, Langage, Ergonomie

Thèse dirigée par

Aline CHEVALIER et Lynda TAMINE EPOUSE LECHANI

Jury

Mme Laure LEGER-CHORKI, Rapporteur

M. Patrice BELLOT, Rapporteur

M. Ladislao SALMERON, Examineur

M. Franck AMADIEU, Examineur

Mme Aline CHEVALIER, Directrice de thèse

Mme Lynda TAMINE-LECHANI, Co-directrice de thèse

Résumé

La recherche d'informations (RI) sur Internet est une activité cognitive complexe où les utilisateurs sont en interaction avec des systèmes d'informations (SI) pour collecter et acquérir des connaissances de façon efficace et pertinente. Cependant, les objectifs de recherche des utilisateurs s'étant diversifiés au fil des années, un ensemble de problématiques ont émergé quant à l'efficacité réelle des interactions humains-SIs dans la réussite d'objectifs de hauts niveaux (e.g., compréhension et apprentissage). Parmi le répertoire de stratégies cognitives que les utilisateurs peuvent mettre en place pour faire face aux différentes contraintes de l'apprentissage par la recherche, la présente thèse se focalise sur le raisonnement par heuristique qui vise un compromis stratégique entre fournir une réponse de qualité tout en réduisant les coûts temporels et cognitifs que nécessite sa production. Nous soutenons que deux heuristiques sont particulièrement pertinentes à investiguer dans un but d'amélioration des interactions humain-SIs : 1. l'heuristique navigationnelle Exploration-Exploitation (Sanchiz et al., 2020) et 2. l'heuristique d'apprentissage thématique Exploration-Exploitation (Hardy et al., 2019). La présente thèse intègre également l'investigation du rôle des connaissances antérieures du domaine des utilisateurs sur ces heuristiques en soutenant qu'une meilleure description de ces effets ne peut que bénéficier à l'amélioration des SIs dédiés à l'apprentissage. Au total, quatre études expérimentales ont été conduites. Les deux premières se sont concentrées sur la distinction entre les tâches de consultation (Lookup) multi-étapes et nécessitant une compréhension approfondie des contenus pour être résolues et les tâches exploratoires impliquant l'acquisition de connaissances sur différents sujets. Les deux dernières ont davantage porté leur intérêt sur la distinction entre les tâches exploratoires et les tâches d'apprentissage créatif de haut niveau. Pour chaque étude, les effets des connaissances antérieures du domaine des utilisateurs (faibles vs. élevées) sur les deux heuristiques exploration-exploitation ont été évalués. Les résultats obtenus montrent que les caractéristiques des tâches et les connaissances antérieures du domaine affectent la façon dont les utilisateurs résolvent les heuristiques navigationnelle et thématique Exploration-Exploitation. Les utilisateurs avec des connaissances élevées ont des scores de recherche (lookup) plus élevés lorsqu'ils poursuivent des objectifs d'exploitation thématique spécifique alors que les utilisateurs avec des connaissances faibles obtiennent de meilleurs résultats lorsqu'ils formulent des objectifs d'exploration thématique. En particulier, la tendance globale des résultats indique que les utilisateurs avec des connaissances faibles explorent plus de contenus thématiques différents pour réaliser des tâches exploratoires et créatives. Par contre, les utilisateurs avec des connaissances élevées dans le domaine sont plus efficaces dans la résolution du compromis navigationnel exploration-exploitation en traitant plus de contenus en un minimum de temps et d'efforts, en particulier en ce qui concerne les tâches de lookup complexe et les tâches exploratoires. À la lumière des résultats obtenus, ce travail de thèse propose les prémises d'un nouveau modèle de l'apprentissage par la recherche, le "Problem Solving as Dynamic Exploration-Exploitation Learning" (PS-DEEL) intégrant le rôle des deux heuristiques et des connaissances antérieures du domaine dans la résolution de tâches de recherche complexes orientées apprentissage. En accord avec ce modèle, des pistes d'améliorations des SIs plus intuitifs et plus adaptés au raisonnement par heuristiques sont proposées afin de rendre plus efficaces les interactions humain-SIs lors d'une activité de RI dédiée à de l'apprentissage.

Abstract

Information search (IS) on the Internet is a complex cognitive activity where users interact with information systems (IS) to collect and acquire knowledge in an efficient and relevant way. However, as users' search goals have diversified over the years, a set of issues has emerged regarding the actual effectiveness of human-IS interactions in achieving high-level goals (e.g., understanding and learning). Among the inventory of cognitive strategies that users can execute to deal with the various constraints of search as learning, this thesis focuses on heuristic reasoning that aims at a strategic trade-off between providing a quality answer while reducing the temporal and cognitive costs involved in its production. We argue that two heuristics are particularly relevant to investigate for the purpose of improving human-IS interactions: 1. the Exploration-Exploitation navigational heuristic (Sanchiz et al., 2020) and 2. the Exploration-Exploitation thematic learning heuristic (Hardy et al., 2019). This thesis also incorporates the investigation of the role of users' prior domain knowledge on these heuristics arguing that a better description of these effects can only benefit the improvement of learning-dedicated IS. In total, four experimental studies were conducted. The first two focused on the distinction between multi-step lookup tasks requiring a deep understanding of the contents to be solved and exploratory tasks involving the acquisition of knowledge on different topics. The latter two focused more on the distinction between exploratory tasks and high-level creative learning tasks. For each study, the effects of users' prior domain knowledge (low vs. high) on the two exploration-exploitation heuristics were evaluated. The results obtained show that task characteristics and prior domain knowledge affect how users solve the navigational and thematic Exploration-Exploitation heuristics. Users with high knowledge have higher search scores (lookup) when pursuing specific thematic exploitation goals while users with low knowledge perform better when formulating thematic exploration goals. In particular, the overall pattern of results indicates that users with low knowledge explore more different thematic content to perform exploratory and creative tasks. On the other hand, users with high domain knowledge are more effective in resolving the exploration-exploitation navigational trade-off by processing more content in a minimum amount of time and effort, especially for complex lookup and exploratory tasks. In light of the results obtained, this thesis proposes the premises of a new model of search as learning, the "Problem Solving as Dynamic Exploration-Exploitation Learning" (PS-DEEL) integrating the role of both heuristics and prior domain knowledge in solving complex learning-oriented search tasks. In accordance with this model, propositions for improving IS that are more intuitive and more adapted to heuristic reasoning are proposed in order to make human-IS interactions more efficient during an IS activity dedicated to learning.

Remerciements

Mes premiers remerciements vont à mes deux directrices de thèse, Aline Chevalier et Lynda Tamine.

Aline, depuis mon mémoire de M1, vous m'avez toujours accordé votre temps. Que cela soit pour des relectures, des échanges ou des encouragements sincères qui je le crois, m'ont toujours permis de me dépasser davantage. L'expérience du doctorat étant unique, je vous remercie de m'avoir offert la chance de la vivre dans un climat de travail serein.

Mme Tamine, depuis le début du projet ANR, vous n'avez eu de cesse de me soutenir et de me permettre de développer un ensemble de compétences à travers le prisme de la pluridisciplinarité qui je le sais, est une richesse en plus dans l'expérience de la formation par la recherche.

Je tiens également à remercier Mme Laure Léger et Mr Patrice Bellot, mes rapporteur.e.s.

Je vous remercie de m'accorder votre temps et votre expertise dans l'évaluation de ce travail qui je l'espère, mènera à de riches échanges lors de ma soutenance thèse.

Je souhaite remercier Mr Amadiou et Mr Salmerón.

Au-delà d'avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse, vous suivez ce travail depuis le début ainsi que mon évolution dans le monde de la recherche. Merci à Mr Amadiou qui comme Aline, me soutient depuis le M1. A Mr Salmerón qui m'a accueilli pendant plusieurs semaines dans son laboratoire et qui m'a transmis sa rigueur scientifique, je vous remercie d'être présent pour évaluer ce travail.

Au niveau de projet ANR CoST, je veux remercier PVP (*i.e. Pierre-Vincent Paubel ;*)) et Mr Moreno.

A Pierre, je ne sais dire le nombre d'heures que tu m'as fait gagner durant ces années de doctorat ! Un grand merci pour ta patience, ton temps et ton expertise !

Mr Moreno, merci à vous d'avoir toujours répondu présent à mes questions tout au long de cette thèse et pour les nombreuses réunions !

Merci également à Mr Julien Cegarra pour toutes les heures passées à développer LE navigateur sans lequel je n'aurais pu réaliser ce travail, et à Mr Éric Raufaste, pour tout son savoir et ses conseils en statistiques.

A ma famille, un petit paragraphe représente bien peu de choses en comparaison de toute la gratitude et de la fierté que j'ai à votre égard. A ma mère, je te remercie d'être la source de soutien et d'amour la plus inépuisable, qui n'a eu de cesse de me relever chaque fois que je manquais de vaciller. A mon père, qui m'a toujours poussé à m'exprimer, à me dépasser et à réussir : merci d'être l'un des piliers de ce travail !

Une pensée particulière pour E qui restera toujours aussi près de moi qu'il ne l'a été pendant mes premières années de recherche, et à N qui m'accompagne désormais dans les derniers pas de cette aventure.

Merci à Steve qui au détour d'une conversation banale de quelques minutes m'a permis de développer une bonne partie de l'étude expérimentale n°2 ! En espérant que l'AQPs continue de guider tes recherches ☺

A tout(e)s mes ami.e.s, du primaire (Louise), en passant par le collège (Soizick) et l'université (Marion), un énorme merci à vous pour les rôles importants que vous avez joué

dans ce travail de thèse ! Que ce soit pour les statistiques, pour les relectures, pour le développement du matériel expérimental ou tout simplement pour un petit coup de *Boost* ! Merci également à Geoffrey, Thomas, Andress et tous les autres d'avoir toujours été présents durant ces années !

Une pensée particulièrement ciblée pour Mylène et pour les *Zoom'péros* qui m'ont toujours soutenu dans mon travail en m'aidant à avancer et à prendre du recul !

Merci aux garçons de la promo 2018-2019 du Master PEPSCO qui m'ont apporté leur soutien d'une façon ou d'une autre : soit en prenant part aux expériences, soit en faisant circuler mes appels à participation !

Et bien entendu ...

!!! UN GRAND MERCI AUX PARTICIPANT.E.S !!!

Ainsi qu'à toutes les personnes qui ont joué un rôle dans ce travail et que j'aurais oublié

...

!!! MERCI A VOUS !!!

Valorisation

Les travaux mis en avant dans ce travail ont été publiés dans les actes de conférences nationales et internationales et/ou sont en cours de soumission dans des revues internationales à comité de lecture :

- Dosso, C.,** Chevalier, A., Paubel, P.V., & Tamine, L. (2021). Effet de l'expertise du domaine sur les stratégies de recherche d'information : cas des tâches complexes. Dans les *Actes de la 11ème Conférence de Psychologie Ergonomique (EPIQUE'21)*, pp. 154-160.
- Dosso, C.,** Moreno, J.G., Chevalier, A., & Tamine, L. (2021). CoST: An annotated data collection for complex search. In *Proceedings of the 30th ACM International Conference on Conference on Information and Knowledge Management (CIKM'21)*, pp. 4455-4464. <https://doi.org/10.1145/3459637.3481998>
- Dosso, C.,** Moreno, J.G., Chevalier, A. & Tamine, L. (2022). Using CoST on self-assessment domain expertise in complex search tasks. In *Proceedings of the 2nd Joint Conference of the Information Retrieval Communities in Europe (CIRCLE '22)*. https://ceur-ws.org/Vol-3178/CIRCLE_2022_paper_24.pdf
- Dosso, C.,** Tamine, L., Paubel, P.V., & Chevalier A. (2021). The impact of expertise on query formulation strategies during complex learning task solving: a study with students in medicine and computer science. In *Proceedings of the 21st Congress of the International Ergonomics Association (IEA'21)*, 5, pp. 621-627.

Introduction 16

1. L'évolution des usages de la recherche d'informations sur le Web : quelles problématiques ? quels enjeux ? 16
2. Le projet pluridisciplinaire ANR CoST – *Modelling Complex Search Tasks* : quelles solutions ? quels objectifs ? 18
3. Cadre conceptuel de la thèse et questions de recherche 19

Partie 1 – Cadre théorique de la thèse 24

1. Chapitre 1 – L'activité de recherche d'informations comme activité complexe de résolution de problèmes et l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation 24
 - 1.1. L'activité de recherche d'informations comme résolution de problèmes et l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation 24
 - 1.1.1. La recherche d'informations en tant que résolution de problèmes : présentation générale 24
 - 1.1.2. L'heuristique navigationnelle exploration-exploitation dans la RI comme RP 27
 - 1.2. Positionnement de la thèse, limites des modèles de RI comme RP et points d'intérêts .. 33
 - 1.2.1. Limite et point d'intérêt n°1 - de l'exploration navigationnelle sur les résultats naturels des SERPs à l'exploration navigationnelle sur l'outil Autres Questions Posées (AQP) 33
 - 1.2.2. Limite et point d'intérêt n°2 - L'activité de RI : de la résolution de problème à l'apprentissage..... 35
 - 1.2.3. Limite et point d'intérêt n°3 - L'heuristique exploration-exploitation : un concept polysémique ?..... 36
 - 1.3. Synthèse du Chapitre 1 : les points clés à retenir 37
2. Chapitre 2 - L'apprentissage par la recherche (*Search as Learning*) : présentation du cadre et applications de la taxonomie d'Anderson et Krathwohl (2001) 40
 - 2.1. Le cadre de recherche du Search as Learning : présentation générale 40
 - 2.2. La taxonomie des objectifs d'apprentissage dans le SAL (Anderson & Krathwohl, 2001) 43
 - 2.2.1. Présentation générale..... 43
 - 2.2.2. Applications et usages dans le SAL 48
 - 2.3. Positionnement de la thèse, limites de la taxonomie des objectifs d'apprentissage et points d'intérêts 49
 - 2.3.1. Limites et point d'intérêt n°1 – Les difficultés méthodologiques de l'investigation du niveau Create..... 50

2.3.2. Limites et point d'intérêt n°2 – Un cadre théorique de l'apprentissage par la recherche d'information incomplet.....	52
2.4. Synthèse du Chapitre 2 : les points clés à retenir	52
3. Chapitre 3 – Le Search as Learning et l'heuristique thématique exploration-exploitation.....	54
3.1. Le modèle d'apprentissage autorégulé DEEL (Hardy et al., 2019) : vers la conceptualisation de l'heuristique Exploration-Exploitation en tant qu'objectifs d'apprentissage thématiques.....	54
3.1.1. Description générale du modèle DEEL.....	55
3.1.2. L'heuristique exploration-exploitation en tant qu'objectifs d'apprentissage thématiques : quels indicateurs pour quels comportements ?	60
3.2. Positionnement de la thèse, limites du modèle DEEL et points d'intérêts	65
3.2.1. Limites et point d'intérêt n°1 – Variété, généralité et profondeur de traitement : quelles définitions de l'heuristique thématique retenir ?.....	66
3.2.2. Limites et point d'intérêt n°2 – Les désavantages de l'utilisation des prises de notes comme matériel verbal et sémantique permettant l'observation de l'heuristique thématique .	67
3.2.3. Limites et point d'intérêt n°3 – Durée de la phase d'apprentissage pour tester le modèle DEEL : quel choix méthodologique ?	67
3.3. Synthèse du Chapitre 3 : les points clés à retenir	67
4. Chapitre 4 – Le <i>Search as Learning</i> à travers le modèle intégratif <i>PS-DEEL</i> : le <i>Search</i> en tant qu'heuristique navigationnelle et le <i>Learning</i> en tant qu'heuristique thématique ...	70
4.1. Présentation générale du modèle intégratif PS-DEEL.....	70
4.2. Les heuristiques navigationnelle et thématique exploration-exploitation : quels effets sur les performances de recherche et les résultats d'apprentissage ?	73
4.2.1. Exploration-Exploitation navigationnelle	73
4.2.2. Exploration-Exploitation thématique	74
4.3. Quels facteurs à prendre en compte dans le modèle PS-DEEL ?	75
4.4. Positionnement de la thèse, limites du modèle PS-DEEL et points d'intérêts	77
4.5. Synthèse du Chapitre 4 : les points clés à retenir	78
5. Chapitre 5 – Les facteurs pris en compte dans le SAL et dans le modèle PS-DEEL: caractéristiques des tâches et connaissances antérieures du domaine des utilisateurs	79
5.1. Les caractéristiques des tâches : contexte de recherche, types de tâches, complexité objective.....	79
5.1.1. Définitions générales.....	80

5.1.2.	Les effets des caractéristiques des tâches sur les heuristiques navigationnelle et thématique exploration-exploitation.....	84
5.1.3.	Limites des travaux empiriques présentés sur les caractéristiques des tâches et points d'intérêts dans la présente thèse	86
5.1.4.	Les caractéristiques des tâches : conclusion.....	90
5.2.	Les connaissances antérieures du domaine des utilisateurs	90
5.2.1.	Définition générale.....	90
5.2.2.	Effets des connaissances antérieures du domaine sur le fonctionnement cognitif global des utilisateurs-apprenants	92
5.2.3.	Effets des connaissances antérieures du domaine sur les heuristiques navigationnelle et thématique exploration-exploitation.....	94
5.2.4.	Effets des connaissances antérieures du domaine sur les résultats de recherche et les résultats d'apprentissage.....	98
5.2.5.	Limites des travaux empiriques présentés sur les connaissances antérieures du domaine et points d'intérêts dans la présente thèse.....	99
5.2.6.	Les connaissances antérieures du domaine : conclusion.....	103
5.3.	Synthèse du Chapitre 5 : les points clés à retenir	103
6.	Chapitre 6 – Problématique, objectifs et hypothèses générales de la thèse	106
6.1.	Problématique.....	106
6.2.	Objectifs et hypothèses générales.....	108
Partie 2 – Travaux empiriques.....		112
7.	Chapitre 7 – Méthodologie générale	114
7.1.	Principales variables indépendantes investiguées.....	114
7.1.1.	VII – Les connaissances antérieures du domaine (faibles vs. élevées).....	114
7.1.2.	VI2 – Le contexte de recherche (lookup complexe vs. exploratoire).....	117
7.1.3.	VI3 – Le niveau de complexité des tâches d'apprentissage (exploratoire vs. créatif)	119
7.2.	Méthode de recueil des données expérimentales et variables dépendantes mesurées ...	120
7.2.1.	Procédure expérimentale générale et spécificités des recueils de données	120
7.2.2.	Données <i>on-line</i> : exploration-exploitation navigationnelle	124
7.2.3.	Données annotées : exploration-exploitation thématique, score de recherche complexe et résultats d'apprentissage.....	125
7.2.4.	Données <i>off-line</i> : les questionnaires (pré-RI, pré-session de recherche et post-session de recherche)	130

8. Chapitre 8 – Etude expérimentale n°1. effets des connaissances antérieures du domaine sur les heuristiques exploration-exploitation et les résultats de recherche et d'apprentissage factuel en sortie de RI : distinction entre tâches de lookup complexes et tâches exploratoires	131
8.1. Problématique et objectifs	131
8.2. Participants	133
8.3. Matériel et tâches.....	134
8.4. Design expérimental et hypothèses opérationnelles	135
8.4.1. Variables indépendantes.....	135
8.4.2. Variables dépendantes.....	136
8.4.3. Hypothèses opérationnelles.....	137
8.5. Résultats.....	138
8.5.1. Effets des connaissances antérieures du domaine et du contexte de recherche sur l'heuristique thématique exploration-exploitation	139
8.5.2. Effets des connaissances antérieures du domaine et du contexte de recherche sur l'heuristique navigationnel exploration-exploitation	141
8.5.3. Effets des connaissances antérieures du domaine et des heuristiques exploration-exploitation sur le score de recherche (lookup complexe)	142
8.5.4. Effets des connaissances antérieures du domaine et des heuristiques exploration-exploitation sur les résultats d'apprentissage factuels (exploratoire).....	144
8.5.5. Synthèse des principaux résultats de l'étude expérimentale n°1	146
8.6. Discussion.....	147
8.6.1. Le contexte de recherche et les heuristiques exploration-exploitation.....	147
8.6.2. Les connaissances antérieures du domaine, les heuristiques exploration-exploitation et les résultats de la RI.....	149
8.7. Limites de l'étude expérimentale n°1	151
9. Chapitre 9 - Etude expérimentale n°2. Effets des connaissances antérieures du domaine et du contexte recherche sur le traitement de l'outil « <i>Autres questions posées</i> » lors de la résolution de l'heuristique navigationnelle et sur les résultats de recherche et d'apprentissage thématique par exploration-exploitation. Une étude d'eye-tracking.....	154
9.1. Problématique et objectifs	154
9.2. Participants	156
9.3. Matériel et tâches.....	157
9.3.1. Tâches	157
9.3.2. Appareil de mesure des mouvements oculaires et définition des AOI.....	157
9.4. Design expérimental et hypothèses opérationnelles	158

9.4.1. Variables indépendantes.....	158
9.4.2. Variables dépendantes.....	159
9.5. Hypothèses opérationnelles	161
9.6. Résultats.....	162
9.6.1. Exploration navigationnelle sur les SERPs	162
9.6.2. Exploitation navigationnelle des documents.....	164
9.6.3. Résultats en sortie de RI.....	164
9.6.4. Synthèse des principaux résultats de l'étude expérimentale n°2.....	165
9.6.5. Analyses par comparaison de cas : variations temporelles et stratégiques du traitement des différents contenus en ligne	165
9.7. Discussion.....	169
9.7.1. Le contexte de recherche et les heuristiques exploration-exploitation.....	169
9.7.2. Les connaissances antérieures du domaine, les heuristiques exploration-exploitation et les résultats de la RI.....	170
9.8. Limites de l'étude expérimentale n°2.....	172
10. Chapitre 10 – Etude expérimentale n°3. Tâches exploratoire et créative : comment les utilisateurs (re)planifient-ils leurs objectifs d'apprentissage par exploration et par exploitation en fonction de leurs connaissances antérieures du domaine ?	175
10.1. Problématique et objectifs	175
10.2. Participants	176
10.3. Matériel et tâches.....	177
10.3.1. Tâches exploratoire et créative.....	177
10.3.2. Tâches de rappel libre et de formulation des objectifs d'apprentissage thématiques (exploration-exploitation).....	177
10.4. Design expérimentale et hypothèses opérationnelles	178
10.4.1. Variables indépendantes.....	178
10.4.2. Variables dépendantes.....	179
10.4.3. Hypothèses opérationnelles.....	180
10.5. Résultats.....	181
10.5.1. Tâche exploratoire.....	182
10.5.2. Tâche créative	187
10.5.3. Synthèse des principaux résultats de l'étude expérimentale n°3.....	192
10.6. Discussion.....	193
10.7. Limites de l'étude expérimentale n°3.....	195
11. Chapitre 11 – Etude expérimentale n°4. L'évolution des heuristiques exploration- exploitation au cours des différentes étapes de la RI exploratoire et créative : effets des	

Liste des Figures	
Partie 1 : Cadre théorique de la thèse	
Figure 1 : Représentation schématique de l'activité de RI en tant que RP intégrant l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation (adapté de Sanchiz et al., 2020 ; Sharit et al., 2008 ; Sharit et al., 2015)	30
Figure 2 : Représentation de l'interface des <i>Search Engine Results Pages</i> (SERPs) sur <i>Google</i> incluant la barre de recherche, les résultats naturels et l'outil <i>Autres Questions Posées</i> (AQPs)	35
Figure 3 : Représentation schématique du modèle d'apprentissage autorégulé DEEL (Dynamic Exploration-Exploitation Learning, adapté de Hardy et al., 2019)	57
Figure 4 : Représentation schématique de l'intégration du modèle cognitif de la RI en tant que RP (Sanchiz et al., 2020) et du modèle <i>DEEL</i> (Hardy et al., 2019) dans le cadre du <i>Search as Learning</i>	73
Figure 5 : Représentation graphique des effets supposés des différents facteurs investigués dans les études 1 à 4 (i.e. caractéristiques des tâches (contextes de recherche, complexité de l'apprentissage ; niveau de connaissances antérieures du domaine) sur les heuristiques exploration-exploitation (Hardy et al., 2019 ; Sanchiz et al., 2020)	107
Partie 2 : Travaux empiriques	
Chapitre 7 – Méthodologie générale	
Figure 6 : Procédure expérimentale générale suivie lors de chaque recueil de données incluant les grandes phases de l'étude ainsi que les différentes étapes et sous-étapes (les triangles de couleurs indiquent les spécificités de chaque recueil concernant une phase, une étape ou une sous-étape cible impliquant des changements mineurs par rapport au schéma)	121
Chapitre 9 – Etude expérimentale 2	
Figure 7 : Temps et stratégies de traitement des différents contenus (résultats naturels, outils AQPs, paragraphe de texte dans les documents) des quatre participants sélectionnés à partir de l'échantillon principal (a. participants avec des connaissances antérieures élevées et b. participants avec des connaissances antérieures faibles)	167
Chapitre 10 – Etude expérimentale 3	
Figure 8 : Moyenne et écart-types de l'interaction entre les sujets principaux de la tâche exploratoire, les connaissances antérieures du domaine et la condition de (re)planification pour a) le nombre total de mots-clés produits et b) le nombre total de requêtes produites	187
Figure 9 : Moyenne et écart-types de l'interaction entre les sujets principaux de la tâche créative, les connaissances antérieures du domaine et la condition de (re)planification pour a) le nombre total de mots-clés produits et b) le nombre total de requêtes produites	192
Partie 3 : Travaux empiriques	
Figure 10 : Représentation schématique de la confirmation partielle ou totale des effets supposés des caractéristiques des tâches et des connaissances antérieures du domaine sur les heuristiques exploration-exploitation (Hardy et al., 2019 ; Sanchiz et al., 2020)	219

Liste des Tables	
Partie 1 : Cadre théorique de la thèse	
Tableau 1 : Synthèse du processus décisionnel de l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation (adapté de Chin, Anderson et al., 2015 ; Chin, Payne et al., 2015)	29
Tableau 2 : Exemples d'indicateurs utilisés dans la littérature pouvant être adaptés à l'observation et à l'interprétation de l'heuristique navigationnelle : a) exploration et b) exploitation en fonction des étapes de la RI et du type de données récoltées (quantitatives, temporelles, oculométriques).	32
Tableau 3 : Panorama des différents objectifs visés par le paradigme de recherche <i>Search as Learning</i> (● : positionnement de la thèse)	42
Tableau 4 : Grille de codage des réponses écrites finales proposée par Wilson et Wilson (2013) sur la base des dimensions de la taxonomie des objectifs d'apprentissage (version d'Anderson & Krathwohl, 2001)	49
Tableau 5 : Exemples d'indicateurs pouvant être utilisés pour l'observation et l'interprétation de l'heuristique thématique (● : positionnement de la thèse)	65
Partie 2 : Travaux empiriques	
Chapitre 7 – Méthodologie générale	
Tableau 6 : Tableau de synthèse des études expérimentales présentées dans les chapitres 8 à 10 relatifs aux travaux empiriques et aux autres travaux scientifiques réalisés dans le cadre de la thèse et en fonction de l'utilisation des différents recueils de données	112
Tableau 7 : Exemples de calcul et de codage des requêtes pour le score de spécificité sémantique.	128
Chapitre 8 – Etude expérimentale 1	
Tableau 8 : Moyennes (<i>écart-types</i>) pour toutes les variables dépendantes en fonction a) des connaissances antérieures du domaine (dans le domaine vs. en dehors du domaine) et b) des contextes de recherche (lookup complexe vs. exploratoire)	140
Tableau 9 : Moyennes (<i>écart-types</i>) pour toutes les variables dépendantes en fonction de l'interaction entre les connaissances antérieures du domaine (dans le domaine vs. en dehors du domaine) et les contextes de recherche (lookup complexe vs. exploratoire)	141
Tableau 10 : Résumé des analyses de régressions hiérarchiques pour les variables prédictives des scores de recherche a) dans le domaine et b) en dehors du domaine de connaissances	144
Tableau 11 : Résumé des analyses de régressions hiérarchiques pour les variables prédictives de la qualité des faits à T2 a) dans le domaine et b) en dehors du domaine du domaine de connaissances	146
Chapitre 9 – Etude expérimentale 2	
Tableau 12 : Matrice de corrélation (<i>r</i> de Pearson) entre le nombre de fixations et la durée des fixations pour chaque AOI (i.e. résultats naturels, outil AQP et paragraphe textuel sur les documents) en fonction de (a) la tâche exploratoire et de (b) la tâche de lookup complexe	158
Tableau 13 : Moyennes (<i>écart-types</i>) de l'ensemble des variables dépendantes mesurées en fonction du contexte de recherche (lookup complexe vs. exploratoire) et des connaissances antérieures du domaine (élevées vs. faibles)	164

Tableau 14 : Description des quatre participants sélectionnés à partir de l'échantillon principal en fonction de l'évaluation de leur niveau de connaissances antérieures du domaine	166
Chapitre 10 – Etude expérimentale 3	
Tableau 15 : Liste des corrections effectuées (ou non) pour chaque variable dépendante en fonction des tâches (exploratoire et créative)	182
Tableau 16 : Moyenne (<i>écart-types</i>) des connaissances antérieures du domaine, de la condition de (re)planification de la recherche et de l'interaction entre les connaissances antérieures du domaine et la condition de (re)planification pour toutes les variables dépendantes.	183
Tableau 17 : Moyennes (<i>écart-types</i>) des sujets principaux de la tâche exploratoire simple, des connaissances antérieures du domaine, de la condition de (re)planification et des interactions entre : 1. Les sujets principaux et les connaissances antérieures du domaine et 2. Les sujets principaux et la condition de (re)planification sur les variables dépendantes d'exploitation thématique.	184
Tableau 18 : Moyenne (<i>écart-types</i>) des connaissances antérieures du domaine, de la condition de (re)planification de la recherche et de l'interaction entre les connaissances antérieures du domaine et la condition de (re)planification pour toutes les variables dépendantes.	188
Tableau 19 : Moyennes (<i>écart-types</i>) des sujets principaux de la tâche créative, des connaissances antérieures du domaine, de la condition de (re)planification et des interactions entre : 1. Les sujets principaux et les connaissances antérieures du domaine et 2. Les sujets principaux et la condition de (re)planification sur les variables dépendantes d'exploitation thématique.	189
Chapitre 11 – Etude expérimentale 4	
Tableau 20 : Grille de codage permettant d'évaluer la qualité des connaissances conceptuelles des utilisateurs en sortie de RI (<i>exemples issus des réponses écrites</i>).	202
Tableau 21 : Grille de codage des aspects contraintes de conception et contraintes de création spécifiques à la tâche créative	204
Tableau 22 : Moyennes (et <i>écart-types</i>) des principales variables indépendantes investiguées (connaissances antérieures du domaine et complexité des tâches) en fonction des variables dépendantes	207
Tableau 23 : Moyennes (et <i>écart-types</i>) des principales interactions ainsi que les étapes temporelles de la recherche sur les variables en lien avec l'heuristique navigationnelle et la variable relative à l'exploration thématique	207
Tableau 24 : Moyennes et <i>écarttypes</i> des principales interactions ainsi que les étapes temporelles de la recherche et les sujets principaux sur le nombre total de termes contenus dans les prises de notes (i.e. exploitation thématique) pour a) la tâche exploratoire et b) la tâche créative	210
Tableau 25 : Moyennes et <i>écarttypes</i> de l'interaction entre les connaissances antérieures du domaine et la complexité des tâches sur a) les résultats d'apprentissage conceptuels (i.e. quantité et qualité) et b) les résultats d'apprentissage créatif.	211

Introduction

1. L'évolution des usages de la recherche d'informations sur le Web : quelles problématiques ? quels enjeux ?

Depuis le lancement du World Wide Web dans les années 80-90, des milliards de recherche ont été effectuées à travers le monde rendant les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) incontournables pour accéder à l'information et à la connaissance. Ces dernières décennies ont particulièrement marqué un ensemble de changements dans la façon dont les individus s'engagent dans une recherche d'informations sur le Web, les raisons qui les mènent à prendre la décision de collecter des informations et de modifier leur structure de connaissances afin de les (ré)utiliser en sortie de recherche

Au niveau international, un rapport annuel sur l'utilisation et les usages d'Internet datant de janvier 2023 met en avant le classement des principales tâches de recherche que les utilisateurs accomplissent lorsqu'ils accèdent à l'environnement Web (Kemp, 2023). Si la tâche de recherche simple impliquant la localisation de faits ciblés (i.e. lookup, consultation) reste la première raison de l'utilisation de l'activité de recherche sur le Web (57.8%), les utilisateurs réalisent de plus en plus fréquemment des tâches complexes d'apprentissage visant : **1.** L'acquisition de connaissances procédurales (47.6%) ; **2.** Le développement de nouvelles idées et de création (44.5%) ; **3.** La réalisation de travaux éducatifs et universitaires (38.3%). En France, entre 2015 et 2020, l'utilisation des TIC dans le cadre de l'apprentissage en ligne à des fins éducatives a par exemple connu une hausse de 24,2% (Tricot & Chesné, 2020). Afin de réaliser leurs tâches de recherche d'informations et d'apprentissage, les utilisateurs privilégient à 97,7% les moteurs généralistes et traditionnels (e.g., Google, Yahoo, Bing...), faisant de cette TIC un outil central des activités scolaires, universitaires et éducatives (Kemp, 2022).

Alors que l'activité de recherche d'informations (RI) avec un moteur de recherche peut être désormais considérée comme une étape clé de l'apprentissage, plusieurs problématiques en lien avec les interactions utilisateurs-systèmes de recherche dédiées à la compréhension et à l'acquisition de connaissances restent à ce jour peu documentées et nécessitent que l'on s'y intéresse.

Du côté des utilisateurs, les enjeux sont avant tout sociétaux et éducatifs. Alors que les contenus online sont la source d'informations principale pour apprendre, les utilisateurs ont

globalement une plus grande expérience de recherche dans la résolution de tâches simples de localisation de faits ciblés, peu propices aux apprentissages de hauts niveaux comme une compréhension approfondie des contenus ou l'acquisition de connaissances conceptuelles (Lu & Hsiao, 2017). Les utilisateurs s'attendent notamment à pouvoir minimiser leurs interactions avec les systèmes de recherche et d'informations (SRIs) en récupérant presque immédiatement des résultats pertinents qui répondent à leurs objectifs de recherche (Latini et al., 2020).

Cependant, lorsque la RI est utilisée à des fins d'apprentissage, les utilisateurs, devenant dans le même temps des lecteurs de contenus et des apprenants, doivent mobiliser des stratégies cognitives adaptées afin d'être en mesure de gérer parallèlement l'activité de recherche et l'activité de lecture pour avancer étapes par étapes vers leurs objectifs d'apprentissage (Garcia et al., 2021 ; Sanchiz et al., 2020). Dans une circulaire datant de janvier 2022, le Ministère Français de l'Education Nationale, de la Jeunesse et des Sports met ainsi en avant la nécessité d'éduquer les utilisateurs-apprenants aux compétences de recherche pour apprendre à partir du Web, soutenant dans ces conditions l'intérêt sociétal et éducatif de comprendre et de décrire les stratégies de recherche des utilisateurs ainsi que d'identifier leurs difficultés.

Au-delà de cette première problématique en lien avec les compétences de recherche des utilisateurs, il est également admis que des efforts de recherche et de développement doivent être réalisés du côté des SRIs afin de soutenir l'activité de RI des utilisateurs lorsqu'elle est utilisée pour apprendre (Chen et al., 2021).

En effet, si le fonctionnement des SRIs traditionnels soutiennent efficacement les utilisateurs lorsqu'ils ont à résoudre des tâches simples de localisation de faits, ils ne facilitent pas les prises de décisions et le processus de traitement des informations de ces derniers lorsqu'ils ont pour objectif d'explorer un sujet pour apprendre (Athukorala et al., 2016 ; Collins-Thompson et al., 2017). Plus précisément, le fonctionnement actuel des moteurs de recherche est davantage basé sur le paradigme traditionnel de la recherche d'informations en tant que résolution de problème (Sanchiz et al., 2020) où le système de recherche fournit une liste de résultats à l'utilisateur (*Search Engine Results Pages*) par rapport à la requête produite en calculant une valeur de pertinence (Bellot & El-Bèze, 2001). Cela peut notamment conduire les utilisateurs à réaliser des traitements des contenus d'informations (SERPs, documents...) relativement superficiels rendant plus difficile l'atteinte d'objectifs d'apprentissage de hauts niveaux (Latini et al., 2020).

Afin de s'adapter aux changements d'usage de l'environnement Web et de proposer un soutien plus efficace aux utilisateurs qui apprennent à travers l'activité de RI, le paradigme du Search as Learning (SAL) s'est peu à peu développé comme alternative au paradigme de la RI en tant que résolution de problème (Hoppe et al., 2018). Les principaux enjeux développementaux et appliqués de ce nouveau cadre de recherche sont de concevoir des SRIs plus adaptatifs soutenant des traitements cognitifs plus profonds des contenus afin que les utilisateurs soient en mesure de réaliser des tâches d'apprentissage de haut niveaux de compréhension grâce à la RI (Câmara et al., 2021).

Dans cette direction, la première phase de recherches fondamentales et empiriques du SAL consiste à décrire et comprendre les liens qui unissent l'apprentissage et la recherche d'informations au sein de la dynamique interactions humains-systèmes de recherche, prônant ainsi l'importance des apports pluridisciplinaires entre les sciences de l'information, les sciences cognitives et les sciences de l'éducation et du numérique (Collins-Thompson et al., 2017 ; Eickhoff et al., 2017 ; Freund, He et al., 2014 ; Gwizdka et al., 2016 ; Hansen & Rieh, 2016 ; Urgo & Arguello, 2022a). C'est dans ce contexte de recherche scientifique que se positionne le projet ANR-CoST-Modelling Complex Search Tasks (ANR-18-CE23-0016)¹ dans lequel s'inscrit le présent travail de thèse.

2. Le projet pluridisciplinaire ANR CoST – *Modelling Complex Search Tasks* : quelles solutions ? quels objectifs ?

Face à ces multiples problématiques et enjeux, le projet *ANR-CoST* applique l'approche de recherche pluridisciplinaire (i.e. informatique et psychologie cognitive ergonomique) pour étudier les interactions humains-systèmes de recherche dans le cadre d'une activité de RI dédiée à la réalisation de différentes tâches dont les caractéristiques (i.e. contextes de recherche, niveau de complexité) mènent à une compréhension approfondie des contenus, et plus largement à l'apprentissage. A partir de ce premier volet de recherche fondamentale et empirique visant une modélisation claire entre les comportements de l'utilisateur et les étapes de réalisation de tâches complexes, le second volet plus appliqué vise à proposer des solutions concrètes d'amélioration des SRIs actuels.

Plus particulièrement, les objectifs fondamentaux et empiriques du projet *ANR-CoST* sous l'angle de la psychologie cognitive ergonomique visent à :

¹ <https://www.irit.fr/COST/>

-
- (1) Décrire et identifier les comportements de recherche et d'apprentissage des utilisateurs, les difficultés qu'ils rencontrent et les stratégies de navigation qu'ils mettent en place pour y pallier lors de leurs interactions avec un système de recherche dédiées à la réalisation de tâches de compréhension, d'acquisition de connaissances et d'apprentissage.
 - (2) Intégrer l'étude des effets des caractéristiques des tâches et de facteurs cognitifs individuels (i.e. les connaissances antérieures du domaine) sur les stratégies de navigation et d'apprentissage des utilisateurs.
-

A partir de ce premier volet de recherche, *CoST* vise l'application des résultats obtenus vers :

- (3) Une modélisation claire des interactions humain-SRIs dans le cadre de la résolution de tâches menant à de l'apprentissage à travers la RI (i.e. modèle cognitif du paradigme SAL).
 - (4) Le développement d'algorithmes de recherche plus intuitifs et adaptatifs qui soutiennent davantage les prises de décisions des utilisateurs et facilitent leur processus de traitement des informations dans un but d'amélioration de la qualité de l'apprentissage par la RI.
-

Le travail présenté dans ce document de thèse correspond aux résultats obtenus par le *workpackage* 4 porté par le laboratoire *Cognition, Langues, Langage et Ergonomie (CLLE, UT2J)* qui place au centre de sa problématique de recherche l'étude des aspects cognitifs de l'utilisateur afin d'apporter une vision psychologique (cognitive et ergonomique) au cadre du Search as Learning et à l'amélioration des interactions humains-SRIs dédiées à la réalisation de tâches complexes menant à de l'apprentissage.

3. Cadre conceptuel de la thèse et questions de recherche

La recherche d'informations avec un moteur de recherche est abordée comme une activité cognitive complexe de résolution de problèmes (RP) où les utilisateurs sont en interaction avec des systèmes de recherche ainsi que des documents hypertextes non-linéaires pour collecter des informations (Sharit et al., 2008 ; Sharit et al., 2015). Cette complexité

cognitive est d'autant plus importante du fait que les caractéristiques de l'environnement Web impliquent des utilisateurs qu'ils soient en mesure de gérer un flux massif d'informations afin de résoudre diverses tâches (e.g. consultation, exploration, apprentissage), sans disposer de guidage par les SRIs pour améliorer le processus de traitement des informations et de compréhension.

Parmi le répertoire de stratégies cognitives que les utilisateurs peuvent mettre en place pour faire face aux différentes contraintes inhérentes à l'activité de RI avec un moteur de recherche dédiée à l'apprentissage (SAL), la présente thèse se focalise sur une investigation approfondie des heuristiques cognitives. Ces dernières sont employées quotidiennement par les individus et visent la réussite d'un compromis entre prendre des décisions efficaces pendant la réalisation d'activités cognitives complexes (e.g., résolution de problèmes, RI, lecture...) afin de fournir une réponse de qualité en sortie tout en réduisant les coûts temporels et cognitifs que nécessite son atteinte et sa production (Hoffrage & Reimer, 2004 ; Raab & Gigerenzer, 2015 ; Simon, 1990). Pour Gigerenzer et al. (2011), une meilleure compréhension et description du raisonnement par heuristiques mis en place par les individus pour mener à bien des activités cognitives complexes, offre un cadre d'amélioration plus intuitif et adaptatif des systèmes avec lesquels ils sont en interaction pour les réaliser.

Dans le cadre du SAL, nous soutenons que deux heuristiques sont particulièrement pertinentes à investiguer dans un but d'amélioration des SRIs : **1.** L'heuristique navigationnelle exploration-exploitation (Sanchiz et al., 2020) et **2.** L'heuristique des objectifs d'apprentissage thématique exploration-exploitation (Hardy et al., 2019).

En quelques mots, l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation se réfère à la façon dont les utilisateurs vont stratégiquement allouer leurs ressources de traitement à l'exploration des Search Engine Results Pages (SERPs) afin d'initier de nouvelles pistes de recherche ou à l'exploitation approfondie des documents à travers la lecture (Sanchiz et al., 2020). Si des preuves empiriques existent quant aux effets bénéfiques d'une mise en œuvre efficace de cette heuristique sur la réussite de tâches de type *lookup* (i.e. consultation, *fact-finding*, navigation...), peu de travaux se sont intéressés à la façon dont elle pouvait impacter des contextes de recherche plus exploratoires et menant à des apprentissages de hauts niveaux (cf. [Chapitre 5](#)). La première contribution fondamentale de ce travail de thèse vise donc à investiguer comment l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation mise en place pendant l'activité de RI impacte la qualité de l'apprentissage des utilisateurs en sortie de RI.

De son côté, l'heuristique thématique exploration-exploitation s'avère particulièrement pertinente à étudier dans le SAL pour comprendre comment les utilisateurs planifient, régulent et contrôlent leurs objectifs d'apprentissage au cours de l'activité de RI. Alors que l'apprentissage par *exploration* thématique vise l'acquisition de nouvelles connaissances variées et générales sur un sujet *via* une compréhension plutôt superficielle des contenus d'information, l'apprentissage par *exploitation* thématique implique la spécification et la modification de connaissances ciblées *via* une compréhension profonde des contenus *onlines* (Hardy et al., 2019). A notre connaissance, aucune étude empirique ne s'est directement intéressée au rôle de l'heuristique thématique dans la RI et le SAL, malgré les bénéfices potentiels que son investigation pourrait apporter dans l'amélioration de l'apprentissage par la RI. La seconde contribution fondamentale de ce travail vise ainsi à apporter de premiers résultats sur cette question en développant des indicateurs représentatifs de cette heuristique à partir de données sémantiques et verbales récoltées au cours des travaux empiriques (i.e. contenus des requêtes, contenus des réponses écrites finales, contenus des prises de notes pendant la RI...).

Au-delà de comprendre comment les utilisateurs résolvent les heuristiques navigationnelle et thématique en fonction des tâches qu'ils ont à résoudre et comment ces dernières impactent les résultats de recherche et d'apprentissage, la présente thèse intègre également l'investigation d'une ressource individuelle connue pour ses nombreux effets positifs sur le processus de traitement des informations, sur la compréhension et la RI : les connaissances antérieures du domaine des utilisateurs. Nous soutenons que les connaissances antérieures du domaine, lorsqu'elles sont élevées, mènent à une résolution plus efficace des heuristiques navigationnelle et thématique et qu'ainsi, une description plus approfondie de leurs effets ne peut que bénéficier à l'amélioration des SRIs dédiés à l'apprentissage.

Au total, quatre études expérimentales ont été réalisées afin de répondre aux questions de recherche suivantes :

- **QR1** : Quels sont les effets des caractéristiques des tâches sur les heuristiques navigationnelle et thématique exploration-exploitation ?

En particulier, les études expérimentales 1 et 2 se concentrent sur les effets des contextes de recherche (i.e. *lookup complexe* vs. *exploratoire*) en tant que première caractéristique centrale des tâches ayant des effets sur les heuristiques exploration-exploitation. Les études

expérimentales 3 et 4 portent leur intérêt sur les effets du niveau de complexité des tâches d'apprentissage à réaliser sur les heuristiques.

- **QR2** : Quels sont les effets du niveau de connaissances antérieures du domaine des utilisateurs sur les heuristiques exploration-exploitation et sur les résultats de la RI (i.e. score de recherche et qualité de l'apprentissage) ?
- **QR3** : Quels sont les rôles de chaque heuristique (i.e. navigationnelle et thématique) sur la qualité de l'apprentissage en sortie de RI, en fonction du niveau de connaissances antérieures des utilisateurs et du contexte de recherche (*lookup complexe* vs. *exploratoire*) ?

En particulier, nous investiguons une dernière question de recherche focalisée sur une meilleure description de l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation qui prend en considération les évolutions de l'interface du moteur de recherche *Google*, qui a depuis quelques années intégré l'outil de question-réponse *Autres questions posées* (AQP) au sein de ses listes de SERPs :

- **QR4** : Quels contenus d'informations (i.e. résultats naturels, AQP, documents hypertextes) les utilisateurs traitent lorsqu'ils résolvent l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation en fonction de leur niveau de connaissances antérieures et du contexte de recherche dans lequel ils se trouvent ?

A partir des résultats empiriques obtenus, le présent travail apporte des éclairages nouveaux sur :

- (1) La modélisation du Search as Learning à travers le point de vue cognitif et le raisonnement par heuristique, en intégrant la description des effets de facteurs contextuels (i.e. caractéristiques des tâches) et individuels (i.e. connaissances antérieures du domaine) dans les liens unissant la RI et l'apprentissage.
- (2) Une proposition d'amélioration des SRIs actuels basée sur un fonctionnement plus intuitif et adaptatif rendant plus transparentes les heuristiques navigationnelle et thématique auprès des utilisateurs-apprenants.

Ce document est composé de trois parties principales couvrant douze chapitres. La première partie décrit le cadre théorique dans lequel s'inscrit la thèse (**Chapitres 1 à 5**) et se termine par

la mise en avant de la problématique investiguée ([Chapitre 6](#)) à travers la présentation des objectifs de recherche et des hypothèses générales testées dans les travaux empiriques. Ces derniers sont détaillés dans la seconde partie de ce document ([Chapitre 7 à 11](#)). Enfin, la troisième partie dédie son contenu à la discussion générale de ce travail ([Chapitre 12](#)).

Partie 1 – Cadre théorique de la thèse

1. Chapitre 1 – L’activité de recherche d’informations comme activité complexe de résolution de problèmes et l’heuristique navigationnelle exploration-exploitation

Ce premier chapitre vise à présenter une partie du cadre théorique sur lequel se positionne le présent travail de thèse, en considérant la recherche d’informations (RI) comme une activité de résolution de problème (RP). A cette fin, la §1.1 propose un rappel général des principales avancées conceptuelles sur la modélisation de la RI comme RP tant du côté de la psychologie cognitive que de l’informatique. Nous intégrons ensuite la présentation et la définition de l’heuristique navigationnelle exploration-exploitation sur laquelle se focalise une partie des objectifs de recherche investigués. La §1.2 établit des liens clairs entre les modèles théoriques présentés et le positionnement de la thèse. Les limites de ces derniers sont aussi discutées et mises en relation avec plusieurs points d’intérêts scientifiques qui ont été investigués dans les différents travaux empiriques menés (Chapitre 8 à 11). Enfin, la §1.3 offre une synthèse générale de ce chapitre en mettant en exergue les principaux points clés à retenir.

1.1. L’activité de recherche d’informations comme résolution de problèmes et l’heuristique navigationnelle exploration-exploitation

1.1.1. La recherche d’informations en tant que résolution de problèmes : présentation générale

La recherche d’informations (RI) a été décrite par de nombreux modèles en psychologie cognitive et en informatique à travers plusieurs aspects du *General Problem Solver* (Newell & Simon, 1972) et du modèle *Construction-Intégration* (C-I ; Kintsch, 1994, 1998) en tant qu’activité complexe et finalisée de résolution de problèmes (RP) menant à la compréhension pour résoudre un problème d’information (Fu & Pirolli, 2007 ; Kitajima et al., 2000 ; Pirolli & Card, 1999 ; Pirolli & Fu, 2003 ; Rouet & Tricot, 1998 ; Sharit et al., 2008 ; Sharit et al., 2015 ; Sanchiz et al., 2020). A l’instar de la RP, l’utilisateur se trouve dans une situation problématique lorsqu’il s’engage dans de la RI après avoir identifié des lacunes dans sa structure de connaissances initiale par rapport au problème d’information qui lui est présenté (Belkin, 1980 ; Krikelas, 1983 ; Marchionini, 1995).

Par le biais de ses interactions avec le moteur de recherche et le contenu des documents, l’utilisateur poursuit l’objectif final de répondre à son besoin d’informations en lisant, en

extrayant et en collectant des éléments d'informations lui permettant de combler son manque de connaissances et de résoudre le problème (Rouet & Tricot, 1998). L'activité de RI implique notamment des interactions avec plusieurs contenus tels que les Search Engine Results Pages (SERPs) et des documents hypertextes² non-linéaires à travers un ensemble d'étapes cycliques et itératives au sein desquelles l'utilisateur peut se déplacer pour atteindre son besoin d'informations (Sharit et al., 2008 ; Sharit et al., 2015 ; Sanchiz et al., 2020) :

- **La planification de la recherche et la 1^{ère} itération de requête³**

Lors de cette phase, l'utilisateur développe une représentation mentale initiale de la tâche de recherche ou du problème d'informations à partir : **1.** des données fournies dans l'énoncé de ces derniers (en particulier dans le cadre d'une expérience de laboratoire), **2.** De l'activation en Mémoire de Travail (MDT) de sa structure de connaissances initiale relative à la tâche, **3.** De l'identification des lacunes dans sa structure de connaissance. Cette représentation mentale est ensuite traduite en une première requête sous la forme de mots-clés qui sera soumise dans la barre de recherche du moteur (e.g. *Google, Yahoo, Bing, DuckDuckGo, Lilo ...*).

- **L'évaluation et la sélection des Search Engine Results Pages (SERPs)**

Suite à la requête soumise, l'utilisateur accède aux SERPs sur l'interface du moteur de recherche. Ces derniers se composent de plusieurs éléments d'informations (Dinet et al., 2010) : **1.** Le nom du site et son URL (i.e. son adresse) à laquelle peut se rendre l'utilisateur lors de la 3^{ème} phase de l'activité, **2.** Le lien hypertextuel bleu (i.e. le fameux *blue link* permettant l'accès au site ciblé par l'URL), **3.** Le *snippet* (i.e. extrait court du site ciblé par le résultat contenant généralement des marqueurs typographiques sur les termes en lien avec la requête soumise par l'utilisateur ; e.g., **caractères gras**).

Sous ce même format peuvent être ensuite distingués deux types de résultats (Dumais et al., 2010 ; Lewandowski et al., 2018) : 1. Les résultats naturels/organiques (i.e. *organic results*)⁴ qui sont fournis par l'algorithme du moteur de recherche et qui sont basés sur la pertinence des contenus récupérés par rapport à la requête soumise par l'utilisateur ; 2. Les

² Documents non-linéaires à l'intérieur desquels un utilisateur peut naviguer entre différents nœuds d'informations (i.e. contenus : zone de texte, images, vidéos ...) en cliquant sur des hyperliens (Amadiou et al., 2015 ; Amadiou et al., 2017).

³ Ensemble des interactions entre l'utilisateur et le système concernant la 1^{ère} requête jusqu'à la formulation de la prochaine requête ou la fin d'une session de recherche à requête unique (Athukorala et al., 2015).

⁴ La langue Française acceptant deux traductions de l'expression « *organic results* », celle de « résultats naturels » a été préférée à celle de « résultats organiques » dans la suite de ce travail de thèse.

résultats sponsorisés (i.e. *sponsored results*) qui sont généralement fournis par des marques, des organismes privés ou publics, des publicités et qui sont placés en début de liste.

La grande majorité des modèles cognitifs et computationnels de la RI se focalisent sur la phase d'évaluation et de sélection des résultats naturels. Durant cette phase, l'utilisateur va évaluer le contenu de la liste (généralement composée d'une dizaine de résultats) en mettant en place un travail d'évaluation de la pertinence en MDT en comparant les informations lues et extraites des SERPs et avec sa représentation mentale de son objectif de recherche, de son besoin d'informations. A ce stade, si l'utilisateur parvient à établir une correspondance entre les deux sources d'informations (i.e. externes et internes) alors il s'engagera dans la sélection d'un ou plusieurs liens afin de diriger sa navigation vers la troisième phase de l'activité de RI. Pour qu'un utilisateur juge un ou plusieurs liens comme utiles et pertinents, les informations qu'il traite doivent soit lui permettre d'atteindre son objectif de recherche, soit de modifier efficacement sa représentation mentale de façon à avancer dans sa recherche (Sanchiz et al., 2020).

- **Le traitement approfondi des documents et la navigation intra-document**

Lors de cette dernière phase, l'utilisateur s'engage dans une lecture approfondie des contenus informationnels issus des documents⁵ et dans une navigation intra-document afin de localiser une ou plusieurs informations cibles lui permettant de combler les lacunes précédemment identifiées dans sa structure de connaissances. Notamment, l'utilisateur met à jour ses connaissances en MDT en y intégrant les nouvelles informations traitées et en supprimant celles qui ne lui sont plus utiles pour parvenir à l'objectif. Le traitement approfondi du document s'arrête lorsque l'utilisateur considère avoir collecté suffisamment d'informations pour résoudre son problème d'informations en ayant comblé ses lacunes initiales.

Cependant, comme pour la RP, les problèmes d'informations peuvent impliquer plusieurs contraintes contextuelles comme la réalisation de tâches exigeantes d'un point de vue cognitif (cf. §5.1), un environnement de recherche d'informations complexes (Sanchiz, Chevalier et al., 2017 ; Willoughby et al., 2009) ou des contraintes physiques qui sont susceptibles de davantage complexifier l'activité de RI et l'atteinte de l'objectif final (Lazonder & Rouet, 2008). Face à ces contraintes contextuelles et externes, l'utilisateur bénéficie

⁵ Dans ce travail de thèse le terme "document" désigne tous les types de contenus informationnels (i.e. textes, vidéos, images ...), sous plusieurs formats (i.e. hypertextes sous-format de sites, PDF, blogs...) auxquels sont susceptibles d'accéder les utilisateurs à partir d'une URL cible.

néanmoins d'un ensemble de ressources et de moyens soutenant l'efficacité de ses interactions avec les contenus. Par exemple, les habiletés fluides (e.g. vitesse de traitement des informations, flexibilité cognitive, processus de mise à jour en MDT...) et les habiletés cristallisées (i.e. connaissances antérieures du domaine, procédurales et stratégiques ; Cattell & Horn, 1978 ; cf. §5.2) sont centrales dans l'activité de RI pour faciliter la mise en place de stratégies cognitives et/ou d'heuristiques (Dinet & Tricot, 2008 ; Rouet & Tricot, 1995 ; Tricot, 2006).

En quelques mots, alors que les stratégies cognitives se réfèrent à une suite d'opérations mentales guidées par l'activation d'un ensemble de mécanismes cognitifs en MDT pour traiter les informations de façon exhaustive et systématique (Matlin, 2001), les heuristiques en tant que sous-catégories de stratégies cognitives particulières tendent à permettre aux individus de trouver un compromis entre prendre des décisions efficaces lors de la résolution d'activités cognitives complexes (e.g., jugements, RP, RI, lecture, apprentissage ...) pour fournir une réponse de qualité en sortie tout en prenant en considération les limites de leur système cognitif (Hoffrage & Reimer, 2004 ; Raab & Gigerenzer, 2015 ; Simon, 1990). En d'autres termes, les heuristiques peuvent être considérées comme des compromis stratégiques intuitifs entre l'efficacité (i.e. minimum de temps) et l'efficience (i.e. réduction des coûts cognitifs de la production d'une réponse de qualité) pendant la résolution d'une activité cognitive complexe et coûteuse en ressources de traitement (Gigerenzer et al., 2011 ; Hilbing, 2012 ; Lemaire, 2015 ; Lemaire & Reder, 1999). Néanmoins, la mise en place de stratégies cognitives et/ou d'heuristiques dans la résolution de problèmes (et par extension dans la RI) n'est pas systématiquement efficace et peut ainsi mener à l'échec de la résolution du problème d'informations, à l'abandon définitif de l'utilisateur (i.e. arrêt volontaire de la RI) ou à des retours-arrières vers de précédentes étapes expliquant le caractère cyclique et itératif de la RI en tant que RP (Léger, 2016 ; Sharit et al., 2008 ; Sharit et al., 2015).

Dans ce travail de thèse, nous portons particulièrement notre intérêt sur les heuristiques de navigation et de recherche qui sont employées par les utilisateurs au cours d'une activité de RI pour atteindre leurs objectifs recherche, qui ont été définitivement intégrées dans le modèle cognitif de l'activité de RI le plus récent : l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation (Sanchiz et al., 2020).

1.1.2. L'heuristique navigationnelle exploration-exploitation dans la RI comme RP

La conceptualisation initiale de l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation prend sa source dans la théorie de l'*Information Foraging* (Fu & Pirolli, 2007 ; Pirolli & Card,

1999 ; Pirolli & Fu, 2003) qui visait à comprendre comment les utilisateurs s'adaptent aux flux massifs d'informations dans les environnements de recherche en modifiant leurs stratégies de façon à maximiser leur taux d'acquisition de nouvelles informations malgré les contraintes de temps et d'efforts (i.e. raisonnement par heuristique). Les *efforts* correspondent à la qualité de ressources attentionnelles et de traitement que les utilisateurs doivent mobiliser pour maximiser leur gain d'information en considérant les limites de leur système cognitif. La mise en place de stratégies cognitives pertinentes pour traiter la masse d'informations issue de l'environnement devient primordiale pour les utilisateurs afin qu'ils puissent répartir leurs ressources attentionnelles efficacement entre les différents contenus (SERPs, documents).

La description de ces stratégies part d'une analogie entre la recherche d'informations et la recherche de nourriture chez les animaux (Stephens & Krebs, 1986). Il s'agit pour les utilisateurs de décider s'il est plus pertinent d'allouer du temps et des ressources cognitives au traitement approfondi des documents de sorte à *exploiter* au maximum un contenu informationnel ciblé ou de mobiliser des ressources pour chercher de nouveaux documents à traiter en *explorant* l'espace de recherche. Cette première définition de l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation a par la suite ouvert la voie à des conceptions plus complètes et finalisées.

En effet, plusieurs auteurs décrivent avec plus de précisions les trois critères de prises de décisions sur lesquels se base l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation (Chin et al., 2009 ; Chin, Anderson et al., 2015 ; Chin & Fu 2010 ; Chin, Payne et al., 2015) : 1. Le temps nécessaire à l'accumulation de nouvelles informations ; 2. Le gain d'informations espéré et 3. Le coût cognitif. Par exemple, la probabilité qu'un utilisateur s'engage dans de l'*exploitation* et continue de traiter un document augmente tant qu'il est en mesure de collecter une quantité satisfaisante d'information dans un temps acceptable, sans avoir à engager de nouvelles ressources. En revanche, la probabilité qu'un utilisateur cesse d'exploiter un document et s'engage dans de l'*exploration* augmente lorsque le temps passé sur le document initial est supérieur au gain d'information réel et si le gain d'information espéré de la visite d'un nouveau document est supérieur aux coûts cognitifs de la mobilisation de nouvelles ressources. Le **Tableau 1** présente une synthèse du processus décisionnel déterminant les choix stratégiques et navigationnels des utilisateurs à travers l'heuristique exploration-exploitation.

Coûts de mobilisation de nouvelles ressources cognitives			
Gain d'informations réel par unité de temps sur le document actuel	Faibles (Lecture, collecte, intégration des informations en MDT, compréhension des contenus...)	Elevés (Lecture, collecte, intégration des informations en MDT, compréhension des contenus...)	Gain d'informations espéré par unité de temps de la visite d'un nouveau document
Temps de lecture réel > Gain d'informations réel Faible	EXPLORATION	EXPLORATION ou Arrêt de la recherche	Temps de lecture espérée < Gain d'informations espéré Elevé
Temps de lecture réel < Gain d'informations réel Elevé	EXPLOITATION	EXPLOITATION ou Arrêt de la recherche	Temps de lecture espérée > Gain d'informations espéré Faible

Tableau 1 : Synthèse du processus décisionnel de l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation (adapté de Chin, Anderson et al., 2015 ; Chin, Payne et al., 2015)

Finalement, c'est en 2020 que l'on retrouve le modèle cognitif de l'activité de RI en tant que RP le plus finalisé et inclusif proposé par Sanchiz et al. (2020 ; cf. Figure 1). Ce récent modèle prend notamment en considération les modèles initiaux de Sharit et al., (2008, 2015), l'heuristique navigationnelle Exploration-Exploitation (Chin, Anderson et al., 2015 ; Chin & Fu, 2010 ; Chin, Payne et al., 2015 ; Fu & Pirolli, 2007 ; Pirolli & Fu, 2003) et intègre les effets des connaissances antérieures du domaine sur l'activité de RI (voir Chapitre 5 pour les effets de cette variable individuelle dans la RI et l'apprentissage par la RI).

Dans ce modèle cognitif de l'activité de RI comme RP (Sanchiz et al., 2020), des liens clairs sont établis entre les principaux mécanismes et processus cognitifs (i.e. traitement des informations, système de la MDT avec le processus de mise à jour) mis en place pendant les différentes phases de l'activité, elles-mêmes mises en relation avec l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation.

Le système de la MDT implique à la fois la capacité de maintien des informations pertinentes par rapport à l'objectif en cours de réalisation par l'utilisateur (tout au long de la recherche) et le processus de mise à jour permettant de supprimer les anciennes informations devenues non pertinentes et d'intégrer/remplacer/comparer les nouvelles informations traitées à la représentation mentale afin d'avancer dans la recherche (en particulier lors des phases 2 et 3 de la RI). *Le processus de traitement des informations* permet la construction de représentations mentales cohérentes tout au long de l'activité de RI, l'évaluation de la pertinence des informations (particulièrement aux étapes 2 et 3) et le fonctionnement du

processus de construction de sens à partir de la lecture approfondie des contenus d'informations et de leur intégration en mémoire de travail (i.e. étape 3 de la RI).

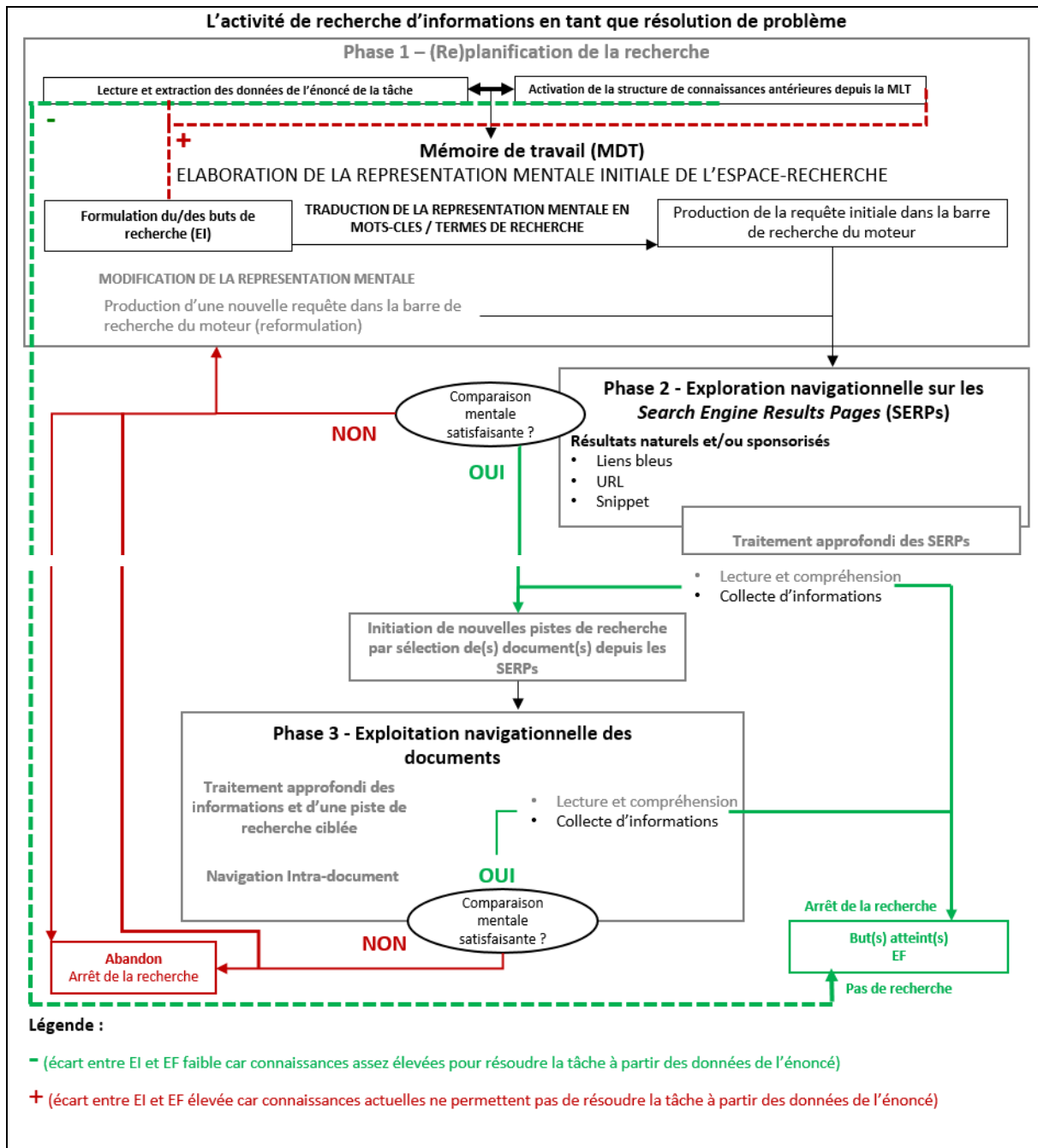


Figure 1 : Représentation schématique de l'activité de RI en tant que RP intégrant l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation (adapté de Sanchiz et al., 2020 ; Sharit et al., 2008 ; Sharit et al., 2015)

In fine, la mémoire de travail et le système de traitement des informations sont centraux dans la mise en place de l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation puisque *l'exploration navigationnelle* est particulièrement observable lors des phases 1 et 2 de l'activité de RI à travers les comportements de (re)formulation de requêtes et de navigation sur les SERPs afin d'évaluer et sélectionner de nouveaux documents (Chin, Anderson et al., 2015 ; Chin &

Fu, 2010 ; Chin, Payne et al., 2015). En effet, c'est lors de ces phases que les utilisateurs ont la possibilité d'accéder à une partie supplémentaire de l'espace de recherche d'une tâche et d'ouvrir de nouveaux chemins de navigation et de recherche (voir Tableau 2a pour des exemples d'indicateurs quantitatifs, temporels et oculométriques traduisant les comportements d'exploration des utilisateurs). De son côté, *l'exploitation navigationnelle* s'observe lors du traitement approfondi des documents et à travers la navigation intra-document (phase 3 de la RI). Ici, les utilisateurs font le choix de s'engager dans une lecture et une compréhension approfondie d'un chemin de navigation et de recherche spécifique à une partie de l'espace de recherche d'une tâche (voir Tableau 2b pour des exemples d'indicateurs quantitatifs, temporels et oculométriques permettant d'observer l'exploitation navigationnelle).

(a) Exploration navigationnelle		
Phases de l'activité de RI	Exemples d'indicateurs (Références utilisant ces indicateurs)	Interprétations comportementales
Planification et 1^{ère} itération de requêtes	Oculométriques % de fixations oculaires sur chaque lien de la liste du 1 ^{er} SERP. / % de liens balayés visuellement avant le premier clic. (Athukorala et al., 2015 ; Brand-Gruwel et al., 2017)	Allocation des ressources cognitives à l'exploration de la 1 ^{ère} liste de SERP.
(Re)formulation de requêtes	Quantitatifs Nombre total de nouvelles requêtes produites. / Proportion de la recherche consacrée à la reformulation. (Dugan & Payne, 2008 ; Lu & Hsiao, 2017 ; White et al., 2009).	Nombre d'ouverture et d'initiation de nouveaux chemins de recherche et de navigation par la production d'une nouvelle requête.
Evaluation et sélection des SERPs	Quantitatifs Nombre total de clics sur les SERPs. (Athukorala et al., 2016 ; Barsky & Bar-Ilan, 2012 ; Capra et al., 2018 ; Chin, Anderson et al., 2015 ; Duggan & Payne, 2008 ; Lei et al., 2013 ; Lu & Hsiao, 2017 ; Sanchiz, Amadiou, Fu, et al., 2019 ; Wildemuth et al., 2018 ; Willoughby et al., 2009).	Nombre d'ouverture et d'initiation de nouveaux chemins de recherche à partir des SERPs.
	Nombre total de nouveaux SERPs visités. / Nombre de fois où l'utilisateur clique sur « suivant » pour accéder à une nouvelle page de SERPs et obtenir un nouvel ensemble de résultats. (Athukorala et al., 2016).	Ampleur de l'exploration de l'espace de recherche d'une tâche
	Temporels Temps total passé sur les SERPs. / Temps moyen passé sur les SERPs. (Chin & Fu, 2010 ; Chin, Anderson et al., 2015 ; Ihadjadene & Martins, 2004 ; Liu et al., 2011 ; Mao et al., 2018 ; Pothirattanachaikul et al., 2020).	Temps dédié à l'exploration navigationnelle
	Oculométriques Nombre total de résultats examinés sur les SERPs. / Nombre total/moyen de fixations	Allocation des ressources cognitives dans l'exploration navigationnelle.

	oculaires sur les SERPs. / Temps total/temps moyens de fixations oculaires sur les SERPs. (Cutrell & Guan, 2007 ; Jiang et al., 2014 ; Kammerer & Gerjets, 2012 ; Lorigo et al., 2006 ; Mao et al., 2018 ; Marcos et al., 2012 ; Rele & Duchowski, 2005).	
(b) Exploitation navigationnelle		
Planification et 1^{ère} itération de requêtes	Quantitatifs Nombre total de documents consultés lors de la 1^{ère} itération (Sanchiz, Amadiou, Paubel, et al., 2019). Temporels Temps total passé à lire et à traiter les documents lors de la 1^{ère} itération (Athukorala et al., 2015).	Niveau d'exploitation de la 1^{ère} requête produite. Temps dédié à l'exploitation de la 1^{ère} requête produite.
Traitement approfondi des documents	Quantitatifs Nombre total de documents revisités (Dugan & Payne, 2008 ; Vanderschantz & Hinze, 2017 ; White et al., 2008 ; Wood et al., 2016). Nombre total de nouveaux documents visités. / Nombre total de documents uniques visités (Duggan & Payne, 2008 ; Kelly et al., 2015 ; Marcos et al., 2012 ; Palani et al., 2021 ; White et al., 2008 ; White et al., 2009 ; Wood et al., 2016). Temporels Temps total passé sur les documents. / Temps moyen passé sur les documents. / Temps total passé à consulter les différents nœuds de l'hypertexte (Chin & Fu, 2010 ; Chin, Anderson et al., 2015 ; Hölsher & Strübe, 2000 ; Ihadjadene & Martins, 2004 ; Jiang et al., 2014 ; Liu et al., 2011 ; Mao et al., 2018 ; ; Pothirattanachaikul et al., 2020 ; Sanchiz, Lemarié, et al., 2019). Oculométriques % de régressions oculaires (i.e. relecture des contenus) / Nombre total/moyen de fixations oculaires sur les SERPs. / Temps total/temps moyens de fixations oculaires sur les SERPs (Bhattacharya & Gwizdka, 2019 ; Mao et al., 2019 ; Nettleton & Gonzalez-Caro, 2012).	Nombre de fois qu'un chemin de recherche traité précédemment est exploité de nouveaux. Nombre total de chemins de recherche exploités. Temps dédié à l'exploitation des documents. Allocation des ressources cognitives dans l'exploitation navigationnelle.
Navigation intra-document	Quantitatifs Nombre total de documents différents ouverts depuis un lien hypertextuel contenu dans un document visité. / Nombre total de nœuds visités à l'intérieur d'un document hypertexte (Chin, Anderson et al., 2015 ; Duggan & Payne, 2008 ; Ihadjadene & Martins, 2004 ; Lu & Hsiao, 2017 ; Sanchiz, Amadiou, Fu, et al., 2019 ; Sanchiz, Lemarié, et al., 2019 ; White et al., 2009 ; Wildemuth et al., 2018 ; Willoughby et al., 2009).	Profondeur d'exploitation d'un chemin de recherche et de navigation précédemment initié.

Tableau 2 : Exemples d'indicateurs utilisés dans la littérature pouvant être adaptés à l'observation et à l'interprétation de l'heuristique navigationnelle : **a) exploration** et **b)**

exploitation en fonction des étapes de la RI et du type de données récoltées (quantitatives, temporelles, oculométriques).

1.2. Positionnement de la thèse, limites des modèles de RI comme RP et points d'intérêts

En définitive, le modèle cognitif finalisé de l'activité de RI en tant que RP (Sanchiz et al., 2020) est utilisée dans le présent travail de thèse afin de pouvoir étudier :

-
- (1) Les effets de certains facteurs (i.e. les connaissances antérieures du domaine des utilisateurs et les caractéristiques des tâches, cf. Chapitre 5) sur l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation.
 - (2) Les effets de l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation sur les performances en sortie de RI (e.g. score de recherche et résultats d'apprentissage par la RI).
-

Plus précisément, **nous soutenons** qu'une opérationnalisation des stratégies de navigation à travers l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation permet d'identifier efficacement les facteurs et les comportements pouvant mener à la réussite ou à l'échec d'une recherche d'informations complexe impliquant une compréhension approfondie des contenus et de l'apprentissage. En d'autre termes, **nous postulons** que plus les utilisateurs seront efficaces et pertinents dans la résolution de l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation, plus leur recherche d'informations sera réussie par rapport aux objectifs poursuivis.

D'un autre côté, les modèles cognitifs de la RI en tant que RP présentés contiennent plusieurs limites que la présente thèse vise également à investiguer afin d'y apporter des réponses. En particulier, trois limites principales ont été relevées et sont traitées dans les différents travaux empiriques réalisés (cf. Chapitre 8 à 11).

1.2.1. Limite et point d'intérêt n°1 - de l'exploration navigationnelle sur les résultats naturels des SERPs à l'exploration navigationnelle sur l'outil Autres Questions Posées (AQPs)

Alors que les interfaces des moteurs de recherche ont connu plusieurs évolutions au cours des années en intégrant de nouvelles fonctionnalités ayant pour but de faciliter l'activité de RI des utilisateurs (Kameni-Homte et al., 2022), plusieurs récentes revues de la littérature concernant l'étude des interactions humains-SERPs (i.e. exploration navigationnelle), mettent en avant le fait que la grande majorité des recherches et des modèles portent exclusivement leur

intérêt sur l'exploration par les utilisateurs des résultats naturels (Lewandowski & Kammerer, 2020 ; Strzelecki, 2020). En conséquence, alors que certaines fonctionnalités du moteur de recherche pourraient être utilisées comme moyen d'atteindre plus efficacement les objectifs de recherche et de modifier les stratégies de navigation et de traitement des contenus en ligne, la littérature actuelle manque de résultats concernant certaines d'entre-elles.

C'est notamment le cas de l'outil de question-réponse « *Autres Questions Posées* » (i.e. « *People Also Ask* » en anglais, cf. Figure 2) ayant fait son apparition sur l'interface du moteur de recherche *Google*. Cet outil est particulièrement lié à la seconde phase de la RI dédiée à l'évaluation ainsi qu'à la sélection des SERPs et susceptible par conséquent de modifier les comportements d'exploration des utilisateurs.

Du côté du système (i.e. l'algorithme du moteur de recherche dédié à cet outil de questions-réponses), ce dernier sélectionne un ensemble de questions posées par d'autres utilisateurs en lien avec la requête soumise à partir d'un calcul de fréquence et de pertinence d'apparition et de formulation des questions (Torres-Moreno et al., 2009). Celles-ci sont ensuite affichées dans une zone dédiée (i.e. la zone *Autres Questions Posées (AQPs)*), avec laquelle l'utilisateur peut interagir directement. Le système est de nature dynamique et adaptatif dans la mesure où chaque fois qu'un utilisateur clique sur l'une des questions, la liste de questions-réponses s'allonge *a priori* à l'infini, menant ainsi à un nombre important de nouveaux liens bleus et snippets associés (Matias et al., 2017). Plus précisément, cet outil prend la forme d'un menu déroulant où chaque question est liée à une URL, un lien bleu et un snippet dont le contenu est constitué de quelques lignes d'éléments d'informations permettant de répondre à la question ciblée.

Du côté de l'utilisateur, l'enjeu principal de l'outil AQPs est de réduire les coûts physiques (i.e. nombre d'étapes de recherche à mettre en place) et cognitifs (i.e. ressources de traitement à allouer à la lecture) de ce dernier dans l'atteinte de son/ses objectif(s) de recherche. Pour ce faire, l'outil offre un accès rapide et immédiat à des informations *a priori* pertinentes par rapport à l'objectif poursuivi et peu coûteuses en ressources de traitement par rapport à la lecture approfondie de documents multiples, plus riches et plus complexes en informations (Pothirattanachaikul et al., 2020).

Néanmoins, alors que l'outil « *Autres Questions Posées* » semble d'un point de vue théorique relativement bénéfique pour les utilisateurs, nous ignorons actuellement la mesure dans laquelle ces derniers traitent et utilisent effectivement les contenus de l'outil AQPs par rapport à des contenus plus « traditionnels » (i.e. résultats naturels, contenus des documents) pour atteindre leurs objectifs, ni la mesure dans laquelle l'outil AQPs permet effectivement de

soutenir l'activité de RI des utilisateurs en réduisant les coûts de traitement des informations et en facilitant la résolution de l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation.

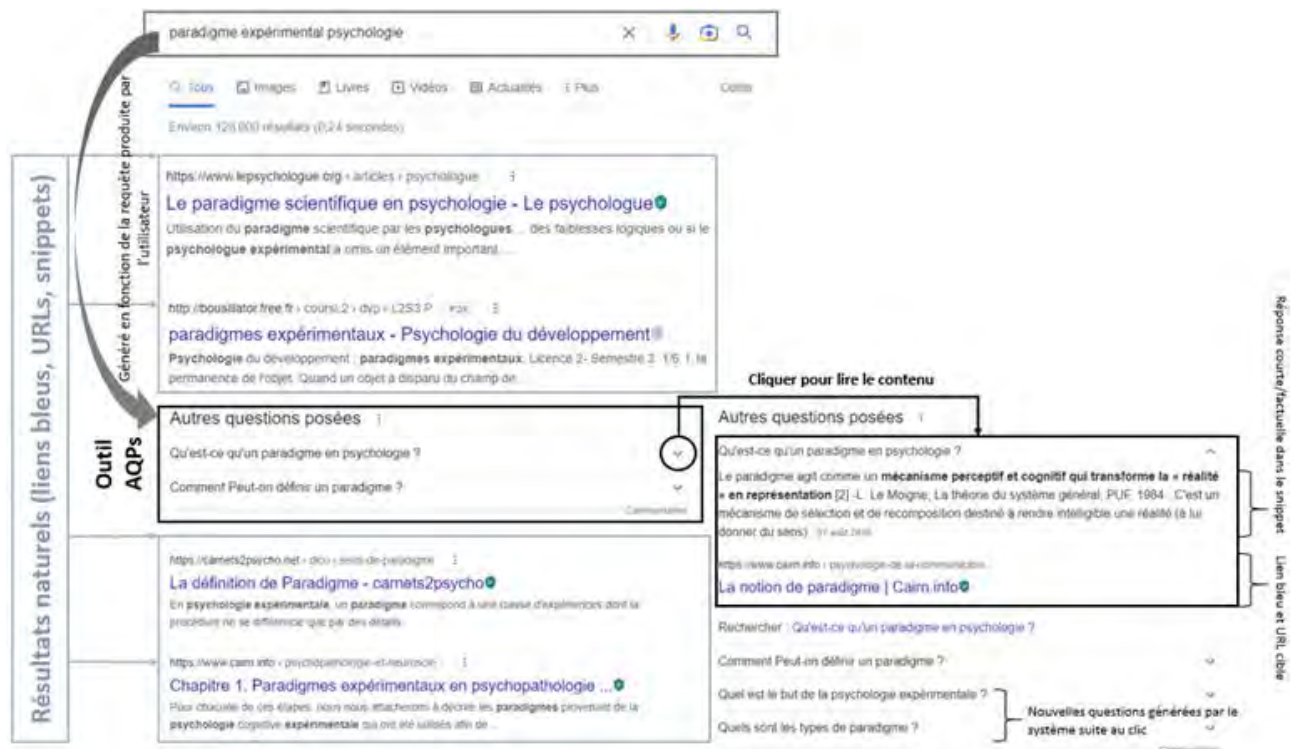


Figure 2 : Représentation de l'interface des *Search Engine Results Pages* (SERPs) sur *Google* incluant la barre de recherche, les résultats naturels et l'outil *Autres Questions Posées* (AQP)

D'un point de vue théorique et empirique, l'investigation de cette fonctionnalité est majeure dans le présent travail de thèse afin de déterminer si l'exploration navigationnelle et la phase d'évaluation et de sélection des SERPs n'est pas désormais devenue plus complexe et plus riche en interaction par rapport aux descriptions fournies dans les modèles de RI antérieurs. Egalement, si l'outil *AQPs* est effectivement traité et utilisé par les individus, l'enjeu est aussi d'identifier si des facteurs individuels (i.e. le niveau de connaissances antérieures du domaine) et externes à l'utilisateur (i.e. les tâches de recherche à réaliser) ont des effets sur le traitement et l'utilisation effective des contenus de l'outil *AQPs*.

1.2.2. Limite et point d'intérêt n°2 - L'activité de RI : de la résolution de problème à l'apprentissage

Si la description classique de l'activité de RI en tant que RP intègre nécessairement la notion d'acquisition de connaissances factuelles en comblant les lacunes repérées par l'utilisateur dans sa structure de connaissances initiale (Belkin, 1980 ; Krikelas, 1983 ; Marchionini, 1995), la notion d'apprentissage n'est pas une variable d'intérêt centrale dans les modèles cognitifs et computationnels (Tricot, 2006). L'apprentissage est particulièrement pris

en compte à travers le processus de construction de sens (i.e. la compréhension) qui se produit lors du traitement approfondi des contenus hypertextes en ligne (Dervin, 1983 ; Dinot et al., 2012 ; Kintsch, 1998 ; Kitajima et al., 2000 ; Monchaux et al., 2015 ; Rouet & Tricot, 1998 ; Sanchiz et al., 2020). En d'autres termes, si la conceptualisation de la RI en tant que RP offre une base théorique solide pour évaluer la mesure dans laquelle les contenus d'informations traités pendant la RI sont compris par les utilisateurs et dans quelle mesure elle permet l'acquisition de connaissances factuelles pour atteindre un besoin d'information ciblé, l'étude des apprentissages de plus hauts niveaux (e.g. conceptuels, créatifs ...) réalisés par la RI et la façon dont les informations récoltées sont réutilisées en sortie pour résoudre des tâches éducatives (e.g. évaluer, créer, découvrir de nouveaux sujets...) sont laissés de côté.

En réponse à ces lacunes, le paradigme du *Search as Learning* tend à offrir un cadre théorique permettant de répondre à ces interrogations en étudiant les liens pouvant unir la recherche d'information et l'apprentissage (i.e. au cours et en sortie de RI). Dans cette mesure, bien que le paradigme de la RI en tant que RP soit pertinent dans ce travail de thèse comme cela fût évoqué précédemment, l'intégration du *Search as Learning* est essentiel pour investiguer certains de nos objectifs de recherche. Alors que le **Chapitre 1** était dédié à la RI en tant que RP, le **Chapitre 2** présente l'apprentissage par la recherche d'informations (i.e. *Search as Learning*) dans le but de préciser davantage le cadre théorique de la thèse.

1.2.3. Limite et point d'intérêt n°3 - L'heuristique exploration-exploitation : un concept polysémique ?

Enfin, la dernière limite à relever à l'issue de ce chapitre consacré à la conceptualisation de la RI en tant que RP est le fait que cette dernière se concentre sur la description de l'heuristique exploration-exploitation uniquement à travers les comportements et les stratégies de navigation des utilisateurs (Sanchiz et al., 2020). Or, dans la littérature relative à la mise en relation de la RI et de l'apprentissage, l'heuristique exploration-exploitation peut aussi traduire les prises de décisions des utilisateurs concernant les contenus thématiques à traiter et à investiguer pour modifier efficacement leur structure de connaissances initiale (Athukorala et al., 2014 ; Athukorala et al., 2016 ; Hardy et al., 2019). Dans cette seconde conception, l'enjeu est plutôt de déterminer la mesure dans laquelle les utilisateurs *explorent* des **contenus informationnels (très) différents et variés** au cours de leur activité de RI ou au contraire, *exploitent* des **contenus informationnels (très) proches et spécifiques** d'un point de vue thématique et sémantique. Alors que des indicateurs temporels et comportementaux sont utilisés pour observer l'heuristique navigationnelle, des indicateurs sémantiques sont

généralement extraits de matériaux verbaux et textuels pour identifier l'heuristique thématique exploration-exploitation (i.e. contenus des requêtes formulées par les utilisateurs, contenus informationnels des SERPs et des documents ; voir Chapitre 3). En outre, l'étude de cette heuristique est particulièrement intéressante à investiguer dans le cadre de l'apprentissage par la RI où les tâches d'apprentissage sont généralement très ouvertes et peuvent mener les utilisateurs à poursuivre des objectifs d'apprentissage différents en fonction de leurs besoins et de leur structure de connaissances initiale (Hardy et al., 2019).

Alors qu'à notre connaissances ces deux heuristiques exploration-exploitation (i.e. navigationnelle et thématique) n'ont à notre connaissance jamais été étudiées directement en ensemble au sein d'une même conception expérimentale, nous soutenons que leur distinction claire quant à leurs effets sur l'apprentissage par la RI et à la façon dont les utilisateurs les résolvent au cours de la RI peut contribuer à une modélisation cognitive pertinente du *Search as Learning*. Alors que l'heuristique navigationnelle informe sur les comportements de recherche (*Search*), l'heuristique thématique informe sur les objectifs d'apprentissage poursuivis par les utilisateurs (*Learning*) au cours de la RI. Ce positionnement théorique est particulièrement mis en avant dans les chapitres suivants.

1.3. Synthèse du Chapitre 1 : les points clés à retenir

Le Chapitre 1 s'est attaché à décrire la première partie du cadre théorique de la thèse qui considère la RI comme une activité cognitive complexe de RP. Les principales avancées théoriques de ces dernières années sur lesquelles s'appuie le travail de thèse ont été présentées, nous permettant de comprendre et de décrire :

-
- Le caractère cyclique, itératif et multi-étapes de la RI en tant que RP (i.e. planification de la recherche, 1^{ère} itération de requêtes et (re)formulation, évaluation et sélection des SERPs, traitement approfondi des documents et navigation intra-document) où il s'agit pour l'individu d'activer un ensemble de ressources (e.g. connaissances antérieures du domaine) et d'habiletés cognitives (e.g. flexibilité cognitive, attention sélective, inhibition...) pour mettre en place des moyens (e.g. stratégies et/ou heuristiques) permettant d'atteindre efficacement leur(s) objectif(s) de recherche (Sharit et al., 2008 ; Sharit et al., 2015).
 - Les stratégies et les heuristiques de navigation que les utilisateurs peuvent mettre en place afin de se déplacer plus efficacement entre les phases de la RI, de faire face aux
-

caractéristiques d'un environnement de recherche riche et complexe et de pouvoir récolter une quantité satisfaisante d'informations en un minimum de temps et d'efforts (i.e. en engageant un minimum de ressources de traitement et en gérant les limites du système cognitif humain ; Chin, Anderson et al., 2015 ; Chin & Fu, 2010 ; Chin, Payne et al., 2015 ; Fu & Pirolli, 2007 ; Pirolli & Card, 1999 ; Pirolli & Fu, 2003).

- Les liens clairs établis entre la MDT et le processus de traitement des informations (i.e. aspects cognitifs de la RI), les phases de l'activité de RI et le fonctionnement de l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation (Sanchiz et al., 2020) où :
 - *L'exploration navigationnelle* s'observe lors des phases 1 (reformulation des requêtes) et 2 (évaluation et sélection des résultats naturels sur les SERPs) de la RI.
 - *L'exploitation navigationnelle* s'observe lors de la 3^{ème} phase à travers les comportements de lecture approfondie des contenus d'informations sur les documents et de navigation intra-document.
- Les effets de certains facteurs individuelles (i.e. habiletés fluides, habiletés cristallisées incluant les connaissances antérieures du domaine) et de facteurs contextuels (e.g. les caractéristiques des tâches) sur la résolution de l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation.

Si le modèle finalisé de l'activité de RI en que RP offre un cadre théorique relativement complet pour l'investigation de certains de nos objectifs de recherche (Sanchiz et al., 2020), plusieurs limites ont été mises en lumière :

-
- Une description incomplète des interactions humains-SERPs focalisée sur les résultats naturels ne permettant pas de rendre compte de certaines interactions plus variées et spécifiques dû au développement de nouvelles fonctionnalités sur l'interface du moteur de recherche et pouvant avoir lieu lors de l'exploration navigationnelle (i.e. phase 2 d'évaluation et de sélection des SERPs). Dans ce travail de thèse, nous étudions particulièrement l'outil *Autres Questions Posées* (AQP).
 - Un modèle basé sur la RI en tant que RP où l'étude de l'apprentissage est secondaire et focalisée sur le processus de traitement de l'information menant à de la compréhension. En conséquence, cette conceptualisation ne permet pas de déterminer les effets de l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation sur les résultats
-

d'apprentissage complexes en sortie de RI. Une partie des travaux empiriques de thèse vise notamment à apporter des éléments de réponses à cette limite à travers le paradigme du *Search as Learning*.

- Une focalisation sur l'heuristique exploration-exploitation en termes de comportements de navigation. Si l'étude de cette heuristique est pertinente pour comprendre comment les utilisateurs naviguent entre les contenus et récoltent des informations efficacement lors de la RI, l'heuristique thématique exploration-exploitation est pertinente pour décrire les objectifs d'apprentissage poursuivis par les utilisateurs au cours de la RI. Le présent travail de thèse vise à étudier les deux heuristiques exploration-exploitation (navigationnelle et thématique) au sein d'une même conception expérimentale afin d'identifier leurs rôles respectifs dans la réussite ou l'échec d'une recherche menant à de l'apprentissage (*Search as Learning*).
-

2. Chapitre 2 - L'apprentissage par la recherche (*Search as Learning*) : présentation du cadre et applications de la taxonomie d'Anderson et Krathwohl (2001)

Ce second chapitre vise à introduire le paradigme de recherche du *Search as Learning* (SAL) qui porte son intérêt sur l'étude de l'apprentissage par l'activité de RI. En §2.1, une présentation succincte des étapes du développement du cadre SAL de ces quinze dernières années est mise en avant pour terminer sur un panorama des objectifs fondamentaux, méthodologiques et appliqués motivant les études SAL et la présente thèse. La §2.2 se focalise plus précisément sur l'apprentissage conceptualisé dans le SAL comme produit de la RI (i.e. résultats d'apprentissage en sortie de RI) et comme activités d'apprentissage à réaliser à travers la RI *via* la taxonomie d'Anderson et Krathwohl (2001). En §2.3, nous positionnons de façon claire le travail de thèse en indiquant la mesure dans laquelle la taxonomie des objectifs d'apprentissage a été utilisée, ses limites et les points d'intérêts que ces dernières ont suscité. Enfin, la §2.4 revient sur une synthèse générale du **Chapitre 2** mettant en avant les points clés à retenir.

2.1. Le cadre de recherche du Search as Learning : présentation générale

Pour rappel, alors que le paradigme traditionnel de la RI en tant que RP porte son intérêt sur la résolution de problèmes de recherche d'informations, le Search as Learning (SAL), tend à étudier des tâches menant à de l'apprentissage et à l'acquisition de nouvelles connaissances. En 2006, Marchionini propose la première distinction claire entre deux contextes de recherche principaux (cf. **Chapitre 5** pour une présentation plus exhaustive) : **1.** Le contexte *lookup* qui intègre un ensemble de tâches de recherche d'informations et de consultation relatives au paradigme classique de la RI en tant que RP (i.e. recherche de faits, navigation, items connus, dont l'objectif principal est de localiser une ou plusieurs informations cibles pour répondre à un besoin de recherche) ; **2.** Le contexte *exploratoire* qui renvoie à un ensemble de tâches visant la découverte d'un nouveau sujet, l'acquisition de connaissances et l'apprentissage allant au-delà de la collecte d'informations factuelles ciblées.

Sur la base de cette distinction *lookup-exploratoire*, Jansen, Booth et Smith, (2009), confirment la nécessité d'étudier la RI à travers un nouveau paradigme de recherche expérimentale intégrant la notion d'apprentissage exploratoire. Indirectement, ces auteurs

formulent la première proposition de développement du SAL. C'est en 2012 lors de la SWIRL⁶ (Allan et al., 2012) que le terme Search as Learning fera son apparition officielle et que sa conceptualisation en tant que paradigme d'apprentissage par la recherche débutera, menant à de nombreux workshops et séminaires dédiés à son étude (Collins-Thompson et al., 2017 ; Freund, He et al., 2014 ; Gwizdka et al., 2016), à des numéros spéciaux dans des revues spécialisées (Eickhoff et al., 2017 ; Hansen & Rieh, 2016), et à de récentes revues de littérature sur les travaux de ces dix dernières années menés dans le domaine (Kameni-Homte et al., 2022 ; Urgo & Arguello, 2022a).

D'un point de vue appliqué, l'enjeu principal du SAL est d'améliorer le fonctionnement des systèmes de recherche et d'informations (SRIs). Plus précisément, alors que les SRIs traditionnels fonctionnent sous le paradigme classique de la RI en tant que RP, ils se concentrent sur la récupération de contenus permettant aux utilisateurs d'accéder rapidement à une ou plusieurs informations cibles suffisantes pour résoudre des problèmes d'informations simples (lookup), mais où l'apprentissage plus complexe n'est pas une considération centrale dans le développement de ces systèmes (Hoppe et al., 2018). En d'autres termes, l'efficacité et la pertinence de la recherche sont actuellement au centre des interactions humain-SRIs, pouvant mener l'utilisateur à effectuer des traitements plus superficiels des contenus (SERPs, documents ...) qui ne permettent pas des apprentissages de plus hauts niveaux (Latini et al., 2020).

Dans le SAL, les SRIs sont désormais considérés comme des outils d'accès à un environnement d'auto-apprentissage en ligne, plus vaste et plus complexes avec lesquels les utilisateurs décident d'interagir dans le but d'apprendre (Gwizdka et al., 2016). La finalité du SAL est donc de parvenir à développer des SRIs permettant de soutenir un traitement plus profond des informations et des apprentissages de plus hauts niveaux en fournissant aux utilisateurs des contenus d'informations pertinents pour des objectifs plus étendus d'acquisition, de modification des connaissances et de compréhension (Câmara et al., 2021). Le **Tableau 3** propose une synthèse des objectifs fondamentaux, méthodologiques et appliqués que poursuivent les études SAL et la situation du présent travail de thèse par rapport à ces objectifs.

⁶ The Second Strategic Workshop on Information Retrieval in Lorne

En particulier dans ce chapitre, nous mettons en avant la conceptualisation de l'apprentissage la plus utilisée dans les études SAL que nous reprenons dans ce travail de thèse à plusieurs niveaux (i.e. développement des scénarios et des énoncés des tâches, évaluation de l'apprentissage en sortie de RI) : la taxonomie des objectifs d'apprentissage d'Anderson et Krathwohl (2001).

Spécificité des études SAL (Urgo & Arguello, 2022a)	Enjeux fondamentaux et empiriques	Enjeux méthodologiques	Enjeux appliqués (●) : uniquement à travers des propositions basées sur les résultats des travaux empiriques réalisés.
Conçues pour comprendre les liens entre la recherche et l'apprentissage (●) L'apprentissage et la recherche doivent être des variables centrales des études (●) Évaluation de l'apprentissage avant, pendant et après la RI (●)	Étudier les relations entre les comportements et les stratégies de recherche et l'apprentissage au cours et en sortie de RI (●) Étudier les différents facteurs pouvant faciliter ou complexifier l'acquisition de connaissances et l'apprentissage par la recherche. Facteurs individuels liés à l'utilisateur : • Habiletés fluides (MDT...) • Habiletés cristallisées (connaissances antérieures du domaine (●), connaissances du Web et des outils de recherche) • Motivation • Vieillesse cognitive • Compétences métacognitives • ... Facteurs externes à l'utilisateur : • Contextes de recherche (●) • Complexité des tâches (●) • Caractéristiques de l'environnement d'apprentissage • Caractéristiques des systèmes de recherche (●) • ... Autres considérations : • L'apprentissage sur le long terme • Le transfert d'apprentissage	Développer des méthodes de recherche permettant l'évaluation de l'apprentissage à partir des comportements de recherche (●) Développer des indicateurs d'apprentissage au cours du processus de recherche et en sortie (●) Développer des méthodes d'évaluation permettant d'identifier avec certitude à quel moment et de quelle façon l'apprentissage se produit au cours du processus de recherche. Varier les techniques de collecte de données pendant la recherche (logs, eye-tracking, questionnaires, protocole de réflexion à voix haute... (●)) Développer des recommandations méthodologiques pour de futures études dans le domaine du <i>Search as Learning</i>.	Développer, créer, concevoir, corriger des outils d'aide, de support ou des systèmes qui soutiennent l'apprentissage par la recherche. • Soutenir les utilisateurs lorsqu'ils s'engagent dans de la recherche pour réaliser un apprentissage de haut niveau • Détecter la nature et le type de changement qui survient dans la structure de connaissances des utilisateurs pour adapter les résultats • Aider les utilisateurs à acquérir de nouvelles connaissances et/ou à modifier efficacement sa structure de connaissances préexistante • Modifier le paradigme actuel des SI basé sur l'optimisation de la pertinence des résultats pour améliorer l'expérience d'apprentissage des utilisateurs Développer des plans de formation à destination des utilisateurs pour l'apprentissage par la recherche • Identifier les stratégies de recherche efficaces pour l'apprentissage et former les utilisateurs à les utiliser

Tableau 3 : Panorama des différents objectifs visés par le paradigme de recherche *Search as Learning* (● : positionnement de la thèse)

2.2. La taxonomie des objectifs d'apprentissage dans le SAL (Anderson & Krathwohl, 2001)

L'un des enjeux des études SAL est d'évaluer quels types de connaissances sont acquises au cours de la RI *via* les comportements de recherche et de navigation ainsi que la façon dont elles sont (ré)utilisées par les utilisateurs en sortie de RI pour effectuer différentes activités d'apprentissage (Jansen, Booth, & Smith, 2009 ; Rieh et al., 2016). Dans ce contexte, les résultats de la RI prennent la forme de résultats d'apprentissage et la session de recherche⁷ à travers laquelle se déroule la RI est considérée comme la phase d'apprentissage (Ghosh et al., 2018 ; Urgo & Arguello, 2020). A ce niveau de conceptualisation, la taxonomie des objectifs d'apprentissage de Bloom (1956) et ses multiples révisions (Anderson & Krathwohl, 2001 ; Lee et al., 2015 ; Urgo et al., 2020) est sans nul doute le cadre théorique le plus largement appliqué dans le SAL pour investiguer les liens unissant l'apprentissage et la RI.

2.2.1. Présentation générale

Initialement, cette taxonomie avait été conçue pour soutenir le travail des enseignants dans des cadres scolaires en leur offrant une grille de conception de leurs examens et d'évaluation des objectifs d'apprentissage que leurs élèves devaient être en capacité d'atteindre en fonction des enseignements reçus en classe (Bloom, 1956 ; Anderson & Krathwohl, 2001). L'apprentissage est ici considéré sous deux dimensions : 1. ***Les connaissances***, qui correspondent au contenu d'apprentissage que les élèves doivent avoir acquis au moment de l'examen et 2. ***Les activités d'apprentissage*** qui correspondent à la façon dont les enseignants souhaitent que leurs élèves utilisent et présentent les connaissances qu'ils sont censés avoir acquises.

- **La dimension des connaissances**

Cette dimension intègre quatre types de connaissances stockées en Mémoire à Long Terme (MLT), dont ***les factuelles*** (déclaratives et peu complexes concernant des faits ou des définitions simples pouvant être facilement verbalisables), ***les conceptuelles*** (déclaratives, verbalisables mais complexes en impliquant des relations sémantiques entre différents concepts et/ou entre différentes parties d'un même concept), ***les procédurales*** (difficilement verbalisables et focalisées sur les savoir-faire et la mise en œuvre de procédures, de méthodes, de stratégies), ***les métacognitives*** (difficilement verbalisables et relatives à l'ensemble des

⁷ De la première requête formulée par l'utilisateur jusqu'à la fin de (re)formulation de requêtes multiples et l'arrêt de la recherche concernant une tâche cible (Jansen et al., 2007).

connaissances qu'un individu a sur son propre fonctionnement cognitif, sur ses limites et sur son répertoire de stratégies qu'il peut mettre en place pour y pallier). Par exemple :

Exemples de types de connaissances

	Sujet 1 Rédiger un article journalistique sur les chats	Sujet 2 Préparer des pâtes à la bolognaise
Connaissances factuelles	Le chat est un animal. Le chat est un félin. Le chat a des griffes rétractiles.	Les pâtes à la bolognaise sont une spécialité d'origine italienne. La sauce bolognaise implique plusieurs ingrédients : des tomates, de la viande hachée, des oignons...
Connaissances conceptuelles	Le chat est un animal appartenant à l'espèce des félins (<i>felidae</i>) qui intègrent deux sous-espèces principales : 1. Les <i>Felinae</i> , qui sont les petits félins dont font partie les chats et 2. Les <i>Pantherinae</i> qui correspondent aux grands félins tels que le tigre. Indépendamment de la sous-espèce, les félins partagent des caractéristiques communes comme un corps souple et des griffes rétractiles (i.e. capacité à raccourcir, rallonger, resserrer les griffes à volonté). ⁸⁹	Les pâtes à la bolognaise sont d'origine italienne et plus précisément aux alentours de la ville de Bologne. Le mariage culinaire le plus connu à l'échelle mondiale sont les spaghettis à la sauce bolognaise. Néanmoins, de nombreux types de pâtes peuvent être associés à la bolognaise comme les lasagnes, les cannellonis ou encore les pennes.
Connaissances procédurales	Les étapes de rédaction d'un article journalistique impliquent : l'investigation du sujet pour récolter assez d'informations pour construire le fond de l'article, plusieurs essais, corrections et relectures. La structure d'un article journalistique intègre « le chapeau » (résumé), « l'attaque » (phrase d'accroche pour attirer le lecteur), « la chute » (fin de l'article pouvant mener à une ouverture). ¹⁰	La cuisson des pâtes implique plusieurs étapes telles que : 1. Faire bouillir un litre d'eau ; 2. Ajouter une pincée de sel et un filet d'huile d'olive ; 3. Plonger les pâtes dans l'eau ; 4. Vérifier leur cuisson et les égoutter. La préparation de la sauce bolognaise s'effectue en plusieurs étapes : 1. Couper et préparer les ingrédients ; 2. Faire revenir les oignons et l'ail ; 3. Ajouter la viande hachée ; 4. Mixer les tomates afin d'en faire une sauce et la laisser mijoter avec le reste des ingrédients.
Connaissances métacognitives	Je sais que mes capacités de synthèses sont limitées et qu'il est difficile pour moi de résumer une quantité importante d'informations de façon synthétique. (Connaissances métacognitives)	Je sais que je déteste faire la cuisine et que j'ai une faible motivation à préparer des plats. En conséquence, ce que je prépare laisse souvent à désirer. (Connaissances métacognitives)
	Pour faire face à ce problème, je vais construire un tableau de	Pour faire face à ce problème, je vais plutôt aller au supermarché

⁸ <https://www.universalis.fr/encyclopedie/carnivores/3-systematique-et-caracteristiques-des-familles>

⁹ <https://www.lalanguefrancaise.com/dictionnaire/definition/retractile>

¹⁰ <http://www.collegecapcyron.fr/capmedia/files/2015/10/ecrire-un-article-de-presse.pdf>

synthèse et classer toutes les informations trouvées. Cela me permettra de filtrer les informations moins pertinentes et de rédiger un article journalistique de qualité. (Connaissances sur les stratégies que je peux mettre en place pour pallier à mes limites)	pour acheter une sauce bolognaise déjà préparée comme ça je n'aurais plus qu'à seulement cuire les pâtes. (Connaissances sur les stratégies que je peux mettre en place pour pallier à mes limites)
--	--

• La dimension des activités d'apprentissage

Cette dimension concerne les six niveaux de complexité que peuvent prendre les examens permettant d'évaluer la mesure dans laquelle les élèves ont atteint les objectifs d'apprentissage visés par l'enseignement et la formation. Par exemple (Anderson & Krathwohl, 2001) :

Exemples des niveaux de complexité des activités d'apprentissage

	Exemples de sujets dans le domaine de la psychologie cognitive	Exemples de sujets dans le domaine de l'informatique
Remember (Se souvenir / Rappeler) Activité/examen menant à l'atteinte d'objectif(s) d'apprentissage de bas niveaux visant à récupérer, reconnaître, rappeler une ou plusieurs connaissances factuelles ciblées.	Quels sont les différents systèmes mémoriels en psychologie cognitive ?	Quelle est la traduction de l'expression « Big Data » ?
Understand (Comprendre) Activité/examen menant à l'atteinte d'objectif(s) d'apprentissage de bas niveaux visant à expliquer la signification d'une ou plusieurs connaissances factuelles ciblées.	Quels sont les éléments constitutifs de la mémoire de travail selon le modèle de Baddeley et Hitch (1974) et comment fonctionnent-ils ?	Qu'est-ce que l'environnement Hadoop par rapport au Big Data ?
Apply (Appliquer) Activité/examen menant à l'atteinte d'objectif(s) d'apprentissage de niveaux intermédiaires visant à savoir mettre en œuvre une procédure ou une méthode à partir de l'activation de connaissances procédurales .	Décrivez les étapes de la méthode de recherche déductive en Sciences Humaines et Sociales.	Décrivez les étapes de l'algorithme de classement de Google (PageRank).
Analyze (Analyser) Activité/examen menant à l'atteinte d'objectif(s) d'apprentissage de niveaux intermédiaires visant à détecter les différences et/ou les points de concordances entre différentes connaissances conceptuelles et à les expliquer.	Quels sont les points de convergences et de divergences du modèle de Kahneman (1973) et de Wickens (1984) concernant les ressources attentionnelles ?	Quels sont les points communs et les différences entre les méthodes d'analyse de textes par utilisation simple de la morphologie du texte et par utilisation de ressources externes ?
Evaluate (Evaluer) Activité/examen menant à l'atteinte d'objectif(s) d'apprentissage de niveaux intermédiaires visant à critiquer, comparer et/ou juger un ensemble de connaissances	Dans le cadre d'un projet de conception d'un site Web, vous avez pour objectif de proposer une architecture de qualité. Vous souhaitez mettre en place une méthodologie de tri de	Vous souhaitez développer un nouveau programme de détection du plagiat en mettant en place une méthodologie d'analyse de textes mais

conceptuelles en fonction de critères et de normes.	cartes mais vous hésitez entre un tri de cartes ouvert/fermé et physique/informatisé. Sélectionnez la méthode qui vous paraît la plus adaptée à la situation en justifiant vos choix.	vous hésitez entre l'utilisation des n-grammes et l'utilisation des word embeddings. Sélectionnez la méthode qui vous paraît la plus adaptée à votre objectif et justifiez vos choix.
Create (Créer) Activité/examen menant à l'atteinte d'objectif(s) d'apprentissage de haut niveaux visant à (ré)assembler un ensemble de connaissances factuelles, conceptuelles et procédurales pour produire de nouvelles idées et construire un nouvel ensemble d'informations unique et cohérent.	Vous souhaitez créer un nouveau site Web répertoriant l'ensemble des voies vertes et des chemins communaux du territoire français à destination des randonneurs et du cyclotourisme. Vous êtes en tout début de phase de conception du site et vous souhaitez créer un persona ad-hoc primaire afin de vous faire une idée générale du public cible visé par votre futur site. Avec les informations collectées sur Internet, créer un persona ad-hoc primaire pour votre site.	Vous souhaitez créer une nouvelle ressource permettant transcrire un texte rédigé en langage SMS vers un texte rédigé en langage bien formé. Avec les informations collectées sur Internet, créer la méthodologie générale que suivra votre nouvelle ressource.

En définitive, la dimension des connaissances et la dimension des activités d'apprentissage sont mises en relation afin de construire des énoncés d'examens et de développer les contenus des évaluations. Par exemple :

Exemple d'énoncé d'examen intégrant la dimension des connaissances et la dimension des activités d'apprentissage :

*Comparez les **différentes conséquences du réchauffement climatique** et **évaluez** pour chacune d'elles **leurs effets sur notre société**.*

Les **verbes d'actions** « **comparez** » et « **évaluez** » traduisent l'activité d'apprentissage que les élèves doivent effectuer (respectivement **Analyze** et **Evaluate**), pour utiliser l'ensemble de leurs **connaissances factuelles et conceptuelles** sur le sujet du **réchauffement climatique** et de **son impact sur la société**.

Suivant cette logique de départ, les taxonomies initiales (Bloom, 1956 ; Anderson & Krathwohl, 2001) ont connu plusieurs révisions tant au niveau de la dimension des connaissances (Urgo et al., 2020), qu'au niveau de la dimension des activités d'apprentissage dans le SAL (Lee et al., 2015). L'**Annexe A** fournie des tableaux comparatifs des différentes versions de la taxonomie en fonction des différentes dimensions.

Pour résumer, Urgo et al., (2020) associent de façon plus claire la dimension des connaissances aux différents niveaux de complexité des activités d'apprentissage. Les auteurs classent également le types de connaissances (factuelles, conceptuelles, procédurales) en fonction de leur niveau de verbalisation/abstraction (i.e. dans quelle mesure les connaissances sont-elles facilement verbalisables ?), de leur niveau d'objectivité (i.e. à quel point les connaissances peuvent-elles se modifier et/ou mener à des erreurs de compréhension) et leur niveau de complexité en termes d'interrelations entre les concepts (i.e. à quel point les connaissances sont-elles structurées et liées entre elles ?).

De leur côté, Lee et al., (2015) regroupent les six niveaux de complexité des activités d'apprentissage d'origine en proposant une nouvelle hiérarchie de classification en fonction de trois types d'apprentissage : 1. L'apprentissage réceptif de bas niveau (i.e. recevoir de nouvelles informations/connaissances sans nécessité de les (ré)utiliser *a posteriori* de la phase d'apprentissage et de les comprendre de façon approfondie ; *Remember* et *Understand*) ; 2. L'apprentissage critique de niveau intermédiaire (i.e. (ré)utiliser (appliquer) *a posteriori* de la phase d'apprentissage les connaissances acquises pour réaliser des tâches nécessitant une compréhension plus profonde des contenus ; *Apply, Analyze, Evaluate*) ; 3. L'apprentissage créatif de haut niveau (i.e. créer, construire, développer de nouvelles idées et/ou un nouvel ensemble d'informations cohérent à partir des connaissances factuelles, conceptuelles et procédurales acquises en phase d'apprentissage *via* une compréhension approfondie des contenus).

Dans le SAL, l'application de la taxonomie des objectifs d'apprentissage originelle et de ses différentes versions (Anderson & Krathwohl, 2001 ; Bloom, 1956 ; Lee et al., 2015 ; Urgo et al., 2020) fournit un cadre de développement pour : **1.** La construction des scénarios et des énoncés des tâches d'apprentissage que les utilisateurs doivent réaliser à travers l'activité de RI ; **2.** La construction de questionnaires d'évaluation de l'apprentissage en sortie de RI ; **3.** La construction de questionnaires d'autoévaluation de l'apprentissage par les utilisateurs ; **4.** La construction de grilles d'évaluation des productions écrites des utilisateurs en pré- et/ou en post-RI (Wilson & Wilson, 2013). L'**Annexe B** offre un panorama des différentes applications et usages de la taxonomie dans le SAL que nous présentons de façon succincte dans la sous-section suivante.

2.2.2. Applications et usages dans le SAL

Dans le cas de l'utilisation des différentes versions de la taxonomie des objectifs d'apprentissage pour **le développement des scénarios des tâches** (Capra et al., 2015 ; Ghosh et al., 2018 ; Jansen, Booth, & Smith, 2009 ; Kelly et al., 2015 ; Liu et al., 2019 ; Liu & Song, 2018 ; Urgo et al., 2020 ; Wildemuth et al., 2018 ; Wu et al., 2012 ; Zhang & Liu, 2020), les dimensions (i.e. connaissances, activités d'apprentissage) sont considérées en tant que variable indépendante et permettent de déterminer les effets du types de connaissances (factuelles, conceptuelles, procédurales, métacognitives) et des six niveaux d'apprentissage sur les comportements de recherche des utilisateurs pendant la RI. En d'autres termes, il s'agit ici de déterminer dans quelle mesure les consignes de (ré)utilisation des connaissances acquises pendant la RI lors de la réalisation de tâches en sortie de RI, impactent la façon dont les utilisateurs vont rechercher, traiter, collecter et intégrer les informations issues des contenus en ligne à leur réponse finale.

Pour ce qui est de l'usage de la taxonomie dans la **construction de questionnaires d'évaluation de l'apprentissage en sortie de RI** (Abualsaud, 2017 ; Collins-Thompson et al., 2016 ; Roy et al., 2021) ou de son association à certains types de tests (Kalyani & Gadiraju, 2019), l'apprentissage est considéré en tant que variable dépendante. Plus précisément, l'intérêt se porte sur la façon dont les comportements de recherche mis en place par les utilisateurs au cours de l'activité de RI impactent les résultats d'apprentissage (i.e. évaluer ici à travers les questionnaires et les tests).

Du côté de l'utilisation de la taxonomie dans le **développement de questionnaire d'autoévaluation de l'apprentissage** (Ghosh et al., 2018 ; Urgo et al., 2020), l'enjeu est de récolter des mesures subjectives de l'apprentissage attendu et/ou perçu des utilisateurs avant et/ou après l'activité de RI en fonction des différentes dimensions (i.e. connaissances, activités d'apprentissage) pour apporter des interprétations plus complètes quant aux résultats obtenus à travers des mesures comportementales objectives.

Enfin, Wilson et Wilson (2013) ont utilisé la taxonomie afin de **développer une grille de codage des productions écrites finales des utilisateurs** (i.e. en sortie de RI). Cette grille prend notamment en compte les deux dimensions de la taxonomie (i.e. les connaissances et les activités d'apprentissage). Du côté de la dimension des connaissances, l'évaluation se focalise sur les factuelles et les conceptuelles (i.e. les connaissances procédurales et métacognitives sont écartées de la grille). Pour la dimension des activités d'apprentissage, seuls les bas niveaux

d'apprentissage (*Remember, Understand*) et les niveaux intermédiaires (*Analyze, Evaluate*) sont pris en considération (cf. Tableau 4 pour une présentation exhaustive de la grille de codage). La grille de Wilson et Wilson (2013) a été (ré)utilisée et réadaptée dans plusieurs études SAL en fonction des besoins et des objectifs de recherche particuliers de chaque étude (Liu & Song, 2018 ; O'Brien et al., 2020 ; Palani et al., 2021 ; Roy et al., 2021). Cette dernière est particulièrement utilisée dans ce travail de thèse afin d'évaluer la qualité des connaissances factuelles et conceptuelles que les utilisateurs rapportent en sortie de RI (cf. Chapitres 7, 8 et 11).

Grille de codage (Wilson & Wilson, 2013)				
Mesure 1 Evaluation des connaissances factuelles de bas niveaux relatives aux niveaux <i>Remember</i> et <i>Understand</i>		Mesure 2 Evaluation des connaissances conceptuelles de haut niveaux relatives au niveau <i>Analyze</i>		Mesure 3 Evaluation de la réflexion et de la critique spécifique au niveau <i>Evaluate</i>
Quantité <i>F-Fact</i> ●	Qualité <i>D-Qual</i> ● X	Quantité <i>F-State</i> ●	Qualité <i>D-Intrp</i> ● X	Qualité <i>D-Crit</i>
Nombre total de faits	Chaque fait comptabilisé est évalué sur une échelle en 4 pts (0)Le fait est sans rapport avec le sujet de la tâche et ne contient pas d'informations utiles à la tâche. (1)Le fait est général et contient peu d'informations utiles à la tâche. (2)Le fait répond au besoin d'informations requis et il est utile à la tâche. (3)Le fait est lié à un vocabulaire technique du domaine de la tâche et réponse au besoin d'informations.	Nombre total d'énoncés	Chaque association entre des faits comptabilisée est évaluée sur une échelle en 3 pts (0)Aucune association entre les différents faits (1)Association de deux faits utiles et détaillés contenus dans un énoncé (2)Association de plus de deux faits utiles et détaillés contenus dans un énoncé	Chaque comparaison établie entre les différents énoncés est évaluée sur une échelle en 2 pts (0)Les faits sont énumérés simplement dans les énoncés sans aucun travail de réflexion et d'analyse (1)Des comparaisons sont établies entre les différents faits (e.g. avantages/inconvénients, arguments pour/contre...)

Note. Mesures utilisées dans le cadre du présent travail thèse (●) et celles ayant été modifiées pour les besoins des travaux empiriques menés (X) : cf. Chapitres 7, 8 et 11

Tableau 4 : Grille de codage des réponses écrites finales proposée par Wilson et Wilson (2013) sur la base des dimensions de la taxonomie des objectifs d'apprentissage (version d'Anderson & Krathwohl, 2001)

2.3. Positionnement de la thèse, limites de la taxonomie des objectifs d'apprentissage et points d'intérêts

En résumé, la taxonomie des objectifs d'apprentissage d'Anderson & Krathwohl (2001) est utilisée dans les travaux empiriques de cette thèse afin de pouvoir :

-
- (1) Construire des scénarios de tâches d'apprentissage et déterminer les effets des différents niveaux d'activités d'apprentissage sur les heuristiques exploration-exploitation (cf. Chapitre 5 ; Kelly et al., 2015 ; Palani et al., 2021 ; Rieh et al., 2016).
 - (2) Déterminer les effets de certains facteurs individuels (i.e. les connaissances antérieures du domaine des utilisateurs) et des heuristiques exploration-exploitation sur la qualité des connaissances factuelles et conceptuelles à partir de l'analyse des contenus des productions écrites finales des utilisateurs en pré- et/ou en post-RI (Liu & Song, 2018 ; O'Brien et al., 2020 ; Palani et al., 2021 ; Roy et al., 2021 ; Wilson & Wilson, 2013).
-

Bien que la taxonomie des objectifs d'apprentissage (Anderson & Krathwohl, 2001) nous permette d'investiguer plusieurs de nos objectifs empiriques et de fournir des bases méthodologiques solides pour développer plusieurs aspects de notre matériel expérimental, deux limites principales ont été mises en lumière : **1.** Les difficultés méthodologiques et empiriques que les études SAL rencontrent dans l'investigation du niveau *Create* et **2.** Les limites conceptuelles et théoriques du cadre pour comprendre d'autres liens unissant l'apprentissage et l'activité de RI. Ces limites revêtent plusieurs points d'intérêts dans la thèse et sont développées ci-dessous.

2.3.1. Limites et point d'intérêt n°1 – Les difficultés méthodologiques de l'investigation du niveau *Create*

La première limite constatée dans les travaux antérieurs appliquant la taxonomie des objectifs d'apprentissage au SAL est la difficulté pour les chercheurs à opérationnaliser et à étudier le niveau *Create*. Par exemple, plusieurs études SAL préfèrent se concentrer sur les niveaux d'apprentissage réceptifs et critiques en délaissant l'investigation du niveau *Create* (Capra et al., 2015 ; Liu et al., 2019 ; Liu & Song, 2018 ; Zhang & Liu, 2020). La principale raison invoquée est le fait que cet apprentissage est difficilement évaluable en sortie de RI dans la mesure où il intègre une part importante de subjectivité (Wilson & Wilson, 2013). Si plusieurs études développent des scénarios créatifs, aucune méthode claire d'évaluation en sortie de RI n'est par exemple proposée (Ghosh et al., 2018 ; Jansen, Booth, & Smith 2009 ; Kelly et al., 2015 ; Urgo et al., 2020 ; Wildemuth et al., 2018 ; Wu et al., 2012).

Dans d'autres cas, les méthodes d'évaluation des travaux créatifs produits par les utilisateurs en sortie de RI ne permettent pas de réellement rendre compte de la qualité de la conception et de la création de la réponse finale. Par exemple, certains auteurs (Abualsaud, 2017 ; Collins-Thompson et al., 2016) demandent à leurs participants de produire des questions

dites « *créatives* » en sortie de RI telles que : « *D’après votre recherche, quelles questions avez-vous encore sur le sujet de la tâche ?* ». *A priori*, cette opérationnalisation du niveau *Create* ne permet pas d’évaluer la mesure dans laquelle les utilisateurs sont en capacité de construire un travail créatif et original de haut niveau en fonction des informations traitées pendant la RI. Par ailleurs, certains auteurs invitent leurs participants à développer des plans de cours nouveaux et originaux en sortie de RI (e.g., *Construisez un plan de cours sur la sécurité routière et les véhicules autonomes*), mais évaluent plutôt la mesure dans laquelle les participants ont été en capacité de clarifier leur représentation mentale initiale du sujet en déterminant le niveau de clarté des plans proposés (Kalyani & Gadiraju, 2019 ; Palani et al., 2021 basé sur Abdulla & Cramond, 2016).

A l’inverse, certaines études SAL investiguent spécifiquement le niveau *Create* sans le comparer à des niveaux d’apprentissage plus inférieurs (Chavula et al., 2022 ; Li et al., 2022 ; Zhang & Capra, 2019 ; Zhang et al., 2020). Néanmoins, cette focalisation sur l’apprentissage créatif a permis aux auteurs de dégager des étapes de recherche plus claires qui sont généralement réalisées par les utilisateurs pour résoudre des tâches créatives : **1.** Rechercher des informations pour comprendre les termes de la tâche créative et acquérir un minimum de vocabulaire spécifique au domaine (i.e. étape d’acquisition de connaissances factuelles et conceptuelles ; apprentissages réceptif et critique) ; **2.** Rechercher des informations permettant de comprendre et d’appliquer les différentes contraintes de conceptions imposées dans l’énoncé de la tâche créative (i.e. aspect conception de l’apprentissage créatif) et **3.** Rechercher des informations permettant de comprendre et de délimiter le cadre créatif imposé dans l’énoncé (e.g., recherche d’exemples, d’idées et d’inspirations pour créer le produit final).

En définitive, il existe encore peu de résultats empiriques concernant la distinction du niveau d’apprentissage créatif par rapport aux niveaux réceptifs et critiques alors qu’il s’agit d’une question centrale dans le SAL afin de permettre le développement d’algorithmes de recherche en capacité d’identifier les différents niveaux d’apprentissage et d’adapter les résultats en conséquence (Wildemuth et al., 2018). Face au challenge théorique et méthodologique que représente l’investigation du niveau *Create* dans le SAL, le présent travail de thèse s’est attaché à : **1.** Développer des scénarios d’activités d’apprentissage créatif menant les utilisateurs à construire un nouvel ensemble d’informations cohérent à partir des connaissances acquises pendant la RI et **2.** Développer une grille de mesure et de codage spécifique à l’évaluation de l’apprentissage créatif en tant que résultat de la RI.

2.3.2. Limites et point d'intérêt n°2 – Un cadre théorique de l'apprentissage par la recherche d'information incomplet

Pour rappel, si la **taxonomie des objectifs d'apprentissage** (Anderson & Krathwohl, 2001 ; Bloom, 1956 ; Lee et al., 2015 ; Urgo et al., 2020) permet le développement de mesures d'apprentissage pour comprendre : **1.** Les effets du type de connaissances et des différents niveaux d'apprentissage sur l'activité de RI et **2.** La mesure dans laquelle les utilisateurs acquièrent suffisamment de connaissances pertinentes pour pouvoir réaliser des tâches d'apprentissage de différents niveaux en sortie de RI, elle ne permet pas de déterminer : **1.** La mesure dans laquelle la structure de connaissances des utilisateurs s'est modifiée au cours de l'activité de RI ; **2.** La mesure dans laquelle les utilisateurs autorégulent leurs objectifs d'apprentissage en fonction de leurs besoins au cours de la RI ; **3.** La mesure dans laquelle les utilisateurs comprennent ce qu'ils lisent.

Par exemple, si l'on est en mesure d'évaluer les productions écrites finales des utilisateurs, il est difficile de déterminer avec plus de précisions à quel(s) moment(s) et dans quelle(s) mesure(s) au cours de la RI ces derniers ont modifié leur structure de connaissances initiale et pris la décision de poursuivre des objectifs d'apprentissage particuliers. De plus, il est possible qu'un utilisateur sélectionne un ensemble d'arguments pour ou contre une proposition donnée, réussisse le travail de comparaisons d'éléments que peuvent impliquer les niveaux intermédiaires *Analyze* et *Evaluate*, sans pour autant avoir réellement eu la nécessité de traiter de manière approfondie les contenus d'informations et compris les arguments lus et (ré)utilisés dans la production finale en post-RI (e.g. stratégie de copier/coller ; Urgo & Arguello, 2022a).

En particulier dans ce travail de thèse et comme cela est présenté plus en détails dans le **Chapitre 3**, nous étudions le modèle cognitif *DEEL* (*Dynamic Exploration-Exploitation Learning*, Hardy et al., 2019) qui décrit l'heuristique thématique exploration-exploitation en tant que stratégie d'apprentissage permettant aux utilisateurs d'autoréguler leurs objectifs au cours de la RI afin de modifier efficacement leur structure de connaissances initiale.

2.4. Synthèse du Chapitre 2 : les points clés à retenir

Le **Chapitre 2** s'est attaché à décrire le paradigme de recherche du *Search as Learning* afin de préciser davantage le cadre théorique de la thèse. Notamment, le SAL vise à établir des liens clairs entre l'activité de RI (i.e. phases de l'activité, comportements et stratégies de navigation et de recherche des utilisateurs) et l'apprentissage (i.e. au cours de l'activité et/ou en

sortie d'activité). En particulier, les différentes versions de la taxonomie des objectifs d'apprentissage utilisées dans les études SAL pour mettre en lien l'apprentissage et la RI ont été décrites (Anderson & Krathwohl, 2001 ; Bloom, 1956 ; Lee et al., 2015 ; Urgo et al., 2020) et nous permettent dans ce travail :

-
- Le développement de scénarios de tâches d'apprentissage en fonction de différents niveaux (réceptif (*Remember, Understand*), critique (*Apply, Analyze, Evaluate*), créatif (*Create*) ; Anderson & Krathwohl, 2001 ; Lee et al., 2015), et leurs effets sur les heuristiques exploration-exploitation que les utilisateurs résolvent au cours de la RI, en fonction de leur niveau de connaissances antérieures du domaine (cf. Chapitre 5).
 - L'évaluation de la qualité des résultats d'apprentissage en sortie de RI (i.e. apprentissage factuel, apprentissage conceptuelle, apprentissage créatif) *via* l'évaluation des productions écrites pré- et/ou post-RI des utilisateurs (Wilson & Wilson, 2013), ainsi que les effets des heuristiques exploration-exploitation et des connaissances antérieures du domaine sur ces résultats d'apprentissage.
-

Deux principales limites de la taxonomie des objectifs d'apprentissage ont été mises en avant dans ce chapitre :

-
- Des difficultés méthodologiques des études SAL à opérationnaliser le niveau *Create* tant en termes de développement de scénarios qu'en termes d'évaluation de l'apprentissage créatif en sortie de RI. En tant que sous-objectif secondaire et méthodologique, le présent travail de thèse vise à développer des scénarios de tâches créatives et des mesures d'évaluation du résultat créatif plus en adéquation avec les repères théoriques et conceptuels formulés dans la littérature.
 - Une conceptualisation limitée des liens pouvant unir l'apprentissage et l'activité de RI. Dans le Chapitre 3 et dans les travaux empiriques conduits (chapitre 8 à 11), nous investiguons l'apprentissage au cours de la RI à travers le modèle *DEEL* (Hardy et al., 2019) pour décrire et comprendre comment les utilisateurs autorégulent leurs objectifs d'apprentissage à travers un raisonnement par heuristique en fonction de leur structure de connaissances de départ.
-

3. Chapitre 3 – Le Search as Learning et l’heuristique thématique exploration-exploitation

Le Chapitre 3 dédie son contenu à la présentation du modèle DEEL (*Dynamic Exploration-Exploitation Learning*, Hardy et al., 2019) qui conceptualise l’heuristique des objectifs d’apprentissage thématique exploration-exploitation. La §3.1 décrit le modèle DEEL et offre une analyse de la littérature concernant les différentes méthodes d’analyse des contenus verbaux et sémantiques pouvant être utilisés pour observer cette heuristique. La §3.2 positionne le travail de thèse au regard de DEEL, présente ses limites et les points d’intérêts qu’elles véhiculent. Finalement, la §3.3 revient sur la synthèse globale du Chapitre 3 en mettant en lumière les principaux points clés à retenir.

3.1. Le modèle d’apprentissage autorégulé DEEL (Hardy et al., 2019) : vers la conceptualisation de l’heuristique Exploration-Exploitation en tant qu’objectifs d’apprentissage thématiques

Le modèle *Dynamic Exploration-Exploitation Learning* (DEEL, Hardy et al., 2019) propose un cadre d’analyse de l’apprentissage autorégulé centré sur l’utilisateur-apprenant où ce dernier contrôle son apprentissage de façon autonome. Le modèle se focalise sur la description d’un ensemble de mécanismes métacognitifs qui guident les prises de décisions des utilisateurs concernant l’allocation de leurs ressources cognitives vers la poursuite d’objectifs d’apprentissage dynamiques au cours du temps et en fonction de leurs besoins. A l’image de *l’Information Foraging* (Pirolli & Card, 1999), il s’agit également dans ce modèle de résoudre un compromis stratégique exploration-exploitation *via* un raisonnement par heuristique afin de modifier efficacement la structure de connaissances initiale. L’objectif de l’heuristique des objectifs d’apprentissage thématiques exploration-exploitation est ainsi de mener les utilisateurs-apprenants à prendre des décisions efficaces pour modifier pertinemment leur structure de connaissances initiale et d’améliorer leurs résultats d’apprentissage tout en préservant leurs ressources cognitives.

Bien que le modèle DEEL n’est jamais été testé dans la littérature, certaines de ses caractéristiques peuvent être rapprochées de la vision constructiviste de l’apprentissage par la RI à travers le modèle *Information Search Process* qui porte son intérêt sur la description des changements qui ont lieu dans la structure de connaissances initiale des utilisateurs au cours des étapes d’une RI (Kuhlthau, 1991 ; Vakkari, 2001a, 2001b ; Vakkari, 2016). En particulier, le SAL reconnaît les intérêts de l’étude de l’apprentissage dans une conception constructiviste

relative à la façon dont les utilisateurs vont sélectionner, traiter et intégrer les informations issues des contenus en ligne pour leur donner du sens et modifier efficacement leur structure de connaissances pendant l'activité de RI (Freund, O'Brien, et al., 2014 ; Ghosh et al., 2018 ; Kammerer et al., 2018 ; Koesten et al., 2016 ; Liu et al., 2019 ; Vakkari, 2016 ; Zhang & Liu, 2020). Comme cela fût évoqué dans le [Chapitre 1](#), la compréhension est ici le produit de l'interaction entre l'utilisateur et les contenus d'informations avec lesquels il interagit à travers une lecture approfondie des documents hypertextes (Gwizdka et al., 2016 ; Hansen & Rieh, 2016). C'est notamment lors de cette lecture approfondie de l'hypertexte que le processus de compréhension qui en découle permet l'acquisition de nouvelles connaissances et/ou un ensemble de modifications dans la structure de connaissances initiale des utilisateurs (Cole et al., 2013 ; Mayer, 2018).

Deuxièmement, le SAL admet l'importance de la prise en considération du caractère autorégulé de l'apprentissage en considérant que les utilisateurs deviennent des auto-apprenants lorsqu'ils font usage d'un système d'information afin d'interagir avec des contenus en ligne pour apprendre (Cole, 2020 ; Gwizdka et al., 2016 ; Urgo & Arguello, 2022a, 2022b ; von Hoyer et al., 2019). En particulier, dans la mesure où actuellement les SRIs traditionnels ne soutiennent pas pleinement la navigation et le processus de traitement des informations des utilisateurs lorsqu'ils s'engagent dans une activité de RI pour apprendre, ces derniers sont amenés à formuler et poursuivre des objectifs d'apprentissage en autonomie, ou avec peu de support, menant à une situation claire d'apprentissage autorégulée (Azevedo & Cromley, 2004). En effet, l'apprentissage autorégulé par la RI implique des utilisateurs qu'ils activent un ensemble de processus métacognitifs pour *planifier, contrôler, réguler* leur activité (Brand-Gruwel et al., 2009 ; Rouet & Tricot, 1995 ; Rouet & Tricot, 1998) afin d'être efficaces dans leurs prises de décisions concernant les stratégies de navigation et de lecture des documents pour atteindre leurs objectifs d'apprentissage (Salmerón & Llorens, 2018). Dans cette mesure, DEEL partage également des caractéristiques communes avec le modèle *Evaluation-Selection-Intégration* (Rouet & Tricot, 1998), le modèle cognitif de la RI (Sanchiz et al., 2020), ainsi que les modèles cognitifs de lecture fonctionnelle (Britt et al., 2018 ; Rouet et al., 2011 ; Rouet et al., 2017).

3.1.1. Description générale du modèle DEEL

Le processus métacognitif de régulation central permettant de prendre des décisions est nommé *l'Information-Knowledge Gap* (cf. [Figure 3](#) pour une représentation schématique de

DEEL). Il s'agit de l'écart entre ce que les apprenants souhaitent savoir en sortie d'apprentissage (perception 1 *vis-à-vis* des croyances de la nouveauté des contenus d'informations) et de ce qu'ils croient déjà savoir en phase de planification (perception 2 *vis-à-vis* de leurs croyances sur leurs connaissances). Cet écart est réévalué par les apprenants à plusieurs reprises au cours de la phase d'apprentissage afin de contrôler et de réguler les objectifs d'apprentissage à poursuivre.

Plus précisément, l'*Information* concerne les contenus informationnels de l'environnement d'apprentissage (i.e. le matériel à partir duquel les apprenants modifient leur structure de connaissances initiale) et le *Knowledge* concerne l'état de la structure de connaissances des apprenants à un *instant T*. Le *Gap* est donc la distance qui sépare le niveau de nouveauté du contenu d'information par rapport au niveau de connaissances des apprenants. C'est le résultat de ce mécanisme de régulation (i.e. écart élevée vs. écart faible) qui va déterminer la façon dont les apprenants vont s'engager dans la poursuite d'objectifs par *exploration thématique* des contenus ou par *exploitation thématique*.

En particulier, le mécanisme de régulation de DEEL peut être fortement rapproché des processus d'évaluation et de sélection dans *EST* (Rouet & Tricot, 1998) et du processus *FOKE* (*Feeling Of Knowing Evaluations*) dans la lecture fonctionnelle (Britt et al., 2018 ; Rouet et al., 2017), où l'écart entre les contenus d'informations à lire, à traiter et les connaissances des utilisateurs/lecteurs va déterminer les actions, les stratégies et les objectifs de lecture à poursuivre pour réaliser efficacement les tâches de recherche, de lecture et d'apprentissage (cf. **Annexe C** pour un tableau de synthèse comparative).

Dans le modèle DEEL (Hardy et al., 2019), les objectifs d'apprentissage à poursuivre pour apprendre efficacement sont conceptualisés à travers l'heuristique exploration-exploitation qu'ils définissent sur plusieurs niveaux : **1.** La variété des connaissances voulant être acquises ; **2.** La généralité des connaissances à intégrer en mémoire et **3.** La profondeur du processus de construction de sens. En d'autres termes, les deux premiers niveaux concernent le type de modifications que les apprenants souhaitent obtenir dans leur structure de connaissances initiale alors que le 3ème niveau détermine la mesure dans laquelle les apprenants ont compris le sujet d'apprentissage.

En ce qui concerne la dimension du type de modifications dans la structure de connaissances initiale, *l'exploration* traduit un objectif d'acquisition de nouvelles connaissances générales, peu ciblées mais très variées d'un point de vue thématique. Au contraire, *l'exploitation* se réfère à des sous-objectifs de raffinement, corrections et de modification ciblée de connaissances spécifiques dont certaines peuvent être déjà préexistantes dans la structure initiale. A ce niveau de description de l'heuristique thématique exploration-exploitation, celle-ci peut être mise en lien avec l'assimilation/accrétion pour l'exploration et l'accommodation/restructuration pour l'exploitation, dans le cadre de l'apprentissage constructiviste par la RI (Vakkari, 2016 ; Liu et al., 2019 ; Zhang & Soergel, 2016 ; cf. [Annexe C](#) pour une synthèse comparative).

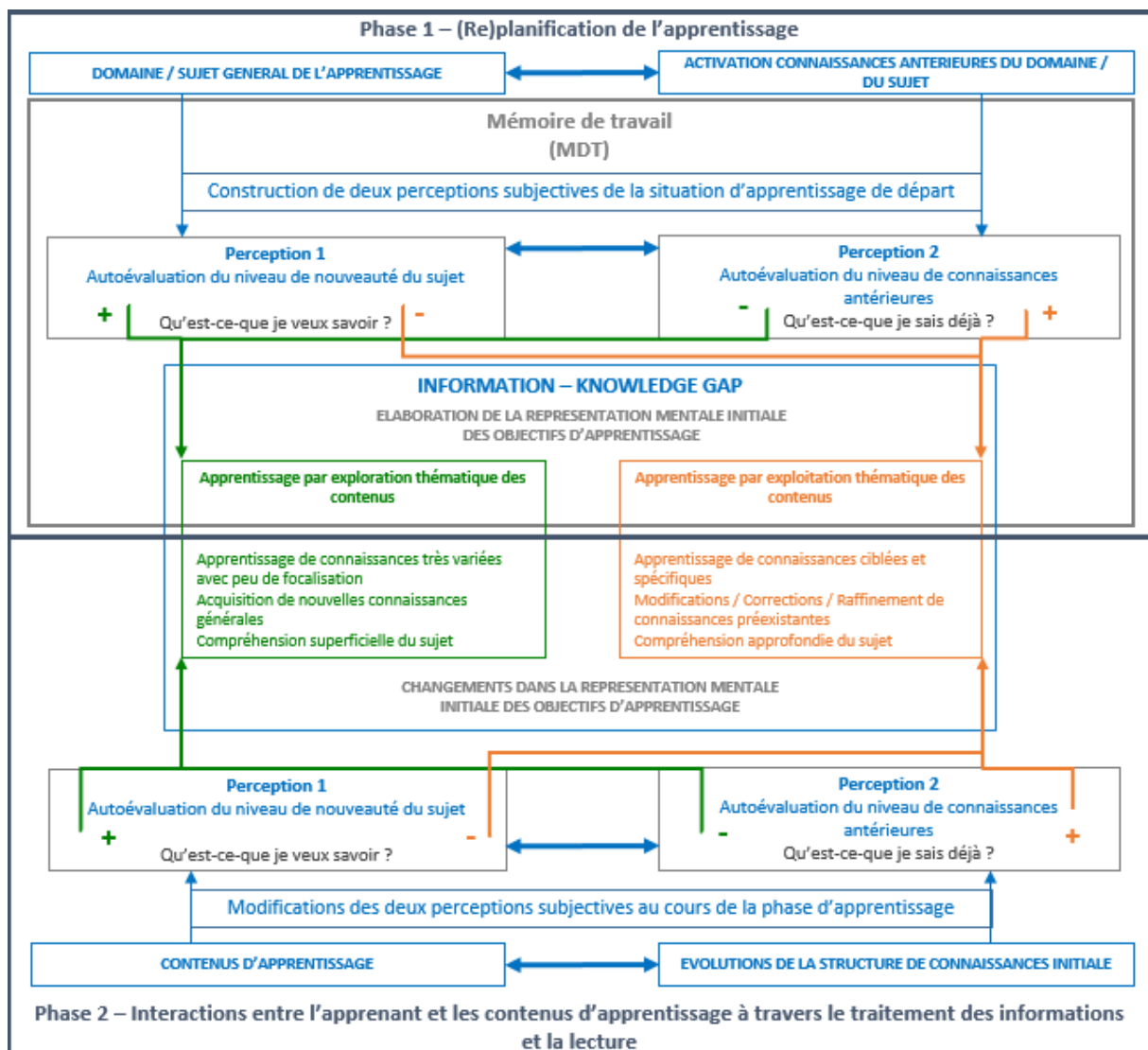


Figure 3 : Représentation schématique du modèle d'apprentissage autorégulé DEEL (Dynamic Exploration-Exploitation Learning, adapté de Hardy et al., 2019)

Pour ce qui est de la dimension de la profondeur de compréhension des contenus, Hardy et al. (2019) soutiennent que l'exploration thématique conduit à une compréhension superficielle et peu profonde du sujet d'apprentissage, rendant peu probable le développement d'une expertise et de connaissances de hauts niveaux (i.e. conceptuelles). Par contre, l'exploitation thématique sous-tend l'approfondissement d'un sujet particulier à travers une compréhension plus profonde, propice à l'atteinte d'une expertise et au développement de connaissances de hauts niveaux.

Pour en revenir à une focalisation plus ciblée sur les différentes étapes du raisonnement par heuristique décrit dans le modèle DEEL, ce-dernier s'étend donc sur trois étapes clés :

- **Le développement en MDT de deux perceptions évolutives et dynamiques de la situation d'apprentissage**
 - *Perception 1* : le niveau de nouveauté perçu du sujet à apprendre (i.e. à partir de l'énoncé de la tâche en phase de planification et à partir des différents contenus d'apprentissage pendant la phase effective d'apprentissage) par rapport aux connaissances.
 - *Perception 2* : le niveau de la structure de connaissances perçu par rapport aux contenus d'apprentissage.
- **Le calcul de l'*Information-Knowledge Gap* à partir des deux perceptions** permettant d'autoréguler l'apprentissage (i.e. décider comment allouer les ressources cognitives disponibles entre la poursuite d'objectifs d'apprentissage par exploration des contenus ou par exploitation afin d'améliorer les gains de connaissances et les résultats d'apprentissage).
- **Sélection de l'objectif d'apprentissage à poursuivre.**
 - D'un point de vue théorique étant donné qu'à notre connaissance DEEL n'a jamais été testé auparavant dans la littérature, si l'écart entre les contenus d'information issu de l'environnement et la structure de connaissances de l'apprenant est importante, alors la probabilité que ce dernier s'engage à poursuivre un objectif d'apprentissage par exploration thématique sera plus élevée que lorsque la distance entre les informations présentées dans l'environnement et la structure de connaissances est plus faible (i.e. engagement plus probable dans la poursuite d'objectif d'exploitation thématique).

Néanmoins, l'apprentissage étant de nature évolutif et dynamique, DEEL suppose que les objectifs d'apprentissage thématique sont susceptibles de se modifier en fonction de trois facteurs principaux :

- **Le niveau de connaissances antérieures du domaine des apprenants** où il peut être plus pertinent lorsque la structure de connaissances est faible au démarrage de l'apprentissage d'engager des ressources de traitement dans la poursuite d'un objectif d'exploration thématique du sujet d'apprentissage pour acquérir un minimum de connaissances de base. En revanche, si la structure de connaissances de l'apprenant est déjà élevée, ce dernier pourrait s'engager dès le début de l'apprentissage dans un objectif par exploitation thématique du sujet.
- **Les étapes temporelles de l'apprentissage (début, milieu, fin)**, où il est probable pour un apprenant avec des connaissances initiales faibles de s'engager dans de l'exploration thématique du sujet en début/milieu d'apprentissage puis de se diriger vers un objectif d'exploitation thématique en milieu/fin d'apprentissage.
- **Les interactions entre les changements dans la structure de connaissances des apprenants et le niveau de nouveauté des informations dans l'environnement d'apprentissage.** Par exemple, lors d'une nouvelle autoévaluation de *l'Information-Knowledge Gap*, si l'apprenant perçoit que sa structure de connaissances dépasse le contenu informationnel présenté dans l'environnement d'apprentissage, il est probable qu'un apprenant passe de l'exploration à l'exploitation. Au contraire, si la quantité d'informations perçue comme nouvelle dépasse la structure de connaissances d'un apprenant, la probabilité que ce dernier passe de l'exploitation à l'exploration est plus élevée.

En définitive, nous soutenons que le modèle DEEL est adaptable au cadre SAL et que son investigation est pertinente à plusieurs égards pour modéliser l'apprentissage par la recherche d'un point de vue cognitif. Pour rappel, le SAL reconnaît l'apprentissage par la RI comme une situation d'apprentissage autorégulée centrée sur l'apprenant. A ce niveau, DEEL permet de décrire comment les apprenants régulent leurs objectifs d'apprentissage à partir d'un raisonnement par heuristique dans le but de modifier efficacement leur structure de

connaissances initiale au cours de leurs interactions avec un matériel d'apprentissage. Dans le contexte SAL, les contenus informationnels en ligne avec lesquels les utilisateurs interagissent pour apprendre (i.e. traitement, lecture, compréhension) sont les SERPs (i.e. résultats naturels, outil Autres questions posées) et les documents hypertextes visités.

De plus, Hardy et al. (2019) précisent que le modèle DEEL est applicable dans des contextes d'apprentissage actifs où les apprenants sont amenés à réaliser des tâches ouvertes et complexes. En particulier, la première partie du [Chapitre 5](#) est dédiée aux caractéristiques des tâches (i.e. contexte, type, complexité) qui ont été investiguées dans les quatre travaux empiriques de cette thèse et qui répondent parfaitement à cette exigence d'application du cadre. Enfin, DEEL place les connaissances antérieures du domaine et la structure de connaissances des apprenants au centre du processus de régulation de l'apprentissage. La seconde partie du [Chapitre 5](#) se focalise sur cette variable individuelle considérée comme une ressource humaine de premier ordre lors de la réalisation d'activité complexe (i.e. RI, lecture, apprentissage).

En revanche, et comme cela a été souligné à plusieurs reprises dans ce chapitre, le modèle DEEL n'a jusqu'à présent jamais été testé dans les travaux sur le Search as Learning. L'un des enjeux de cette thèse était ainsi d'élaborer un ensemble de mesures et d'indicateurs permettant l'observation de l'heuristique des objectifs d'apprentissage thématique exploration-exploitation en localisant dans un premier temps dans la littérature antérieure l'usage et la description de mesures pouvant permettre l'opérationnalisation de cette heuristique. La sous-section suivante est dédiée à cette analyse.

3.1.2. L'heuristique exploration-exploitation en tant qu'objectifs d'apprentissage thématiques : quels indicateurs pour quels comportements ?

Alors que Vakkari (2001a, 2001b, 2016) propose l'utilisation d'indicateurs extraits de contenus sémantiques et verbaux pour évaluer les changements dans la structure de connaissances qui ont lieu au cours de la RI, nous soutenons que l'heuristique des objectifs d'apprentissage thématique peut également s'opérationnaliser et s'observer à partir de ce même type d'indicateurs. Par opposition, l'heuristique navigationnelle (Sanchiz et al., 2020) s'observe à travers des indicateurs comportementaux à partir des SERPs et les documents (cf. [Chapitre 1](#), [Tableau 2](#) pour un rappel).

Partant de ce positionnement conceptuel, quatre catégories de travaux empiriques ont été sélectionnées dans la mesure où chacune d'elles propose des méthodes d'extraction et d'analyses de différents contenus informationnels en lien avec les différentes phases de l'activité de RI : **1.** Extraction de l'heuristique thématique à partir du contenu des requêtes (re)formulées (du comportement de l'utilisateur vers la réponse du système) ; **2.** Extraction de l'heuristique thématique à partir du contenu des SERPs (de la réponse du système vers le comportement de l'utilisateur) ; **3.** Extraction de l'heuristique thématique à partir des stratégies de lecture des contenus hypertextes (interaction entre l'utilisateur et le contenu sémantique des contenus *onlines*) ; **4.** Extraction de l'heuristique thématique à partir des productions écrites des utilisateurs avant, pendant, après la RI. Le [Tableau 5](#) propose une synthèse et des exemples de cette partie en indiquant le positionnement de la thèse par rapport aux différents indicateurs mis en avant.

Au niveau de l'usage des contenus sémantiques et verbaux des requêtes formulées par les utilisateurs, plusieurs auteurs ont porté leur intérêt sur les stratégies de (re)formulation des requêtes et leurs mises en lien avec les intentions de recherche et d'apprentissage des utilisateurs (He et al., 2016 ; Hembrooke et al., 2005 ; Jansen, Booth, & Spink, 2009 ; Liu et al., 2020 ; Mao et al., 2018 ; Nachmias & Gilad, 2002 ; Rieh & Xie, 2001 ; Wildemuth et al., 2004 ; Wildemuth et al., 2018 ; Yamin et al., 2013) telles que :

- **La stratégie de (re)formulation large et générale** des requêtes visant à étendre la diversité thématique des résultats fournis par le système et menant les utilisateurs à traiter des informations sémantiquement plus éloignées les unes des autres (i.e. formulation d'objectifs d'apprentissage par exploration thématique des contenus).
- **La stratégie de (re)formulation de requêtes ciblées par spécification des termes de recherche** visant à restreindre la diversité thématique des SERPs et permettant aux utilisateurs de traiter des informations plus précises et sémantiquement plus proches les unes des autres (i.e. formulation d'objectifs d'apprentissage par exploitation thématique des contenus).

Dans la littérature, plusieurs méthodes et plusieurs types d'indicateurs sont utilisés pour opérationnaliser les stratégies de (re)formulations larges et spécifiques. La méthode la plus connue est l'extraction d'indicateurs généraux permettant une analyse globale et quantitative

des stratégies de (re)formulation des requêtes comme le nombre total de nouvelles requêtes vs. le nombre total de requêtes réutilisées, traduisant respectivement une stratégie de reformulation large et d'exploitation vs. une stratégie de reformulation ciblée et d'exploitation (cf. [Tableau 5](#)). Néanmoins, cette méthode est limitée quant à l'interprétation des résultats pour observer l'heuristique thématique exploration-exploitation. Les indicateurs extraits n'offrent qu'une tendance très générale des stratégies de (re)formulation ne permettant pas de définir avec plus précision comment les utilisateurs mettent en place l'heuristique thématique au cours de la RI.

En comparaison, des méthodes d'analyse des (re)formulations des requêtes par les utilisateurs à un niveau plus local de la session de recherche précisent davantage la mesure dans laquelle le champ de recherche thématique a été élargi ou spécifié au cours de la RI. A travers des procédures d'annotations et de codage des mots-clés et des requêtes *a posteriori*, certains auteurs évaluent par exemple le niveau de *généralité/spécificité sémantique* des requêtes (Sanchiz, Chin, et al., 2017 ; Sanchiz, Amadieu, Fu et al., 2019 ; Yamin et al., 2013). Ici, les requêtes et les mots-clés sont qualifiés de *larges* lorsqu'ils ne sont pas liés à un domaine de connaissances particulier. A l'inverse, ceux qualifiés d'*étroits* ont été formulés à travers un vocabulaire spécifique à un domaine de connaissances. En termes d'interprétation au regard de *DEEL* (Hardy et al., 2019), les requêtes sémantiquement générales tendraient à plutôt représenter l'exploration thématique alors que des requêtes sémantiquement spécifiques se réfèreraient plutôt à l'exploitation thématique. Ici, c'est donc le niveau de *généralité/spécificité sémantique* du vocabulaire utilisé qui nous informe sur les objectifs d'apprentissage thématique.

Cependant, comme nous l'avons souligné à travers la présentation de *DEEL*, la distinction de l'heuristique thématique exploration-exploitation s'établit à la fois en termes de *généralité des connaissances* et en termes de *variété*. Ainsi, d'autres études utilisent des méthodes de comparaison de similarité sémantique entre deux requêtes consécutives (e.g., annotations, distance de Levenshtein...) pour déterminer la mesure dans laquelle le nouvel objectif de recherche/d'apprentissage formulé par l'utilisateur est sémantiquement proche (i.e. exploitation thématique) ou éloigné (i.e. exploration thématique) du précédent (Ghosh et al., 2018 ; Liu et al., 2016). En d'autres termes, c'est le *niveau de variété sémantique des requêtes* qui va ici permettre la distinction entre les objectifs d'apprentissage par exploration thématique des contenus et les objectifs d'apprentissage par exploitation thématique.

En résumé, l'opérationnalisation de l'heuristique thématique à partir de l'analyse du contenu des requêtes formulées pose a priori un problème important par rapport au cadre

théorique *DEEL* (Hardy et al., 2019). Les liens entre le niveau de généralité et de diversité ne sont notamment pas clairs et peuvent réduire la qualité des interprétations. Cette problématique est particulièrement investiguée à travers la première étude expérimentale (cf. Chapitre 8).

Concernant l’observation de l’heuristique thématique à partir des contenus des SERPs fournis par le moteur de recherche, l’intérêt se porte particulièrement sur la façon dont le niveau de variété, de diversité des résultats proposés aux utilisateurs va orienter leurs objectifs d’apprentissage vers de l’exploration ou de l’exploitation thématique des contenus (Athukorala et al., 2014 ; Athukorala et al., 2016 ; Collins-Thompson et al., 2016 ; Lu & et Hsiao, 2017). Par exemple, un moteur de recherche fournissant à l’utilisateur une liste de résultats couvrant divers sujets sémantiquement éloignés les uns des autres aura tendance à conduire ce dernier à explorer l’espace thématique d’un sujet. A l’inverse, la probabilité que l’utilisateur s’engage dans une exploitation thématique du sujet de la tâche augmente lorsque le système propose une liste de résultats sémantiquement étroite et couvrant un aspect ciblé et spécifique du sujet.

D’autres études et conceptions théoriques appliquent cette même logique **à partir de l’analyse des contenus traités et lus par les utilisateurs sur les documents**. En particulier, bien que le modèle de Sanchiz et al. (2020), se soit focalisé sur l’heuristique navigationnelle, les auteurs mettaient en avant la pertinence d’évaluer l’exploration-exploitation à partir du niveau de variété des différents contenus lus par les utilisateurs sur les SERPs et les documents. Par exemple, Chin et Fu (2010) comptabilisent le nombre de clics consécutifs réalisés par leurs participants entre différentes catégories informationnelles du document visité vs. le nombre de clics consécutif à l’intérieur d’une même catégorie. Ici, les clics inter-catégorie mènent à des contenus thématiquement éloignés de ceux venant d’être lus (i.e. exploration) alors que les clics intra-catégorie mènent à des contenus thématiques proches (i.e. exploitation). Au-delà de la navigation inter- vs. intra-catégorie dans l’hypertexte, la distinction entre les stratégies de lecture *cohérentes* vs. *incohérentes* peuvent également être rapprochées de l’heuristique thématique exploration-exploitation (Salmerón et al., 2005 ; Salmerón et al., 2006). Alors qu’une stratégie de lecture *incohérente* conduit les utilisateurs à lire des contenus d’informations sémantiquement éloignés des précédents à l’intérieur de l’hypertexte (i.e. exploration), la stratégie de lecture *cohérente* se référerait plutôt à l’exploitation thématique (i.e. lecture de contenus d’informations sémantiquement proches des précédents).

Egalement, certains travaux empiriques utilisent l'extraction d'indicateurs **à partir des contenus sémantiques et verbaux des productions écrites des participants en pré- et en post-RI** pour déterminer la mesure dans laquelle ils rapportent des connaissances variées et/ou spécifiques, profondes dans leurs réponses finales (Liu & Song, 2018 ; Saito et al., 2011 ; Wilson & Wilson 2013). En particulier, les auteurs établissent dans un premier temps le nombre total de sujets pouvant être potentiellement investigués par les participants pour réaliser des tâches d'apprentissage et détermine la mesure dans laquelle ces derniers ont exploré les différents sujets et/ou ont exploité en profondeur certains sujets ciblés dans leurs productions écrites (Liu & Song, 2018 ; Wilson & Wilson, 2013).

Par rapport à cette dernière méthode, nous soutenons que celle-ci peut être **appliquée pour évaluer les contenus des prises de notes générées par les utilisateurs au cours de la RI** afin d'identifier la mesure dans laquelle ils ont plutôt poursuivi des objectifs par exploration thématique ou par exploitation thématique des contenus. Précisément, l'activité de prises de notes permet aux individus de cibler les informations qui leur semblent pertinentes pour leur apprentissage (Jantke & Fujima, 2010 ; Moos, 2009 ; Olive & Barbier, 2017 ; Qiu et al., 2020 ; Trevors et al., 2014).

En résumé et comme le montre le Tableau 5, plusieurs de ces méthodes d'investigation de l'heuristique thématique exploration-exploitation ont été utilisées au cours des différents travaux empiriques réalisés (chapitres 8 à 11) pour tester le modèle *DEEL* (Hardy et al., 2019).

	Heuristique des objectifs d'apprentissage thématique (Références utilisant ces indicateurs)	
Phases de l'activité de RI	Exploration	Exploitation
<i>Requêtes produites par l'utilisateur et soumises au système</i>	<i>Indicateurs généraux et quantitatifs</i> Nombre total de nouvelles requêtes produites Nombre total de nouveaux mots-clés utilisés Barsky & Bar-Ilan, 2012 ; Capra et al., 2018 ; Duggan & Payne, 2008 ; Hembrooke et al., 2005 ; Kelly et al., 2015 ; Liu et al., 2016 ; Mao et al., 2018 ; Martin-Gomez et al., 2019 ; Monchaux et al., 2015 ; Palani et al., 2021 ; Tamine & Chouquet, 2017 ; Thatcher, 2006	<i>Indicateurs généraux et quantitatifs</i> Nombre total de requêtes réutilisées Nombre total de mots-clés réutilisés Nombre total de synonymes utilisés
Sanchiz, Chin, et al., 2017 ; Sanchiz, Amadieu, Fu et al., 2019 ; Yamin et al., 2013	<i>Annotations des requêtes ou des mots-clés</i> ● Niveau de généralité des requêtes et du vocabulaire utilisé par rapport à un domaine de connaissances Requêtes et mots-clés généraux non liés à un vocabulaire du domaine	<i>Annotations des requêtes ou des mots-clés</i> ● Niveau de spécificité des requêtes et du vocabulaire utilisé par rapport à un domaine de connaissances Requêtes et mots-clés étroits en lien avec un vocabulaire du domaine

Ghosh et al., 2018 ; Liu et al., 2016	<i>Calcul de la similarité sémantique entre les requêtes</i> ● Niveau de diversité/variété des requêtes soumises au cours de la RI Similarité sémantique faible	<i>Calcul de la similarité sémantique entre les requêtes</i> ● Niveau de diversité/variété des requêtes soumises au cours de la RI Similarité sémantique élevée
<i>Contenus informationnels lus et traités par l'utilisateur au cours de l'activité</i> Athukorala et al., 2014 ; Athukorala et al., 2016 ; Collins-Thompson et al., 2016 ; Lu & et Hsiao, 2017	<i>SERPs</i> Niveau de diversité/variété entre les résultats fournis par le moteur de recherche Similarité sémantique faible	<i>SERPs</i> Niveau de diversité/variété entre les résultats fournis par le moteur de recherche Similarité sémantique élevée
Chin et Fu (2010) ; Sanchiz et al. (2020) Salmerón et al., (2005, 2006) ; Sanchiz et al. (2020)	<i>Documents hypertextes</i> Niveau de diversité/variété entre les différents nœuds d'informations traités Clics inter-catégories Niveau de cohérence sémantique des stratégies de lecture à l'intérieur d'un hypertexte Stratégie de lecture incohérente	<i>Documents hypertextes</i> Niveau de diversité/variété entre les différents nœuds d'informations traités Clics intra-catégories Niveau de cohérence sémantique des stratégies de lecture à l'intérieur d'un hypertexte Stratégie de lecture cohérente
<i>Contenus des prises de notes réalisées au cours de la RI à partir de l'extraction d'informations issues des SERPs et des documents hypertextes</i>	<i>Couverture des sous-sujets d'apprentissage</i> ● Nombre total de sous-sujets couverts par les utilisateurs	<i>Couverture des sous-sujets d'apprentissage</i> ● Profondeur de détails des sous-sujets couverts par les utilisateurs
<i>Contenus des productions écrites des utilisateurs en pré-et en post-RI</i> Liu & Song, 2018 ; Saito et al., 2011 ; Wilson & Wilson 2013	<i>Couverture des sous-sujets d'apprentissage (étendue)</i> ● Nombre total de sous-sujets couverts par les utilisateurs	<i>Couverture des sous-sujets d'apprentissage (profondeur)</i> ● Profondeur de détails des sous-sujets couverts par les utilisateurs Nombre total de connaissances rapportées en lien avec chaque sous-sujets couverts par les utilisateurs
	<i>Types de changements dans la structure de connaissances (ajouts)</i> Nombre total d'ajouts de nouvelles connaissances	<i>Types de changements dans la structure de connaissances (spécification)</i> Nombre total de spécifications des connaissances
	<i>Niveau de compréhension</i> Superficiel / Factuel	<i>Niveau de compréhension</i> Approfondi / Conceptuel

Tableau 5 : Exemples d'indicateurs pouvant être utilisés pour l'observation et l'interprétation de l'heuristique thématique (● : positionnement de la thèse)

3.2. Positionnement de la thèse, limites du modèle DEEL et points d'intérêts

En définitive, le modèle *Dynamic Exploration-Exploitation Learning* (Hardy et al., 2019) est testé dans l'ensemble des travaux empiriques de ce travail de thèse afin :

-
- (1) D'identifier les objectifs d'apprentissage thématiques que les utilisateurs poursuivent au cours de l'activité de RI à travers un raisonnement par heuristique et leurs effets sur la qualité de l'apprentissage en sortie de RI.
-

-
- (2) D'identifier les effets des connaissances antérieures du domaine, des caractéristiques des tâches et des étapes temporelles de la RI (début, milieu, fin) sur l'heuristique d'apprentissage thématique exploration-exploitation.
-

A l'issue de ce chapitre, trois limites principales sont néanmoins à relevées *vis-à-vis* de DEEL et doivent être prises en considération dans la suite de ce travail. Ces dernières concernent : **1.** La difficulté potentielle de sélectionner des indicateurs représentatifs de l'heuristique thématique et d'interpréter de façon adéquate les résultats obtenus, dans la mesure où DEEL propose une définition de l'exploration-exploitation en fonction de trois niveaux (i.e. *généralité, spécificité, profondeur de traitement et de compréhension des contenus*) ; **2.** La prise en considération des limites méthodologiques que peut amener l'utilisation des prises de notes dans l'extraction d'indicateurs représentatifs de l'heuristique thématique exploration-exploitation ; **3.** Un manque de clarté de la part des auteurs de DEEL (Hardy et al., 2019) quant au temps minimum que doit durer la phase d'apprentissage pour que leur modèle puisse être testé empiriquement.

3.2.1. Limites et point d'intérêt n°1 – Variété, généralité et profondeur de traitement : quelles définitions de l'heuristique thématique retenir ?

Pour rappel, le modèle DEEL définit l'heuristique thématique exploration-exploitation sur trois niveaux : **1.** En terme de *variétés* des informations/connaissances pouvant être traitées, collectées et intégrées (i.e. si la variété est élevée alors exploration, si la variété est faible alors exploitation) ; **2.** En terme de *spécificité* sémantique de ces informations/connaissances (i.e. si la spécificité est faible alors exploration, si la spécificité est élevée alors exploitation) ; **3.** En terme de profondeur de compréhension et de traitement des contenus (i.e. si superficiel alors exploration, si profond alors exploitation).

Face à la diversité des définitions, le présent travail de thèse s'est concentré sur l'observation de l'heuristique thématique à travers l'extraction d'indicateurs en lien avec le **niveau de variété** des contenus (i.e. études expérimentales 1 à 4). Néanmoins, afin d'apporter quelques premiers éléments de réponses concernant les liens entre **la variété et la spécificité**, l'étude expérimentale n°1 s'est attachée à opérationnaliser l'heuristique thématique à ces deux niveaux.

3.2.2. Limites et point d'intérêt n°2 – Les désavantages de l'utilisation des prises de notes comme matériel verbal et sémantique permettant l'observation de l'heuristique thématique

Si les contenus de prises de notes ont l'avantage de traduire les choix d'extraction par les utilisateurs des informations issues du Web en fonction de leurs objectifs d'apprentissage, plusieurs limites sont à soulever. Premièrement, les prises de notes sont généralement plus complexes à produire pour les individus lorsque la source d'informations est un site web plutôt qu'un document linéaire classique (Gérout et al., 2001). A partir de sites web et avec l'usage d'un ordinateur comme support à la prise de notes, les utilisateurs ont tendance à produire des notes plus linéaires, plus longues (Mueller & Oppenheimer, 2014), en favorisant la stratégie de copier-coller plutôt que de s'engager dans de la reformulations d'idées (Qiu et al., 2020). Cette organisation linéaire des notes impacte directement le type de connaissances acquises et la profondeur de compréhension des contenus, où les utilisateurs rappellent plutôt des connaissances factuelles de bas niveau issues d'une compréhension plus superficielle des contenus (Kauffman et al., 2011 ; Mueller & Oppenheimer, 2014 ; Trevors et al., 2014).

En d'autres termes, l'étude expérimentale n°4 utilisant spécifiquement le contenu des prises de notes pour observer l'heuristique thématique exploration-exploitation, ces éléments seront pris en considération lors de l'interprétation des résultats obtenus.

3.2.3. Limites et point d'intérêt n°3 – Durée de la phase d'apprentissage pour tester le modèle DEEL : quel choix méthodologique ?

Si DEEL postule que l'heuristique thématique est dynamique et que les objectifs d'apprentissage par exploration-exploitation se modifient au cours du temps, Hardy et al. (2019) ne précisent pas quelle doit être la durée de la phase d'apprentissage pour pouvoir évaluer cette tendance. Dans le SAL, les auteurs préconisent de développer des tâches d'apprentissage qui nécessitent a minima 15/20 minutes de recherche d'informations pour que l'observation de l'apprentissage soit envisageable (Eickhoff et al., 2014 ; Kalyani & Gadiraju, 2019 ; Moraes et al., 2018). Dans la mesure où la question des changements dynamiques de l'heuristique thématique est étudiée dans l'étude expérimentale n°4, nous avons fait le choix de proposer des tâches d'apprentissage nécessitant 30 minutes de RI obligatoire.

3.3. Synthèse du Chapitre 3 : les points clés à retenir

Le Chapitre 3 avait pour objectif d'offrir une description claire du modèle DEEL (Hardy et al., 2019) qui définit l'heuristique thématique exploration-exploitation étudiée dans nos

travaux en tant que stratégie d'apprentissage au cours de la RI. Dans la mesure où ce modèle n'a pas été étudié dans la littérature antérieure, tant à un niveau global qu'au niveau du SAL, un panorama des différentes méthodes pouvant être utilisées pour son test ont été mises en avant. Nous soutenons notamment que l'heuristique thématique est particulièrement observable à partir de l'extraction d'indicateurs de nature verbale et sémantique. Enfin, nous avons expliqué pourquoi le modèle DEEL est pertinent dans l'étude du SAL. Pour rappel, ce dernier permet :

-
- De conceptualiser l'apprentissage d'un point de vue constructiviste et autorégulé en accord avec différents modèles cognitifs (Britt et al., 2018 ; Rouet et al., 2011 ; Rouet et al., 2017 ; Rouet & Tricot, 1998 ; Sanchiz et al., 2020) et d'informatique (Kuhlthau, 1991 ; Vakkari, 2001ab ; Vakkari, 2016) portant leur intérêt sur la résolution d'activité cognitives complexes et sur la modification efficace de la structure de connaissances.
 - D'évaluer le côté *Learning* du SAL en étudiant la résolution de l'heuristique thématique exploration-exploitation au cours de la RI par les utilisateurs ainsi que ses effets sur la qualité de l'apprentissage en sortie de RI.
 - D'identifier les effets des connaissances antérieures du domaine, des caractéristiques des tâches et des étapes temporelles de la RI (début, milieu, fin) sur les objectifs d'apprentissage thématique par exploration ou par exploitation.
-

Trois limites principales ont été mises en lumière et sont prises en considération dans le présent travail de thèse :

-
- Une définition multiple de l'heuristique thématique exploration-exploitation (variété, spécificité, profondeur de compréhension) nécessitant l'application de choix méthodologiques clairs. Nous retenons le niveau de variété et de spécificité dans nos travaux.
 - Plusieurs désavantages méthodologiques de l'utilisation des prises de notes comme contenus verbaux et sémantiques permettant l'observation de l'heuristique thématique. Ces derniers sont pris en compte dans les résultats de l'étude expérimentale n°4.
 - Un manque de détails concernant la durée minimale de la phase d'apprentissage pour pouvoir observer et tester les évolutions de l'heuristique thématique au cours de la
-

RI. En conséquence, l'étude expérimentale 4 traitant particulièrement cette question base ses choix méthodologiques en fonction des recommandations du SAL.

4. Chapitre 4 – Le *Search as Learning* à travers le modèle intégratif *PS-DEEL* : le *Search* en tant qu’heuristique navigationnelle et le *Learning* en tant qu’heuristique thématique

Dans ce chapitre, nous présentons dans un premier temps le modèle cognitif *PS-DEEL* (*Problem Solving as Dynamic Exploration-Exploitation Learning*) qui intègre à la fois l’heuristique navigationnelle et l’heuristique thématique (Hardy et al., 2019 ; Sanchiz et al., 2020). Si la §4.1 est dédiée à sa description succincte, la §4.2 propose une revue de littérature concernant les effets de ces heuristiques sur les résultats d’apprentissage en sortie de RI. La §4.3 introduit l’importance de prendre en considération les différents facteurs contextuels (i.e. les caractéristiques des tâches) et les facteurs individuels (i.e. le niveau de connaissances antérieures du domaine) dans l’étude de *PS-DEEL*. Enfin, la §4.4 dépeint une limite particulièrement liée à un manque de résultats empiriques dans la littérature antérieure et la §4.5 propose une synthèse du chapitre avec les principaux points clés à retenir.

4.1. Présentation générale du modèle intégratif *PS-DEEL*

Le cadre de base du modèle est de considérer l’activité de RI comme une phase d’apprentissage dans laquelle l’utilisateur s’engage pour modifier sa structure de connaissances initiale afin de réaliser des tâches de recherche orientées compréhension et apprentissage. Dans ce contexte, l’utilisateur devient dans le même temps un chercheur de contenus (Sanchiz et al., 2020), un lecteur (Britt et al., 2018 ; Rouet & Tricot, 1998 ; Rouet et al., 2017) et un apprenant (Hardy et al., 2019). Afin d’atteindre son objectif d’apprentissage final (i.e. réaliser la tâche d’apprentissage), l’utilisateur met en œuvre plusieurs processus cognitifs (i.e. processus de mise à jour en MDT, processus de traitement des informations) et métacognitifs afin de *planifier*, *contrôler*, *réguler* son activité de RI et ses sous-objectifs d’apprentissage au cours de celle-ci. Le modèle *PS-DEEL* est présenté à travers la Figure 4.

En phase de *planification* de l’apprentissage par la recherche, l’apprenant active sa structure de connaissances antérieures de la MLT vers la MDT en fonction de sa lecture des éléments constitutifs de la tâche d’apprentissage. En fonction de son niveau de connaissances antérieures du domaine *vis-à-vis* du sujet général de la tâche, sa structure de connaissances peut être à la fois plus variée, plus large (i.e. constituée de connaissances différentes) mais aussi plus spécifique et plus profonde (i.e. constituée de connaissances plus spécifique). A travers le processus de l’*Information-Knowledge Gap* et ses perceptions vis-à-vis du niveau de nouveauté du sujet de la tâche (qu’est-ce-que je veux savoir ?) par rapport à ses connaissances (qu’est-ce-que je sais déjà ?), l’apprenant décide s’il doit s’engager initialement dans la poursuite d’un

objectif d'apprentissage par exploration ou par exploitation des contenus thématiques. Il formule ensuite une requête initiale afin de traduire son objectif d'apprentissage dans la barre de recherche du moteur.

Lors de ses interactions avec le contenu d'information en ligne, l'apprenant *régule et contrôle* dans le même temps son activité de RI et son activité d'apprentissage. Côté RI, l'utilisateur doit allouer efficacement ses ressources de traitement entre l'exploration des SERPs (i.e. évaluation en MDT des résultats proposés par le système lui permettant d'avancer dans son objectif d'apprentissage initial et sélection des pistes de recherche à exploiter plus en profondeur), et l'exploitation des documents (i.e. s'engager dans la lecture approfondie des documents et la navigation intra-document pour atteindre son objectif d'apprentissage). Côté apprentissage, l'apprenant met à jour ses objectifs en fonction de l'*Information Knowledge Gap* en déterminant l'écart qui existe entre sa structure de connaissances et le niveau de nouveauté des contenus. Dans le cadre de l'apprentissage par l'activité de recherche d'informations, les contenus évalués sont fournis par les SERPs (i.e. résultats naturels, *Autres questions posées*) et les documents hypertextes.

En accord avec le postulat d'Hardy et al. (2019), en phase de *planification* comme en phase d'interactions avec les SERPs et les documents, plus le résultat de l'*Information-Knowledge Gap* est élevé, plus la probabilité que les utilisateurs-apprenants s'engagent dans de l'exploration thématique est élevée. A l'inverse, lorsque le résultat est faible, l'exploitation thématique est plus probable. L'heuristique thématique des objectifs d'apprentissage étant dynamique au cours de la phase d'apprentissage (ici, pendant la RI), le passage d'un objectif d'apprentissage par exploration vers un objectif d'apprentissage par exploitation et *vice-versa* dépend donc des contenus d'informations issus des SERPs et des documents, ainsi que des modifications dans la structure de connaissances des utilisateurs. A l'image de la résolution de problème, le modèle *PS-DEEL* est cyclique, itératif et s'arrête lorsque les utilisateurs-apprenants considèrent avoir acquis assez de connaissances pour pouvoir réaliser la tâche d'apprentissage en sortie de RI et de phase d'apprentissage.

Dans la section suivante, nous mettons en avant quelques résultats empiriques soutenant l'hypothèse que les deux heuristiques ont des effets sur la recherche et l'apprentissage et que les utilisateurs-apprenants résolvent bien ces heuristiques au cours de l'apprentissage par la RI. Egalement, nous identifions les lacunes empiriques que le présent travail vise à combler à travers le test du modèle *PS-DEEL*.

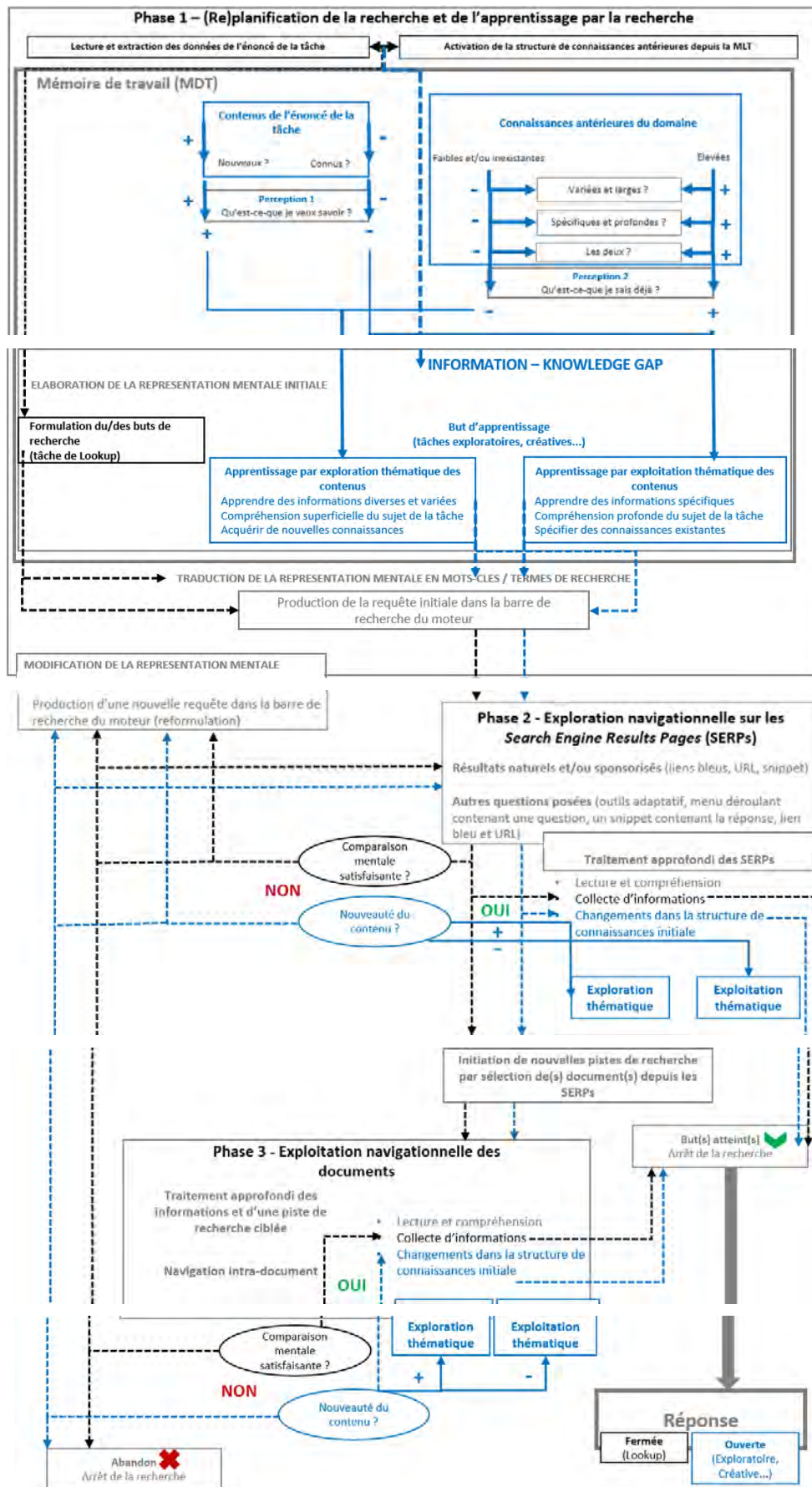


Figure 4 : Représentation schématique de l'intégration du modèle cognitif de la RI en tant que RP (Sanchiz et al., 2020) et du modèle *DEEL* (Hardy et al., 2019) dans le cadre du *Search as Learning*

4.2. Les heuristiques navigationnelle et thématique exploration-exploitation : quels effets sur les performances de recherche et les résultats d'apprentissage ?

4.2.1. Exploration-Exploitation navigationnelle

Du côté de l'heuristique navigationnelle, les travaux antérieurs testant ses effets sur les résultats de recherche et d'apprentissage en sortie de RI tendent à indiquer que plus les utilisateurs s'engagent dans une exploration étendue de l'espace de recherche d'information et dans une exploitation approfondie des contenus sélectionnés, plus ils améliorent leurs résultats d'apprentissage post-RI. Par exemple, les utilisateurs qui ouvrent plus de liens à partir des SERPs afin d'accéder à un nombre élevé de documents nouveaux et uniques, améliorent la quantité et la qualité des connaissances factuelles rapportées dans leur production post-RI – correspondant à des connaissances de bas niveau (Collins-Thompson et al., 2016 ; Abualsaud, 2017 ; Palani et al., 2021). De plus, les résultats concernant les effets de l'exploitation navigationnelle sur les productions post-RI sont consensuels : plus les utilisateurs passent du temps à traiter de façon approfondie les documents qu'ils sélectionnent, plus leurs résultats d'apprentissage en sortie de RI augmentent (Eickhoff et al., 2014 ; Gadiraju et al., 2018 ; Liu et al., 2013 ; Lu & Hsiao, 2017 ; Pardi et al., 2020 ; Syed & Collins-Thompson, 2017 ; Vakkari & Huuskonen, 2012 ; Yu et al., 2018). En particulier, un traitement plus long des documents et une navigation plus importante en intra-document, conduisent les utilisateurs à accéder à une compréhension plus profonde et moins superficielle du sujet d'apprentissage à investiguer (Salmerón & Llorens, 2018) et réalisent des activités d'apprentissage en sortie de RI de plus haut niveau (i.e. Analyse, Evaluate) et de meilleure qualité (Collins-Thompson et al., 2016).

Pour ce qui est des interactions entre l'heuristique navigationnelle et les changements dans la structure de connaissances au cours de la RI, Zhang et Liu (2020) indiquent qu'un tiers des nouvelles connaissances acquises proviennent de l'exploitation approfondie des documents. Par exemple, Roy et al. (2020) montrent que lorsque la structure de connaissances des utilisateurs est faible en début de session de recherche, ces derniers passent plus de temps à exploiter les contenus des documents, alors qu'en fin de session de recherche et à mesure que la structure de connaissances augmente, le temps dédié à l'exploration des SERPs est plus importante. Néanmoins, cette étude demandait aux participants de compléter un QCM identique toutes les 5 minutes sur une session de recherche total de 20 minutes. Compte tenu que la

méthode d'évaluation de l'apprentissage par QCM implique plutôt l'acquisition de connaissances factuelles (Urgo & Arguello, 2022a ; Bhattacharya & Gwizdka, 2019), les sous-objectifs d'apprentissage des utilisateurs consistaient dans une plus large mesure à combler les lacunes dans leur structure de connaissances pour pouvoir augmenter leur score au QCM. Il est donc probable qu'en fin de session, les connaissances factuelles nécessaires à la réussite des QCM ayant été dans leur majorité localisées et acquises par les participants, ces derniers n'avaient plus la nécessité de s'engager dans de l'exploitation approfondie des documents. En revanche, les raisons pour lesquelles l'exploration navigationnelle augmente en fin de session de recherche ne sont pas claires et méritent d'être davantage investiguées.

4.2.2. Exploration-Exploitation thématique

Si l'on s'intéresse à l'heuristique thématique exploration-exploitation à partir du contenu des requêtes produites par les utilisateurs au cours de l'activité de RI, la majorité des études SAL indiquent que plus les requêtes et les mots-clés formulés sont nouveaux et uniques, plus les utilisateurs améliorent leur niveau de connaissances factuelles, conceptuelles (Bhattacharya & Gwizdka, 2018 ; Collins-Thompson et al., 2016 ; Gadiraju et al., 2018) et procédurales en sortie de RI (Urgo et al., 2020). En d'autres termes, une diversité élevée dans les contenus verbaux et sémantique relative à l'exploration thématique tend à améliorer l'acquisition de connaissances factuelles, conceptuelles et/ou procédurales.

Nous retrouvons cette même tendance de résultats lorsque l'on s'intéresse à l'opérationnalisation de l'heuristique thématique à partir de la similarité sémantique entre les différents liens proposés dans les SERPs : plus les contenus thématiques des résultats fournis par le moteur de recherche sont variés et offrent la possibilité aux utilisateurs d'explorer l'espace thématique d'une tâche, plus ces derniers améliorent leur gain d'informations et de connaissances à l'issue de l'activité de RI (Athukorala et al., 2014; Eickhoff et al., 2014).

En revanche, lorsque le niveau de cohérence sémantique des stratégies de lecture et de traitement approfondi des documents hypertextes est pris en compte pour traduire l'heuristique thématique exploration-exploitation, les résultats montrent qu'une stratégie de lecture sémantiquement cohérente (i.e. similarité sémantique importante entre les différents nœuds de l'hypertexte traité) améliorent le niveau de compréhension du document par rapport à l'usage d'une stratégie de lecture sémantiquement incohérente (Salmerón et al., 2005 ; Salmerón et al., 2006). Autrement dit, la mise en œuvre de l'exploitation thématique des contenus des documents est plus pertinente pour comprendre et apprendre à partir de l'hypertexte que

l'exploration thématique (i.e. similarité sémantique faible entre les nœuds de l'hypertexte traités).

En résumé, les résultats présentés dans cette section mettent en avant deux points d'intérêts particuliers à examiner de façon plus approfondie dans le présent travail. Premièrement, les heuristiques navigationnelle et thématique ont des effets sur les résultats d'apprentissage en sortie de RI ainsi que sur l'apprentissage pendant la RI, tant au niveau du type de connaissances acquises, que de la profondeur de compréhension des contenus, que de la qualité de différentes activités d'apprentissage en sortie de RI. Deuxièmement, ces résultats supposent que la façon dont les utilisateurs vont résoudre les heuristiques navigationnelle et thématique au cours de l'activité de RI a des effets directs sur la quantité et la qualité de leur apprentissage pendant et en sortie de RI.

Plus particulièrement, nous défendons l'idée selon laquelle une meilleure compréhension et une meilleure description des effets des différentes heuristiques exploration-exploitation pourrait permettre de proposer des pistes d'amélioration des systèmes de recherche actuels de manière à ce qu'ils soutiennent les raisonnements par heuristiques des utilisateurs définis comme plus intuitifs (Gigerenzer et al., 2011) et plus adaptatifs (Raab & Gigerenzer, 2015), en rendant plus transparent les heuristiques stratégiques exploration-exploitation auprès des utilisateurs (Athukorala et al., 2014 ; Athukorala et al., 2016 ; Hearst, 2009 ; Sanchiz et al., 2020; Thatcher, 2006). Toutefois, l'atteinte de cet objectif nécessite néanmoins de dépasser plusieurs limites relatives à la littérature dans le domaine. Premièrement, les deux heuristiques n'ont jamais été directement évaluées simultanément, rendant ainsi complexe la description exacte de leur rôle respectifs dans l'amélioration et/ou la dégradation de l'apprentissage pendant et après la RI. A travers notre proposition du modèle PS-DEEL (Hardy et al., 2019 ; Sanchiz et al., 2020), les travaux empiriques conduits dans ce travail de thèse tendent à dépasser cette première limite. Deuxièmement, l'étude de ces heuristiques doit intégrer les effets de certains facteurs contextuels en lien avec les caractéristiques des tâches à effectuer et de certains facteurs individuels relatifs aux ressources dont disposent les utilisateurs susceptibles d'impacter la résolution de ces heuristiques et par extension, l'apprentissage par la RI.

4.3. Quels facteurs à prendre en compte dans le modèle PS-DEEL ?

En 2008, Lazonder et Rouet insistaient sur l'importance de prendre en considération les effets des variables contextuelles et individuelles dans la description et la modélisation d'activités cognitives complexes comme la recherche d'informations, la lecture ou

l'apprentissage. En accord avec ce cadre, la grande majorité des modèles cognitifs s'intéressant à la compréhension à travers le processus du traitement de l'information (Rouet & Tricot, 1998 ; Rouet et al., 2017 ; Sanchiz et al., 2020) mettent en avant la nécessité d'étudier : 1. Les caractéristiques de l'environnement dans lequel l'humain effectue son activité ; 2. Les raisons contextuelles qui les mènent vers la réalisation de l'activité (i.e. les caractéristiques des tâches) et 3. Les ressources que l'humain a à sa disposition (i.e. connaissances antérieures, habiletés fluides ...) pour mettre en place des stratégies et des heuristiques lui permettant d'atteindre efficacement ses objectifs.

A l'échelle de cette thèse, les caractéristiques de l'environnement Web implique la gestion d'une grande quantité d'informations avec l'utilisation de systèmes pas toujours efficaces pour soutenir la navigation et le processus de traitement des utilisateurs, et mène à des documents généralement non-linéaires dont la structure et les modalités de présentation de l'information peuvent changer (Willoughby et al., 2009). Au niveau de la variable contextuelle, l'intérêt se porte sur trois caractéristiques principales des tâches : 1. Le contexte de recherche auquel elles appartiennent (i.e. consultation/lookup vs. exploratoire/apprentissage ; Marchionini, 2006 ; Rieh et al., 2016 ; White & Roth, 2009 ; White, 2016) ; 2. Leur type (i.e. fact-finding, navigation, items connus vs. découvrir un nouveau sujet, acquérir des connaissances, réaliser des activités d'apprentissage) et 3. Leur niveau de complexité cognitive et objective (i.e. simple vs. complexe). Concernant l'effet de certaines ressources utilisateurs sur les heuristiques navigationnelle et thématique, nous nous concentrons particulièrement sur le rôle des connaissances antérieures du domaine, connues pour être une variable individuelle particulièrement bénéfique pour faciliter une navigation entre les contenus et un traitement efficace des informations pendant la RI (Monchaux et al., 2015), pour apprendre à partir des contenus *onlines* (Wood et al., 2016) et pour réguler l'activité d'apprentissage (Azevedo et al., 2004).

La définition et les effets de la variable contextuelle en lien avec les caractéristiques des tâches à réaliser et les effets de la variable individuelle des connaissances antérieures du domaine sur le modèle *PS-DEEL* sont mises en avant dans le [Chapitre 5](#). Nous concluons ce [Chapitre 4](#) sur les limites du modèle *PS-DEEL* et les points d'intérêts qu'elles soulèvent dans la thèse, puis nous proposons une synthèse générale mettant en avant les principaux points clés à retenir.

4.4. Positionnement de la thèse, limites du modèle PS-DEEL et points d'intérêts

Pour conclure, l'intégration du modèle cognitif de la RI (Sanchiz et al., 2020) et du modèle DEEL (Hardy et al., 2019) dans une même modélisation permet d'investiguer le Search as Learning selon un point de vue cognitif. Particulièrement, l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation informe sur les comportements de recherche des utilisateurs et l'heuristique thématique exploration-exploitation informe sur les objectifs d'apprentissage poursuivis par les utilisateurs pendant la RI. *In fine*, le modèle PS-DEEL permet :

-
- (1) L'évaluation des effets des deux heuristiques exploration-exploitation sur les résultats de recherche et d'apprentissage des utilisateurs en sortie de RI.
 - (2) L'identification des prises de décisions effectuées par les utilisateurs pendant la RI tant au niveau de la recherche et que de l'apprentissage afin de réaliser efficacement des tâches complexes.
 - (3) L'identification de certaines variables contextuelles (i.e. caractéristiques des tâches) et individuelles (i.e. connaissances antérieures du domaine) sur la mise en œuvre des deux heuristiques.
 - (4) L'évaluation de l'évolution des deux heuristiques au cours de la RI (début, milieu, fin) lorsque cette dernière est dédiée à de la compréhension et de l'apprentissage.
-

Au-delà des différentes limites évoquées dans les chapitres précédents dédiés spécifiquement à l'heuristique navigationnelle (cf. [Chapitre 1](#)) et à l'heuristique thématique (cf. [Chapitre 4](#)), nous relevons une limite empirique due à un manque de résultats dans la littérature antérieure concernant la façon dont les utilisateurs planifient et (re)planifient leurs objectifs d'apprentissage thématique.

Le modèle *PS-DEEL* fait l'hypothèse que les utilisateurs-apprenants vont planifier (avant la phase d'apprentissage) et (re)planifier (pendant la phase d'apprentissage) leurs objectifs en fonction du processus de régulation central (i.e. *Information-Knowledge Gap*). En phase de planification avant les interactions avec le système, l'*Information-Knowledge Gap* devrait être déterminé sur la base du contenu de l'énoncé de la tâche par rapport à l'état de la structure de connaissances de départ. Au cours de la RI, celui-ci devrait en revanche être apprécié en fonction des contenus d'informations rencontrés issus des SERPs ainsi que des documents et des changements dans la structure de connaissances initiale. En d'autres termes, les objectifs d'apprentissage thématique exploration-exploitation devraient évoluer entre la

phase de planification sans interaction avec le système et lors de la (re)planification *via* les interactions avec les contenus en ligne. A notre connaissance, aucune étude antérieure n'a cherché à tester la véracité de ce postulat. En conséquence, l'étude expérimentale 3 de cette thèse se focalise sur cette limite empirique.

4.5. Synthèse du Chapitre 4 : les points clés à retenir

Le Chapitre 4 a présenté le modèle cognitif définitif *PS-DEEL* (Hardy et al., 2019 ; Sanchiz et al., 2020) sur lequel s'appuient la formulation de la problématique de ce travail de thèse ainsi que les hypothèses testées au cours des quatre travaux empiriques menées (cf. Partie 2). Dans le cadre du SAL, ce modèle permet de mettre en lien les comportements de recherche à travers l'heuristique navigationnelle et l'apprentissage à travers l'heuristique thématique qui s'établie avant (planification) et pendant ((re)planification) la RI. De plus, les rôles distinctifs que jouent les différentes heuristiques sur l'amélioration de la qualité de l'apprentissage en sortie de RI sont investiguées par ce modèle. Comme cela fût souligné dans ce chapitre, les différentes heuristiques résolues pendant la RI ont des effets différents sur les résultats d'apprentissage en sortie de RI, rendant leur étude d'autant plus pertinente pour comprendre le SAL. Enfin, en réponse au manque de résultats empiriques concernant la façon dont les utilisateurs planifient et (re)planifient leurs objectifs d'apprentissage, la présente thèse traite cette question dans l'étude expérimentale 3.

5. Chapitre 5 – Les facteurs pris en compte dans le SAL et dans le modèle PS-DEEL: caractéristiques des tâches et connaissances antérieures du domaine des utilisateurs

Le Chapitre 5 présente les deux principaux facteurs investigués dans le présent travail de thèse dont les effets sur l'apprentissage par la RI sont multiples : **1.** Les caractéristiques des tâches à réaliser et **2.** Les connaissances antérieures du domaine des utilisateurs.

Dans la §5.1, nous définissons et nous comparons les caractéristiques des tâches conceptualisées dans la littérature au niveau du contexte de recherche (lookup vs. exploratoire) qui peut mener à la réalisation de différents types de tâches (*fact-finding*, navigation, multicritères, découverte d'un nouveau sujet, acquisition de connaissances, création ...), et de la complexité objective (ensemble de sous-composants d'une tâche qui déterminent son niveau d'exigence cognitive). Les effets de ces différentes caractéristiques sur les heuristiques navigationnelles et thématiques sont ensuite détaillées et nous terminons par mettre en avant un ensemble de limites auxquels une partie des travaux empirique souhaite répondre.

Dans la §5.2, l'intérêt se porte sur les connaissances antérieures du domaine des utilisateurs en tant que ressource individuelle permettant de faire face aux exigences des tâches à réaliser. Au-delà de proposer une définition générale de cette ressource, ses effets sur le fonctionnement cognitif global des individus, sur les heuristiques exploration-exploitation et sur les résultats de recherche et d'apprentissage sont passés en revue puis discutés. Notamment, nous mettons en lumière les limites relevées dans les travaux antérieurs qui guident les points d'intérêts de la présente thèse.

Enfin, la §5.3 offre une synthèse du Chapitre 5 mettant en avant les points-clés à retenir pour comprendre le Chapitre 6 dédié à la problématique, aux objectifs et aux hypothèses générales testées au cours des années de doctorat.

5.1. Les caractéristiques des tâches : contexte de recherche, types de tâches, complexité objective

La première variable d'intérêt investiguée dans le cadre du modèle *PS-DEEL* est la variable contextuelle en lien avec les caractéristiques des tâches que les utilisateurs ont à résoudre. En particulier, les contextes de recherche et le niveau de complexité des tâches associées à chaque contexte font partir des facteurs externes à l'utilisateur qui impactent le plus les stratégies de recherche mises en place au cours de la RI car leurs caractéristiques déterminent

le niveau d'exigences cognitives et la quantité de ressources que l'utilisateur va devoir mobiliser pour atteindre ses objectifs (Sanchiz, Chevalier, et al., 2017 ; Sanchiz, Chin, et al., 2017 ; Toms, 2011).

5.1.1. Définitions générales

5.1.1.1. Le contexte de recherche et les types de tâches

La première caractéristique des tâches connue pour modifier les comportements des utilisateurs est le contexte de recherche auquel elles sont rattachées. Par contexte de recherche, nous entendons les raisons pour lesquelles l'utilisateur s'engage dans de la RI avec une distinction entre le *lookup* (i.e. l'intention de recherche est la consultation d'informations) et l'*exploratoire* (i.e. l'intention de recherche est la découverte d'un nouveau sujet, l'acquisition de connaissances, l'apprentissage) tel que définie dans la littérature antérieure (Marchionini, 2006 ; White & Roth, 2009 ; White, 2016).

Chacun de ces deux contextes de recherche mène les utilisateurs à réaliser certaines tâches particulières qui leur sont associées (i.e. que doit faire l'utilisateur ? Quel est son objectif final ?). Dans le *lookup*, nous pouvons par exemple compter le *fact-finding* (i.e. localiser un ou plusieurs faits ciblés ; *Trouver l'année où Pasteur a découvert le vaccin contre la rage*), les tâches de *navigation* (i.e. en une ou plusieurs étapes de déplacement entre les contenus d'informations ; *Trouver la page d'accueil du site de l'Organisation Nationale des Nations Unies*), les tâches de *recherche par critères* (i.e. localiser une réponse cible satisfaisant l'ensemble des critères donnés dans l'énoncé ; *Trouver le nom d'une pathologie impliquant des maux de tête chroniques, une sensation d'étau autour de la tête dont l'origine peut être due au stress ou à des troubles du sommeil*).

Le contexte exploratoire tel que décrit à l'origine par Marchionini (2006) implique par exemple, des tâches de *découverte d'un nouveau sujet et d'acquisition de connaissances* (e.g., *en apprendre davantage sur la guerre de sécession aux USA*) et des tâches de *compréhension* (e.g. *comprendre le fonctionnement du système circulatoire sanguin chez l'être humain*). Dans le SAL, bien que ce point de vue ne fasse pas l'unanimité auprès des chercheurs dans le domaine, plusieurs d'entre eux considèrent les niveaux des activités d'apprentissage de la taxonomie d'Anderson et Krathwohl (2001) comme pouvant être rapproché du contexte *lookup* (i.e. *Remember, Understand*), du contexte exploratoire (i.e. *Evaluate, Create*) ou à l'intersection des deux contextes (i.e. *Analyze*), dans la mesure où certains impliquent la localisation de faits

ciblés et d'autres l'acquisition de connaissances factuelles et/conceptuelles que les utilisateurs peuvent appliquer en sortie de RI pour réaliser des objectifs plus ouverts (Jansen, Booth, & Smith, 2009 ; Kelly et al., 2015 ; Rieh et al., 2016 ; White, 2016). La présente thèse s'inscrit dans ce point de vue pour définir les tâches exploratoires et d'apprentissage créatif utilisées dans les travaux empiriques.

Néanmoins, malgré la diversité des tâches en lien avec chaque contexte, un ensemble de caractéristiques sont définies de façon unanime dans la littérature comme permettant une distinction claire entre les tâches de lookup par rapport aux tâches exploratoires, indépendamment de leur type, ou de leur niveau de complexité (Athukorala et al., 2015, 2016 ; Mao et al., 2018 ; Palagi et al., 2017) : **1.** La nature de l'objectif initial (i.e. ciblé et spécifique pour le lookup vs. évolutif et large pour l'exploratoire), **2.** L'étendue des modifications dans la représentation mentale initiale de l'utilisateur au cours de la RI (i.e. mineures pour le lookup vs. majeures pour l'exploratoire), **3.** La nature et le format des résultats en sortie de RI (i.e. résultats de recherche ciblés, spécifiques et fermés pour le lookup vs. résultats d'apprentissage multiples et ouverts pour l'exploratoire). Sur la base de ces principales caractéristiques immuables, le contexte lookup est défini comme menant à la réalisation de tâches plutôt simples et le contexte exploratoire comme menant à la réalisation de tâches plutôt complexes. Cependant, la sous-section suivante tend à indiquer que le niveau de complexité objective des tâches peut varier indépendamment de leur contexte de recherche et de leur typologie.

5.1.1.2. La complexité objective des tâches

La complexité objective des tâches peut se définir comme un ensemble de sous-composantes, de sous-facettes des tâches qui de par leur nature et leurs caractéristiques tendent à augmenter ou à diminuer le niveau d'exigences cognitives nécessaires à leur résolution (Campbell, 1988 ; Liu & Li, 2012 ; Wildemuth et al., 2014).

A ce jour, de nombreuses taxonomies présentent les sous-composantes des tâches ainsi que leurs caractéristiques pour permettre de déterminer le niveau de complexité d'une tâche indépendamment de son contexte de recherche et de sa typologie (Bell & Ruthven, 2004 ; Byström & Järvelin, 1995 ; Campbell, 1988 ; Kim, 2006 ; Li & Belkin, 2008 ; Liu et al., 2010 ; Liu & Li, 2012). Globalement, ces taxonomies commencent par identifier les sous-facettes d'une tâche contribuant à augmenter ou à diminuer son niveau de complexité (e.g., objectif(s), énoncé(s), processus/étapes de résolution, contraintes temporelles ...) en fonction de certaines particularités (e.g., variété, clarté/ambiguïté, variabilité, conflit ...). Par exemple, un objectif de

tâche formulé de façon claire et précise dans l'énoncé tend à diminuer le niveau de complexité (i.e. l'utilisateur n'a pas la nécessité d'allouer des ressources cognitives pour comprendre la tâche, identifier l'objectif et l'atteindre). En revanche, un objectif mal défini (ambiguë, mal formulé ...) dans l'énoncé tendra à augmenter les exigences de la tâche (e.g., l'utilisateur peut être amené à réaliser des inférences et à réaliser une plus grande quantité d'étapes de résolution pour clarifier les termes de l'énoncé et développer une représentation mentale plus claire de l'objectif de recherche). L'ensemble de ces taxonomies sont largement appliquées dans la littérature pour caractériser le niveau de complexité des tâches testées, du côté du lookup comme du côté exploratoire, et sont aussi mises en relation avec les différents niveaux des activités d'apprentissage d'Anderson et Krathwohl (2001).

Pour citer quelques exemples, Athukorala et al., (2015) appliquent la taxonomie de Liu et al., (2010) pour définir plusieurs niveaux de tâches de lookup et de tâches exploratoires en faisant varier les caractéristiques de deux facettes : **1.** La nature de l'objectif (fermé vs. ouvert) et **2.** Les étapes de recherche (direct et peu d'étapes vs. indirect et multi-étapes). Si la facette de l'objectif déterminait le contexte de recherche (objectif fermé pour le lookup, objectif ouvert pour l'exploratoire), la facette des étapes de recherche déterminait le type de tâches associées à chaque contexte (e.g., recherche directe pour le *fact-finding*, recherche indirecte pour le *question-réponse*).

Dans le cadre de la définition de la complexité des tâches lookup et afin d'évaluer la mesure dans laquelle les utilisateurs font face aux exigences cognitives de ces tâches, plusieurs travaux menés en psychologie cognitive (Martin-Gomez et al., 2019 ; Monchaux et al., 2015 ; Sanchiz, Chevalier et al., 2017 ; Sanchiz, Amadiou, Fu, et al., 2019) appliquent la taxonomie de Bell et Ruthven (2004) : **1.** Tâche de lookup simple (*fact-finding* avec un objectif clair, bien défini et peu d'étapes de recherche), **2.** Tâche de lookup intermédiaire (*fact-finding* avec un objectif ambiguë et mal formulé nécessitant des utilisateurs qu'ils créaient des inférences pour localiser la réponse cible), **3.** Tâche de lookup complexe (*multicritères* avec un objectif ambiguë, mal formulé et impliquant un grand nombre d'étapes de recherche pour localiser la réponse cible).

En informatique, la taxonomie de Li et Belkin (2008) est particulièrement utilisée par les chercheurs pour faire varier la complexité des tâches exploratoires (Qiu et al., 2020 ; Liu et al., 2020 ; Mao et al., 2018 ; Yu et al., 2018). Dans les études SAL, la taxonomie de Kim (2006) et la taxonomie de Byström et Järvelin (1995) ont été appliquées pour définir différents niveaux de complexité de tâches d'apprentissage (Capra et al., 2018 ; O'Brien et al., 2020).

De façon plus générale, le SAL met parfois en relation les taxonomies *traditionnelles* de la complexité des tâches avec les différentes activités d'apprentissage (Anderson & Krathwohl, 2001). Par exemple, Wildemuth et al. (2018) considèrent que la taxonomie de Campbell (1988) est utilisable pour décrire avec plus de précision la complexité des activités d'apprentissage sur la base d'un continuum allant de *Remember* (peu d'étapes à réaliser pour localiser une connaissance factuelle ciblée) à *Create* (résultats ouverts et multiples nécessitant la réalisation de plusieurs étapes de recherche).

En résumé, ces exemples d'utilisation et d'application des taxonomies à facettes des tâches montrent que ces dernières peuvent varier en complexité indépendamment de leur contexte de recherche ou de leur typologie. De la même façon que certains éléments spécifiques tendent à caractériser et distinguer le lookup de l'exploratoire, d'autres permettent la distinction d'une tâche simple par rapport à une tâche complexe à partir du comportement de recherche des utilisateurs. Par exemple, les tâches complexes se caractérisent par une recherche multi-étapes intégrant la formulation de requêtes multiples (Guan & Yang, 2014) et un nombre plus important d'interaction de recherche (e.g. requêtes plus longues, plus de clics sur les SERPs, plus de documents visités ... ; Aula et al., 2010 ; Li & Belkin, 2010).

Cependant, comme nous l'avons souligné précédemment, la définition de la distinction entre les tâches de lookup et les tâches exploratoires s'établit de telle sorte à ce que le lookup soit considéré comme menant forcément à des tâches simples (i.e. objectif ciblé et fermé, sessions de recherche courtes...) et l'exploratoire à des tâches complexes (i.e. objectif(s) dynamiques et multi-étapes impliquant l'investigation de plusieurs sous-sujets), ne nous permettant pas à l'heure actuelle de différencier efficacement les comportements de recherche en lien avec les tâches de lookup complexes par rapport aux tâches exploratoires et d'apprentissage. Cette limite conceptuelle est particulièrement problématique dans la mesure où certaines tâches de lookup complexe d'un point de vue cognitif mènent à des échecs et des erreurs de recherche sans que les systèmes d'informations ne soient en capacité de soutenir l'utilisateur (Monchaux et al., 2015 ; Chevalier & Tricot, 2009 ; Sanchiz, Chevalier, et al., 2017 ; Sanchiz, Chin, et al., 2017). La section suivante offre un panorama des effets connus du contexte de recherche puis du niveau de complexité des tâches sur les heuristiques exploration-exploitation et montre les lacunes de la littérature sur le sujet.

5.1.2. Les effets des caractéristiques des tâches sur les heuristiques navigationnelle et thématique exploration-exploitation

Pour une compréhension plus claire de cette sous-section, nous présentons dans un premier temps les effets des différentes caractéristiques des tâches sur l'heuristique navigationnelle, puis sur l'heuristique thématique. Au niveau des caractéristiques des tâches nous distinguons les travaux : **1.** Traitant de la distinction entre les contextes de recherche où le lookup est considéré comme menant à des tâches simples et l'exploratoire comme menant à des tâches complexes ; **2.** Traitant du niveau de complexité des tâches lookup ; **3.** Traitant du niveau de complexité des tâches exploratoires et d'apprentissage.

5.1.2.1. *Exploration-Exploitation navigationnelle*

- **Effets des contextes de recherche (lookup vs. exploratoire)**

Concernant les effets des contextes de recherche (tâches de lookup vs. tâche exploratoire), les résultats montrent que globalement, les tâches exploratoires nécessitent des utilisateurs qu'ils allouent des ressources de traitement dans la résolution des deux versants de l'heuristique navigationnelle (exploration-exploitation). Par exemple, les tâches de lookup conduisent les utilisateurs à une évaluation rapide des SERPs et peu profonde pour sélectionner rapidement des liens pertinents (Athukorala et al., 2015, 2016). En revanche, le contexte exploratoire mène à une exploration plus étendue des SERPs (e.g. défilement plus important vers les liens du milieu et de la fin), une lecture plus approfondie et des comportements de clics et d'ouverture de multi-onglets plus importants que lors de la réalisation de tâches de lookup simple (Athukorala et al., 2015, 2016 ; Capra et al., 2015 ; Kelly et al., 2015). Au niveau de l'exploitation des documents, les utilisateurs passent moins de temps sur les documents traités que le contexte exploratoire (Kim, 2009), qui mène à l'exploitation approfondi de plus de documents (Ghosh et al., 2018 ; Kelly et al., 2015 ; Wood et al., 2016).

- **Effets de la complexité des tâches lookup**

Lorsque l'on porte notre intérêt sur la distinction entre les tâches de lookup simples et les tâches de lookup complexe (à travers la taxonomie de Bell & Ruthven, 2004 utilisée dans les travaux en psychologie cognitive), la tendance générale indique que le lookup complexe est beaucoup exigeant que le simple dans l'exploration navigationnelle. En effet, le lookup complexe conduit les utilisateurs à initier plus de nouvelles pistes de recherche en formulant plus de nouvelles requêtes, en cliquant davantage sur les SERPs et en passant plus temps à

évaluer et à sélectionner des liens (Chin, Anderson, et al., 2015 ; Martin-Gomez et al., 2019 ; Sanchiz, Chin, et al., 2017).

- **Effets de la complexité des tâches exploratoires et d'apprentissage**

En ce qui concerne les études évaluant la complexité objective des tâches exploratoires et d'apprentissage (i.e. Anderson & Krathwohl, 2001), les résultats généraux indiquent que plus la tâche mène à des apprentissages de hauts niveaux, plus les utilisateurs s'engagent dans une résolution de l'heuristique navigationnelle élevée : ils initient plus de nouvelles pistes de recherche depuis les SERPs en cliquant plus fréquemment sur les liens et ils exploitent de façon approfondie davantage de documents (Capra et al., 2015 ; Jansen, Booth, & Smith, 2009 ; Kelly et al., 2015 ; Ghosh et al., 2018).

De façon plus globale, plus le niveau de complexité des tâches exploratoires et d'apprentissage augmente, plus les interactions de recherche augmentent (Capra et al., 2015 ; Ghosh et al., 2018 ; Jansen, Booth, & Smith 2009, Kelly et al., 2015 ; Liu & Song, 2018 ; Liu et al., 2019 ; Wu et al., 2012 ; Zhang & Liu, 2020). Par exemple, plus la complexité augmente, plus le temps de résolution de la tâche augmente (Bailey et al., 2012, Jansen, Booth, & Smith 2009), plus les utilisateurs produisent un nombre conséquent de requêtes (Capra et al., 2015 ; Jansen, Booth, & Smith, 2009 ; Kelly et al., 2015).

5.1.2.2.Exploration-Exploitation thématique

- **Effets des contextes de recherche (lookup vs. exploratoire)**

Au niveau de l'analyse sémantique des requêtes, les tâches menant à des objectifs clairs et ciblés (lookup) conduisent les utilisateurs à formuler des requêtes plus étroites et moins variées (exploitation thématique) alors que les tâches avec des objectifs plus ouverts menant à de l'apprentissage de hauts niveaux conduisent à la formation de requêtes plus générales mais plus diversifiées (Capra et al., 2015 ; Capra et al., 2018 ; Jansen, Booth, & Smith, 2009 ; Kelly et al., 2015 ; Yamin et al., 2013). Autrement dit, le lookup mène à une formulation d'objectifs d'apprentissage par exploitation des contenus thématiques alors que la tâche exploratoire mène à une exploration thématique des contenus.

- **Effets de la complexité des tâches lookup**

La principale distinction faite entre les tâches de lookup simple et les tâches de lookup complexe s'établit sur le nombre de nouvelles requêtes/nouveaux mots-clés formulés vs. requêtes réutilisées/mots-clés réutilisés. Les résultats indiquent que le lookup simple mène à moins de (re)formulations (nouvelles ou répétées) que le lookup complexe où les utilisateurs produisent plus de nouveaux mots-clés tout en les réutilisant davantage (Barsky & Bar-Ilan, 2012 ; Liu et al., 2016 ; Sanchiz, Chin, et al., 2017a). Cette tendance n'est pas surprenante puisque le lookup simple se résout en général en une seule itération de requête qui suffit pour localiser la ou les informations cibles. En revanche, nous soutenons que les indicateurs quantitatifs liés au contenu des requêtes sont trop généraux pour déterminer la mesure dans laquelle les utilisateurs souhaitent à travers la reformulation des requêtes accéder à de nouveaux contenus thématiques (exploration) ou continuer le traitement de contenus thématique similaire (exploitation).

- **Effets de la complexité des tâches exploratoires et d'apprentissage**

Sur la base de ce mêmes types d'indicateurs généraux en lien avec le contenu sémantique des requêtes, la tendance générale des effets de la complexité objective des tâches exploratoires et d'apprentissage indique que plus la complexité augmente, plus les utilisateurs font l'usage de requêtes et de mots-clés nouveaux et uniques signifiant que la complexité mènent à davantage d'exploration thématique (Capra et al., 2015 ; Jansen, Booth, & Smith 2009 ; Kelly et al., 2015 ; Mao et al., 2018).

5.1.3. Limites des travaux empiriques présentés sur les caractéristiques des tâches et points d'intérêts dans la présente thèse

En résumé, si les travaux antérieurs indiquent que les différentes caractéristiques des tâches réalisées (i.e. contexte de recherche et complexité objective) ont des effets particuliers sur les heuristiques exploration-exploitation, trois limites ont néanmoins été relevées et conduisent à des points d'intérêts particuliers dans le présent travail de thèse : **1.** La nécessité de distinguer de façon claire les tâches de lookup complexe vs. les tâches exploratoires, **2.** La nécessité d'aller au-delà d'une mesure binaire simple pour évaluer les scores de recherche multicritères en sortie de RI et **3.** La nécessité de distinguer les tâches exploratoires par rapport aux tâches créatives.

5.1.3.1.Limites et points d'intérêts n°1 - Le lookup mène à des tâches simples et l'exploratoire mène à des tâches complexes : vraiment ?

Premièrement, l'affirmation selon laquelle le contexte lookup mène nécessairement à la réalisation de tâches simples où les systèmes d'informations soutiennent les utilisateurs de façon adéquate et le contexte exploratoire mène à des tâches complexes que les SRIs ont du mal à prendre en charge nous semble réductrice. Plusieurs études empiriques le domaine de la psychologie cognitive ont montré que certaines tâches de lookup allaient au-delà de la localisation simple de faits ciblés et mener à des exigences de traitement et de résolution élevées pour les utilisateurs, sans que les SRIs ne soient en réelle capacité de gérer les échecs de recherche (Monchaux et al., 2015 ; Chevalier & Tricot, 2009 ; Sanchiz, Chevalier et al., 2017 ; Sanchiz, Chin, et al., 2017).

En particulier du côté des SRIs, Athukorala et al. (2015) soulignent qu'il est parfois difficile de développer des algorithmes capables de distinguer de façon claire le lookup de l'exploratoire lorsque les deux contextes tendent à mener à des tâches plutôt complexes, impliquant des sessions de recherche plus longues et multi-étapes pour être résolues. C'est notamment le cas de la tâche multicritères (i.e. lookup complexe) qui mène les utilisateurs à effectuer davantage d'itérations de requêtes et à s'engager dans plus d'interactions avec le système (Bell & Ruthven, 2004, Sanchiz, Chin, et al., 2017 ; Sanchiz, Amadiou, Paubel et al., 2019).

En résumé, si les SI du futurs doivent être capables d'identifier les contextes de recherche dans lesquels s'engagent les utilisateurs pour fournir des aides adaptées, ils doivent aussi être en capacité d'identifier le niveau de complexité des tâches associé à chaque contexte de recherche. Dans cette optique, une identification plus claire des comportements des utilisateurs à travers la résolution des heuristiques exploration-exploitation est un point d'intérêt central dans ce travail afin de distinguer clairement les tâches de lookup complexe des tâches exploratoires.

5.1.3.2.Limites et points d'intérêts n°2 – Quel score de recherche pour l'évaluation plus approfondie des tâches de lookup multicritères ?

La seconde limite relevée dans les travaux antérieurs ayant porté leur intérêt sur les tâches de lookup complexe est l'utilisation massive de mesures binaires pour évaluer le score de recherche en sortie de RI (i.e. la réponse est juste ou la réponse est fausse). En particulier,

les tâches de lookup complexe de nature multicritères impliquent des utilisateurs qu'ils localisent dans l'environnement de recherche une réponse cible qui satisfasse à l'ensemble des critères fournis dans l'énoncé de la tâche (dont le nombre peut varier). Autrement dit, à travers l'usage de mesures binaires *vrai/faux*, nous ne savons pas à partir de combien de critères valides les utilisateurs décident (parfois à tort) de mettre fin à la recherche, ni la mesure dans laquelle la résolution efficace des heuristiques exploration-exploitation permettent de diminuer les erreurs d'arrêt.

D'un point de vue binaire, la résolution efficace par les utilisateurs de l'heuristique navigationnelle exploration (investiguer les différents critères en allouant des ressources à l'ouverture de différentes pistes de recherche) et exploitation (comprendre les documents visités de façon approfondie pour localiser, extraire et rassembler les informations pertinentes pour atteindre la réponse cible), améliore significativement le taux de réussite des tâches multicritères (Sanchiz, Chevalier et al., 2017 ; Sanchiz, Chin, et al., 2017).

En revanche, peu de travaux permettent d'identifier le rôle des heuristiques exploration-exploitation dans la diminution des erreurs de recherche. Dans le cas des tâches multicritères, le biais cognitif de confirmation¹¹ (Rouet & Tricot, 1998) mène par exemple à d'importantes erreurs de recherche sans que les systèmes ne soient en mesure de les identifier et de les corriger. Par exemple, Chevalier et Tricot (2009) évalue le biais cognitif de confirmation à partir d'une tâche multicritère dans le domaine de la santé :

Exemple de tâche multicritère (lookup complexe) dans le domaine de la santé (Chevalier & Tricot, 2009)

« Vous avez entendu parler d'une maladie de la peau qui a comme conséquence la perte de cheveux sur le cuir chevelu et de poils sur le corps. Quelle est le nom de cette maladie ? »

Réponse correcte : Pelade (perte de cheveux ET de poils)

Réponse incorrecte à cause du biais cognitif de confirmation : Calvitie (perte de cheveux)

Typiquement, les résultats indiquent que cette tâche a mené les participants à un taux de réussite relativement faible (20% de réponses correctes à l'échelle de l'échantillon) tout en

¹¹ Dans le cadre du paradigme de la RI en tant que RP, le biais cognitif de confirmation renvoie à une erreur d'évaluation des informations en MDT entre le contenu traité et la représentation mentale de l'objectif de recherche (Rouet & Tricot, 1998). Ce biais est particulièrement accentué lorsque les informations fournies par les systèmes de recherche correspondent partiellement aux informations cibles permettant d'atteindre correctement l'objectif. Ces informations proches mais fausses peuvent modifier la représentation mentale de l'utilisateur qui termine la recherche en croyant avoir terminé efficacement la tâche.

menant à des temps de recherche peu élevés par rapport aux exigences de la tâche (Chevalier & Tricot, 2009). L'hypothèse explicative principale est que les utilisateurs ont plutôt cherché à confirmer leurs connaissances en localisant des informations ciblées plutôt que de s'engager dans une exploitation navigationnelle plus importante des contenus leur permettant de préciser leur représentation mentale initiale de la tâche et d'accéder à la réponse correcte cible en fonction de l'ensemble des critères qui étaient fournis dans l'énoncé. D'un point de vue plus descriptif, nous pouvons considérer que la majorité de l'échantillon ont arrêté leur recherche lorsque l'un des deux critères était validé par leur réponse (i.e. la calvitie valide le critère de perte de cheveux mais ne prend pas en compte le critère de perte de poils).

Dans la vie quotidienne, la recherche par multicritère est une tâche de lookup complexe réalisée fréquemment par les utilisateurs, notamment lorsqu'il s'agit d'identifier une maladie à partir d'un ensemble de symptômes pouvant largement dépassé les deux critères de la tâche utilisée dans Chevalier et Tricot (2009), et pouvant être mal formulés par les utilisateurs manquant de connaissances. Déterminer plus précisément à partir de combien de critères valides les utilisateurs décident d'arrêter la recherche multicritère pourrait bénéficier à l'amélioration des systèmes d'informations dans la résolution de ce type de tâches.

5.1.3.3.Limites et points d'intérêts n°3 – L'apprentissage exploratoire versus l'apprentissage créatif

Enfin, bien que globalement les travaux antérieurs tendent à indiquer que plus une tâche d'apprentissage est complexe, plus les efforts de recherche sont importants, Rieh et al., (2016) soulignent l'importance pour les SRI du futur de localiser des différences comportementales claires entre les tâches exploratoires générales qui pour les auteurs s'inscrivent davantage dans de l'apprentissage réceptif et critique (i.e. niveaux faibles et intermédiaires ; Kelly et al., 2015 ; Lee et al., 2015) et les tâches créatives de haut-niveaux qui impliquent des utilisateurs qu'ils s'engagent dans des sessions de recherche plus complexes et multi-étapes allant au-delà de l'acquisition de connaissances factuelles et conceptuelles (Palani et al., 2021). Néanmoins, la poursuite de cet objectif de différenciation des tâches exploratoires et créatives, suppose d'avoir dans un premier temps dépassé les limites de conception et d'évaluation des tâches créatives développées dans le Chapitre 2.

5.1.4. Les caractéristiques des tâches : conclusion

En résumé, l'étude des contextes de recherche est une considération importante car les utilisateurs adaptent leurs comportements et leurs stratégies afin d'atteindre leurs différents objectifs de recherche et d'apprentissage. Nous avons notamment constaté qu'il existe différents niveaux de complexité des tâches lookup d'un côté mais aussi du côté des tâches exploratoire et d'apprentissage impliquant des sous-composantes précises ne menant pas aux mêmes exigences cognitives.

Si les contextes de recherche et la complexité des tâches sont des caractéristiques qui impactent particulièrement la résolution des heuristiques exploration-exploitation, les utilisateurs peuvent compter sur certaines de leurs ressources individuelles pour y faire face. En particulier, les connaissances antérieures du domaine tendent à être un facteur individuel clé dans la diminution de la quantité de ressources de traitement nécessaire à la réalisation des tâches complexes de recherche et d'apprentissage. Dans la partie suivante, nous nous intéressons principalement à ce facteur et à ses effets sur la résolution des heuristiques exploration-exploitation ainsi que sur les résultats de recherche, de compréhension et d'apprentissage en sortie de RI.

5.2. Les connaissances antérieures du domaine des utilisateurs

Dans cette section, nous nous focalisons sur la mise en avant des connaissances antérieures dépendantes du domaine (Smith, 2015) en tant que ressource individuelle en lien avec les caractéristiques des utilisateurs (Lazonder & Rouet, 2008), connues pour faciliter : **1.** La mise en place de processus cognitifs (Dommes et al., 2011 ; Monchaux et al., 2015) et métacognitifs (Azevedo et al., 2004) pendant la réalisation d'activités complexes (RI, compréhension, lecture, apprentissage) et par extension, connues pour leurs effets sur : **2.** La résolution des heuristiques exploration-exploitation et **3.** Les résultats de recherche et d'apprentissage.

5.2.1. Définition générale

Les connaissances antérieures du domaine font partie des habiletés cristallisées qui regroupent l'ensemble des compétences et des connaissances que les individus acquièrent tout au long de leur existence via l'expérience et l'apprentissage (Cattel & Horn, 1978). Dans le cadre de l'activité de RI, deux grandes catégories de connaissances antérieures sont

investiguées : **1.** les connaissances indépendantes du sujet et/ou du domaine de la recherche et **2.** les connaissances dépendantes du sujet et/ou du domaine de la recherche (Smith, 2015).

Les connaissances indépendantes du domaine concernent les connaissances vis-à-vis d'Internet et du Web en général (Hölsher & Strübe, 2000), du fonctionnement des outils et des SRIs (Marchionini & White, 2007), de l'activité de RI en elle-même et des stratégies de recherche (Dinet et al., 2010). Les connaissances dépendantes du domaine de la recherche se réfèrent à l'ensemble des connaissances déclaratives et procédurales qu'un individu acquière concernant un domaine spécifique (Bhavnani, 2002). Les connaissances antérieures sont stockées en MLT et sont disponibles avant le démarrage de l'activité de RI et/ou de l'apprentissage, dès la phase de planification (Simonsmeier et al., 2021).

En particulier dans cette thèse, l'intérêt se porte sur les connaissances antérieures du domaine qui sont fortement liées aux connaissances relatives au sujet de la tâche de recherche à effectuer (Kiseleva et al., 2015 ; Marchionini & White, 2007) et à la notion d'expertise du domaine, définie par Ericsson et Lehman (1996) comme la capacité à réaliser des performances supérieures à la moyenne dans des tâches spécifiques à un domaine ciblé. Dans ces conditions, étudier, décrire et comprendre comment les utilisateurs avec des connaissances élevées emploient des stratégies, des heuristiques de recherche particulières pour résoudre des tâches, permet d'identifier les comportements les plus efficaces et optimaux afin de pouvoir davantage soutenir les utilisateurs avec des connaissances plus faibles (White et al., 2009). Au niveau de l'heuristique des objectifs d'apprentissage thématique, l'enjeu est aussi de prendre en considération le niveau de la structure de connaissances des utilisateurs au démarrage de la RI (e.g., plus étendue et plus profonde pour ceux ayant des connaissances antérieures élevées, Koesten et al., 2016), qui peuvent ne pas poursuivre les mêmes objectifs d'apprentissage dans le cadre du SAL et dont les attentes en matière de soutien et d'adaptation des systèmes peuvent varier (Athukorala et al., 2016).

Afin d'éclaircir ces points, nous développons dans la suite de cette partie les effets des connaissances antérieures du domaine sur les processus cognitifs et métacognitifs et nous expliquons comment ces effets peuvent expliquer la résolution de meilleure qualité d'activités complexes comme la RI, la compréhension, la lecture ou l'apprentissage. A partir de ces éléments, la question des effets des connaissances antérieures du domaine sur la résolution des heuristiques exploration-exploitation sont présentés, tout comme leurs effets sur les résultats de recherche et d'apprentissage.

5.2.2. Effets des connaissances antérieures du domaine sur le fonctionnement cognitif global des utilisateurs-apprenants

En tant que ressource individuelle, les connaissances antérieures du domaine lorsqu'elles sont élevées, tendent à faciliter la mise en place d'un ensemble de processus cognitifs et métacognitifs centraux dans la résolution d'activités (e.g. RI, apprentissage) et de tâches complexes (i.e. exigeantes d'un point de vue cognitif). Ce point revête une importance centrale dans le SAL dans la mesure où une meilleure gestion par l'individu de son propre fonctionnement cognitif tend à significativement améliorer le niveau de compréhension du sujet ainsi que l'apprentissage (Paris & Turner, 1994)

En particulier, l'automatisation des connaissances du domaine par les individus qui en bénéficient, permet de libérer de l'espace en MDT ainsi que des ressources de traitement pouvant être allouées à des sous-tâches connexes que les individus sans ou avec peu de connaissances peuvent avoir plus de difficultés à réaliser (Ericsson & Lehman, 1996). Par exemple, les connaissances antérieures du domaine sont liées aux compétences de vocabulaire, relativement automatisées en mémoire, qui facilitent la (re)formulation des requêtes, le traitement des documents et la construction en MDT d'une représentation mentale plus cohérente de la tâche à réaliser en phase de planification de la recherche (Barsky & Bar-Ilan, 2012 ; Dommes et al., 2011 ; Sanchiz, Chin, et al., 2017). De plus, lorsque les utilisateurs activent efficacement leur structure de connaissances en phase de planification, ils disposent de plus de ressources pour mettre en œuvre les processus métacognitifs de contrôle et de régulation au cours de leur apprentissage (Azevedo et al., 2004).

Au niveau du processus de traitement des informations, les utilisateurs avec des connaissances du domaine élevé sont davantage guidés par un traitement descendant (i.e. *top-down*)¹² des informations issues du contenu *online*, alors que les utilisateurs avec peu de connaissances sont davantage guidés par les caractéristiques des contenus d'informations et des interfaces avec lesquelles ils sont en interaction (i.e. traitement ascendant, *bottom-up*)¹³ ; Amadiou et al., 2015 ; Bhavnani, 2002 ; Chevalier & Kicka, 2006 ; Chin et al., 2009 ; Kang & Fu, 2010 ; Navarro-Prieto et al., 1999 ; Sanchiz et al., 2020). Ces différences fondamentales dans le fonctionnement cognitif des utilisateurs tendent à impacter plusieurs étapes de l'apprentissage par la RI, et cela dès les premières itérations de recherche.

¹² *Top-down* : du système cognitif vers l'interface

¹³ *Bottom-up* : de l'interface vers le système cognitif

Par exemple, alors que la 1^{ère} itération de requête est plus souvent dédiée à l'évaluation générale de la représentation mentale initiale du problème à travers l'acquisition de connaissances de base permettant de clarifier la tâche pour les utilisateurs sans ou avec peu de connaissances dans le domaine, leurs homologues avec des connaissances élevées peuvent se soustraire à cette étape (Athukorala et al., 2015 ; Liu et al., 2020 ; Sanchiz et al., 2020 ; Vakkari, 2001a, 2001b ; Vakkari, 2016 ; Yuan et White, 2012). Particulièrement, les utilisateurs avec des connaissances faibles doivent davantage s'appuyer sur les informations récoltées sur les SERPs et les documents pour (re)formuler efficacement leurs requêtes (i.e. *bottom-up*), alors que ceux avec des connaissances élevées sont en capacité de formuler une première requête plus précise et plus pertinente dès le démarrage de la RI en activant leur structure de connaissances (i.e. *top-down* ; Kang & Fu, 2010 ; Zhang & Liu, 2020).

Au niveau de l'interface des SERPs, alors que les utilisateurs avec des connaissances basent leur évaluation et leur sélection des liens sur la pertinence des contenus traités par rapport à leur structure de connaissances (Kelly & Cool, 2002), sélectionnent des liens plus bas dans la liste de résultats (Kiseleva et al., 2015), les utilisateurs sans connaissances se laissent davantage guider par les caractéristiques de l'interface en étant plus sensibles aux marquages typographiques (e.g., **caractères gras** ; Dinet et al., 2010), tout en sélectionnant plus fréquemment les premiers liens de la liste¹⁴ indépendamment de leurs contenus (Bhavnani, 2001).

Pour ce qui est de la compréhension du contenu des hypertextes, les utilisateurs avec des connaissances élevées s'engagent plus naturellement dans des stratégies de lecture sémantiquement cohérente grâce à un traitement *top-down* (Amadiou et al., 2015) qui leur donne accès à un niveau de compréhension plus approfondi de l'hypertexte (Willoughby et al., 2009). Egalement, parce qu'ils disposent de plus de ressources de traitement et d'espace en MDT, les utilisateurs avec des connaissances ont plus de facilités à intégrer les nouvelles informations traitées pour construire du sens (Bhattacharya & Gwizdka, 2018 ; White et al., 2009) et combler leurs lacunes au cours de la lecture d'hypertextes (Salmerón et al., 2005, 2006). En comparaison, les utilisateurs avec de faibles connaissances ont besoin de traiter davantage d'informations pour accéder à une compréhension plus approfondie du sujet (Moos & Azevedo, 2008).

¹⁴ Le biais de position : sélectionner en priorité les 3-4 premiers liens de la liste parfois indépendamment de la pertinence réelle de leurs contenus (Yue et al., 2010)

Comme conséquence directe d'une compréhension plus profonde et d'une plus grande aisance dans l'activation de certains processus cognitifs, les utilisateurs avec des connaissances élevées dans le domaine ont plus de facilités à inhiber certains contenus d'informations pour extraire les informations pertinentes à partir des contenus *onlines* (Yuan et White, 2012) et à les (ré)utiliser de façon plus adaptées en sortie de RI pour réaliser des tâches d'apprentissage de haut-niveaux (Wood et al., 2016). Par exemple, les utilisateurs avec des connaissances élevées sont plus rapides pour prendre des notes à partir du contenu *online*, en prennent moins et utilisent moins la stratégie de copier/coller que les utilisateurs avec des connaissances faibles (Moos & Azevedo, 2008 ; Trevors et al., 2014). Ces résultats rejoignent l'idée que durant l'apprentissage par la RI, les utilisateurs bénéficiant de connaissances dans le domaine inhibent, évaluent et traitent les informations en fonction de ce qui est pertinent pour la tâche.

En conséquence d'une gestion différente de leurs processus cognitifs et métacognitifs mise en place lors d'une activité de RI pour apprendre, les utilisateurs dont le niveau de connaissances antérieures du domaine varie au démarrage de la RI résolvent différemment les heuristiques navigationnelles et thématiques et n'obtiennent pas les mêmes résultats de recherche (lookup) et d'apprentissage en cours et en sortie d'activité. Ces différences notables sont discutées dans les sous-sections suivantes.

5.2.3. Effets des connaissances antérieures du domaine sur les heuristiques navigationnelle et thématique exploration-exploitation

5.2.3.1. *Exploration-Exploitation navigationnelle*

En ce qui concerne l'heuristique navigationnelle, les travaux empiriques sont globalement unanimes quant aux effets du niveau de connaissances antérieures du domaine et cela quel que soit le contexte de recherche (lookup vs. exploratoire et apprentissage), et en particulier lorsque les tâches sont complexes à réaliser (Monchaux et al., 2015). Pour résumer la tendance générale, les utilisateurs avec des connaissances élevées dans le domaine sont plus efficaces (i.e. plus de contenus traités en un minimum de temps et d'efforts) et plus efficaces (i.e. contenus traités de façon moins superficielle et plus approfondie menant à des résultats en sortie d'activité de meilleure qualité), que leurs homologues avec des connaissances faibles (i.e. moins de contenus traités en plus de temps et plus d'efforts, pour une compréhension plus superficielles et des résultats dégradés en sortie).

Au niveau de l'exploration des SERPs, les utilisateurs avec des connaissances élevées passent moins de temps à évaluer et à sélectionner les liens (Liu et al., 2011 ; Lu & Hsiao,

2017 ; Mao et al., 2018 ; Sanchiz, Chevalier et al., 2017 ; Yuan & White, 2012), tout en étant capables de comprendre les contenus des résultats naturels de façon plus approfondie et plus détaillée que leurs homologues avec peu ou pas de connaissances (Dinet et al., 2010 ; Brand-Gruwel et al., 2017 ; Liu et al., 2013, Sanchiz, Amadiou, Fu et al., 2019). A titre de comparaison, les utilisateurs avec des connaissances faibles sont plus lents pour sélectionner les liens et initier de nouvelles pistes de recherche à partir des SERPs (Collins-Thompson et al., 2016 ; Eickhoff et al., 2014 ; Lu & Hsiao, 2017 ; Mao et al., 2018 ; Roy et al., 2020 ; Yu et al., 2018 ; Yuan & White, 2012).

Des résultats analogues sont retrouvés au niveau de l'exploitation des documents : les utilisateurs avec des connaissances antérieures élevées dans le domaine, s'ils traitent de façon plus approfondi les contenus d'informations que leurs homologues avec des connaissances faibles (Duggan & Payne, 2008 ; Ihadjadene & Martins, 2004 ; Sanchiz, Amadiou, Fu et al., 2019), ils le font aussi de façon plus efficaces en passant moins de temps sur les documents (Bhattacharya & Gwizdka, 2018 ; Brand-Gruwel et al., 2017 ; Duggan & Payne, 2008 ; Hölsher & Strube, 2000 ; Kelly & Cool, 2002 ; Lu & Hsiao, 2017 ; Mao et al., 2018 ; Sanchiz, Lemarié et al., 2019).

Néanmoins, il existe un point de divergence au niveau du nombre de nouvelles pistes de recherche exploitées de façon approfondie par les utilisateurs dans les résultats rapportés dans la littérature. Certaines études montrent que les utilisateurs avec des connaissances élevées visitent un plus grand nombre de nouveaux/unique documents au cours d'une session de recherche que leurs homologues avec des connaissances faibles (Lei et al., 2013 ; Roy et al., 2020 ; White et al., 2008, 2009). A l'inverse, des résultats indiquent que lorsque les utilisateurs ont des connaissances antérieures du domaine élevé, ils accèdent à moins de nouveaux/unique documents que ceux avec des connaissances faibles (Duggan & Payne, 2008 ; Sanchiz, Chin et al., 2017 ; Wood et al., 2016). Nous discutons de la divergence de ces résultats dans la section dédiée aux limites et aux points d'intérêts de l'étude des connaissances antérieures dans le SAL.

5.2.3.2. Exploration-Exploitation thématique

Au niveau de l'heuristique thématique, les résultats se veulent plus divergents en fonction du contexte de recherche (lookup vs. exploratoire) dans lequel se trouvent les utilisateurs avec un niveau de connaissances antérieures du domaine différent. En conséquence, nous analysons dans un premier temps la résolution de l'heuristique thématique au niveau de la résolution de tâches complexes en lien avec le lookup puis au niveau des tâches exploratoires

et d'apprentissage. De plus, l'heuristique thématique s'observant à partir de matériaux sémantiques et verbaux (contenus des requêtes, des SERPs, des documents) et le modèle *DEEL* (Hardy et al., 2019) ne distinguant pas de façon claire le niveau de *variété* et le niveau de *spécificité* dans sa définition de l'heuristique thématique (cf. Chapitre 3), les deux aspects sont pris en considération dans notre analyse de la littérature.

- **Tâches complexes de lookup**

En ce qui concerne le volet *variété* (i.e. mesure dans laquelle les contenus sont sémantiquement proches ou éloignés), les utilisateurs avec des connaissances élevées tendent à poursuivre des objectifs d'apprentissage par exploration des contenus. Par exemple, ces derniers formulent plus de nouvelles requêtes et de nouveaux mots-clés (Allen, 1991 ; Hembrooke et al., 2005 ; Hölsher & Strube, 2000 ; Ihadjadene & Martins, 2004 ; Liu et al., 2016 ; Monchaux et al., 2015 ; Sanchiz, Chevalier et al., 2017 ; Sanchiz, Chin et al., 2017a) que leurs homologues avec de faibles connaissances qui surexploitent les termes des énoncés des tâches dans leurs requêtes (Hembrooke et al., 2005 ; Liu et al., 2016 ; Martin-Gomez et al., 20019 ; Sanchiz et al., 2017b), produisent peu de nouveaux mots-clés et ont tendance à effectuer des changements sémantiques mineurs d'une requête à l'autre (Martin-Gomez et al., 2019, Monchaux et al., 2015). Au niveau de la navigation intra-document, les utilisateurs avec des connaissances élevées dans le domaine effectuent une exploration thématique des contenus plus importante en cliquant consécutivement sur des liens inter-catégories les menant à des contenus sémantiques éloignés des précédents alors que les utilisateurs avec des connaissances faibles effectuent plus de clics intra-catégorie (Chin & Fu, 2010).

Du côté *spécificité*, le contenu des requêtes produites par les utilisateurs avec des connaissances élevées est plus spécifique au domaine (Freund & Toms, 2006 ; Hembrooke et al., 2005 ; Monchaux et al., 2015 ; Sanchiz, Chin et al., 2017 ; Shiri, 2005), par rapport à celui des utilisateurs avec peu de connaissances qui usent d'un vocabulaire plus général et moins spécifique au domaine pour construire leurs requêtes (Hölsher & Strube, 2000, Martin-Gomez et al., 2019, Wildemuth, 2004).

En résumé, lorsque les utilisateurs avec des connaissances élevées résolvent des tâches complexes de lookup, ils poursuivent des objectifs d'exploration en terme de diversité et d'exploitation en termes de spécificité alors que le contraire est observé pour les utilisateurs avec des connaissances faibles (i.e. objectifs d'exploitation en termes de diversité et d'exploration en termes de spécificité).

- **Tâches exploratoires et d'apprentissage**

Dans le cas des tâches exploratoires et d'apprentissage réalisées à travers l'activité de RI, les résultats obtenus dans la littérature mettent relativement en lien les divers aspects de l'exploration-exploitation thématique (i.e. *diversité* et *spécificité*, Hardy et al., 2019) en fonction du niveau de connaissances antérieures du domaine des utilisateurs.

Pour ce qui est du contenu des requêtes produites, les utilisateurs bénéficiant d'un niveau de connaissances élevées produisent des requêtes sémantiquement plus ciblées et moins variées (Chi et al., 2016 ; Lu et Hsiao, 2017 ; Vakkari, 2001ab ; Yamin et al., 2013) ainsi que plus spécifique au domaine de connaissances (Chi et al., 2016 ; Tamine & Chouquet, 2017 ; Vakkari, 2001ab ; Zhang & Liu, 2020). Au niveau de la lecture des documents, les utilisateurs avec des connaissances dans le domaine suivent des stratégies de lecture sémantiquement cohérente où les contenus hypertextes sont sémantiquement proches les uns des autres (Amadiou et al., 2015 ; Yuan & White, 2012). Ils sélectionnent et visitent également des documents plus ciblés et plus spécialisés à leur domaine de connaissances (Bhavnani, 2001 ; Lu & Hsiao, 2017 ; White et al., 2008, 2009 ; Yuan & White, 2012). En définitive, dans le cas de la résolution de tâches exploratoires et d'apprentissage, les utilisateurs qui ont des connaissances antérieures dans le domaine de la recherche pour apprendre, poursuivre des objectifs d'apprentissage par exploitation thématique comme soutenu dans DEEL (Hardy et al., 2019), tant au niveau de la *diversité* que de la *spécificité*.

En revanche, lorsque les utilisateurs ont des connaissances faibles dans le domaine de la tâche exploratoire ou d'apprentissage, l'heuristique thématique est inversée : ces derniers poursuivent davantage d'objectifs d'apprentissage par exploration thématique des contenus en produisant des requêtes, en visitant et en traitant des documents à la fois plus variées (différents sujets investigués ; Chin et al., 2016 ; Lu & Hsiao, 2017 ; Vakkari, 2001ab ; Yuan & White, 2012) et plus généraux (moins spécifique au domaine ; Chin et al., 2016 ; Vakkari, 2001ab ; Vakkari et al., 2003 ; Yamin et al., 2013).

En résumé, les utilisateurs avec des connaissances élevées au démarrage de la recherche ont moins de marge d'amélioration de leurs connaissances que leurs homologues avec des connaissances faibles et modifient donc de façon moins importante leur structure de connaissances en préférant s'engager dans de la spécification et dans une compréhension plus approfondie des connaissances qu'ils ont déjà (White et al., 2009). Au contraire, les utilisateurs avec des connaissances faibles peuvent utiliser la RI pour rattraper leur manque de

connaissances et se rapprocher de ceux ayant une structure élevée, en commençant dans un premier temps par poursuivre des objectifs d'apprentissage par exploration thématique (Wildemuth, 2004). A titre d'exemple pour imaginer nos propos, même si peu d'études SAL se sont intéressés à l'heure actuelle à l'effet des connaissances antérieures du domaine sur l'apprentissage au cours de la RI, Roy et al. (2020) ont tout de même montré que les utilisateurs avec des connaissances faibles acquièrent une plus grande quantité de connaissances factuelles en début de RI alors que ceux avec des connaissances élevées en acquièrent plus en fin de RI.

Dans la sous-section suivante, nous nous intéressons justement de façon plus ciblée aux effets des connaissances antérieures du domaine sur les résultats de recherche (lookup) et les résultats d'apprentissage obtenus en sortie de RI.

5.2.4. Effets des connaissances antérieures du domaine sur les résultats de recherche et les résultats d'apprentissage

Au niveau des tâches complexes en lien avec le contexte lookup, les preuves empiriques sont claires, nettes, précises et unanimes : les utilisateurs avec des connaissances élevées dans le domaine au-delà d'être plus rapides pour résoudre les tâches (Duggan & Payne, 2008 ; Monchaux et al., 2015 ; Martin-Gomez et al., 2019), obtiennent des scores de réussite et des taux de réponses correctes plus élevés que leurs homologues avec des connaissances faibles dans le domaine (Duggan & Payne, 2008 ; Ihadjadene & Martins, 2004 ; Kiseleva et al., 2015, Monchaux et al., 2015 ; Martin-Gomez et al., 2019 ; Park & Black, 2007).

En ce qui concerne les liens unissant le niveau de connaissances antérieures du domaine et les résultats d'apprentissage en sortie de RI, ces derniers sont plus complexes à interpréter et dépendent directement de la façon dont ils sont opérationnalisés, soit par : **1.** l'évaluation qualitative des contenus des productions écrites finales des participants ; **2.** l'évaluation quantitative du gain de connaissances entre le pré- et le post-RI (par le calcul d'un score ou par l'utilisation d'ANOVAs à mesures répétées ; cf. Simonsmeier et al., 2021 pour une revue méthodologique).

De notre point de vue, le premier type d'évaluation qualitative nous informe sur la mesure dans laquelle les utilisateurs sont en capacité de (ré)utiliser leurs connaissances (acquises pendant la RI et/ou antérieures à la RI) pour rédiger des productions écrites finales de qualité en sortie de RI et en fonction du niveau de complexité des tâches d'apprentissage (e.g., *Analyze, Evaluate, Create ...* Anderson & Krathwohl, 2001). Le second type d'évaluation

quantitative vise à déterminer dans quelles proportions, quantités, la structure de connaissances des utilisateurs s'est enrichie grâce à l'activité de RI.

Cette distinction est particulièrement importante dans le cadre de l'étude des effets des connaissances antérieures du domaine car comme nous l'avons souligné précédemment, si les utilisateurs avec des connaissances élevées sont globalement plus pertinents dans la (ré)utilisation des informations collectées pendant la RI en réalisant des productions de meilleure qualité en sortie (Mao et al., 2018 ; Willoughby et al., 2009 ; Wood et al., 2016), ils ont une marge d'amélioration de leur structure de connaissances moins importante que leurs homologues avec des connaissances faibles au cours de l'activité (White et al., 2009).

Par exemple, alors que les productions écrites en pré- et en post-RI générées par les utilisateurs avec des connaissances élevées sont globalement de meilleure qualité (e.g., connaissances à la fois plus variées et plus spécifiques et connaissances factuelles rapportées plus qualitatives, Wilson & Wilson, 2013), les gains de connaissances globaux sont moins importants que pour les utilisateurs avec des connaissances faibles (O'Brien et al., 2020 ; Wilson & Wilson, 2013), en particulier en ce qui concerne les connaissances factuelles (Yu et al., 2018).

Face à cela, le positionnement théorique de cette thèse est le suivant : **1.** Concernant les résultats d'apprentissage, l'intérêt se porte particulièrement sur la qualité au détriment de la quantité dans la mesure où notre objectif est de comprendre comment les heuristiques exploration-exploitation navigationnelles et thématiques mises en place par les utilisateurs au cours de la RI améliorent la qualité des connaissances factuelles et conceptuelles rapportées en sortie de RI et la production écrite finale générée en fonction du niveau de complexité des tâches exploratoire et d'apprentissage. **2.** Concernant l'étude de l'apprentissage au cours de la RI, nous l'opérationnalisons pour rappel, à travers l'heuristique des objectifs d'apprentissage thématique par exploration ou par exploitation des contenus thématiques.

5.2.5. Limites des travaux empiriques présentés sur les connaissances antérieures du domaine et points d'intérêts dans la présente thèse

Pour conclure cette sous-section, nous revenons sur ensemble de cinq limites ayant pu être relevées concernant l'étude des effets des connaissances antérieures et nous expliquons la mesure dans laquelle le présent travail de thèse y apporte des solutions.

5.2.5.1.Limites et points d'intérêts n°1 – Unique versus Nouveaux : quelles interprétations au niveau des connaissances antérieures du domaine ?

Comme cela fût stipulé précédemment, des résultats divergents émanent de la littérature concernant les effets des connaissances antérieures du domaine sur l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation, et plus précisément lorsqu'il s'agit d'opérationnaliser le nombre total de pistes de recherche nouvelles / uniques qui sont exploitées plus en profondeur par les utilisateurs.

Le point important à soulever ici pouvant contribuer à ces divergences et mener à certaines imprécisions au niveau de l'interprétation des résultats est le fait que les termes *uniques* et *nouveaux* ne traduisent pas toujours les mêmes mesures. Parfois, ces termes sont considérés comme synonymes et interchangeable. En revanche, il existe aussi une distinction plus claire : **1.** Les documents *uniques* se réfèrent aux documents visités par un participant au cours de sa session de recherche qu'aucun autre participant dans l'échantillon ciblé par l'étude n'a visité et **2.** Les documents *nouveaux* sont les documents visités par un participant au cours de sa session de recherche auxquels il n'avait pas accédé auparavant dans cette même session de recherche.

Le principal problème lié à cette différence fondamentale est que tous les travaux ne stipulent pas avec clarté à quoi se réfère précisément leurs indicateurs. Par exemple, certains résultats montrent que les utilisateurs avec des connaissances élevées dans le domaine visitent plus de documents *uniques* (e.g., Roy et al., 2020 ; White et al., 2008, 2009) mais moins de documents *nouveaux* (e.g., Wood et al., 2016) par rapport aux utilisateurs avec des connaissances faibles. Sur la base de la distinction évoquée, cela signifie d'un point de vue interprétatif que les utilisateurs avec des connaissances élevées exploitent des pistes de recherche plus spécifiques, inédite, *uniques* par rapport à l'ensemble de l'échantillon testé, mais qu'à l'échelle de leur propre session, ils exploitent moins de nouvelles pistes de recherche que leurs homologues sans connaissances.

Afin d'enlever toutes ambiguïtés dans la suite de ce document et en particulier lors de la présentation des travaux empiriques menés, nous avons sélectionné ***le nombre total (ou moyen) de nouveaux documents visités*** afin de déterminer le nombre total (ou moyen) de pistes de recherche que les utilisateurs ont exploitées au cours de leur session de recherche.

5.2.5.2.Limites et point d'intérêts n°2 – Processus Top-down versus Bottom-up dans l'exploration navigationnelle : quels effets sur l'évaluation des résultats naturels et de l'outil Autres questions posée (AQP) ?

Comme nous l'avons souligné, le niveau de connaissances antérieures du domaine des utilisateurs est susceptible de déterminer le sens d'activation de l'attention lors du traitement des contenus en ligne : **1. Top-down** (i.e. descendant où le traitement des contenus est guidé par les connaissances antérieures du domaine) et **2. Bottom-up** (i.e. ascendant où le traitement des contenus dépend des caractéristiques de l'interface). Si la grande majorité des études évaluant les effets des connaissances antérieures du domaine sur l'exploration navigationnelle focalise leurs analyses sur les résultats naturels, aucun travail empirique clair ne permet de déterminer les différences de traitement des résultats naturels par rapport à l'outil *Autres questions posées* de l'interface SERPs (cf. Chapitre 1 pour un rappel théorique). Le présent travail de thèse vise à éclaircir cette question en déterminant la mesure dans laquelle le niveau de connaissances antérieures du domaine impacte, à travers la mise en place de processus *Top-down* ou *Bottom-up*, le traitement des résultats naturels des SERPs et le traitement de l'outil *Autres questions posées*.

5.2.5.3.Limites et point d'intérêts n°3 – Etude de l'heuristique navigationnelle pour identifier les tâches en fonction des connaissances antérieures du domaine

De notre point de vue, cette section a confirmé la nécessité empirique d'établir des distinctions comportementales claires entre les tâches complexes en lien avec le contexte lookup (e.g., multicritères) et les tâches en lien avec le contexte exploratoire qui mènent à des apprentissages. En outre, si les tendances générales concernant les effets des connaissances antérieures sur l'heuristique navigationnelle semblent proches entre les deux tâches, nous ne disposons actuellement pas de résultats empiriques permettant de distinguer avec clarté les tâches complexes de lookup et les tâches exploratoires. Une distinction plus claire à ce niveau pourrait, pour rappel, soutenir des objectifs plus appliqués d'amélioration des systèmes d'informations actuels afin qu'ils soient en mesure de repérer un plus large panel de tâches complexes et d'adapter leur réponse en conséquence, à partir d'une localisation claire des schémas comportementaux des utilisateurs. Du côté de l'utilisateur, comprendre comment des individus dont le niveau de connaissances antérieures du domaine varie adaptent l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation en fonction des contextes de recherche et de la

complexité des tâches, permet de distinguer les difficultés rencontrées par rapport à des comportementaux plus efficaces.

5.2.5.4.Limites et points d'intérêts n°4 – Etude de l'heuristique thématique pour identifier les tâches en fonction des connaissances antérieures du domaine

Le même constat est aussi vrai concernant l'étude de l'heuristique thématique entre les tâches (lookup complexe et exploratoire) et en fonction du niveau de connaissances antérieures du domaine. Pour rappel, si pour le lookup complexe des différences apparaissent entre l'opérationnalisation de l'heuristique thématique en termes de *variété* et de *spécificité* et en fonction des connaissances antérieures, les liens entre ces deux aspects sont plus homogènes dans le contexte exploratoire :

- **Lookup complexe**
 - o Objectifs d'apprentissage par exploration (plus de variété) et par exploitation (plus de spécificité) lorsque les connaissances sont élevées
 - o Objectifs d'apprentissage par exploitation (moins de variété) et par exploration (moins de spécificité) lorsque les connaissances sont faibles
- **Exploratoire**
 - o Objectifs d'apprentissage par exploitation (moins de variété et plus de spécificité) lorsque les connaissances sont élevées
 - o Objectifs d'apprentissage par exploration (plus de variété et moins de spécificité) lorsque les connaissances sont faibles

Néanmoins, nous ne disposons pas de données permettant d'établir des distinctions claires entre les deux tâches et en fonction des connaissances antérieures du domaine qui pourraient également permettre d'établir des tendances comportementales permettant au système de distinguer les tâches réalisées et d'adapter les résultats fournis en fonction des besoins réels des utilisateurs (i.e. subjectivité des résultats ; Athukorala et al., 2014).

5.2.5.5.Limites et points d'intérêts n°5 – Les connaissances antérieures du domaine et la qualité des apprentissages factuels, conceptuels et créatifs

Si nous avons précédemment indiqué que nous nous focalisons sur l'évaluation de la qualité de l'apprentissage par rapport à la quantité, nous devons ici souligner le fait que les effets des connaissances antérieures du domaine des utilisateurs ont été globalement très peu

étudiés dans le cadre précis du SAL. Dans cette mesure, le seul type d'apprentissage par la RI sur lequel des preuves empiriques claires existent est l'apprentissage factuelle où pour rappel, les utilisateurs avec des connaissances élevées rapportent des connaissances factuelles de meilleure qualité dans leurs productions écrites finales (Wilson & Wilson, 2013) et en acquièrent une plus grande quantité en fin de session de recherche (Roy et al., 2020) par rapport à leurs homologues avec peu de connaissances.

Afin de contribuer à combler le manque de résultats quant aux effets des connaissances antérieures du domaine sur la qualité des résultats d'apprentissages en sortie de RI, le présent travail de thèse investigate particulièrement la dimension des connaissances (factuelles et conceptuelles) ainsi que la dimension de l'activité d'apprentissage *Create* (Anderson & Krathwohl, 2001). En particulier, nous soutenons que parce qu'ils ont plus de facilité à développer une compréhension approfondie des contenus (Bhattacharya & Gwizdka, 2018 ; Moos & Azevedo, 2008 ; White et al., 2009 ; Willoughby et al., 2009) et disposent de plus d'espace en MDT pour réaliser un ensemble de sous-tâches plus efficacement (Wood et al., 2016), les effets des connaissances antérieures devraient avoir des effets sur la qualité de l'apprentissage factuel, conceptuel et créatif en sortie de RI.

5.2.6. Les connaissances antérieures du domaine : conclusion

En conclusion, le niveau de connaissances antérieures du domaine est une ressource individuelle centrale dans l'apprentissage par la recherche qui permet de répondre efficacement aux exigences des tâches réalisées, de faciliter la mise en place de plusieurs processus cognitifs et métacognitifs et d'améliorer la résolution des heuristiques navigationnelles et thématiques ainsi que les résultats de recherche et d'apprentissage. Néanmoins, de nombreuses questions restent en suspens et sont ainsi investiguées dans cette thèse. La dernière sous-section du Chapitre 5 est dédiée au résumé de ces dernières au-regard de l'ensemble des éléments théoriques présentés.

5.3. Synthèse du Chapitre 5 : les points clés à retenir

Le Chapitre 5 a concentré son contenu sur la description théorique et sur la présentation empirique des effets des caractéristiques des tâches et du niveau de connaissances antérieures des utilisateurs dans le cadre du SAL. Alors que les caractéristiques des tâches (i.e. contextes de recherche, complexité objective) déterminent les exigences cognitives que va demander l'activité de RI, l'apprentissage et l'apprentissage par la RI, les connaissances antérieures du

domaines (i.e. faibles vs. élevées) permettent de déterminer la mesure dans laquelle les utilisateurs vont pouvoir faire face aux exigences des tâches. En particulier, plusieurs points clés sont à retenir :

(1) La modélisation des tâches complexes à partir du comportement des utilisateurs

est un objectif fondamental central afin de pouvoir envisager plusieurs axes d'amélioration des systèmes d'informations du futur. Dans cette optique, nous visons une meilleure description de trois tâches complexes à travers les comportements utilisateurs opérationnalisés via PS-DEEL : **1.** La tâche de lookup complexe (format multicritères, Bell & Ruthven, 2004), **2.** La tâche exploratoire (apprentissage réceptif et critique, Lee et al., 2015), **3.** La tâche d'apprentissage créatif (Kelly et al., 2015 ; Lee et al., 2015 ; Rieh et al., 2016).

(2) La description du comportement des utilisateurs en fonction de leur niveau de connaissances antérieures du domaine

considérée comme une variable d'intérêt centrale pour **1.** Identifier la résolution efficace des heuristiques navigationnelle et thématique en fonction des tâches (i.e. connaissances élevées), **2.** Identifier les difficultés rencontrées par les utilisateurs avec des connaissances plus faibles lors d'une résolution moins efficace des heuristiques, **3.** Identifier les besoins d'aides et de supports spécifiques que devraient apporter les systèmes de recherche du futurs dans une optique de prise en considération du niveau de connaissances antérieures de départ lors d'une activité d'apprentissage dédiée à la RI.

Dans ce chapitre, plusieurs limites ont été mises en lumière tant du côté de l'étude des caractéristiques des tâches que du côté de l'étude des connaissances antérieures du domaine et sont traitées dans les travaux empiriques réalisés tels que :

- **Au niveau des caractéristiques des tâches**

Une vision réductrice et non-inclusive de la dichotomie *Lookup-Exploratoire* où le lookup est défini comme menant à des tâches simples et l'exploratoire à des tâches complexes. Le présent travail vise la description de distinctions comportementales plus claires entre des tâches de lookup complexe (i.e. multicritères) et des tâches exploratoires.

Une évaluation des scores de recherche binaire des tâches lookup ne permettant de déterminer l'ensemble des difficultés face auxquelles peuvent être confrontées les utilisateurs lors de la résolution de tâches multicritères complexes. Dans les travaux empiriques présentés, la

méthode d'évaluation binaire est modifiée vers une méthode d'évaluation prenant en considération l'ensemble des critères formulés dans les énoncés des tâches.

Un manque de résultats empiriques dans la différenciation des tâches exploratoires menant à des apprentissages réceptifs et critiques et des tâches créatives de haut-niveaux d'apprentissage. Cette objectif est particulièrement investigué au travers des études expérimentales 3 et 4.

- **Au niveau des connaissances antérieures du domaine des utilisateurs**

Une meilleure description de l'exploration navigationnelle qui jusqu'à présent s'établie en grande partie sur l'évaluation et la sélection des résultats naturels sans prise en considération des différences de traitement de l'outil *Autres questions posées*. En particulier, l'étude expérimentale n°2 postule que les processus *top-down* et *bottom-up* peuvent avoir des effets sur le traitement des contenus de l'interface SERPs.

Plusieurs manques dans les travaux antérieurs concernant les interactions entre les caractéristiques des tâches et le niveau de connaissances antérieures des utilisateurs sur les heuristiques exploration-exploitation. A travers les études empiriques 1 à 4, le présent travail de thèse vise un ensemble d'apports fondamentaux à ce niveau.

Peu de résultats également du côté des effets des connaissances antérieures dans le SAL, et particulièrement au niveau de la qualité des résultats d'apprentissage en sortie de RI. La présente thèse investigate l'apprentissage factuel, conceptuel et créatif et les effets des connaissances antérieures du domaine sur la qualité de ces différents niveaux d'apprentissage.

6. Chapitre 6 – Problématique, objectifs et hypothèses générales de la thèse

Le contenu du Chapitre 6 est dédié à la présentation de la problématique de la thèse au regard des éléments théoriques présentés tout au long des chapitres de cette partie (§6.1) et de la mise en avant des objectifs généraux et des hypothèses générales (§6.2) investiguées dans les travaux empiriques présentés dans la Partie 2 de ce document (Chapitres 7 à 11).

6.1. Problématique

Alors que les interactions humains-SRIs sont loin d'être optimales lorsque les utilisateurs sont dans une situation d'apprentissage par le recherche (SAL), il est nécessaire de comprendre et de décrire : **1.** Les comportements de recherche et d'apprentissage efficaces que les utilisateurs mettent en œuvre pour réussir leurs tâches complexes et **2.** Les difficultés que ces derniers peuvent rencontrer.

Pour rappel, les enjeux sociétaux et éducatifs tendent à l'amélioration significative de l'apprentissage des utilisateurs lorsqu'ils s'engagent dans de la RI pour acquérir des connaissances et/ou pour comprendre de façon approfondie des contenus, à l'heure où les moteurs de recherche et les documents hypertextes sont les supports d'apprentissage par excellence au XXI^{ème} siècle. L'enjeu appliqué qui en découle vise l'amélioration des SRIs actuels en développant des algorithmes capables d'identifier les tâches que les utilisateurs réalisent et de proposer en conséquence des résultats plus adaptés à leurs besoins et à leur profil (Athukorala et al., 2014 ; Athukorala et al., 2016).

Ainsi, cette thèse fait appel aux domaines de la psychologie cognitive ergonomique (composante majeure du travail) et de l'informatique (composante mineure) pour positionner son cadre d'étude qui se focalise sur la description du raisonnement par heuristique en tant que stratégies cognitives intuitives du fonctionnement cognitif humain (Raab & Gigerenzer, 2015). Comme conséquence plus appliquée de ce positionnement, nous soutenons qu'une meilleure compréhension du raisonnement par heuristique offre un cadre d'amélioration des SRIs plus adapté au fonctionnement écologique et naturel des utilisateurs (Gigerenzer et al., 2011).

En particulier, parce que cette thèse poursuit l'objectif d'établir des relations étroites entre la RI et l'apprentissage (objectif premier du courant SAL), nous étudions l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation en tant que stratégie cognitive de RI (Sanchiz et al., 2020) et l'heuristique thématique exploration-exploitation en tant que stratégie cognitive d'apprentissage (Hardy et al., 2019). Les chapitres 1 à 4 ont permis de proposer un cadre de

modélisation de l'interaction de ces deux heuristiques lors d'une activité de RI dédiée à l'apprentissage. L'intégralité des hypothèses générales formulées dans ce chapitre et leur mise à l'épreuve par les études empiriques décrites dans la **Partie 2** de cette thèse reposent sur ce modèle cognitif de l'apprentissage par la RI (PS-DEEL).

Au-delà de l'étude des effets des deux heuristiques sur les résultats de recherche et d'apprentissage, nous prenons également en considération deux variables d'étude centrales : **1.** Les caractéristiques des tâches (contexte de recherche et complexité) en tant que variable contextuelle impactant les heuristiques exploration-exploitation et **2.** Les connaissances antérieures du domaine des utilisateurs en tant que variable relative aux ressources individuelles ayant des effets sur les heuristiques et les résultats en sortie de RI (i.e. score de recherche, qualité de l'apprentissage factuel, conceptuel, créatif). *In fine*, le présent travail de thèse investit deux objectifs de recherche fondamentaux dont chacun conduit à l'élaboration de différentes hypothèses générales testées au travers des quatre travaux empiriques menés et du modèle *PS-DEEL* (cf. Figure 5 pour une représentation graphique des effets attendus des différents facteurs sur les heuristiques exploration-exploitation navigationnelle et thématique).

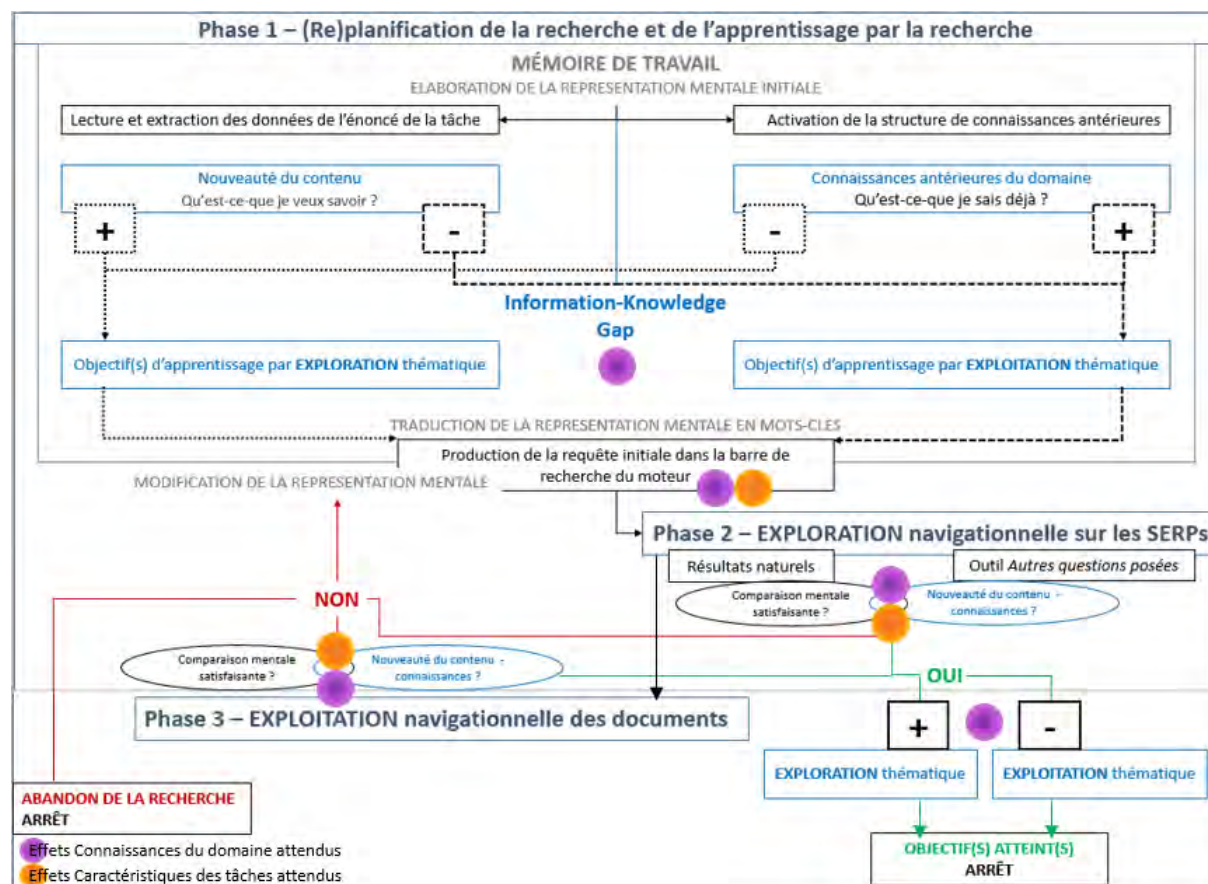


Figure 5 : Représentation graphique des effets supposés des différents facteurs investigués dans les études 1 à 4 (i.e. caractéristiques des tâches (contextes de recherche, complexité de

l'apprentissage ; niveau de connaissances antérieures du domaine) sur les heuristiques exploration-exploitation (Hardy et al., 2019 ; Sanchiz et al., 2020)

6.2. Objectifs et hypothèses générales

Objectif 1 : Déterminer les effets des caractéristiques des tâches (i.e. contextes de recherche et complexité) sur les heuristiques exploration-exploitation (navigationnelle et thématique)

La première caractéristique des tâches prise en considération est le contexte de recherche (lookup vs. exploratoire). Alors que la dichotomie *lookup-exploratoire* tend d'un point de vue théorique à considérer le lookup comme conduisant à la résolution de tâches cognitivement peu exigeantes (tâches simples) et l'exploratoire à des tâches complexes (Marchionini, 2006 ; White & Roth, 2009 ; White, 2016), peu de travaux antérieurs ont cherché à distinguer les comportements des utilisateurs en établissant une distinction entre des tâches de lookup complexe et des tâches exploratoires. Pourtant, la littérature antérieure montre que certaines tâches de lookup complexe (e.g. tâches de recherche par multicritères) impliquent une compréhension approfondie des contenus en exploitant des documents, une navigation étendue sur les SERPs (i.e. exploration) et des erreurs de recherche pouvant être élevées en sortie de RI (Chevalier & Tricot, 2009 ; Martin-Gomez et al., 2019 ; Sanchiz et al., 2017b), justifiant la nécessité d'améliorer aussi les algorithmes de recherche pour la résolution de tâches de lookup complexes. Dans les études expérimentales 1 et 2, nous nous sommes attachés à décrire la façon dont les utilisateurs résolvaient les heuristiques thématiques et navigationnelles en fonction de la distinction *contexte lookup complexe vs. contexte exploratoire*¹⁵. Plus précisément, nous formulons les hypothèses suivantes :

H1. Les tâches multicritères associées au contexte de lookup complexe devraient mener les utilisateurs à davantage d'exploration navigationnelle (i.e. plus de temps sur les SERPs et plus de clics) et à davantage d'exploitation thématique des contenus (i.e. requêtes plus ciblées, moins variées et plus spécifiques) que les tâches associées au contexte exploratoire. A l'inverse, les tâches exploratoires devraient mener les utilisateurs à davantage d'exploitation navigationnelle (i.e. plus de temps sur les documents et plus de clics) et à davantage d'exploration thématique

¹⁵ Rappel : le lookup mène l'utilisateur à poursuivre des objectifs ciblés visant la localisation d'une réponse fermée sur les SERPs et/ou les documents sans modification majeure de la représentation mentale initiale au cours de la RI. En revanche, le contexte exploratoire, visant l'acquisition de connaissances sur un sujet, conduit à des objectifs évolutifs, à des réponses ouvertes avec des modifications majeures dans la représentation mentale initiale au cours de la RI (Athukorala et al., 2015, 2016 ; Mao et al., 2018 ; Palagi et al., 2017).

des contenus (i.e. requêtes moins spécifiques mais plus variées) que les tâches de lookup complexes multicritères.

La deuxième caractéristique des tâches investiguée dans les travaux empiriques est la complexité de l'apprentissage auquel les tâches à réaliser pendant la RI conduisent. Nous nous concentrons sur la comparaison entre l'apprentissage réceptif-critique (niveaux faibles et intermédiaires) porté par la tâche exploratoire (i.e. en apprendre davantage sur un sujet) et l'apprentissage créatif de haut niveau impliquant pour les utilisateurs de produire un nouvel ensemble d'informations original et cohérent en sortie de RI à partir des connaissances acquises pendant la RI et/ou à partir des connaissances antérieures (Anderson & Krathwohl, 2001 ; Jansen, Booth, & Smith, 2009 ; Kelly et al., 2015 ; Rieh et al., 2016 ; Palani et al., 2021).

Comme indiqué à plusieurs reprises au cours des [chapitres 2 et 5](#), si les tâches d'apprentissage réceptives et critiques ont été largement investiguées et comparées à travers les études en SAL, beaucoup d'études mettent de côté le niveau créatif ou l'étudie seul sans le comparer systématiquement aux apprentissages de niveaux inférieurs. Pourtant, comme le soulignent Wildemuth et al., (2018), les systèmes de recherche SAL doivent pouvoir soutenir la recherche créative et la distinguer clairement des recherches plus réceptives et critiques. Si des preuves empiriques existent néanmoins quant aux différences comportementales en lien avec l'heuristique navigationnelle où globalement, plus le niveau de la tâche d'apprentissage augmente, plus les utilisateurs s'engagent dans des efforts de recherche conséquents sur les SERPs et les documents (Jansen, Booth, & Smith, 2009 ; Kelly et al., 2015 ; Urgo et al., 2020 ; Wildemuth et al., 2018 ; Wu et al., 2012), on ne connaît pas avec précision comment est résolue l'heuristique thématique en fonction de la complexité des tâches d'apprentissage. Les études expérimentales 3 et 4 ont visé l'apport de premiers résultats concernant cette limite. En particulier nous formulons l'hypothèse suivante :

H2. Les tâches créatives devraient mener à une exploration-exploitation navigationnelle et thématique plus importantes que les tâches exploratoires, où les utilisateurs devraient passer plus de temps sur les SERPs et les documents, tout en formulant des requêtes et en prenant des notes couvrant des sujets plus diversifiés et plus en profondeur.

Objectif 2 : Déterminer les effets des connaissances antérieures du domaine sur les heuristiques exploration-exploitation (navigationnelle et thématique) et sur les résultats de la RI (i.e. score de recherche et qualité de l'apprentissage)

Au niveau de l'heuristique navigationnelle, les travaux antérieurs réalisés dans le cadre de l'étude des connaissances antérieures du domaine sur la résolution de tâches de lookup complexes et de tâches exploratoires s'accordent sur le fait que les utilisateurs bénéficiant de connaissances élevées sont à la fois plus efficaces (i.e. rapidité) et plus efficaces (i.e. plus de contenus traités et plus pertinents pour la tâche) que les utilisateurs avec des connaissances faibles (Bhattacharya & Gwizdka, 2018 ; Brand-Gruwel et al., 2017 ; Duggan & Payne, 2008 ; Hölsher & Strube, 2000 ; Kelly & Cool, 2002 ; Liu et al., 2011 ; Lu & Hsiao, 2017 ; Mao et al., 2018 ; Sanchiz et al., 2017b ; Sanchiz et al., 2019c ; Yuan & White, 2012). Si ces résultats sont solides d'un point de vue empirique, les études expérimentales conduites dans cette thèse visent à préciser : **1.** La mesure dans laquelle l'heuristique navigationnelle prédit les résultats de recherche et d'apprentissage factuel des utilisateurs en fonction de leur niveau de connaissances (étude 1), **2.** La mesure dans laquelle l'outil *AQPs* de l'interface *SERPs* est traité par les utilisateurs lors de l'exploration navigationnelle en fonction de leur niveau de connaissances (étude 2), **3.** La mesure dans laquelle les résultats antérieurs sont observables dans le cadre de la réalisation d'une tâche créative (étude 4).

Au niveau de l'heuristique thématique, le modèle *DEEL* postule que les utilisateurs avec des connaissances élevées poursuivent des objectifs d'apprentissage par exploitation thématique alors que ceux avec des connaissances faibles s'engagent dans l'atteinte d'objectifs d'apprentissage par exploration thématique des contenus (Hardy et al., 2019). Si quelques études empiriques soutiennent cette tendance (Chi et al., 2016 ; Lu et Hsiao, 2017 ; Vakkari, 2001ab ; Vakkari et al., 2003 ; Yamin et al., 2013) et indiquent même qu'il s'agit d'une résolution adaptée de l'heuristique thématique que les *SRI*s devraient rendre plus transparente (Athukorala et al., 2014, 2016), il n'existe à notre connaissance aucun travaux testant directement ces postulats à travers un modèle cognitif clair. En particulier, aucune recherche antérieure ne permet de déterminer avec précision comment les connaissances antérieures du domaine impactent la planification (i.e. avant la *RI*) et la (re)planification (i.e. pendant la *RI*) des objectifs d'apprentissage par exploration-exploitation des contenus thématiques (étude 3). De plus, l'heuristique thématique exploration-exploitation étant définie à travers différents aspects (e.g. niveau de *diversité*, niveau de *spécificité*) connus pour être impactés de façon différente par les connaissances antérieures du domaine (cf. Chapitre 5), la question mérite d'être davantage investiguée. En résumé, nous nous attachons à étudier et à décrire les effets des connaissances antérieures du domaine sur l'heuristique thématique au niveau : des requêtes

(études 1 et 3), des productions écrites finales (étude 2) et des prises de notes générées pendant la RI (étude 4).

Au niveau de la qualité des résultats en sortie de RI, les travaux antérieurs concernant les tâches de lookup complexes montrent que les utilisateurs avec des connaissances élevées obtiennent des scores de recherche plus importants en sortie de RI (Duggan & Payne, 2008 ; Ihadjadene & Martins, 2004 ; Kiseleva et al., 2015, Monchaux et al., 2015 ; Martin-Gomez et al., 2019 ; Park & Black, 2007). Dans les études 1 et 2, nous nous focalisons particulièrement sur les tâches multicritères connues pour mener à des bais de confirmation importants (Chevalier & Tricot, 2009). Pour ce qui est des résultats d'apprentissage, si les utilisateurs avec des connaissances élevées produisent généralement des résultats de meilleure qualité que leurs homologues sans/peu de connaissances, ils ont des gains d'apprentissage globalement moins importants dans la mesure où leur marge d'amélioration est moins étendue entre le pré- et le post-RI. Dans nos travaux, nous nous sommes focalisés sur les effets des connaissances antérieures du domaine sur trois niveaux d'apprentissage distincts en post-RI : 1. Qualité des connaissances factuelles (étude 1), 2. Qualité des connaissances conceptuelles (étude 4) et 3. Qualité de l'apprentissage créatif (étude 4). En particulier, on ne sait pas si la tendance générale observée (i.e. les utilisateurs avec des connaissances élevées produisent des résultats d'apprentissage de meilleure qualité) est maintenue sur tous les niveaux d'apprentissage (i.e. du niveau factuel le plus faible au niveau créatif le plus élevé). Ainsi, nous formulons l'hypothèse suivante :

H3 : Les utilisateurs avec des connaissances élevées dans le domaine par rapport aux utilisateurs avec des connaissances faibles devraient être plus efficaces et efficients dans la résolution de l'heuristique navigationnelle (i.e. moins de temps passé sur les SERPs (résultats naturels et outil AQP), sur les documents mais plus de clics et de contenus visités), davantage poursuivre des objectifs d'apprentissage par exploitation thématique des contenus (e.g. requêtes formulées, contenus des réponses écrites et des prises de notes plus ciblées et spécifiques) et obtenir des résultats en sortie de RI de meilleure qualité (i.e. score de recherche plus élevé, qualité de l'apprentissage factuel, conceptuel et créatif plus élevé).

Partie 2 – Travaux empiriques

La deuxième partie de ce document dédie son contenu à la présentation exhaustive des travaux empiriques réalisés durant la thèse afin de tester l'ensemble des hypothèses formulées. Il est important de noter que deux terminologies sont retenues pour décrire les **travaux empiriques**. En effet, nous distinguons **les recueils de données** réalisés à travers la méthodologie expérimentale générale qui est décrite dans le **Chapitre 7** et **les études expérimentales** mises en avant dans le **Chapitre 8** (étude 1), le **Chapitre 9** (étude 2), le **Chapitre 10** (étude 3) et le **Chapitre 11** (étude 4). Par exemple, le recueil de données n°1 () se réfère à une étude utilisateur spécifique qui a permis l'obtention d'un jeu de données entièrement publié dans Dosso et al. (2021), mais dont seulement une partie a été utilisée pour le test des hypothèses de l'étude expérimentale 1 présentée dans le **Chapitre 8**. Le **Tableau 6** offre une synthèse des liens unissant les différents recueils de données, les différentes études expérimentales et les autres travaux scientifiques conduits (communications scientifiques, publications...). Pour une description plus exhaustive, le(s) lecteur(s) peuvent se référer à l'**Annexe D**.

Recueils de données	Chapitres de thèse	Autres travaux scientifiques
 Recueil n°1	Chapitre 8 – Etude expérimentale 1 Une partie du recueil de données n°1	Posters, actes publiés, communication longue et courte, <i>ressource paper</i> , article dans revues indexées Une partie ou l'intégralité du recueil de données n°1
 Recueil n°2	Chapitre 9 – Etude expérimentale 2 Intégralité du recueil de données n°2	<i>En cours de publication</i> Une partie ou l'intégralité du recueil de données n°2
 Recueil n° 3 +  Recueil n°4	Chapitre 10 – Etude expérimentale 3 Intégralité du recueil n°3 + une petite partie du recueil n°4	<i>En cours de publication</i> Intégralité du recueil n°3 + une petite partie du recueil n°4
 Recueil n°4	Chapitre 11 – Etude expérimentale 4 Intégralité du recueil de données n°4	<i>En cours de publication</i> Intégralité du recueil de données n°4

Tableau 6 : Tableau de synthèse des études expérimentales présentées dans les chapitres 8 à 10 relatifs aux travaux empiriques et aux autres travaux scientifiques réalisés dans le cadre de la thèse et en fonction de l'utilisation des différents recueils de données

En résumé, le **Chapitre 7** intègre la présentation générale : 1. Des principales variables indépendantes investiguées (i.e. connaissances antérieures du domaine et caractéristiques des tâches) ; 2. Des techniques expérimentales employées pour obtenir les jeux de données utilisés ; 3. Des variables dépendantes extraites à partir de ces données.

En particulier, les travaux empiriques de cette thèse analysent des mesures issues d'une grande diversité de données en s'inscrivant dans la démarche expérimentale en psychologie

ergonomique visant une description plus complète des situations d'interactions humain-système au regard des modèles théoriques invoqués (Chevalier & Tricot, 2008), et fortement recommandée dans l'étude de l'apprentissage (Jamet, 2006), ainsi que dans le cadre du SAL (Urgo & Arguello, 2022a).

Plus précisément, afin d'étudier les effets des connaissances antérieures du domaine et des caractéristiques des tâches (i.e. contexte de recherche, complexité) sur les heuristiques navigationnelle et thématique exploration-exploitation ainsi que sur les performances en sortie de RI (i.e. score de recherche et résultats d'apprentissage), le présent travail de thèse a extrait et analysé trois grandes catégories de données :

1. **Des données on-line** permettant l'extraction d'indicateurs en lien avec le compromis navigationnel exploration-exploitation (fichiers de journaux de recherche permettant l'analyse des traces de l'activité réelle de l'utilisateur sur les SERPs et les documents, les mouvements oculaires lors du traitement des différents contenus *online*).
2. **Des données annotées** à partir de matériels verbaux et sémantiques issues des sessions de recherche (i.e. requêtes formulées, mots-clés produits, prises de notes) et avant (pré-RI) ou après (post-RI) les sessions de recherche (i.e. le contenu écrit des rappels libres des connaissances concernant le(s) concept(s), sujet(s) des tâches, le contenu écrit des réponses fermées ou ouvertes finales produites par les participants), permettant l'extraction d'indicateurs en lien avec le compromis thématique exploration-exploitation ou en lien avec les scores de recherche et les résultats d'apprentissage.
3. **Des données off-line** issues des différents questionnaires soumis aux participants et permettant le recueil et l'analyse de données plus subjectives (e.g. échelle de difficulté attendue/perçue, sentiment d'auto-efficacité en RI, évaluations du niveau de connaissances antérieures du domaine des participants ...).

Concernant la description des variables dépendantes mesurées à partir de ces différentes données, si le **Chapitre 7** offre une vue d'ensemble des VDs en liens avec les données *on-line* et *off-line*, il se concentre particulièrement sur la présentation exhaustive des grilles d'annotations utilisées pour le codage des requêtes et des productions écrites des utilisateurs. Les variables dépendantes en lien avec les données *onlines* et *offlines* ainsi que les éventuelles variables indépendantes secondaires construites *a posteriori* en fonction des besoins de chaque étude sont davantage développées dans les chapitres correspondants (8 à 11). Etant donné l'étendue du travail d'annotation effectué et la variété des grilles développées au cours des

études, le choix de présenter les variables dépendantes issues des données annotées en amont des chapitres 8 à 11 vise un allègement de la lecture et une plus grande clarté de ces derniers.

Les chapitres 8 à 11 sont quant à eux subdivisés en sept sous-sections : **1.** Le rappel de la problématique générale et des objectifs de recherche liés à l'étude ; **2.** La description des participants ; **3.** Le rappel du matériel expérimental employé et des énoncés des tâches utilisées ; **4.** La présentation du design expérimental ainsi que des hypothèses opérationnelles testées ; **5.** Les résultats obtenus au travers des différentes analyses statistiques inférentielles (i.e. en intégralité réalisées *via* le logiciel Jamovi 2.3, 2022) ; **6.** La discussion et les interprétations des résultats obtenus et **7.** Les limites relevées et les liens avec l'étude suivante (i.e. conclusion intermédiaire inter-études).

7. Chapitre 7 – Méthodologie générale

7.1. Principales variables indépendantes investiguées

7.1.1. VII – Les connaissances antérieures du domaine (faibles vs. élevées)

Dans chacune des quatre études expérimentales, le niveau de connaissances antérieures du domaine des participants a été manipulé comme variable indépendante principale telle que :

- **Etude expérimentale n°1** : le niveau de connaissances antérieures du domaine a été étudié en intra-sujet. Les domaines de connaissances sélectionnés pour cette étude étaient la *psychologie et ergonomie cognitives* et *l'informatique*. Suivant la procédure de Mao et al. (2018), les participants effectuaient des recherches à la fois *dans leur domaine de connaissances* et *en dehors de leur domaine de connaissances*.
- **Etudes expérimentales n°2, n°3 et n°4** : le niveau de connaissances antérieures du domaine a été étudié en inter-sujet suivant deux modalités :
 - *Un groupe avec des connaissances élevées* en psychologie (étude 2), en psychologie et ergonomie cognitives (étude 3 et étude 4)
 - *Un groupe avec des connaissances faibles* en psychologie (étude 2), en psychologie et ergonomie cognitives (étude 3 et étude 4)

Le recrutement des participants incluait plusieurs critères d'inclusions et d'exclusions afin d'établir une première étape de contrôle du niveau de connaissances antérieures dans les différents domaines ciblés par les études conduites, mais aussi pour contrôler d'autres variables

connues pour leurs effets sur l'activité de RI pouvant parasiter les effets des connaissances antérieures du domaine.

- **Critères d'inclusions**

- *Niveau d'étude des participants*

Pour les quatre études expérimentales, les niveaux d'études étaient sélectionnés de sorte à ce que les participants, quel que soit leur domaine d'étude et leur niveau de connaissances antérieures dans le domaine principal investigué, soient globalement au même niveau en termes de parcours universitaire. En effet, l'offre de formation universitaire intègre des cours sur la recherche d'informations et plus spécifiquement sur la recherche documentaire. En conséquence, le niveau d'étude des individus est une variable fortement liée à celles du niveau de connaissances et de compétences en RI (Catalano, 2013), elles-mêmes connues pour leurs effets sur l'activité de RI indépendamment du niveau de connaissances antérieures du domaine (Hsieh-Yee, 1993 ; Smith, 2015 ; Tabatabai & Shore, 2005).

En fonction des différents recueils de données réalisés, les niveaux d'études des participants allaient de la 3^{ème} année de licence au doctorat, nous permettant une première étape de contrôle du niveau de connaissances antérieures du domaine avec 3^{ème} année de licence (connaissances intermédiaires), Master 1 (connaissances élevées), Master 2 (connaissances très élevées), Doctorat (connaissances très élevées et avancées). Les études expérimentales n°1, 3 et 4 se sont focalisées sur les niveaux Master 1, Master 2 et Doctorat alors que l'étude expérimentale n°2 n'intégrait que des étudiants de Licence 3.

- *Statut des participants*

La principale population ciblée dans ces travaux était des étudiants en cours de formation universitaire. Cependant, les jeunes diplômés (i.e. dernier diplôme obtenu au cours de la dernière année écoulée et jusqu'à trois ans) et les diplômés (i.e. dernier diplôme obtenu il y a plus de 3 ans) ont également pu intégrer les échantillons expérimentaux dès lors qu'ils étaient en mesure de justifier leur niveau d'étude (i.e. entre le M1 et le doctorat). Seule l'étude expérimentale n°2 n'incluait que des étudiants universitaires inscrits en L3.

- **Critères d'exclusions**

- *Age et vieillissement cognitif normal*

Plusieurs travaux ont mis en évidence les effets du vieillissement cognitif normal des individus sur l'activité de RI (Dommes et al., 2011 ; Sanchiz, Chevalier et al., 2017), notamment dû au déclin de certaines habiletés fluides centrales dans cette activité (i.e.

inhibition, flexibilité cognitive, processus de mise à jour et de maintien des informations en mémoire de travail ...). En conséquence, les participants sélectionnés dans les quatre recueils de données ne devaient pas excéder les quarante ans. Il est important de noter que cet âge ne traduit pas un déclin cognitif avéré lié au vieillissement normal, mais fût sélectionné de façon arbitraire en prévision du contrôle de cette variable, mais aussi car la moyenne d'âge des étudiants entre la L3 et le doctorat n'excède généralement pas les quarante ans.

o *Langue maternelle, bilinguisme et troubles du langage diagnostiqués par un professionnel de santé*

Comme cela a été souligné dans les éléments théoriques présentés, les connaissances antérieures du domaine sont fortement liées aux compétences de vocabulaire (Barsky & Bar-Ilan, 2012 ; Dommes et al., 2011) et aux habiletés de lecture (White et al., 2009) qui permettent aux utilisateurs de (re)formuler leurs requêtes et de traiter de façon plus efficace les contenus en ligne. Dans cette mesure, le contrôle du niveau de langue et d'éventuels troubles du langage pouvant impacter les compétences de vocabulaire et les habiletés de lecture était nécessaire. Puisque l'intégralité des quatre recueils de données a été réalisée sur le territoire Français et que les énoncés des tâches étaient rédigés en français, les participants devaient soit être de langue maternelle française, soit justifier d'un niveau bilingue en français. Également, ils ne devaient pas avoir été officiellement diagnostiqués comme ayant un trouble du langage par un professionnel de santé. En cas de doutes de la part d'un volontaire concernant l'une de ces caractéristiques individuelles, ce dernier ne participait pas à l'étude.

• **Méthodes de contrôle additionnelles**

Toujours dans un objectif d'évaluation du niveau de connaissances antérieures du domaine des participants (i.e. connaissances dépendantes du domaine) et de contrôle des connaissances et compétences en RI, de l'usage d'Internet et du Web en général (i.e. connaissances indépendantes du domaine ; Smith, 2015), les participants devaient compléter un questionnaire pré-RI distribué depuis la plateforme en ligne Qualtrics XM (voir §7.2.1 pour plus de détails sur la procédure expérimentale générale). Parmi les questions posées, les participants devaient notamment : 1. Autoévaluer leur niveau de connaissances antérieures dans le ou les domaines ciblés par les études (i.e. échelles de Lickert) et 2. Compléter un ou plusieurs QCM également en lien avec les domaines cibles (i.e. score total à chaque QCM). Pour chacune des études expérimentales, nous avons vérifié que les différents groupes de participants avaient des moyennes significativement différentes pour ces deux mesures.

Afin de contrôler que les différents groupes de participants, indépendamment de leur niveau de connaissances antérieures du domaine, ne différaient pas au niveau de leurs connaissances et de leurs compétences en RI, dans l'usage d'Internet et du Web en général, trois mesures ont été prises en compte à partir des questionnaires pré-RI puis testées en intergroupe : 1. L'auto-évaluation des connaissances et compétences en RI/Internet/Web (i.e. échelle de Lickert) ; 2. L'auto-déclaration du nombre total d'années passées à utiliser Internet ; 3. Le score total obtenu à l'échelle d'auto-efficacité en RI (Rodon & Meyer, 2018) pouvant varier de 10 à 40 (i.e. 10 items et échelle de Lickert en 4 points).

7.1.2. VI2 – Le contexte de recherche (lookup complexe vs. exploratoire)

Dans l'étude expérimentale n°1 (Chapitre 8) et dans l'étude expérimentale n°2 (Chapitre 9), l'intérêt s'est porté sur la comparaison de tâches en lien avec différents contextes de recherche (lookup complexe vs. exploratoire). En outre, étant donné les nombreuses taxonomies et la diversité des cadres conceptuels relatifs à la complexité des tâches de lookup et des tâches exploratoires telles que mises en avant dans les éléments théoriques, le présent travail de thèse a focalisé son analyse de la complexité des tâches lookup à travers la taxonomie de Bell et Ruthven (2004) qui a été opérationnalisée dans de nombreuses études en psychologie cognitive (cf. §5.1 pour un rappel théorique). Le niveau de complexité des tâches de lookup complexe se rapporte directement aux *tâches multicritères* qui impliquent des efforts de recherche conséquents (i.e. plusieurs interactions avec le système de recherche, nombreuses itérations, poursuites de différentes pistes de recherche) et une compréhension approfondie des contenus en ligne (i.e. lecture plus détaillée des SERPs et des documents, acquisition de vocabulaire, inférences...). Par exemple :

Exemple de scénario et d'énoncé d'une tâche de lookup complexe (i.e. multicritères) utilisée dans l'étude expérimentale n°2 :

*Dans le cadre d'un cours, vous êtes amené(e) à réaliser un travail de recherche. Vous devez utiliser un **paradigme expérimental** qui présente à de **très jeunes personnes** des **récits imaginaires** se déroulant dans un **cadre familial ou scolaire** où des **jugements** doivent être exprimés.*

Paradigme d'étude de la responsabilité (Jean Piaget) / Paradigme piagétien

Très jeunes personnes → Enfant

Récits imaginaires → Histoires fictives

*Votre objectif est de trouver un paradigme expérimental qui satisfasse à l'ensemble de ces critères en vous rendant sur internet pendant **maximum 15 minutes**.*

Dans les tâches de lookup complexes (i.e. multicritères), les utilisateurs doivent identifier l'ensemble des **critères de recherche** que la **réponse cible** doit satisfaire. Certains d'entre eux sont bien formulés dans l'énoncé et sont pertinents pour accéder à la réponse (*e.g. paradigme expérimental, cadre familiale ou scolaire, jugements*) alors que d'autres sont plus flous et nécessitent d'être reformulés par les utilisateurs *via* des inférences (*très jeunes personnes, récits imaginaires*), soit grâce à leurs connaissances, soit à partir du traitement approfondi et de la compréhension des contenus en ligne (SERPs, documents). L'**Annexe E** propose une présentation plus exhaustive de l'ensemble des scénarios et des énoncés des tâches utilisés dans les différents recueils de données.

Du côté des tâches exploratoires utilisées dans les quatre travaux empiriques, leur construction s'est basée sur la fusion du cadre de Marchionini (2006), de la révision de Lee et al. (2015) concernant la taxonomie d'Anderson et Krathwohl (2001), telle que proposée par Rieh et al. (2016). Ces tâches s'inscrivent dans un niveau d'apprentissage réceptif et critique de niveau faible à intermédiaire (Lee et al., 2015) dans la mesure où il est uniquement demandé aux utilisateurs de fournir un rappel des connaissances récupérées depuis le contenu en ligne sous la forme d'un résumé post-RI (voir Bhattacharya & Gwizdka, 2019). Plus précisément et en accord avec Kelly et al. (2015), l'objectif final est d'acquérir des connaissances factuelles et/ou conceptuelles (i.e. ensemble de connaissances factuelles mises en lien) sur un sujet indiqué dans l'énoncé de la tâche en les identifiant et en les localisant dans l'environnement d'apprentissage en ligne (i.e. Remember), en les comprenant de façon à pouvoir les mettre en lien (i.e. Understand) et en étant capable d'en fournir une description claire et finalisée (i.e. Analyse). Par exemple :

Exemple de scénario et d'énoncé d'une tâche exploratoire simple utilisée dans l'étude expérimentale n°4 :

Vous souhaitez en apprendre davantage sur le concept d'Attention.

Pensez à tout ce que vous connaissez mais aussi à tout ce que vous aimeriez connaître au sujet du concept d'Attention.

Vous devez rechercher un maximum d'informations sur le concept d'Attention en vous rendant sur Internet pendant une durée obligatoire de 30 minutes.

Dans les tâches exploratoires simples (voir **Annexe E** pour d'autres exemples de scénarios et d'énoncés), la difficulté réside dans le fait que c'est aux utilisateurs d'inférer leurs objectifs d'apprentissage par rapport à leurs besoins d'informations (i.e. explorer différents contenus thématiques ? exploiter un contenu thématique ciblé ?) et déterminer comment ils doivent naviguer de façon efficace pour atteindre leurs différents objectifs d'apprentissage (i.e.

initier de nouvelles pistes de recherche et explorer l'espace d'informations ? traiter de façon approfondie une piste de recherche ciblée en exploitant une partie spécifique de l'espace d'informations ?). Ainsi, aucune indication dans l'énoncé de la tâche exploratoire n'est fournie aux utilisateurs sur la façon dont ils doivent résoudre les tâches.

7.1.3. VI3 – Le niveau de complexité des tâches d'apprentissage (exploratoire vs. créatif)

Alors que les études expérimentales 1 et 2 se concentrent sur la distinction entre des tâches multicritères complexes en lien avec le contexte lookup et des tâches exploratoires, les études 3 (Chapitre 10) et 4 (Chapitre 11) se focalisent sur l'étude de la complexité des tâches impliquant de l'apprentissage. Le niveau exploratoire (apprentissage réceptif et critique) reste inchangé mais il est comparé au niveau d'apprentissage le plus complexe de la taxonomie d'Anderson et Krathwohl (2001) : le niveau Create. En outre, comme cela a été soulevé dans le Chapitre 2, le niveau Create est celui que les études empiriques axées *Search as Learning* ont le plus laissé de côté en se focalisant davantage sur l'apprentissage réceptif et critique. En réponse à ces limites méthodologiques, la thèse visait le développement de scénarios de tâches créatives. Par exemple :

Exemple de scénario et d'énoncé d'une tâche créative complexe utilisée dans l'étude expérimentale n°4 :

Dans le cadre d'un projet de conception d'une encyclopédie en ligne spécialisée dans l'univers Geek, vous souhaitez établir le profil utilisateur typique de votre site à travers la création d'un persona ad-hoc primaire précis et exhaustif. Pensez à tout ce que vous connaissez mais aussi à tout ce que vous aimeriez connaître pour réaliser cette tâche et proposez votre persona ad-hoc primaire précis et exhaustif.

Vous devez rechercher un maximum d'informations sur cet tâche en vous rendant sur Internet pendant une durée obligatoire de 30 minutes.

De façon générale, un scénario de tâche créative complexe doit mener l'utilisateur à produire un nouvel ensemble d'informations cohérent en sortie de RI à partir des connaissances acquises pendant la RI. Il est donc central de développer des objectifs d'apprentissage créatif au sein des scénarios des tâches de sorte à ce que l'environnement Web ne fournisse pas de réponses claires, préétablies et directement accessibles à l'utilisateur. En d'autres termes, les contenus d'informations servent de support à la compréhension et à l'apprentissage pendant la RI mais l'utilisateur doit se trouver dans l'obligation de produire une réponse originale en sortie de RI à partir des connaissances qu'il aura agglomérées, de ses connaissances antérieures et en fonction de son niveau de compréhension du sujet (Lee et al., 2015 ; Rieh et al., 2016). Comme soulevé dans le Chapitre 2, les tâches créatives intègrent plusieurs étapes de recherche et d'apprentissage (1. Recherche des informations factuelles et conceptuelle pour mieux

comprendre le sujet de la tâche ; 2. Rechercher des informations quant aux limites de conception ; 3. Rechercher de nouvelles idées et inspirations par rapport au cadre créatif imposé ; Palani et al., 2021).

7.2. Méthode de recueil des données expérimentales et variables dépendantes mesurées

Cette section se focalise sur la présentation de la procédure expérimentale générale ayant été suivie dans les différents recueils de données. Cependant, chaque recueil de données étant spécifique, quelques changements mineurs surviennent par rapport à la procédure générale. L'**Annexe F** offre une présentation exhaustive des spécificités procédurales liées à chaque recueil. Plus de détails concernant le recueil de données n°3 () sont néanmoins développés dans cette section dans la mesure où ce dernier est celui qui s'éloigne le plus de la procédure expérimentale générale.

A la suite de cela, nous présentons l'ensemble des données récoltées ayant permis la mesure de plusieurs variables dépendantes et la construction *a posteriori* d'un ensemble de variables indépendantes secondaires dont les usages varient en fonction des différentes études expérimentales. Pour plus de clarté et une meilleure compréhension de cette section, les données sont présentées et classées en fonction de leur nature (données online collectées pendant les sessions de recherche, données annotées à partir de différents matériels verbaux et sémantiques, données offline issues des différents questionnaires utilisés), puis en fonction des différentes catégories de mesures investiguées dans le travail de thèse (compromis navigationnel exploration-exploitation, compromis thématique exploration-exploitation, score de recherche, résultats d'apprentissage (pré- et post-RI)).

7.2.1. Procédure expérimentale générale et spécificités des recueils de données

La Figure 6 ci-dessous propose une synthèse graphique de la procédure expérimentale générale décrite dans cette sous-section en fonction des quatre recueils de données réalisés et de leurs spécificités méthodologiques.

Phase 1 : recrutement

Lors de cette phase, des appels à participation étaient soumis sur les réseaux sociaux, envoyés par mails ou *via* des listes de diffusions. Nous avons également été amenés dans ce cadre-là à intervenir dans des cours, à distribuer des prospectus et à afficher les appels à participations dans les locaux des différents départements et UFR universitaires.

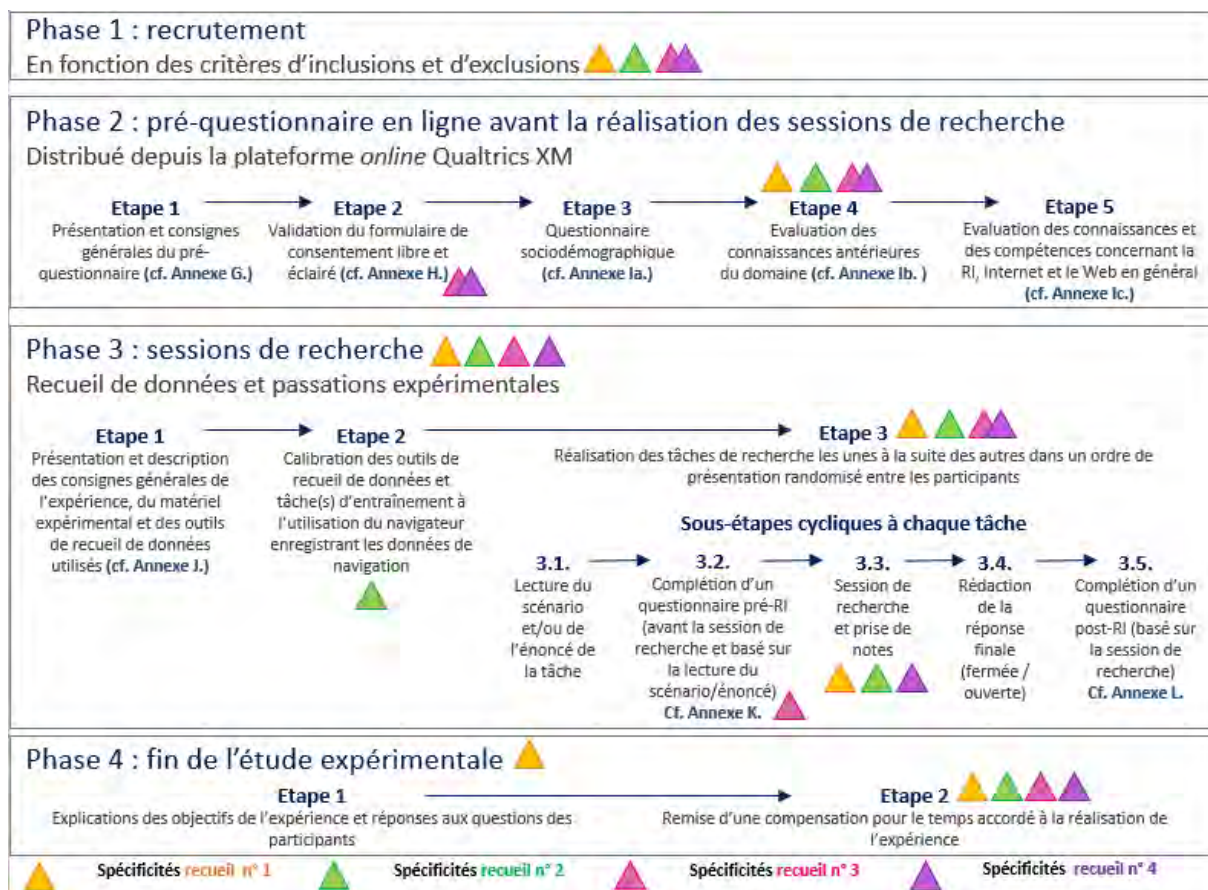


Figure 6 : Procédure expérimentale générale suivie lors de chaque recueil de données incluant les grandes phases de l'étude ainsi que les différentes étapes et sous-étapes (les triangles de couleurs indiquent les spécificités de chaque recueil concernant une phase, une étape ou une sous-étape cible impliquant des changements mineurs par rapport au schéma)

Phase 2 : pré-questionnaire en ligne avant la réalisation des sessions de recherche

Durant cette phase, un mail contenant un lien vers un pré-questionnaire en ligne (Qualtrics XM) était envoyé aux volontaires retenus pour l'étude, à remplir **avant** la réalisation des **sessions de recherche**. Aucun contrôle spécifique n'a été mis en place entre le moment de réalisation du questionnaire pré-session de recherche et le démarrage effectif de l'expérience principale à travers la réalisation des sessions de recherche.

Le questionnaire pré-RI était constitué de cinq étapes principales dont : **1.** La présentation et les consignes générales du questionnaire pré-RI (**Annexe G**) ; **2.** La validation et/ou la signature du formulaire de consentement libre et éclairé (**Annexe H**) ; **3.** La complétion d'un premier questionnaire relatif à la récolte de données sociodémographiques (e.g. genre) permettant notamment un second contrôle des différents critères d'inclusions et d'exclusions (e.g. âge, langue maternelle et bilinguisme, troubles du langage, statut...). Voir **Annexe Ia** pour accéder à l'intégralité des questions posées ; **4.** La complétion d'un second questionnaire permettant l'évaluation du niveau de connaissances antérieures des participants, par notamment

des QCM et des auto-évaluation de leurs connaissances (voir [Annexe Ib](#)) ; 5. La complétion d'un troisième questionnaire permettant le contrôle des connaissances et des compétences concernant la RI, Internet et le Web en général incluant des questions sur leurs habitudes d'usage, ne échelle d'auto-évaluation des connaissances et des compétences en navigation et l'échelle du Sentiment d'Auto-Efficacité en RI (Rodon & Meyer, 2018 ; voir [Annexe Ic](#)).

Phase 3 : sessions de recherche

La troisième phase du protocole expérimental consistait en la réalisation des sessions de recherche. Certains recueils de données avaient lieu à l'Université Toulouse Jean-Jaurès (plateforme *Cognition, Comportements et Usages* – Plateau CLOE (▲) ou Plateau ROB (▲))¹⁶, et d'autres en distanciel, au domicile des participants et sans expérimentateur (▲▲). Ces différences sont directement en lien avec la crise pandémique du COVID 19. Néanmoins, la **troisième phase** du protocole expérimental suivait trois étapes principales :

- (1) La présentation et la description des consignes de l'expérience (cf. [Annexe J](#)), du matériel expérimental et des outil(s) de recueil de données. Concernant ces derniers, il s'agissait premièrement d'un navigateur spécifiquement développé pour l'enregistrement des fichiers de journaux de recherche et des traces de navigation réelles des participants reflétant leurs interactions avec les différentes parties du système (i.e. (re)formulation de requêtes, clics sur les SERPs, URLs des SERPs et des documents ...). Deuxièmement, le recueil de données n°2 (▲) impliquait l'usage de lunettes mobiles de suivi oculaire SMI (Teltow, Allemagne) pour l'encodage des données relatives aux mouvements oculaires des participants pendant la RI.
- (2) La calibration des lunettes d'eye-tracking (recueil 2) et la phase d'entraînement à l'utilisation du navigateur.
- (3) La réalisation des sessions de recherche (i.e. une session de recherche par tâche) les unes à la suite des autres dans un ordre de présentation randomisé entre les participants. Plus précisément, chaque nouvelle tâche réalisée donnait lieu à la réalisation d'un ensemble de cinq sous-étapes cycliques :
 - *La lecture du scénario/énoncé de la tâche à réaliser.*

¹⁶ Pour plus d'informations sur la plateforme CCU du laboratoire CLLE et ses différents plateaux : <https://mshs.univ-toulouse.fr/plateformes/les-plateformes-technologiques/ccu-cognition-comportements-et-usages/>

- *La complétion d'un questionnaire pré-RI* (i.e. juste avant le démarrage de la session de recherche et basé sur la lecture du scénario/énoncé de la tâche ; cf. [Annexe K](#)).

En particulier en ce qui concerne le recueil de données n°3 () n'impliquant aucune session de recherche réelle et prenant la forme d'un questionnaire en ligne uniquement, les participants devaient réaliser trois tâches : **1.** Une tâche de rappel libre de leurs connaissances concernant le/les sujet(s) et concept(s) contenu(s) dans l'énoncé de la tâche présentée (Bhattacharya & Gwizdka, 2019) ; **2.** Une tâche d'association libre où il était demandé au participant de lister un maximum de mots, termes, concepts pouvant être en lien avec le/les sujet(s) et concept(s) contenu(s) dans l'énoncé de la tâche présentée ; **3.** Une tâche de production de requête où le participant devait lister un maximum de requêtes pouvant être soumises à un moteur de recherche afin d'acquérir de nouvelles connaissances et d'en apprendre davantage sur le/les sujet(s) et concept(s) contenu(s) dans l'énoncé de la tâche présentée. Le recueil de données n°3 prenait fin immédiatement après la réalisation de la tâche de production de requêtes.

- *La session de recherche effective pour la réalisation de la tâche et les prises de notes pendant la session.* A ce niveau, les consignes données aux participants concernant les temps de recherche et les modalités de prises de notes ont été amenées à évoluer au fil des différents recueils de données pour corriger certaines limites relevées et/ou pour des raisons méthodologiques (e.g. extraction d'indicateurs à partir des prises de notes). Ces aspects sont davantage développés dans les [chapitres 8 à 11](#).
- *La rédaction de la réponse finale* (i.e. fermée pour le lookup complexe et ouverte pour l'exploratoire simple et le créatif complexe) *après la fermeture définitive du navigateur et la fin de la session de recherche.*
- *La complétion d'un questionnaire post-RI* (i.e. juste après la fin de la session de recherche et basé sur celle-ci ; cf. [Annexe L](#)).

Phase 4 : fin

A l'issue de ces étapes, les participants accédaient à la quatrième et dernière phase de l'étude expérimentale, composée de deux étapes : **1.** L'explication des objectifs de l'expérience et les réponses aux éventuelles questions des participants. **2.** La remise d'une compensation pour le temps accordé à la réalisation de l'expérience. Seul le recueil n°3 () n'était pas compensé.

7.2.2. Données *on-line* : exploration-exploitation navigationnelle

A partir des données *onlines* représentatives de l'activité réelle des participants (i.e. traces de navigation sur les SERPs et les documents depuis l'encodage des journaux de recherche) et de leurs mouvements oculaires lors du traitement des différents contenus en ligne (i.e. résultats naturels, outils *Autres Questions Posées*, paragraphes textuels des documents), l'extraction de variables dépendantes permettant la mesure de l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation a été réalisée (cf. Chapitre 1, Tableau pour un rappel théorique).

Variables dépendantes en lien avec l'exploration navigationnelle

- ***Le temps total/le temps moyen passé sur les SERPs en secondes.*** Cette mesure temporelle traduit le temps que les participants ont passé à explorer les différentes pistes de recherche et à les initier depuis les SERPs.
- ***Le nombre total de clics sur/depuis les SERPs.*** Cette mesure correspond au nombre total de nouvelles pistes de recherche initiées par les participants depuis les SERPs.
- ***Le nombre total de nouveaux SERPs visités.*** Cette mesure correspond à l'ampleur de l'exploration navigationnelle effectuée par les participants en déterminant la variété des résultats auxquels ils ont accédé.
- ***Le nombre moyen de fixations sur les résultats naturels des SERPs et Le nombre moyen de fixations sur l'outil « Autres questions posées » sur les SERPs.*** Ces mesures correspondent à l'ampleur du traitement dédié à l'exploration des SERPs.

Variables dépendantes en lien avec l'exploitation navigationnelle

- ***Le temps total/le temps moyen passé sur les documents en secondes.*** Cette mesure traduit le temps que les participants ont passé à exploiter des pistes de recherche ciblée et précédemment initiée *via* le traitement et la lecture approfondie des sources d'informations sélectionnées.
- ***Le nombre total de clics intra-document/sur les liens hypertextes des documents.*** Cette mesure correspond à la profondeur d'exploitation d'une piste de recherche précédemment initiée.
- ***Le nombre total de nouveaux documents visités.*** Cette mesure correspond à l'ampleur de l'exploitation navigationnelle effectuée par les participants en déterminant la variété des pistes de recherche qu'ils ont exploitées.
- ***Le nombre moyen de fixations sur les paragraphes textuels des documents.*** Cette mesure correspond à l'ampleur du traitement dédié à l'exploitation des documents.

7.2.3. Données annotées : exploration-exploitation thématique, score de recherche complexe et résultats d'apprentissage

Les variables dépendantes obtenus à partir des données annotées couvrent des mesures en lien avec l'heuristique thématique exploration-exploitation (annotations du contenu des réponses écrites en pré- et post-RI, des prises de notes pendant la RI et des requêtes/mots-clés), avec les scores de recherche (lookup complexe) et les résultats d'apprentissage pour les tâches exploratoires et créatives (i.e. connaissances factuelles, connaissances conceptuelles, score d'apprentissage créatif). Les grilles d'annotations et les variables dépendantes extraites sont décrites dans cette section.

Annotations en lien avec l'heuristique thématique exploration-exploitation

Comme cela a été mis en avant dans l'analyse de la littérature, plusieurs méthodes peuvent permettre d'observer l'heuristique thématique exploration-exploitation. Le point commun à celles-ci est la nécessité de travailler à partir de matériels verbaux et sémantiques pour déterminer la mesure dans laquelle les utilisateurs suivent plutôt des objectifs d'apprentissage par exploration pour accéder à de nouveaux contenus informationnels et acquérir de nouvelles connaissances ou plutôt des objectifs d'apprentissage par exploitation pour se focaliser sur une partie spécifique du contenu thématique (Hardy et al., 2019).

- **A partir du contenu des productions écrites des utilisateurs (pré-RI, post-RI, pendant la RI à travers l'activité de prises de notes)**

A l'image de certains travaux antérieurs (Liu & Song, 2018 ; Wilson & Wilson, 2013), la première méthode d'annotations des données mise en place dans ce travail de thèse pour extraire des indicateurs représentatifs de l'heuristique exploration-exploitation consistait à définir dans un premier temps, l'ensemble des sujets thématiques principaux et des sous-sujets que les utilisateurs étaient susceptibles d'explorer et d'exploiter par rapport aux sujets centraux des tâches d'apprentissage données (i.e. tâches exploratoires et tâches créatives). L'**Annexe M** propose un exemple de grille définissant les sujets thématiques principaux (et les sous-sujets) de la tâche exploratoire et de la tâche créative utilisées dans les études expérimentales 3 et 4. Dans un second temps, les matériaux verbaux et sémantiques retenus pour les annotations étaient segmentés plus classifiés à travers cette grille.

Dans l'étude expérimentale n°2, le contenu verbal et sémantique pris en considération était les productions écrites finales des participants en post-RI (i.e. impliquant uniquement la tâche exploratoire où les participants devaient fournir un résumé des connaissances qu'ils

avaient acquises pendant la RI). L'**Annexe Na** offre un exemple exhaustif de la segmentation et de la catégorisation d'une production écrite post-RI générée par un participant lors de l'étude expérimentale n°2. Une fois le processus de segmentation et de catégorisation terminé, deux variables dépendantes ont été mesurées à partir de cette grille :

- ***Le nombre total de sujets principaux explorés par le participant (de 1 à 9 pour l'étude expérimentale n°2).*** Cette mesure de l'exploration thématique en tant que résultat de la RI indique la mesure dans laquelle le participant a rapporté des connaissances diversifiées dans sa production écrite finale et permet ainsi de déterminer l'ampleur de l'apprentissage par exploration thématique des contenus.
- ***La longueur totale de la production écrite finale divisée par le nombre total de sujets principaux explorés par le participant.*** Cette mesure de l'exploitation thématique en tant que résultat de la RI indique la quantité moyenne de connaissances focalisées sur les sujets principaux rapportée par le participant dans sa production écrite finale et permet ainsi de déterminer la profondeur de l'apprentissage par exploitation thématique des contenus.

Cette grille de segmentation et de catégorisation des matériaux verbaux et sémantique générés par les participants a également été appliquée aux productions écrites pré-RI de l'étude expérimentale n°3 (i.e. résumés écrits relatifs aux rappels libres des connaissances) et des contenus des prises de notes encodés lors de l'étude expérimentale n°4 (i.e. au cours de la RI). Voir **Annexe Na, Nb et Nc** pour des exemples concrets. En sortie, deux variables dépendantes ont été dans chaque étude extraites et mesurées (e.g., le nombre total de sujets principaux explorés par le participants vs. le nombre total de mots générés par le participant en lien avec chaque sujet principal). Les spécificités relatives à chaque étude sont présentées dans les chapitres correspondants (i.e. 9 à 11).

- **A partir du contenu des requêtes produites par les utilisateurs**

- *Méthode d'annotation 1 : classification des requêtes et des mots-clés*

Suivant la même méthode et la même grille de segmentation des matériaux verbaux et sémantiques, l'ensemble des requêtes et des mots-clés produits par les participants lors des recueils de données n°3 () et n°4 () ont été classifiés afin d'extraire des mesures relatives à l'exploration thématique des contenus ou à l'exploitation (cf. **Annexe Nb** pour un exemple).

- *Méthode d'annotation 2 : annotations exploration-exploitation en fonction du niveau de similarité sémantique des requêtes*

La seconde méthode d'annotation des requêtes suivie dans les travaux empiriques consistait à déterminer la similarité sémantique entre les requêtes consécutives produites par les participants au cours des sessions de recherche (Liu et al., 2016 ; Ghosh et al., 2018). Pour rappel, plus la similarité sémantique entre la nouvelle requête produite est éloignée de la précédente, plus l'utilisateur accède à du nouveau contenu informationnel (i.e. exploration), alors que lorsque la similarité sémantique entre les deux requêtes est proche, cela traduit plutôt la volonté de l'utilisateur d'accéder à du contenu informationnel proche du précédent (i.e. exploitation).

Suivant cette logique, la taxonomie de Huang et Efthimiadis (2009) a été utilisée pour identifier les types de reformulations sémantiques entre deux requêtes consécutives à partir desquelles ont été évalués l'ampleur des changements dans la représentation mentale des utilisateurs (Sanchiz et al., 2020). L'**Annexe O** propose un exemple exhaustif du processus d'annotation des requêtes et du codage à l'échelle d'une session de recherche complète. Une procédure de double-annotations manuelle des requêtes a été mise en place. *In fine*, les deux annotateurs indépendants ont codé un total de 5667 requêtes sur la base de cette méthode obtenant un accord inter-annotateurs de 95% (coefficient Kappa de Cohen), ce qui est considéré comme excellent.

A partir du résultat de ce processus d'annotations, nous avons calculé la **proportion de requêtes d'exploration** pour chaque participants et chaque tâche (i.e. lookup complexe vs. exploratoire simple) en tant que **variable dépendante**. Pour ce faire, le nombre total de requête d'exploration a été divisé par le nombre total de requêtes produites par les participants (i.e. uniquement le total des requêtes « 1 » pour exploration et « 2 » pour exploitation, sans les requêtes « 0 » pour les corrections). *In fine*, pour chaque participant et pour chaque tâche, la somme totale de la proportion de requêtes d'exploration et de la proportion de requêtes d'exploitation était égale à 1.

○ *Méthode d'annotation 3 : annotations des mots-clés pour le calcul du score de spécificité sémantique des requêtes*

Comme cela a été souligné dans les limites du modèle *DEEL* (Hardy et al., 2019), l'heuristique thématique exploration-exploitation peut tantôt se définir en termes de *diversité* des contenus telle que nous l'avons opérationnalisée dans les précédentes méthodes d'annotations, tantôt en terme de *généralité/spécificité* des contenus. A ce niveau, la catégorisation des mots-clés et des requêtes *larges* et *étroites* (respectivement représentatif de

l'exploration et de l'exploitation thématique), dépend du niveau de *généralité/spécificité* du vocabulaire utilisé pour construire les requêtes (i.e. vocabulaire du domaine général vs. vocabulaire spécifique à un domaine de connaissances). Afin d'étudier cet autre aspect de l'exploration-exploitation thématique, la méthode d'annotations des mots-clés utilisée par Sanchiz, Chin, et al. (2017), a été appliquée.

Dans un premier temps, tous les mots-clés produits¹⁷ par les participants ont été divisés en trois catégories distinctes : 1. *Les mots-clés larges et généraux* ne nécessitant pas des utilisateurs qu'ils aient un niveau élevé de connaissances antérieures du domaine pour pouvoir les formuler et les utiliser dans leurs requêtes (*score de 1*). 2. *Les mots-clés intermédiaires* concernaient les termes spécifiques à un domaine mais qui étaient faciles à produire même avec un niveau de connaissance antérieures du domaine faible (*score de 2*). 3. *Les mots-clés étroits et fortement liés au domaine de connaissances* incluaient les termes techniques, les noms d'auteurs spécifiques et les concepts en lien avec un niveau élevé du vocabulaire du domaine (*score 3*). A partir de cette catégorisation des mots-clés produits, **le score total de spécificité sémantique (entre 1 et 3)** a été calculé et utilisé en tant que **variable dépendante**. Le **Tableau 7** propose un exemple de codage et de calcul du niveau de spécificité sémantique des requêtes formulées par les participants lors de l'étude expérimentale n°1.

Exemples de requêtes produites (Score sémantique pour chaque mots-clés)	Nombre total de mots-clés contenus dans la requête (Score sémantique total de la requête)	Score sémantique final
<i>Lookup complexe (psychologie)</i>		
Mackworth (3) Vigilance (2) Etude (1)	3 6	2
<i>Lookup complexe (informatique)</i>		
Deep learning (3) Algorithme (2) Méthode informatique (1) Liste (1)	4 7	1.75
<i>Exploratoire simple (psychologie)</i>		
Définition (1) Schémas mentaux (3) Gestalt théorie (3) Processus (2)	4 9	2.25
<i>Exploratoire simple (informatique)</i>		
Liens (1) Big data (1) Data Lake (3) Hadoop (3) Programmation (2)	5 10	2

Tableau 7 : Exemples de calcul et de codage des requêtes pour le score de spécificité sémantique.

Annotations en lien avec les scores de recherche (tâche de lookup complexe)

¹⁷ Les mots vides ne sont pas pris en considération et seuls les mots pleins sont annotés.

L'utilisation de la tâche multicritère comme tâche de lookup complexe visait à déterminer à partir de combien de critères valides les participants décidaient de mettre fin à leur RI. Dans cet optique, le calcul du score de recherche habituellement binaire (i.e. faux = 0 ; vrai = 1) a été remplacé par le calcul du nombre total de critères valides que la réponse générée par le participant satisfaisait. Par exemple, si le participant donnait une réponse satisfaisant 3 critères sur 6, le score était de 3 (voir **Annexe P** pour une démonstration complète du processus d'annotations des scores de recherche).

Suivant cette procédure de calcul, la **variable dépendante** finalisée et utilisée prend la forme d'un **score de recherche complexe** pouvant aller de 0 (« je ne sais pas », réponse vide, réponse n'intégrant aucun des critères mentionnés dans l'énoncé) jusqu'à 8 (étude expérimentale n°1) ou 6 (étude expérimentale n°2) maximum.

Annotations en lien avec les résultats d'apprentissage (tâches exploratoires et créatives)

Afin d'évaluer la qualité de l'apprentissage en sortie de RI, la méthode d'analyse des productions écrites finales de Wilson et Wilson (2013) a été appliquée. Comme dans plusieurs études SAL, cette grille d'annotations a été modifiée en fonction de nos besoins (Liu & Song, 2018 ; O'Brien et al., 2020 ; Palani et al., 2021 ; Roy et al., 2021). L'**Annexe Q** fournit une synthèse des modifications opérées dans les travaux empiriques réalisés dans ce travail de thèse par rapport à la grille initiale.

Conformément aux consignes de Wilson et Wilson (2013), les productions écrites finales des utilisateurs générées en post-RI (études 1 et 4) ont d'abord été segmentées en énoncés (i.e. phrases, arguments, paragraphes traitant d'une même idée). Ensuite, le nombre total de faits (i.e. connaissances factuelles de bas niveau) et le nombre total d'associations entre les faits (i.e. connaissances conceptuelles de haut niveau) ont été comptabilisées puis évaluées afin d'extraire **deux variables dépendantes**. Dans l'étude 1 (**Chapitre 8**), **la proportion de connaissances factuelles de bonne qualité** a été mesurée. Pour l'étude 4 (**Chapitre 11**), **la qualité des connaissances conceptuelles (en proportion)** a été extraite à partir des annotations des réponses écrites finales. Plus détails sont fournis dans les chapitres concernés.

A noter que pour toutes les procédures d'annotations des réponses écrites finales, deux annotateurs indépendants ont évalué une partie d'entre-elles. Un seul annotateur évaluait l'ensemble de toutes les productions écrites.

- ***Le score d'apprentissage créatif (entre 0 et 12).***

Afin de proposer une opérationnalisation de l'apprentissage créatif à partir de la grille de Wilson et Wilson (2013), nous nous sommes basés sur les définitions proposées par le SAL qui mettent en lien le processus créatif et les étapes de la RI (Chavula et al., 2022 ; Li et al., 2022 ; Palani et al., 2021 ; Zhang & Capra, 2019 ; Zhang et al., 2020) telles que : 1. Chercher des informations visant à comprendre les termes de la tâche créatives et à acquérir un vocabulaire spécifique au domaine ; 2. Chercher des informations permettant de comprendre et d'appliquer les différentes contraintes de conceptions imposées dans l'énoncé de la tâche créative ; 3. Chercher des informations permettant de comprendre et de délimiter le cadre créatif imposé dans l'énoncé (e.g., recherche d'exemples, d'idées et d'inspirations pour créer le produit final).

Si l'étape 1 s'évalue à travers la qualité des connaissances factuelles et conceptuelles acquises pendant la RI, nous avons développé une grille d'évaluation de la qualité de l'apprentissage créatif à partir des étapes **2. et 3.** mentionnées et en fonction de l'énoncé de la tâche créative utilisée dans l'étude 4. Au final, **deux scores** sont obtenus pour chaque participant pouvant varier de 0 à 6 : un score relatif à la compréhension et à l'application des contraintes de conceptions et un score relatif à la compréhension et à l'intégration de nouvelles idées. Le score total d'apprentissage créatif varie donc de 0 à 12. De plus amples explications sont données dans le Chapitre 11.

7.2.4. Données off-line : les questionnaires (pré-RI, pré-session de recherche et post-session de recherche)

En ce qui concerne les données *off-line* et en particulier celles relatives aux questionnaires pré- et post-session de recherche décrits précédemment (i.e. difficulté attendue/perçue de la réalisation des tâches, auto-évaluation de la qualité de la réponse finale, utilité et pertinence des informations fournies par le moteur de recherche et les sites web ...), ces dernières ont particulièrement été étudiées et analysées dans Dosso et al. (2022). Dans les travaux empiriques mis en avant dans ce rapport de thèse, les données *off-line* servent surtout à contrôler le niveau de connaissances antérieures du domaine et le niveau de connaissances en RI entre les groupes de participants (cf. §7.1.).

8. Chapitre 8 – Etude expérimentale n°1. effets des connaissances antérieures du domaine sur les heuristiques exploration-exploitation et les résultats de recherche et d'apprentissage factuel en sortie de RI : distinction entre tâches de lookup complexes et tâches exploratoires

8.1. Problématique et objectifs

Dans la littérature, la distinction entre le contexte lookup correspond à des tâches plutôt simples de *fact-finding*, de navigation, alors que le contexte exploratoire fait référence à des tâches complexes impliquant la découverte d'un nouveau sujet et plus largement de l'apprentissage (Marchionini, 2006 ; White & Roth, 2009 ; White, 2016). Pourtant, les utilisateurs réalisent aussi dans leur vie quotidienne des tâches de lookup complexes impliquant une compréhension approfondie des contenus en ligne, à la réalisation de multiples sous-étapes de recherche (Sanchiz, Chevalier et al., 2017) et pouvant conduire à des erreurs de recherche importantes (Chevalier & Tricot, 2009). C'est notamment le cas de la recherche lookup multicritères où l'utilisateur doit localiser une réponse ciblée et fermée qui doit correspondre à l'ensemble des critères avancés dans l'énoncé de la tâche. Par exemple, la recherche du nom d'une maladie ou d'un traitement à partir d'une liste de symptôme (parfois mal formulés à cause du manque de connaissances en santé des utilisateurs) est une tâche de recherche lookup multicritères relativement courante, et complexe.

Alors que les études s'intéressant à la dichotomie *lookup-exploratoire* fournissent des preuves empiriques solides quant aux régularités comportementales et à la description des stratégies mises en place par les utilisateurs pour permettre aux systèmes de recherche de distinguer clairement la réalisation de tâches de lookup simples par rapport à des tâches exploratoires (Athukorala et al., 2015, 2016 ; Kim, 2009), la distinction des tâches de lookup complexes par rapport aux tâches exploratoires à partir du comportement des utilisateurs n'est pas claire.

Cette première étude expérimentale vise à remédier à ce manque de résultats. Notamment, l'enjeu est de pouvoir proposer des pistes ergonomiques d'amélioration des systèmes de recherche actuels qui doivent pouvoir proposer des résultats pertinents aux utilisateurs en fonction des différentes tâches complexes qu'ils accomplissent. L'intérêt se porte ici sur la distinction entre des tâches de lookup complexe (i.e. multicritères) par rapport à des tâches exploratoires (i.e. en apprendre davantage sur un sujet).

De plus, nous soutenons que le niveau de connaissances antérieures du domaine des utilisateurs a des effets sur la résolution des heuristiques navigationnelle et thématique, qui elles-mêmes impactent les résultats de recherche (lookup complexe) et d'apprentissage (exploratoire) en sortie de RI. Par exemple, lorsqu'un utilisateur bénéficie de connaissances élevées dans le domaine de la tâche à réaliser, il dispose à la fois d'un vocabulaire plus étendu et spécifique lui permettant de réguler l'heuristique thématique de façon plus adaptée qu'un utilisateur avec des connaissances faibles (Allen, 1991 ; Freund & Toms, 2006 ; Hembrooke et al., 2005 ; Hölsher & Strube, 2000 ; Ihadjadene & Martins, 2004 ; Marchionini, 1993 ; Monchaux et al., 2015 ; Sanchiz, Chevalier et al., 2017 ; Sanchiz, Chin et al., 2017 ; Shiri, 2005 ; Tamine & Chouquet, 2017).

Des connaissances antérieures du domaine élevées soutiennent également une mise en œuvre plus efficace de l'heuristique navigationnelle à travers des traitements top-down (i.e. plus d'informations explorées et exploitées sur les SERPs et les documents en un minimum de temps ; Bhattacharya & Gwizdka, 2018 ; Brand-Gruwel et al., 2017 ; Duggan & Payne, 2008 ; Hölsher & Strube, 2000 ; Kelly & Cool, 2002 ; Liu et al., 2011 ; Lu & Hsiao, 2017 ; Mao et al., 2018 ; Sanchiz, Chevalier et al., 2017 ; Sanchiz, Lemarié et al., 2019 ; Yuan & White, 2012).

Enfin, les utilisateurs avec des connaissances faibles dans le domaine ont tendance à améliorer leur score de recherche et d'apprentissage lorsqu'ils s'engagent dans une exploration des SERPs et une exploitation des documents plus importante (Abualsaud, 2017 ; Collins-Thompson et al., 2016 ; Eickhoff et al., 2014 ; Gadiraju et al., 2018 ; Liu et al., 2013 ; Lu & Hsiao, 2017 ; Palani et al., 2021 ; Pardi et al., 2020 ; Syed & Collins-Thompson, 2016 ; Vakkari & Huuskonen, 2012 ; Yu et al., 2018).

Sur cette base empirique, la présente étude vise à déterminer dans quelles mesures ces comportements peuvent être observés dans la résolution de tâches de lookup complexes par rapport à des tâches d'exploration en fonction du niveau de connaissances antérieures du domaine des utilisateurs. Plus précisément, il s'agit de :

- (1) Déterminer l'effet des connaissances antérieures du domaine des utilisateurs et du contexte de recherche sur les heuristiques exploration-exploitation (navigationnel et thématique).
- (2) **a.** Déterminer l'effet des connaissances antérieures du domaine des utilisateurs sur le score de recherche (lookup) et les résultats d'apprentissage (exploratoire), **b.** ainsi que

la mesure dans laquelle les heuristiques exploration-exploitation prédisent ces performances en sortie de RI.

Au-delà de ces deux objectifs de recherche principaux, une question exploratoire spécifique à l'heuristique thématique exploration-exploitation motive également cette étude. Pour rappel, le modèle *DEEL* (Hardy et al., 2019) définit l'exploration et l'exploitation sur deux niveaux : **1.** En termes de *variété* (i.e. mesure dans laquelle les objectifs poursuivis sont différents (exploration) ou proches (exploitation) les uns des autres) et **2.** En termes de *spécificité* (i.e. mesure dans laquelle les objectifs sont formulés de façon générale sans l'usage d'un vocabulaire spécifique à un domaine (exploration) ou au contraire, formulés de façon spécifique à un domaine de connaissances (exploitation)). Comme les liens entre ces différents aspects ne sont pas clairs en ce qui concerne l'exploration-exploitation thématique, la question de recherche suivante a été posée :

Q1 : Comment le niveau de *diversité* des requêtes impacte-t-il le niveau de *spécificité* du vocabulaire utilisé dans les requêtes ?

8.2. Participants

Pour rappel, la présente étude expérimentale utilise une partie du recueil de données n°1 dont l'intégralité a été publiée dans un *ressource paper* dans le cadre du projet *ANR-CoST* (Dosso et al., 2021). Ce dernier compte 70 participants (35 en psychologie/ergonomie, 25 en informatique et 10 en médecine), où chacun d'entre eux devaient réaliser un total de 15 tâches (i.e. cinq pour chacun des trois domaines) variant selon cinq niveaux de complexité (cf. **Annexe E**). Dans l'étude expérimentale n°1, seulement une partie de l'échantillon a été utilisé. Premièrement, les dix participants de médecine ainsi que les tâches dans le domaine de la médecine ont été retirés des analyses, dans la mesure où ces participants étaient trop peu nombreux. Deuxièmement, seules les tâches multicritères (i.e. lookup complexe) et les tâches exploratoires dans les domaines de l'informatique et de la psychologie/ergonomie cognitive ont été conservées afin de nous concentrer sur la distinction *lookup complexe – exploratoire*. *In fine*, l'échantillon analysé ici est composé de :

- Trente-cinq étudiants français en psychologie et ergonomie cognitives âgés de 21 à 39 ans ($M = 25,7$, $ET = 4,1$), dont 17 hommes et 18 femmes. Quatorze étaient des étudiants en M1, huit en M2 et 13 en doctorat au moment du recueil.

- Vingt-cinq étudiants français en informatique âgés de 21 à 36 ans ($M = 24,1$, $ET = 3,4$), dont 13 hommes et 12 femmes. Quatorze étaient des étudiants en M1, cinq en M2 et six en doctorat au moment du recueil.

Comme stipulé et décrit dans le [Chapitre 7](#), deux mesures de contrôle des connaissances ont été utilisées pour vérifier que les deux groupes d'étudiants avaient un niveau élevé de connaissances dans leur domaine d'étude :

- **Concernant l'autoévaluation** du niveau de connaissances en psychologie et ergonomie cognitive, les étudiants de ce domaine d'étude ont considéré avoir des connaissances plus élevées ($M = 3,74$, $ET = .56$) que leurs homologues en informatique ($M = 1,44$, $ET = .72$) avec $t(58) = -14,7$, $p < .001$. De même, les étudiants en informatique ont autoévalué leur niveau de connaissances antérieures en informatique comme plus élevé ($M = 4$, $ET = 0,58$) que leurs homologues en psychologie et ergonomie cognitives ($M = 2,2$, $ET = 0,72$), avec $t(58) = 10,4$, $p < .001$.
- **Au niveau des QCMs**, les étudiants en psychologie et ergonomie cognitives ont obtenu des scores significativement plus élevés au QCM traitant de leur domaine ($M = 7,86$, $ET = 1,65$) que les étudiants en informatique ($M = 2,76$, $ET = 2,44$) avec $t(58) = -9,67$, $p < .001$. Inversement, les étudiants en informatique ont obtenu des résultats significativement plus élevés au questionnaire concernant leur domaine ($M = 4,6$, $ET = 2,6$) que les étudiants en psychologie et ergonomie cognitives ($M = 0,86$, $ET = 0,85$) avec $t(58) = 7,97$, $p < .001$.

Concernant le contrôle des compétences et des connaissances vis-à-vis d'Internet, de la RI et du Web en général, aucune différence significative entre les deux groupes n'est apparue ($ps > .05$) pour les mesures : **1.** Du nombre total d'années passées à utiliser Internet (i.e. auto déclaration), **2.** Du score total à l'échelle d'autoévaluation des connaissances et des compétences, **3.** Du score total à l'échelle d'auto-efficacité en RI (Rodon & Meyer, 2018).

8.3. Matériel et tâches

Le support utilisé dans cette étude pour présenter les énoncés des tâches à effectuer, les encadrés pour rédiger les réponses, la complétion des questionnaires pré- et post-session de recherche et les espaces pour les éventuelles prises de notes était le papier-crayon. L'usage de l'ordinateur était donc entièrement destiné à l'activité de RI et à la navigation, dont les traces étaient encodées dans des journaux de recherche grâce au navigateur présenté dans le [Chapitre 7](#).

Les deux tâches de lookup complexes (i.e. multicritères) et les deux tâches exploratoires (i.e. apprentissage réceptif et critique de niveaux faibles et intermédiaires ; Lee et al., 2015 ; Rieh et al., 2016) retenues dans cette étude s'inscrivaient dans le domaine de la psychologie/ergonomie cognitives et de l'informatique (cf. **Annexe E** pour les scénarios et les énoncés exactes des quatre tâches).

8.4. Design expérimental et hypothèses opérationnelles

8.4.1. Variables indépendantes

- **VI1** – Domaine des sessions de recherche en intra-groupe (dans vs. en hors du domaine de connaissances)
- **VI2** – Contextes de recherche en intra-groupe (lookup complexe vs. exploratoire)

Pour étudier les effets des connaissances antérieures du domaine et du contexte de recherche sur les heuristiques exploration-exploitation (i.e. objectif 1), l'impact des deux variables indépendantes principales (**VI1** et **VI2**) ont été testées sur quatre variables dépendantes en lien avec les deux heuristiques (i.e. **VD1** et **VD2** pour l'heuristique thématique, **VD3** et **VD4** pour l'heuristique navigationnelle).

- **VI3** – Résumé des connaissances factuelles sur les sujets des tâches exploratoires en intra-groupe (T1 : pré-RI vs. T2 : post-RI)

Pour l'objectif 2a, la **VI1** est testée seule sur le score de recherche pour les tâches de lookup complexes (**VD5**). En revanche, la **VI1** et la **VI3** sont toutes deux prises en considération pour les résultats d'apprentissage en lien avec les tâches exploratoires (**VD6**) afin d'évaluer avec plus de précisions l'évolution de la structure de connaissances entre le pré- et post-RI.

- **VI4** – Type de requête, en intra-groupe (exploration thématique vs. exploitation thématique)

Pour tenter d'apporter une première réponse à la question exploratoire posée, une variable indépendante secondaire relative à l'heuristique thématique exploration-exploitation opérationnalisée au niveau de la *diversité/focalisation* a été construite *a posteriori* puis testée sur la **seconde VD** (i.e. heuristique thématique opérationnalisée au niveau de la *généralité/spécificité*).

- **VI5** – Heuristique thématique navigationnel, en intra-groupe (exploration des SERPs versus exploitation des documents)

Conformément aux travaux antérieurs observant les différences comportementales sur les SERPs (exploration navigationnelle) et les documents (exploitation navigationnelle), ces derniers ont été considérés en tant que facteur intra-groupe secondaire.

8.4.2. Variables dépendantes

Afin d’investiguer l’objectif **2b**, les variables dépendantes 1 à 4 ont été utilisées comme variables indépendantes pour déterminer la mesure dans laquelle les heuristiques exploration-exploitation prédisent le score de recherche (**VD5**) et les résultats d’apprentissage en sortie de RI pour la tâche exploratoire (**VD6**).

Heuristique thématique exploration-exploitation

- **VD1 – Proportions de requêtes d’exploration et d’exploitation**

A partir du processus de doubles annotations décrit précédemment (i.e. 1 = requête d’exploration et 2 = requête d’exploitation ; cf. Chapitre 7 ; **Annexe O**), nous avons calculé les proportions de requêtes d’exploration et d’exploitation pour chaque participant et chaque tâche, en divisant le nombre total de requêtes d’exploration (ou d’exploitation) par le nombre total de requêtes produites. La somme des proportions de requêtes d’exploration et de requêtes d’exploitation est donc égale à 1. Cette opérationnalisation de l’heuristique thématique se réfère ainsi au versant *diversité* de *DEEL* (Hardy et al., 2019).

- **VD2 – Score de spécificité sémantique des requêtes produites (score entre 1 et 3)**

Pour construire cette variable à partir des requêtes des participants, nous avons appliqué la méthode de codage des mots-clés (i.e. larges, intermédiaires, étroits) développée par Sanchiz, Chin et al. (2017) et explicitée dans le Chapitre 7. Un score de spécificité sémantique des requêtes produites par les participants a ainsi été obtenu et représente une opérationnalisation du versant *spécificité* de la définition de l’heuristique thématique (Hardy et al., 2019).

Heuristique navigationnelle exploration-exploitation

- **VD3 – Temps total passé sur les SERPs vs. les documents (exprimé en secondes)**

Pour chaque session de recherche et à partir des journaux de recherche¹⁸, nous avons calculé le temps total que les participants ont passé sur des URL liées aux SERP (i.e. *Google Tous*, *Google*

¹⁸ Traces réelles de l’activité en tant que résultats des interactions humains-système de recherche.

Images, Google Scholar) et sur des URL liées à des documents (i.e. des sites Web, des documents PDF, des blogs, etc.). Ces mesures temporelles traduisent respectivement le temps que les participants ont passé à explorer les différentes pistes de recherche et à les initier depuis les SERPs et le temps passé à exploiter une piste de recherche ciblée et précédemment initiée.

- **VD4 – Nombre total de clics sur les SERPs vs. les documents**

Pour chaque session de recherche et à partir des journaux de recherche, nous avons extrait le nombre total de clics sur les SERPs et le nombre total de clics effectués au sein des documents (i.e. les clics sur les liens intra-documents, les menus, les catégories menant à de nouvelles URLs). Ces mesures correspondent respectivement au nombre total de nouvelles pistes de recherche initiées par les participants depuis les SERPs et à la profondeur d'exploitation d'une piste de recherche précédemment initiée.

Résultats en sortie de RI

- **VD5 – Score de recherche complexe (score de 0 à 8)**

Le score de recherche pour la tâche de lookup complexe a été calculé selon la méthode décrite dans le [Chapitre 7](#) et dans l'[Annexe P](#). Par rapport à la réponse fermée fournie par les participants en post-RI et aux critères de recherche fournis dans l'énoncé, le score de recherche variait entre 0 et 8.

- **VD6 – Proportion de connaissances factuelles de bonne qualité contenue dans les productions écrites finales des tâches exploratoires**

La méthode d'analyse des productions écrites finales de Wilson et Wilson (2013) a été appliquée en modifiant le codage initial des faits en codage binaire pour évaluer la qualité globale des connaissances factuelles rapportées par les participants en post-RI (cf. [Chapitre 7](#), [Annexe Q](#)). Après avoir codé les faits (0 = mauvaise qualité et 1 = bonne qualité), le nombre total de faits codés **1** a été divisé par le nombre total de faits contenus dans la production finale (i.e. tous les **0** + tous les **1**).

8.4.3. Hypothèses opérationnelles

H1 - Lorsque les utilisateurs réalisent des tâches dans leur domaine de connaissances par rapport à lorsqu'ils les réalisent en dehors de leur domaine de connaissances ils devraient : **a.** avoir une proportion de requêtes d'exploitation et un score de spécificité sémantique de leurs requêtes plus élevés, **b.** passer moins de temps sur les SERPs et les documents mais effectuer

plus de clics, **c.** obtenir des scores de recherche plus élevés (tâches de lookup complexe) et produire une proportion de faits de bonne qualité plus élevée à T1 comme à T2.

H2 – Les tâches de lookup complexes, par rapport aux tâches exploratoires, devraient conduire les utilisateurs à : **a.** formuler une proportion de requêtes d’exploration moins élevée, mais à formuler des requêtes ayant un score de spécificité sémantique plus élevé, et **b.** à cliquer davantage sur les liens des SERPs, à passer plus de temps sur les SERPs mais à effectuer moins de clics à l’intérieur des documents et en passant moins de temps sur les documents.

H3 – Concernant l’heuristique thématique exploration-exploitation : **a.** les requêtes d’exploration devrait mener à un score de spécificité sémantique plus faible que les requêtes d’exploitation. **b.** devrait prédire positivement le score de recherche (tâches de lookup complexes) et la proportion de faits de bonne qualité à T2 (tâches exploratoires), quel que soit le domaine de connaissances (dans et en dehors du domaine).

H4 – Concernant l’heuristique navigationnelle exploration-exploitation, celle-ci devrait prédire négativement le score de recherche (tâches de lookup complexes) et la proportion de faits de bonne qualité à T2 (tâches exploratoires) lorsque les utilisateurs réalisent des tâches dans de leur domaine de connaissances, mais devrait les prédire positivement lorsque les utilisateurs réalisent des tâches en dehors de leur domaine de connaissances.

8.5. Résultats

Dans cette étude, plusieurs modèles statistiques ont été mis en œuvre pour tester les hypothèses formulées et investiguer les deux objectifs de recherche ainsi que la question exploratoire : **1.** ANOVAs à mesures répétées (VD1, VD2, VD3, VD4, VD6) avec des analyses post-hoc calculées avec la correction de Scheffé ; **2.** T de Student sur échantillon dépendant (VD5) ; **3.** Régressions linéaires hiérarchiques (VD5 et VD6).

Les tests d’homogénéité des variances (Levene) et de la normalité (Shapiro) ont été appliqués avant la réalisation des ANOVAs et du T-test. Les moyennes (*écart-types*) sont présentées dans le **Tableau 9a** pour l’effet principal des connaissances antérieures du domaine (dans le domaine vs. en dehors du domaine), **9b** pour l’effet principal des contextes de recherche (lookup complexe vs. exploratoire) et dans le **Tableau 10** pour l’interaction entre les connaissances antérieures du domaine et les contextes de recherche sur les différentes variables dépendantes.

Concernant les régressions linéaires hiérarchiques, elles ont été effectuées en fonction du contexte de recherche (lookup complexe puis exploratoire) et des connaissances antérieures du domaine (dans le domaine puis en dehors du domaine). Pour chaque variable entrée dans le même modèle, nous avons vérifié qu'elles n'étaient pas auto-corrélées ($p > .05$) et qu'il n'y avait pas de colinéarité. Les résultats des analyses de régression hiérarchique sont présentés dans le Tableau 10 pour le score de recherche (lookup complexe), et dans le Tableau 11 pour la proportion de faits de bonne qualité (exploratoire).

8.5.1. Effets des connaissances antérieures du domaine et du contexte de recherche sur l'heuristique thématique exploration-exploitation

Pour la **proportion de requêtes d'exploration**, aucun effet principal des connaissances antérieures n'est mis en avant ($F(1, 59) = 0.514, p > .05$), ne validant pas une partie de l'H1a. Le contexte de recherche a un effet principal significatif ($F(1, 59) = 127.23, p < .001, n^2p = .683$) en accord avec une partie de l'H2a : les tâches exploratoires mènent à une plus grande proportion de requêtes d'exploration que les tâches de lookup complexe. L'ANOVA n'est pas significative pour l'interaction entre les connaissances et le contexte de recherche ($F(1, 59) = 0.722, p > .05$). L'H1a n'est donc définitivement pas confirmée.

En ce qui concerne le **score de spécificité sémantique des requêtes formulées**, les connaissances antérieures ont un effet principal significatif ($F(1, 59) = 13.59, p < .001, n^2p = .187$) et confirme cette partie de l'H1a : lorsque les participants réalisent des tâches dans leur domaine de connaissances, ils formulent des requêtes sémantiquement plus spécifiques qu'en dehors de leur domaine de connaissances. L'ANOVA est aussi significative pour l'effet du contexte de recherche ($F(1, 59) = 14.24, p < .001, n^2p = .194$) et confirme l'H2a : les tâches de lookup complexes conduisent les participants à formuler des requêtes sémantiquement plus spécifiques que les tâches exploratoires. En revanche, aucun effet significatif n'est mis en avant pour l'effet du type de requêtes (exploration vs. exploitation) contrairement à l'H3a avec $F(1, 59) = 1.13, p > .05$, ni pour l'interaction entre les connaissances antérieures du domaine et le contexte de recherche ($F(1, 59) = 0.09, p > .05$). L'H2a n'est donc pas entièrement validée. Bien que l'ANOVA n'indique pas d'effet significatif de l'interaction entre les connaissances antérieures du domaine et le type de requêtes ($F(1, 59) = 1.19, p > .05$), l'analyse post-hoc met en avant une comparaison significative ($p = .004$) : lorsque les utilisateurs produisent des requêtes d'exploration pour résoudre des tâches dans leur domaine de connaissances, celles-ci sont sémantiquement plus spécifiques que lors de la production de requêtes d'exploration en dehors du domaine de connaissances. Aucune autre interaction n'est significative avec $F(1, 59)$

= 0.058, $p > .05$ pour le contexte de recherche avec le type de requêtes, et avec $F(1, 59) = 1.64$, $p > .05$ pour l'interaction totale (connaissances $\times$ contexte de recherche $\times$ type de requêtes).

(a) Domaine de connaissances						
<i>Heuristique thématique</i>	<i>Dans le domaine</i>			<i>Hors du domaine</i>		
Requêtes d'exploration (en proportion)	.70 (.29)			.68 (.29)		
	<i>Total</i>	<i>E</i>	<i>e</i>	<i>Total</i>	<i>E</i>	<i>e</i>
Score de spécificité sémantique des requêtes (entre 1 et 3)	1.23 (.31)***	1.3 (.33)**	1.2 (.30)	1.13 (.29)***	1.13 (.28)**	1.2 (.30)
<i>Heuristique navigationnelle</i>	<i>Total</i>	<i>SERPs</i>	<i>Docs</i>	<i>Total</i>	<i>SERPs</i>	<i>Docs</i>
Temps total passé sur les contenus d'informations (en secondes)	269 (294)	204 (228.3)	335 (323.5)	282 (296.4)	209 (258.9)	355 (312)
Nombre total de clics sur les contenus d'informations	3.1 (4.51)	5.1 (4.6)	1.1 (2)	3.1 (4.6)	5 (5.53)	1.14 (2.4)
Résultats de la RI						
Score de recherche aux tâches de lookup complexe (de 0 à 8)	2.63 (2.83)**			1.25 (1.92)**		
	<i>Total</i>	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>Total</i>	<i>T1</i>	<i>T2</i>
Faits de bonne qualité contenus dans les réponses écrites finales (en proportion)	.74 (.27)***	.68 (.31)***	.81 (.21)	.55 (.33)***	.42 (.39)***	.68 (.19)
(b) Contextes de recherche						
<i>Heuristique thématique</i>	<i>Lookup complexe</i>			<i>Exploratoire</i>		
Requêtes d'exploration (en proportion)	.52 (.25)***			.87 (.24)***		
	<i>Total</i>	<i>E</i>	<i>e</i>	<i>Total</i>	<i>E</i>	<i>e</i>
Score de spécificité sémantique des requêtes (entre 1 et 3)	1.24 (.31)***	1.3 (.31)	1.23 (.33)	1.12 (.30)***	1.13 (.30)	1.1 (.26)
<i>Heuristique navigationnelle</i>	<i>Total</i>	<i>SERPs</i>	<i>Docs</i>	<i>Total</i>	<i>SERPs</i>	<i>Docs</i>
Temps total passé sur les contenus d'informations (en secondes)	286 (298.7)	300 (264.63) ***	273 (259.9) ***	265 (301)	113 (259.9) ***	418 (345.91) ***
Nombre total de clics sur les contenus d'informations	4.1 (4.64)***	6.7 (5.9)***	1.43 (2.62)	2.1 (4.7)***	3.33 (3.41)***	.8 (1.6)

Note. E (exploration) ; e (exploitation) ; T1 (pré-RI) ; T2 (post-RI) ; * $p < .05$; ** $p < .05$; *** $p < .001$.

Tableau 8 : Moyennes (*écart-types*) pour toutes les variables dépendantes en fonction **a)** des connaissances antérieures du domaine (dans le domaine vs. en dehors du domaine) et **b)** des contextes de recherche (lookup complexe vs. exploratoire)

	Domaine de connaissances											
	Dans le domaine						En dehors du domaine					
Contextes de recherche	Lookup Comp.			Exploratoire			Lookup Comp.			Exploratoire		
Heuristique thématique												
Requêtes d'exploration (en proportion)	.52 (.25)			.89 (.25)			.52 (.22)			.84 (.25)		
	Tt	E	e	Tt	E	e	Tt	E	e	Tt	E	e
Score de spécificité sémantique des requêtes (entre 1 et 3)	1.3 (.31)	1.3 (.35)	1.28 (.36)	1.2 (.31)	1.2 (.39)	1.12 (.29)	1.18 (.29)	1.2 (.26)	1.17 (.30)	1.07 (.27)	1.1 (.14)	1.08 (.22)
Heuristique navigationnelle												
	Tt	S	D	Tt	S	D	Tt	S	D	Tt	S	D
Temps total passé sur les contenus	280 (303)	286 (255)	274 (249)	259 (273)	122 (191)	396 (316)	293 (306)	314 (275)	271 (272)	271 (310)	103 (190)	439 (375)

d'informations (en secondes)												
Nombre total de clics sur les contenus d'informations	4.13 (4.89)	6.83 (5.58)	1.42 (2.61)	2 (4.9)	3.3 (2.69)	.68 (1.44)	4 (4.02)	6.57 (6.16)	1.43 (2.7)	2.11 (4.99)	3.4 (4.03)	.85 (1.74)

Note. Tt (Total) ; E (exploration) ; e (exploitation) ; S (SERPs) ; D (Documents) ; Comp. (Complexe) ; * $p = .05$; ** $p < .05$; *** $p < .001$.

Tableau 9 : Moyennes (*écart-types*) pour toutes les variables dépendantes en fonction de l'interaction entre les connaissances antérieures du domaine (dans le domaine vs. en dehors du domaine) et les contextes de recherche (lookup complexe vs. exploratoire)

8.5.2. Effets des connaissances antérieures du domaine et du contexte de recherche sur l'heuristique navigationnel exploration-exploitation

Au niveau du **temps total passé sur les contenus d'informations (en secondes)**, si ce dernier est significativement supérieur pour les documents que pour les SERPs ($F(1, 59) = 31.39, p < .001, n^2p = .347$), ni les connaissances antérieures du domaine ($F(1, 59) = 0.24, p > .05$), ni le contexte de recherche ($F(1, 59) = 0.88, p > .05$) n'ont eu d'effets significatifs sur cette variable. Les hypothèses 1b et 2b ne sont donc pas vérifiées au niveau des effets principaux. Pour les interactions, aucun effet significatif n'est mis en avant vis-à-vis : des connaissances antérieures du domaine avec le contexte de recherche ($F(1, 59) = 4.52e -4, p > .05$), des connaissances antérieures avec les contenus d'informations (SERPs vs. documents) ($F(1, 59) = 0.09, p > .05$). L'H1b n'est donc pas non plus confirmée à ce niveau. En revanche, l'interaction entre le contexte de recherche et les contenus d'informations est significative ($F(1, 59) = 81.241, p < .001, n^2p = .579$). L'analyse post-hoc révèle que cette partie de l'H2b est vérifiée : les tâches de lookup complexe mènent les participants à passer plus de temps sur les SERPs que les tâches exploratoires ($p < .001$) ; les tâches exploratoires conduisent les participants à passer plus de temps sur les documents que les tâches de lookup complexes ($p < .001$). Pour terminer, l'interaction totale (connaissances $\times$ contexte $\times$ contenus d'informations) n'est pas significative ($F(1, 59) = 1.68, p > .05$), ne validant pas une partie de l'H1b.

Pour le **nombre total de clics sur les contenus d'informations**, si les participants ont davantage cliqué sur les SERPs que sur les documents ($F(1, 59) = 144.7, p < .001, n^2p = .710$), les connaissances antérieures du domaine n'ont pas eu d'effet significatif sur cette variable contrairement à l'H1b ($F(1, 59) = 5.16e -31, p > .05$). L'effet principal du contexte de recherche est en revanche significatif ($F(1, 59) = 38.34, p < .001, n^2p = .394$), où les tâches exploratoires ont entraîné moins de clics que les tâches de lookup complexes. Du côté des interactions, si celles entre les connaissances et le contexte de recherche ($F(1, 59) = 0.225, p > .05$) et entre les

connaissances et les contenus d'informations (SERPs vs. documents ; $F(1,59) = 0.09, p > .05$) ne sont pas significatives contrairement à l'H1b, l'interaction entre le contexte de recherche et les contenus d'informations est significative ($F(1, 59) = 25.74, p < .001, \eta^2p = .304$). L'analyse post-hoc montre que les tâches de lookup complexes entraînent plus de clics sur les SERPs que les tâches exploratoires ($p < .001$), mais n'indique pas de différence significative au niveau du nombre de clics à l'intérieur des documents entre les tâches ($p > .05$). En conséquence, l'H2b n'est que partiellement vérifiée. Pour conclure, l'interaction entre les connaissances, le contexte de recherche et les contenus d'informations n'est pas significative ($F(1, 59) = 0,064, p > .05$). L'H1b n'est donc pas validée.

8.5.3. Effets des connaissances antérieures du domaine et des heuristiques exploration-exploitation sur le score de recherche (lookup complexe)

Effets des connaissances antérieures sur le score de recherche

En accord avec l'H1c, le T de Student indique que les participants obtiennent un score de recherche plus élevé lorsqu'ils réalisent une tâche de lookup complexe dans leur domaine de connaissances que lorsqu'ils la réalisent en dehors de leur domaine ($t(59) = 2,99, p = .004, d = .386$).

Effets des heuristiques exploration-exploitation sur le score de recherche

Afin d'analyser dans quelles mesures les heuristiques navigationnelle et thématique prédisent le score de recherche (lookup complexe) dans le domaine de connaissances, puis en dehors du domaine, trois modèles de régressions ont été établis. Le modèle 1, focalisé sur l'heuristique thématique, intègre la proportion de requêtes d'exploration à l'étape 1, puis nous avons ajouté les scores sémantiques d'exploration et d'exploitation à l'étape 2. Le second modèle concerne l'exploration navigationnelle (temps total passé sur les SERPs à l'étape 1, et nombre total de clics sur les SERPs à l'étape 2), et le troisième l'exploitation navigationnelle (temps total passé sur les documents à l'étape 1 et nombre total de clics à l'intérieur des documents à l'étape 2). Le Tableau 10 présente les résultats des analyses de régressions hiérarchiques a) dans le domaine de connaissances puis b) en dehors du domaine de connaissances en ce qui concerne le score de recherche.

- **Dans le domaine de connaissances**

Comme l'indique le Tableau 10a au niveau de l'heuristique thématique, seul le modèle 2 intégrant les scores de spécificité sémantique des requêtes d'exploration et d'exploitation

comptent pour 14% de la variance du score de recherche ($p < .05$). Alors que la proportion de requêtes d'exploration reste un prédicteur marginal ($p < .09$) et que la spécificité sémantique des requêtes d'exploration n'est pas un prédicteur significatif du score de recherche ($p > .05$), le score de spécificité sémantique des requêtes d'exploitation prédit positivement le score de recherche ($p < .05$). Lorsque les utilisateurs doivent effectuer une tâche de lookup complexe dans leur domaine de connaissances, plus ils produisent des requêtes d'exploitation sémantiquement spécifiques, plus leur score de recherche en sortie de RI est élevé. L'H3b est à ce niveau partiellement confirmée.

Pour ce qui est de l'exploration navigationnelle, le temps total passé sur les SERPs (modèle 1) représente 6% de la variance du score de recherche ($p = .05$) et de révèle être un prédicteur significativement négatif ($p < .05$). Quand les utilisateurs s'engagent dans la résolution d'une tâche de lookup complexe dans leur domaine de connaissances, plus ils passent de temps sur les SERPs, plus leur score de recherche diminue. Si le modèle 2 est toujours significatif ($p < .05$), seul le temps total passé sur les SERPs reste un prédicteur négatif significatif ($p < .05$) du score de recherche. Le nombre de clics sur les SERPs n'est quant à lui pas significatif ($p > .05$). Enfin, les variables prédictives en lien avec l'exploitation navigationnelle n'ont pas permis de prédire de manière significative le score de recherche. En définitive, seule une partie de l'H4a est validée.

- **En dehors du domaine de connaissances**

Dans le cas de la réalisation de tâches de lookup complexe hors du domaine de connaissances des utilisateurs, des résultats significatifs apparaissent concernant les variables prédictives en lien avec l'heuristique thématique (voir Tableau 10b). Le modèle 1 montre que la proportion de requêtes d'exploration entrées dans l'étape 1 représente 21% de la variance du score de recherche ($p < .001$) et qu'elle est un prédicteur positif significatif ($p < .001$). Ainsi, plus la proportion de requêtes d'exploration est élevée, plus le score de recherche est élevé (i.e. l'inverse étant vrai pour la proportion de requêtes d'exploitation). L'étape 2 intégrant la spécificité sémantique des requêtes d'exploration et d'exploitation reste significative ($p = .004$), seule la proportion de requêtes d'exploration est restée le prédicteur positif significatif du score de recherche ($p < .001$). En ce qui concerne l'heuristique navigationnelle, ni le modèle en lien avec l'exploration navigationnelle, ni le modèle en lien avec l'exploitation ne sont significatifs ($p > .05$).

Modèles	R^2	ΔR^2	F	p	β
Heuristique thématique					
Step 1: Proportion de requêtes E	.03	.03	1.98	<i>ns</i>	.18
Step 2: Proportion de requêtes E	.14	.11	3.01	< .05	.23
Score de spécificité sémantique pour les requêtes E					.07
Score de spécificité sémantique pour les requêtes e					.3*
Heuristique navigationnelle					
<i>Exploration navigationnelle</i>					
Step 1: Temps total passé sur les SERPs	.06	.06	3.93	= .05	-.37*
Step 2: Temps total passé sur les SERPs	.08	.02	2.44	< .05	-.37*
Nombre total de clics sur les SERPs					.17
<i>Exploitation navigationnelle</i>					
Step 1: Temps total passé sur les documents	.02	.02	1.002	<i>ns</i>	-.13
Step 2: Temps total passé sur les documents		.01	.655	<i>ns</i>	-.09
Nombre total de clics sur les documents					-.09
(b) En dehors du domaine de connaissances					
Modèles	R^2	ΔR^2	F	p	β
Heuristique thématique					
Step 1: Proportion de requêtes E	.21	.21	15.06	<.001	.45**
Step 2: Proportion de requêtes E	.21	.002	4.9	<.005	.45**
Score de spécificité sémantique pour les requêtes E					-.05
Score de spécificité sémantique pour les requêtes e					.22
Heuristique navigationnelle					
<i>Exploration navigationnelle</i>					
Step 1: Temps total passé sur les SERPs	.01	.01	.699	<i>ns</i>	-.11
Step 2: Temps total passé sur les SERPs	.01	.002	.400	<i>ns</i>	-.14
Nombre total de clics sur les SERPs					.05
<i>Exploitation navigationnelle</i>					
Step 1: Temps total passé sur les documents	.05	.05	2.88	<i>ns</i>	.22
Step 2: Temps total passé sur les documents	.05	1.01e-5	1.42	<i>ns</i>	.22
Nombre total de clics sur les documents					-.004

Note. E (exploration) ; e (exploitation) ; R^2 indique la variance totale prise en compte avec l'inclusion de chaque étape. ΔR^2 indique la variation du R^2 total attribuable à l'inclusion d'une étape. Le niveau de signification de chaque β est indiqué par les symboles suivants : ** $p < .001$. * $p < .05$.

Tableau 10 : Résumé des analyses de régressions hiérarchiques pour les variables prédictives des scores de recherche **a)** dans le domaine et **b)** en dehors du domaine de connaissances

8.5.4. Effets des connaissances antérieures du domaine et des heuristiques exploration-exploitation sur les résultats d'apprentissage factuels (exploratoire)

Effets des connaissances antérieures sur les résultats d'apprentissage factuels

Pour ce qui est de l'effet principal des connaissances antérieures du domaine sur la proportion de faits de bonne qualité contenus dans les productions écrites, celui-ci est significatif ($F(1, 59) = 23.63, p < .001, n^2p = 0.286$) : la proportion de faits de bonne qualité est plus élevée lorsque les utilisateurs effectuent une tâche exploratoire dans leur domaine de connaissances que lorsqu'ils l'effectuent en dehors de leur domaine, ce qui va dans le sens d'une partie de l'H1c. La comparaison de la proportion de faits de bonne qualité dans les réponses écrites avant (T1) et après (T2) la RI est significative ($F(1, 59) = 32.63, p < .001, n^2p = 0.356$). Les utilisateurs ont globalement produit une proportion de faits de bonne qualité à T2

par rapport à T1. L'interaction avec les connaissances antérieures et le moment de rédaction de la production écrite (T1 vs. T2) n'est pas significative ($F(1, 59) = 3,39, p > .05$). L'analyse post-hoc révèle néanmoins que les participants ont produit une plus grande proportion de faits de bonne qualité à T1 dans leur domaine de connaissances qu'en dehors de leur domaine ($p < .001$). En revanche, aucune différence significative n'apparaît entre les deux conditions à T2 ($p > .05$), ne confirmant pas dans sa totalité l'H1c.

Effets des heuristiques exploration-exploitation sur les résultats d'apprentissage factuels

Comme précédemment, le modèle de régression hiérarchique n°1 testant les variables prédictives en lien avec l'heuristique thématique inclue la proportion de requêtes d'exploration à l'étape 1, puis l'ajout des scores sémantiques des requêtes d'exploration et d'exploitation à l'étape 2. Le modèle de régression hiérarchique n°2 se focalise sur les variables prédictives en lien avec l'exploration navigationnelle (temps total passé sur les SERPs à l'étape 1 et le nombre total de clics sur les SERPs à l'étape 2) et le modèle de régression n°3 se concentre sur l'exploitation navigationnelle pour les variables prédictives (temps total passé sur les documents à l'étape 1 et le nombre total de clics intra-documents à l'étape 2). Le Tableau 11 présente les résultats des analyses de régressions hiérarchiques a) dans le domaine de connaissances puis b) en dehors du domaine de connaissances en ce qui concerne les résultats d'apprentissage factuels à T2.

- **Dans le domaine de connaissances**

En ce qui concerne les résultats des modèles d'analyse de régressions hiérarchiques, aucun d'entre eux ne prédisent significativement la proportion de faits de bonne qualité à T2, contrairement à l'H3b et l'H4.

- **En dehors du domaine de connaissances**

Lorsque les utilisateurs effectuent une tâche exploratoire en dehors de leur domaine de connaissances, les modèles 1 intégrant l'heuristique thématique en tant que variables prédictives de la proportion de faits de bonne qualité à T2 n'est pas significatif ($p > .05$), tout comme le modèle 2 relatif à l'exploration navigationnelle ($p > .05$). En revanche, le modèle 3 en lien avec l'exploitation navigationnelle est quant à lui significatif ($p < .05$). Plus précisément, l'étape incluant le temps total passé sur les documents représente 7% de la variance de la proportion de faits de bonne qualité à T2, qui est un prédicteur significativement positif ($p < .05$). Lorsque les participants effectuent une tâche exploratoire en dehors de leur domaine de

connaissances, plus ils passent de temps sur les documents, plus la proportion de faits de bonne qualité contenue dans les productions écrites à T2 augmente. Néanmoins, l'étape 2 prenant en considération le nombre total de clics sur les documents n'est pas significative ($p > .05$), l'H4 n'étant dans cette mesure que partiellement vérifiée.

(a) Dans le domaine de connaissances					
Modèles	R^2	ΔR^2	F	p	β
Heuristique thématique					
Step 1: Proportion de requêtes E	.002	.002	.123	ns	-.05
Step 2: Proportion de requêtes E	.01	.01	.166	ns	-.15
Score de spécificité sémantique pour les requêtes E					.02
Score de spécificité sémantique pour les requêtes e					-.1
Heuristique navigationnelle					
<i>Exploration navigationnelle</i>					
Step 1: Temps total passé sur les SERPs	.01	.01	.462	ns	-.09
Step 2: Temps total passé sur les SERPs	.01	.005	.360	ns	-.09
Nombre total de clics sur les SERPs					.07
<i>Exploitation navigationnelle</i>					
Step 1: Temps total passé sur les documents	.06	.06	3.51	ns	.24
Step 2: Temps total passé sur les documents	.06	.001	1.76	ns	.24
Nombre total de clics sur les documents					-.03
(b) En dehors du domaine de connaissances					
Modèles	R^2	ΔR^2	F	p	β
Heuristique thématique					
Step 1: Proportion de requêtes E	.003	.003	.160	ns	-.05
Step 2: Proportion de requêtes E	.04	.04	.836	ns	-.09
Score de spécificité sémantique pour les requêtes E					.23
Score de spécificité sémantique pour les requêtes e					-.15
Heuristique navigationnelle					
<i>Exploration navigationnelle</i>					
Step 1: Temps total passé sur les SERPs	.01	.01	.587	ns	-.1
Step 2: Temps total passé sur les SERPs	.04	.03	1.24	ns	-.15
Nombre total de clics sur les SERPs					.18
<i>Exploitation navigationnelle</i>					
Step 1: Temps total passé sur les documents	.07	.07	4.53	<.05	.27*
Step 2: Temps total passé sur les documents	.07	.004	2.37	ns	.28*
Nombre total de clics sur les documents					-.07

Note. E (exploration) ; e (exploitation) ; R^2 indique la variance totale prise en compte avec l'inclusion de chaque étape. ΔR^2 indique la variation du R^2 total attribuable à l'inclusion d'une étape. Le niveau de signification de chaque β est indiqué par les symboles suivants : * $p < .05$.

Tableau 11: Résumé des analyses de régressions hiérarchiques pour les variables prédictives de la qualité des faits à T2 **a)** dans le domaine et **b)** en dehors du domaine du domaine de connaissances

8.5.5. Synthèse des principaux résultats de l'étude expérimentale n°1

L'impact des connaissances antérieures du domaine s'est surtout manifestée au niveau de la spécificité sémantique des requêtes produites, des scores de recherche et des résultats d'apprentissage. Lorsque les utilisateurs réalisent des tâches dans leur domaine de connaissances, leurs requêtes sont sémantiquement plus spécifiques, en particulier leurs requêtes d'exploration. En ce qui concerne les scores de recherche (i.e. lookup complexe), ces

derniers sont plus élevés lorsque les utilisateurs effectuent des tâches dans leur domaine de connaissances plutôt qu'en dehors. Au niveau de la qualité des connaissances factuelles, celle-ci est meilleure pour la tâche d'exploration réalisée dans le domaine de connaissances des utilisateurs mais particulièrement dans les réponses écrites pré-RI (T1).

En ce qui concerne les heuristiques exploration-exploitation (thématique et navigationnelle) en tant que prédicteurs des résultats de la RI, lorsque les utilisateurs effectuent une tâche de lookup complexe dans leur domaine de connaissances, plus leurs requêtes d'exploitation sont sémantiquement spécifiques, plus leur score de recherche est élevé. Par contre, plus les utilisateurs passent de temps à explorer les SERPs, plus leur score de recherche diminue. En dehors de leur domaine de connaissances, plus les utilisateurs formulent de requêtes d'exploration, plus leur score de recherche est élevé. Pour les tâches exploratoires, plus les utilisateurs ont passé du temps sur les documents lorsqu'ils réalisaient cette tâche en dehors de leur domaine de connaissances, plus la proportion de faits de bonne qualité est importante à T2.

Les résultats ont également mis en évidence une série de différences significatives entre les tâches de lookup complexes et les tâches d'exploration. Les tâches de lookup complexes conduisent à une proportion plus élevées de requêtes d'exploitation, à la formulation de requêtes plus spécifiques et à une exploration plus longue et plus étendue des SERPs. Quant à elles, les tâches exploratoires mènent à une plus grande proportion de requêtes d'exploration constituées d'un vocabulaire moins spécifique et à un temps passé sur les documents plus élevé.

8.6. Discussion

8.6.1. Le contexte de recherche et les heuristiques exploration-exploitation

Le premier objectif de l'étude expérimentale n°1 visait à comprendre les effets de différents contextes de recherche (lookup complexe vs. exploratoire) sur les comportements de résolution des heuristiques exploration-exploitation (navigationnelle et thématique) pendant l'activité de RI. La principale nouveauté scientifique était de distinguer des tâches de **lookup complexes** et des tâches exploratoires alors que les travaux antérieurs étudiant la dichotomie *lookup-exploratoire* focalisaient leurs descriptions des comportements en comparant essentiellement des tâches de lookup simples à des tâches exploratoires. Nous formulons l'hypothèse que les tâches de lookup complexes (ici, des tâches multicritères ; Bell & Ruthven, 2004 ; Sanchiz et al., 2017b), mèneraient les utilisateurs à davantage d'exploitation thématique et à plus d'exploration navigationnelle que les tâches exploratoires où le contraire serait alors

observé. Globalement, les résultats obtenus confirment nos hypothèses et permettent de dégager des tendances comportementales précises menant à la distinction du lookup complexe versus de l'exploratoire. Les tâches de lookup complexe conduisent à la formulation de requêtes sémantiquement plus spécifiques et moins diversifiées (exploitation thématique importante) que la tâche exploratoire (exploration thématique plus importante). Au niveau de l'heuristique navigationnelle, les tâches de lookup complexes impliquent des comportements d'exploration des SERPs plus élevés (i.e. temps passé sur les SERPs et nombre de clics depuis les SERPs plus importants) que la tâche exploratoire qui sous-tend une exploitation des documents plus longue (i.e. plus de temps passé sur les documents).

Par conséquent, *les variations de l'heuristique thématique en fonction de la distinction lookup complexe-exploratoire tend à aller dans le même sens que la distinction entre le lookup simple-exploratoire*. En particulier, les tâches en lien avec le lookup implique la poursuite d'objectifs de recherche ciblés et menant à peu de modifications dans la représentation mentale initiale de l'utilisateur par rapport aux tâches en lien avec le contexte exploratoire (Athukorala et al., 2015, 2016 ; Mao et al., 2018 ; Palagi et al., 2017). Ainsi, il n'est pas étonnant que le lookup complexe conduise à une exploitation thématique plus importante et le contexte exploratoire à une exploration thématique des contenus plus élevée. Par contre, les travaux antérieurs indiquaient que les tâches exploratoires conduisaient les utilisateurs à des efforts de recherche et de navigation plus élevés que les tâches de lookup : 1. par une exploration plus importante et plus étendue des SERPs (Athukorala et al., 2015, 2016 ; Capra et al., 2015 ; Kelly et al., 2015) et 2. par une exploitation plus longue et plus profonde des documents (Ghosh et al., 2018 ; Kelly et al., 2015 ; Kim, 2009 ; Wood et al., 2018). Les résultats obtenus dans notre étude diffèrent donc des résultats antérieurs basés sur la distinction entre le lookup simple et l'exploratoire. En outre, lorsque le lookup est complexe d'un point de vue cognitif (i.e. multicritères), les utilisateurs ont la nécessité d'explorer plusieurs pistes de recherche afin d'investiguer chaque critère et réduire l'écart entre l'état initial et l'état final de la tâche en localisant une réponse cible qui satisfait à l'ensemble des critères de recherche. L'exploration navigationnelle est donc pertinente pour résoudre ce type de tâches. Au contraire, le contexte exploratoire mène à la réalisation de tâche impliquant l'acquisition de nouvelles connaissances. La lecture approfondie des contenus et par conséquent l'exploitation navigationnelle est par conséquent plus pertinente pour atteindre des objectifs de recherche exploratoires. Néanmoins, aucune différence n'est apparue concernant la profondeur de l'exploitation navigationnelle (i.e. nombre de clics intra-document) entre les deux tâches et les moyennes pour cette mesure étaient

particulièrement faibles, traduisant le fait que les participants ont globalement exploité les premières pages des documents pour atteindre leurs objectifs.

8.6.2. Les connaissances antérieures du domaine, les heuristiques exploration-exploitation et les résultats de la RI

Cette première étude investiguait également les effets des connaissances antérieures du domaine sur les heuristiques exploration-exploitation, sur les scores de recherche complexes (tâches multicritères représentatives du contexte de lookup complexe) et sur la qualité des résultats d'apprentissage factuels (tâches en lien avec le contexte exploratoire). Au niveau de l'heuristique navigationnelle, nous postulons que les utilisateurs avec des connaissances élevées seraient plus efficaces et plus efficaces dans sa mise en œuvre (i.e. moins de temps passé sur les SERPs et les documents mais plus de clics) que les utilisateurs avec des connaissances faibles. Si nos hypothèses n'ont pas été vérifiées au niveau des effets principaux, deux résultats importants ont été obtenus : **1.** Plus les utilisateurs passent du temps sur les SERPs lors de la résolution d'une tâche de lookup complexe dans leur domaine de connaissances, plus leur score de recherche en sortie de RI est faible et **2.** Plus les utilisateurs passent du temps sur les documents lorsqu'ils résolvent une tâche exploratoire en dehors de leur domaine, plus la qualité de leurs connaissances factuelles en sortie de RI augmente (T2).

Pour le **1^{er} résultat d'intérêt**, c'est parce qu'ils sont habituellement efficaces et efficaces lors de l'exploration navigationnelle que nous postulons qu'une baisse d'efficacité (e.g., plus de temps passé sur les SERPs) pouvait être un indicateur de difficultés chez les utilisateurs réalisant des tâches dans leur domaine de connaissances (i.e. difficulté à accéder à des pistes de recherche pertinente pour localiser la réponse cible). Cette dégradation de la performance s'observe aussi au niveau des scores de recherche en sortie de RI. Bien que lorsqu'ils réalisent ces tâches dans leur domaine de connaissances les utilisateurs obtiennent des scores significativement plus élevés ($M = 2.63$ $ET = 2.83$) que lorsqu'ils les résolvent en dehors de leur domaine ($M = 1.25$ $ET = 1.92$), les scores restent relativement faibles dans les deux cas. Alors que les réponses cibles devaient satisfaire 8 critères de recherche, les utilisateurs ont arrêté leur activité de RI bien avant d'avoir localisé des réponses satisfaisantes. A travers cette lecture des résultats, nous pouvons avancer qu'un temps élevé passé sur les SERPs (i.e. surexploration navigationnelle), traduit une réelle difficulté pour les utilisateurs à sélectionner et trouver des résultats pertinents (en particulier lorsque les tâches multicritères sont réalisées dans leur domaine de connaissances. Concernant le **2nd résultat d'intérêt**, ce dernier va dans le sens des travaux antérieurs où moins les utilisateurs ont de connaissances dans le domaine

de la tâche exploratoire qu'ils réalisent, plus ils peuvent améliorer leur apprentissage au cours de la RI à condition de mettre en place une lecture longue et approfondie des documents qu'ils visitent (Eickhoff et al., 2014 ; Gadiraju et al., 2018 ; Liu et al., 2013 ; Lu & Hsiao, 2017 ; Pardi et al., 2020 ; Syed & Collins-Thompson, 2016 ; Vakkari & Huuskonen, 2012 ; Yu et al., 2018).

Au niveau de l'heuristique thématique exploration-exploitation, nous postulons que les utilisateurs réalisant des tâches dans leur domaine de connaissances poursuivraient plutôt des objectifs d'exploitation thématique (proportion de requêtes d'exploitation plus élevée et spécificité sémantique des requêtes élevée), alors que le contraire serait observé lorsque les utilisateurs réaliseraient des tâches en dehors de leur domaine de connaissances (i.e. exploration thématique plus importante). De plus, la question plus générale de cette étude était de déterminer la mesure dans laquelle le niveau de diversité des requêtes impacté leur niveau de spécificité. En particulier, si la *diversité* n'a pas impacté la *spécificité* de façon globale, l'analyse des liens unissant ces deux dimensions peut être plus poussée lorsque l'on prend en considération le niveau de connaissances antérieures du domaine des utilisateurs.

Par exemple, les utilisateurs formulent des requêtes sémantiquement plus spécifiques lorsqu'ils réalisent des tâches dans leur domaine de connaissances. Si ce résultat soutient les travaux antérieurs (Freund & Toms, 2006 ; Hembrooke et al., 2005 ; Marchionini, 1993 ; Monchaux et al., 2015 ; Sanchiz, Chevalier et al., 2017 ; Shiri, 2005), le plus surprenant est le fait que le niveau de spécificité sémantique des requêtes est particulièrement élevé lorsque les utilisateurs formulent des requêtes d'exploration dans leur domaine de connaissances par rapport aux requêtes formulées en dehors de leur domaine. Ainsi, des requêtes d'exploration peuvent être sémantiquement spécifiques à un vocabulaire du domaine contrairement à ce que pouvait avancer le modèle *DEEL* d'un point de vue théorique (Hardy et al., 2019), en particulier lorsque les utilisateurs ont des connaissances élevées du sujet de la tâche.

De plus, si le compromis thématique n'a pas significativement prédit l'apprentissage factuel dans cette étude, il prédit les scores de recherche complexes en sortie de RI. Lorsque les utilisateurs réalisent des tâches de lookup complexe dans leur domaine de connaissances, plus ils formulent des requêtes d'exploitation sémantiquement spécifiques, plus leurs scores de recherche en sortie de RI augmente. Ce résultat traduit le fait que l'accès à des résultats plus pertinents en lien avec le domaine de connaissances de la tâche multicritères permet de localiser des éléments d'informations correspondants davantage aux critères fournis dans l'énoncé. Au contraire, lorsque les requêtes sont trop générales, les utilisateurs passent du temps à explorer

des SERPs non-pertinents. Ainsi, les utilisateurs avec des connaissances sont guidés par des processus top-down qui leur permettent de (re)formuler des requêtes ciblées et spécifiques pour trouver des réponses satisfaisant à davantage de critères.

Lorsqu'ils réalisent les tâches de lookup complexe en dehors de leur domaine, c'est une proportion élevée de requêtes d'exploration qui prédit positivement les scores de recherche. En d'autres termes, les utilisateurs avec des connaissances faibles ont la nécessité de produire des requêtes plus *variées*, leur permettant d'explorer un espace thématique plus large afin d'avancer petit à petit vers la réponse cible.

8.7. Limites de l'étude expérimentale n°1

L'étude expérimentale n°1 met en avant plusieurs résultats importants pour le test du modèle *PS-DEEL* (Hardy et al., 2019 ; Sanchiz et al., 2020) et pour établir des pistes d'amélioration des algorithmes de recherche (cf. [Chapitre 12](#)). Toutefois, plusieurs limites peuvent être évoquées comme ayant pu impacter certains résultats et doivent être dépassées dans les études expérimentales suivantes.

Premièrement, l'effet principal des connaissances antérieures du domaine n'a été que très peu observé dans cette étude. La lourdeur du protocole expérimental ayant permis le recueil de données dont seulement une partie fût utilisée ici (cf. Dosso et al., 2021 accéder à l'intégralité des données du projet *ANR-CoST*) a pu conduire à une charge cognitive très lourde pour les participants (i.e. 15 tâches à réaliser dans trois domaines de connaissances différents). Au vu du nombre de tâches à réaliser, les consignes n'imposaient pas de temps recherche minimum, laissant les participants juger en autonomie du temps qu'ils devaient dédier à chacune de leur recherche. En sortie, nous avons néanmoins constaté que les temps de recherche globaux étaient très courts, y compris pour la réalisation de tâches complexes comme les multicritères et les exploratoires. Le courant SAL recommande notamment que les temps de recherche tournent *a minima* autour des 15-20 minutes de recherche pour que les participants soient en mesure d'accéder à une compréhension profonde des contenus en ligne et à des apprentissages de haut-niveaux au cours de la RI (Eickhoff et al., 2014 ; Kalyani & Gadiraju, 2019 ; Moraes et al., 2018). Egalement, le courant SAL conseille fortement d'éviter la multiplication des domaines de recherche entre les tâches qui peuvent entraver l'apprentissage (Freund, 2016). Ces limites peuvent avoir minimiser l'effet des connaissances antérieures où finalement, les utilisateurs n'ont pas engagé beaucoup d'efforts de recherche pour résoudre les tâches qui étaient trop nombreuses et diverses.

- ⇒ En correction, les prochaines études expérimentales réalisées : 1. Imposent dans leurs consignes des temps de recherche obligatoires et 2. Evitent la multiplication des (sous-)domaines de recherche.

Deuxièmement, les connaissances antérieures n'ont pas eu d'effets significatifs sur la qualité des connaissances factuelles rapportées en post-RI. L'explication la plus probable est le fait que le niveau de connaissances factuelles évalué était trop faible car déjà acquis par les utilisateurs réalisant des tâches exploratoires dans leur domaine. En particulier, les utilisateurs avec des connaissances élevées ont moins de marge d'amélioration que les utilisateurs sans ou avec peu de connaissances (Simonsmeier et al., 2021 ; White et al., 2009).

- ⇒ Ainsi, l'étude expérimentale n°4 concentrera son évaluation de la qualité de l'apprentissage en post-RI sur des niveaux plus élevés tels que l'apprentissage conceptuel et créatif.

Troisièmement, l'opérationnalisation utilisée dans cette étude pour observer l'heuristique thématique n'est peut-être pas assez représentative de la conceptualisation avancée dans *DEEL* (Hardy et al., 2019). Dans cette étude, nous avons plutôt évalué la mesure dans laquelle les représentations mentales des utilisateurs se sont modifiées au cours de l'activité et en fonction des tâches. En revanche, il est louable de se demander si la méthode d'annotation des requêtes utilisées traduit réellement les objectifs d'apprentissage thématiques exploration-exploitation poursuivis par les utilisateurs pour modifier efficacement leur structure de connaissances.

- ⇒ Dans les prochaines études expérimentales, l'heuristique thématique est opérationnalisée différemment (i.e. nouvelle grille d'annotation, nouveaux matériaux verbaux et sémantiques analysés).

Enfin, l'observation de l'heuristique navigationnelle basée sur les journaux de recherche et sur l'analyse des traces d'interaction utilisateurs-système *a posteriori* comporte également des limites. En particulier, les interfaces des moteurs de recherche ont fortement évolué ces dernières années afin de proposer de nouveaux outils de recherche pour faciliter l'apprentissage par la RI (Kameni et al., 2022) qui ne sont pas forcément observables partir des logs. Il est donc justifié de se demander dans quelle mesure l'exploration navigationnelle s'est complexifiée en allant au-delà des interactions *traditionnelles* humains-résultats naturels (i.e. résultats fournis par le moteur de recherche en fonction de critères de pertinence par rapport à la requête soumise sous la forme des liens bleus). En particulier, les résultats de cette première étude ayant mis en avant le fait que les tâches exploratoires impliquaient une exploitation plus longue des contenus

d'informations dans un objectif d'amélioration de la qualité des connaissances factuelles (et particulièrement pour les tâches **en dehors du domaine**), certaines fonctionnalités de recherche comme l'outil de questions-réponses *Autres questions posées (AQPs)* pourrait être utilisé lors de l'exploration navigationnelle. En effet, l'outil AQPs fournissant des contenus courts et factuels directement depuis l'interface du moteur de recherche peut être pertinent dans la résolution de tâches exploratoires par rapport aux tâches de lookup complexes.

- ⇒ Cette question de recherche est investiguée dans la deuxième étude expérimentale de cette thèse présentée dans le chapitre suivant.

9. Chapitre 9 - Etude expérimentale n°2. Effets des connaissances antérieures du domaine et du contexte recherche sur le traitement de l'outil « *Autres questions posées* » lors de la résolution de l'heuristique navigationnelle et sur les résultats de recherche et d'apprentissage thématique par exploration-exploitation. Une étude d'eye-tracking.

9.1. Problématique et objectifs

L'étude de l'heuristique navigationnelle telle que définie dans les différents modèles cognitifs et informatiques de la RI (Chin, Anderson et al., 2015 ; Pirolli & Card, 1999 ; Sanchiz et al., 2020 ; Sharit et al., 2008, 2015) focalise leur description de l'exploration à partir des interactions entre l'humain et les résultats naturels¹⁹ des SERPs. Cependant, les interfaces des moteurs de recherche ont évolué afin de soutenir davantage la recherche d'information en intégrant de nouveaux outils de recherche. Par exemple, l'outil *Autres questions posées* (AQP) vise à réduire les coûts cognitifs des utilisateurs en leur offrant un accès rapide à un ensemble d'informations *a priori* pertinentes sans qu'ils n'aient la nécessité de s'engager dans une exploitation approfondie de documents plus complexes et plus riches en informations (Pothirattanachaikul et al., 2020 ; cf. Chapitre 1, Figure 2 pour un rappel plus détaillé sur cet outil). Néanmoins, les bénéfices potentiels de l'outil AQP n'ont pas été investigués de façon claire dans la littérature antérieure dans la mesure où l'intérêt empirique se porte en grande majorité sur les résultats naturels, au détriment d'une meilleure compréhension des interactions humains-outils de recherche sur l'interface SERPs dans sa globalité (Lewandowski & Kammerer, 2020; Strzelecki, 2020). Dans cette deuxième étude expérimentale, le premier enjeu est de déterminer la façon dont les utilisateurs traitent l'outil AQP par rapport à des contenus plus traditionnels (i.e. résultats naturels sur les SERPs, contenus informationnels sur les documents).

En particulier, nous formulons l'hypothèse selon laquelle le niveau de connaissances antérieures du domaine des utilisateurs va avoir des effets sur les choix de traitement de contenus issus de l'outil AQP par rapport à des contenus traditionnels, pour plusieurs raisons. Premièrement, rappelons que les utilisateurs bénéficiant d'un niveau élevé de connaissances sont davantage guidés par ces dernières lors du processus de traitement des informations (*Top-down*), alors que les utilisateurs avec peu de connaissances sont plus sensibles aux caractéristiques des interfaces et des outils de recherche avec lesquels ils sont en interaction

¹⁹ Pour rappel les résultats naturels (*organic results* en anglais) sont les résultats fournis par un moteur de recherche en fonction de leur pertinence par rapport à la requête soumise par l'utilisateur incluant : un lien bleu, une URL, un snippet (Dumais et al., 2010).

pour guider leurs traitements (*Bottom-up* ; Amadieu et al., 2015 ; Bhavnani, 2002 ; Chevalier & Kicka, 2006 ; Chin et al., 2009 ; Kang & Fu, 2010 ; Navarro-Prieto et al., 1999 ; Sanchiz et al., 2020). En conséquence, ces derniers pourraient davantage traiter l'AQPs afin de collecter un maximum d'informations en minimisant leurs efforts lors de l'exploration navigationnelle. Deuxièmement, alors qu'un traitement descendant facilite la compréhension de documents hypertextes complexes, l'outil AQPs pourrait davantage bénéficier aux utilisateurs avec des connaissances faibles qui ont besoin lors des premières itérations de requêtes d'acquérir un vocabulaire factuel basique du domaine pour améliorer leur représentation mentale initiale d'une tâche, et être en mesure de s'engager dans des traitements plus approfondi de documents complexes dans la suite de leur recherche (Athukorala et al., 2015 ; Kang & Fu, 2010 ; Liu et al., 2020 ; Sanchiz et al., 2020 ; Vakkari, 2001a, 2001b ; Vakkari, 2016 ; Yuan et White, 2012 ; Zhang & Liu, 2020). Le second enjeu est ainsi de comprendre comment les connaissances antérieures du domaine déterminent les contenus qui seront traités pendant la résolution de l'heuristique exploration-exploitation en général et en cours de RI.

Enfin, nous investiguons les effets du contexte de recherche (lookup complexe vs. exploratoire ; comme dans l'étude n°1) sur le traitement des différents contenus (outil AQPs, résultats naturels, documents). Alors que l'étude expérimentale n°1 a analysé des données d'interactions issues des journaux de recherche, les résultats ont montré un ensemble de différences comportementales notables entre le lookup complexe et l'exploratoire. Au niveau de l'heuristique navigationnelle, le lookup complexe a mené à plus d'exploration des SERPs (i.e. plus de temps et plus de clics sur les SERPs) alors que l'exploratoire a conduit à plus d'exploitation des documents (i.e. plus de temps). Dans cette seconde étude expérimentale, il s'agit de mettre en lumière de nouveaux comportements de recherche permettant de distinguer davantage le lookup complexe de l'exploratoire, en utilisant des données d'eye-tracking et en intégrant l'outil AQPs. Dans une perspective plus appliquée, il s'agit de déterminer dans quelle mesure l'outil AQPs pourrait être soumis à d'éventuelles améliorations visant à faciliter et soutenir davantage l'activité de RI des utilisateurs en fonction des tâches complexes qu'ils effectuent.

A travers l'usage de données oculométriques et d'une méthode d'analyse mixte de celles-ci, l'étude expérimentale n°2 poursuit deux objectifs de recherche :

- (1) Déterminer quels contenus informationnels (i.e. résultats naturels, outil AQPs, documents) et dans quel ordre les utilisateurs traitent lors de la résolution de l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation en fonction de leur niveau de

connaissances antérieures du domaine (faible vs. élevé) et du contexte de recherche dans lequel ils se trouvent (lookup complexe vs. exploratoire).

- (2) Identifier les effets des connaissances antérieures du domaine sur le score de recherche complexe et sur l'heuristique thématique exploration-exploitation étudiée ici en tant que résultat d'apprentissage. Cet objectif fait suite aux limites invoquées à la fin du [Chapitre 8](#).

9.2. Participants

Initialement, quarante-cinq étudiants inscrits en L3 à l'Université de Toulouse avaient pris part à l'étude expérimentale n°2 mais huit ont été retirés de l'échantillon pour les analyses, en raison de problèmes techniques liés aux lunettes d'oculométrie. Ainsi, les données de trente-sept participants sont considérées dont celles de :

- Dix-sept étudiants français en L3 de psychologie âgés de 20 à 32 ans ($M = 22.2$ $ET = 3.13$), dont 5 hommes et 12 femmes.
- Vingt étudiants en L3 dans divers domaines autres que la psychologie (e.g., économie et gestion, anthropologie, sociologie, Histoire et géographie, Arts...), âgés de 19 à 24 ans ($M = 21.1$ $ET = 1.43$), dont 8 hommes et 12 femmes. Dix-neuf d'entre eux étaient de langue maternelle française et un participant s'était déclaré comme parfaitement bilingue en français.

Le niveau de connaissances antérieures du domaine en psychologie a été contrôlé entre les deux groupes (cf. [Chapitre 7](#)). Comme attendu, les étudiants en L3 de psychologie ont autoévalué leur niveau de connaissances antérieures en psychologie comme significativement plus élevé ($M = 2.9$ $ET = .49$) que les étudiants de L3 inscrits dans des domaines d'étude en dehors de la psychologie ($M = 1.3$ $ET = .57$) avec $t(35) = 8.99$; $p < .001$; $d = 3$. Il en va de même pour le score total au QCM de psychologie (i.e. 14 max), significativement plus élevé ($t(35) = 10.98$; $p < .001$; $d = 3.62$) pour le groupe de participants en psychologie ($M = 7$ $ET = 1.9$) que pour le groupe de participants en dehors de la psychologie ($M = 1$ $ET = 1.41$).

Du côté des mesures visant le contrôle des compétences et des connaissances en RI et vis-à-vis d'Internet en général (i.e. auto déclaration du nombre d'années passées à utiliser Internet, score total à l'échelle d'autoévaluation des connaissances et des compétences, score total à l'échelle d'auto-efficacité en RI (Rodon & Meyer, 2018)), aucune différence significative entre les deux groupes n'est apparue ($ps > .05$).

9.3. Matériel et tâches

9.3.1. Tâches

Comme dans l'étude expérimentale n°1, une tâche de lookup complexe et une tâche exploratoire ont été créées selon les mêmes critères de construction présentés dans le Chapitre 7. La tâche de lookup complexe s'inscrivait dans le sous-domaine de la psychologie du développement et la tâche exploratoire dans le sous-domaine de la psychologie cognitive (cf. **Annexe E** pour les énoncés exacts).

9.3.2. Appareil de mesure des mouvements oculaires et définition des AOI

Les lunettes de suivi oculaire *SensoMotoric Instruments* (SMI, Teltow, Allemagne) ont été utilisées pour enregistrer les mouvements oculaires pendant la recherche d'informations. Le taux d'échantillonnage était configuré à 120 Hz. La précision et la résolution spatiale pour les données d'encodage étaient de 0,5°. Pour extraire les mouvements oculaires, construire les *Area Of Interest* (AOI) ou *zones d'intérêts* (ZI) et réaliser le mapping, nous avons utilisé le logiciel BeGaze 3.7.6 de SMI. Les autres données d'interactions (i.e. clics, URLs visitées...) ont été enregistrées sur des fichiers de journaux par le biais du même navigateur que celui utilisé dans l'étude expérimentale n°1.

Des AOI ont été ciblées dans cette étude au niveau de : **a)** chaque résultat naturel sur les SERPs allant du 1^{er} résultat au 10^{ème} (i.e. liens bleus, snippets, URLs), **b)** l'outil AQP sur les SERPs allant de la 1^{ère} question jusqu'à la dernière question maximale enregistrée dans l'échantillon (i.e. 13)²⁰ et incluant la question, le snippet contenant la réponse ciblée, le lien bleu et l'URL, **c)** les paragraphes de texte des documents. Les AOI dédiées aux contenus des documents allaient du 1^{er} paragraphe jusqu'au dernier paragraphe maximum enregistré dans l'échantillon (i.e. 426). L'Annexe R propose des exemples exhaustifs d'AOI construites sur les trois contenus (résultats naturels, outil AQPs, paragraphes des documents).

En sortie, deux types de mesures oculométriques relatives aux fixations sur les AOI ciblées ont été extraites : **1.** La durée totale de fixation sur chaque AOI (en millisecondes) et **2.** Le nombre total de fixations sur chaque AOI. Comme présenté ci-dessous dans la §9.4, seule la seconde mesure (nombre total de fixations) a été retenue dans la construction des différentes variables dépendantes pour deux raisons principales. Premièrement, pour chacune des AOI

²⁰ Pour rappel, l'outil AQP étant de nature adaptative et dynamique, chaque fois qu'un utilisateur clique sur une question, de nouvelles questions s'ajoutent à la liste initiale. Le nombre maximum de questions pouvant ainsi apparaître est donc difficilement déterminable *a priori* dans un design expérimental peu contrôlé et écologique.

ciblées (i.e. résultats naturels, outil AQP, paragraphes des documents) et pour les deux tâches utilisées (lookup complexe et exploratoire), les durées des fixations et le nombre total de fixations étaient corrélés, reflétant ainsi les mêmes processus de traitement cognitif des utilisateurs (Lai et al., 2013 ; Strzelecki, 2020). Le Tableau 12 présente la matrice de corrélation (r de Pearson) entre la durée et le nombre de fixations en fonction des AOI et des tâches (**a.** tâche exploratoire et **b.** tâche de lookup complexe).

(a) Tâche exploratoire			
	<i>Nombre total de fixations</i>		
<i>Durée des fixations (in millisecondes)</i>	Résultats nat.	Outil AQP	Documents
Résultats naturels	.99***	/	/
Outil AQP	/	.83***	/
Documents	/	/	.99***
(b) Tâche de lookup complexe			
	<i>Nombre total de fixations</i>		
<i>Durée des fixations (in millisecondes)</i>	Résultats nat.	Outil AQP	Documents
Résultats naturels	.98***	/	/
Outil AQP	/	.63***	/
Documents	/	/	.99***

Note. *** $p < .001$

Tableau 12 : Matrice de corrélation (r de Pearson) entre le nombre de fixations et la durée des fixations pour chaque AOI (i.e. résultats naturels, outil AQP et paragraphe textuel sur les documents) en fonction de (**a**) la tâche exploratoire et de (**b**) la tâche de lookup complexe

Deuxièmement, la présente étude inclue une méthode d'analyse des données mixtes avec en première partie le test des hypothèses en utilisant l'intégralité de l'échantillon et en deuxième partie une analyse plus descriptive et qualitative des contenus traités par les utilisateurs (cf. §9.6.5.). En accord avec Dumais et al. (2010), le nombre de fixations permet de comprendre ce que les utilisateurs ont traité comme contenus durant leur activité de RI et la durée des fixations permet de répondre à la question « combien de temps » ? Afin que les deux analyses se complètent, les premières se focalisent sur le nombre de fixations alors que lors de la comparaison de cas, l'intérêt se porte particulièrement sur les détails temporels (i.e. durée de traitement des différents contenus et dans quel ordre).

9.4. Design expérimental et hypothèses opérationnelles

9.4.1. Variables indépendantes

- **VI1** – le niveau de connaissances antérieures du domaine (élevé versus faible) en inter-groupe
- **VI2** – les contextes de recherche (lookup complexe versus exploratoire simple), en intra-groupe

Afin d'investiguer les effets des connaissances antérieures du domaine et du contexte de recherche sur l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation (objectif 1), les deux variables indépendantes principales (VI1 et VI2) ont été testées sur les VD1 à VD3 pour l'exploration navigationnelle, VD4 et VD5 pour l'exploitation navigationnelle. Quant aux effets du niveau de connaissances antérieures du domaine sur les résultats en sortie de RI (objectif 2), seule la VI1 a été investiguée sur la VD6 (le score de recherche pour la tâche de lookup complexe) et sur les VDs 7 et 8 où l'heuristique thématique est mesurée en tant que résultat d'apprentissage.

9.4.2. Variables dépendantes

Exploration navigationnelle des SERPs

- **VD1 – Le nombre total de nouveaux SERPs visités**

Pour chaque session de recherche et à partir des journaux de recherche, le nombre total de nouvelles URLs relatives aux SERPs visités a été comptabilisé indépendamment de la requête soumise (Athukorala et al., 2016). Par exemple, pour une requête soumise (*concept attention définition*), si le participant accédait à la première et à la seconde page des résultats proposés par le moteur *Google Tous*, et si pour cette même requête il se rendait ensuite sur *Google Scholar*, puis sur *Google Images*, un total de quatre nouveaux SERPs visités était comptabilisé pour une seule requête produite (i.e. la 1^{ère} + la 2nd page de *Google Tous* + 1^{ère} page de *Google Scholar* + 1^{ère} page de *Google Images* pour la requête *concept attention définition*). Cette mesure correspond à l'ampleur de l'exploration navigationnelle effectuée par les participants en déterminant le nombre de pistes de recherche explorées.

- **VD2 – Le nombre moyen de fixations sur les résultats naturels des SERPs**

A partir des données oculométriques, le nombre moyen de fixations sur les résultats naturels des SERPs (liens bleus + snippets) a été calculé en divisant la somme totale du nombre de fixations sur les AOI ciblées par le nombre total de nouveaux SERPs visités pendant la RI. Cette variable traduit l'ampleur du traitement des résultats naturels des SERPs par les utilisateurs.

- **VD3 – Le nombre moyen de fixations sur l'outil *Autres questions posées* sur les SERPs**

Pour le calcul de cette variable, le nombre moyen de fixations sur l'outil AQP (questions, liens bleus, snippets) a été calculé en divisant la somme totale du nombre de fixations sur les AOI ciblées par le nombre total de nouveaux SERPs visités pendant la RI. Cette variable traduit l'ampleur du traitement de l'outil AQP sur les SERPs par les utilisateurs.

Exploitation navigationnelle des documents

- **VD4 – Le nombre total de nouveaux documents visités**

Pour chaque session de recherche et à partir des journaux de recherche, le nombre total de nouvelles URLs relatives aux documents visités a été comptabilisé en incluant la navigation intra-document. Par exemple, si le participant se rendait sur la page d'accueil de *Wikipédia*, recherchait la page consacrée à *l'attention en psychologie*, cliquait sur lien hypertexte l'envoyant sur la page *Wikipédia* dédiée à *l'effet stroop* puis revenait sur la page d'accueil de *Wikipédia*, un total de trois nouveaux documents était comptabilisé (i.e. première visite de la page d'accueil de *Wikipédia* + page *Wikipédia* sur *l'attention en psychologie* + page *Wikipédia* sur *l'effet stroop*). Ainsi, les pages revisitées n'étaient pas prises en considération. Cette mesure correspond à l'ampleur de l'exploitation navigationnelle effectuée par les participants en déterminant le nombre de piste de recherche ayant été exploitées.

- **VD5 – Le nombre moyen de fixations sur les paragraphes textuels des documents**

A partir des données oculométriques, le nombre moyen de fixations sur les paragraphes textuels des documents a été calculé en divisant la somme totale du nombre de fixations sur les AOI ciblées par le nombre total de nouveaux documents visités pendant la RI. Cette variable traduit l'ampleur du traitement des paragraphes textuels des documents par les utilisateurs.

Résultats et performances en sortie de RI

- **VD6 – Score de recherche complexe (score de 0 à 6).**

A l'instar de l'étude expérimentale n°1, le score de recherche pour la tâche de lookup complexe a été calculé en fonction de l'exemple fourni dans le [Chapitre 7](#). Pour chaque réponse fermée générée en post-RI par les participants, le nombre total de critères fournis dans l'énoncé que cette dernière satisfaisait était comptabilisé jusqu'à l'obtention du score de recherche total. Celui-ci variait dans cette étude entre 0 et 6.

- **VD7 – Le nombre total de sujets principaux explorés par le participant (entre 1 et 9)**

Afin de mesurer l’heuristique thématique exploration-exploitation à partir des productions écrites finales des participants, la méthode de Liu et Song (2018) et de Wilson et Wilson (2013) a été appliquée (cf. [Chapitre 3](#) pour un rappel théorique, [Chapitre 7](#) pour un rappel méthodologique, [Annexes M et N](#) pour des exemples). Après avoir déterminé le nombre maximum de sujets principaux pouvant être potentiellement explorés par les participants par rapport au sujet général de la tâche (i.e. 9), le contenu verbal et sémantique des productions écrites a été catégorisé en fonction de ces sujets principaux. A l’issue de ce processus de segmentation-catégorisation, le nombre total de sujets principaux explorés dans les productions écrites finales des participants a été comptabilisé. Cette mesure de l’exploration thématique en tant que résultat de la RI indique l’ampleur de l’apprentissage par exploration thématique des contenus (Hardy et al., 2019).

- **VD8 – La longueur moyenne de la production écrite finale (en nombre de mots)**

Afin d’évaluer l’exploitation thématique, la longueur totale de la production écrite finale (en nombre de mots) a été divisée par le nombre total de sujets principaux explorés par le participant et déterminé dans la **VD7**. Cette mesure de l’exploitation thématique en tant que résultat de la RI indique le niveau de focalisation des participants sur des connaissances ciblées (Hardy et al., 2019).

9.5. Hypothèses opérationnelles

H1 – Quelle que soit la tâche, les utilisateurs avec un niveau de connaissances antérieures du domaine élevé devraient : **a.** visiter plus de nouveaux SERPs et **b.** avoir un nombre moyen de fixations plus élevé sur les résultats naturels des SERPs que les utilisateurs ayant un niveau de connaissances faible, qui devraient **c.** avoir un nombre moyen de fixations plus élevé sur l’outil AQP que leurs homologues ayant un niveau de connaissances élevé.

H2 – La tâche de lookup complexe par rapport à la tâche exploratoire devrait encourager les utilisateurs à : **a.** visiter davantage de nouveaux SERPs ; **b.** avoir un nombre moyen de fixations plus élevé sur les résultats naturels des SERPs et **c.** avoir un nombre moyen de fixations plus faible sur l’outil AQP.

H3 – Quelle que soit la tâche, les utilisateurs avec un niveau de connaissances élevé dans le domaine devraient : **a.** visiter plus de nouveaux documents tout en ayant **b.** un nombre moyen

de fixations plus faible sur les paragraphes des documents que les utilisateurs avec un niveau de connaissances faible.

H4 – La tâche de lookup complexe par rapport à la tâche exploratoire devrait mener les utilisateurs à : **a.** visiter plus de nouveaux document tout en **b.** conduisant à un nombre moyen de fixations plus faible sur les paragraphes des documents.

H5 – Les utilisateurs avec un niveau de connaissances élevé dans le domaine par rapport aux utilisateurs avec un niveau faible devraient : **a.** avoir un score de recherche plus élevé à la tâche de lookup complexe ; **b.** avoir un nombre total de sujets principaux explorés plus faible mais **c.** une longueur moyenne de réponse écrite finale plus élevée dans la tâche exploratoire.

9.6. Résultats

L'ensemble des variables dépendantes ont été testées pour la normalité (Shapiro) et pour l'homogénéité des variances (Levene). Les variables dépendantes 3 et 5 n'ayant pas une variance homogène, elles ont été transformées suivant la correction logarithmique pour éviter les erreurs de Type II. Afin de tester les hypothèses 1 à 4, des ANOVAs mixtes ont été conduites sur les variables dépendantes 1 à 5 avec les connaissances antérieures du domaine comme facteur inter-sujet (élevées vs. faibles) et le contexte de recherche comme facteur intra-sujet (tâche de lookup complexe vs. tâche exploratoire). La correction de Scheffe a été utilisée pour les analyses post-hoc. Pour l'hypothèse 5, les variables 6 à 8 avaient une variance homogène mais elles violaient l'hypothèse de normalité. En conséquence, le test de Mann-Whitney a été utilisé comme alternative non-paramétrique au T-test sur échantillons indépendants. L'intégralité des moyennes (écart-types) sont présentées dans le [Tableau 13](#).

9.6.1. Exploration navigationnelle sur les SERPs

Contrairement à ce qui a été postulé dans l'H1a, les connaissances antérieures du domaine n'ont pas d'effet principal significatif sur **le nombre total de nouveaux SERPs visités** ($F(1,35)= 1.43$; $p > .05$). Par contre, le contexte de recherche a un effet significatif ($F(1,35)= 26.51$; $p < .001$; $\eta^2p= .431$) allant dans le sens de l'H2a : la tâche de lookup complexe conduit les participants à visiter plus de nouveaux SERPs que la tâche exploratoire. L'interaction entre les connaissances antérieures du domaine et les contextes de recherche n'a pas d'effet significatif sur le nombre de nouveaux SERP visités ($F(1,35)= 0.41$; $p > .05$), ce qui ne valide pas l'H1a.

Pour **le nombre moyen de fixations sur les résultats naturels des SERPs**, les connaissances antérieures n'ont pas d'effet significatif ($F(1,35)= 0.691$; $p > .05$). L'H1b n'est

pas vérifiée. En revanche, le contexte de recherche est significatif ($F(1,35)= 4.93$; $p < .05$; $n^2p= .123$) : le nombre moyen de fixations sur les résultats naturels est plus élevé pour la tâche de lookup complexe que pour la tâche exploratoire, ce qui valide l'H2b. L'interaction entre les connaissances antérieures et les contextes de recherche n'est pas significative ($F(1,35)= 1.58$; $p > .05$), contrairement à l'H1b.

Les connaissances antérieures du domaine ont un effet principal significatif sur le **nombre moyen de fixations sur l'outil AQP**s ($F(1,35)= 4.16$; $p = .05$; $n^2p= .106$). En accord avec l'H1c, les utilisateurs avec des connaissances élevées dans le domaine fixent moins l'outil AQP que leurs homologues avec des connaissances faibles. L'H2c est également vérifiée car le contexte de recherche est significatif ($F(1,35)= 41.4$; $p < .001$; $n^2p= .542$) où la tâche exploratoire mène les participants à fixer davantage l'outil AQP que la tâche de lookup complexe. En revanche, l'interaction entre les connaissances du domaine et les contextes de recherche n'est pas significative ($F(1,35)= 3.26e-5$; $p > .05$), l'H1c n'étant ainsi que partiellement validée.

	Contexte de recherche		
	Lookup complexe	Exploratoire	Total Connaissances
Exploration des SERPs			
VD1 – Nombre total de nouveaux SERPs visités			
Connaissances +	9.41 (5.7)	4.5 (3.5)	6.94 (5.3)
Connaissances -	7.6 (3.9)	3.8 (3.3)	5.7 (4.1)
Total CR***	8.51 (4.8)	4.11 (3.32)	
VD2 – Nombre moyen de fixations sur les liens bleus et les snippets			
Connaissances +	50.5 (25.2)	43.9 (39)	47.2 (32.5)
Connaissances -	66.6 (35.14)	42.6 (34.8)	54.6 (36.6)
Total CR**	58.6 (31.6)	43.3 (36.23)	
VD3 – Nombre moyen de fixations sur l'outil AQP (correction logarithmique)			
Connaissances +	.04 (1)	1.6 (1.27)	.82 (1.37)
Connaissances -	.81 (1.12)	2.36 (1.83)	1.59 (1.7)
Total CR***	.42 (1.11)	1.98 (1.62)	
Exploitation des documents			
VD4 – Nombre total de nouveaux documents visités			
Connaissances +	5.29 (2.9)	5.35 (2.21)***	5.32 (2.51)
Connaissances -	5.70 (3.5)	2.70 (1.42)***	4.2 (3.01)
Total CR**	5.5 (3.2)	4.03 (2.24)	
VD5 – Nombre moyen de fixations sur les documents (correction logarithmique)			
Connaissances +	4.52 (.53)	5.5 (.69)	5.01 (.78)
Connaissances -	5.07 (.65)	6.07 (.69)	5.6 (.83)
Total CR***	4.79 (.65)	5.78 (.74)	
Résultats en sortie de RI			
VD6 – Score de recherche (from 0 to 6)			
Connaissances +	1.9 (2.12)		
Connaissances -	1.6 (2.1)		
VD7 – Nombre total de sujets principaux explorés			
Connaissances +		3.7 (1.6)	
Connaissances -		3.8 (1.4)	
VD8 – Profondeur d'exploitation des sujets principaux			
Connaissances +		62.6 (36.3)	

Connaissances -	79.6 (50.4)
-----------------	-------------

Note. CR (contexte de recherche) ; + (élevées) ; - (faibles) ; * $p < .05$; ** $p < .05$; *** $p < .001$; ou $p = .001$.

Tableau 13 : Moyennes (écart-types) de l'ensemble des variables dépendantes mesurées en fonction du contexte de recherche (lookup complexe vs. exploratoire) et des connaissances antérieures du domaine (élevées vs. faibles)

9.6.2. Exploitation navigationnelle des documents

Pour le **nombre total de nouveaux documents visités**, l'ANOVA mixte ne met en avant aucun effet principal significatif des connaissances antérieures du domaine ($F(1,35)= 2.86$; $p > .05$) contrairement à l'H3a. Par contre, les contextes de recherche ont eu un effet significatif sur le nombre total de nouveaux documents ($F(1,35)= 7.42$; $p < .05$; $\eta^2p= .175$). Le lookup complexe conduit les participants à visiter plus de nouveaux documents que le contexte exploratoire, conformément à l'H4a. L'interaction entre les connaissances antérieures du domaine et les contextes de recherche est également significative ($F(1,35)= 8.03$; $p = .008$; $\eta^2p= .187$). L'analyse post-hoc montre que les participants avec des connaissances élevées visitent plus de nouveaux documents que les participants sans connaissances lorsqu'ils effectuent une tâche exploratoire ($p = .001$). En revanche, aucune différence significative n'est apparue entre les deux groupes pour le lookup complexe ($p > .05$). L'hypothèse 3a n'est que partiellement vérifiée.

Concernant le **nombre moyen de fixations sur les paragraphes textuels des documents**, les connaissances antérieures du domaine ont un effet principal significatif ($F(1,35)= 9.5$; $p = .004$; $\eta^2p = .214$). En accord avec l'H3b, les participants avec des connaissances élevées fixent moins les paragraphes des documents que les participants ayant peu de connaissances. Le contexte de recherche est aussi significatif ($F(1,35)= 81.29$; $p < .001$; $\eta^2p= .699$) : la tâche exploratoire mène les participants à davantage fixer les paragraphes des documents que la tâche de lookup complexe, ce qui valide l'H4b. Enfin, l'ANOVA n'est pas significative pour l'interaction entre les connaissances antérieures du domaine et le contexte de recherche ($F(1,35)= .01$; $p > .05$) ; l'H3b n'est que partiellement vérifiée.

9.6.3. Résultats en sortie de RI

En ce qui concerne les résultats en sortie de RI (i.e. le score de recherche pour le lookup complexe et l'heuristique d'apprentissage thématique pour la tâche exploratoire), aucun test de Mann-Whitney n'est significatif : **Score de recherche** ($U(35)= 153$; $p > .05$), **Nombre total de sujets principaux explorés** ($U(35)= 151$; $p > .05$) et **longueur moyenne des productions écrites finales** ($U(35)= 138$; $p > .05$). Les trois parties de l'hypothèse 5 ne sont pas validées.

9.6.4. Synthèse des principaux résultats de l'étude expérimentale n°2

Dans l'ensemble, le contexte de recherche a eu un effet important sur toutes les mesures. Alors que le contexte de lookup complexe conduit à une plus grande navigation (i.e. plus de nouveaux SERPs et plus de nouveaux documents visités) et à un traitement plus important des résultats naturels des SERPs (i.e. plus de fixations), la tâche exploratoire mène les utilisateurs à un traitement plus important de l'outil AQP et du contenu informationnel des documents.

Les résultats indiquent aussi que les connaissances antérieures du domaine affectent le traitement des différents contenus. Alors que contrairement à ce qui était postulé, cette variable individuelle n'influence pas l'exploration des résultats naturels des SERPs, les utilisateurs ayant de faibles connaissances dans le domaine traitent davantage l'outil AQP et le contenu informationnel des documents que leurs homologues avec des connaissances élevées. Les utilisateurs avec des connaissances faibles visitent également moins de documents dans la tâche d'exploration que ceux ayant des connaissances élevées.

Ces résultats sont examinés plus en détail dans la discussion (§9.6) et agrémentés des résultats descriptifs issus de l'analyse par comparaison de cas détaillée dans la sous-section suivante.

9.6.5. Analyses par comparaison de cas : variations temporelles et stratégiques du traitement des différents contenus en ligne

Afin d'investiguer plus en avant le premier objectif de recherche, une analyse descriptive par comparaison de cas a été réalisée (Andresen et al., 2019). Il s'agissait de déterminer si des variations existaient dans les temps et les stratégies de traitement des différents contenus (i.e. résultats naturels, AQP, documents) en fonction du niveau de connaissances antérieures du domaine des participants et du contexte de recherche. Dans cette optique, les données oculométriques liées au temps ont été utilisées ainsi que les séquences de traitement (i.e. l'ordre dans lequel les différents contenus ont été traités au cours de la RI). Celles-ci ont été extraites de l'échantillon principal suite à la sélection de deux participants avec des connaissances élevées dans le domaine et deux participants avec des connaissances faibles qui ont eu à résoudre les tâches de lookup complexe et exploratoire.

Dans un premier temps, les profils des quatre participants sélectionnés sont présentés. Dans un second temps, les différentes variations relevées au niveau des temps et des stratégies

de traitement des contenus en fonction des connaissances antérieures du domaine et des contextes de recherche sont décrites.

Description des participants

Comme l'indique le Tableau 14, deux des quatre étudiants sélectionnés (participants 1 et 2) avaient des connaissances antérieures en psychologie. Leur score d'auto-évaluation des connaissances et leur score au QCM étaient proches de la moyenne de leur groupe. Les participants 3 et 4 étaient des étudiants ayant un niveau faible de connaissances en psychologie. Plus précisément, le participant 3 est considéré comme ayant de faibles connaissances (i.e. moyennes à l'auto-évaluation et au QCM au-dessus de la moyenne de son groupe mais inférieures aux participants 1 et 2), et le participant 4 comme n'ayant pas du tout de connaissances (i.e. moyennes en dessous de la moyenne de son groupe et bien en deçà des participants 1 et 2). Ces choix de sélection nous permettent ainsi de comparer les stratégies et les temps de traitement des différents contenus entre un participant débutant/novice (i.e. connaissances faibles) et un participant naïf (i.e. sans connaissances dans le domaine cible).

	Connaissances élevées en psychologie			Connaissances faibles en psychologie		
	Échantillon total (N= 17) Mean SD	Participant 1	Participant 2	Échantillon total (N= 20) Mean SD	Participant 3	Participant 4
Score d'auto-évaluation des connaissances en psychologie (1 à 4)	2.9 .49	3	3	1.3 .57	2	1
Score final au QCM de psychologie (0 à 14)	7 1.9	6	6	1 1.41	3	0

Tableau 14 : Description des quatre participants sélectionnés à partir de l'échantillon principal en fonction de l'évaluation de leur niveau de connaissances antérieures du domaine

Résultats des analyses par comparaison de cas

Globalement, trois différences notables sont mises en lumière au niveau de : **1.** L'initiation de la recherche et les premières itérations, **2.** L'ordre dans lequel les différents contenus ont été traités à l'échelle de la session de recherche entière et **3.** Le degré de linéarité des traitements entre les participants et entre les tâches.

Comme indiqué par la Figure 7, la première différence entre les participants et entre les tâches est la façon dont la session de recherche est initiée. Les participants avec des connaissances élevées (1 et 2) explorent beaucoup plus rapidement le SERP initial (moins d'une minute) et axent leurs traitements sur les résultats naturels, alors que les participants avec des

connaissances faibles (3 et 4) passent plus de temps sur les SERPs initiaux et traitent davantage l'outil AQP. Par exemple, le participant 4, sans connaissances antérieures dans le domaine, traite directement le contenu de l'outil AQP avant de s'engager dans le traitement des résultats naturels pour la tâche exploratoire.

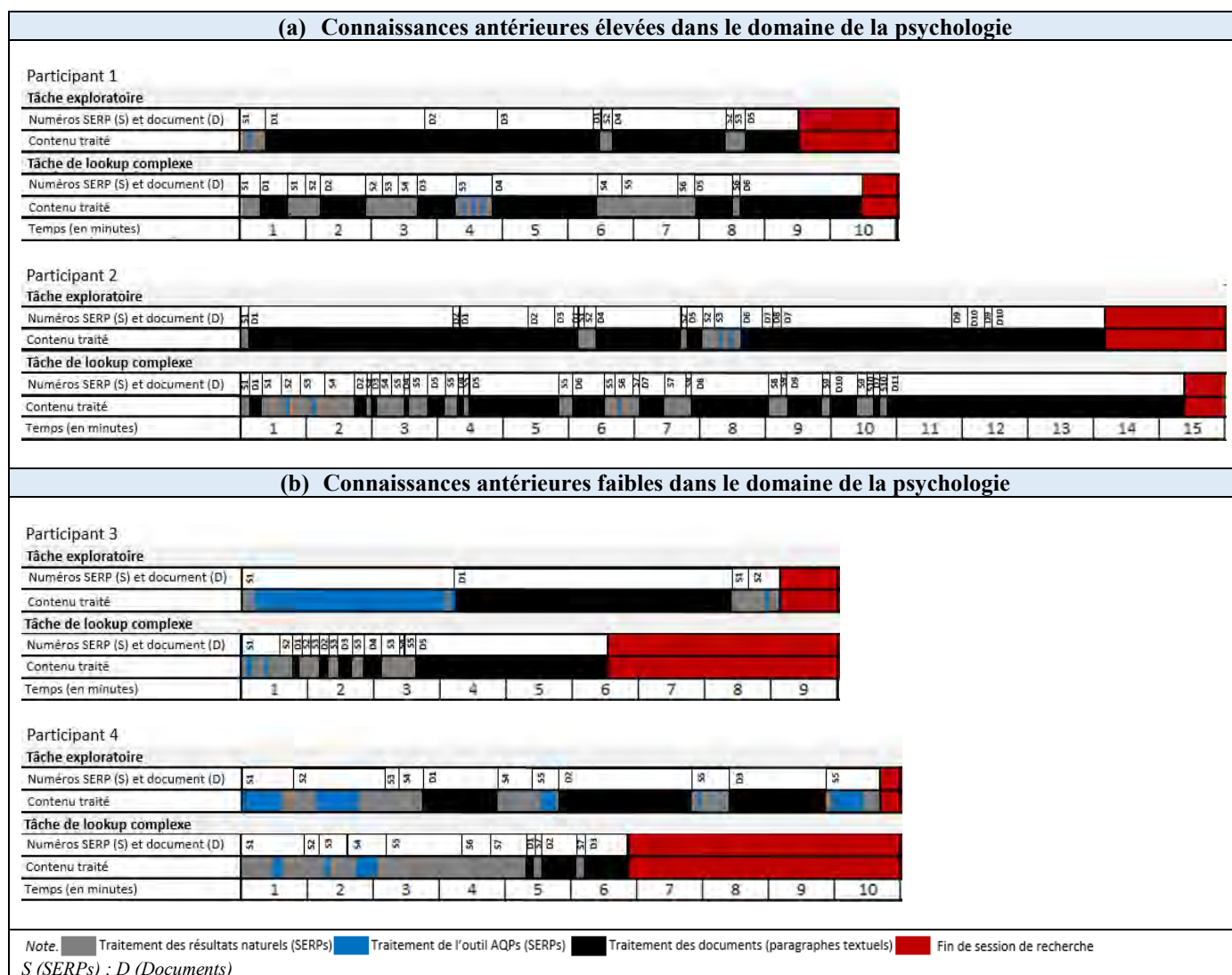


Figure 7 : Temps et stratégies de traitement des différents contenus (résultats naturels, outils AQP, paragraphe de texte dans les documents) des quatre participants sélectionnés à partir de l'échantillon principal (**a.** participants avec des connaissances antérieures élevées et **b.** participants avec des connaissances antérieures faibles)

La seconde différence importante conforte les résultats obtenus dans la partie précédente où à l'échelle de la session de recherche entière, la tâche de lookup complexe conduit à un traitement plus important des résultats naturels, alors que la tâche exploratoire mène à un traitement plus focalisé sur l'outil AQP et sur les paragraphes textuels des documents. Néanmoins, lorsqu'ils résolvent une tâche exploratoire, les participants 1 et 2 avec des connaissances élevées naviguent davantage entre les documents traitant ainsi plus de contenus

en un minimum de temps que leurs homologues avec des connaissances plus faibles (3 et 4) qui s'appuient davantage sur les contenus de l'AQPs et sélectionnent moins de documents. Spécifiquement pour la tâche de lookup complexe, les participants avec de faibles connaissances (3 et 4) passent moins de temps à traiter les contenus (environ 5-6 minutes) que les participants avec des connaissances élevées (1 et 2), qui abandonnent et arrêtent beaucoup moins vite leur recherche (entre 9 et 14 minutes dédiées au traitement des contenus). Enfin, les participants avec des connaissances faibles (3 et 4) mettent plus de temps à sélectionner des documents depuis les SERPs en reformulant davantage et en explorant plus de nouveaux SERPs avant le premier clic. Au contraire, les participants avec des connaissances élevées (1 et 2) sélectionnent un ou plusieurs documents dès la première formulation de requêtes.

La dernière différence concerne le degré de linéarité des traitements entre les participants et entre les tâches. Pour la **tâche exploratoire**, les participants avec des connaissances élevées (1 et 2) sont moins linéaires que les participants avec des connaissances faibles (3 et 4) en favorisant l'exploitation de documents multiples à la suite les uns des autres (i.e. *via* la stratégie d'ouverture multi-onglets depuis les SERPs et *via* une navigation intra-documents plus importante). L'essentiel du traitement des informations est donc centralisé sur la phase d'exploitation des documents pour les participants bénéficiant de connaissances élevées. Les participant 3 et 4 (i.e. peu de connaissances) sont plus linéaires lors du traitement des contenus pour résoudre une tâche exploratoire. Le participant 3 (i.e. connaissances faibles) suit une séquence de traitement plus traditionnelle : 1. Exploration de quelques résultats naturels, 2. Traitement de l'outil AQPs, 3. Retour aux résultats naturels, 4. Sélection rapide d'un document, 5. Exploitation approfondie du document sélectionné. Le participant 4 (i.e. sans connaissances) suit une séquence de traitement linéaire moins traditionnelle entre l'exploration des résultats naturels et les contenus d'informations lui permettant d'extraire des informations (i.e. l'outil AQPs et les documents).

Concernant la **tâche de lookup complexe**, bien qu'aucun des participants ne suive une stratégie de traitement totalement linéaire où les premières minutes des sessions sont davantage consacrées à la reformulation et à l'exploration des résultats naturels des SERPs, le participant 4 avec de très faibles connaissances antérieures consacre environ 4 minutes 20 à ces deux étapes de l'activité de RI où il ne passe à la phase d'exploitation des documents qu'à la fin de la 7ème reformulation. Concernant les participants 2 (connaissances élevées) et 3 (connaissances faibles), s'ils reformulent et explorent beaucoup les résultats naturels durant les premières minutes de leur recherche, ils sélectionnent néanmoins quelques documents qu'ils exploitent

rapidement. Il est intéressant de noter que pour ces deux participants (i.e. 2 et 3), plus ils avancent dans leur session de recherche, plus ils passent de temps à exploiter des documents en abandonnant l'exploration des SERPs. Enfin, le participant 1 est celui qui pour la tâche de lookup complexe suit le traitement le plus linéaire en consacrant de façon relativement proportionnelle des ressources de traitement à l'exploration des résultats naturels et à l'exploitation approfondie des documents.

9.7. Discussion

9.7.1. Le contexte de recherche et les heuristiques exploration-exploitation

Le premier objectif visait dans un premier temps à déterminer quels contenus informationnels (i.e. résultats naturels, AQP, paragraphes textuels des documents), les utilisateurs traitaient au cours de leur activité de RI dédiée à la résolution d'une tâche en lien avec le lookup complexe (i.e. multicritères) et d'une tâche en lien avec le contexte exploratoire. Globalement, les hypothèses avancées ont été soutenues : le contexte de lookup complexe mène à une exploration et une exploitation navigationnelle plus étendue (e.g., plus de nouveaux SERPs visités, plus de nouveaux documents visités, plus de fixations sur les résultats naturels des SERPs), tandis que la tâche exploratoire conduit à un traitement plus important de l'outil AQP et des documents. Ces résultats sont en accord avec des travaux antérieurs indiquant que les tâches de lookup conduisent à une lecture plus séquentielle (Jiang et al., 2014) et plus longue des résultats naturels des SERPs alors que les tâches exploratoires conduisent les utilisateurs à passer plus de temps dans l'exploitation des documents (Dosso et al., 2021). En particulier, les tâches de lookup visent à localiser et à collecter une ou plusieurs informations ciblées permettant la production d'une réponse fermée alors que les tâches exploratoires sont plus ouvertes, impliquant la modification et l'acquisition de connaissances (Athukorala et al., 2015 ; Mao et al., 2018 ; Palagi et al., 2017 ; White & Roth, 2009 ; White, 2016). En ce sens, lors de la résolution d'une tâche de lookup, les utilisateurs ont tendance à comparer en mémoire de travail les informations issues des SERPs et des documents à leur représentation mentale dans un traitement relativement rapide visant la localisation (Sharit et al., 2008 ; Sharit et al., 2015 ; Sanchiz et al., 2020). Les utilisateurs n'ont donc pas la nécessité de s'engager dans une exploitation approfondie des documents puisque leur objectif est avant tout de déterminer rapidement si le contenu leur permet ou non d'atteindre leur objectif.

Du côté de la description et d'une meilleure compréhension des tâches en lien avec le contexte exploratoire, la nouveauté de cette étude est d'identifier le fait que les utilisateurs

traitent particulièrement l'outil AQP pour résoudre ce type de tâches. Pour rappel, l'objectif initial de l'AQP est de permettre aux utilisateurs de réduire les coûts physiques et cognitifs de l'exploitation approfondie de documents plus complexes (Pothirattanachaikul et al., 2020). Ainsi, l'outil permet d'accéder rapidement à un ensemble de connaissances factuelles qui peuvent aider à clarifier la représentation mentale initiale du sujet de la tâche par l'acquisition de connaissances de base pour offrir la possibilité aux utilisateurs avec des connaissances faibles d'être en capacité d'exploiter des documents plus complexes dans la suite de la session de recherche.

9.7.2. Les connaissances antérieures du domaine, les heuristiques exploration-exploitation et les résultats de la RI

L'objectif de l'étude expérimentale n°2 était dans un second temps de comprendre les effets des connaissances antérieures du domaine sur l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation en intégrant la mesure de différents contenus traités (i.e. résultats naturels, AQP, documents). En accord avec une partie de nos hypothèses, les utilisateurs avec des connaissances faibles traitent davantage l'outil AQP et le contenu des documents que leurs homologues avec des connaissances élevées. Le point particulièrement intéressant est qu'en observant les stratégies de traitement des utilisateurs ayant de faibles connaissances (le participant 3 et le participant 4), nous pouvons remarquer qu'ils sont conscients de l'existence de cet outil et qu'ils s'engagent délibérément dans son traitement dès le début de la session de recherche, en particulier lors de la résolution de la tâche exploratoire. En d'autres termes, les participants ayant une faible connaissance du domaine ont effectivement plus tendance à se laisser guider par la structure et les fonctionnalités de l'interface à travers un traitement qui mobilise des processus ascendants (*Bottom-up*), afin de les aider à compléter leur représentation mentale initiale du sujet de la tâche. Au contraire, et conformément aux résultats précédents (Brand-Gruwel et al., 2017 ; Duggan & Payne, 2008 ; Hölsher & Strube, 2000 ; Sanchiz, Lemarié, et al., 2019), les participants ayant des connaissances élevées sont plus rapides dans l'exploitation approfondie des documents et précisément pour la tâche exploratoire, visitent plus de documents que les participants avec de faibles connaissances. Ces résultats tendent à traduire des traitements guidés par des processus descendants (*Top-down*), basé sur l'activation préalable des connaissances antérieures pour naviguer efficacement à travers l'espace d'information.

Néanmoins, deux points d'intérêts sont à relever vis-à-vis des effets du niveau de connaissances antérieures du domaine sur l'outil AQP. Premièrement, bien que les résultats

obtenus aillent en grande majorité dans le sens de nos hypothèses, le fait que les participants avec des connaissances élevées ne traitent pas beaucoup l'outil AQP peut potentiellement être expliqué par d'autres facteurs. Par exemple, l'affichage de l'outil AQP n'est pas systématique, surtout lorsque les requêtes sont très spécifiques et ciblées. Il est donc légitime de se demander si les participants avec des connaissances élevées ont eu un accès aussi fréquent à l'outil AQP que les participants avec des connaissances faibles, dans la mesure où les connaissances antérieures du domaine soutiennent la formulation de requêtes liées à un niveau de vocabulaire plus spécifique (Freund & Toms, 2006 ; Hembrooke et al., 2005 ; Marchionini, 1993 ; Monchaux et al., 2015 ; Sanchiz et al., 2017a ; Shiri, 2005).

Deuxièmement, les utilisateurs avec des connaissances élevées bénéficiant justement de connaissances plus spécifiques concernant le sujet des tâches, il est fort probable que l'outil AQP n'ait rien à offrir de plus pertinent et de plus précis à l'utilisateur que les connaissances qu'il a déjà. Dans ce cas-là, nous pouvons supposer que même lorsque l'AQP apparaissait dans l'espace de traitement des utilisateurs ayant des connaissances élevées, ces derniers prenaient la décision consciente de ne pas traiter son contenu jugé trop simple et basique par rapport à leurs connaissances. Néanmoins, les analyses effectuées dans cette étude expérimentale ne donnent pas la possibilité de lever le voile sur ces questions de façon précise, laissant ainsi plusieurs pistes d'investigation scientifique dans des travaux futurs.

Du côté de la tâche de lookup complexe, aucun résultat significatif n'est apparu entre les deux groupes. Le seul point pertinent pouvant être discuté est le fait que le participant 1 (connaissances élevées) a suivi une séquence de traitement des contenus plus linéaire et a dédié du temps au traitement des SERPs et des documents de façon relativement proportionnelle (cf. analyse par comparaison de cas). Une information importante concernant le participant 1 est qu'il a atteint le score maximum de 6 points pour la tâche de lookup complexe. La littérature antérieure indique notamment que la réussite des tâches multicritères dépend, entre autres, de la capacité de l'utilisateur à modifier/préciser efficacement sa représentation mentale initiale de la tâche en créant des inférences à travers le contenu qu'il lit (Sanchiz, Amadieu, Fu et al., 2019 ; Sanchiz, Amadieu, Paubel et al., 2019). En d'autres termes, l'allocation de ressources de traitement à l'exploitation des documents est importante pour investiguer les différents critères de recherche et développer une représentation mentale plus claire de la tâche multicritère. Par exemple, les participants 2, 3, 4 qui ont tous eu des scores de recherche très faibles en sortie, ont dédié beaucoup de temps à l'exploration des SERPs et moins à l'exploitation des documents.

Enfin, le dernier objectif de cette étude était de déterminer l'effet des connaissances antérieures du domaine sur les scores de recherche et les résultats d'apprentissage. Les résultats obtenus n'ont pas permis d'apporter de clarifications et de description claire. Du côté du lookup complexe, l'hypothèse explicative principale que nous avançons est le fait que cette tâche a pu être considérée par les participants, à tort, comme simple. Souvent, les utilisateurs mettent en place des comportements de recherche adaptés à la résolution de tâches simples au détriment de tâches plus complexes impliquant une compréhension approfondie des contenus (Lu & Hsiao, 2017). Alors que la résolution de tâches complexes nécessite que les utilisateurs mobilisent des ressources pour réaliser à la fois l'activité de RI et l'activité de compréhension (Garcia et al., 2021), la non-différenciation des tâches simples et complexes par ces derniers peut les conduire à ne pas fournir assez d'efforts dans la résolution de tâches complexes et échouent ainsi à atteindre leurs objectifs (Rieh et al., 2012).

Du côté des mesures liées à l'heuristique thématique, plusieurs limites liées à l'étude expérimentale n°2 peuvent être avancées pour expliquer le manque de résultats et seront corrigées dans les études suivantes.

9.8. Limites de l'étude expérimentale n°2

Premièrement, la grille utilisée pour segmenter le contenu des réponses écrites finales et extraire les mesures censées représenter l'heuristique des objectifs d'apprentissage thématique exploration-exploitation impliquait peut-être un niveau de granularité trop fin. Un total de neuf sujets principaux liés au concept d'attention ont été identifiés comme pouvant potentiellement être investigués par les utilisateurs. Dans le même temps, la durée de recherche maximum était cette fois-ci fixée à 15 minutes. Il est ainsi louable de se demander s'il était réellement possible pour les participants d'explorer et d'exploiter autant de sujets principaux dans ce laps de temps.

- ⇒ Pour tenter de corriger ces problèmes ayant pu réduire les effets des connaissances antérieures du domaine sur l'heuristique thématique exploration-exploitation, les études expérimentales 3 et 4 ont :
1. Réduit le niveau de granularité de la grille de segmentation et de catégorisation des contenus verbaux et sémantiques à 5 sujets principaux et
 2. Augmenté le temps de recherche à 30 minutes.

Deuxièmement, la pertinence de la mesure utilisée pour étudier l'exploitation thématique est discutable. Elle est notamment trop globale sans permettre d'établir avec clarté

la mesure dans laquelle les utilisateurs, en fonction de leur niveau de connaissances antérieures du domaine, exploitent les différents sujets principaux. En d'autres termes, il est possible que l'exploitation spécifique d'un ou plusieurs sujets au détriment d'autres dépende du niveau de connaissances antérieures des utilisateurs.

⇒ Dans les études expérimentales n°3 et n°4, l'investigation et la description de l'exploitation thématique intègrent l'utilisation de mesures répétées en prenant en considération chaque sujet principal potentiellement exploitable par les utilisateurs et ainsi étudier avec plus de précisions la manière dont certains facteurs (tâches, connaissances antérieures) peuvent influencer les choix de traitement thématique.

Enfin, le choix méthodologique d'étudier l'exploration-exploitation thématique comme un résultat d'apprentissage post-RI et non comme des objectifs d'apprentissage poursuivis pendant la RI s'éloigne relativement du cadre de DEEL (Hardy et al., 2019) qui suppose que les objectifs d'apprentissage par exploration-exploitation thématique des contenus sont particulièrement observables pendant la phase d'apprentissage et les interactions avec le contenu d'apprentissage (ici, l'activité de RI ; Sanchiz et al., 2020).

⇒ Dans ces conditions, l'étude expérimentale n°3 et l'étude expérimentale n°4 analysent l'heuristique thématique respectivement à partir du contenu des mots-clés et des requêtes formulées et des prises de notes générées au cours de la RI.

Pour conclure et introduire les études expérimentales 3 et 4, notons que les deux premières études présentées dans les chapitres 7 et 8 focalisaient leurs analyses sur les contextes de recherche où les tâches en lien avec le contexte lookup étaient développées de façon à être cognitivement exigeante à réaliser puis comparées à des tâches en lien avec le contexte exploratoire. Plus précisément, les tâches exploratoires utilisées se réfèrent à des niveaux d'apprentissage plutôt faibles (réceptif) et intermédiaires (critiques) impliquant l'acquisition de connaissances factuelles et conceptuelles (Kelly et al., 2015 ; Lee et al., 2015 ; Rieh et al., 2016). Les études expérimentales n°3 et 4 visent quant à elles l'étude de la distinction entre des tâches exploratoires réceptives et critiques et des tâches créatives plus complexes impliquant des utilisateurs qu'ils (ré)utilisent les connaissances acquises pendant ou avant la RI dans le développement d'un produit original, nouveau et cohérent où les contenus d'informations ne permettent pas la localisation d'une réponse préétablie (Anderson & Krathwohl, 2001 ; Jansen et al., 2009 ; Kelly et al., 2015 ; Palani et al., 2021). Comme le soulignent Wildemuth et al.,

(2018), l'apprentissage créatif bien que central dans le SAL, mérite d'être davantage investigué à travers divers domaines de connaissances pour pouvoir améliorer les SIs actuels de façon efficace.

10. Chapitre 10 – Etude expérimentale n°3. Tâches exploratoire et créative : comment les utilisateurs (re)planifient-ils leurs objectifs d'apprentissage par exploration et par exploitation en fonction de leurs connaissances antérieures du domaine ?

10.1.Problématique et objectifs

L'étape de planification est centrale dans la réalisation et la réussite d'activités cognitives à haut niveau d'exigences, i.e. la recherche d'informations (Sanchiz et al., 2020 ; Rouet & Tricot, 1998), la lecture (Britt et al., 2018 ; Rouet et al., 2017), l'apprentissage (Hardy et al., 2019). Cependant, peu de travaux ont été menés sur la façon dont les utilisateurs planifient leur activité avant d'interagir avec des systèmes de recherche, afin d'accomplir des tâches complexes menant à différents niveaux d'activité d'apprentissage (i.e. réceptif, critique, créatif) et nécessitant l'investigation de multiples sujets pour être accomplies.

En particulier, les connaissances antérieures du domaine des utilisateurs peuvent impacter les phases de planification et de (re)planification des objectifs d'apprentissage par exploration ou par exploitation thématique des contenus (Hardy et al., 2019). En outre, parce que le niveau de diversité et de spécificité de la structure de connaissances initiale peut significativement varier d'un utilisateur à l'autre au démarrage d'une RI pour apprendre (Koesten et al., 2016 ; Liu & Hsiao, 2017 ; Wilson & Wilson, 2013), les algorithmes sous-jacents aux systèmes d'informations devraient leur permettre d'adapter les contenus fournis en fonction des objectifs d'apprentissage poursuivis et de la structure de connaissance initiale des utilisateurs (Athukorala et al., 2014 ; Athukorala et al., 2016). Dans cette troisième étude expérimentale, nous défendons l'idée selon laquelle le modèle *DEEL* mérite d'être davantage investigué au niveau de la (re)planification des objectifs d'apprentissage des utilisateurs en prenant en considération l'état de leur structure de connaissances de départ et les différents sous-sujets thématiques pouvant être investigués relatifs aux tâches exploratoire et créative. D'un point de vue plus appliqué, l'enjeu est de proposer des pistes d'amélioration des SRIs actuels qui soutiendraient davantage les phases de (re)planification des objectifs d'apprentissage des utilisateurs connues pour être particulièrement critiques d'un point de vue cognitif (i.e. difficulté à modifier les représentations mentales en MDT, à traduire ces dernières en mots-clés, à identifier les objectifs de recherche pertinents à poursuivre par rapport aux besoins ...). En conséquence, deux objectifs de recherche ont motivé cette étude :

- (1) Déterminer l'état de la structure initiale de connaissances des utilisateurs en termes de diversité et de profondeur sur des sujets exploratoires et créatifs en fonction des connaissances antérieures du domaine.
- (2) Déterminer comment les utilisateurs planifient (i.e. avant l'activité de RI et sans Internet) et (re)planifient (i.e. pendant l'activité de RI et avec Internet) leurs objectifs d'apprentissage thématiques (exploration vs. exploitation) en fonction de leur niveau de connaissances antérieures du domaine (faible vs. élevé) et des différents sujets de tâche exploratoire et créative.

10.2.Participants

Un total de soixante-dix-neuf étudiants, de Master 1 au doctorat et provenant de plusieurs universités françaises, ont participé à cette expérience. Plus précisément, l'échantillon compte :

- Trente-sept étudiants français en psychologie et ergonomie cognitives (i.e. groupe ayant des connaissances antérieures du domaine élevé). Parmi eux :
 - Dix-sept étaient dans la condition de planification de la recherche sans Internet, âgés de 20 à 39 ans ($M = 26,6$ $ET = 4,8$), dont 9 hommes et 8 femmes, et vingt dans la condition de (re)planification de la recherche avec Internet âgés de 20 à 35 ans ($M=25,5$ $ET = 3,5$), dont 9 hommes et 11 femmes.
- Quarante-deux étudiants français issus de domaines d'études en dehors de la psychologie (e.g. aérospatiale, arts, biologie, économie et gestion, chimie, informatique, écologie) et constitutifs du groupe ayant des connaissances antérieures faibles dans le domaine (psychologie et ergonomie cognitives). Parmi eux :
 - Vingt et un ont été assignés à la condition de planification de la recherche sans Internet, âgés de 22 à 36 ans ($M= 26,8$ $ET = 3,52$), dont 8 hommes, 12 femmes et un non-binaire, et vingt et un à la condition de (re)planification de la recherche avec Internet, âgés de 21 à 33 ans ($M = 24,5$ $ET = 3,4$).

Afin d'évaluer le niveau de connaissances antérieures dans le domaine des participants en fonction de leurs groupes expérimentaux, une ANOVA à deux facteurs a été réalisée intégrant le niveau de connaissances antérieures des participants (faible vs. élevé) et la condition de (re)planification (avec Internet vs. sans Internet) comme facteurs inter-sujet sur le score au

QCM (entre 0 et 14). L'ANOVA était significative pour l'effet principal des connaissances antérieures du domaine ($F(1,75)= 252.95 ; p < .001$), où les participants avec des connaissances antérieures élevées ont obtenu un meilleur score au QCM ($M= 9,02 ET= 2,3$) que leurs homologues avec des connaissances faibles ($M= 1.9 ET= 1.8$). La condition de (re)planification ($F(1,75)= .012 ; p > .05$) et l'interaction entre les connaissances et la condition de (re)planification ($F(1,75)= 3.25 ; p > .05$) n'étaient pas significatives.

10.3. Matériel et tâches

10.3.1. Tâches exploratoire et créative

Deux tâches ont été conçues pour cette expérience : une tâche exploratoire (avec les mêmes critères que ceux utilisés pour les deux premières études expérimentales et une tâche créative (cf. **Annexe E** pour les énoncés précis). Alors que la tâche exploratoire mène à des niveaux d'apprentissage faibles (réceptif) et intermédiaire (critique), la tâche créative implique en sortie de RI de (ré)utiliser les connaissances acquises pendant la RI (ou antérieures avant la RI) pour créer un nouvel ensemble d'informations cohérent (Anderson & Krathwohl, 2001 ; Lee et al., 2015 ; Rieh et al., 2016). Plus précisément, le scénario de la tâche créative a été développé en accord avec les recommandations de plusieurs études en SAL récentes (Chavula et al., 2022 ; Li et al., 2022 ; Palani et al., 2021 ; Zhang & Capra, 2019 ; Zhang et al., 2020), indiquant que la tâche créative doit mener l'utilisateur à : **1.** Rechercher des informations pour comprendre les termes de la tâche créative et acquérir un minimum de vocabulaire spécifique au domaine (i.e. étape d'acquisition de connaissances factuelles et conceptuelles ; apprentissages réceptif et critique) ; **2.** Rechercher des informations permettant de comprendre et d'appliquer les différentes contraintes de conceptions imposées dans l'énoncé de la tâche créative (i.e. aspect conception de l'apprentissage créatif) et **3.** Rechercher des informations permettant de comprendre et de délimiter le cadre créatif imposé dans l'énoncé (e.g., recherche d'exemples, d'idées et d'inspirations pour créer le produit final).

10.3.2. Tâches de rappel libre et de formulation des objectifs d'apprentissage thématiques (exploration-exploitation)

Avant de formuler des objectifs d'apprentissage liés à chaque tâche par la production de mots-clés et la formulation de requêtes, tous les participants, quelle que soit leur condition de (re)planification, ont dû effectuer un rappel libre afin de pré-activer leur structure de connaissances sur le sujet des tâches. La pré-activation des connaissances antérieures est une étape cruciale dans la planification de la recherche d'information car elle permet aux utilisateurs

de produire des mots-clés plus pertinents pour la tâche et de formuler des objectifs d'apprentissage (par des requêtes) basés sur l'écart entre la structure des connaissances et les besoins d'information (Hardy et al., 2019 ; Rouet & tricot, 1998 ; Sanchiz et al., 2020). En outre, le rappel libre a permis d'estimer dans quelle mesure la structure de connaissances des participants était plus diversifiée et spécifique en fonction du niveau de connaissances antérieures du domaine.

Après la phase de rappel libre, les participants en condition de planification de la recherche sans Internet devaient produire une liste de requêtes qui pourraient être particulièrement pertinentes pour accomplir chaque tâche s'ils avaient dû réellement les résoudre sur Internet. La formulation de ces requêtes traduit la planification de leurs objectifs d'apprentissage thématique, qui leur aurait permis de réaliser efficacement chaque tâche. Pour les participants dans la condition de (re)planification de la recherche avec Internet, ces derniers devaient (re)planifier leurs objectifs d'apprentissage thématiques au cours des interactions réelles avec le système de recherche en (re)formulant des requêtes sur Google.

10.4.Design expérimentale et hypothèses opérationnelles

10.4.1. Variables indépendantes

- **VI1** – Le niveau de connaissances antérieures du domaine (faible vs. élevé), en inter-groupe.

Afin de déterminer l'état de la structure de connaissances initiale des utilisateurs sur les sujets exploratoire et créatif des tâches en fonction de leur niveau de connaissances antérieures du domaine (objectif 1), la **VI1** a été testée sur deux variables dépendantes en lien avec la tâche de rappel libre pré-RI pour mesurer le niveau de diversité des connaissances (**VD1**) et le niveau de focalisation des connaissances (**VD2**).

- **VI2** – Les conditions de (re)planification de la recherche (planification sans Internet vs. (re)planification avec Internet), en inter-groupe.
- **VI3** – Les sujets principaux des tâches (sujet principal 1 vs. sujet principal 2 vs. sujet principal 3 vs. sujet principal 4 vs. sujet principal 5), en intra-groupe.

Afin de déterminer comment les utilisateurs produisent et formulent leurs objectifs d'apprentissage thématique (objectif 2) en phase de planification ou de (re)planification et en fonction des connaissances antérieures du domaine, la **VI1** et la **VI2** ont été testées sur deux

variables dépendantes en lien avec l'exploration thématique (**VD3** et **VD4**). Afin d'identifier avec plus de précision les objectifs d'exploitation des utilisateurs en fonction des sujets principaux des tâches, la **VI3** a été ajoutée aux **VI 1 et 2** pour comprendre les effets d'interaction sur la **VD5** et la **VD6** relatives à l'exploitation thématique.

10.4.2. Variables dépendantes

L'heuristique thématique exploration-exploitation dans le rappel libre pré-RI

- **VD1 –Nombre total de sujets principaux explorés lors du rappel libre (entre 0 et 5).**

A l'instar de l'étude expérimentale n°2, une fois les sujets principaux de la tâche exploratoire et de la tâche créative identifiées, les productions écrites générées par les participants lors du rappel libre de leurs connaissances en pré-RI ont été catégorisées et segmentées (voir **Annexe Nb** pour un exemple exhaustif). En sortie, le nombre total de sujets principaux rapportés par les participants dans leur rappel libre a été comptabilisé. Cette mesure du niveau de diversité des connaissances antérieures en lien avec l'exploration thématique permet d'identifier l'étendue de la structure de connaissances de départ. Plus un participant a exploré de sujets différents lors du rappel libre, plus sa structure de connaissances est considérée comme étendue avant la (re)planification de la recherche.

- **VD2 –Nombre total de mots contenus dans le rappel libre.**

Afin d'évaluer le niveau de focalisation des connaissances antérieures avant la (re)planification de la recherche (et fortement lié à l'exploitation thématique), le nombre total de mots contenus dans le rappel libre, en fonction de chaque sujet principal décrit, a été comptabilisé. Plus un participant a décrit de façon détaillée un ou plusieurs sujets principaux, plus sa structure de connaissances est considérée comme ciblée avant la (re)planification de la recherche.

L'heuristique thématique exploration-exploitation dans la production de mots-clés et la formulation des requêtes

A partir de la même grille de segmentation et de catégorisation des matériaux sémantiques et verbaux générés par les participants en fonction des sujets principaux liés à la tâche exploratoire et à la tâche créative, les objectifs par exploration-exploitation thématique ont été opérationnalisés à partir des mots-clés et des requêtes produites (cf. **Annexe Nb**).

Production et formulation des objectifs par exploration thématique

- **VD3 –Nombre total de sujets principaux explorés lors de la production de mots-clés (entre 1 et 5).**

Pour chaque tâche (exploratoire puis créative), le nombre total de sujets principaux explorés par participant lors de la production de mots-clés a été calculé. Plus un participant a traité de sujets différents dans sa production de mots-clés, plus il a utilisé ses connaissances pour explorer les sujets des tâches.

- **VD4 –Nombre total de sujets principaux explorés lors de la formulation de requêtes (entre 1 et 5).**

Pour chaque tâche (exploratoire puis créative), le nombre total de sujets principaux explorés par participant lors de la formulation de requêtes a été calculé. Plus un participant a formulé des requêtes liées à différents sujets de la tâche, plus il a suivi des objectifs d'apprentissage par exploration thématique.

Production et formulation des objectifs par exploitation thématique

- **VD5 –Nombre total de mots-clés produits**

Pour chaque sujet principal exploré par le participant, le nombre total de mots-clés produits a été comptabilisé. Plus un participant a produit de mots-clés liés à un ou plusieurs sujets principaux ciblés, plus il a utilisé ses connaissances pour exploiter les sujets des tâches.

- **VD6 –Nombre total de requêtes formulées**

Pour chaque sujet principal exploré par le participant, le nombre total de requêtes formulées a été comptabilisé. Plus un participant a formulé de requêtes liées à un ou plusieurs sujets principaux ciblés, plus il a suivi des objectifs d'apprentissage par exploitation thématique.

10.4.3. Hypothèses opérationnelles

H1 – Les utilisateurs avec des connaissances antérieures du domaine élevées par rapport aux utilisateurs avec des connaissances faibles et quel que soit la condition de (re)planification (avec vs. sans Internet) devraient : **a. lors du rappel libre**, avoir un nombre de sujets principaux explorés et un nombre total de mots contenus dans leur production écrite plus élevés ; **b. lors de la production de mots-clés**, avoir un nombre de sujets principaux explorés et un nombre

total de mots-clés produits plus élevés ; **c. lors de la formulation de requêtes**, avoir un nombre de sujets principaux explorés et un nombre total de requêtes formulées plus élevés.

H2 – Les utilisateurs en condition de (re)planification avec Internet par rapport aux utilisateurs en condition de planification sans Internet et en particulier ceux avec un niveau de connaissances faibles devraient : **a. lors de la production de mots-clés**, avoir un nombre de sujets principaux explorés et un nombre total de mots-clés produits plus élevés ; **b. lors de la formulation de requêtes**, avoir un nombre de sujets principaux explorés et un nombre total de requêtes formulées plus élevé.

H3 – Parce qu’il est plus pertinent pour les utilisateurs avec un niveau de connaissances faible de poursuivre des objectifs d’apprentissage par exploration thématique pendant l’activité de RI (i.e. condition de (re)planification avec Internet) ces derniers devraient : **a.** avoir un nombre de sujets principaux explorés lors de la production de mots-clés et lors de la formulation de requêtes plus élevés que les utilisateurs avec un niveau de connaissances élevé pour lesquels il est plus pertinent de poursuivre des objectifs d’apprentissage par exploitation thématique pendant l’activité de RI **en b.** produisant plus de mots-clés et en formulant plus de requêtes dans certains sujets ciblés.

H4 – Certains sujets principaux devraient être plus exploités que d’autres avec un nombre plus élevé : **a.** de mots contenus dans le rappel libre, de mots-clés produits et de requêtes formulées ; **b.** en fonction du niveau de connaissances antérieures du domaine des participants (i.e. faible vs. élevé) et **c.** en fonction de la condition de (re)planification (i.e. avec Internet vs. sans Internet).

10.5. Résultats

Le t de Student sur échantillons indépendants (VD1) ainsi que les modèles d’ANOVAs à deux facteurs (VD3, VD4) et mixtes (VD2, VD5, VD6) ayant été largement utilisés dans le test des hypothèses, l’intégralité des variables dépendantes en fonction des deux tâches (exploratoire et créative) ont été testées pour la normalité (Shapiro) et pour l’homogénéité des variances (Levene). Compte tenu que certaines VDs violaient les hypothèses de normalité et d’homogénéité, elles ont été corrigées en utilisant la procédure par racine carré ($\sqrt{2}$) ou la procédure logarithmique afin d’éviter les erreurs de Type II. Les corrections sont toutes présentées dans le Tableau 15.

(a) Tâche exploratoire						
	VD1	VD2	VD3	VD4	VD5	VD6

	Le nombre total de sujets principaux explorés lors du rappel libre (entre 0 et 5)	Le nombre total de mots contenus dans le rappel libre	Le nombre total de sujets principaux explorés lors de la production de mots-clés (entre 1 et 5)	Le nombre total de sujets principaux explorés lors de la formulation de requêtes (entre 1 et 5)	Le nombre total de mots-clés produits	Le nombre total de requêtes formulées
Sans correction					X	X
$\sqrt{2}$	X	X				
Log10			X	X		
(b) Tâche créative						
Sans correction	X	X	X	X		
$\sqrt{2}$					X	X
Log10						

Tableau 15 : Liste des corrections effectuées (ou non) pour chaque variable dépendante en fonction des tâches (exploratoire et créative)

En particulier pour les ANOVAs mixtes intégrant le niveau de connaissances antérieures du domaine (faible vs. élevé) et les conditions de (re)planification (avec Internet vs. sans Internet) comme facteur inter-groupe ainsi que les 5 sujets principaux comme facteur intra-groupe, le test de sphéricité de Mauchly a été appliqué sur les mesures répétées. Toutes les variables dépendantes utilisées dans cette étude ayant été significatives ($p < .001$), lorsque l'épsilon (ϵ) était inférieur à 0.75, nous avons appliqué la correction de Greenhouse-Geisser et lorsque ϵ était supérieur à 0.75, nous avons appliqué la correction de Huynh-Feldt afin d'éviter les erreurs de Type I. Enfin, des analyses post-hoc de Scheffe ont été réalisées lorsque les ANOVAs indiquaient des interactions significatives.

10.5.1. Tâche exploratoire

Dans cette sous-section, nous présentons dans un premier temps les résultats obtenus dans le cadre de la réalisation par les participants de la tâche exploratoire. Le Tableau 16 présente les moyennes et *écart-types* des effets principaux des connaissances antérieures, des conditions de (re)planification et de l'interaction de ces deux variables pour chaque VD. Le Tableau 17 présente les moyennes et *écart-types* des effets principaux des connaissances antérieures, des conditions de (re)planification et des sujets principaux de la tâche exploratoire ainsi que des interactions entre : 1. Les sujets principaux et les connaissances antérieures du domaine et 2. Les sujets principaux et la condition de (re)planification sur les variables dépendantes d'exploitation thématique.

Rappel libre

Lors du rappel libre, les participants ayant des connaissances antérieures élevées ont exploré plus de **sujets principaux de la tâche exploratoire** que les participants ayant des

connaissances antérieures faibles dans le domaine ($t(77) = -4.19$; $p < .001$; $d = -.944$), confirmant cette partie de l'H1a. Concernant **le nombre total de mots contenus dans le rappel libre**, l'ANOVA mixte rapporte un effet principal des connaissances antérieures du domaine ($F(1,77) = 18.1$; $p < .001$; $\eta^2p = .190$), validant ainsi l'H1a : les utilisateurs avec des connaissances élevées produisent plus de mots lors du rappel libre que les utilisateurs ayant des connaissances faibles. Les sujets principaux de la tâche exploratoire sont également significatifs ($F(3.50, 269.23) = 55.78$; $p < .001$; $\eta^2p = .420$) : les participants exploitent davantage le sujet 1 (*généralités sur le concept de l'attention*) et le sujet 2 (*les types d'attention*) en écrivant plus de mots dans le rappel libre que les autres sujets principaux ($ps < .001$ pour toutes les comparaisons). Cette partie de l'H4a est vérifiée. L'interaction entre les sujets principaux de la tâche exploratoire et les connaissances antérieures du domaine est aussi significative ($F(3.50, 269.23) = 6.64$; $p < .001$; $\eta^2p = .079$) : les participants avec des connaissances élevées produisent plus de mots dans le rappel libre pour le sujet 2 et le sujet 3 (*modèles et auteurs spécifiques sur l'attention*) que leurs homologues avec des connaissances faibles ($ps < .05$ pour les deux comparaisons). Cette partie de l'H4b est validée.

	Connaissances élevées	Connaissances faibles	TOTAL Condition de (re)planification
Exploration thématique des sujets principaux de la tâche exploratoire			
<i>Nombre total de sujets principaux explorés lors du rappel libre ($\sqrt{2}$)</i>			
Total connaissances**	1.64 (.44)	1.23 (.47)	
<i>Nombre total de sujets principaux explorés lors de la production de mots-clés (Log10) *</i>			
Sans Internet	.90 (.59)	.59 (.43)	.74 (.52)
Avec Internet	.58 (.44)	.34 (.41)	.46 (.44)
Total connaissances*	.74 (.49)	.46 (.43)	
<i>Nombre total de sujets principaux explorés lors de la formulation des requêtes (Log10)</i>			
Sans Internet	.76 (.57)	.47 (.39)	.61 (.50)
Avec Internet	.56 (.42)	.34 (.41)	.45 (.43)
Total connaissances*	.66 (.47)	.40 (.41)	
Exploitation thématique des sujets principaux de la tâche exploratoire			
<i>Nombre total de mots-clés contenus dans le rappel libre ($\sqrt{2}$)</i>			
Total connaissances**	3.28 (3.24)	1.73 (3.1)	
<i>Nombre total de mots-clés produits *</i>			
Sans Internet	1.54 (1.98)	1.19 (1.89)	1.37 (1.94)
Avec Internet	1 (1.73)	.86 (1.7)	.93 (1.71)
Total connaissances	1.27 (1.88)	1.02 (1.78)	
<i>Nombre total de requêtes formulées</i>			
Sans Internet	1.12 (1.5)	.87 (1.5)	1 (1.47)
Avec Internet	.98 (1.69)	.87 (1.8)	.92 (1.73)
Total connaissances	1.1 (1.54)	.87 (1.64)	

Note. ** $p < .001$. * $p < .05$.

Tableau 16 : Moyenne (*écart-types*) des connaissances antérieures du domaine, de la condition de (re)planification de la recherche et de l'interaction entre les connaissances antérieures du domaine et la condition de (re)planification pour toutes les variables dépendantes.

		Connaissances antérieures du domaine		Condition de (re)planification	
Sujets principaux	TOTAL sujets principaux	Elevées	Faibles	Sans Internet	Avec Internet
Exploitation thématique des sujets principaux					
Nombre total de mots contenus dans le rappel libre ($\sqrt{2}$)					
**		**			
SP1 Généralités sur le concept d'Attention	5.03 (2.86)	5.1 (2.84)	4.94 (2.94)		
SP2 Types d'attention	3.99 (3.44)	5.6 (3.3)	2.5 (3.20)		
SP3 Description de modèles et auteurs spécifiques sur l'Attention	1.1 (2.49)	2.22 (2.82)	8.88e-16 (2.03)		
SP4 Domaines d'applications et études sur l'Attention	1.5 (2.65)	2.51 (2.94)	.41 (2.5)		
SP5 Développement et troubles de l'Attention	.93 (1.93)	1.02 (1.76)	.84 (1.83)		
Nombre total de mots-clés produits					
**					
SP1 Généralités sur le concept d'Attention	3.75 (2.1)	3.74 (2.1)	3.76 (1.98)	3.96 (2.1)	3.54 (2.1)
SP2 Types d'attention	.58 (1.1)	.80 (1.11)	.36 (.88)	.70 (1.21)	.47 (.98)
SP3 Description de modèles et auteurs spécifiques sur l'Attention	.29 (.59)	.50 (.66)	.07 (.37)	.37 (.75)	.20 (.4)
SP4 Domaines d'applications et études sur l'Attention	.50 (.9)	.68 (1.01)	.31 (.71)	.80 (1.1)	.20 (.56)
SP5 Développement et troubles de l'Attention	.62 (1.26)	.63 (1.39)	.62 (1.13)	1.01 (1.6)	.24 (.7)
Nombre total de requêtes formulées					
**		*			
SP1 Généralités sur le concept d'Attention	2.88 (2.03)	2.6 (1.88)	3.17 (2.1)	3.36 (1.7)	2.41 (2.26)
SP2 Types d'attention	.39 (.87)	.54 (.86)	.24 (.79)	.39 (.85)	.39 (.90)
SP3 Description de modèles et auteurs spécifiques sur l'Attention	.36 (.82)	.67 (.92)	.05 (.72)	.37 (.77)	.35 (.86)
SP4 Domaines d'applications et études sur l'Attention	.47 (.87)	.63 (.98)	.31 (.69)	.20 (1.1)	.74 (.51)
SP5 Développement et troubles de l'Attention	.69 (1.32)	.80 (1.5)	.57 (1.11)	.29 (1.61)	1.10 (.84)

Note. ** $p < .001$. * $p < .05$.

Tableau 17 : Moyennes (écart-types) des sujets principaux de la tâche exploratoire, des connaissances antérieures du domaine, de la condition de (re)planification et des interactions entre : 1. Les sujets principaux et les connaissances antérieures du domaine et 2. Les sujets principaux et la condition de (re)planification sur les variables dépendantes d'exploitation thématique.

Exploration thématique

Au niveau de **nombre total de sujets principaux explorés à travers la production de mots-clés**, l'ANOVA à deux facteurs montre un effet principal significatif des connaissances antérieures du domaine ($F(1,75) = 7.04$; $p < .05$; $\eta^2 p = .086$). En accord avec cette partie de

l'H1b, les participants avec des connaissances élevées explorent plus de sujets principaux de la tâche exploratoire lors de la production de mots-clés par rapport aux participants avec des connaissances faibles. Si l'ANOVA est également significative pour les conditions de (re)planification ($F(1,75) = 7.31 ; p = .008 ; n^2p = .089$), les résultats vont à l'encontre de l'H2a. En effet, les utilisateurs dans la condition de planification sans Internet explorent plus de sujets principaux lorsqu'ils produisent des mots-clés que les utilisateurs dans la condition de (re)planification avec Internet. Enfin, l'interaction entre les connaissances antérieures du domaine et les conditions de (re)planification n'est pas significative ($F(1,75) = .097 ; p > .05$), ne validant pas cette partie de l'H3a.

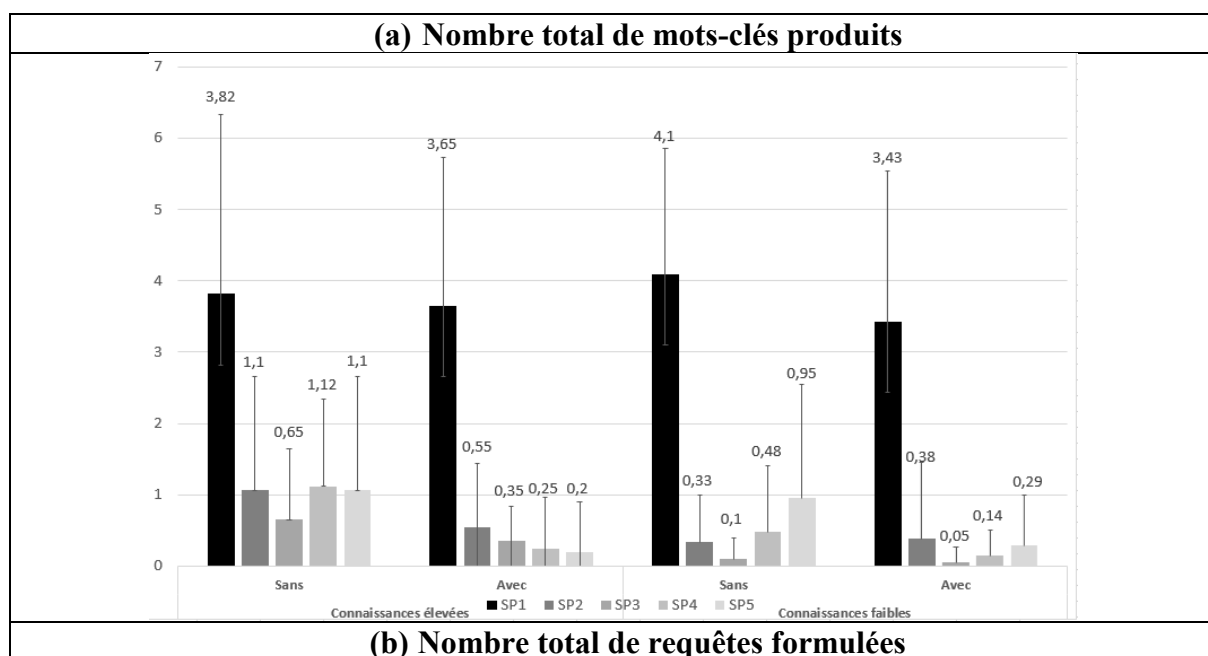
Pour le **nombre total de sujets principaux explorés lors de la formulation des requêtes**, conformément à l'H1c, les utilisateurs ayant des connaissances élevées ont exploré plus de sujets principaux dans la formulation des requêtes que les utilisateurs ayant de faibles connaissances du domaine ($F(1,75) = 6.52 ; p < .05 ; n^2p = .08$). En revanche et contrairement à l'H2b, l'ANOVA ne révèle pas d'effet significatif des conditions (re)planification ($F(1,75) = 2.69 ; p > .05$) sur cette variable. Enfin, l'H3a n'est pas vérifiée puisque l'interaction entre les connaissances antérieures du domaine et les conditions de (re)planification n'est pas significative ($F(1,75) = .114 ; p > .05$).

Exploitation thématique

Pour le **nombre total de mots-clés produits**, l'effet principal des connaissances antérieures du domaine n'est pas significatif ($F(1,75) = 2.65 ; p > .05$). Cette partie de l'H1b n'est pas confirmée. De plus, les résultats vont à l'encontre de l'H2a dans la mesure où les participants dans la condition de planification sans Internet produisent significativement plus de mots-clés que les utilisateurs dans la condition de (re)planification avec Internet ($F(1,75) = 8.32 ; p = .005 ; n^2p = .100$). L'interaction entre les connaissances antérieures du domaine et les conditions de (re)planification n'est pas significative ($F(1,75) = .470 ; p > .05$), à l'inverse de ce qui avait été formulé dans cette partie de l'H3b. En revanche, les sujets principaux de la tâche exploratoire sont significatifs en concordance avec l'H4a ($F(2.40, 180.33) = 113.92 ; p < .001 ; n^2p = .603$). Les participants produisent plus de mots-clés en lien avec le sujet 1 par rapport à tous les autres sujets ($ps < .001$). Pour terminer, aucune autre interaction n'est significative contrairement à : 1. L'H4b (interaction entre les sujets principaux et les connaissances ; $F(2.40, 180.33) = .730 ; p > .05$) ; 2. L'H4c (interaction entre les sujets et les conditions de (re)planification ; $F(2.40, 180.33) = .820 ; p > .05$). L'interaction globale intégrant les sujets principaux de la tâche exploratoire, les connaissances et les conditions de (re)planification n'est

pas non plus significative ($F(2.40, 180.33) = .602$; $p > .05$; voir Figure 8a pour les moyennes et les écart-types).

Au niveau du **nombre total de requêtes produites**, l'ANOVA mixte n'est pas significative pour l'effet principal des connaissances antérieures du domaine ($F(1,75) = 2.002$; $p > .05$), pour l'effet des conditions (re)planification ($F(1,75) = .286$; $p > .05$) et pour l'interaction entre les connaissances et les conditions de (re)planification ($F(1,75) = .286$; $p > .05$). Dans ces conditions, l'H1c n'est pas entièrement validée et les hypothèses 2b et 3b ne sont pas vérifiées. Néanmoins, les sujets principaux de la tâche exploratoires ont un effet significatif ($F(2,32, 174,12) = 61.48$; $p < .001$; $\eta^2 p = .450$), où les utilisateurs produisent plus de requêtes liées au sujet 1 que tous les autres sujets ($ps < .001$), confirmant définitivement l'H4a pour la tâche exploratoire. Du côté des interactions, celle entre les sujets principaux et le niveau de connaissances du domaine des participants n'est pas significative ($F(2.32, 174.12) = 2.59$; $p > .05$), l'H4b n'étant ainsi pas totalement validée. Par ailleurs, si l'ANOVA est significative pour l'interaction entre les sujets principaux et les conditions de (re)planification ($F(2.32, 174.12) = 5.92$; $p = .002$; $\eta^2 p = .073$), l'analyse post-hoc ne révèle aucune comparaison pertinente et significative par rapport à l'H4c. Enfin, l'interaction complète entre les sujets principaux, les connaissances antérieures du domaine et les conditions (re)planification n'est pas significative ($F(2.32, 174.12) = .608$; $p > .05$; voir Figure 8b pour les moyennes et les écart-types).



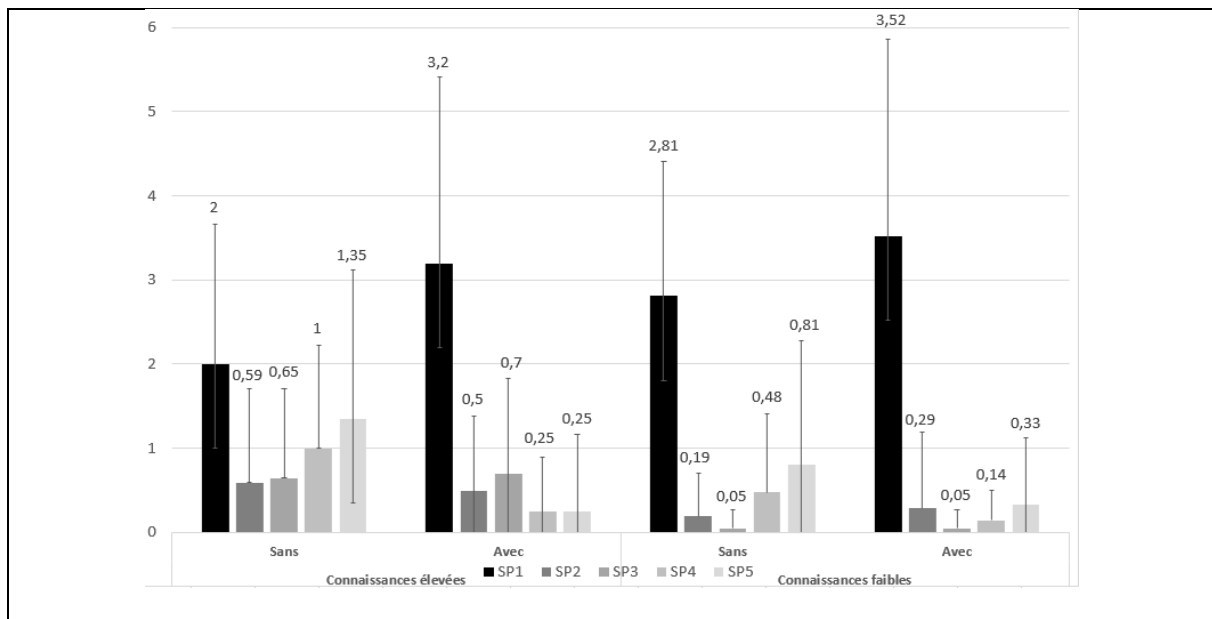


Figure 8 : Moyenne et écart-types de l'interaction entre les sujets principaux de la tâche exploratoire, les connaissances antérieures du domaine et la condition de (re)planification pour a) le nombre total de mots-clés produits et b) le nombre total de requêtes produites

10.5.2. Tâche créative

Dans cette partie, nous mettons en avant les résultats obtenus dans le cadre de la réalisation par les participants de la tâche créative. Le **Tableau 18** présente les moyennes et écart-types des effets principaux des connaissances antérieures, des conditions de (re)planification et de l'interaction de ces deux variables pour chaque VD. Le **Tableau 19** présente les moyennes et écart-types des effets principaux des connaissances antérieures, des conditions de (re)planification et des sujets principaux de la tâche créative ainsi que des interactions entre : 1. Les sujets principaux et les connaissances antérieures du domaine et 2. Les sujets principaux et la condition de (re)planification sur les variables dépendantes d'exploitation thématique.

Rappel libre

Le test t montre que les participants ayant des connaissances antérieures élevées **explorent plus de sujets principaux** lors du rappel libre que les participants avec des connaissances faibles ($t(77) = -3.70$; $p < .001$; $d = -.835$), validant la première partie de l'H1a pour la tâche créative. Cette hypothèse 1a est également confirmée au niveau de l'effet principal des connaissances antérieures du domaine sur le **nombre total de mots contenus dans le rappel libre** en pré-RI ($F(1,77) = 8.12$; $p = .006$; $\eta^2p = .095$) et met en avant le fait que les participants avec des connaissances élevées écrivent plus de mots en rappel libre que les participants ayant des connaissances faibles. De plus, les sujets principaux de la tâche créative

ont aussi un effet significatif ($F(3, 231.24) = 4.14$; $p = .007$; $n^2p = .051$) : les participants écrivent plus de mots dans le rappel libre pour rapporter leurs connaissances sur le sujet 5 (Univers Geek) par rapport au sujet 2 ($p < .05$; Profil utilisateur) et au sujet 3 ($p = .008$; Projet de conception). Cette partie de l'H4a est validée pour la tâche créative. Enfin, si l'ANOVA révèle un effet significatif de l'interaction entre les connaissances et les sujets principaux ($F(3, 231.24) = 4.02$; $p = .008$; $n^2p = .050$), l'analyse post-hoc n'indique aucune comparaison significative pertinentes par rapport à l'H4b.

	Connaissances élevées	Connaissances faibles	TOTAL Condition de (re)planification
Exploration thématique des sujets principaux			
<i>Nombre total de sujets principaux explorés lors du rappel libre</i>			
Total connaissances**	4.70 (.59)	3.81 (1.3)	
<i>Nombre total de sujets principaux explorés lors de la production de mots-clés</i>			
Sans Internet	3.71 (1.16)	3.71 (1.23)	3.71 (1.2)
Avec Internet	3.90 (1.1)	4.14 (.91)	4.02 (.99)
Total connaissances	3.80 (1.14)	3.93 (1.1)	
<i>Nombre total de sujets principaux explorés lors de la formulation de requêtes</i>			
			*
Sans Internet	3.41 (1.33)	3.48 (1.21)	3.44 (1.25)
Avec Internet	3.90 (1.1)	4.14 (.91)	4.02 (.99)
Total connaissances	3.66 (1.2)	3.81 (1.1)	
Exploitation thématique des sujets principaux			
<i>Nombre total de mots contenus dans le rappel libre</i>			
Total connaissances**	25.4 (23.14)	17.2 (21.9)	
<i>Nombre total de mots-clés produits ($\sqrt{2}$)</i>			
Sans Internet	1.23 (.89)	1.03 (.74)	1.13 (.81)
Avec Internet	1.21 (.82)	1.23 (.74)	1.22 (.78)
Total connaissances	1.22 (.81)	1.13 (.77)	
<i>Nombre total de requêtes formulées ($\sqrt{2}$)</i>			
			**
Sans Internet	1.09 (.90)	.95 (.75)	1.02 (.82)
Avec Internet	1.5 (1.1)	1.43 (.89)	1.5 (.97)
Total connaissances	1.3 (0.93)	1.2 (.93)	

Note. ** $p < .001$. * $p < .05$.

Tableau 18 : Moyenne (écart-types) des connaissances antérieures du domaine, de la condition de (re)planification de la recherche et de l'interaction entre les connaissances antérieures du domaine et la condition de (re)planification pour toutes les variables dépendantes.

		Connaissances antérieures du domaine		Condition de (re)planification	
Sujets principaux	TOTAL sujets principaux	Elevées	Faibles	Sans Internet	Avec Internet
Exploitation thématique des sujets principaux					
<i>Nombre total de mots contenus dans le rappel libre</i>					
					*
SP1 <i>Persona ad-hoc primaire</i>	20.2 (31.32)	31.3 (34.1)	9.05 (27.8)		
SP2 <i>Profil utilisateur</i>	19.2 (17.14)	19.84 (16.43)	18.62 (17.6)		
SP3 <i>Projet de conception</i>	16.8 (17)	21.5 (17.7)	12.2 (17.04)		

SP4 <i>Encyclopédie en ligne</i>	21.7 (15.61)	22.5 (15.3)	20.8 (14.63)		
SP5 <i>Univers Geek</i>	28.6 (25.38)	31.62 (25.51)	25.6 (27.3)		
Nombre total de mots-clés produits ($\sqrt{2}$) **					
SP1 <i>Persona ad-hoc primaire</i>	1.1 (.82)	1.05 (.81)	1.15 (.79)	.99 (.78)	1.21 (.85)
SP2 <i>Profil utilisateur</i>	1.55 (.74)	1.72 (.75)	1.39 (.74)	1.46 (.79)	1.64 (.69)
SP3 <i>Projet de conception</i>	.73 (.72)	.71 (.74)	.75 (.69)	.83 (.78)	.63 (.66)
SP4 <i>Encyclopédie en ligne</i>	.96 (.7)	.95 (.72)	.97 (.58)	.86 (.77)	1.06 (.55)
SP5 <i>Univers Geek</i>	1.53 (.7)	1.67 (.7)	1.39 (.73)	1.5 (.72)	1.57 (.69)
Nombre total de requêtes formulées ($\sqrt{2}$) ** * *					
SP1 <i>Persona ad-hoc primaire</i>	1.07 (.86)	1.02 (.82)	1.13 (.88)	.83 (.67)	1.32 (.95)
SP2 <i>Profil utilisateur</i>	1.36 (.88)	1.44 (.83)	1.23 (.89)	.94 (.70)	1.78 (.84)
SP3 <i>Projet de conception</i>	.71 (.73)	.65 (.72)	.77 (.74)	.72 (.72)	.71 (.75)
SP4 <i>Encyclopédie en ligne</i>	1.08 (.78)	1.07 (.82)	1.09 (.71)	.88 (.80)	1.28 (.71)
SP5 <i>Univers Geek</i>	1.98 (.89)	2.3 (.88)	1.67 (.95)	1.75 (.80)	2.22 (.91)

Note. ** $p < .001$. * $p < .05$.

Tableau 19 : Moyennes (écart-types) des sujets principaux de la tâche créative, des connaissances antérieures du domaine, de la condition de (re)planification et des interactions entre : **1.** Les sujets principaux et les connaissances antérieures du domaine et **2.** Les sujets principaux et la condition de (re)planification sur les variables dépendantes d'exploitation thématique.

Exploration thématique

Pour le **nombre total de sujets principaux explorés lors de la production de mots-clés**, l'ANOVA n'est pas significative pour : 1. les connaissances antérieures du domaine ($F(1,75) = .257$; $p > .05$), 2. les conditions de (re)planification ($F(1,75) = 1.58$; $p > .05$) et 3. l'interaction entre les connaissances et les conditions de (re)planification ($F(1,75) = .224$; $p > .05$). Respectivement, ces parties des hypothèses 1b, 2a et 3a ne sont pas vérifiées pour la tâche créative.

En ce qui concerne le **nombre total de sujets principaux explorés dans la formulation de requêtes**, les connaissances antérieures du domaine n'ont pas d'effet significatif contrairement à cette partir de l'H1c ($F(1,75) = .363$; $p > .05$). En revanche, les conditions de (re)planification sont significatives ($F(1,75) = 5.12$; $p < .05$; $n^2p = .064$), où les participants dans la condition de (re)planification avec Internet explorent plus de sujets principaux de la tâche créative lorsqu'ils formulent des requêtes que leurs homologues dans la condition de planification sans Internet. L'hypothèse H2b est, pour cette partie, soutenue. Enfin, l'interaction

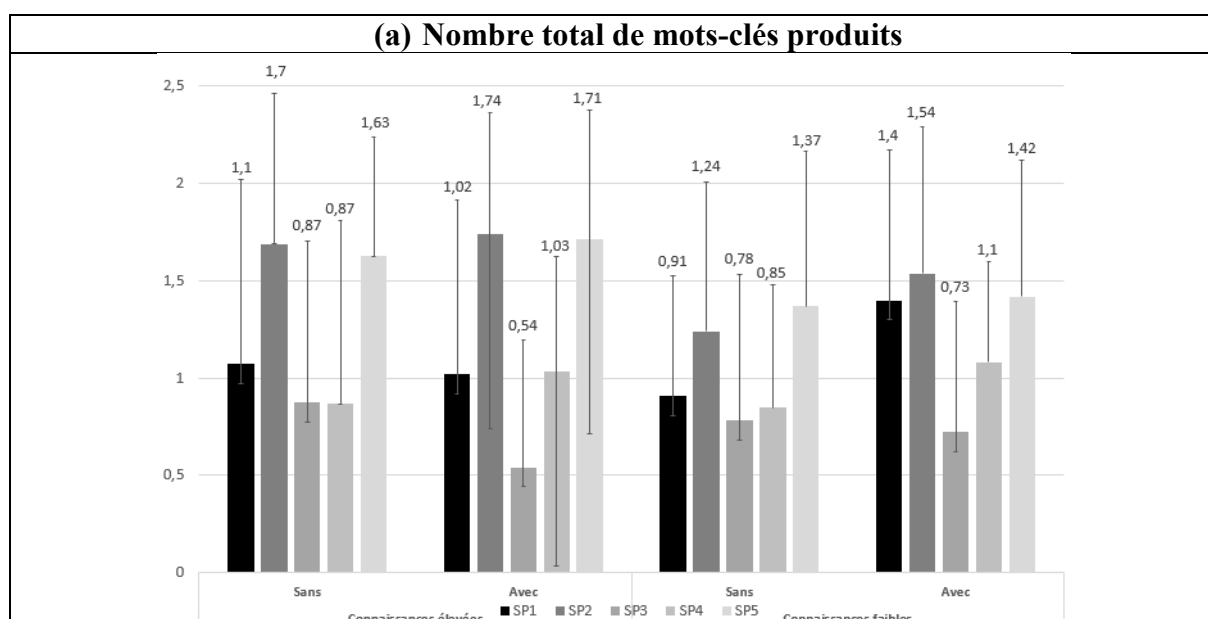
entre les connaissances antérieures du domaine et la condition de (re)planification de la recherche n'est pas significative ($F(1,75) = .122$; $p > .05$) ne validant pas l'H3b.

Exploitation thématique

Au niveau du **nombre total de mots-clés produits**, l'ANOVA mixte ne montre pas d'effet significatif : 1. Des connaissances antérieures du domaine ($F(1,75) = .924$; $p > .05$), 2. Des conditions de (re)planification ($F(1,75) = 1.077$; $p > .05$), 3. De l'interaction entre les connaissances et les conditions de (re)planification ($F(1,75) = 1.484$; $p > .05$). En conclusion, l'H1b et l'H2a ne sont pas validées, tout comme cette partie de l'H3b. Néanmoins, les sujets principaux de la tâche créative ont un effet significatif ($F(3.09, 231.41) = 21.85$; $p < .001$; $n^2p = .226$). Plus précisément, le sujet 1 (Persona ad-hoc primaire) mène les participants à produire plus de mots-clés que le sujet 3 ($p = .004$). De plus, les participants produisent plus de mots-clés liés au sujet 2 que le sujet 1 ($p = .05$), que le sujet 3 ($p < .001$) et que le sujet 4 ($p < .001$; Encyclopédie en ligne). Enfin, plus de mots-clés sont produits dans le sujet 5 par rapport au sujet 1 ($p < .05$), au sujet 3 ($p < .001$) et au sujet 4 ($p < .001$). Cette partie de l'H4a est soutenue. En ce qui concerne toutes les autres interactions, l'ANOVA mixte n'est pas significative : 1. les sujets principaux avec les connaissances ($F(3.09, 231.41) = 1.67$; $p > .05$) ; 2. les sujets principaux avec les conditions de (re)planification ($F(3.09, 231.41) = 1.24$; $p > .05$) ; 3. les conditions de (re)planification ($F(3.09, 231.41) = 1.24$; $p > .05$), et 4. L'interaction complète (sujets $\times$ connaissances $\times$ conditions de (re)planification avec $F(3.09, 231.41) = .526$; $p > .05$; cf. Figure 9a pour les moyennes et les écart-types). Ainsi, l'H4b et l'H4c ne sont pas vérifiées ici.

Pour terminer avec les **nombre total de requêtes formulées** dans le cadre de la réalisation de la tâche créative, les connaissances antérieures du domaine ne sont pas significatives ($F(1,75) = 1.12$; $p > .05$), ne validant définitivement pas l'H1c. Cependant, les conditions de (re)planification sont significatives ($F(1,75) = 19.012$; $p < .001$; $n^2p = .202$), où les utilisateurs dans la condition de (re)planification avec Internet formulent plus de requêtes que les utilisateurs dans la condition de planification sans Internet. L'H2b est ainsi totalement confirmée pour la tâche créative. L'interaction entre les connaissances et les conditions de (re)planification n'est en revanche pas significative ($F(1,75) = .139$; $p > .05$), l'H3b n'étant alors pas validée. Par contre, conformément à l'H4a, les sujets principaux de la tâche créative sont significatifs ($F(2,82, 211,15) = 33,97$; $p < .001$; $n^2p = .312$) : les participants formulent moins de requêtes pour le sujet 3 (*Projet de conception*) et que pour le sujet 1 ($p = .004$), le sujet 2 ($p < .001$), le sujet 4 ($p = .009$) et le sujet 5 ($p < .001$). De plus, le sujet principal 5

(Univers Geek) a conduit les participants à produire plus de requêtes que tous les autres sujets ($ps < .001$). L'ANOVA mixte est également significative pour l'interaction entre les connaissances et les sujets principaux de la tâche créative ($F(2.82, 211.15) = 3.75$; $p < .05$; $n^2p = .048$). Cependant, l'analyse post-hoc ne met en avant aucune comparaison intergroupe significative ($p > .05$) et les différences ne s'établissent ainsi qu'en intragroupe : les participants avec des connaissances élevées produisent plus de requêtes pour le sujet 5 par rapport à tous les autres sujets ($ps < .001$), alors que les participants avec des connaissances faibles produisent plus de requêtes pour le sujet 5 uniquement par rapport au sujet 3 ($p = .005$). Ensuite, l'ANOVA mixte est également significative pour l'interaction entre les connaissances antérieures du domaine et les sujets principaux ($F(2.82, 211.15) = 3.75$; $p < .05$; $n^2p = .048$). Les participants avec des connaissances faibles forment plus de requêtes pour le sujet 5 que pour le sujet 3 ($p = .005$). En revanche, les participants forment plus de requêtes pour le sujet 5 par rapport à tous les autres sujets principaux ($ps < .001$), ainsi que plus pour le sujet 2 par rapport au sujet 3 ($p < .05$). Néanmoins, l'H4b n'est pas vérifiée. En revanche, l'interaction entre les sujets de la tâche créative et les conditions de (re)planification est significative ($F(2.82, 211.15) = 3.495$; $p < .05$; $n^2p = .045$). L'analyse post-hoc indique une différence significative en intergroupe : les participants dans la condition de (re)planification avec Internet forment plus de requêtes que les participants dans la condition de planification sans Internet pour le sujet 2 (Profil utilisateur). L'H4c est donc partiellement vérifiée. Enfin, l'interaction complète entre les sujets, les connaissances antérieures du domaine et les conditions de (re)planification n'est pas significative ($F(2.82, 211.15) = .695$; $p > .05$; voir Figure 9b pour les moyennes et les écarts-types).



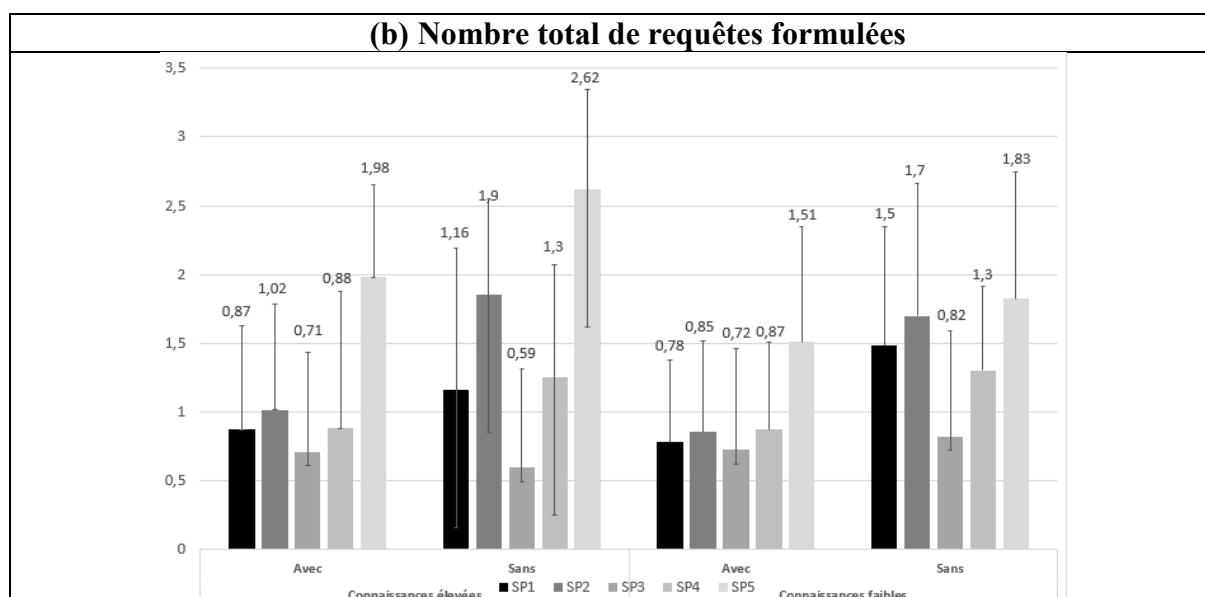


Figure 9 : Moyenne et écart-types de l'interaction entre les sujets principaux de la tâche créative, les connaissances antérieures du domaine et la condition de (re)planification pour **a)** le nombre total de mots-clés produits et **b)** le nombre total de requêtes produites

10.5.3. Synthèse des principaux résultats de l'étude expérimentale n°3

Trois principaux résultats sont à retenir. Bien que les utilisateurs avec des connaissances antérieures élevées aient une structure de connaissances à la fois plus diversifiées (i.e. plus de connaissances différentes) et plus ciblées (i.e. une plus grande quantité de connaissances en fonction des différents sujets principaux) que les utilisateurs avec des connaissances faibles, les effets de ces dernières sur l'heuristique thématique sont dans cette étude relativement peu marqués. Si les utilisateurs avec des connaissances élevées explorent plus de sujets principaux en lien avec la tâche exploratoire lorsqu'ils produisent des mots-clés et formulent des requêtes, aucun autre résultat pertinent n'a été mis en avant.

Pour ce qui est des effets des conditions de (re)planification des objectifs d'apprentissage (sans vs. avec Internet), lorsque les utilisateurs interagissent avec le système dans la tâche exploratoire, ils produisent peu de mots-clés alors que le système leur permet de formuler plus de requêtes dans la tâche créative.

Enfin, les différents sujets principaux ne sont pas exploités dans une même mesure par les utilisateurs. Par exemple, le sujet principal 1 de la tâche exploratoire (*Généralités sur le concept d'Attention*) est particulièrement exploité dans les mots-clés et les requêtes formulées par les participants au détriment de tous les autres sujets. Pour la tâche créative, c'est globalement le sujet 5 (*Univers Geek*), le sujet 2 (*Profil utilisateur*) et le sujet 1 (*Persona ad-*

hoc primaire) qui sont particulièrement exploités par rapport aux sujets principaux 3 (*Projet de conception*) et 4 (*Encyclopédie en ligne*).

10.6. Discussion

Le premier objectif de recherche de l'étude expérimentale n°3 visait à évaluer le niveau de diversité et de focalisation de la structure de connaissances initiale des utilisateurs en fonction de leur niveau de connaissances du domaine. En accord avec nos hypothèses et avec la littérature antérieure, lors d'un rappel libre correspondant à l'activation préalable de la structure de connaissances initiale, les utilisateurs avec des connaissances élevées dans le domaine de la tâche exploratoire et de la tâche créative ont rapporté des connaissances à la fois plus diverses et plus ciblées (Wilson & Wilson, 2013). Ainsi, les utilisateurs avec des connaissances élevées ont été en mesure de construire une représentation mentale des sujets des tâches à la fois plus complexes et plus cohérentes d'un point de vue sémantique et thématique, avant de s'engager dans la (re)planification des objectifs d'apprentissage. Par exemple, lors du rappel libre des connaissances pour la tâche exploratoire, les utilisateurs ayant des connaissances élevées ont davantage exploité le sujet 2 « *types d'attention* » (englobant des connaissances de base mais spécifiques au domaine de la psychologie) et le sujet 3 « *description de modèles et auteurs spécifique sur le concept d'attention* » (relatif à des connaissances très spécifiques au domaine).

En conséquence de l'objectif 1, le second objectif impliquait de déterminer comment les utilisateurs planifiaient leurs objectifs d'apprentissage thématiques (exploration vs. exploitation) dans une condition sans Internet par rapport à une condition avec Internet, en fonction de leur niveau de connaissances antérieures domaine (faible vs. élevé) et des différents sujets principaux des tâches exploratoire et créative. A cette fin, plusieurs hypothèses de recherche ont été testées, d'abord au niveau de la tâche exploratoire, puis au niveau de la tâche créative. Compte tenu des résultats obtenus concernant l'activation des connaissances initiale lors du rappel libre et conformément au modèle DEEL (Hardy et al., 2019), on s'attendait à ce que les utilisateurs ayant de faibles connaissances (re)planifient des objectifs d'apprentissage plutôt exploratoires et que leurs homologues avec des connaissances élevées (re)planifient plutôt des objectifs d'apprentissage par exploitation. Pour la tâche exploratoire, nous avons constaté que contrairement à nos prédictions et aux résultats antérieurs (Lu & Hsiao, 2017 ; Vakkari, 2001a, 2001b), les utilisateurs avec des connaissances élevées ont exploré plus de sujets principaux que les utilisateurs avec des connaissances faibles, tant au niveau de la production de mots-clés que de la formulation des requêtes. Ce premier résultat n'est pas

totalement surprenant. Les utilisateurs avec des connaissances antérieures dans le domaine ayant des connaissances plus diversifiées, peuvent de façon générale plus facilement produire des requêtes et des mots-clés variés. Par contre, on aurait pu s'attendre à ce que le système (condition de (re)planification avec Internet) soutienne davantage les utilisateurs avec des connaissances faibles pour leur permettre de diversifier leur champ de recherche exploratoire au cours de la RI.

En lien avec ce constat, nous postulons également que les utilisateurs exploreraient davantage de sujets principaux en condition de (re)planification et d'interaction avec Internet. Au contraire, les participants en condition de planification sans Internet ont exploré davantage de sujets principaux lors de la production de mots-clés que les participants en condition de (re)planification avec Internet. Ce résultat tend à indiquer que les utilisateurs quel que soit leur niveau de connaissances ont pu davantage s'appuyer sur les résultats du système dans la condition de (re)planification avec Internet pour réaliser leur apprentissage exploratoire sans activer et utiliser outre mesure leurs compétences de vocabulaire pour (re)formuler d'autres objectifs au cours de la RI. Ainsi, les utilisateurs quel que soit leur niveau de connaissances s'attendant à obtenir une réponse rapide du système (Latini et al., 2018 ; Lu & Hsiao, 2017 ; Rieh et al., 2012), mobilisent peu leurs connaissances pour produire leurs mots-clés et requêtes. En effet, dans la condition de planification sans Internet, les utilisateurs ont généré des mots-clés de façon à explorer et exploiter davantage les sujets principaux de la tâche exploratoire que les utilisateurs dans la condition de (re)planification avec Internet, où ces derniers ont pu être tentés de minimiser leurs efforts de (re)formulation des objectifs d'apprentissage en privilégiant le traitement des résultats et des documents fournis par le système pour apprendre.

Un autre résultat vient appuyer cette interprétation. En particulier, les utilisateurs ont davantage exploité le sujet principal 1 « *Généralité sur le concept d'attention* » lorsqu'ils ont généré des mots-clés et des requêtes. Cependant, le sujet principal 1 de la tâche exploratoire se concentre sur des connaissances factuelles de base, très générales et vulgarisées qui ne nécessitent pas ou peu de connaissances élevée pour être étudiées et comprises. En d'autres termes, les utilisateurs n'ont que très peu activée leur structure de connaissances et ont davantage compté sur les résultats du système pour leur apprentissage exploratoire.

D'un autre côté, il est louable de considérer que la formulation d'une requête très générale telle que « *concept d'attention psychologie* » permette d'investiguer plusieurs sujets principaux à travers la lecture des contenus. Notamment, la formulation d'objectifs d'exploration thématique à travers l'utilisation de stratégie de requêtes large et générale, permet

d'élargir les résultats de recherche et d'ainsi couvrir plus de sujets différents (He et al., 2016 ; Hembrooke et al., 2005 ; Jansen, Booth, & Spink, 2009 ; Liu et al., 2020 ; Mao et al., 2018 ; Nachmias & Gilad, 2002 ; Rieh & Xie, 2001 ; Wildemuth et al., 2004 ; Wildemuth et al., 2018 ; Yamin et al., 2013). Néanmoins, comme nous le mettons en avant dans les limites, les données utilisées dans cette étude ne permettent qu'une interprétation très restreinte des comportements, focalisée sur la (re)formulation des objectifs d'apprentissage observés.

En ce qui concerne la tâche créative, si les connaissances antérieures du domaine n'ont pas eu d'effets sur les objectifs d'apprentissage formulés par les utilisateurs à travers les mots-clés et les requêtes produites, la condition de (re)planification (avec vs. sans Internet) est significative : avec Internet, les utilisateurs ont exploré plus de sujets principaux dans leurs requêtes et les ont davantage exploités (en particulier pour le sujet principal 2 relatif au « *profil utilisateur* »). Cela tend à montrer que le système de recherche a été un réel support pour modifier, préciser et reformuler les objectifs d'apprentissage des utilisateurs pour résoudre la tâche créative. Cependant, des analyses plus fines concernant les interactions humains-SRIs dans la résolution de ce type de tâches doivent être réalisées afin de décrire avec plus de précision la mesure dans laquelle le système permet aux utilisateurs de faciliter leur raisonnement par heuristique et d'atteindre leurs objectifs de recherche créatifs. Cela est particulièrement analysée dans l'étude expérimentale n°4.

10.7.Limites de l'étude expérimentale n°3

Si les données utilisées et analysées dans cette étude expérimentale ne nous permettent d'affirmer avec plus de vigueur la véracité des hypothèses explicatives avancées, l'étude expérimentale n°4 du travail de thèse a, entre autres, pour objectif d'apporter davantage d'éléments descriptifs et explicatifs sur celles-ci. Par exemple, l'étude 3 s'étant concentrée sur les phases de planification et de (re)planification des objectifs d'apprentissage thématique à partir des mots-clés et des requêtes, il n'est pas possible de déterminer la mesure dans laquelle la formulation de requêtes générales peuvent conduire les utilisateurs à traiter des contenus en fonction de leurs besoins réels d'apprentissage (i.e. traiter des informations diverses pour explorer ou traiter des informations proches pour exploiter).

- ⇒ L'étude expérimentale n°4 vise l'étude de l'heuristique thématique à partir des prises de notes générées par les utilisateurs au cours d'une RI pour explorer un sujet ou pour créer un nouvel ensemble d'informations cohérent.

11. Chapitre 11 – Etude expérimentale n°4. L'évolution des heuristiques exploration-exploitation au cours des différentes étapes de la RI exploratoire et créative : effets des connaissances antérieures du domaine sur la navigation, les objectifs d'apprentissage thématiques et les résultats d'apprentissage.

11.1.Problématique et objectifs

Alors que le modèle DEEL (Hardy et al., 2019) décrit l'heuristique des objectifs d'apprentissage thématique comme évolutive et dynamique au cours d'une phase d'apprentissage et comme étant dépendante des changements dans la structure de connaissances des utilisateurs, peu de preuves empiriques existent à ce jour pour valider cette conceptualisation. Quelques études ayant mis en lien l'acquisition de connaissances, les étapes temporelles de l'activité de RI (début, milieu, fin) ainsi que les changements dans la structure de connaissances des utilisateurs tendent à montrer que lorsque les connaissances sont faibles, les utilisateurs poursuivent plutôt des objectifs d'exploration en formulant des requêtes à la fois générales, peu complexes mais plus diversifiées (Chen et al., 2021 ; Lu & Hsiao, 2017 ; Vakkari, 2001a, 2001b ; Wildemuth, 2004). En revanche, plus le niveau de connaissances augmente, plus les utilisateurs s'engagent alors dans la poursuite d'objectifs par exploitation thématique des contenus (i.e. requêtes sémantiquement plus spécifique et très ciblée sur certains sujets, certaines thématiques).

Ces tendances comportementales des utilisateurs en fonction de leur niveau de connaissances sont jugées comme relativement adaptatives et efficaces puisque les utilisateurs avec des connaissances faibles apprennent davantage en suivant des objectifs par exploration et ceux avec des connaissances élevées avec des objectifs par exploitation (Athukorala et al., 2014). Ces résultats empiriques soutiennent notamment l'intérêt d'étudier plus en avant la question afin d'améliorer les systèmes d'informations actuels pour qu'ils adaptent davantage leurs résultats en fonction des objectifs d'apprentissage poursuivis par les utilisateurs selon leur niveau de connaissances antérieures du domaine (Athukorala et al., 2016).

Au-delà des effets des changements dans la structure de connaissances des utilisateurs et des différentes étapes temporelles de la RI (début, milieu, fin) sur les heuristiques exploration-exploitation, nous soutenons que la complexité des tâches à réaliser est un facteur central à prendre en considération dans l'apprentissage par la recherche. Cependant, les travaux antérieurs comportent plusieurs limites que cette quatrième étude expérimentale vise à combler. Premièrement, il n'est actuellement pas expliqué de façon précise comment les heuristiques exploration-exploitation (navigationnelle et thématique) évolue au cours des différentes phases

de la RI en fonction de la complexité de l'apprentissage à réaliser (i.e. réceptif vs. critique vs. créatif ; Lee et al., 2015 ; Rieh et al., 2016).

En effet, alors que l'apprentissage factuel et conceptuel en lien avec les niveaux réceptifs et critiques ont été largement étudiés dans la littérature SAL, l'apprentissage créatif n'a pas ou peu été étudié. Néanmoins, de récents travaux (Chavula et al., 2022 ; Li et al., 2022 ; Palani et al., 2021 ; Zhang & Capra, 2019 ; Zhang et al., 2020) ont permis de conceptualiser avec plus de précisions l'apprentissage créatif à travers l'activité de RI, permettant dans cette étude de l'investiguer et de le comparer aux apprentissages réceptifs et critiques de niveaux inférieurs en développant un scénario et une grille d'évaluation adaptée. Notamment, l'apprentissage créatif implique pour l'utilisateur de : **1.** Rechercher des informations pour comprendre les termes de la tâche créative et acquérir un minimum de vocabulaire spécifique au domaine (i.e. étape d'acquisition de connaissances factuelles et conceptuelles ; apprentissages réceptif et critique) ; **2.** Rechercher des informations permettant de comprendre et d'appliquer les différentes contraintes de conceptions imposées dans l'énoncé de la tâche créative (i.e. aspect conception de l'apprentissage créatif) **et 3.** Rechercher des informations permettant de comprendre et de délimiter le cadre créatif imposé dans l'énoncé (e.g., recherche d'exemples, d'idées et d'inspirations pour créer le produit final).

Sur la base de cette définition, le positionnement de l'étude expérimentale n°4 est le suivant : nous défendons l'idée selon laquelle une tâche exploratoire relative à des apprentissages réceptifs et critiques de niveaux inférieures n'implique que l'étape de recherche n°1 et que par conséquent, les résultats d'apprentissage exploratoire en sortie de RI sont majoritairement de nature factuelle et conceptuelle. Par contre, l'apprentissage créatif de plus haut niveau tend à intégrer l'ensemble des trois étapes de recherche décrites ci-dessus. Dans ces conditions, nous soutenons que les résultats créatifs en sortie de RI doivent être évalués sur trois niveaux : 1. La qualité des connaissances factuels et/ou conceptuelle (étape 1 de recherche) ; 2. La qualité de la conception du produit final (étape 2 de recherche) et 3. La qualité de la création du produit final (étape 3 de recherche). En résumé, l'étude expérimentale n°4 vise l'investigation de trois principaux objectifs de recherche :

- (1)** Déterminer les effets des connaissances antérieures du domaine (faibles vs. élevées), de la complexité des tâches d'apprentissage (exploratoire vs. créative) et des différentes étapes temporelles de la RI (début, milieu, fin) sur la résolution des heuristiques exploration-exploitation (navigationnelle et thématique).

- (2) En sortie de RI, l'objectif est de déterminer **a.** les effets des connaissances antérieures du domaine et de la complexité des tâches sur la qualité de l'apprentissage conceptuel et **b.** les effets des connaissances antérieures du domaine sur la qualité de l'apprentissage créatif (intégrant l'aspect *conception* et l'aspect *créativité* inhérents au haut niveau d'apprentissage créatif).

De plus, les tâches d'apprentissage, qu'elles soient exploratoires (apprentissage réceptif et critique) ou créatives (apprentissage de plus haut niveau) impliquent nécessairement l'investigation, la compréhension et l'acquisition de connaissances à partir de multiples sujets thématiques. Afin d'apporter une analyse plus complète de l'heuristique thématique et de décrire avec plus de précisions quels sujets principaux liés aux tâches les utilisateurs décident d'exploiter particulièrement au cours des différentes étapes temporelles de la RI et en fonction de leur niveau de connaissances antérieures du domaine, un troisième objectif est poursuivi dans cette dernière étude expérimentale :

- (3) Déterminer comment les sujets principaux des tâches exploratoire et créative impactent les objectifs d'exploitation thématique des utilisateurs en fonction des différentes étapes temporelles de la RI (début, milieu, fin) et en fonction de leur niveau de connaissances antérieures.

11.2. Participants

Quarante et un participants ont pris part à cette expérience (i.e. même échantillon que celui utilisé dans l'étude expérimentale n°3 pour le groupe en condition de (re)planification avec Internet), mais les données d'un participant ont été retirées de l'ensemble de nos analyses pour cette étude car ce dernier n'avait pas respecté le temps de recherche obligatoire fixé à trente minutes pour les deux tâches (consigne moins importante pour les données analysées dans l'étude 3 expliquant le non-retrait de ce participant). Au final l'échantillon analysé ici inclut :

- Vingt étudiants français en psychologie cognitive et ergonomie âgés de 20 à 35 ans ($M=20.5$ $ET=3.5$), dont 9 hommes et 11 femmes. Deux étaient des étudiants en M1, dix en M2 et 8 en doctorat.
- Vingt étudiants inscrits dans des domaines d'études sans rapport direct avec la psychologie (e.g., arts, biologie, chimie, écologie...), âgés de 21 à 33 ans ($M=24.2$ $ET=3.1$), dont 4 hommes, 15 femmes et un déclaré comme non-binaire. Cinq étaient étudiants en M1, onze en M2 et quatre en doctorat. En particulier, dix-neuf se sont

déclarés comme étant de langue maternelle français et un seul participant comme parfaitement bilingue en français.

Comme dans les études expérimentales précédentes et tel que décrit dans le [Chapitre 7](#), le contrôle du niveau de connaissances antérieures des participants a été effectué via deux mesures : 1. Deux échelles d'auto-évaluation (en psychologie cognitive puis en ergonomie cognitive) dont les scores ont été additionnés pour obtenir une auto-évaluation variant de 2 à 8 et 2. Un QCM (score entre 0 et 14 maximum). Conformément aux attentes, les étudiants en psychologie et ergonomie cognitives ont autoévalué leurs connaissances du domaine comme significativement plus élevées ($M = 5.65$ $ET = .67$) que les étudiants des domaines en dehors de la psychologie ($M = 2.3$ $ET = .47$) avec $t(38) = -18.3$; $p < .001$; $d = -5.78$. Egalement, le score final au QCM était significativement plus élevé pour les étudiants en psychologie et ergonomie cognitives ($M = 9.45$ $ET = 1.67$) que pour les étudiants venant d'autres domaines d'étude ($M = 1.55$ $ET = 1.79$), avec $t(38) = -14.43$; $p < .001$; $d = -4.56$.

Dans l'objectif de contrôler le niveau de compétences et de connaissances en RI et vis-à-vis d'Internet en général entre les groupes, les mêmes trois mesures qu'utilisées dans les études précédentes ont été testées (i.e. auto-déclaration du nombre d'années passées à utiliser Internet, autoévaluation des connaissances en RI, SAE en RI (Rodon & Meyer, 2018)). Aucune de ces mesures n'était significative entre les deux groupes ($ps > .05$).

11.3. Matériel et tâches

Concernant le développement des scénarios et des énoncés des tâches exploratoire et créative, aucune différence n'est à mettre en avant par rapport à l'étude expérimentale n°3 (cf. [Annexe E](#) pour les énoncés précis, [Chapitre 7](#) pour la logique de construction, [Chapitre 10](#) dédié à l'étude expérimentale n°3 pour un rappel global).

11.4. Design expérimental et hypothèses opérationnelles

11.4.1. Variables indépendantes

- **VI1** – Le niveau de connaissances antérieures du domaine (élevé vs. faible), en inter-groupe
- **VI2** – Le niveau de complexité des tâches d'apprentissage (exploratoire vs. créative), en intra-groupe
- **VI3** – Les étapes temporelles de la RI (début : de 0 à 10 min. vs. milieu : de 10 à 20 min. vs. fin : de 20 à 30 min.), en intra-groupe

Afin d'investiguer l'objectif **1**, les trois **VI principales (1, 2 et 3)** ont été testée sur deux variables dépendantes en lien avec l'heuristique navigationnelle (**VD1 et VD2**) et deux autres en lien avec l'heuristique thématique (**VD3 et VD4**).

En ce qui concerne la **VI3**, les consignes de l'expérience indiquaient aux participant de réaliser les tâches exploratoire et créative en s'engageant dans des sessions de recherche de 30 minutes. Pour l'analyse, chaque session de recherche a été divisée en trois parties correspondantes à trois fois dix minutes. Ce choix méthodologique pour évaluer l'évolution des heuristiques navigationnelle et d'apprentissage thématique correspond aux recommandations des études SAL qui soutiennent que 15/20 minutes de recherche est un minimum pour apprendre à partir d'une activité de RI (Eickhoff et al., 2014 ; Kalyani & Gadiraju, 2019 ; Moraes et al., 2018). De plus cette méthode de division de la session de recherche se rapproche de celle utilisée par Roy et al. (2020).

- **VI4** – Aspects de l'apprentissage créatif (conception vs. créativité), en intra-groupe

Dans l'optique d'investiguer l'objectif **2**, la **VI1** principale est également testée sur les variables dépendantes en lien avec les résultats d'apprentissage (**VD5 et VD6**). Pour la **VD6** relative à la qualité de l'apprentissage créatif, les deux aspects de ce dernier (conception vs. créativité) sont intégrés comme facteur expérimental secondaire dans cette étude afin d'identifier avec plus de précisions les effets des connaissances antérieures du domaine sur l'apprentissage créatif.

- **VI5** – Les sujets principaux des tâches (sujet 1 vs. sujet 2 vs. sujet 3 vs. sujet 4 vs. sujet 5), en intra-groupe

Enfin, la **cinquième VI secondaire** s'intègre aux **VI 1 et 2** pour investiguer l'objectif **3**. Cette variable intragroupe construite *a posteriori* suit la même méthode de développement que dans l'étude expérimentale 3.

11.4.2. Variables dépendantes

L'heuristique navigationnelle exploration-exploitation

- **VD1 - Le temps moyen passé sur les SERPs visités (exprimé en secondes)**

Pour chaque session de recherche et en fonction de chacune des trois étapes temporelles (début, milieu, fin), le temps total que les participants ont passé sur des URL liées aux SERP a été extrait. Ensuite, la somme totale du temps passé sur les SERPs (en secondes) a été divisée

par le nombre total de nouveaux SERPs visités. Cette mesure temporelle moyenne traduit le temps que les participants ont accordé à explorer les différentes pistes de recherche et à les initier depuis les SERPs.

- **VD2 - Le temps moyen passé sur les documents visités (exprimé en secondes)**

Pour chaque session de recherche et en fonction de chacune des trois étapes temporelles (début, milieu, fin), le temps total que les participants ont passé sur des URL liées aux documents a été extrait. La somme totale du temps passé sur les documents (en secondes) a été divisée par le nombre total de nouveaux documents visités. Cette mesure temporelle moyenne traduit le temps que les participants ont accordé à exploiter des pistes de recherche ciblées et précédemment initiées.

L'heuristique thématique exploration-exploitation

- **VD3 - Le nombre total de sujets principaux explorés dans les prises de notes générées pendant la session de recherche (entre 0 et 5)**

Selon la méthode utilisée dans les études expérimentales 2 (à partir du contenu des productions écrites finales) et 3 (à partir des contenus du rappel libre, des mots-clés et des requêtes), l'intégralité des prises de notes générées par les participants pendant leurs sessions de recherche et en fonction de chacune des trois étapes temporelles (début, milieu, fin), ont été segmentées et catégorisées (cf. [Annexe Nc](#) pour un exemple exhaustif). En sortie, nous avons comptabilisé à partir de la grille le nombre total de sujets principaux explorés par les participants. Cet indicateur permettait de déterminer la mesure dans laquelle les participants avaient poursuivi des objectifs d'apprentissage exploratoires pendant les sessions de recherche.

- **VD4 – Le nombre total de mots contenus dans les prises de notes générées pendant la session de recherche en fonction de chaque sujet principal**

A partir du travail de segmentation et de catégorisation des prises de notes lors de la construction de la VD3, nous avons extrait pour chaque sujet principal de chaque tâche le nombre total de mots rapportés dans les prises de notes des participants. Cet indicateur offre la possibilité de déterminer dans quelle mesure les participants ont poursuivi des objectifs d'apprentissage d'exploitation en évaluant la profondeur des prises de notes en fonction des sujets principaux de chaque tâche et des trois étapes temporelles de la session de recherche.

Les résultats en sortie de RI

Dans cette 4^{ème} étude expérimentale et en accord avec le positionnement global de la thèse sur l'évaluation des résultats d'apprentissage en post-RI (cf. Chapitre 5 pour un rappel), nous évaluons les résultats d'apprentissage en termes de qualité (au détriment de la quantité). Cependant, les mesures qualitatives peuvent être fortement impactées par la longueur des réponses écrites des participants (Wilson & Wilson, 2013). Ainsi, avant de coder les réponses écrites finales exploratoires et créatives de notre étude, nous avons vérifié que la longueur de celles-ci ne variait significativement pas entre les deux groupes d'étudiants (connaissances élevées vs. connaissances faibles). Les analyses statistiques ne montrent aucune différence significative entre les deux groupes concernant la longueur des réponses écrites pour la tâche exploratoire avec $U(38) = 176 ; p > .05$ (étudiants avec des connaissances élevées : $M = 496$ $ET = 377$; étudiants avec des connaissances faibles : $M = 371$ $ET = 129$), ni pour la tâche créative avec $t(38) = .893 ; p > .05$ (i.e. connaissances élevées : $M = 223$ $ET = 105$; connaissances faibles : $M = 256$ $ET = 129$).

- **VD5 – Qualité des connaissances conceptuelles (en proportion)**

En lien avec la méthode de codage de Wilson et Wilson (2013) présentée de façon exhaustive dans les Chapitres 2 et 7, toutes les associations entre les faits (i.e. chaque connaissance conceptuelle) ont été identifiées dans les productions écrites finales des utilisateurs puis ont été évaluées en fonction d'une échelle en 5 points (cf. Tableau 20 ci-dessous pour des exemples).

0 Aucune association (liste de faits sans liens clairs) OU Association de 2 faits ou + inutiles et non- pertinents	1 Association de deux faits utiles et pertinents	1.5 +0.5 si lié au domaine	2 Association de plus de 2 faits utiles et pertinents	2.5 +0.5 si lié au domaine
Facteurs qui attire notre attention : - Descendants - Ascendants - Motivationnels (Aucune association : liste de faits sans liens clairs) Aujourd'hui, les différents champs d'étude de l'attention sont nombreux. (peu pertinent)	Dans notre quotidien, elle [l'attention] nous sert à réaliser une multitude d'activités et peut prendre plusieurs formes selon les tâches à effectuer.	De plus, il est nécessaire d'avoir de bonnes capacités de flexibilité attentionnelle afin de traiter alternativement plusieurs informations pertinentes.	L'attention focalisée ou soutenue: capacité nous permettant de maintenir notre attention à un haut niveau pendant une certaine durée. En général, on considère que cette durée est de 30 minutes environ.	Il y a plusieurs modèles qui ont étudié l'attention : un des plus anciens modèles apparu dans l'ouvrage "attention and effort" est celui de Kahneman (1973). Ce modèle est un modèle d'attribution des ressources qui postule que chaque opérateur a des capacités limitées. Selon ce modèle, il n'y a qu'un seul réservoir de ressource.

Tableau 20 : Grille de codage permettant d'évaluer la qualité des connaissances conceptuelles des utilisateurs en sortie de RI (exemples issus des réponses écrites).

Dans un second temps, les scores bruts ont été calculés en additionnant la somme de toutes les annotations pour chaque réponse écrite. Afin de limiter encore davantage les effets potentiels de la longueur des réponses écrites, les scores bruts ont été convertis en proportion pour chaque participant. Pour calculer le score final de la qualité des connaissances conceptuelles en proportion, nous avons : 1. Multiplié la somme totale d'un nombre d'associations entre les faits contenues dans la production écrite par le score le plus élevé de la grille de codage (2.5) afin de déterminer le score qualitatif maximum ; 2. Divisé le score brut obtenu par le participant par le score qualitatif maximum. Par exemple, un participant ayant rapporté 12 connaissances conceptuelles dans sa réponse écrite finale pouvait obtenir un score maximum de 30 (12 x 2.5). Si la somme de toutes les annotations pour les connaissances conceptuelles rapportées était égale à 18.5, alors la qualité des connaissances conceptuelles de ce participant était de 0.62 (18.5/30).

- **VD6 – Qualité de l'apprentissage créatif (score entre 0 et 12 maximum)**

Pour la tâche créative, une grille de codage a été développée sur la base de celle de Wilson et Wilson (2013) en intégrant les aspects de *conception* et de *création* de l'apprentissage créatif tels que définis dans les récents travaux en SAL (e.g., Palani et al., 2021). Pour rappel la **VD5** ci-dessus permet d'évaluer la qualité de l'apprentissage conceptuel en lien avec les niveaux réceptifs et critiques et avec la première étape de l'apprentissage créatif. Afin d'évaluer les deux autres aspects de l'apprentissage créatif (i.e. étape 2 : conception, étape 3 : création), nous avons déterminé la mesure dans laquelle les participants avaient : **1.** Compris et appliqué les contraintes de *conception* mis en avant dans l'énoncé de la tâche et **2.** Compris et intégré à leur réponse finale de nouvelles idées adaptées au cadre *créatif* imposé par l'énoncé de la tâche. Sur cette base, la grille de codage présentée dans le **Tableau 21** a été utilisée pour évaluer toutes les productions créatives finales. En sortie, deux scores ont été obtenus pour chaque participant : **1.** Un score de conception (entre 0 et 6) et **2.** Un score de créativité (entre 0 et 6), menant ainsi à un score d'apprentissage créatif global variant entre 0 et 12.

Compréhension et application des contraintes de conception								
Structure, contenus, catégories Persona primaire			Implications du terme « ad-hoc »			Informations attendues profil utilisateur		
0	1	2	0	1	2	0	1	2
Compréhension du cadre créatif et intégration des nouvelles idées								
Fiche persona primaire			Univers Geek			Encyclopédie en ligne		
0	1	2	0	1	2	0	1	2

Note. 0 = non-compris et non-appliqué / 1 = compris mais non-appliqué / 2 = compris et appliqué

Tableau 21 : Grille de codage des aspects contraintes de conception et contraintes de création spécifiques à la tâche créative

11.4.3. Hypothèses opérationnelles

H1 – Indépendamment de la tâche et des étapes temporelles de la recherche, les utilisateurs avec un niveau de connaissances antérieures du domaine élevé devraient : **a.** passer moins de temps sur les SERPs et sur les documents et **b.** avoir un nombre de mots contenus dans leurs prises de notes générées pendant la RI plus élevé que les participants avec des connaissances faibles. Ces derniers devraient en revanche avoir un nombre de sujets principaux explorés lors de leurs prises de notes plus élevé que ceux avec des connaissances élevées.

H2 – Parce que les utilisateurs avec des connaissances faibles apprennent plus en début de recherche (Roy et al., 2020) et suivent plus d’objectifs par exploration thématique des contenus (Hardy et al., 2019 ; Liu & Hsiao, 2017 ; Vakkari 2001a, 2001b) que les utilisateurs avec des connaissances élevées qui apprennent plus en fin de recherche et suivent plus d’objectifs par exploitation thématique, nous formulons les hypothèses suivantes :

- a.** Les utilisateurs avec des connaissances élevées exploreront moins de sujets principaux quelles que soient la tâche et les étapes temporelles de la recherche que leurs homologues avec des connaissances faibles qui devraient avoir un nombre total de sujets explorés dans leurs prises de notes plus élevé en 1^{ère} partie de la recherche, par rapport à la 2^{ème} et par rapport à la 3^{ème} ($P1 > P2 > P3$).
- b.** Les utilisateurs avec des connaissances élevées exploiteront davantage certains sujets principaux quelle que soit la tâche et les étapes temporelles de la recherche que leurs homologues avec des connaissances faibles en ayant un nombre total de mots contenus dans les prises de notes plus élevés. L’exploitation de certains sujets principaux devrait augmenter au fil des étapes temporelles de la recherche ($P1 < P2 < P3$) pour les utilisateurs avec des connaissances élevées par rapport aux utilisateurs avec des connaissances faibles.

H3 – Quelle que soit l’étape temporelle de la recherche, la tâche créative par rapport à la tâche exploratoire devrait mener les utilisateurs à : **a.** passer plus de temps sur les SERPs et sur les documents et **b.** explorer plus de sujets principaux.

H4 – Les étapes temporelles de la recherche devraient avoir des effets sur : **a.** le temps passé sur les SERPs et sur les documents ; **b.** le nombre total de sujets principaux explorés par les participants.

H5 – Les utilisateurs avec des connaissances élevées par rapport aux utilisateurs avec des connaissances faibles devraient en sortie de RI : **a.** rapporter des connaissances conceptuelles de meilleure qualité, en particulier dans la tâche exploratoire par rapport à la tâche créative ; **b.** avoir un score d'apprentissage créatif plus élevé au niveau de la conception comme de la création.

H6 – Les sujets principaux des tâches devraient **a.** impacter le nombre total de mots contenus dans les prises de notes et cela devrait **b.** évoluer au fil des étapes temporelles de la recherche.

11.5. Résultats

Seuls des modèles d'ANOVAs mixtes ont été utilisés dans cette étude, aussi l'ensemble des variables dépendantes ont-elles été testées sur l'hypothèse de normalité (Shapiro) et l'hypothèse d'homogénéité des variances (Levene). Dans la mesure où plusieurs variables ne suivaient pas la loi normale et n'avaient pas de variance homogène entre les deux groupes, une correction logarithmique a été appliquée pour éviter les erreurs de Type II sur : VD1 : temps moyen passé sur les SERPs, VD2 : temps moyen passé sur les documents et VD4 : nombre total de mots contenus dans les prises de notes. De plus, le test de sphéricité de Mauchly a été réalisé pour les mesures répétées et comme pour l'étude expérimentale n°3, les corrections de Greenhouse-Geisser ($\epsilon < 0.75$) ou de Huynh-Feldt ($\epsilon > 0.75$) ont été appliquées pour éviter toutes erreurs de Type I. En cas d'interaction significative, des analyses post-hoc de Scheffe ont été calculées.

Le Tableau 22 met en avant les moyennes et les *écart-types* de la VII (connaissances antérieures du domaine) et de la VI2 (complexité des tâches) en fonction de chaque variable dépendante. Quant à lui, le Tableau 23 présente les moyennes et les *écart-types* des principales interactions sur les variables en lien avec l'heuristique navigationnelle et la variable relative à l'exploration thématique.

11.5.1. L'heuristique navigationnelle exploration-exploitation

Concernant l'effet principal des connaissances antérieures du domaine sur **le temps moyen passé sur les SERPs**, l'ANOVA n'est pas significative ($F(1,38) = 3.40$; $p > .05$) contrairement à cette partie de l'H1a. En revanche, la complexité des tâches a un effet principal significatif ($F(1,38) = 8.097$; $p = .007$; $\eta^2p = .176$). En accord avec l'H3a, la tâche créative mène les participants à davantage passer de temps sur les SERPs que la tâche exploratoire. Du côté de l'interaction entre les connaissances antérieures du domaine et la complexité des tâches,

l'ANOVA n'est pas significative ($F(1,38)= 3.32 ; p > .05$), à l'inverse de l'H1a. Pour ce qui est de l'effet de l'étape temporelle de la recherche, seul un effet marginal est mis en avant par l'ANOVA mixte ($F(1.81, 68.83)= 3.03 ; p = .06$), où l'analyse post-hoc indique que les participants passent significativement plus de temps sur les SERPs lors de la 1^{ère} partie de la session de recherche (i.e. les 10 premières minutes) que lors de la 2nd partie de la session de recherche (i.e. entre 10 et 20 minutes) ($p < .05$). Cette partie de l'H4a est en partie vérifiée. Enfin, aucune autre interaction n'est significative telle que : les connaissances antérieures du domaine avec l'étape temporelle de la recherche ($F(1.81, 68.83)= 1.44 ; p > .05$), la complexité des tâches avec les étapes temporelles de la recherche ($F(2,76)= 2.06 ; p > .05$) et l'interaction totale entre les connaissances antérieures du domaine, la complexité des tâches et les étapes temporelles de la recherche ($F(2,76)= .176 ; p > .05$). Ainsi, cette partie de l'H1a n'est définitivement pas validée.

Au niveau du **temps moyen passé sur les documents visités**, l'ANOVA mixte n'est pas significative pour l'effet principal des connaissances antérieures du domaine ($F(1,38)= 1.15 ; p > .05$), ne confirmant pas cette seconde partie de l'H1a. Par contre, la complexité des tâches a un effet principal significatif sur le temps moyen passé sur les documents visités ($F(1,38)= 20.4 ; p < .001 ; \eta^2p= .349$). Toutefois, les résultats vont à l'encontre de cette partie de l'H3a : les participants passent plus de temps sur les documents lorsqu'ils résolvent la tâche exploratoire que lorsqu'ils résolvent la tâche créative. En ce qui concerne l'interaction entre les connaissances antérieures du domaine et la complexité des tâches, l'ANOVA mixte ne révèle aucun effet significatif contrairement à l'H1a partie 2 ($F(1,38)= 1.64 ; p > .05$). De même, si l'ANOVA met en avant un effet significatif de l'étape temporelle de la recherche ($F(2,76)= 3.14 ; p = .05 ; \eta^2p= .076$), les analyses post-hoc ne montrent pas de différences significatives ($p > .05$) à l'inverse de ce qui était attendu dans l'H4a. Pour terminer, aucune autre interaction n'est significative : ni l'interaction entre les connaissances antérieures du domaine et l'étape temporelle de la recherche ($F(2,76)= .045 ; p > .05$), ni l'interaction entre la complexité des tâches et l'étape temporelle de la recherche ($F(2,76)= .459 ; p > .05$), ni la triple interaction (connaissances $\times$ complexité $\times$ chronologie) avec $F(2,76)= 2.28 ; p > .05$. L'H1a n'est pas validée.

(a) Effet principal des connaissances antérieures du domaine		
Variables dépendantes	Connaissances élevées	Connaissances faibles
<i>Compromis navigationnel exploration-exploitation</i>		
Temps moyen passé sur les SERPs visités (Log10)	2.84 (1.28)	3.12 (.92)
Temps moyen passé sur les documents visités (Log10)	4.65 (1.06)	4.81 (.73)
<i>Compromis thématique exploration-exploitation</i>		

Nombre total de sujets principaux explorés dans les PDNs (entre 0 et 5)**	1.89 (1.6)	2.52 (1.46)
Nombre total de termes contenus dans les PDNs		
o Tâche exploratoire (Log10)	1.64 (2.16)	2.09 (2.1)
o Tâche créative (Log10)	1.29 (1.95)	1.63 (1.96)
<i>Résultats d'apprentissage conceptuels</i>		
Qualité des connaissances conceptuelles rapportées dans la réponse écrite finale (en proportion)	.46 (.35)	.44 (.31)
<i>Résultats d'apprentissage créatif</i>		
Score d'apprentissage créatif (entre 0 et 12)	4.17 (1.62)	3 (1.8)
(b) Effet de la complexité des tâches		
Variables dépendantes	Exploratoire simple	Créative complexe
<i>Compromis navigationnel exploration-exploitation</i>		
Temps moyen passé sur les SERPs visités (Log10)**	2.74 (1.32)	3.22 (.82)
Temps moyen passé sur les documents visités (Log10)***	5 (.91)	4.5 (.84)
<i>Compromis thématique exploration-exploitation</i>		
Nombre total de sujets principaux explorés dans les PDNs (entre 0 et 5)*	2.37 (1.7)	2.05 (1.35)
<i>Résultats d'apprentissage conceptuels</i>		
Qualité des connaissances conceptuelles rapportées dans la réponse écrite finale (en proportion)	.64 (.17)	.26 (.34)

Note. PDNs (Prises De Notes) ; *** ($p < \text{ou} = .001$) ; ** ($p < .05$) ; * ($p = .05$)

Tableau 22 : Moyennes (et écart-types) des principales variables indépendantes investiguées (connaissances antérieures du domaine et complexité des tâches) en fonction des variables dépendantes

Temps moyen passé sur les SERPs visités (Log10)											
	Tâche exploratoire				Tâche créative				Étapes temporelles de la recherche		
	P1	P2	P3	Tt	P1	P2	P3	Tt	P1	P2	P3
Connaissances élevées	2.79 (1.04)	2.29 (1.63)	2.28 (1.64)	2.45 (1.46)	3.21 (.59)	3.38 (1)	3.1 (1.12)	3.23 (.92)	3 (1.33)	2.83 (1.37)	2.69 (1.21)
Connaissances faibles	3.42 (.81)	2.55 (1.37)	3.13 (.88)	3.03 (1.09)	3.4 (.54)	3.04 (.64)	3.17 (.91)	3.2 (.72)	3.41 (.99)	2.79 (.95)	3.15 (.75)
Total	3.11 (.97)	2.42 (1.49)	2.7 (1.37)		3.3 (.57)	3.21 (.84)	3.13 (1.01)		3.21 (1.2)**	2.81 (1.18)**	2.92 (1.01)
Temps moyen passé sur les documents visités (Log10)											
Connaissances élevées	4.94 (.88)	5.02 (1.39)	5.03 (.87)	5 (1.06)	4.51 (.64)	4.48 (.77)	3.94 (1.27)	4.31 (.95)	4.72 (.99)	4.75 (.98)	4.48 (.98)
Connaissances faibles	5.19 (.68)	5.09 (.84)	4.71 (.63)	5 (.74)	4.64 (.65)	4.73 (.8)	4.47 (.55)	4.61 (.67)	4.91 (.73)	4.91 (.75)	4.59 (.66)
Total	5.06 (.79)	5.06 (1.14)	4.87 (.77)		4.57 (.64)	4.6 (.79)	4.21 (1)		4.82 (.87)	4.83 (.87)	4.54 (.84)
Nombre total de sujets principaux explorés dans les prises de notes											
Connaissances élevées	2.7 (1.69)	1.4 (1.7)	1.85 (1.69)	1.98 (1.75)	2.05 (1.15)	1.8 (1.51)	1.55 (1.39)	1.8 (1.35)	2.37 (1.61)	1.6 (1.52)	1.7 (1.43)
Connaissances faibles	2.9 (1.45)	2.65 (1.73)	2.7 (1.59)	2.75 (1.57)	2.65 (1.35)	2.05 (1.23)	2.2 (1.32)	2.3 (1.31)	2.77 (1.51)	2.35 (1.48)	2.45 (1.38)
Total	2.8 (1.56)	2.02 (1.8)	2.27 (1.68)		2.35 (1.27)	1.92 (1.37)	1.87 (1.38)		2.57 (1.6)	1.97 (1.54)	2.07 (1.43)

Note. Tt (Interaction complexité de la tâche × connaissances) ; *** ($p < \text{ou} = .001$) ; ** ($p < .05$) ; * ($p = .05$)

Tableau 23 : Moyennes (et écart-types) des principales interactions ainsi que les étapes temporelles de la recherche sur les variables en lien avec l'heuristique navigationnelle et la variable relative à l'exploration thématique

11.5.2. L'heuristique thématique exploration-exploitation

Concernant l'effet principal des connaissances antérieures du domaine sur **le nombre total de sujets principaux explorés** dans les prises de notes, l'ANOVA est significative ($F(1,38)= 11$; $p = .002$; $n^2p = .225$). Conformément à cette partie de l'H1b, les participants avec des connaissances antérieures du domaine faibles explorent plus de sujets principaux dans leurs prises de notes que leurs homologues avec des connaissances élevées. De plus, la complexité des tâches a un effet principal significatif sur le nombre total de sujets principaux explorés dans les prises de notes ($F(1,38)= 4.16$; $p = .05$; $n^2p = .099$) mais les résultats vont à l'encontre de l'H3b : les participants explorent davantage de sujets principaux dans la tâche exploratoire que dans la tâche créative. Pour ce qui est de l'effet d'interaction entre les connaissances antérieures du domaine et la complexité des tâches, ce dernier n'est pas significatif ($F(1,38)= .738$; $p > .05$), ne validant pas entièrement l'H1b. De même, si l'ANOVA mixte rapporte un effet significatif de les étapes temporelles de la recherche ($F(2,76)= 3.06$; $p = .05$; $n^2p = .074$), aucune différence significative n'est mise en avant dans les analyses post-hoc contrairement à ce qui était attendu dans l'H4b. Enfin, aucune autre interaction n'est significative telle que : les connaissances antérieures du domaine avec les étapes temporelles de la recherche ($F(2,76)= .302$; $p > .05$) ; la complexité des tâches avec les étapes temporelles de la recherche ($F(2,76)= .327$; $p > .05$) ; les connaissances antérieures du domaine avec la complexité des tâches et avec les étapes temporelles de la recherche ($F(2,76)= 1.125$; $p > .05$). Ainsi, l'H2a n'est pas vérifiée.

- **Tâche exploratoire**

Concernant l'exploitation thématique des sujets principaux relatifs à la tâche exploratoire, l'ANOVA ne révèle qu'un effet marginal des connaissances antérieures du domaine ($F(1,38)= 3.75$; $p = .06$), où les participants avec des connaissances faibles exploitent un peu plus les sujets principaux de la tâche exploratoire que les participants avec des connaissances élevées, contrairement à ce qui avait été postulé dans l'H1b. De plus, l'ANOVA ne met en avant aucun effet principal significatif de les étapes temporelles de la recherche contrairement à l'H6b ($F(2,76)= 2.01$; $p > .05$), ni d'effet significatif de l'interaction entre les connaissances antérieures du domaine et les étapes temporelles de la recherche ($F(2,76)= .964$; $p > .05$), à l'inverse de l'H2b. Du côté de l'effet des sujets principaux de la tâche exploratoire, l'ANOVA est significative ($F(3.44, 130.56)= 27.91$; $p < .001$; $n^2p = .423$) en accord avec l'H6a. Les analyses post-hoc indiquent que le sujet 1 (*généralités sur le concept de l'Attention*) et le sujet 2 (*les types d'Attention*) sont significativement plus exploités par les participants dans

leur prise de notes (plus de mots) que les sujets 3, 4, 5 ($ps < .001$). De plus, le sujet 4 (*domaines d'application et études sur l'Attention*) est significativement davantage exploité que le sujet 3 (*description de modèles et auteurs spécifiques sur l'Attention* ; $p < .05$) et que le sujet 5 (*développement et troubles de l'Attention* ; $p = .05$). En outre, l'interaction entre les sujets principaux de la tâche exploratoire et les connaissances du domaine est significative ($F(3.44, 130.56) = 8.78$; $p < .05$; $n^2p = .188$). Les analyses post-hoc révèlent que les participants avec des connaissances faibles exploitent significativement plus le sujet 1 que les participants avec des connaissances élevées dans le domaine (i.e. plus de mots contenus dans leur prise de note en lien avec le sujet 1 ; $p < .001$). Aucune autre différence pertinente n'est significative. Ce résultat va également à l'encontre de l'H1b. Pour l'interaction entre les sujets principaux de la tâche exploratoire et les étapes temporelles de la recherche, l'ANOVA n'est pas significative ($F(8,304) = 1.87$; $p > .05$), ne validant pas l'H6b. L'ensemble des moyennes et des écart-types sont présentés dans le [Tableau 24a](#).

- **Tâche créative**

Pour ce qui est de la tâche créative, l'effet principal des connaissances antérieures du domaine n'est pas significatif ($F(1,38) = 3.61$; $p > .05$), contrairement à l'H1b. De plus, ni les étapes temporelles de la recherche ($F(2,76) = 2.6$; $p > .05$), ni l'interaction entre les connaissances antérieures du domaine et les étapes temporelles de la recherche ($F(2,76) = .39$; $p > .05$) ne sont significatives à l'inverse des hypothèses 6b et 2b. En revanche, les sujets principaux de la tâche créative ont un effet significatif sur le nombre total de termes contenus dans les prises de notes des participants ($F(2.69, 102.22) = 9.03$; $p < .001$; $n^2p = .192$). Les analyses post-hoc montrent que les sujets 1 (*Persona ad-hoc primaire*), 2 (*Profil utilisateur*) et 5 (*Univers Geek*) ont été davantage exploités que les sujets 3 (respectivement : $p < .001$; $p < .05$; $p = .006$) et 4 (respectivement : $p = .004$; $p < .05$; $p = .002$). Aucune autre comparaison n'est significative. L'H6a est soutenue (cf. [Tableau 24b](#) pour les moyennes et les écart-types). Concernant l'interaction entre les connaissances antérieures du domaine et les sujets principaux ($F(2.69, 102.22) = .84$; $p > .05$), ainsi que l'interaction entre les sujets principaux et les étapes temporelles de la recherche ($F(5.52, 209.87) = .80$; $p > .05$), celles-ci ne sont pas significatives. L'H1b et l'H6b ne sont pas vérifiées pour la tâche créative.

(a) Tâche exploratoire												
	Connaissances élevées				Connaissances faibles				Étapes temporelles de la recherche			SP
	P1	P2	P3	Tt	P1	P2	P3	Tt	P1	P2	P3	TT***
SP1	2.4 (2.1)	.86 (1.68)	1.55 (2.22)	1.61 (2.16)***	4.24 (1.23)	2.94 (2.11)	3 (1.61)	3.39 (2.1)***	3.32 (1.93)	1.9 (2.16)	2.28 (2.05)	2.5 (2.13)

SP2	3.37 (2.45)	1.7 (2.38)	2.23 (2.25)	2.43 (2.17)	3.34 (1.95)	3.27 (1.9)	2.86 (2.12)	3.16 (2.05)	3.36 (2.19)	2.48 (2.27)	2.55 (2.18)	2.79 (2.12)
SP3	1.53 (2.1)	.94 (1.78)	1.44 (2.17)	1.3 (2.07)	1.17 (1.74)	.85 (1.64)	.6 (1.48)	.87 (2.01)	1.35 (1.89)	.89 (1.69)	1.02 (1.88)	1.09 (2.05)
SP4	2.39 (2.3)	1.17 (1.94)	1.62 (2.17)	1.72 (2.08)	1.67 (1.84)	1.59 (2.05)	1.96 (1.76)	1.74 (2)	2.03 (2.09)	1.38 (1.98)	1.79 (1.96)	1.73 (2.1)
SP5	1.5 (2.04)	.96 (1.76)	.96 (2.03)	1.14 (2.04)	.89 (1.45)	1.76 (1.98)	1.2 (1.93)	1.28 (2.02)	1.2 (1.77)	1.36 (1.89)	1.1 (1.96)	1.21 (2.05)
Total	2.24 (2.26)	1.13 (1.91)	1.56 (2.16)		2.26 (2.1)	2.08 (2.1)	1.93 (2)		2.25 (2.17)	1.6 (2.06)	1.74 (2.08)	
(a) Tâche créative												***
SP1	1.98 (2.31)	1.68 (2.22)	.94 (1.98)	1.53 (1.97)	2.78 (2.19)	1.67 (1.85)	2.63 (2.21)	2.36 (1.99)	2.38 (2.26)	1.67 (2.01)	1.79 (2.24)	1.95 (1.99)
SP2	1.13 (1.72)	2.11 (2.25)	1.36 (1.94)	1.53 (1.93)	2.8 (2.01)	1.23 (1.84)	1.39 (2.06)	1.81 (1.96)	1.96 (2.03)	1.67 (2.08)	1.37 (1.98)	1.67 (1.95)
SP3	.72 (1.43)	.41 (1.26)	.44 (1.36)	.52 (1.92)	1.06 (1.75)	1.23 (1.65)	.88 (1.43)	1.1 (1.88)	.89 (1.59)	.82 (1.51)	.66 (1.39)	.79 (1.9)
SP4	.99 (1.83)	.5 (1.27)	1.01 (1.63)	.83 (1.93)	.87 (1.47)	.83 (1.39)	1.23 (1.7)	.98 (1.87)	.93 (1.64)	.66 (1.32)	1.12 (1.65)	.91 (1.9)
SP5	2.85 (2.03)	1.34 (1.99)	1.86 (2.35)	2.02 (1.98)	2.08 (2.1)	1.78 (2.3)	1.98 (2.14)	1.95 (1.93)	2.46 (2.1)	1.56 (2.12)	1.92 (2.22)	1.98 (1.95)
Total	1.53 (2.01)	1.21 (1.93)	1.12 (1.9)		1.91 (2.05)	1.35 (1.82)	1.62 (1.99)		1.72 (2.03)	1.28 (1.87)	1.37 (1.96)	

Note. Tt (Interaction complexité de la tâche × connaissances) ; *** ($p < .001$) ; ** ($p < .05$) ; * ($p = .05$)

Tableau 24 : Moyennes et *écartypes* des principales interactions ainsi que les étapes temporelles de la recherche et les sujets principaux sur le nombre total de termes contenus dans les prises de notes (i.e. exploitation thématique) pour **a)** la tâche exploratoire et **b)** la tâche créative

11.5.3. Les résultats d'apprentissage conceptuels et créatifs en sortie de RI

Du côté de la qualité des connaissances conceptuelles rapportées dans les réponses écrites finales (en proportion), l'effet principal des connaissances antérieures du domaine n'est pas significatif ($F(1,38) = .14$; $p > .05$), ce qui à ce niveau ne va pas dans le sens de l'H5a. En revanche, cette hypothèse 5a est en partie validée puisque les connaissances conceptuelles rapportées dans les réponses écrites en lien avec la tâche exploratoire sont significativement de meilleure qualité que celles rapportées dans la tâche créative ($F(1,38) = 42.87$; $p < .001$; $n^2p = .776$). Pour ce qui est de l'interaction entre les connaissances antérieures du domaine et la complexité des tâches, l'ANOVA n'est que marginale ($F(1,38) = 3.73$; $p = .06$). Néanmoins, les analyses post-hoc révèlent que les participants avec des connaissances élevées dans le domaine ont rapporté des connaissances conceptuelles significativement de meilleure qualité que leurs homologues avec des connaissances faibles lors de leurs réponses écrites relatives à la tâche exploratoire ($p = .05$). L'H5a est donc globalement confirmée. L'ensemble des moyennes et des *écart-types* sont présentés dans le Tableau 25a.

Pour ce qui est des résultats d'apprentissage créatifs, l'ANOVA met en avant un effet principal significatif des connaissances antérieures du domaine ($F(1,38) = 6.2$; $p < .05$; $n^2p = .140$) où en accord avec l'hypothèse 5b, les participants avec des connaissances élevées dans le domaine obtiennent un score d'apprentissage créatif plus élevé que leurs homologues avec des connaissances faibles. Concernant l'effet des différents aspects de l'apprentissage créatif

(conception vs. création), ce dernier est significatif ($F(1,38)= 18.13$; $p < .001$; $\eta^2p = .323$). Plus précisément, les participants obtiennent un score plus élevé pour l'aspect conception que pour l'aspect création. Enfin, l'ANOVA est significative pour l'interaction entre les connaissances antérieures du domaine et les aspects de l'apprentissage créatif ($F(1,38)= 5.84$; $p < .05$; $\eta^2p = .133$). Les analyses post-hoc indiquent que les participants avec des connaissances antérieures élevées obtiennent un score plus élevé pour les contraintes de conception que leurs homologues avec des connaissances faibles ($p < .05$). En revanche, aucune différence significative n'apparaît entre les deux groupes de participants (i.e. connaissances faibles vs. élevées) pour les scores de création. En définitive, l'H5b est partiellement validée. Voir le Tableau 25b pour les moyennes et les *écart-types*.

(a) Apprentissage conceptuelle			
	Qualité des connaissances conceptuelles (en proportion)		
Total connaissances	Connaissances élevées .46 (.35)	Connaissances faibles .44 (.31)	Total tâche
Exploratoire	.71 (.15)	.57 (.17)	.64 (.17)
Créative	.22 (.33)	.31 (.36)	.26 (.34)
(a) Apprentissage créatif			
	Connaissances élevées 4.17 (1.62)	Connaissances faibles 3 (1.8)	Total
Contraintes de conception	4.9 (1.48)	3.2 (1.99)	4.05 (1.93)
Contraintes de création	3.45 (1.43)	2.8 (1.61)	3.12 (1.54)

Tableau 25 : Moyennes et *écarttypes* de l'interaction entre les connaissances antérieures du domaine et la complexité des tâches sur **a)** les résultats d'apprentissage conceptuels (i.e. quantité et qualité) **et b)** les résultats d'apprentissage créatif.

11.5.4. Synthèse des principaux résultats de l'étude expérimentale n°4

Dans cette étude, quatre principaux résultats pertinents sont mis en lumière. Premièrement, la complexité des tâches d'apprentissage (exploratoire vs. créative) impacte différemment les heuristiques navigationnelle et thématique exploration-exploitation : alors que la tâche créative mène les participants à passer plus temps sur les SERPs, la tâche exploratoire les conduit à passer plus temps sur les documents et à explorer plus de sujets principaux. De plus, la tâche exploratoire mène à la production en sortie de RI de résultats conceptuels de meilleure qualité que la tâche créative.

Deuxièmement, les connaissances antérieures du domaine ont des effets sur l'exploration thématique des sujets principaux à travers la prise de notes et sur la qualité des résultats d'apprentissage conceptuels et créatif en sortie de RI. Les utilisateurs avec des

connaissances antérieures faibles dans le domaine explorent plus de sujets principaux que les utilisateurs avec des connaissances élevées. En revanche, ces derniers génèrent des connaissances conceptuelles de meilleure qualité pour la tâche exploratoire en sortie de RI que leurs homologues sans connaissances. De plus, les utilisateurs avec des connaissances élevées obtiennent globalement des scores d'apprentissage plus élevé que ceux avec des connaissances faibles, mais cette tendance est particulièrement observable au niveau de l'aspect conception. En effet, l'aspect création n'a pas été influencé par le niveau de connaissances antérieures du domaine des utilisateurs.

Troisièmement, les sujets principaux des tâches affectent les objectifs d'apprentissage par exploitation thématique où certains sujets sont davantage exploités que d'autres dans les prises de notes. Pour la tâche exploratoire, ce sont les sujets 1 (*Généralités sur le concept d'attention*) et le sujet 2 (*Les types d'attention*) qui sont particulièrement exploités. Pour la tâche créative, les utilisateurs ont généré des notes en cours de RI plus longues vis-à-vis des sujets 1 1 (*Persona ad-hoc primaire*), 2 (*Profil utilisateur*) et 5 (*Univers Geek*).

11.6. Discussion

11.6.1. La complexité des tâches d'apprentissage et les heuristiques exploration-exploitation

Dans cette étude, il s'agissait dans un premier temps de déterminer les effets de la complexité des tâches d'apprentissage (exploratoire vs. créative) sur les heuristiques exploration-exploitation (navigationnelle et thématique). Si des résultats significatifs ont été obtenus, ces derniers ne confirmaient pas nécessairement toutes les hypothèses posées allant parfois en sens inverse. Alors que nous postulions que la tâche créative de haut niveau d'apprentissage mènerait à globalement plus d'interactions de recherche (i.e. plus de temps passé sur les SERPs et les documents, plus de sujets explorés et exploités dans les prises de notes) que la tâche exploratoire impliquant des apprentissages plus simples, les résultats obtenus dans cette étude montrent des différences plus contrastées que la tendance générale des travaux antérieurs (Jansen et al., 2009a ; Kelly et al., 2015 ; Urgo et al., 2020 ; Wildemuth et al., 2018 ; Wu et al., 2012).

En effet, la tâche créative a conduit les utilisateurs à passer plus de temps sur les SERPs que la tâche exploratoire alors que cette dernière les a menés à passer plus de temps sur les documents et à explorer plus de sujets principaux. Par rapport au cadre théorique avancé vis-à-vis de la distinction entre les tâches créatives et les tâches exploratoires (Chavula et al., 2022 ;

Li et al., 2022 ; Palani et al., 2021 ; Zhang & Capra, 2019 ; Zhang et al., 2020), nous pouvons dire qu'une exploitation navigationnelle des documents et un objectif d'apprentissage par exploration thématique sont particulièrement pertinentes pour les étapes de recherche visant à acquérir/améliorer des connaissances conceptuelles sur le sujet d'une tâche. En particulier, la tâche exploratoire implique des utilisateurs qu'ils traitent de façon approfondie les contenus (i.e. *via* la lecture des documents) pour explorer un sujet ciblé en investiguant différents aspects de ce dernier (i.e. modifier efficacement leur structure de connaissances initiale). Cette interprétation est particulièrement soutenue à travers le fait que les résultats d'apprentissage conceptuels aient été significativement plus faibles pour la tâche créative par rapport à la tâche exploratoire, montrant que l'étape 1 d'amélioration/acquisition de connaissances conceptuelles est moins centrale dans la réalisation de la tâche créative par rapport à la tâche exploratoire (Palani et al., 2021).

Par contre, la tâche créative exige des utilisateurs qu'ils aillent au-delà d'une amélioration/acquisition de connaissances dans la mesure où ils doivent (ré)utiliser ces dernières en sortie de RI. Si le cadre de résolution de la tâche créative est plus ciblé que celui de la tâche exploratoire, la tâche créative implique de localiser et de comprendre des aspects spécifiques du cadre de conception et du cadre créatif. Le fait que les utilisateurs aient passé beaucoup de temps à l'exploration des SERPs peut signifier qu'ils ont cherché à investiguer plusieurs nouvelles pistes de recherche afin de clarifier les différents aspects de conception (i.e. persona ad-hoc primaire, profil utilisateur...) et de localiser plusieurs résultats de recherche pertinents sur lesquels baser la génération de nouvelles idées.

11.6.2. Les connaissances antérieures du domaine, les heuristiques exploration-exploitation et les résultats d'apprentissage conceptuels et créatifs

Dans un second temps, l'enjeu était de déterminer les effets des connaissances antérieures du domaine sur les heuristiques exploration-exploitation et sur les résultats d'apprentissage conceptuels et créatifs. En accord avec les travaux précédents et avec les hypothèses formulées, les utilisateurs avec des connaissances faibles dans le domaine ont explorés plus de sujets principaux que les utilisateurs avec des connaissances élevées lors des prises de notes générées au cours de la RI (Hardy et al., 2019 ; Lu & Hsiao, 2017 ; Vakkari, 2001a, 2001b). En d'autres termes, l'exploration thématique est centrale pour les utilisateurs avec des connaissances faibles lorsqu'ils ont à réaliser des tâches complexes d'apprentissage par la RI. Parce que leur structure de connaissances est particulièrement pauvre en début de recherche, les utilisateurs avec des connaissances faibles doivent dédier une partie de leur

recherche à l'exploration de l'espace thématique des tâches. Premièrement, l'acquisition de connaissances variées permet de clarifier la représentation mentale de départ vis-à-vis du sujet de la tâche qui pour les utilisateurs avec des connaissances élevées est déjà relativement plus claire et plus pertinente (Amadiou et al., 2015 ; Sanchiz et al., 2020).

Deuxièmement, parce que justement leur représentation de départ est moins complète que ceux avec des connaissances élevées, il est plus difficile pour les utilisateurs avec des connaissances d'exploiter en profondeur des sujets spécifiques. Particulièrement, nos résultats indiquent que les utilisateurs avec des connaissances faibles ont davantage exploité le sujet 1 de la tâche exploratoire que les utilisateurs avec des connaissances élevées (i.e. *généralité sur le concept de l'attention*). Bien que ce résultat n'aille pas dans le sens des hypothèses posées et qu'il puisse être expliqué par d'autres facteurs en lien avec des limites méthodologiques (cf. §11.7), il soutient l'idée que les utilisateurs avec des connaissances faibles, au-delà d'acquérir des connaissances *variées*, ont la nécessité d'acquérir des connaissances très *générales et non-spécifiques* sur le sujet d'une tâche.

En résumé, l'exploration thématique (i.e. connaissances variées) et l'exploitation thématique ciblée sur l'investigation de sujets très *généraux et non-spécifiques* à un domaine de connaissances, offrent la possibilité aux utilisateurs avec des connaissances faibles d'acquérir un maximum de connaissances *générales et diverses* pouvant leur permettre dans la suite de leur apprentissage de s'engager dans des objectifs d'exploitation plus spécifiques.

Cependant, le passage de l'exploration thématique vers l'exploitation thématique de sujets plus spécifiques n'a pas été mis en avant dans nos résultats. La principale raison est sans doute le fait que cette tendance soit plutôt observable dans des situations d'apprentissage sur le long terme, impliquant un suivi longitudinal des échantillons, et des protocoles expérimentaux en inter-session (i.e. plusieurs sessions dédiées à l'apprentissage d'un sujet au cours du temps). En effet, il est justifiable d'avancer que 30 minutes de recherche en intra-session (i.e. une seule session de recherche courte) n'est pas suffisante pour que des utilisateurs avec des connaissances de départ faibles soient en mesure d'explorer assez de contenus thématiques et aillent au-delà de l'exploitation de connaissances très générales d'un sujet, pour pouvoir s'engager dans une exploitation thématique ciblée sur des sujets plus spécifiques.

Au niveau des effets des connaissances antérieures du domaine sur les résultats d'apprentissage, les résultats vont globalement dans le sens des hypothèses posées : les utilisateurs avec des connaissances élevées rapportent des connaissances conceptuelles de

meilleure qualité que les utilisateurs avec des connaissances faibles dans le cadre de la réalisation de la tâche exploratoire. Dans la mesure où nous venons de mettre en avant le fait que les utilisateurs avec des connaissances faibles avaient tendance à se focaliser sur l'acquisition de connaissances générales, il n'est pas surprenant que pour la tâche exploratoire, ces derniers n'aient pas été en mesure de rapporter des connaissances conceptuelles d'aussi bonne qualité que leurs homologues avec des connaissances élevées.

Pour l'apprentissage créatif, les résultats obtenus mettent en avant plusieurs points d'intérêts. Pour rappel, nous avons établi une différence entre l'aspect conception et l'aspect créativité de l'apprentissage créatif. Les résultats indiquent que si les utilisateurs avec des connaissances élevées ont obtenu un score d'apprentissage créatif globalement plus élevé que les utilisateurs avec des connaissances faibles, la différenciation nette de la *conception-crétation* a montré que c'est particulièrement sur la partie conception que les utilisateurs avec des connaissances élevées ont performés. En rappelant le fait que les utilisateurs avec des connaissances faibles ont de façon générale plus explorés les sujets principaux des tâches que leurs homologues avec des connaissances élevées, et que ces derniers contrairement à nos hypothèses n'ont significativement pas plus exploité en profondeur certains sujets, une interprétation clé est à retenir. L'exploration thématique soutient l'aspect création de l'apprentissage créatif pour les utilisateurs avec des connaissances faibles mais n'est pas suffisante pour fournir une conception du produit final de qualité comme le font les utilisateurs avec des connaissances élevées.

En particulier, la *conception* intègre des règles de développement du produit strictes et plus techniques, impliquant l'application de connaissances méthodologiques et procédurales qui sont spécifiques à un domaine de connaissances (ici, l'ergonomie IHS). En comparaison, la partie *création* est plus libre, plus subjective et requière surtout la recherche d'idées et d'inspirations lors de la RI n'impliquant pas l'acquisition de connaissances spécifiques et approfondies dans un domaine. Ainsi, l'exploration thématique plus large et plus générale donne la possibilité d'atteindre de façon efficace un objectif de création. En revanche, les utilisateurs avec des connaissances élevées ont pu particulièrement compter sur l'activation de ces dernières pour offrir une conception finale de qualité.

En conséquence, la principale question ouverte à ce niveau qui mériterait d'être davantage investiguée dans des travaux futurs est la suivante : dans quelle mesure l'exploitation thématique des contenus pourrait soutenir les utilisateurs avec des connaissances faibles dans une conception de qualité de leur produit final en sortie d'apprentissage créatif ?

11.7.Limites de l'étude expérimentale n°4

La limite la plus importante de cette dernière étude est le choix méthodologique de baser l'observation de l'heuristique thématique sur les prises de notes des participants générées pendant la RI, tout en incluant l'investigation du niveau de connaissances antérieures du domaine. De notre point de vue, cela a été particulièrement problématique au niveau de l'opérationnalisation de l'exploitation thématique, où rappelons-le, les résultats obtenus allaient à l'encontre de l'hypothèse formulée : les participants avec des connaissances faibles ont produit des prises de notes plus longues (en nombre de mots) que les participants avec des connaissances élevées, en particulier pour le sujet 1 de la tâche exploratoire. En outre, des travaux antérieurs concernant les effets des connaissances antérieures du domaine sur l'activité de prise de note *online* montrent que les apprenants avec des connaissances élevées dans le domaine prennent moins de notes, utilisent moins la stratégie de copier/coller et génèrent des notes moins longues que les apprenants avec des connaissances faibles dans le domaine (Moos & Azevedo, 2008 ; Trevors et al., 2014). En conséquence, il est central de se demander dans quelles mesures les stratégies de prises de notes mises en place par nos participants au cours de leur activité de RI ont pu avoir des effets centraux sur une partie des résultats obtenus ? Particulièrement, de futurs travaux devraient investiguer d'autres méthodes d'opérationnalisation de l'aspect exploitation de l'heuristique thématique qui de notre point de vue final, s'est avérée bien plus complexe à étudier que l'aspect exploration.

Partie 3 – Discussion générale, conclusion, limites et perspectives

12. Chapitre 12 – Discussion générale de la thèse

Dans ce dernier chapitre, nous revenons en §11.1 sur les objectifs principaux de ce travail de thèse, puis nous discutons en §11.2 des principaux résultats obtenus dans les travaux empiriques menés en fonction du modèle *PS-DEEL*. La §11.3 propose quant à elle une synthèse des apports fondamentaux et appliqués de la thèse, tant du côté de la psychologie cognitive ergonomique que du côté de l'informatique.

12.1. Rappel des objectifs

Le présent travail de thèse s'inscrivait dans un cadre de recherche pluridisciplinaire à composante majeure en psychologie cognitive et ergonomie IHS tout en intégrant une composante mineure en informatique. L'objectif principal était d'identifier les comportements de recherche et d'apprentissage des utilisateurs ainsi que leurs difficultés à réaliser des tâches issues de différents contextes de recherche (lookup vs. exploratoire) et de complexité d'apprentissage variable, dans le cadre du *Search as Learning*. Les connaissances antérieures du domaine des utilisateurs ont été intégrées au travail en tant que ressources individuelles particulièrement centrale dans la réussite d'activités cognitives de hauts niveaux telles que la recherche d'informations (Rouet & Tricot, 1998 ; Sanchiz et al., 2020), la lecture (Britt et al., 2018 ; Rouet et al., 2017) et l'apprentissage (Hardy et al., 2019).

Pour un rappel succinct de la problématique sociétale et éducative générale, si les interactions humains-SRIs sont globalement efficaces pour résoudre des tâches de lookup simples (i.e. *fact-finding*, navigation...), ces dernières le sont moins lorsque l'activité de RI est mise en place à des fins d'apprentissage plus complexes. Dans un objectif d'amélioration de ces interactions, la thèse a d'abord mis à l'épreuve le modèle *PS-DEEL* (*Problem Solving as Dynamic Exploration-Exploitation Learning* ; Hardy et al., 2019 ; Sanchiz et al., 2020), en tant que modèle cognitif de l'apprentissage par la recherche. En particulier, ce modèle rend compte de deux stratégies cognitives basées sur un raisonnement par heuristiques que les utilisateurs réalisent lorsqu'ils s'engagent dans une recherche pour apprendre : 1. L'heuristique navigationnelle exploration-exploitation relative aux prises de décisions que les utilisateurs prennent en matière de navigation sur les SERPs et les documents (Sanchiz et al., 2020) et 2.

L'heuristique thématique exploration-exploitation qui traduit les prises de décisions des utilisateurs quant aux objectifs d'apprentissage qu'ils poursuivent au de la RI (Hardy et al., 2019).

L'intérêt principal de l'étude des heuristiques part du postulat que ces dernières représentent une catégorie de stratégies cognitives particulièrement écologiques, naturelles et intuitives que les SRIs devraient faciliter (Gigerenzer et al., 2011 ; Raab & Gigerenzer, 2015) pour soutenir le processus de traitement des informations et l'apprentissage des utilisateurs (Athukorala et al., 2014 ; Athukorala et al., 2016 ; Sanchiz et al., 2020 ; Thatcher, 2006).

En réponse à ces différents enjeux et points d'intérêts, les quatre études expérimentales réalisées poursuivaient l'investigation de deux objectifs de recherche principaux :

- (1) Déterminer les effets des caractéristiques des tâches (i.e. contextes de recherche et complexité) sur les heuristiques exploration-exploitation (navigationnelle et thématique).
- (2) Déterminer les effets des connaissances antérieures du domaine sur les heuristiques exploration-exploitation (navigationnelle et thématique) et sur les résultats de la RI (i.e. score de recherche et qualité de l'apprentissage).

Dans la section suivant, nous revenons sur les principaux résultats obtenus par rapport à ces objectifs et en fonction du modèle *PS-DEEL* (Hardy et al., 2019 ; Sanchiz et al., 2020 ; cf. Figure 10 pour une représentation synthétique et schématique).

12.2. Discussion des principaux résultats

12.2.1. Les effets des caractéristiques des tâches (i.e. contextes de recherche et complexité) sur les heuristiques exploration-exploitation (navigationnelle et thématique)

Le premier apport important du travail de thèse a été de différencier des tâches de lookup complexe et des tâches exploratoires à partir des heuristiques exploration-exploitation mises en œuvre par les utilisateurs (étude 1 et étude 2).

Du côté de l'heuristique thématique, les résultats obtenus vont dans le sens des hypothèses avancées : les utilisateurs poursuivent des objectifs par exploitation thématique des contenus lorsqu'ils résolvent une tâche de lookup complexe alors qu'ils s'engagent plutôt dans une exploration thématique pour résoudre une tâche exploratoire. Le point important à soulever est que cette tendance a été observé tant du côté de la *variété* des requêtes (i.e. proches et peu diversifiées pour le lookup vs. diversifiées dans l'exploratoire), que du côté de leur niveau de

spécificité (i.e. en lien avec un vocabulaire du domaine pour le lookup vs. utilisation d'un vocabulaire plus générale pour l'exploratoire).

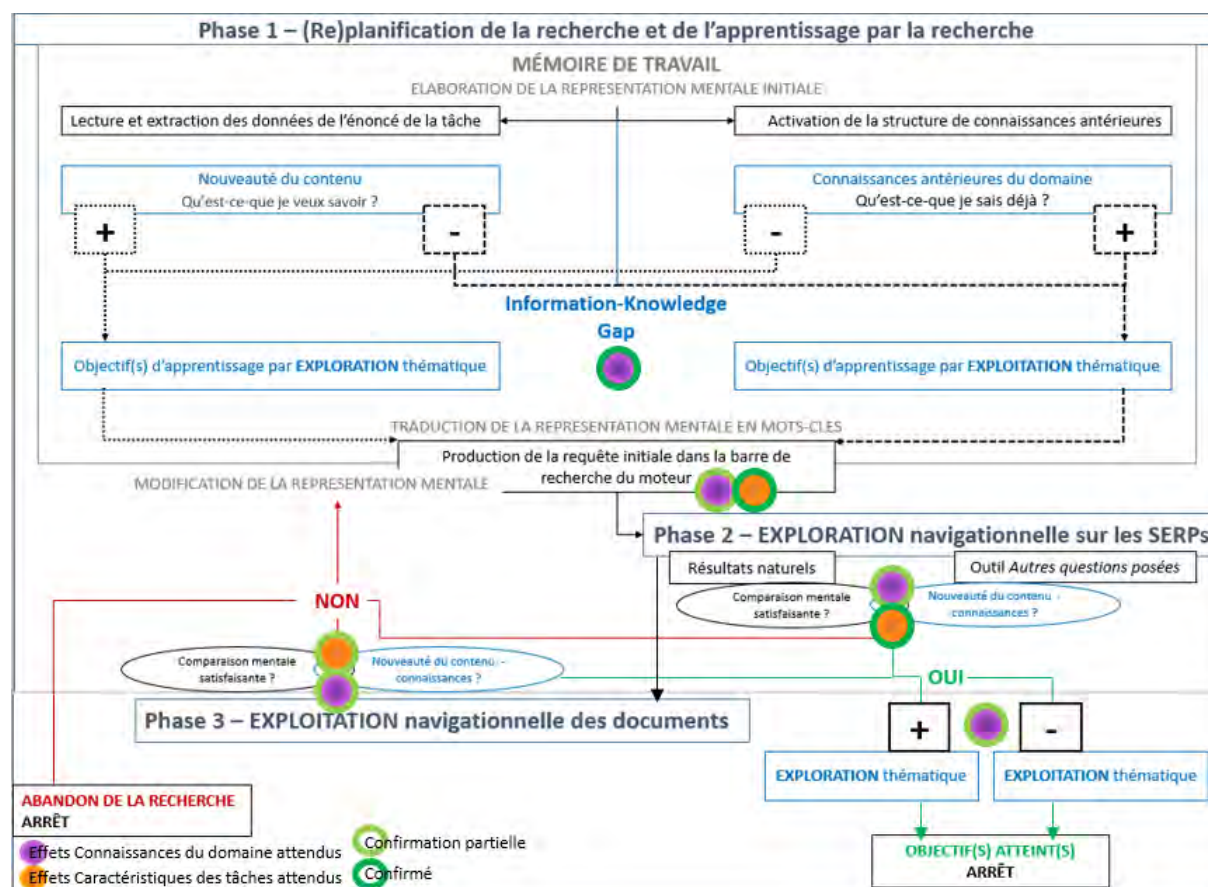


Figure 10 : Représentation schématique de la confirmation partielle ou totale des effets supposés des caractéristiques des tâches et des connaissances antérieures du domaine sur les heuristiques exploration-exploitation (Hardy et al., 2019 ; Sanchiz et al., 2020).

Pour le niveau de *variété*, le résultat n'est pas surprenant puisque les tâches de lookup, indépendamment de leur niveau de complexité objective traduisent des objectifs de localisation d'une ou plusieurs informations ciblées permettant la formulation d'une réponse fermée en sortie de RI. En conséquence, la représentation mentale initiale des utilisateurs se modifie peu au cours des reformulations et ces derniers exploitent une partie ciblée de l'espace thématique. Au contraire, les tâches exploratoires nécessitent par définition d'étendre l'espace thématique afin de poursuivre des objectifs de recherche ouverts et évolutifs permettant de modifier la structure de connaissances initiale à propos d'un sujet particulier. La représentation mentale initiale est donc soumise à des changements plus importants au cours de la RI, expliquant une diversité plus importante des sujets explorés. Cette particularité de la tâche exploratoire s'observe également dans l'étude 4 comparant cette tâche à une tâche créative au niveau des prises de notes réalisées au cours de la RI. Ces résultats nous permettent d'avancer que les

comportements d'exploration thématique observés au niveau de la variété est une caractéristique distinctive fondamentale de la tâche exploratoire.

Concernant le niveau de *spécificité*, les résultats vont dans le sens des hypothèses formulées. La tâche de lookup complexe utilisée dans les études se réfère à la recherche par critères multiples. Si ces tâches sont ne pas rares dans le quotidien des utilisateurs (e.g. trouver le nom d'une maladie cible à partir d'une liste de symptômes, trouver le nom d'un film à partir de plusieurs caractéristiques ...), elles sont connues pour être exigeante d'un point de vue cognitif (e.g., plusieurs itérations de recherche, objectif peu clair...), en particulier lorsque les utilisateurs manquent de connaissances pour les réaliser (Martin-Gomez et al., 2019 ; Sanchiz, Chevalier et al., 2017). Cela est en partie dû au fait que les critères de recherche de départ nécessitent d'être clarifiés et spécifiés au cours de la RI (e.g., à cause d'un manque de connaissances, certains mots-clés peuvent être mal formulés et empêchés d'accéder à du contenu pertinent pour localiser l'information cible). Il est donc compréhensible que la résolution de tâche multicritères requière l'usage d'un vocabulaire spécifique au domaine de connaissances dans lequel elles s'inscrivent. Les utilisateurs peuvent notamment spécifier leurs requêtes grâce aux contenus qu'ils traitent pendant la RI (i.e. SERPs, documents, outil AQP...), soit en activant leurs connaissances antérieures du domaine.

En revanche, le traitement de contenus et l'usage d'un vocabulaire plus général pour résoudre une tâche exploratoire fait sens dans la mesure où celle-ci implique en grande partie la découverte d'un nouveau sujet et l'acquisition de nouvelles connaissances. La formulation de requêtes très générales (étude 1 et étude 3) traduisant ainsi une exploration thématique des contenus est donc pertinente pour atteindre ce type d'objectif (cf. §11.1.2 pour des détails concernant l'effet des connaissances antérieures du domaine).

En plus d'une distinction claire du lookup complexe et de l'exploratoire depuis l'heuristique thématique, l'heuristique navigationnelle permet elle aussi d'identifier clairement les tâches en lien avec ces différents contextes de recherche. En particulier, le lookup complexe mène à une exploration plus importante des résultats naturels des SERPs alors que l'exploratoire conduit à une exploitation plus importante des documents et à une exploration plus étendue de l'outil *Autres questions posées* sur les SERPs. Ces résultats revêtent plusieurs points d'intérêts.

Premièrement, ils ne confirment pas les résultats obtenus dans la littérature antérieure comparant le *lookup simple* à *l'exploratoire* qui indiquait que les tâches liées au contexte

exploratoire menaient à une exploration plus étendue des SERPs. Autrement dit, l'heuristique navigationnelle (et particulièrement l'exploration des résultats naturels des SERPs) est directement impactée par le niveau de complexité des tâches de lookup. Ce résultat va néanmoins dans le sens de nos hypothèses qui se sont vérifiées dans l'étude 1 et dans l'étude 2 (i.e. plus de temps passé sur les SERPs, plus de clics à partir des SERPs, plus de fixations sur les SERPs). En particulier, nous postulons que le lookup et l'exploratoire ne conduisent pas aux mêmes types de traitement en MDT. Côté lookup, les ressources de traitement doivent être particulièrement mobilisées lors de la phase d'exploration des SERPs où l'utilisateur : **1.** Évalue la mesure dans laquelle les résultats fournis par le moteur de recherche correspondent à sa représentation mentale de la tâche et lui offrent la possibilité d'avancer vers son objectif ciblé et **2.** Sélectionne les pistes de recherche, les liens les plus susceptibles de lui permettre de localiser la réponse.

Au contraire, les résultats de nos études ont mis en avant le fait que l'exploratoire impliquait une allocation plus importante des ressources de traitement à l'exploitation des documents. En d'autres termes, les utilisateurs s'engagent ici dans une activité de RI pour apprendre à partir des contenus et particulièrement à travers l'activité de lecture (Rouet & Tricot, 1998). Par contre, la phase d'exploration des SERPs est moins importante dans la mesure où plusieurs résultats fournis par le moteur de recherche peuvent permettre la découverte d'un nouveau sujet. Les tâches exploratoires menant à des objectifs d'apprentissage par exploration très ouverts, une quantité importante de contenus peuvent donner la possibilité aux utilisateurs d'acquérir des connaissances.

Cette interprétation se soutient notamment lorsque l'on prend en considération les résultats de l'étude 4. Cette dernière à l'inverse des deux premières études, a investigué les effets de la complexité de l'apprentissage (i.e. exploratoire menant à des niveaux d'apprentissage réceptifs et critiques vs. créatif) sur l'heuristique navigationnelle. Alors que la tâche créative a conduit les utilisateurs à dédier plus de temps à l'exploration des SERPs, la tâche exploratoire les a menés à une exploitation plus longue des documents. En outre, la tâche créative bien qu'exigeante en terme d'apprentissage (i.e. appliquer en sortie de RI un ensemble de connaissances pour produire un nouvel ensemble d'informations cohérent) sous-tendait la poursuite d'objectifs plus fermés que la tâche exploratoire puisque les participants devaient respecter certaines exigences au niveau de la conception (i.e. persona ad-hoc primaire) et de la création (i.e. encyclopédie en ligne, univers geek). Sans être en mesure de comparer directement les tâches de lookup complexes et les tâches créatives, nous posons l'hypothèse que des tâches

complexes impliquant la poursuite de certains (sous)objectifs fermés conduisent les utilisateurs à passer plus de temps à explorer les SERPs pour évaluer et sélectionner les résultats en les comparant directement à leur représentation mentale. À l'inverse, des tâches (très) ouvertes où une multitude de pistes de recherche peuvent être initiées et investiguées pour acquérir des connaissances, induisent peu d'exploration des SERPs mais des efforts plus ciblés sur la lecture des documents (i.e. exploitation).

Pour être plus précis, l'étude 2 a indiqué que ce sont bels et bien les contenus d'informations à partir desquels les utilisateurs sont susceptibles d'apprendre qui tiennent une place prépondérante dans les tâches exploratoires. Pour rappel, l'outil AQP a été davantage exploré par les utilisateurs lors de la réalisation de la tâche exploratoire que lors de la réalisation du lookup. Ce résultat, au-delà du fait que le temps et les ressources dédiées au traitement de l'outil AQP soit un indicateur comportemental distinctif de plus de la dichotomie *lookup complexe-exploratoire*, mène au second point d'intérêt central de nos résultats.

Alors que la majorité des modèles cognitifs et informatiques décrivant la RI comme RP se concentrent sur les interactions humains-résultats naturels des SERPs (Pirolli & Card, 1999 ; Sharit et al., 2008 ; Sharit et al., 2015 ; Sanchiz et al., 2020), l'étude 2 a mis en avant l'importance de prendre en considération davantage de fonctionnalités et outils de l'interface des moteurs de recherche qui véhiculent désormais des informations sans que les utilisateurs ne soit dans l'obligation de s'engager dans une lecture approfondie de documents. L'outil AQP s'avère particulièrement pertinent dans le contexte exploratoire car comme nous l'avons souligné précédemment, ce sont plutôt des informations générales, peu spécifiques mais très diversifiées que les utilisateurs cherchent à traiter lorsqu'ils explorent. À ce niveau, l'outil AQP remplit l'ensemble de ces caractéristiques. Plus précisément, il propose des informations très générales et accessibles rapidement. Parce qu'il est de nature dynamique et adaptatif en fonction des clics que les utilisateurs effectuent, il se met à jour en temps réel en offrant la possibilité à l'utilisateur d'explorer le contenu de nouvelles questions. Néanmoins, si l'AQP soutient particulièrement les objectifs d'exploration thématiques et le raisonnement par heuristiques (i.e. acquérir un maximum de connaissances en un minimum de temps et d'efforts), il est davantage adapté aux utilisateurs qui démarrent leur RI avec des connaissances faibles. Nous discutons des effets des connaissances antérieures du domaine et de leurs implications dans la section suivante.

Pour conclure, plusieurs points clés sont à retenir en ce qui concerne les effets des contextes de recherche et de la complexité des tâches d'apprentissage sur les heuristiques exploration-exploitation :

- (1) La **tâche exploratoire** est nommée comme telle parce qu'elle mène à une **exploration thématique des contenus** plus étendue (i.e. accès à un espace thématique plus varié, plus générale) mais implique une **exploitation navigationnelle** des documents plus importante (i.e. plus de temps passé à lire et traiter les informations issues des documents hypertextes). Cette tendance est représentative de la tâche exploratoire et s'est vérifiée dans les études 1 et 4, tant au niveau de l'analyse du contenu des requêtes que de l'analyse des prises de notes réalisées au cours de la RI.
- (2) La **tâche de lookup complexe** (format multicritères) conduit au contraire à une **exploitation thématique des contenus** (i.e. accès un espace thématique à la fois moins diversifié et sémantiquement plus spécifique) mais à une **exploration navigationnelle** plus longue et importante (i.e. plus de clics sur les SERPs, plus de temps à explorer les résultats naturels et à initier de nouvelles pistes de recherche).
- (3) La **tâche créative** en comparaison d'une **tâche exploratoire** mène aussi à un temps plus important passé sur les SERPs tendant à formuler comme hypothèse explicative que les tâches intégrant certains (sous)-objectifs de recherche fermés (i.e. lookup complexe, créative) conduisent les utilisateurs à allouer des ressources plus importantes à l'exploration des SERPs (i.e. à l'évaluation et à l'initiation de pistes de recherche).
- (4) A titre de comparaison, la **tâche exploratoire** implique la lecture de contenus d'informations permettant aux utilisateurs d'acquérir des connaissances (i.e. au niveau des documents par l'exploitation et au niveau de l'outil AQP).

12.2.2. Les effets des connaissances antérieures du domaine sur les heuristiques exploration-exploitation (navigationnelle et thématique) et sur les résultats de la RI (i.e. score de recherche et qualité de l'apprentissage)

Au-delà de comprendre comment les heuristiques exploration-exploitation se modifiaient en fonction de variables contextuelles telles que les caractéristiques des tâches, la thèse visait également à décrire les effets des connaissances antérieures du domaine sur ces heuristiques et sur la qualité des résultats en sortie de RI (i.e. score de recherche complexe, apprentissages factuels, conceptuels et créatifs).

- **Tâches de lookup complexes multicritères**

Concernant les tâches de lookup complexes, c'est l'étude 1 qui a particulièrement apporté des résultats pertinents quant aux effets combinés des connaissances antérieures du domaine et des heuristiques exploration-exploitation sur les scores de recherche. Nous soutenions que les utilisateurs avec des connaissances élevées seraient globalement plus efficaces et plus efficaces dans la mise en œuvre de l'heuristique navigationnelle (i.e. moins de temps sur les SERPs et les documents mais plus de clics) que les utilisateurs avec des connaissances faibles (e.g., Brand-Gruwel et al., 2017 ; Duggan & Payne, 2008 ; Hölsher & Strube, 2000 ; Kelly & Cool, 2002 ; Lu & Hsiao, 2017 ; Mao et al., 2018 ; Sanchiz, Lemarié et al., 2019). Si cette hypothèse n'a pas été confirmée, l'étude 1 a néanmoins montré qu'une baisse d'efficacité au niveau de l'exploration navigationnelle (i.e. plus de temps passé sur les SERPs) dégradait le score de recherche complexe en sortie de RI lorsque les utilisateurs résolvaient une tâche de lookup multicritère dans leur domaine de connaissances. Nous avançons qu'un temps élevé sur les SERPs est donc un indicateur de difficulté à sélectionner et trouver des informations pertinentes permettant d'avancer vers la localisation de la réponse cible pour ce groupe d'utilisateurs.

Pour aller plus loin dans cette interprétation, rappelons que lorsque les utilisateurs performant des tâches de lookup complexes (i.e. multicritères) dans leur domaine de connaissances, plus ils formulent de requêtes d'exploitation sémantiquement spécifiques, plus leur score de recherche complexe augmente. Ces deux tendances au niveau de l'exploration navigationnelle et au niveau de l'exploitation thématique soutiennent l'idée que lorsque les utilisateurs activent leurs connaissances antérieures de façon efficaces pour produire des requêtes ciblées et sémantiquement spécifiques au domaine de la tâche, ils accèdent à des résultats plus pertinents et ont donc moins de difficultés à sélectionner des contenus leur permettant d'accéder à une réponse satisfaisant à davantage de critères de recherche.

L'autre résultat intéressant est le fait que pour les utilisateurs avec des connaissances faibles dans le domaine de la tâche de lookup complexe, c'est la formulation plus importante de requêtes d'exploration qui améliore les résultats de recherche complexes en sortie de RI. Pour un rappel succinct, lorsque l'utilisateur manque de connaissances dans un domaine, il rencontre généralement plus de difficultés à (re)formuler des requêtes plus spécifiques et pertinentes. En outre, ils ne bénéficient pas de l'activation de connaissances antérieures en mémoire de travail et doivent davantage se laisser guider par les contenus d'informations (*bottom-up*) pour récolter des connaissances et des informations leur permettant de préciser leur représentation mentale de départ. Ainsi, il n'est pas étonnant que l'exploration thématique des

contenus (i.e. accéder à des informations diversifiées) soit particulièrement bénéfique pour ces utilisateurs qui augmente ainsi leurs chances de traiter des contenus pertinents pour localiser une réponse satisfaisant à plus de critères. Au contraire, lorsque les utilisateurs avec des connaissances faibles ne parviennent pas à modifier efficacement leur représentation mentale de départ (i.e. surexploitation thématique de l'énoncé de la tâche), la probabilité de réussir la tâche multicritère diminue.

- **Tâches exploratoires et créatives**

Au niveau de la tâche exploratoire, un résultat général ouvrant la voie à plusieurs interprétations intéressantes est le fait que dans l'étude 2, les utilisateurs avec des connaissances élevées dans le domaine fixent moins le contenu des documents mais en visitent plus que les utilisateurs avec des connaissances faibles dans le domaine. Si cela soutient *a priori* notre hypothèse selon laquelle les utilisateurs avec des connaissances élevées sont plus efficaces et plus efficaces dans la mise en œuvre de l'heuristique navigationnelle, plusieurs points d'intérêts doivent être soulevés pour expliquer ce résultat.

La première interprétation consiste à confirmer que les utilisateurs avec des connaissances élevées sont guidés par ces dernières lors du traitement des documents (*top-down*). En d'autres termes, les connaissances antérieures soutiennent une compréhension rapide et efficace des contenus permettant aux utilisateurs qui en bénéficient de couvrir plus d'informations en un minimum de temps et en allouant un minimum de ressources à l'exploitation des documents. Cela va dans le sens de travaux antérieurs indiquant qu'au-delà de traiter plus aisément les documents (White et al., 2009 ; Yuan et White, 2012), les utilisateurs avec des connaissances élevées (ré)utilisaient de façon plus pertinente et efficace les informations collectées pendant la RI afin de réussir des tâches d'apprentissage de haut niveau en sortie d'activité (Wood et al., 2016). Notamment, l'étude 4 montre que les utilisateurs avec des connaissances élevées rapportent des connaissances conceptuelles de meilleure qualité pour la tâche exploratoire en sortie de RI et ont plus de facilités à respecter les contraintes de conception de la tâche créative (i.e. score plus élevé) que les utilisateurs avec des connaissances faibles.

En particulier, la compréhension et l'application des contraintes de conception de la tâche créative impliquent un accès à des connaissances plus spécifiques et techniques en lien avec un domaine ciblé que des objectifs d'apprentissage exploratoires ne donnent pas la possibilité d'atteindre (i.e. acquisition de connaissances variées mais générales et

superficielles), et dans lesquels s'engagent les utilisateurs avec des connaissances faibles. A titre d'exemple, ces derniers produisent des requêtes plus générales (étude 1) et explorent plus de sujets principaux différents dans leurs prises de notes (étude 4). De plus, contrairement aux utilisateurs avec des connaissances élevées, ceux avec des connaissances faibles sont tributaires des caractéristiques des interfaces (e.g. plus de fixations sur l'outil AQP) et des contenus d'informations (e.g. plus de fixations sur les documents) avec lesquels ils sont en interaction (*bottom-up*), qui peuvent être pertinents pour des apprentissages factuels (étude 1) mais insuffisant pour des apprentissages conceptuelles et créatifs de plus hauts-niveaux (étude 4).

La seconde interprétation vise à supposer que les systèmes de recherche n'étant pas assez adaptatifs (tant au niveau des caractéristiques des tâches qu'au niveau de la prise en considération du niveau de connaissances antérieures du domaine), les utilisateurs avec des connaissances élevées peuvent sur-explorer l'espace de recherche en ayant des difficultés à trouver des contenus pertinents leur permettant d'améliorer leurs connaissances déjà élevées lorsqu'ils s'engagent dans une tâche exploratoire (étude 2). Cela s'image particulièrement bien dans l'étude 1 où les utilisateurs fournissaient des connaissances factuelles de meilleure qualité en pré-RI par rapport aux utilisateurs avec des connaissances faibles mais où aucune différence significative n'apparaissait en post-RI. Il est donc possible que les utilisateurs avec des connaissances élevées visitent plus de contenus (surexploration) sans les exploiter de façon approfondie car l'*Information-Knowledge Gap* est évalué comme beaucoup trop faible par ces derniers pour qu'ils décident de s'engager dans de l'exploitation navigationnelle (i.e. le document est jugé comme n'ayant pas de contenus nouveaux par rapport aux connaissances déjà présentes dans la structure). Par rapport à cette interprétation, il existe alors un certain degré de paradoxe concernant les effets des connaissances antérieures sur l'heuristique thématique.

Pour rappel, nous soutenions que les utilisateurs avec des connaissances élevées dans le domaine poursuivraient plutôt des objectifs d'apprentissage par exploitation thématique des contenus (e.g., requêtes formulées, contenus des réponses écrites et des prises de notes plus ciblés et spécifiques) alors que les utilisateurs avec des connaissances faibles s'engageraient plutôt dans des objectifs d'apprentissage par exploration thématique des contenus (i.e. contenus verbaux et sémantiques plus généraux et plus diversifiés).

L'étude 3 concernant la planification (i.e. sans Internet) et la (re)planification (i.e. avec Internet) des objectifs d'apprentissage a mis en avant le fait que les utilisateurs avec des

connaissances antérieures élevées comptaient sur le système plus que sur leurs propres connaissances pour résoudre une tâche exploratoire. Par exemple, bien qu'en phase de rappel libre la structure de connaissances de ces utilisateurs ait été à la fois plus diversifiée et plus spécifique que celles des utilisateurs avec des connaissances faibles (i.e. plus de sujets principaux traités lors du rappel et plus de connaissances rapportés sur ces sujets), le sujet n°1 (i.e. *généralités sur le concept d'attention*) est celui ayant été le plus exploité dans les mots-clés et les requêtes indépendamment du niveau de connaissances antérieures du domaine. En résumé, lors de la résolution d'une tâche exploratoire, les utilisateurs ont tendance à formuler des objectifs d'apprentissage par exploration thématique (plus varié et plus généraux) et à attendre la réponse du système. Etant donné qu'actuellement les contenus des SERPs ne s'adaptent pas aux connaissances des utilisateurs, il n'est alors pas surprenant que les utilisateurs avec des connaissances élevées développent des comportements de surexploration navigationnelle des contenus lors de la résolution d'une tâche exploratoire, puisque leurs requêtes générales les conduisent à des contenus généraux qu'ils ont déjà acquis.

En résumé, plusieurs points clés sont à retenir en ce qui concerne les interactions entre les connaissances antérieures du domaine, les heuristiques exploration-exploitation et les caractéristiques des tâches sur les résultats de la RI :

- (1) Lorsque les **utilisateurs ont des connaissances antérieures du domaine élevées**, un temps important passé sur les SERPs est un indicateur de difficulté de résolution de la tâche multicritères alors que la (re)formulation de requêtes ciblées et spécifiques tend à améliorer les scores de recherche complexes pour ce groupe d'utilisateurs.
- (2) A l'inverse, l'exploration thématique de la tâche multicritère permet aux **utilisateurs avec des connaissances faibles** de clarifier leur représentation mentale de départ et d'augmenter leur score de recherche complexe en sortie de RI.
- (3) Les **utilisateurs avec des connaissances élevées dans le domaine** peuvent compter sur l'activation de celles-ci pour exploiter plus efficacement les contenus d'informations et pour produire des résultats d'apprentissage conceptuels et créatifs de meilleure qualité.
- (4) Le traitement des informations guidé par des **processus *bottom-up*** (e.g. traitement de l'outil AQP), la poursuite d'objectifs d'apprentissage par **exploration thématique** des contenus et un temps élevé dédié à l'**exploitation navigationnelle** sont des caractéristiques comportementales centrales des **utilisateurs avec des connaissances faibles** qui s'engagent dans de la RI pour résoudre des tâches complexes.

(5) Les SRIs actuels ne soutiennent particulièrement pas : **1.** Les tâches de lookup complexes de type multicritères, quel que soit le niveau de connaissances antérieures du domaine des utilisateurs, **2.** Les utilisateurs avec des connaissances élevées lorsqu'ils s'engagent dans des tâches exploratoires (i.e. résultats trop généraux et peu spécifiques pour qu'ils puissent modifier efficacement leur structure de connaissances), **3.** Les utilisateurs avec des connaissances faibles qui viseraient à améliorer significativement leurs résultats d'apprentissage conceptuels et créatifs.

Dans la section suivante, nous proposons des pistes d'amélioration des systèmes d'informations au regard des différents résultats obtenus.

12.3. Apports fondamentaux et appliqués

Comme nous l'avons stipulé précédemment, la thèse visait à apporter des éléments fondamentaux sur la façon dont les utilisateurs mettaient en œuvre les heuristiques exploration-exploitation et sur l'identification des difficultés face auxquelles ils pouvaient être confrontés. Les caractéristiques des tâches (contextes de recherche, complexité) ainsi que le niveau de connaissances antérieures des utilisateurs (faible vs. élevé) ont été particulièrement investiguées en tant que variables contextuelle et individuelle ayant des effets notables sur la mise en place des heuristiques exploration-exploitation (navigationnelle et thématique). Si les apports fondamentaux ont été présentés et discutés dans la section précédente, nous les reprenons afin de les mettre en lien avec des apports plus appliqués. Particulièrement, nous développons trois grands axes d'amélioration des SRIs actuels afin qu'ils soutiennent davantage le raisonnement par heuristiques des utilisateurs lorsqu'ils souhaitent : **1.** Résoudre efficacement une tâche multicritères complexes, quel que soit leur niveau de connaissances antérieures du domaine ; **2.** S'engager dans une tâche exploratoire alors qu'ils ont déjà une structure de connaissances élevées dans le domaine de la tâche ; **3.** Améliorer la qualité de leurs apprentissages conceptuels et créatifs lorsqu'ils ne bénéficient pas de connaissances antérieures élevées au démarrage de la RI pour apprendre.

• **Améliorer la réussite des tâches multicritères complexes associées au contexte lookup**

Les SRIs devraient identifier les surexplorations navigationnelles non-pertinentes des SERPs qui traduisent une difficulté réelle des utilisateurs à sélectionner des résultats leur permettant d'avancer vers leur objectif multicritère. Ce comportement a particulièrement été

identifié lorsque les utilisateurs résolvent des tâches multicritères dans leur domaine de connaissances. En dehors du domaine, c'est une surexploitation thématique des contenus qui montre une difficulté de résolution des tâches multicritères. Par contre, plus les requêtes sont spécifiques et ciblées, plus les scores de recherche augmentent.

En d'autres termes, lorsque le contenu des requêtes n'évolue pas au cours de la recherche et lorsque les utilisateurs passent trop de temps sur les SERPs, les SRIs devraient proposer des requêtes plus ciblées et plus spécifiques aux utilisateurs en accord avec leurs requêtes précédentes. Les systèmes pourraient automatiquement reformuler les différents critères de recherche contenus dans les précédentes requêtes afin que les utilisateurs puissent explorer une nouvelle partie de l'espace thématique de la tâche tout en accédant à des contenus plus spécifiques pour atteindre la réponse finale.

- **Améliorer la recherche exploratoire des utilisateurs ayant des connaissances antérieures élevées dans le domaine**

Pour rappel, les utilisateurs avec des connaissances élevées dans le domaine tendent à produire des requêtes très générales traduisant plutôt la formulation d'objectifs d'apprentissage par exploration, peu adaptés à leur niveau de connaissances lorsqu'ils s'engagent dans une recherche exploratoire. Notamment, les requêtes générales conduisent à des résultats généraux menant les utilisateurs avec des connaissances élevées à sur-explorer les contenus à la recherche de nouveaux documents qui leur permettraient de modifier efficacement leur structure de connaissances.

Face à cette situation, la première solution serait de développer des algorithmes de recherche exploratoire qui adapteraient le contenu des résultats en fonction du niveau de connaissances des utilisateurs (Athukorala et al., 2014 ; Athukorala et al., 2016). Par exemple, pour une requête très générale telle que « *mémoire de travail psychologie cognitive* », lorsque les utilisateurs ont des connaissances faibles, le moteur de recherche pourrait proposer des résultats *généraux et variés* soutenant une *exploration thématique des contenus* et engendrant une *exploitation navigationnelle* des documents pour apprendre. Nos résultats ont montré qu'en accord avec la littérature (Lu & Hsiao, 2017 ; Vakkari, 2001ab ; Yuan & White, 2012), les utilisateurs avec des connaissances faibles s'engageaient naturellement dans plus d'exploration thématique (e.g., étude 1 : requêtes plus générales ; étude 4 : plus de sujets explorés dans les prises de notes au cours de la RI) et que l'exploitation navigationnelle améliorerait significativement la qualité de leurs connaissances factuelles en sortie de RI (étude 1). En

revanche, lorsque les utilisateurs ont des connaissances déjà élevées sur le sujet d'une tâche exploratoire, l'enjeu serait plutôt de fournir à ces derniers des résultats *spécifiques et ciblés*, les menant à une *exploitation thématique des contenus* et contribuant à augmenter l'*exploitation navigationnelle* des documents afin qu'ils modifient efficacement leur structure de connaissances initiale.

La seconde solution serait de se baser sur le fonctionnement de l'outil AQP. Si ce dernier est particulièrement pertinent pour soutenir *une exploration thématique* des contenus et qu'il convient aux besoins des utilisateurs avec des connaissances faibles, il pourrait être également s'adapter au niveau des utilisateurs. Par exemple, les questions générées par l'outil pourraient être plus ciblées et associées à des documents scientifiques plus spécifiques et de plus hauts niveaux soutenant l'acquisition de connaissances conceptuelles.

- **Améliorer la qualité de l'apprentissage conceptuelle et créatif des utilisateurs ayant des connaissances antérieures faibles dans le domaine**

Comme cela fût mis en avant, trois caractéristiques comportementales permettent particulièrement d'identifier les utilisateurs avec des connaissances faibles qui s'engagent dans de la RI pour résoudre des tâches complexes d'apprentissage : **1.** Ils poursuivent des objectifs par exploration thématique, **2.** Ils traitent davantage les contenus d'informations et **3.** Ils sont sensibles aux fonctionnalités de l'interface comme l'outil AQP. En outre, si certaines de ces tendances comportementales permettent d'améliorer la qualité des connaissances factuelles en sortie de RI (e.g., étude 1 : plus le temps d'exploitation des documents est élevé, plus la qualité des connaissances factuelles augmente), d'autres n'ont pas semblé être efficaces pour améliorer la qualité d'apprentissage conceptuels et créatifs de plus haut niveau. En particulier, les utilisateurs avec des connaissances élevées ont pu compter sur celles-ci pour rapporter des connaissances conceptuelles de meilleure qualité et respecter dans une plus grande mesure les exigences de conception imposées par l'énoncé de la tâche créative.

Afin de permettre aux utilisateurs avec des connaissances de départ plus faibles d'améliorer la qualité de leurs apprentissages conceptuelles en sortie de RI tout en s'adaptant à leur raisonnement par heuristiques (i.e. exploration thématique plus importante, exploitation navigationnelle plus importante), un outil similaire à l'AQP pourrait être développé sur l'interface des SERPs comme « *Les autres utilisateurs ont appris ...* ». Ce dernier proposerait des contenus courts un peu plus spécifiques et interconnectés entre eux pour soutenir le

développement de connaissances conceptuelles tout en offrant la possibilité aux utilisateurs d'explorer différents aspects des concepts mis en avant.

Limites des travaux empiriques réalisés et perspectives de recherche

Plusieurs limites sont à relever dans chacune des études expérimentales présentées, tant du côté de leur validité interne que de leur validité externe. Si des limites ont déjà été abordées en conclusion des chapitres 8 à 11, d'autres sont plus générales et sont développées ici. Nous proposons également différentes perspectives de recherche et pistes d'études pour des travaux futurs pouvant contribuer à l'investigation et à la correction de certaines des limites évoquées.

Premièrement, les expériences conduites s'inscrivant dans des cadres expérimentaux relativement écologiques et soutenant ainsi une certaine validité externe des résultats, ont pu dans le même temps amoindrir la validité interne de certains d'entre eux. Par exemple, le mapping et la définition des AOI *a posteriori* dans l'étude 2 se sont établis sur des sessions de recherche très variables en termes de contenus visités. Notamment, certains paragraphes pouvaient s'étendre sur seulement 4-5 lignes là où certains en comptaient une vingtaine. L'Annexe R montre la variété des documents lus (e.g., PDFs sous format article intégrant sur une page plusieurs paragraphes vs. des documents plus linéaires où seuls un ou deux paragraphes étaient accessibles sans *scrolling*). Un autre exemple de cette limite est le fait que l'outil AQP n'existe pour le moment que sur les SERPs issus de *Google Tout*. Autrement dit, si un participant consacrait l'intégralité de sa session de recherche à l'exploration de SERPs depuis *Google Scholar*, il n'était pas une fois confronté à l'outil AQP.

Deuxièmement, nous avons souligné à l'issue de [Chapitre 8](#) (étude 1) que la multiplication du nombre de tâches et du nombre de domaine avait pu engendrer une charge cognitive importante pour les participants de sorte à ce qu'ils ne déploient que d'efforts dans la résolution des 15 tâches qui leur étaient assignées. En correction, les autres études n'intégraient qu'une tâche par caractéristique investiguée (i.e. une tâche de lookup complexe multicritères, une tâche exploratoire, une tâche créative) et se concentraient sur des sous-domaines ciblés de la psychologie (i.e. développement, cognitive, ergonomie IHS). En conséquence, ces choix méthodologiques contribuent à diminuer la possibilité de généraliser les résultats obtenus. De façon globale, le compromis entre validité interne et validité externe a particulièrement était difficile à résoudre dans le cadre du *Search as Learning* car les choix expérimentaux et

méthodologiques (i.e. plusieurs tâches impliquant plusieurs domaine vs. peu de tâches impliquant peu de domaine) tendent à avoir leurs points forts et leurs points faibles.

Troisièmement, les études expérimentales menées se sont focalisées sur les connaissances antérieures du domaine et sur l'état de la structure de connaissances des utilisateurs au démarrage de la RI. Autrement dit, le modèle DEEL n'a pas été entièrement investigué (Hardy et al., 2019). Notamment, nous n'avons pas considéré la perception 1 des utilisateurs, relative à l'évaluation du niveau de nouveauté des documents, ni de son interaction avec la perception 2 en lien avec l'évaluation du niveau de connaissances. Si nos travaux permettent d'apporter des réponses sur le « qu'est-ce-que je sais déjà » et ses effets sur les heuristiques navigationnelle et thématique ainsi que sur la qualité de l'apprentissage post-RI, nos protocoles expérimentaux et nos résultats ne permettent pas d'évaluer les effets du « qu'est-ce-que je veux savoir ». Par exemple, Abualsaud (2016) avait évalué les effets du niveau de perception de nouveauté des documents par les utilisateurs et avait montré que plus les documents étaient considérés comme apportant du contenu nouveau par rapport aux connaissances, plus le niveau de satisfaction de la recherche et les résultats d'apprentissage augmentaient. Ainsi, nous pensons que de futures études devraient développer des indicateurs permettant une évaluation plus claire et plus complète de *l'information-knowledge gap* pour chaque contenu d'informations avec lequel l'utilisateur est en interaction. L'usage d'une échelle de Lickert *online* permettant à l'utilisateur d'évaluer le niveau de nouveauté du document pourrait être pertinente. La mise en place de protocoles verbaux de réflexion à voix haute permettraient également l'atteinte de cet objectif, bien que nous soutenions que la gestion de la RI, de la lecture et de l'apprentissage dans un contexte SAL soit déjà relativement coûteuse en ressources pour les utilisateurs. Enfin, il serait intéressant de tester le modèle *PS-DEEL* dans environnement plus contrôlés où les contenus d'informations pourraient être présélectionnés en amont comme c'est souvent le cas dans les études sur la compréhension des hypertextes (e.g., Salmeron et al., 2005, 2006). Le niveau de nouveauté, de généralité et de spécificité des contenus seraient alors manipulés.

Quatrièmement, l'intégralité des études conduites étaient transversales et établissaient la phase d'apprentissage par la RI uniquement en intra-session de recherche (i.e. sessions de 15-30 minutes maximum à l'issue desquelles l'apprentissage se terminait). Nous pensons que ce choix ne permet pas d'évaluer tous les aspects de *PS-DEEL*. Par exemple, des études longitudinales impliquant un apprentissage en inter-session (i.e. plusieurs sessions de recherche

consacrées à l'apprentissage d'un sujet au cours du temps) peuvent davantage permettre l'observation des évolutions de l'exploration thématique vers l'exploitation (connaissances faibles) et *vice versa* (connaissances élevées).

Cinquièmement, nous nous sommes concentrés sur l'évaluation de la **qualité** des apprentissages factuels, conceptuels et créatifs au détriment de la quantité. En conséquence, des travaux futurs pourraient investiguer les effets des heuristiques exploration-exploitation sur les gains d'apprentissage entre le pré- et le post-RI (quantitatif).

Enfin, les connaissances antérieures du domaine ont été investiguées en tant que ressources individuelles impactant les heuristiques et les résultats en sortie de RI. Cependant, le test du modèle *PS-DEEL* devrait intégrer l'investigation des effets d'autres facteurs contextuels (e.g. autres niveaux de complexité des tâches) et individuels (vieillesse cognitive normal, handicaps ...).

D'un point de vue plus appliqué, si le présent travail de thèse s'est attaché à tester une partie du modèle *PS-DEEL* à travers le prisme de la psychologie cognitive et de l'ergonomie IHS comme disciplines de référence, ce dernier devrait être investigué du côté de l'informatique. Notamment, une modélisation informatique de *PS-DEEL* pourrait être testée afin de développer des algorithmes de recherche et des SRI soutenant les interactions humains-systèmes dédiées à l'apprentissage par la recherche (SAL).

Conclusion générale

Les quatre études expérimentales menées durant ces années de thèse ont permis de décrire les comportements des utilisateurs basés sur des raisonnements par heuristiques en fonction des caractéristiques des tâches qu'ils avaient à résoudre (contexte de recherche, complexité des tâches d'apprentissage) et en fonction de leur niveau de connaissances antérieures du domaine (faible vs. élevé). Le cadre d'étude s'inscrivait dans le domaine du *Search as Learning* visant à définir les liens unissant la recherche et l'apprentissage. Ces derniers ont été observés à travers l'étude de stratégies cognitives particulièrement intuitives et utilisées quotidiennement par les individus : les heuristiques. Alors que l'heuristique navigationnelle exploration-exploitation traduit les prises de décisions des utilisateurs vis-à-vis de leurs choix de navigation, l'heuristique thématique exploration-exploitation se réfère aux prises de décision

d'apprentissage des utilisateurs qui les guident dans leurs choix de traitement des différents contenus thématiques.

Trois principaux résultats ont été mis en avant :

1. Les tâches de lookup complexes, les tâches exploratoires et les tâches créatives peuvent être identifiées à partir de la façon dont les utilisateurs mettent en oeuvre les heuristiques exploration-exploitation. L'identification plus claire de ces comportements permet notamment d'apporter des éléments de compréhension fondamentaux pouvant à termes, soutenir le développement de SRIs plus adaptés au fonctionnement intuitif des utilisateurs.
2. Le niveau de connaissances antérieures du domaine a des effets sur les heuristiques exploration-exploitation et sur la qualité des apprentissages. Ainsi, les moteurs de recherche devraient fournir des résultats dépendamment de la structure de connaissances des utilisateurs lorsqu'ils s'engagent dans de la RI pour acquérir ou parfaire leurs connaissances
3. L'exploration navigationnelle ne se limite plus à l'évaluation de la pertinence des résultats naturels fournis par les SRIs. Elle permet aussi aux utilisateurs d'apprendre grâce à la mise en place de plusieurs outils sur l'interface SERPs, notamment l'outil *Autres questions posées*.

Références

- Abdulla, A. M., & Cramond, B. (2016). After six decades of systematic study of creativity: what do teachers need to know about what it is and how it is measured? *Roeper Review*, 39(1), 9-23. <https://doi.org/10.1080/02783193.2016.1247398>
- Abualsaud, M. (2017). *Learning factors and determining document-level satisfaction in Search-as-Learning* (Thèse de doctorat). University of Waterloo, Canada. https://uwspace.uwaterloo.ca/bitstream/handle/10012/11758/Abualsaud_Mustafa.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Allan, J., Croft, B., Moffat, A., & Sanderson, M. (2012). Frontiers, challenges, and opportunities for information retrieval: report from SWIRL 2012 the second strategic workshop on information retrieval in Lorne. *ACM SIGIR Forum*, 46(1), 2-32. <https://doi.org/10.1145/2215676.2215678>
- Allen, B.L. (1991). Topic knowledge and online catalog search formulation. *Library Quarterly*, 61(2), 188-213.
- Amadiéu, F., Lemarié, J., & Tricot, A. (2017). How may multimedia and hypertext documents support deep processing for learning? *Psychologie Française*, 62(3), 209-221. <https://doi.org/10.1016/j.psfr.2015.04.002>
- Amadiéu, F., Salmerón, L., Cegarra, J., Paubel, P. V., Lemarié, J., & Chevalier, A. (2015). Learning from Concept Mapping and Hypertext: An Eye Tracking Study. *Educational Technology & Society*, 18(4), 100-112.
- Anderson, L.W. (Ed.), Krathwohl, D.R. (Ed.), Airasian, P.W., Cruikshank, K.A., Mayer, R.E., Pintrich, P.R., Rath, J., & Wittrock, M.C. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives* (Complete edition). Longman.
- Andresen, A., Anmarkrud, I., Salmerón, L., & Bråten, I. (2019). Processing and learning from multiple sources : A comparative case study of students with dyslexia working in a multiple source multimedia context. *Frontline Learning Research*, 7(3), 1-26. <https://doi.org/10.14786/flr.v7i3.451>
- Athukorala, K., Głowacka, D., Jacucci, G., Oulasvirta, A., & Vreeken, J. (2015). Is exploratory search different? A comparison of information search behavior for exploratory and lookup tasks. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 67(11), 2635-2651. <https://doi.org/10.1002/asi.23617>
- Athukorala, K., Medlar, A., Oulasvirta, A., Jacucci, G., & Głowacka, D. (2016). Beyond relevance: adapting exploration/exploitation in information retrieval. In *Proceedings of the 21st International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI'16)*, pp. 359-369. <https://doi.org/10.1145/2856767.2856786>
- Athukorala, K., Oulasvirta, A., Głowacka, D., Vreeken, J., & Jacucci, G. (2014). Narrow or broad? Estimating subjective specificity in exploratory search. In *Proceedings of the*

23rd ACM International Conference on Conference on Information and Knowledge Management (CIKM'14), pp. 819-828. <https://doi.org/10.1145/2661829.2661904>

- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: a proposed system and its control processes. *Psychology of Learning and Motivation*, 2, 89-195. [https://doi.org/10.1016/s0079-7421\(08\)60422-3](https://doi.org/10.1016/s0079-7421(08)60422-3)
- Aula, A., Khan, R. M., & Guan, Z. (2010). How does search behavior change as search becomes more difficult? In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'10)*, pp. 35-45. <https://doi.org/10.1145/1753326.1753333>
- Azevedo, R., & Cromley, J. G. (2004). Does training on self-regulated learning facilitate students' learning with hypermedia? *Journal of Educational Psychology*, 96, 523–535. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.96.3.523>
- Azevedo, R., Guthrie, J. T., & Seibert, D. (2004). The role of self-regulated learning in fostering students' conceptual understanding of complex systems with hypermedia. *Journal of Educational Computing Research*, 30, 87–111.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working Memory. *Psychology of Learning and Motivation*, 8, 47-89. [https://doi.org/10.1016/s0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/s0079-7421(08)60452-1)
- Barsky, E., & Bar-Ilan, J. (2012). The impact of task phrasing on the choice of search keywords and on the search process and success. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 63(10), 1987-2005. <https://doi.org/10.1002/asi.22654>
- Belkin, N. (1980). Anomalous states of knowledge as a basis for information retrieval. *Canadian Journal of Information and library Science*, 133–143
- Bell, D. J., & Ruthven, I. (2004). Searcher's assessments of task complexity for Web Searching. *Lecture Notes in Computer Science*, 57-71. https://doi.org/10.1007/978-3-540-24752-4_5
- Bellot, P., & El-Bèze, M. (2001). Classification locale non supervisée pour la recherche documentaire. *TAL. Traitement Automatique des Langues*, 41(2), 335-365. https://www.academia.edu/56938885/Classification_locale_non_supervis%C3%A9e_pour_la_recherche_documentaire
- Bhattacharya, N., & Gwizdka, J. (2018). Relating eye-tracking measures with changes in knowledge on search tasks. In *Proceedings of the ACM Symposium on Eye Tracking Research & Applications (ETRA'18)*, pp. 1-5. <https://doi.org/10.1145/3204493.3204579>
- Bhattacharya, N., & Gwizdka, J. (2019). Measuring learning during search: differences in interactions, eye-gaze, and semantic similarity to expert knowledge. In *Proceedings of the Conference on Human Information Interaction and Retrieval (CHIIR'19)*, pp. 63-71. <https://doi.org/10.1145/3295750.3298926>

- Bhavnani, S. K. (2002). Domain-specific search strategies for the effective retrieval of healthcare and shopping information. *Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '02)*, pp.610-611. <https://doi.org/10.1145/506443.506508>
- Bloom, B.S. (Ed.), Engelhart, M.D., Furst, E.J., Hill, W.H., & Krathwohl, D.R. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook 1: Cognitive domain*. David McKay.
- Brand-Gruwel, S., Kammerer, Y., van Meeuwen, L. & van Gog, T. (2017). Source evaluation of domain experts and novices during Web search. *Journal of Computer Assisted Learning*, 33(3), 234-251. <https://doi.org/10.1111/jcal.12162>
- Brand-Gruwel, S., Wopereis, I., & Walraven, A. (2009). A descriptive model of information problem solving while using internet. *Computers & Education*, 53(4), 1207-1217. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.06.004>
- Britt, M. A., Rouet, J., & Durik, A. (2018). *Literacy beyond text comprehension: a theory of purposeful reading*. Routledge.
- Broadbent, D. E. (1958). *Perception and communication*. Oxford University Press.
- Byström, K., & Järvelin, K. (1995). Task complexity affects information seeking and use. *Information Processing & Management*, 31(2), 191-213. [https://doi.org/10.1016/0306-4573\(95\)80035-r](https://doi.org/10.1016/0306-4573(95)80035-r)
- Câmara, A., Roy, N., Maxwell, D., & Hauff, C. (2021). Searching to learn with instructional scaffolding. In *Proceedings of the Conference on Human Information Interaction and Retrieval (CHIIR '21)*, pp. 209-218. <https://doi.org/10.1145/3406522.3446012>
- Campbell, D. J. (1988). Task complexity: a review and analysis. *Academy of Management Review*, 13(1), 40-52. <https://doi.org/10.5465/amr.1988.4306775>
- Capra, R., Arguello, J., Crescenzi, A., & Vardell, E. (2015). Differences in the use of search assistance for tasks of varying complexity. In *Proceedings of the 38th International ACM SIGIR Conference on Research & Development in Information Retrieval (SIGIR '15)*, pp. 23-32. <https://doi.org/10.1145/2766462.2767741>
- Capra, R., Arguello, J., O'Brien, H., Li, Y., & Choi, B. (2018). The effects of manipulating task determinability on search behaviors and outcomes. In *Proceedings of the 41st International ACM SIGIR Conference on Research & Development in Information Retrieval (SIGIR '18)*, pp. 445-454. <https://doi.org/10.1145/3209978.3210047>
- Catalano, A. (2013). Patterns of graduate students' information seeking behavior: a meta-synthesis of the literature. *Journal of Documentation*, 69(2), 243-274. <https://doi.org/10.1108/00220411311300066>
- Cattell, R., & Horn, J. (1978). A check on the theory of fluid and crystallized intelligence with description of new subtest designs. *Journal of Educational Measurement*, 15(3), 139-164. <https://doi.org/10.1111/j.1745-3984.1978.tb00065.x>

- Chavula, C., Choi, Y., & Rieh, S. Y. (2022). Understanding creative thinking processes in searching for new ideas. In *Proceedings of the Conference on Human Information Interaction and Retrieval (CHIIR'22)*, pp. 321–326. <https://doi.org/10.1145/3498366.3505783>
- Chen, J., Mao, J., Liu, Y., Zhang, F., Zhang, M., & Ma, S. (2021). Towards a better understanding of query reformulation behavior in web search. In *Proceedings of the International World Wide Web Conference (WWW'21)*, pp. 743-755. <https://doi.org/10.1145/3442381.3450127>
- Chevalier, A., & Kicka, M. (2006). Web designers and web users : Influence of the ergonomic quality of the web site on the information search. *International journal of human-computer studies*, 64(10), 1031-1048. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2006.06.002>
- Chevalier, A., & Tricot, A. (2008). *Ergonomie des documents électroniques*. Presses Universitaires de France.
- Chevalier, A., & Tricot, A. (2009). La cible permet-elle de caractériser la difficulté d'une tâche de recherche d'informations sur le Web ? Dans les *Actes de la 5^{ème} Conférence de Psychologie Ergonomique (EPIQUE'09)*, pp. 157-164.
- Chi, Y., Han, S., He, D., & Meng, R. (2016). Exploring knowledge learning in collaborative information seeking process. In *CEUR workshop proceedings*, 1647, 5.
- Chin, J., Anderson, E., Chin, C.-L., & Fu, W.-T. (2015). Age differences in information search: an exploration-exploitation tradeoff model. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 59(1), 85-89. <https://doi.org/10.1177/1541931215591018>
- Chin, J., & Fu, W. T. (2010). Interactive effects of age and interface differences on search strategies and performance. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'10)*, pp. 403-412. <https://doi.org/10.1145/1753326.1753387>
- Chin, J., Fu, W. T., & Kannampallil, T. (2009). Adaptive information search: age-dependent interactions between cognitive profiles and strategies. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'09)*, pp. 1683-1692. <https://doi.org/10.1145/1518701.1518961>
- Chin, J., Payne, B. R., Fu, W. T., Morrow, D. G., & Stine-Morrow, E. A. L. (2015). Information foraging across the life span: search and switch in unknown patches. *Topics in Cognitive Science*, 7(3), 428-450. <https://doi.org/10.1111/tops.12147>
- Cole, A. W. (2020). Engagement in metacognition within self-determined learning. In *Proceedings of the Conference on Human Information Interaction and Retrieval (CHIIR'20)*, pp. 495-498. <https://doi.org/10.1145/3343413.3377943>
- Cole, M. J., Gwizdka, J., Liu, C., Belkin, N. J., & Zhang, X. (2013). Inferring user knowledge level from eye movement patterns. *Information Processing & Management*, 49(5), 1075-1091. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2012.08.004>

- Collins-Thompson, K., Hansen, P., & Hauff, C. (2017, septembre). *Search as Learning*. Dagstuhl Seminar Reports, 7(2), 135-162. <https://doi.org/10.4230/DagRep.7.2.135>
- Collins-Thompson, K., Rieh, S. Y., Haynes, C. C., & Syed, R. (2016). Assessing learning outcomes in web search. In *Proceedings of the Conference on Human Information Interaction and Retrieval (CHIIR'16)*, pp. 163-172. <https://doi.org/10.1145/2854946.2854972>
- CoST-ANR. (2019, juin). Modelling complexe search tasks. *Institut de Recherche en Informatique de Toulouse*. <https://www.irit.fr/COST/>
- Cutrell, E. & Guan, Z. (2007). What are you looking for? An eye-tracking study of information usage in Web search. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'07)*, pp.407-416. <https://doi.org/10.1145/1240624.1240690>
- Dervin, B. (1983). An overview of sense-making research: concepts, methods, and results to date. *Presented at the International Communication Association Annual Meeting*, pp. 1-72.
- Deutsch, J. A., & Deutsch, D. (1963). Attention: some theoretical considerations. *Psychological review*, 70(1), 80-90.
- Dinet, J., Bastien, J. M. C., & Kitajima, M. (2010). What, where and how are young people looking for in a search engine results page? Impact of typographical cues and prior domain knowledge. In *Proceedings of the 22nd Conference on Interaction Homme-Machine (IHM'10)*, pp. 105-112. <https://doi.org/10.1145/1941007.1941022>
- Dinet, J., Chevalier, A., & Tricot, A. (2012). Information search activity: an overview. *European Review of Applied Psychology*, 62(2), 49-62. <https://doi.org/10.1016/j.erap.2012.03.004>
- Dinet, J. & Tricot, A. (2008). Recherche d'information dans les documents électroniques. Dans A. Chevalier, & A. Tricot (Eds.), *Ergonomie des documents électroniques* (pp. 35-69). Presses Universitaires de France. <https://doi.org/10.3917/puf.cheva.2008.02.0035>
- Dommes, A., Chevalier, A., & Lia, S. (2011). The role of cognitive flexibility and vocabulary abilities of younger and older users in searching for information on the web. *Applied Cognitive Psychology*, 25(5), 717-726. <https://doi.org/10.1002/acp.1743>
- Dosso, C., Chevalier, A., Paubel, P.V., & Tamine, L. (2021). Effet de l'expertise du domaine sur les stratégies de recherche d'information : cas des tâches complexes. Dans les *Actes de la 11^{ème} Conférence de Psychologie Ergonomique (EPIQUE'21)*, pp. 154-160.
- Dosso, C., Moreno, J.G., Chevalier, A., & Tamine, L. (2021). CoST: An annotated data collection for complex search. In *Proceedings of the 30th ACM International Conference on Conference on Information and Knowledge Management (CIKM'21)*, pp. 4455-4464. <https://doi.org/10.1145/3459637.3481998>

- Dosso, C., Moreno, J.G., Chevalier, A. & Tamine, L. (2022). Using CoST on self-assessment domain expertise in complex search tasks. In *Proceedings of the 2nd Joint Conference of the Information Retrieval Communities in Europe (CIRCLE '22)*. https://ceur-ws.org/Vol-3178/CIRCLE_2022_paper_24.pdf
- Dosso, C., Tamine, L., Paubel, P.V., & Chevalier A. (2021). The impact of expertise on query formulation strategies during complex learning task solving: a study with students in medicine and computer science. In *Proceedings of the 21st Congress of the International Ergonomics Association (IEA '21)*, 5, pp. 621-627.
- Duggan, G. B., & Payne, S. J. (2008). Knowledge in the head and on the Web: using topic expertise to aid Search. In *Proceeding of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'08)*, pp. 39-48. <https://doi.org/10.1145/1357054.1357062>
- Dumais, S. T., Buscher, G., & Cutrell, E. (2010). Individual differences in gaze patterns for web search. In *Proceeding of the 3rd Information Interaction in Context Symposium (IiX'10)*, pp. 185-194. <https://doi.org/10.1145/1840784.1840812>
- Eickhoff, C., Gwizdka, J., Hauff, C., & He, J. (2017). Introduction to the special issue on search as learning. *Information Retrieval Journal*, 20(5), 399-402. <https://doi.org/10.1007/s10791-017-9315-9>
- Eickhoff, C., Teevan, J., White, R., & Dumais, S. (2014). Lessons from the journey: a query log analysis of within-session learning. In *Proceedings of the 7th ACM International Conference on Web Search and Data Mining (WSDM'14)*, pp. 223-232. <https://doi.org/10.1145/2556195.2556217>
- Ericsson, K. A., & Lehmann, A. C. (1996). Expert and exceptional performance : evidence of maximal adaptation to task Constraints. *Annual Review of Psychology*, 47(1), 273-305. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.47.1.273>
- Fodor, J. (1983). *The modularity of mind*. Broché.
- Freund, L., He, J., Gwizdka, J., Kando, N., Hansen, P., & Rieh, S. Y. (2014). Searching as learning (SAL) workshop 2014. In *Proceedings of the 5th Information Interaction in Context Symposium (IiX'14)*, pp.7. <https://doi.org/10.1145/2637002.2643203>
- Freund, L., O'Brien, H., & Kopak, R. (2014). Getting the big picture: supporting comprehension and learning in search. In *Proceedings of the 5th Information Interaction in Context Symposium (IiX'14)*.
- Freund, L., & Toms, E. G. (2006). Enterprise search behaviour of software engineers. In *Proceedings of the 38th International ACM SIGIR Conference on Research & Development in Information Retrieval (SIGIR '06)*, pp.645-646. <https://doi.org/10.1145/1148170.1148297>
- Fu, W. T., & Pirolli, P. (2007). SNIF-ACT: a cognitive model of user navigation on the World Wide. *Human Computer Interaction*, 22(4), 355-412. <https://doi.org/10.1080/07370020701638806>
- Gadiraju, U., Yu, R., Dietze, S., & Holtz, P. (2018). Analyzing knowledge gain of users in informational search sessions on the web. In *Proceedings of the Conference on*

Human Information Interaction and Retrieval (CHIIR'18), pp. 2-11.
<https://doi.org/10.1145/3176349.3176381>

- García, V., Amadieu, F., & Salmerón, L. (2021). Integrating digital documents by means of concept maps: testing an intervention program with eye-movements modelling examples. *Heliyon*, 7(12). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08607>
- Gérout, C., Piolat, A., Roussey, J.-Y., & Barbier, M. L. (2001). Coût attentionnel de la recherche d'informations par des adultes sur hypertexte et sur document papier. Dans les *Actes du 4^{ème} Colloque International sur le Document Electronique*, pp. 201-205.
- Ghosh, S., Rath, M., & Shah, C. (2018). Searching as learning: exploring search behavior and learning outcomes in learning-related tasks. In *Proceedings of the Conference on Human Information Interaction and Retrieval (CHIIR'18)*, pp. 22-31.
<https://doi.org/10.1145/3176349.3176386>
- Gigerenzer, G., Hertwig, R., & Pachur, T. (2011). *Heuristics: the foundations of adaptive behavior*. Oxford University Press.
- Guan, D., & Yang, H. (2014). Is the first query the most important: an evaluation of query aggregation schemes in session Search. *Information Retrieval Technology*, 86-99.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-12844-3_8
- Gwizdka, J., Hansen, P., Hauff, C., He, J., & Kando, N. (2016). Search as Learning (SAL) Workshop 2016. In *Proceedings of the 39th International ACM SIGIR Conference on Research & Development in Information Retrieval (SIGIR'16)*, pp. 1249-1250.
<https://doi.org/10.1145/2911451.2917766>
- Hansen, P., & Rieh, S. Y. (2016). Editorial: recent advances on searching as learning: an introduction to the special issue. *Journal of Information Science*, 42(1), 3-6.
<https://doi.org/10.1177/0165551515614473>
- Hardy, J. H. III, Day, E. A., & Arthur, W., Jr. (2019). Exploration-exploitation tradeoffs and information-knowledge gaps in self-regulated learning: implications for learner-controlled training and development. *Human Resource Management Review*, 29(2), 196–217. <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2018.07.004>
- He, Y., Tang, J., Ouyang, H., Kang, C., Yin, D., & Chang, Y. (2016). Learning to rewrite queries. In *Proceedings of the 23th ACM International Conference on Conference on Information and Knowledge Management (CIKM'16)*, pp. 1443–1452.
<https://doi.org/10.1145/2983323.2983835>
- Hearst, M. A. (2009). *Search User Interfaces*. Cambridge University Press.
- Hembrooke, H. A., Granka, L. A., Gay, G. K., & Liddy, E. D. (2005). The effects of expertise and feedback on search term selection and subsequent learning. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 56(8), 861-871.
<https://doi.org/10.1002/asi.20180>
- Hilbig, B. E. (2012). Heuristics: the foundations of adaptive behavior: book review. *Journal of Economic Psychology*, 33(1), 223-225. <https://doi.org/10.1016/j.joep.2011.10.006>

- Hoffrage, U., & Reimer, T. (2004). Models of Bounded Rationality: The Approach of Fast and Frugal Heuristics. *Management Revue*, 15(4), 437–459. <http://www.jstor.org/stable/41783487>
- Hölscher, C., & Strube, G. (2000). Web search behavior of Internet experts and newbies. *Computer Networks*, 33(1-6), 337-346. [https://doi.org/10.1016/s1389-1286\(00\)00031-1](https://doi.org/10.1016/s1389-1286(00)00031-1)
- Hoppe, A., Holtz, P., Kammerer, Y., Yu, R., Dietze, S., & Ewerth, R. (2018, Mai). Current challenges for studying search as learning processes. In *Proceedings of the 7th Workshop on Learning & Education with Web Data (LILE'18)*. https://www.tib.eu/fileadmin/Daten/dokumente/forschung-entwicklung/LILE_Workshop_SALIENT_position_paper.pdf
- Hsieh-Yee, I. (1993). Effects of search experience and subject knowledge on the search tactics of novice and experienced searchers. *Journal of the American Society for Information Science*, 44(3), 161-174.
- Huang, J., & Efthimiadis, E. (2009). Studying query reformulation strategies in search logs. *Proceedings of the American Society for Information Science and Technology*, 46(1). <https://doi.org/10.1002/meet.2009.14504603117>
- Ihadjadene, M., & Martins, D. (2004). Experts dans le domaine, experts en internet. *Hermès*, 39(2), 133-142. <https://doi.org/10.4267/2042/9475>
- Jamet, E. (2006). Une présentation des principales méthodes d'évaluation des EIAH en psychologie cognitive. *Sciences et technologies de l'information et de la communication pour l'éducation et la formation*, 13(1), 129-146. <https://doi.org/10.3406/stice.2006.929>
- Jamovi Project. (2022). Jamovi. (Version 2.3) [Logiciel]. <https://www.jamovi.org>
- Jansen, B. J., Booth, D., & Smith, B. (2009). Using the taxonomy of cognitive learning to model online searching. *Information Processing & Management*, 45(6), 643-663. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2009.05.004>
- Jansen, B. J., Booth, D. L., & Spink, A. (2009). Patterns of query reformulation during Web searching. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60(7), 1358-1371. <https://doi.org/10.1002/asi.21071>
- Jansen, B. J., Spink, A., Blakely, C., & Koshman, S. (2007). Defining a session on Web search engines. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58(6), 862-871. <https://doi.org/10.1002/asi.20564>
- Jantke, K. P., & Fujima, J. (2010). Hypermedia note taking. In *Proceedings of the International Conference on Frontier Computing (IET'10)*, pp. 105-110. <https://doi.org/10.1049/cp.2010.0545>
- Jiang, J., He, D., & Allan, J. (2014). Searching, browsing, and clicking in a search session: changes in user behavior by task and over time. In *Proceedings of the 37th international ACM SIGIR Conference on Research & Development in Information Retrieval (SIGIR'14)*, pp. 607-616. <https://doi.org/10.1145/2600428.2609633>

- Jiang, J., He, D., Kelly, D., & Allan, J. (2017). Understanding ephemeral state of relevance. In *Proceedings of the Conference on Human Information Interaction and Retrieval (CHIIR'17)*, pp. 137-146. <https://doi.org/10.1145/3020165.3020176>
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Prentice-Hall.
- Kalyani, R., & Gadiraju, U. (2019). Understanding user search behavior across varying cognitive levels. In *Proceedings of the 30th ACM Conference on Hypertext & Social Media (HT'19)*, pp. 123-132. <https://doi.org/10.1145/3342220.3343643>
- Kameni-Homte, J. S., Batchakui, B. & Nkambou, R. (2022). Search engines in learning contexts: a literature review. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(02), 254-272. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i02.26217>
- Kammerer, Y., Brand-Gruwel, S., & Jarodzka, H. (2018). The future of learning by searching the Web: mobile, social, and multimodal. *Frontline Learning Research*, 6(2), 81-91. <https://doi.org/10.14786/flr.v6i2.343>
- Kammerer, Y., & Gerjets, P. (2012). Effects of search interface and Internet-specific epistemic beliefs on source evaluations during Web search for medical information: an eye-tracking study. *Behaviour & Information Technology*, 31(1), 83-97. <https://doi.org/10.1080/0144929x.2011.599040>
- Kang, R., & Fu, W. T. (2010). Exploratory information search by domain experts and novices. In *Proceedings of the 15th International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI'10)*, pp. 329-332. <https://doi.org/10.1145/1719970.1720023>
- Kauffman, D. F., Zhao, R., & Yang, Y.-S. (2011). Effects of online note taking formats and self-monitoring prompts on learning from online text: Using technology to enhance self-regulated learning. *Contemporary Educational Psychology*, 36(4), 313-322. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2011.04.001>
- Kelly, D., Arguello, J., Edwards, A., & Wu, W. C. (2015). Development and evaluation of search tasks for IIR experiments using a cognitive complexity framework. In *Proceedings of the International Conference on Theory of Information Retrieval (ICTIR'15)*, pp. 101-110. <https://doi.org/10.1145/2808194.2809465>
- Kelly, D., & Cool, C. (2002). The effects of topic familiarity on information search behavior. In *Proceedings of the ACM/IEEE Joint Conference on Digital Libraries (JCDL'02)*, pp. 74-75. <https://doi.org/10.1145/544220.544232>
- Kemp, S. (2023, janvier). *Digital 2023 : global overview report*. Datareportal. <https://datareportal.com/reports/digital-2023-global-overview-report>
- Kemp, S. (2022, janvier). *Digital 2022 : global overview report*. Datareportal. <https://datareportal.com/reports/digital-2022-global-overview-report>
- Kim, J. (2006). Task difficulty as a predictor and indicator of web searching interaction. In *Proceedings of the Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA'06)*, pp. 959-964. <https://doi.org/10.1145/1125451.1125636>

- Kim, J. (2009). Describing and predicting information-seeking behavior on the Web. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60(4), 679-693. <https://doi.org/10.1002/asi.21035>
- Kintsch, W. (1994). Text comprehension, memory, and learning. *American Psychologist*, 49(4), 294-303. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.49.4.294>
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension: a paradigm for cognition*. Cambridge University Press.
- Kiseleva, J., García, A., Kamps, J., & Spirin, N. (2015). The impact of technical domain expertise on search behavior and task outcome. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1512.07051>
- Kitajima, M., Blackmon, M. H., & Polson, P. G. (2000). A Comprehension-based Model of Web Navigation and Its Application to Web Usability Analysis. Dans S. McDonald, Y. Waern, & G. Cockton (Eds.), *People and Computers XIV - Usability or Else!* (pp. 357-373). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-0515-2_24
- Koesten, L., Kacprzak, E., & Tennison, J. (2016). Learning when searching for web data. In *Proceedings of the 39th International ACM SIGIR Conference on Research & Development in Information Retrieval (SIGIR'16)*, pp. 1-2.
- Krikelas, J. (1983). Information-seeking behavior: patterns and concepts. *Drexel Library Quarterly*, 19(2), 5-20.
- Kuhlthau, C. (1991). Inside the search process: information seeking from the users' perspectives. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 42(5), 361-371. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4571\(199106\)42:5<361::AID-ASI6>3.0.CO;2-%23](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4571(199106)42:5<361::AID-ASI6>3.0.CO;2-%23)
- Lai, M., Tsai, M. J., Yang, F., Hsu, C. Y., Liu, T., Lee, S., Lee, M. G., Chiou, G. L., Liang, J. C., & Tsai, C. C. (2013). A review of using eye-tracking technology in exploring learning from 2000 to 2012. *Educational Research Review*, 10, 90-115. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.10.001>
- Latini, N., Bråten, I., & Salmerón, L. (2020). Does reading medium affect processing and integration of textual and pictorial information ? A multimedia eye-tracking study. *Contemporary Educational Psychology*, 62, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101870>
- Lazonder, A. W., & Rouet, J.-F. (2008). Information problem solving instruction: some cognitive and metacognitive issues. *Computers in Human Behavior*, 24(3), 753-765. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2007.01.025>
- Lee, H. J., Lee, J., Makara, K. A., Fishman, B. J., & Hong, Y. I. (2015). Does higher education foster critical and creative learners? An exploration of two universities in South Korea and the USA. *Higher Education Research & Development*, 34(1), 131-146. <https://doi.org/10.1080/07294360.2014.892477>
- Léger, L. (2016). Chapitre 6. La résolution de problèmes. Dans L. Léger (Ed.), *Manuel de psychologie cognitive* (pp. 165-192). Dunod.

- Lei, P.-L., Lin, S. S. J., & Sun, C.-T. (2013). Effect of reading ability and internet experience on keyword-based image search. *Educational Technology & Society*, 16 (2), 151–162.
- Lemaire, P. (2015). Chapitre 2. Généralités sur les stratégies cognitives. Dans P. Lemaire (Ed.), *Vieillessement cognitif et adaptations stratégiques* (pp. 37-62). De Boeck Supérieur.
- Lemaire, P., & Reder, L. (1999). What affects strategy selection in arithmetic? the example of parity and five effects on product verification. *Memory & Cognition*, 27(2), 364–382. <https://doi.org/10.3758/BF03211420>
- Lewandowski, D., & Kammerer, Y. (2020). Factors influencing viewing behaviour on search engine results pages: a review of eye-tracking research. *Behaviour & Information Technology*, 40(14), 1485-1515. <https://doi.org/10.1080/0144929x.2020.1761450>
- Lewandowski, D., Kerkmann, F., Rümmele, S., & Sünkler, S. (2018). An empirical investigation on search engine ad disclosure. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 69(3), 420-437. <https://doi.org/10.1002/asi.23963>
- Li, Y., & Belkin, N. J. (2008). A faceted approach to conceptualizing tasks in information seeking. *Information Processing & Management*, 44(6), 1822-1837. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2008.07.005>
- Li, Y., & Belkin, N. J. (2010). An exploration of the relationships between work task and interactive information search behavior. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(9), 1771-1789. <https://doi.org/10.1002/asi.21359>
- Li, Y., Zhang, Y., & Capra, R. (2022). Analyzing information resources that support the creative process. In *Proceedings of the Conference on Human Information Interaction and Retrieval (CHIIR'22)*, pp. 180-190. <https://doi.org/10.1145/3498366.3505817>
- Liu, C., Cole, M., Belkin, N., Gwizdka, J., & Zhang, X. (2011). Exploring the effect of task difficulty and domain knowledge on dwell times. In *Proceedings of the 5th Workshop on Human-Computer Interaction and Information Retrieval (HCIR'11)*.
- Liu, C., & Song, X. (2018). How do information source selection strategies influence users' learning outcomes. In *Proceedings of the Conference on Human Information Interaction and Retrieval (CHIIR'18)*, pp. 257-260. <https://doi.org/10.1145/3176349.3176876>
- Liu, C., Zhang, X., & Huang, W. (2016). The exploration of objective task difficulty and domain knowledge effects on users' query formulation. *Association for Information Science and Technology (ASIS&T Digital Library)*, 53(1), 1-9. <https://doi.org/10.1002/pr2.2016.14505301063>
- Liu, H., Liu, C., & Belkin, N. J. (2019). Investigation of users' knowledge change process in learning-related search tasks. *Association for Information Science and Technology (ASIS&T Digital Library)*, 56(1), 166-175. <https://doi.org/10.1002/pr2.63>

- Liu, J., Belkin, N.J., Zhang, X., Yuan, X. (2013). Examining users' knowledge change in the task completion process. *Information Processing and Management*, 49(5), 1058-1074. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ipm.2012.08.006>
- Liu, J., Cole, M. J., Liu, C., Bierig, R., Gwizdka, J., Belkin, N. J., Zhang, J., & Zhang, X. (2010). Search behaviors in different task types. In *Proceedings of the ACM/IEEE Joint Conference on Digital Libraries (JCDL'10)*, pp. 69-78. <https://doi.org/10.1145/1816123.1816134>
- Liu, J., Sarkar, S., & Shah, C. (2020). Identifying and predicting the states of complex search tasks. In *Proceedings of the Conference on Human Information Interaction and Retrieval (CHIIR'20)*, pp. 193-202. <https://doi.org/10.1145/3343413.3377976>
- Liu, P., & Li, Z. (2012). Task complexity: a review and conceptualization framework, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 42(6), 553-568 <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2012.09.001>
- Lorigo, L., Pan, B., Hembrooke, H., Joachims, T., Granka, L., & Gay, G. (2006). The influence of task and gender on search and evaluation behavior using Google. *Information Processing & Management*, 42(4), 1123-1131. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2005.10.001>
- Lu, Y., & Hsiao, I. H. (2017). Personalized information seeking assistant (PiSA): from programming information seeking to learning. *Information Retrieval Journal*, 20(5), 433-455. <https://doi.org/10.1007/s10791-017-9305-y>
- Manaranche, R., & Véron, G. « *Carnivores mammifères* ». Encyclopædia Universalis. <https://www.universalis.fr/encyclopedie/carnivores/3-systematique-et-caracteristiques-des-familles/>
- Mao, J., Liu, Y., Kando, N., Zhang, M., & Ma, S. (2018). How does domain expertise affect users' search interaction and outcome in exploratory search? *ACM Transactions on Information Systems*, 36(4), 1-30. <https://doi.org/10.1145/3223045>
- Marchionini, G. (1995). *Information seeking in electronic environments*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511626388>
- Marchionini, G. (2006). Exploratory search: from finding to understanding. *Communications of the ACM*, 49(4), 41-46. <https://doi.org/10.1145/1121949.1121979>
- Marchionini, G., & White, R. (2007). Find what you need, understand what you find. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 23(3), 205-237. <https://doi.org/10.1080/10447310701702352>
- Marcos, M. C., Nettleton, D. F. & Saez-Trumper, D. (2012). A user study of Web search session behaviour using eye-tracking data. In *Proceedings of the 26th BCS Conference on Human Computer Interaction (HCI'12)*. <https://doi.org/10.14236/ewic/hci2012.35>
- Martin-Gomez, F., Chevalier, A., & Sakdavong, J. F. (2019). Rechercher de l'information sur Internet : effets de la complexité de la tâche et des connaissances antérieures sur le comportement de recherches d'élèves de collège. Dans les *Actes de la 10ème Conférence de Psychologie Ergonomique (EPIQUE'20)*, pp. 279-288.

- Matias, Y., Keysar, D., Chechik, G., Bar-Yossef, Z., & Shmiel, T. (2017). Generating related questions for search queries. *US Patent*, 9, 679-727. <https://patents.google.com/patent/US9213748B1/en>
- Matlin, M. W. (2001). *La cognition: une introduction à la psychologie cognitive*. De Boeck Université.
- Mayer, R. E. (2018). Thirty years of research on online learning. *Applied Cognitive Psychology*, 33(2), 152-159. <https://doi.org/10.1002/acp.3482>
- Miller, G. A., & Johnson-Laird, P. N. (1976). *Language and perception*. Cambridge University Press.
- Ministère Français de l'Éducation Nationale, de la Jeunesse et des Sports. (2022, 24 janvier). Généralisation de l'éducation aux médias et à l'information. Circulaire MENE2202370C. *Bulletin Officiel* n°4. <https://www.education.gouv.fr/bo/22/Hebdo4/MENE2202370C.htm>
- Monchaux, S., Amadieu, F., Chevalier, A., & Mariné, C. (2015). Query strategies during information searching: effects of prior domain knowledge and complexity of the information problems to be solved. *Information Processing & Management*, 51(5), 557-569. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2015.05.004>
- Moos, D. C. (2009). Note-taking while learning hypermedia: cognitive and motivational considerations. *Computers in Human Behavior*, 25(5), 1120–1128. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2009.05.004>
- Moos, D. C., & Azevedo, R. (2008). Self-regulated learning with hypermedia: The role of prior domain knowledge. *Contemporary Educational Psychology*, 33(2), 270–298. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2007.03.001>
- Moraes, F., Putra, S. R., & Hauff, C. (2018). Contrasting search as a learning activity with instructor-designed learning. In *Proceedings of the 27th ACM International Conference on Conference on Information and Knowledge Management (CIKM'18)*, pp. 167-176. <https://doi.org/10.1145/3269206.3271676>
- Mueller, P., & Oppenheimer, D. M. (2014). The pen is mightier than the keyboard: advantages of longhand over laptop note taking. *Psychological Science*, 25(6), 1159-1168. <https://doi.org/10.1177/0956797614524581>
- Nachmias, R., & Gilad, A. (2002). Needle in a hyper stack: searching information on the World Wide Web. *Journal of Research on Technology in Education*, 34(4), 475-486.
- Navarro-Prieto, R., Scaife, M., & Rogers, Y. (1999). Cognitive strategies in web searching. In *Proceedings of the 5th Conference on Human Factors and the Web*, pp. 43-56. <http://zing.ncsl.nist.gov/hfweb/proceedings/navarro-prieto/index.html>
- Nettleton, D. F., & Gonzalez-Caro, C. (2012). Analysis of user behavior for Web search success using eye tracker data. In *Proceedings of the 8th Latin American Web Congress (LA-WEB'12)*, pp. 57-63. <https://doi.org/10.1109/la-web.2012.18>
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem*. Prentice-Hall.

- Norman, D. A., & Shallice, T. (1986). *Attention to action: willed and automatic control of behavior*. Plenum Press.
- O'Brien, H. L., Kampen, A., Cole, A. W., & Brennan, K. (2020). The role of domain knowledge in search as learning. In *Proceedings of the Conference on Human Information Interaction and Retrieval (CHIIR'20)*, pp. 313-317. <https://doi.org/10.1145/3343413.3377989>
- Olive, T., & Barbier, M. (2017). Processing time and cognitive effort of longhand note taking when reading and summarizing a structured or linear text. *Written Communication*, 34(2), 224-246. <https://doi.org/10.1177/0741088317699898>
- Palagi, E., Gandon, F., Troncy, R., & Giboin, A. (2017). A survey of definitions and models of exploratory search. In *Proceedings of the ACM Workshop on Exploratory Search and Interactive Data Analytics (ESIDA'17)*, pp. 3-8. <https://doi.org/10.1145/3038462.3038465>
- Palani, S., Ding, Z., MacNeil, S., & Dow, S. P. (2021). The « active search » hypothesis. In *Proceedings of the Conference on Human Information Interaction and Retrieval (CHIIR'21)*, pp. 325-329. <https://doi.org/10.1145/3406522.3446046>
- Pardi, G., von Hoyer, J., Holtz, P., & Kammerer, Y. (2020). The role of cognitive abilities and time spent on texts and videos in a multimodal searching as learning task. In *Proceedings of the Conference on Human Information Interaction and Retrieval (CHIIR'20)*, pp. 378-382. <https://doi.org/10.1145/3343413.3378001>
- Paris, S. G., & Turner, J. C. (1994). Situated motivation. Dans P. R. Pintrich, D. R. Brown, & C. E. Weinstein (Eds.), *Student motivation, cognition, and learning: Essays in honor of Wilbert J. McKeachie* (pp. 213–237). Lawrence Erlbaum Associates.
- Park, Y., & Black, J. B. (2007). Identifying the impact of domain knowledge and cognitive style on web-based information search behavior. *Journal of Educational Computing Research*, 36(1), 15-37. <https://doi.org/10.2190/t6r2-5111-5805-10mt>
- Pashler, H. (1984). Processing stages in overlapping tasks: evidence for a central bottleneck. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10(3), 358–377. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.10.3.358>
- Pirolli, P., & Card, S. (1999). Information foraging. *Psychological Review*, 106(4), 643-675. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.106.4.643>
- Pirolli, P., & Fu, W. T. (2003). SNIF-ACT: a model of information foraging on the World Wide Web. In *Proceedings of the 9th International Conference on User Modeling (UM'3)*, pp. 45-54. https://doi.org/10.1007/3-540-44963-9_8
- Posner, M. I., Snyder, C. R., & Davidson, B. J. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of experimental psychology: General*, 109(2), 160-174.
- Pothirattanachaikul, S., Yamamoto, T., Yamamoto, Y., & Yoshikawa, M. (2020). Analyzing the effects of « People also ask » on search behaviors and beliefs. In *Proceedings of the 31st ACM Conference on Hypertext & Social Media (HT'20)*, pp. 101-110. <https://doi.org/10.1145/3372923.3404786>

- Qiu, S., Gadiraju, U., & Bozzon, A. (2020). Towards memorable information retrieval. In *Proceedings of the International Conference on Theory of Information Retrieval (ICTIR '20)*, pp. 69-76. <https://doi.org/10.1145/3409256.3409830>
- Raab, M., & Gigerenzer, G. (2015). The power of simplicity: a fast-and-frugal heuristics approach to performance science. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01672>
- Rele, R. S., & Duchowski, A. T. (2005). Using eye tracking to evaluate alternative search output interfaces. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 49(15), 1-8. <https://doi.org/10.1177/154193120504901508>
- Rieh, S. Y., Collins-Thompson, K., Hansen, P., & Lee, H. J. (2016). Towards searching as a learning process: a review of current perspectives and future directions. *Journal of Information Science*, 42(1), 19-34. <https://doi.org/10.1177/0165551515615841>
- Rieh, S. Y., Kim, Y. M., & Markey, K. (2012). Amount of invested mental effort (AIME) in online searching. *Information Processing & Management*, 48(6), 1136-1150. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2012.05.001>
- Rieh, S. Y., & Xie, H. (2001). Patterns and sequences of multiple query reformulations in web searching: a preliminary study. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 38, 246-255.
- Rodon, C., & Meyer, T. (2018). Self-efficacy about information retrieval on the web across all domains: a short measure in French and English. *Behaviour & Information Technology*, 37(5), 430-444. <https://doi.org/10.1080/0144929x.2018.1449252>
- Rouet, J. F., & Britt, M. A. (2011). Relevance processes in multiple document comprehension. Dans M. T. McCrudden, J. P. Magliano, & G. Schraw (Eds.), *Text relevance and learning from text* (pp. 19–52). Information Age Publishing.
- Rouet, J. F., Britt, M. A., & Durik, A. M. (2017). RESOLV: readers' representation of reading contexts and tasks. *Educational Psychologist*, 52(3), 200-215. <https://doi.org/10.1080/00461520.2017.1329015>
- Rouet, J. F., & Tricot, A. (1995). Recherche d'informations dans les systèmes hypertextes : des représentations de la tâche à un modèle de l'activité cognitive. *Sciences et Techniques Educatives*, 2(3), 307-331.
- Rouet, J. F., & Tricot, A. (1998). Chercher de l'information dans un hypertexte : vers un modèle des processus cognitifs. *Hypertextes et Hypermédias*, 57-74.
- Roy, N., Moraes, F., & Hauff, C. (2020). Exploring users' learning gains within search sessions. In *Proceedings of the Conference on Human Information Interaction and Retrieval (CHIIR '20)*, pp. 432-436. <https://doi.org/10.1145/3343413.3378012>
- Roy, N., Torre, M. V., Gadiraju, U., Maxwell, D., & Hauff, C. (2021). Note the highlight: incorporating active reading tools in a search as learning environment. In *Proceedings of the Conference on Human Information Interaction and Retrieval (CHIIR '21)*, pp. 229-238. <https://doi.org/10.1145/3406522.3446025>

- Saito, H., Egusa, Y., Terai, H., Kando, N., Nakashima, R., Takaku, M., & Miwa, M. (2011). Changes in users' knowledge structures before and after Web search on a topic: analysis using the concept map. *Association for Information Science and Technology (ASIS&T Digital Library)*, 48(1), 1-4. <https://doi.org/10.1002/meet.2011.14504801097>
- Salmerón, L., Cañas, J. J., Kintsch, W., & Fajardo, I. (2005). Reading strategies and hypertext comprehension. *Discourse Processes*, 40(3), 171–191. https://doi.org/10.1207/s15326950dp4003_1
- Salmerón, L., Kintsch, W., & Canãs, J. J. (2006). Reading strategies and prior knowledge in learning from hypertext. *Memory & Cognition*, 34(5), 1157-1171. <https://doi.org/10.3758/bf03193262>
- Salmerón, L., & Llorens, A. (2018). Instruction of digital reading strategies based on eye-movements modeling examples. *Journal of Educational Computing Research*, 57(2), 343-359. <https://doi.org/10.1177/0735633117751605>
- Salton, G., Wong, A., & Yang, C. (1975). A vector space model for automatic indexing. *Communications of The ACM*, 18(11), 613-620. <https://doi.org/10.1145/361219.361220>
- Sanchiz, M., Amadiou, F., & Chevalier, A. (2020). An evolving perspective to capture individual differences related to fluid and crystallized abilities in information searching with a search engine. Dans W.T. Fu, & H. van Oostendorp (Eds.), *Understanding and Improving Information Search* (pp. 71-96). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-38825-6_5
- Sanchiz, M., Amadiou, F., Fu, W. T., & Chevalier, A. (2019). Does pre-activating domain knowledge foster elaborated online information search strategies? Comparisons between young and old web user adults. *Applied Ergonomics*, 75, 201-213. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2018.10.010>
- Sanchiz, M., Amadiou, F., Paubel, P. V., & Chevalier, A. (2019). User-friendly search interface for older adults: supporting search goal refreshing in working memory to improve information search strategies. *Behaviour & Information Technology*, 39(10), 1094-1109. <https://doi.org/10.1080/0144929x.2019.1642384>
- Sanchiz, M., Chevalier, A., & Amadiou, F. (2017). How do older and young adults start searching for information? Impact of age, domain knowledge and problem complexity on the different steps of information searching. *Computers in Human Behavior*, 72, 67-78. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.02.038>
- Sanchiz, M., Chin, J., Chevalier, A., Fu, W. T., Amadiou, F., & He, J. (2017). Searching for information on the web: impact of cognitive aging, prior domain knowledge and complexity of the search problems. *Information Processing & Management*, 53(1), 281-294. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2016.09.003>
- Sanchiz, M., Lemarié, J., Chevalier, A., Cegarra, J., Paubel, P. V., Salmerón, L., & Amadiou, F. (2019). Investigating multimedia effects on concept map building: impact on map quality, information processing and learning outcome. *Education and Information Technologies*, 24(6), 3645-3667. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09943-x>

- SensoMotoric Instruments. (2022). BeGaze (Version 3.7.6) [Logiciel]. <https://imotions.com/applications/>
- Sharit, J., Hernandez, M-A., Czaja, S.-J. & Pirolli, P. (2008). Investigating the roles of knowledge and cognitive abilities in older adult information seeking on the Web. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 15(1), 1-25. <https://doi.org/10.1145/1352782.1352785>
- Sharit, J., Taha, J., Berkowsky, R. W., Profita, H., & Czaja, S. J. (2015). Online Information Search Performance and Search Strategies in a Health Problem-Solving Scenario. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 9(3), 211-228. <https://doi.org/10.1177/1555343415583747>
- Shiri, A. (2005). Topic familiarity and its effects on term selection and browsing in a thesaurus-enhanced search environment. *Library Review*, 54(9), 514-518. <https://doi.org/10.1108/00242530510629524>
- Simon, H. A. (1990). Bounded rationality. Dans J. Eatwell, M. Milgate, & P. Newman (Eds.), *Utility and Probability* (pp. 15-18). Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-1-349-20568-4_5
- Simonsmeier, B. A., Flaig, M., Deiglmayr, A., Schalk, L., & Schneider, M. (2021). Domain-specific prior knowledge and learning: A meta-analysis. *Educational Psychologist*, 1-24. <https://doi.org/10.1080/00461520.2021.193970>
- Smith, C. L. (2015). Domain-independent search expertise: a description of procedural knowledge gained during guided instruction. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 66(7), 1388-1405. <https://doi.org/10.1002/asi.23272>
- Stephens, D. W., & Krebs, J. R. (1986). *Foraging Theory*. Amsterdam University Press.
- Strzelecki, A. (2020). Eye-tracking studies of Web search engines: a systematic literature review. *Information*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/info11060300>
- Syed, R., & Collins-Thompson, K. (2017). Optimizing search results for human learning goals. *Information Retrieval Journal*, 20(5), 506-523. <https://doi.org/10.1007/s10791-017-9303-0>
- Tabatabai, D., & Shore, B. M. (2005). How experts and novices search the Web. *Library & Information Science Research*, 27(2), 222-248. <https://doi.org/10.1016/j.lisr.2005.01.005>
- Tamine, L., & Chouquet, C. (2017). On the impact of domain expertise on query formulation, relevance assessment and retrieval performance in clinical settings. *Information Processing & Management*, 53(2), 332-350. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2016.11.004>
- Thatcher, A. (2006). Information-seeking behaviours and cognitive search strategies in different search tasks on the WWW. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36(12), 1055-1068. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2006.09.012>

- Toms, E. G. (2011). Task-based information searching and retrieval. Dans I. Ruthven, & D. Kelly (Eds.), *Interactive information seeking, behaviour and retrieval* (pp. 43-59). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.29085/9781856049740.005>
- Torres-Moreno, J. M., St-Onge, P. L., Gagnon, M., El-Bèze, M., & Bellot, P. (2009). Automatic summarization system coupled with a question-answering system (qaas). *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.0905.2990>
- Treisman, A. M., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive psychology*, 12(1), 97-136.
- Trevors, G., Duffy, M. C., & Azevedo, R. (2014). Note-taking within MetaTutor : interactions between an intelligent tutoring system and prior knowledge on note-taking and learning. *Educational Technology Research and Development*, 62(5), 507-528. <https://doi.org/10.1007/s11423-014-9343-8>
- Tricot, A., & Chesné, J.-F. (2020, octobre). *Numérique et apprentissages scolaires : rapport de synthèse*. Cnesco. <https://www.cnesco.fr/numerique-et-apprentissages-scolaires/>
- Tricot, A. (2006). Recherche d'information et apprentissage avec des documents électroniques. Dans A. Piolat (Ed.), *Lire, écrire, communiquer, apprendre avec Internet*. Solal
- Urgo, K., & Arguello, J. (2022a). Learning assessments in search-as-learning: a survey of prior work and opportunities for future research. *Information Processing & Management*, 59(2). <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2021.102821>
- Urgo, K., & Arguello, J. (2022b). Understanding the “pathway” towards a searcher’s learning objective. *ACM Transactions on Information Systems*, 40(4), 1-43. <https://doi.org/10.1145/3495222>
- Urgo, K., Arguello, J., & Capra, R. (2020). The effects of learning objectives on searchers’ perceptions and behaviors. In *Proceedings of the International Conference on Theory of Information Retrieval (ICTIR’20)*, pp. 77-84. <https://doi.org/10.1145/3409256.3409815>
- Vakkari, P. (2001a). Changes in search tactics and relevance judgements when preparing a research proposal a summary of the findings of a longitudinal study. *Information Retrieval Journal*, 4(3), 295-310. <https://doi.org/10.1023/A:1016089224008>
- Vakkari, P. (2001b). A theory of the task-based information retrieval process: a summary and generalisation of a longitudinal study. *Journal of Documentation*, 57(1), 44-60. <https://doi.org/10.1108/eum0000000007075>
- Vakkari, P. (2003). Task-based information searching. *Annual Review of Information Science and Technology*, 37(1), 413-464. <https://doi.org/10.1002/aris.1440370110>
- Vakkari, P. (2016). Searching as learning: a systematization based on literature. *Journal of Information Science*, 42(1), 7-18. <https://doi.org/10.1177/0165551515615833>

- Vakkari, P., & Huuskonen, S. (2012). Search effort degrades search output but improves task outcome. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 63(4), 657-670. <https://doi.org/10.1002/asi.21683>
- Vanderschantz, N., & Hinze, A. (2017). A study of children's search query formulation habits. In *Proceedings of the 31st BCS Conference on Human Computer Interaction (HCI'17)*. <https://doi.org/10.14236/ewic/hci2017.7>
- von Hoyer, J., Pardi, G., Kammerer, Y., & Holtz, P. (2019). Metacognitive judgments in searching as learning (SAL) tasks: insights on (mis-) calibration, multimedia usage, and confidence. In *Proceedings of the 1st International Workshop on Search as Learning with Multimedia Information (SALMM'19)*, pp. 3-10. <https://doi.org/10.1145/3347451.3356730>
- White, R. W. (2016). *Interactions with search systems*. Cambridge University Press.
- White, R. W., Dumais, S. T., & Teevan, J. (2008). How medical expertise influences web search interaction. In *Proceeding of the 31st International ACM SIGIR Conference on Research & Development in Information Retrieval (SIGIR'08)*, pp. 791-792. <http://susandumais.com/SIGIR2008-Expertise-pp879-white.pdf>
- White, R. W., Dumais, S. T., & Teevan, J. (2009). Characterizing the influence of domain expertise on web search behavior. In *Proceedings of the 2nd ACM International Conference on Web Search and Data Mining (WSDM'09)*, pp. 132-141. <https://doi.org/10.1145/1498759.1498819>
- White, R. W., & Roth, R. A. (2009). Exploratory search: beyond the query-response paradigm. Dans G. Marchionini (Ed.), *Synthesis Lectures on Information Concepts, Retrieval, and Services* (pp. 1-98). Morgan & Claypool Publishers series. <https://doi.org/10.2200/S00174ED1V01Y200901ICR003>
- Wickens, C. D. (1984). Processing resources in attention. Dans R. Parasuraman, & R. Davies (Eds.), *Varieties of attention* (pp. 63-101). Academic Press.
- Wildemuth, B. M. (2004). The effects of domain knowledge on search tactic formulation. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 55(3), 246-258. <https://doi.org/10.1002/asi.10367>
- Wildemuth, B., Freund, L., & G. Toms, E. (2014). Untangling search task complexity and difficulty in the context of interactive information retrieval studies. *Journal of Documentation*, 70(6), 1118-1140. <https://doi.org/10.1108/jd-03-2014-0056>
- Wildemuth, B. M., Kelly, D., Boettcher, E., Moore, E., & Dimitrova, G. (2018). Examining the impact of domain and cognitive complexity on query formulation and reformulation. *Information Processing & Management*, 54(3), 433-450. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2018.01.009>
- Wilkinson, R. T. (1963). Interaction of noise with knowledge of results and sleep deprivation. *Journal of Experimental Psychology*, 66(4), 332-337. <https://doi.org/10.1037/h0044161>

- Willoughby, T., Anderson, S. A., Wood, E., Mueller, J., & Ross, C. (2009). Fast searching for information on the Internet to use in a learning context: The impact of domain knowledge. *Computers & Education*, 52(3), 640–648. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.11.009>
- Wilson, M. J., & Wilson, M. L. (2013). A comparison of techniques for measuring sensemaking and learning within participant-generated summaries. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 64(2), 291-306. <https://doi.org/10.1002/asi.22758>
- Wood, E., de Pasquale, D., Mueller, J. L., Archer, K., Zivcakova, L., Walkey, K., & Willoughby, T. (2016). Exploration of the relative contributions of domain knowledge and search expertise for conducting internet searches. *The Reference Librarian*, 57(3), 182-204. <https://doi.org/10.1080/02763877.2015.1122559>
- Wu, W.-C., Kelly, D., Edwards, A., & Arguello, J. (2012). Grannies, tanning beds, tattoos and NASCAR: evaluation of search asks with varying levels of cognitive complexity. In *Proceedings of the 4th Information Interaction in Context Symposium (IliX'12)*, pp. 254-257. <https://doi.org/10.1145/2362724.2362768>
- Yamin, F. M., Ramayah, T., & Ishak, W. H. W. (2013). Information searching: the impact of user knowledge on user search behavior. *Journal of Information & Knowledge Management*, 12(03). <https://doi.org/10.1142/s0219649213500238>
- Yu, R., Gadiraju, U., Holtz, P., Rokicki, M., Kemkes, P., & Dietze, S. (2018). Predicting user knowledge gain in informational search sessions. In *Proceedings of the 41st International ACM SIGIR Conference on Research & Development in Information Retrieval (SIGIR'18)*, pp. 75-84. <https://doi.org/10.1145/3209978.3210064>
- Yuan, X., & White, R. (2012). Building the trail best traveled: effects of domain knowledge on web search trailblazing. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'12)*, pp. 1795-1804. <https://doi.org/10.1145/2207676.2208312>
- Yue, Y., Patel, R., & Roehrig, H. (2010). Beyond position bias: examining result attractiveness as a source of presentation bias in click through data. In *Proceedings of the 19th international conference on World Wide Web (WWW'10)*, pp. 1011-1018. <https://doi.org/10.1145/1772690.1772793>
- Zhang, P., & Soergel, D. (2014). Towards a comprehensive model of the cognitive process and mechanisms of individual sensemaking. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 65(9), 1733-1756. <https://doi.org/10.1002/asi.23125>
- Zhang, Y., & Capra, R. (2019). Understanding how people use search to support their everyday creative tasks. In *Proceedings of the Conference on Human Information Interaction and Retrieval (CHIIR'19)*, pp. 153-162. <https://doi.org/10.1145/3295750.3298936>
- Zhang, Y., Capra, R., & Li, Y. (2020). An in-situ study of information needs in design-related creative projects. In *Proceedings of the Conference on Human Information*

Interaction and Retrieval (CHIIR'20), pp. 113-123.
<https://doi.org/10.1145/3343413.3377973>

Zhang, Y., & Liu, C. (2020). Users' knowledge use and change during information searching process: a perspective of vocabulary usage. In *Proceedings of the ACM/IEEE Joint Conference on Digital Libraries (JCDL'20)*, pp. 47-56.
<https://doi.org/10.1145/3383583.3398532>

Zhang, Z., Li, Z., Liu, H., Cao, T., & Liu, S. (2019). Data-driven online learning engagement detection via facial expression and mouse behavior recognition technology. *Journal of Educational Computing Research*, 58(1), 63-86.
<https://doi.org/10.1177/0735633119825575>

Annexes

Sommaire des annexes	
Annexes de la Partie 1 : Cadre théorique de la thèse	
Annexe A. Synthèse de l'évolution de la taxonomie des objectifs d'apprentissage au niveau de (a) la dimension des connaissances (V1. Bloom, 1956 ; V2. Anderson & Krathwohl, 2001 ; V3. Urgo et al., 2020) et (b) la dimension des activités d'apprentissage (V1. Bloom, 1956 ; V2. Anderson & Krathwohl, 2001 ; V3. Lee et al., 2015)	258
Annexe B. Exemples et synthèse des différentes applications de la taxonomie des objectifs d'apprentissage dans les études SAL afin de développer (a) des scénarios et des énoncés de tâches d'apprentissage, (b) des questionnaires d'évaluation de l'apprentissage en sortie de RI, (c) des questionnaires d'auto-évaluation de l'apprentissage par les utilisateurs	260
Annexe C. Synthèse comparative des (a) modèles constructivistes et (b) d'autorégulation de l'apprentissage par la RI par rapport au modèle DEEL (Hardy et al., 2019).	263
Partie 2 : Travaux empiriques	
Chapitre 7 – Méthodologie générale	
Annexe D. Tableau de synthèse des recueils de données réalisés et utilisés dans le cadre des travaux empiriques présentés dans la thèse et dans le cadre d'autres travaux scientifiques (colloques, congrès, soumissions dans des revues)	265
Annexe E. Tableau de synthèse des énoncés et des scénarios des tâches de lookup complexes et d'apprentissage utilisées dans les différents recueils de données utilisés	267
Annexe F. Représentation schématique et tableau de synthèse présentant le protocole expérimental suivi et intégrant les spécificités méthodologiques de chaque recueil de données utilisés	270
Annexe G. Consignes générales des questionnaires en ligne pré-session de recherche pour chaque recueil de données utilisés	274
Annexe H. Formulaire de consentement libre et éclairé utilisés en fonction des différents recueils de données	277
Annexe I. Tableau descriptif des questions contenues dans les questionnaires pré-sessions de recherche (avant les sessions de recherche et distribués depuis la plateforme Qualtrics XM) pour chaque recueil de données (a) questions sociodémographiques, (b) questions permettant l'évaluation du niveau de connaissances antérieures du domaine, (c) questions permettant de contrôler le niveau de connaissances et de compétences vis-à-vis de la RI, d'Internet et du Web en général)	280
Annexe J. Consignes générales des expériences principales (sessions de recherche) en fonction de chaque recueil de données	297
Annexe K. Tableau descriptif des questions contenues dans les questionnaires pré-RI (entre la première lecture de l'énoncé de la tâche et le démarrage de la session de recherche) en fonction de chaque recueil de données	299

Annexe L. Tableau descriptif des questions contenues dans les questionnaires post-RI (entre la fin de la session de recherche et la lecture d'un nouvel énoncé de tâche ou la fin de l'expérience) en fonction de chaque recueil de données	303
Annexe M. Exemple de grille de segmentation et de classification des matériaux verbaux et sémantiques en fonction des sujets thématiques principaux pouvant être explorés et/ou exploités par les participants lors de la réalisation des différentes tâches d'apprentissage (exploratoire vs. créative ; études expérimentales 3 et 4)	307
Annexe N. Exemples d'annotations et de codage des matériaux verbaux et sémantiques (i.e. mots-clés, requêtes, prises de notes, réponses écrites en pré- et post-RI) utilisant les tableaux des sujets thématiques principaux des tâches exploratoires simples et des tâches créatives complexe en fonction de (a) l'étude expérimentale n°2, (b) l'étude expérimentale n°3 et (c) l'étude expérimentale n°4	309
Annexe O. Exemple du processus d'annotation suivi pour annoter les requêtes (1 = exploration, 2= exploitation, 0 = corrections orthographiques) en fonction du type de changement sémantique (Huang & Efthimiadis, 2009) et de l'ampleur des changements dans la représentation mentale de l'utilisateur (Sanchiz et al., 2020)	329
Annexe P. Exemples de calculs des scores de recherche multicritères (i.e. lookup complexe) en fonction des critères fournis dans les énoncés et des réponses finales générées par les participants en sortie de RI	330
Annexe Q. Synthèse des modifications opérées dans les études expérimentales 1 et 4 à partir de la grille d'évaluation des productions écrites finales de Wilson et Wilson (2013)	332
Chapitre 9 – Etude expérimentale 2	
Annexe R. Représentation graphique d'exemples d'AOI (i.e. zones d'intérêts) ciblées dans l'étude expérimentale n°2 en fonction a) des résultats naturels sur les SERPs, b) de l'outil <i>Autres questions posées</i> et c) des paragraphes textuels à l'intérieur des documents visités	333

Annexes de la Partie 1 : Cadre théorique de la thèse

Annexe A. Synthèse de l'évolution de la taxonomie des objectifs d'apprentissage au niveau de **(a) la dimension des connaissances** (V1. Bloom, 1956 ; V2. Anderson & Krathwohl, 2001 ; V3. Urgo et al., 2020) et **(b) la dimension des activités d'apprentissage** (V1. Bloom, 1956 ; V2. Anderson & Krathwohl, 2001 ; V3. Lee et al., 2015)

(a) Evolutions de la dimension des connaissances		
Bloom (1956)	Anderson et Krathwohl (2001)	Urgo et al., (2020)
Connaissances des faits et de la terminologie de certains termes	Connaissances factuelles Déclaratives et peu complexes concernant des faits ou des définitions simples pouvant être facilement verbalisables	Connaissances factuelles Concrètes, objectives, précises et isolées En lien avec les activités de bas niveaux <i>Remember et Understand</i>
Connaissances des classifications, des catégories, des critères Connaissances des principes et des théories	Connaissances conceptuelles Déclaratives et plus complexes impliquant des relations sémantiques entre différents concepts et/ou entre différentes parties d'un même concept	Connaissances conceptuelles Plus abstraites, plus subjectives, interconnectées entre différents concepts ou parties de concept En lien avec les activités de niveaux intermédiaires (<i>Analyze, Evaluate</i>) et de haut niveau (<i>Create</i>)
Connaissances méthodologiques et procédurales	Connaissances procédurales Difficilement verbalisables et focalisées sur les savoir-faire et la mise en œuvre de procédures, de méthodes, de stratégies	Connaissances procédurales Très abstraites, subjectives et interconnectées car une procédure peut contenir un ensemble de sous-étapes imbriquées entre elles. En lien avec l'activité d'apprentissage intermédiaire <i>Apply</i> .
	Connaissances métacognitives Difficilement verbalisables et relatives à l'ensemble des connaissances qu'un individu a sur son propre fonctionnement cognitif, sur ses limites et sur les stratégies qu'il peut mettre en place pour y palier	Connaissances métacognitives Difficilement verbalisables et relatives à l'ensemble des connaissances qu'un individu a sur son propre fonctionnement cognitif, sur ses limites et sur les stratégies qu'il peut mettre en place pour y palier
(b) Evolutions de la dimension des activités		
Bloom (1956)	Anderson et Krathwohl (2001)	Lee et al., (2015)
Understand	Remember Récupérer des informations, des connaissances pertinentes en MLT → Récupérer, Reconnaître, Rappeler, Mémoriser	Apprentissage réceptif Acquérir et recevoir des connaissances Ne nécessite pas de (ré)utilisation OU (Ré)utilisation lors d'activité d'apprentissage de bas niveaux (<i>Remember et Understand</i>)
	Understand Déterminer la signification des informations traitées et construire du sens.	

Traduire, interpréter, extrapoler les informations collectées, les connaissances acquises	➔Interpréter, Illustrer, Résumer, Inférer, Expliquer	➔Mémoriser, Comprendre de façon superficielle, Reformuler des connaissances reçues et apprises
Apply Mettre en œuvre une procédure, une méthode à partir des informations collectées, des connaissances acquises Analyze Analyser un ensemble d'informations, déterminer leurs relations et leurs principes d'organisation à partir des informations collectées, des connaissances acquises Evaluate Evaluer et juger un ensemble d'informations à partir de certains critères, des informations collectées et des connaissances acquises	Apply Effectuer ou utiliser une procédure, une méthode dans une situation donnée. ➔Exécuter, Faire, Mettre en œuvre, Réaliser Analyze Diviser les informations, les concepts, les connaissances en fonction de leurs différents composants et aspects puis détecter les relations qui les unissent. ➔Différencier, Organiser, Classifier, Comparer Evaluate Juger en fonction de critères et de normes. ➔Vérifier, Critiquer	Apprentissage critique Acquérir, recevoir et réutiliser des connaissances lors d'activité d'apprentissage de niveaux intermédiaires (<i>Apply, Analyze, Evaluate</i>) ➔Examiner, critiquer, évaluer des idées, mettre en œuvre des arguments acquis à partir de sources multiples et menant à une compréhension profonde
Synthesize Production d'un nouvel ensemble d'informations unique à partir des informations collectées, des connaissances acquises	Create Assembler plusieurs informations, connaissances acquises pour produire un nouvel ensemble d'informations unique et cohérent et créer une production originale. ➔Générer, planifier, produire, construire, développer	Apprentissage créatif Acquérir, recevoir, réutiliser, créer Réutiliser les connaissances reçues et apprises dans des activités d'apprentissage de haut niveaux impliquant la génération de nouvelles idées, d'informations, de connaissances et l'élaboration d'un nouvel ensemble d'informations uniques et cohérent ➔Générer, planifier, produire, construire, développer

Annexe B. Exemples et synthèse des différentes applications de la taxonomie des objectifs d'apprentissage dans les études *SAL* afin de développer **a)** des scénarios et des énoncés de tâches d'apprentissage, **b)** des questionnaires d'évaluation de l'apprentissage en sortie de RI, **c)** des questionnaires d'auto-évaluation de l'apprentissage par les utilisateurs. *Note. A&K (2001): Anderson & Krathwohl (2001)*

(a) Développement des scénarios et des énoncés des tâches d'apprentissage			
Utilisation de la dimension des activités d'apprentissage pour chaque tâche (version A&K, 2001)	Utilisation de la dimension des activités d'apprentissage pour chaque sous-tâche liée à une tâche d'apprentissage générale (Version A&K, 2001)	Utilisation des deux dimensions : connaissances et activité d'apprentissage (Version A&K, 2001)	Utilisation de la version révisée de la dimension des activités d'apprentissage (Lee et al., 2015)
Capra et al., (2015) ; Jansen, Booth, et Smith, (2009) ; Kelly et al., (2015) ; Wildemuth et al., (2018) ; Wu et al., (2012)	Ghosh et al., (2018)	Urgo et al., (2020)	Liu et al., (2019) ; Liu et Song (2018) ; Zhang et Liu (2020)
Exemples Remember : listez 5 films réalisés par Steven Spielberg. Understand : expliquez ce qu'est la vitamine K. Apply : présentez la procédure à suivre pour vendre une paire de chaussures sur un site de ventes entre particuliers spécialisé. Analyze : présentez les différents risques liés à chaque méthode de bronzage artificielle. Evaluate : déterminez quels sont les avantages et les inconvénients de l'énergie nucléaire. Create : créez un programme sportif de remise en forme d'une semaine pour votre grand-mère.	Exemples Scénario général de la tâche d'apprentissage Vous devez rédiger un rapport sur la cyber-intimidation qui sera utilisé dans le cadre d'une formation. Sous-tâche 1 : Remember / Understand Qu'est-ce-que la cyber-intimidation ? Sous-tâche 2 : Apply Vous souhaitez en apprendre davantage sur les différents cas connus de cyber-intimidation. Que mettent en avant ces cas ? Ont-ils des caractéristiques communes ? Sous-tâche 3 : Analyze Quelle est la principale cause du comportement d'intimidation en ligne ? Dans quelles mesures les technologies sont-elles associées à la cyber-intimidation ? Pourquoi ? Sous-tâche 4 : Evaluate Quelles sont les stratégies actuellement disponibles pour atténuer la cyber-intimidation dans les écoles et les universités ? Quelle stratégie pensez-vous être la meilleure et pourquoi ? Sous-tâche 5 : Create Produisez votre rapport final en intégrant toutes vos réponses aux questions.	Exemples Evaluate + Connaissances conceptuelles : Vous n'êtes pas familier avec le concept de <i>portance</i> qui permet d'expliquer pourquoi les avions peuvent voler. Vous savez qu'il existe deux principes prédominants : le principe de Bernoulli et les lois de Newton. Evaluez lequel de ces deux principes explique le mieux la notion de <i>portance</i> en fournissant un argument logique et bien raisonné pour appuyer votre explication. Comprendre les liens entre deux principes différents sur la <i>portance</i> = connaissances conceptuelles	Exemples Apprentissage réceptif : Avant de vous acheter un masque antibrouillard, vous souhaitez connaître les types de masques disponibles et comprendre les différences qui existent entre ces masques. Apprentissage critique : Votre cousin souhaite rejoindre l'équipe de football de son lycée mais il souhaite connaître votre avis sur les avantages et les inconvénients de jouer au football sur une longue période.
(b) Développement de questionnaires d'évaluation de l'apprentissage en sortie de RI			

Utilisation de la dimension des activités d'apprentissage (Version A&K, 2001 ; Bloom, 1956)	Utilisation de la dimension des activités d'apprentissage (Version A&K, 2001)	Utilisation de la version révisée de la dimension des activités d'apprentissage (Lee et al., 2015)
Développement de questions d'évaluation de l'apprentissage en sortie de RI (Abualsaud, 2017 ; Collins-Thompson et al., 2016)	Développement de tests de connaissances spécifiques à chaque niveau d'activité d'apprentissage en sortie de RI (Kalyani & Gadiraju, 2019)	Développer des questions d'évaluation de l'apprentissage en sortie de RI (Roy et al., 2021)
Exemples Evaluation de l'apprentissage de bas niveau à travers des réponses courtes Q1 – Remember : listez les types de méthodes pouvant être utilisées pour nettoyer les déversements liés à une marée noire. Q2 – Understand : expliquez quels sont les facteurs sur lesquels doivent s'appuyer les spécialistes pour décider des méthodes à utiliser pour nettoyer les déversements. Q3 – Apply : décrivez les effets des déversement d'hydrocarbure ainsi que leurs impacts sur l'Homme et l'environnement. Evaluation de l'apprentissage intermédiaire et de haut niveau à travers des réponses ouvertes Q4 – Analyze : veuillez rédiger un plan d'article sur le sujet des marées noires. Q5 – Evaluate : veuillez résumer tout ce que vous avez appris sur le sujet des marées noires en trois à cinq phrases. Q6 – Create : veuillez lister les questions que vous vous posez encore sur le sujet des marées noires suite à votre recherche.	Exemples Evaluation de l'apprentissage de bas niveaux Test 1 – Remember : énoncés vrai/faux Test 2 – Understand : QCMs Evaluation de l'apprentissage de niveaux intermédiaires Test 3 – Apply : classement d'items dans le bon ordre Test 4 – Analyze : classement d'items dans des catégories plus larges Test 5 – Evaluate : considérer plusieurs alternatives, sélectionner celle qui semble être la meilleure, justifier le choix final Evaluation de l'apprentissage de haut niveau Test 6 – Create : concevoir un plan d'article	Exemples Question réceptive Si vous le pouvez, fournissez les définitions de 10 termes de vocabulaire relatifs au sujet abordé. Question critique Analysez les problématiques qui ressortent de ce sujet et présentez votre point de vue.
(c) Développement de questionnaires d'auto-évaluation de l'apprentissage		
Utilisation des deux dimensions : connaissances et activité d'apprentissage (Version A&K, 2001)		Utilisation de la dimension des activités d'apprentissage (Version A&K, 2001)
Développement d'échelles de Lickert en 7 pts Urgo et al., (2020)		Présentation aux utilisateurs d'une liste de 20 verbes d'actions d'apprentissage en lien avec les différents niveaux. Ghosh et al., (2018)

Exemple Auto-évaluation des activités d'apprentissage sur une échelle en 7 points Remember : la tâche nécessite que je mémorise des informations. Understand : la tâche nécessite que j'aie au-delà d'une mémorisation simple et que je comprenne plus profondément les informations que je trouve. Apply : la tâche nécessite que j'applique les informations que j'ai apprises pour résoudre des problèmes. Analyze : la tâche nécessite que je fasse une distinction entre différentes idées liées les unes aux autres. Evaluate : la tâche nécessite que j'évalue différentes alternatives afin de prendre des décisions. Create : la tâche nécessite que je crée de nouvelles solutions à un problème. Auto-évaluation du type de connaissances sur une échelle en 7 points Connaissances factuelles : la tâche nécessite l'apprentissage de faits Connaissances conceptuelles : la tâche nécessite l'apprentissage de concepts ainsi que leurs définitions. Connaissances procédurales : la tâche nécessite que j'apprenne les différentes étapes de procédures	Exemple Verbes d'actions Distinguer, montrer, définir, identifier, inférer, planifier, construire ... Modalité de réponse Les utilisateurs sélectionnent l'ensemble des verbes qu'ils considèrent avoir dû faire pour résoudre la/les tâches assignées
---	--

Annexe C. Synthèse comparative des **(a)** modèles constructivistes et **(b)** d'autorégulation de l'apprentissage par la RI par rapport au modèle *DEEL* (Hardy et al., 2019). *Note.* Modèles partageant des caractéristiques avec *DEEL*. Liens entre les caractéristiques des différents modèles et celles de *DEEL*. Éléments en correspondance avec l'exploration thématique. Éléments en correspondances avec l'exploitation thématique.

(a) Changements dans la structure de connaissances des utilisateurs au cours de la RI (phase d'apprentissage)				
Modèles	Avant la RI Planification	Pendant la RI : traitement des informations, compréhension, changements dans la structure de connaissances		
		<i>Début</i>	<i>Milieu</i>	<i>Fin</i>
<i>ISP</i> (Kuhltau, 1991)	Initiation du besoin d'information Sélection du sujet à investiguer	Exploration du sujet	Formulation du/des centres d'intérêts	Collecte des informations
<i>ISP</i> révisé (Vakkari, 2001a, 2001b)	Pré-focus Connaissances générales, fragmentaires et vagues concernant le sujet Difficulté à planifier la recherche, à définir la tâche et à construire le besoin d'information	Formulation du focus Cadrage de la tâche à accomplir et définition du besoin d'information Recherche d'informations factuelles de bases et générales	Focus Connaissances plus spécifiques et conceptuelles concernant le sujet Compréhension plus profonde permettant une focalisation sur des informations ciblées et spécifiques	Post-focus Recherche de contrôle pour trouver d'éventuelles nouvelles informations
<i>ISP</i> associé au <i>SAL</i> (Vakkari, 2016)	Structure de connaissances initiale faible	Assimilation / Accrétion des connaissances dans la structure initiale Ajout/Intégration de nouvelles connaissances	Assimilation / Accrétion Et/Ou Accommodation / Restructuration	Accommodation / Restructuration de la structure de connaissances initiales Ajout, Modification, Intégration de changements structurels et sémantiques entre différents concepts ou différentes parties d'un concept
<i>DEEL</i> (Hardy et al., 2019)	Structure de connaissances initiale faible	Objectif d'apprentissage par exploration thématique des contenus Objectif d'acquisition de nouvelles connaissances générales, variées menant à une compréhension superficielle du sujet.	Exploration thématique Et/Ou Exploitation thématique	Objectif d'apprentissage par exploitation thématique des contenus Objectif de consolidation, de modification, de correction de connaissances ciblées et spécifiques menant à une compréhension approfondie du sujet.
	Structure de connaissances initiale élevées	Objectif d'apprentissage par exploitation thématique des contenus	Exploration thématique Et/Ou Exploitation thématique	Exploration thématique Et/Ou Exploitation thématique
(b) Processus cognitifs, processus métacognitifs et raisonnement par heuristiques dans l'apprentissage par la RI				
Modèles	Processus cognitifs	Processus métacognitifs	Raisonnement par heuristique	

Modèle cognitif RI as RP (Sanchiz et al., 2020)	Mémoire de travail Mise à jour Comparaison mentale entre contenus d'informations (SERPs, documents hypertextes) et représentation mentale Traitement des informations Lecture / compréhension / extraction et intégration des informations (ou connaissances)	Planification et 1^{ère} itération de requêtes Construction représentation mentale initiale du but de recherche et des stratégies à mettre en œuvre pour l'atteindre avant la RI dans l'hypertexte	Heuristique navigationnelle exploration-exploitation <i>Exploration</i> : évaluation et sélection des SERPs, initiation des nouvelles pistes de recherche <i>Exploitation</i> : traitement approfondi des hypertextes et navigation intra-document
Modèle <i>EST</i> (Tricot & Rouet, 1998)	Evaluation Comparaison mentale entre la structure de connaissances et le contenu de l'hypertexte Sélection Localisation des zones de l'hypertexte à traiter de façon approfondies (lecture) Traitement Lecture / compréhension / extraction et intégration des informations (ou connaissances)	Planification Construction modèle de tâche et modèle de l'activité avant la RI Contrôle Surveillance de l'activité de RI dans l'hypertexte et autoévaluation des interactions (échec, réussite, difficultés rencontrées ...) Régulation Adaptation des comportements de navigation et de RI, modification des stratégies	Raisonnement par heuristique <i>Sélection</i> : calcule en MDT d'une valeur d'intérêt du contenu de l'hypertexte
Modèle <i>RESOLV</i> (Britt et al., 2018 ; Rouet et al., 2017)	Traitement des informations par la lecture Lecture / compréhension / extraction et intégration des informations (ou connaissances)	Planification Construction modèle de contexte et modèle de tâche avant la lecture de texte Contrôle et Régulation Mise à jour des objectifs de lecture en MDT en fonction des contenus d'informations lus et traités (dynamique) FOKE (Feeling of knowing evaluations) Comparaison mentale entre les contenus à lire et à traiter avec la structure de connaissances	Raisonnement par heuristique pour les choix stratégiques de lecture par autoévaluation du coûts-bénéfices de la lecture en fonction des ressources disponibles (compétences, connaissances), des contraintes environnementale (temporelles, physique), de la perception de la tâche et d'autres variables comme l'intérêt ou la motivation
<i>DEEL</i> (Hardy et al., 2019)		Planification, Contrôle et Régulation des objectifs d'apprentissage part le calcul de l' Information-Knowledge Gap : Comparaison mentale entre les contenus d'apprentissage et la structure de connaissances menant à deux perceptions : Perception du niveau de nouveauté du contenu Perception du niveau de connaissances	Raisonnement par heuristique basé sur le résultat de l' Information-Knowledge Gap , de la motivation à apprendre, des ressources disponibles et des contraintes pour le choix des objectifs d'apprentissage (apprendre efficacement en minimisant les efforts et en préservant au maximum les ressources cognitives) : Objectif d'apprentissage par exploration thématique Objectif d'apprentissage par exploitation thématique

Annexes de la Partie 2 : Travaux empiriques

Chapitre 7 – Méthodologie générale

Annexe D. Tableau de synthèse des recueils de données réalisés et utilisés dans le cadre des travaux empiriques présentés dans la thèse et dans le cadre d'autres travaux scientifiques (colloques, congrès, soumissions dans des revues)

 Recueil de données n°1					
Chapitres de thèse	Autres travaux scientifiques				
Chapitre 7 – Etude expérimentale 1	Poster et acte publié Dosso, C., Tamine, L., Paubel, P.V. & Chevalier A. (2021, June). The impact of expertise on query formulation strategies during complex learning task solving: A study with students in medicine and computer science. <i>In Proceedings of the 21st Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2021), Vol. V, Methods & Approaches</i> , 621-627.	Communication longue et acte publié Dosso, C., Chevalier, A., Paubel, P.V. & Tamine, L. (2021, juillet). <i>Effet de l'expertise du domaine sur les stratégies de recherche d'information : cas des tâches complexes</i> . Communication orale présentée à la 11 ^{ème} conférence de psychologie ergonomique (EPIQUE 2021), Lille, France, 154-160.	Ressource paper Dosso, C., Moreno, J.G., Chevalier, A. & Tamine, L. (2021, November). CoST: An annotated Data Collection for Complex Search. <i>Proceedings of the 30th CIKM (2021)</i> , 4455–4464.	Communication courte et résumé court Dosso, C., Moreno, J.G., Chevalier, A. & Tamine, L. (2022, July). Using CoST on self-assessment domain expertise in complex search tasks. <i>Proceedings of the 2nd Joint Conference of the Information Retrieval Communities in Europe (CIRCLE 2022)</i> .	Article dans des revues indexées Dosso, C., Tamine, L., Paubel, P.V. & Chevalier, A. Navigational and thematic exploration-exploitation trade-offs during web-search : Effects of prior domain knowledge, search contexts and strategies on search outcome. (Submitted, November, 2022), <i>Behaviour & Information Technology</i> .
Une partie de recueil de données n°1	Une partie de recueil de données n°1	Une partie de recueil de données n°1	Intégralité du recueil de données n°1	Une partie de recueil de données n°1	Une partie de recueil de données n°1
 Recueil de données n°2					
Chapitres de thèse	Autres travaux scientifiques				
Chapitre 8 – Etude expérimentale 2	Communication longue et actes Dosso, C., Chevalier, A., Tamine, L., Paubel, P.V. & Salmerón, L. « <i>Autres questions posées</i> » dans Google : Rôle des connaissances antérieures du domaine et du type de tâche sur les stratégies de traitement des utilisateurs. (Soumis, février 2023). Epique 2023.		Articles dans des revues indexées Dosso, C., Chevalier, A., Tamine, L., Paubel, P.V. & Salmerón, L. People Also Ask: How does this tool affect exploration-exploitation strategies with regard to prior domain knowledge and search contexts? An eye-tracking study. (En cours de soumission). <i>Applied Ergonomics</i> .		

Intégralité du recueil de données n°2	Une partie du recueil de données n°2	Intégralité du recueil de données n°2
▲ Recueil de données n°3 + ▲ Recueil de données n°4		
Chapitres de thèse	Autres travaux scientifiques	
Chapitre 9 – Etude expérimentale 3	Article dans des revues indexées Dosso, C., Tamine, L. & Chevalier, A. Exploratory and creative tasks : how users (re)plan their Exploration-Exploitation learning goals under their prior domain knowledge? (<i>En cours de soumission</i>). <i>Journal of Cognitive Education and Psychology</i> .	
Intégralité du recueil n°3 + une petite partie du recueil n°4	Intégralité du recueil n°3 + une petite partie du recueil n°4	
▲ Recueil de données n°4		
Chapitres de thèse	Autres travaux scientifiques	
Chapitre 10 – Etude expérimentale 3	En cours de rédaction sous format article dans des revues indexées Dosso, C., Chevalier, A. & Tamine, L. (<i>En cours de rédaction</i>). <i>Journal of the Association for Information Science and Technology (JASIST)</i> .	
Intégralité du recueil de données n°4	Intégralité du recueil de données n°4	

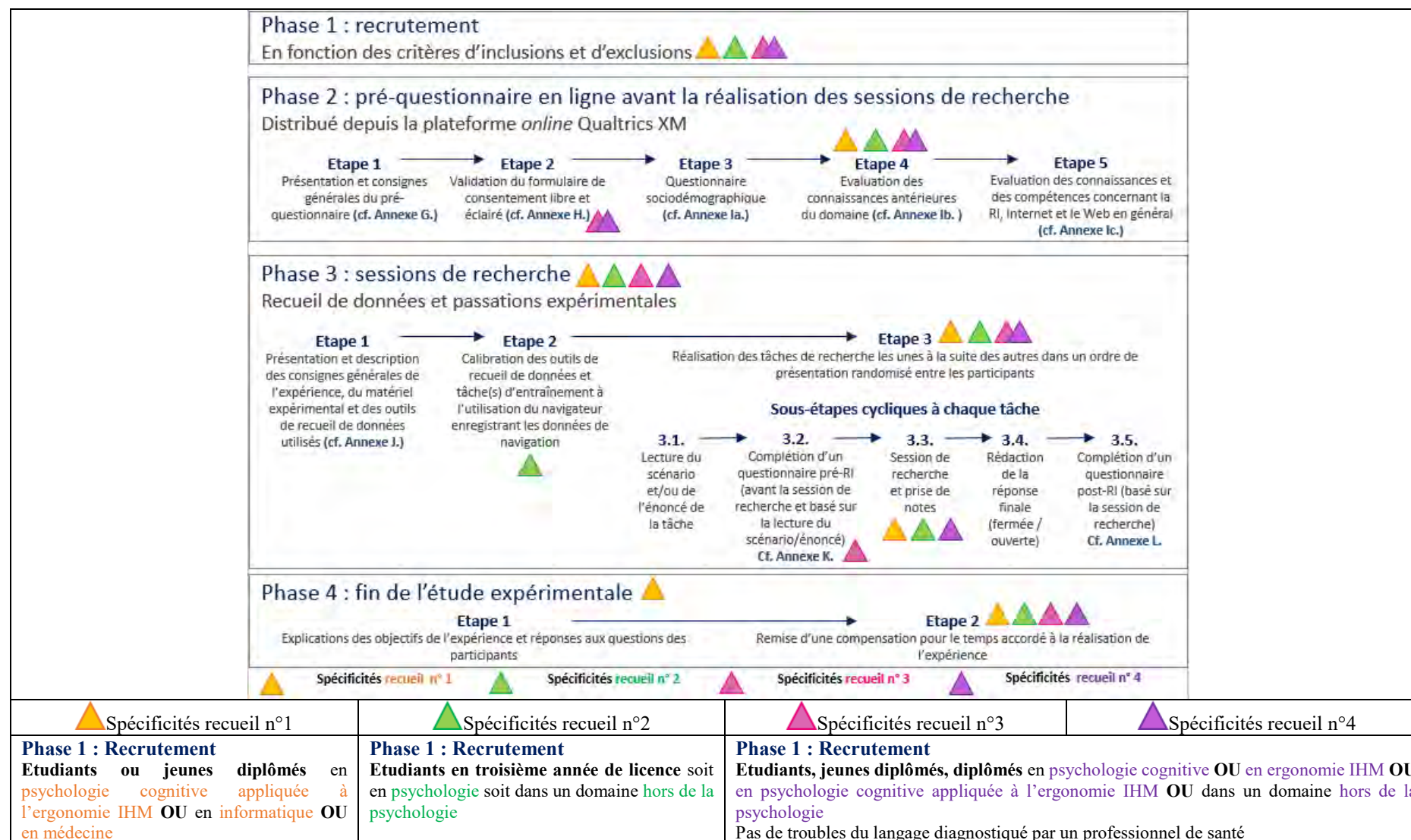
Annexe E. Tableau de synthèse des énoncés et des scénarios des tâches de lookup complexes et d'apprentissage utilisées dans les différents recueils de données utilisés

	Tâche(s) d'entraînement et de contrôle	Tâche de lookup complexe en lien avec le/les domaine(s) de connaissance(s)	Tâche exploratoire et d'apprentissage en lien avec le/les domaine(s) de connaissance(s)	Tâche d'apprentissage évaluative et de prise de décision en lien avec le/les domaine(s) de connaissance(s)	Tâche d'apprentissage, de résolution de problème et de création en lien avec le/les domaine(s) de connaissance(s)
	Lookup simple Fact-finding Réponse fermée	Lookup complexe Multicritères et inférentielles Réponse fermée	Apprentissage bas niveau (Remember et Understand) Connaissances factuelles et conceptuelles Réponse Ouverte	Apprentissage de niveau intermédiaire (Analyze et Evaluate) Connaissances factuelles et conceptuelles Réponse Ouverte	Apprentissage de niveau supérieur (Create) Connaissances factuelles, conceptuelles et procédurales Réponse Ouverte
Recueil de données n°1  Enoncés et scénarios retenus et analysés dans l'étude expérimentale n°1 de la thèse	Hors des domaines de connaissances (entraînement) Quelle fût la <i>durée</i> du <i>règne de Louis XIV</i> ? 72 ans Quel était le <i>vrai nom</i> de <i>Freddy Mercury</i> ? Farrokh Bulsara Dans les domaines de connaissances (contrôle) Psychologie/Ergonomie cognitive Qui est l' <i>auteur</i> de l' <i>hypothèse</i> de la <i>modularité</i> ? Jerry Fodor (1983) Informatique Quel est le <i>nom</i> du chercheur qui a <i>inventé</i>	Psychologie/Ergonomie cognitive <i>Un chercheur reproduit une étude</i> visant à étudier l'effet du bruit et du sommeil sur la concentration où le matériel consiste en un panneau , des lumières et des boutons . A votre avis, qui est l'auteur original de l'étude que le chercheur vise à reproduire ? Wilkinson (1963) Concentration → Attention Lumières → Lampe Boutons → Touche Informatique <i>Un stagiaire souhaite développer une</i> <i>technique</i> de <i>construction</i> <i>programmée</i> de <i>synthèse</i> de <i>tweets</i> qui <i>traitent d'un sujet donné</i> , en utilisant une <i>procédure</i> basée <i>graphes</i> . A votre avis, quelle est le nom de cette technique ? PageRank Programmée → Automatique	Psychologie/Ergonomie cognitive <i>Vous souhaitez en</i> <i>apprendre davantage sur</i> <i>les représentations</i> <i>mentales et leurs</i> <i>diverses formes.</i> Informatique <i>Vous souhaitez en</i> <i>apprendre davantage sur</i> <i>le « Big Data ».</i> Médecine <i>Vous souhaitez en</i> <i>apprendre davantage sur</i> <i>l'Endométriose.</i>	Psychologie/Ergonomie cognitive <i>Dans le cadre d'un projet de</i> <i>conception d'un site Web, vous</i> <i>avez pour objectif de proposer une</i> <i>architecture de qualité pour votre</i> <i>site. Vous souhaitez mettre en</i> <i>place une méthodologie de tri de</i> <i>cartes mais vous hésitez entre un</i> <i>tri de cartes ouvert ou fermé et</i> <i>physique ou informatisé. Après</i> <i>avoir relevé les avantages et les</i> <i>inconvenients de chaque type de tri</i> <i>de cartes, sélectionnez la méthode</i> <i>qui vous paraît la meilleure en</i> <i>justifiant vos choix.</i> Informatique <i>Dans le cadre de votre stage de</i> <i>master, vous avez l'objectif de</i> <i>développer un programme</i> <i>détecteur de plagiat. Vous</i> <i>souhaitez mettre en place une</i> <i>méthodologie d'analyse de textes</i> <i>mais vous hésitez entre l'utilisation</i> <i>simple de la morphologie du texte</i>	Psychologie/Ergonomie cognitive <i>Dans le cadre d'un projet de</i> <i>conception d'un site Web spécialisé</i> <i>dans la publication de podcast</i> <i>vulgarisant le domaine de la</i> <i>psychologie cognitive, vous</i> <i>souhaitez créer un persona ad-hoc</i> <i>primaire. Avec les informations</i> <i>recueillies sur Internet, proposez</i> <i>votre persona primaire.</i> Informatique <i>Dans le cadre de votre entretien</i> <i>d'embauche, on vous demande de</i> <i>créer une ressource qui permet de</i> <i>transcrire un texte écrit dans un</i> <i>langage sms en un texte écrit dans</i> <i>un langage bien formé. Avec les</i> <i>informations collectées sur internet,</i> <i>proposer une méthodologie</i> <i>générale mais précise qui montre</i> <i>vos atouts et motive l'employeur à</i> <i>vous embaucher.</i>

	le modèle vectoriel de recherche d'information ? Gérard Salton (1975) Médecine Quelle est la valeur d'une hyponatrémie sévère ? Valeur inférieure à 120 mmol/	Synthèse → Résumé Procédure → Algorithme Médecine Une très jeune personne vient en consultation et présente une dermatite d'apparition brutale et transitoire. En observant les lésions, on note la présence de papules. Au reste de l'examen clinique, on retrouve des adénopathies. A votre avis, de quoi souffre ce patient ? Syndrome de Gianotti Crosti Très jeunes personnes → Enfants Apparition brutale → Aigüe Adénopathies → Ganglions		(mots, n grammes, phrases etc.) ou l'utilisation de ressources externes (dictionnaires, thesaurus, Word embeddings). Après avoir relevé les avantages et inconvénients de chaque type d'analyse, sélectionnez la méthode qui vous paraît la meilleure en justifiant vos choix. Médecine Une femme de 83 ans a fait un AVC non séquellaire il y a 5 mois. Au bilan de l'AVC on découvre une fibrillation auriculaire. Elle a chuté 3 fois lors des deux derniers mois. Doit-on mettre en place un traitement par anticoagulant ? Après avoir évalué le rapport bénéfice risque de la mise en place ou non d'un traitement par anticoagulant, sélectionnez la prise en charge qui vous paraît la meilleure en justifiant vos choix.	Médecine Un homme de 47 ans se présente aux urgences pour des douleurs de l'hypochondre gauche évoluant depuis 24H non calmées par les antalgiques de palier 1. Dans ses antécédents on retrouve un lupus cutané et une polyglobulie. Le bilan biologique est normal. Le scanner abdomino-pelvien retrouve deux hypodensités spléniques. Avec les informations recueillies sur Internet, proposez votre diagnostic et des hypothèses étiologiques.
Recueil de données n°2 ▲	Dans les domaines de connaissances (entraînement et contrôle) En quelle année a été ouvert le premier laboratoire de psychologie expérimentale ? 1879	Dans le cadre d'un cours, vous êtes amené(e) à réaliser un travail de recherche. Vous devez utiliser un paradigme expérimental qui présente à de très jeunes personnes des récits imaginaires se déroulant dans un cadre familial ou scolaire où des jugements doivent être exprimés. Paradigme d'étude de la responsabilité (Jean Piaget) / Paradigme piagétien Très jeunes personnes → Enfant Récits imaginaires → Histoires fictives Votre objectif est de trouver un paradigme expérimental <u>qui satisfasse</u>	Dans le cadre d'un cours, vous êtes amené(e) à réaliser un travail de réflexion sur le concept de l'Attention. Par rapport à tout ce que vous connaissez déjà sur ce concept, votre objectif est d'<u>acquérir de nouvelles connaissances que vous n'avez actuellement pas</u> en vous rendant sur internet pendant <u>15 minutes obligatoires et maximum.</u>	/	/

		<u>à l'ensemble de ces critères en vous rendant sur internet pendant maximum 15 minutes.</u>			
Recueil de données n°3 	/	/	<i>Vous souhaitez en apprendre davantage sur le concept d'Attention.</i>	/	<i>Dans le cadre d'un projet de conception d'une encyclopédie en ligne spécialisée dans l'univers Geek, vous souhaitez établir le profil utilisateur typique de votre site à travers la création d'un persona ad-hoc primaire précis et exhaustif.</i>
Recueil de données n°4 	Hors des domaines de connaissances (entraînement) <i>Quelle fût la durée du règne de Louis XIV ?</i> 72 ans	/	<i>Vous souhaitez en apprendre davantage sur le concept d'Attention. Pensez à tout ce que vous connaissez mais aussi à tout ce que vous aimeriez connaître au sujet du concept d'Attention.</i> <i>Vous devez rechercher un maximum d'informations sur le concept d'Attention en vous rendant sur Internet pendant une durée obligatoire de 30 minutes.</i>	/	<i>Dans le cadre d'un projet de conception d'une encyclopédie en ligne spécialisée dans l'univers Geek, vous souhaitez établir le profil utilisateur typique de votre site à travers la création d'un persona ad-hoc primaire précis et exhaustif. Pensez à tout ce que vous connaissez mais aussi à tout ce que vous aimeriez connaître pour réaliser cette tâche et proposez votre persona ad-hoc primaire précis et exhaustif.</i> <i>Vous devez rechercher un maximum d'informations sur cet tâche en vous rendant sur Internet pendant une durée obligatoire de 30 minutes.</i>
Légende. Enoncés et scénarios tels que présentés à l'ensemble des participants pour chaque recueil Enoncés retenus dans l'étude expérimentale n°1 présentée dans ce document Les mots-clés ou groupe de mots-clés pertinents à intégrer à la requête pour trouver la réponse cible (gras noir) Réponse correcte à localiser (gras vert) Les mots-clés ou groupe de mots-clés ambigus (gras bleu) qui demandent aux utilisateurs d'inférer de nouveaux mots-clés plus spécifiques et pertinents (gras orange)					

Annexe F. Représentation schématique et tableau de synthèse présentant le protocole expérimental suivi et intégrant les spécificités méthodologiques de chaque recueil de données utilisés



	Pas de troubles du langage diagnostiqué par un professionnel de santé Pas de port de lentilles de contact et/ou de paires de lunettes à armature épaisse		
Phase 2 : pré-questionnaire en ligne avant la réalisation des sessions de recherche Etape 1 Etape 2 Etape 3 Etape 4 Trois Questionnaires à Choix Multiples • 10 questions en psychologie cognitive et ergonomie cognitive • 10 questions en informatique • 10 questions en médecine Etape 5	Phase 2 : pré-questionnaire en ligne avant la réalisation des sessions de recherche Etape 1 Etape 2 Formulaire de consentement libre et éclairé validé par le Comité d’Ethique et de la Recherche de Toulouse (CER) Etape 3 Etape 4 Deux Questionnaires à Choix Multiples • 7 questions en psychologie cognitive • 7 questions en psychologie du développement Etape 5	Phase 2 : pré-questionnaire en ligne avant la réalisation des sessions de recherche Etape 1 Etape 2 Formulaire de consentement libre et éclairé validé par le Comité d’Ethique et de la Recherche de Toulouse (CER) Etape 3 Etape 4 Deux Questionnaires à Choix Multiples • 7 questions en psychologie cognitive • 7 questions en ergonomie IHS Etape 5	
Phase 3 : sessions de recherche Etape 1 Changement de la procédure expérimentale entre l’avant et le pendant Covid 19 • Avant (présentiel) : sessions de recherche effectuées à la plateforme CCU (Cognition, Comportements et Usages) de l’Université Toulouse Jean-Jaurès • Pendant (distanciel) : sessions de recherches effectuées au domicile des participants avec ou sans la présence de l’expérimentateur Matériel expérimental (rappel des consignes, scénarios et énoncés des tâches, encadrés pour la rédaction des réponses questionnaires pré- et post-RI) sous format	Phase 3 : sessions de recherche Etape 1 Présentiel : sessions de recherche effectuées à la plateforme CCU à l’Université Toulouse Jean-Jaurès Matériel expérimental (rappel des consignes, scénarios et énoncés des tâches, encadrés pour la rédaction des réponses questionnaires pré- et post-RI) affiché sur l’écran de l’ordinateur et distribué depuis Qualtrics XM	Phase 3 : sessions de recherche Pas de sessions de recherche réelles (questionnaire online uniquement) Etape 1 Distanciel : complétion du questionnaire sans la présence de l’expérimentateur et distribué depuis Qualtrics XM	Phase 3 : sessions de recherche Etape 1 Distanciel : sessions de recherche effectuées au domicile des participants sans la présence de l’expérimentateur Matériel expérimental (rappel des consignes, scénarios et énoncés des tâches, encadrés pour la rédaction des réponses questionnaires pré- et post-RI) envoyé par mail aux participants et distribué depuis Qualtrics XM

papier/crayon et transmis en main-propre aux participants Etape 2 Etape 3 15 tâches variant selon 5 niveaux de complexité et selon 3 domaines (psychologie et ergonomie cognitive, informatique, médecine) • Lookup simple (fact-finding) • Apprentissage exploratoire • Apprentissage par évaluation et prise de décision • Apprentissage créatif et résolution de problème • Lookup complexe (multicritères - inférentielles)	Etape 2 Calibration des lunettes mobiles d'eye-tracking Etape 3 2 tâches en lien avec 2 contextes de recherche différents • Lookup complexe (multicritères – inférentielles) en psychologie du développement • Apprentissage exploratoire en psychologie cognitive	/ Etape 3 2 tâches d'apprentissage variant selon 2 niveaux de complexité • Apprentissage exploratoire en psychologie cognitive • Apprentissage créatif et résolution de problèmes en ergonomie IHS	Etape 2
3.1. 3.2.	3.1. 3.2.	3.1. 3.2. Questionnaire online uniquement (sans Internet et uniquement à partir des connaissances antérieures du domaine/sujet de la tâche présentée) • Rappel libre : résumer des connaissances concernant le/les sujet(s) et concept(s) contenu(s) dans l'énoncé de la tâche présentée • Association libre : lister un maximum de mots, termes, concepts pouvant être en lien avec le/les sujet(s) et concept(s) contenu(s) dans l'énoncé de la tâche présentée • Production de requête : lister un maximum de requêtes pouvant être soumises à un moteur de recherche et permettant d'acquérir de nouvelles connaissances et d'en apprendre davantage sur le/les sujet(s) et	3.1. 3.2.

3.3. 3.4. Sessions de recherche et prise de notes • Temps : illimité et au choix des participants pour chaque tâche • Prise de notes : pas obligatoire et libre 3.5.	3.3. 3.4. Sessions de recherche et prise de notes • Temps : ○ Lookup complexe (15 minutes maximum et non-obligatoire) ○ Apprentissage exploratoire (15 minutes maximum et obligatoire) • Prise de notes : pas obligatoire et libre 3.5.	concept(s) contenu(s) dans l'énoncé de la tâche présentée 3.3. /	3.3. 3.4. Sessions de recherche et prises de notes • Temps : 30 minutes maximum et obligatoire pour chaque tâche • Prise de notes : obligatoires et consignes précises ○ Indiquer avant chaque nouvelle prise de notes l'URL du document ou du SERP à partir duquel les notes sont prises ○ Indiquer « perso » lorsque les notes ne proviennent pas du contenu en ligne (i.e. idées et pensées personnelles) 3.5.
Phase 4 : fin de l'étude expérimentale Mesure des connaissances post-tâche sur le long terme (1 semaine après la session de recherche) concernant les sujets des tâches d'apprentissage et exploratoires (Bhattacharya & Gwizdka, 2019) Etape 1 Etape 2 • Compensation : carte cadeaux Cultura (15€)	Phase 4 : fin de l'étude expérimentale Etape 1 Etape 2 • Compensation : ○ Etudiants en psychologie : dispositif de bonification (Université Toulouse Jean-Jaurès) ○ Etudiants hors de la psychologie : Carte cadeaux FNAC (15€)	Phase 4 : fin de l'étude expérimentale Etape 1 Etape 2 • Pas de compensation	Phase 4 : fin de l'étude expérimentale Etape 1 Etape 2 • Compensation : carte cadeaux FNAC (15€)

Annexe G. Consignes générales des questionnaires en ligne pré-session de recherche pour chaque recueil de données utilisés

 Recueil n°1	 Recueil n°2												
Madame, Monsieur, Vous voici dans la première étape de l'étude que nous menons sur la thématique de la "Recherche d'informations sur Internet, l'Expertise et l'Apprentissage". Cette étape consiste en un pré-questionnaire contenant six parties qui sont détaillées dans le tableau ci-dessous. Avant de débiter, il vous sera demandé de prendre connaissance d'un "Formulaire de consentement libre et éclairé" relatif à vos droits et aux modalités de collecte des données. Organisation générale du pré-questionnaire <table border="1" data-bbox="203 483 1093 938"> <thead> <tr> <th>PARTIE</th> <th>DESCRIPTION</th> <th>TPS.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I. Questionnaire d'informations générales</td> <td>17 questions Niveau et domaine d'étude, âge, genre...</td> <td>5 min.</td> </tr> <tr> <td>II. QCMs (Psychologie cognitive et ergonomie, Médecine Générale, Informatique)</td> <td>10 questions / QCM Pour chaque question, vous aurez 5 possibilités de réponses parmi lesquelles "Je ne sais pas". Une seule réponse est juste. Vous aurez la possibilité d'accéder aux réponses en fin de questionnaire si vous le souhaitez.</td> <td>10 min.</td> </tr> <tr> <td>III. Questionnaire sur vos habitudes avec Internet</td> <td>11 questions Fréquence d'utilisation d'Internet, navigateur utilisé, type de tâches effectuées... Echelle de 10 items concernant vos compétences en Recherche d'informations "Lorsque je consulte Internet [...]" Faux, Plutôt faux, Plutôt Vrai, Vrai</td> <td>10 min.</td> </tr> </tbody> </table> Le temps total ce questionnaire est estimé à environ 20/30 minutes. Avant de commencer, voici quelques éléments importants à retenir : 1. Pour l'ensemble des questions qui vous seront présentées, nous vous demandons de ne pas aller chercher les réponses sur Internet ou ailleurs. Il est impératif que vous répondiez à ces questions en fonction de vos connaissances actuelles pour les QCM et selon ce qui vous correspond le plus pour les autres questions. 2. Pour l'ensemble des questions, notez qu'il n'y a pas de bonnes ou mauvaises réponses. Même pour les QCM, l'objectif est simplement de nous permettre de vous situer pour la suite de l'étude. 3. Dans le tableau ci-dessus, les QCM sont présentés dans l'ordre suivant : Psychologie cognitive et ergonomie, Médecine générale et Informatique. Cependant, l'ordre réel de présentation peut varier d'un participant à l'autre. Dans cette mesure, prenez connaissance du fait que vous devrez bien répondre à l'ensemble de ces QCM. 4. Essayez dans la mesure du possible de répondre à l'ensemble de ces questionnaires dans un même temps et d'éviter de revenir dessus ultérieurement.	PARTIE	DESCRIPTION	TPS.	I. Questionnaire d'informations générales	17 questions Niveau et domaine d'étude, âge, genre...	5 min.	II. QCMs (Psychologie cognitive et ergonomie, Médecine Générale, Informatique)	10 questions / QCM Pour chaque question, vous aurez 5 possibilités de réponses parmi lesquelles "Je ne sais pas". Une seule réponse est juste. Vous aurez la possibilité d'accéder aux réponses en fin de questionnaire si vous le souhaitez.	10 min.	III. Questionnaire sur vos habitudes avec Internet	11 questions Fréquence d'utilisation d'Internet, navigateur utilisé, type de tâches effectuées... Echelle de 10 items concernant vos compétences en Recherche d'informations "Lorsque je consulte Internet [...]" Faux, Plutôt faux, Plutôt Vrai, Vrai	10 min.	CONSIGNES GENERALES Comprendre l'effet des connaissances antérieures du domaine sur les stratégies de recherche d'informations à partir des mouvements oculaires. Madame, Monsieur, Dans le cadre d'une étude en Sciences Cognitives et Ergonomie des Interfaces Humain-Système s'inscrivant dans un projet de recherche pluridisciplinaire avec les Sciences de l'information, nous avons pour objectif de mieux comprendre les stratégies de recherche des utilisateurs lorsqu'ils effectuent des tâches de recherche complexes dans ou en dehors de leur domaine de connaissance. L'expérience se déroule en trois étapes : 1. Compléter dans son intégralité ce pré-questionnaire en ligne (env. 10 minutes) 2. A l'issue de ce pré-questionnaire, un mail vous sera envoyé afin que vous puissiez vous inscrire à un créneau pour venir réaliser des sessions de recherche d'informations sur internet à l'Université de Toulouse 2 Jean-Jaurès – Plateforme Cognition, Comportements et Usages (des indications sur comment venir sur cette plateforme vous seront communiquées). 3. Le jour de votre rendez-vous, vous réaliserez trois tâches de recherche d'informations pendant une durée totale de 30 minutes. L'expérience utilise un appareillage d'Eye-Tracking afin de collecter des données oculométriques. La calibration de l'appareil dure environ 5 minutes. Au total, la réalisation de l'intégralité de cette expérience prend environ 45-50 minutes. Pour participer, il faut remplir les caractéristiques suivantes : - Être actuellement étudiant(e) en Licence 3 - Dans n'importe quel domaine d'étude - Avoir moins de 40 ans - Être de langue maternelle française En cas de questions, n'hésitez pas à nous contacter à l'adresse suivante : study.is_learning@gmx.com CONSIGNES DU PRE-QUESTIONNAIRE Éléments importants à retenir : 1. Pour l'ensemble des questions qui vous seront présentées, nous vous demandons de ne pas aller chercher les réponses sur Internet ou ailleurs. Il est impératif que vous répondiez à ces questions en fonction de vos connaissances actuelles pour le QCM et selon ce qui vous correspond le plus pour les autres questions.
PARTIE	DESCRIPTION	TPS.											
I. Questionnaire d'informations générales	17 questions Niveau et domaine d'étude, âge, genre...	5 min.											
II. QCMs (Psychologie cognitive et ergonomie, Médecine Générale, Informatique)	10 questions / QCM Pour chaque question, vous aurez 5 possibilités de réponses parmi lesquelles "Je ne sais pas". Une seule réponse est juste. Vous aurez la possibilité d'accéder aux réponses en fin de questionnaire si vous le souhaitez.	10 min.											
III. Questionnaire sur vos habitudes avec Internet	11 questions Fréquence d'utilisation d'Internet, navigateur utilisé, type de tâches effectuées... Echelle de 10 items concernant vos compétences en Recherche d'informations "Lorsque je consulte Internet [...]" Faux, Plutôt faux, Plutôt Vrai, Vrai	10 min.											

5. Si vous êtes renvoyé(e) directement à la fin du questionnaire avant de l'avoir terminé, c'est peut-être que vous ne remplissez pas l'une des conditions pour pouvoir participer à cette étude. Par exemple, il faut que votre langue maternelle soit le français et vous ne devez pas avoir plus de 40 ans. Si un tel événement se produit et que vous ne comprenez pas la cause de celui-ci, prenez soin de noter la dernière question à laquelle vous avez répondu et contactez-moi par mail à l'adresse indiquée ci-dessous. Notez enfin que pour chaque partie du questionnaire, un rappel de ces règles vous sera présenté. Pour toutes questions concernant ce questionnaire ou l'étude en générale, vous pouvez me contacter à n'importe quel moment à l'adresse suivante : XXXXX@XXXXX.fr Pour terminer, je tiens à vous remercier sincèrement pour votre engagement et votre volontariat dans la participation à cette étude, car sans vous, je ne pourrais pas être en mesure de mener à bien mes travaux de recherche, ni pouvoir prétendre à la réussite de mes années de doctorat. Cette réussite étant pleinement dépendante du temps que vous me consacrez malgré vos propres études et vos propres occupations, sachez que je vous en suis pleinement reconnaissante. Pour rappel, afin de vous remercier pour votre participation, une carte cadeau Cultura d'une valeur de 15 euros vous sera remise à l'issue de l'expérience, c'est-à-dire au dernier rendez-vous à l'Université de Toulouse Jean-Jaurès. Lorsque vous êtes prêt(e) à commencer, cliquez sur la flèche en bas à droite de l'écran.	2. Pour l'ensemble des questions, notez qu'il n'y a pas de bonnes ou mauvaises réponses. Même pour le QCM, l'objectif est d'évaluer votre niveau de connaissances dans un domaine et de le situer pour la suite de l'étude. 3. Si vous êtes renvoyé(e) directement à la fin du questionnaire avant de l'avoir terminé, c'est peut-être que vous ne remplissez pas l'une des conditions pour pouvoir participer à cette étude. Par exemple, vous ne devez pas avoir plus de 40 ans. Si un tel événement se produit et que vous ne comprenez pas la cause de celui-ci, prenez soin de noter la dernière question à laquelle vous avez répondu et contactez-moi par mail à l'adresse suivante : study.is_learning@gmx.com Lorsque vous êtes prêt(e) à commencer, cliquez sur la flèche en bas à droite de l'écran.
 Recueil n°3	 Recueil n°4
CONSIGNES GENERALES Recherche d'informations sur Internet et Apprentissage Madame, Monsieur, Dans le cadre d'une pré-étude en Sciences Cognitives et Ergonomie des interfaces Humain-Système s'inscrivant dans un projet de recherche pluridisciplinaire avec les Sciences de l'information, nous avons pour objectif de mieux comprendre les comportements de recherche des utilisateurs lorsqu'ils effectuent des tâches de recherche et d'apprentissage complexes dans et en dehors de leur domaine de connaissance. Ce que l'on attend de vous (méthodologie) : Ce pré-questionnaire contient quatre parties détaillées dans le tableau ci-dessous. Avant de débiter, il vous sera demandé de prendre connaissance d'un "Formulaire de consentement libre et éclairé" relatif à vos droits et aux modalités de collecte des données. Contenu du pré-questionnaire	PRE-TEST : CONSIGNES GENERALES Recherche d'informations sur Internet et Apprentissage Madame, Monsieur, Dans le cadre d'une étude en Sciences Cognitives et Ergonomie des Interfaces Humain-Système s'inscrivant dans un projet de recherche pluridisciplinaire avec les Sciences de l'information, nous avons pour objectif de mieux comprendre les comportements de recherche des utilisateurs lorsqu'ils effectuent des tâches de recherche et d'apprentissage complexes dans et en dehors de leur domaine de connaissance. Eléments importants à retenir : 1. Pour l'ensemble des questions qui vous seront présentées, nous vous demandons de ne pas aller chercher les réponses sur Internet ou ailleurs. Il est impératif que vous répondiez à ces questions en fonction de vos connaissances actuelles pour les QCM et selon ce qui vous correspond le plus pour les autres questions. 2. Pour l'ensemble des questions, notez qu'il n'y a pas de bonnes ou mauvaises réponses. Même pour les QCM, l'objectif est d'évaluer votre niveau de connaissances dans un domaine et de vous situer pour la suite de l'étude. 3. Si vous êtes renvoyé(e) directement à la fin du questionnaire avant de l'avoir terminé,

PARTIE	DESCRIPTION	TEMPS	
Questionnaire sociodémographique	9 questions Niveau et domaine d'étude, âge, genre... 14 questions Pour chaque question : 5 possibilités de réponses/Un seul choix possible 3 fausses, 1 juste, 1 "Je ne sais pas" Vous aurez la possibilité d'accéder aux réponses en fin de questionnaire si vous le souhaitez.	5 min.	
QCM en Psychologie Cognitive et Ergonomie	8 questions Fréquence utilisation Internet, navigateur utilisé, type de tâches effectuées... Echelle de 10 items concernant vos compétences en Recherche d'informations "Lorsque je consulte Internet [...]" Faux, Plutôt faux, Plutôt Vrai, Vrai	5/10 min.	
Questionnaire habitudes avec Internet		5 min.	
En cinquième et dernière partie, vous aurez à répondre à un ensemble de questions concernant des sujets de recherche et d'apprentissage précis liés au domaine de la psychologie cognitive et de l'ergonomie. TEMPS : 10/30 min. Eléments importants à retenir : 1. Pour l'ensemble des questions qui vous seront présentées, nous vous demandons de ne pas aller chercher les réponses sur Internet ou ailleurs. Il est impératif que vous répondiez à ces questions en fonction de vos connaissances actuelles pour les QCM et selon ce qui vous correspond le plus pour les autres questions. 2. Pour l'ensemble des questions, notez qu'il n'y a pas de bonnes ou mauvaises réponses. Même pour les QCM, l'objectif est d'évaluer votre niveau de connaissances dans un domaine et de vous situer pour la suite de l'étude. 3. Si vous êtes renvoyé(e) directement à la fin du questionnaire avant de l'avoir terminé, c'est peut-être que vous ne remplissez pas l'une des conditions pour pouvoir participer à cette étude. Par exemple, il faut que votre langue maternelle soit le français ou avoir au minimum un niveau C1 dans la langue. Si un tel événement se produit et que vous ne comprenez pas la cause de celui-ci, prenez soin de noter la dernière question à laquelle vous avez répondu et contactez-moi par mail à l'adresse suivante : Lorsque vous êtes prêt(e) à commencer, cliquez sur la flèche en bas à droite de l'écran.			
			c'est peut-être que vous ne remplissez pas l'une des conditions pour pouvoir participer à cette étude. Par exemple, vous ne devez pas avoir plus de 40 ans. Si un tel événement se produit et que vous ne comprenez pas la cause de celui-ci, prenez soin de noter la dernière question à laquelle vous avez répondu et contactez-moi par mail à l'adresse suivante : XXXXX@XXXXX.fr Lorsque vous êtes prêt(e) à commencer, cliquez sur la flèche en bas à droite de l'écran.

Annexe H. Formulaires de consentement libre et éclairé utilisés en fonction des différents recueils de données

 Recueil n°1	 Recueil n°2
 Je certifie avoir donné mon accord pour participer à cette étude expérimentale sur le thème de la « recherche d'informations sur Internet » qui se déroule dans le cadre du projet ANR-CoST « Modeling Complex Search Tasks », à l'Université de Toulouse Jean-Jaurès et réalisée par Cheyenne Dosso sous la direction de Madame Aline Chevalier, Professeure des Universités en Psychologie Cognitive et Ergonomie et de Madame Lynda Tamine, Professeure des Universités en Informatique. En acceptant ce formulaire, j'accepte volontairement de participer à cette étude et je comprends que ma participation n'est pas obligatoire et que je peux décider d'y mettre fin à tout moment sans avoir à me justifier, ni encourir aucune responsabilité. Mon consentement ne décharge pas le chercheur de ses responsabilités et je conserve tous mes droits garantis par la loi. Au cours de cette étude, j'accepte que soient recueillies des données sur mes réponses. Je comprends que les informations recueillies sont strictement confidentielles et à usage exclusif des chercheurs concernés. J'ai été informé(e) que mon identité n'apparaîtra dans aucun rapport ou publication et que toute information me concernant sera traitée de façon confidentielle. J'accepte que les données enregistrées à l'occasion de cette étude puissent être conservées dans une base de données et faire l'objet d'un traitement informatisé non nominatif et anonyme. J'ai bien noté que le droit d'accès prévu par la loi 'informatique et libertés » s'exerce à tout moment. Je certifie avoir pris connaissance du « Formulaire de consentement libre et éclairé » et j'accepte de participer volontairement à cette étude. ☐ Oui, j'ai lu et j'accepte	NOTICE D'INFORMATIONS / CONSENTEMENT LIBRE ET ECLAIRE Stratégies de recherche d'informations, mouvements oculaires et connaissances antérieures du domaine N.B : la validation de ce document est valable pour l'ensemble de l'expérience. - Le pré-test (10 min.) - Les sessions de recherche d'informations à la plateforme CCU (30 min.) - L'expérience complète (env. 40/50 min.) But du projet de recherche : le but est de comprendre comment les utilisateurs résolvent des tâches complexes de recherche d'information en fonction de leur niveau de connaissances sur le sujet des tâches. Vos droits de vous retirer de la recherche en tout temps : votre participation à cette étude est volontaire et vous pouvez décider de vous retirer ou de cesser de participer à tout moment. Votre décision de participer, de refuser de participer ou de cesser de participer n'aura aucun effet sur vos résultats d'examen, votre statut et vos relations avec vos professeurs ou votre université. Vos droits à la confidentialité et au respect de la vie privée : les données issues du questionnaire sociodémographique (ex. : âge, domaine et niveau d'étude, genre) seront traitées avec la plus entière confidentialité par les seuls chercheurs responsables de l'étude. En vertu de la Loi Informatique et Liberté, vous bénéficiez d'un droit d'accès à ces données ainsi qu'à leur rectification et à leur suppression si vous le souhaitez. Ce droit de rétractation du consentement libre et éclairé est valable jusqu'à la fin du traitement des données et avant que ne soit publié dans des colloques ou des revues scientifiques les résultats obtenus à partir de ces données. Vous disposez donc deux mois suivant la signature du présent consentement pour l'annuler. Concernant les autres données, celles-ci seront anonymisées à l'aide d'un numéro aléatoire rendant impossible votre identification. Dans ces conditions, pour ces données-là, il sera impossible de procéder à une rectification ou à une suppression après votre participation. Ces données seront gardées de façon sécurisée et à usage exclusif de la communauté scientifique. Bénéfices : grâce à cette recherche, nous espérons pouvoir améliorer les moteurs de recherche actuels afin qu'ils soutiennent davantage les utilisateurs lorsqu'ils se rendent sur Internet pour résoudre des tâches complexes. Une meilleure compréhension des difficultés face auxquelles peuvent être confrontés les utilisateurs et des stratégies de recherche qu'ils mettent en place pourra permettre cette amélioration. Risques possibles : les tâches de recherche d'informations proposées dans le cadre de cette expérience sont construites de sorte à vous mettre possiblement en difficulté pour observer les stratégies que vous mettez en place pour les contourner. Si vous ne parvenez pas à réussir l'intégralité des tâches proposées dans le temps imparti, le possible sentiment de frustration n'est pas de votre fait mais est nécessaire pour faire évoluer les moteurs de recherche actuels. Dans la mesure où vous vous engagez dans une activité de recherche d'information sur Internet, vous êtes susceptible de vous retrouver face à des contenus menaçants, choquants ou

	répugnants bien que les tâches de recherche qui vous sont demandées ne nécessitent pas de visionner de tels contenus. Toutefois, nous n'avons pas la possibilité de contrôler le contenu en ligne avec lequel vous serez en interaction, comme lorsque vous naviguez sur Internet dans votre vie quotidienne. Si vous vous retrouvez dans cette situation, vous pourrez décider de vous retirer de l'étude. Un débriefing vous sera également proposé à l'issue de l'expérience pour discuter des problèmes que vous avez pu rencontrer. Diffusion : cette recherche sera diffusée dans des colloques et des congrès et elle pourra faire l'objet de publications dans des revues scientifiques, sans que votre identité n'apparaisse. Vos droits de poser des questions en tout temps : vous pouvez poser des questions au sujet de la recherche en tout temps en communiquant avec les responsables scientifiques du projet par courrier électronique : XXXXX@XXXXX.fr (doctorante) et XXXXX@XXXXX.fr (directrice de thèse) Consentement à la participation : En signant le formulaire de consentement, vous certifiez que vous avez lu et compris les renseignements ci-dessus, qu'on a répondu à vos questions de façon satisfaisante et qu'on vous a avisé que vous étiez libre d'annuler votre consentement ou de vous retirer de cette recherche dans un délai de deux mois suivant sa signature et sans encourir de préjudice. A remplir par le participant : J'ai lu et compris les renseignements ci-dessus et j'accepte de plein gré de participer à cette recherche. ☐ Oui, j'accepte. ☐ Non, je me retire.
 Recueil n°3	 Recueil n°4
NOTICE D'INFORMATIONS / CONSENTEMENT LIBRE ET ECLAIRE Recherche d'informations sur Internet et Apprentissage But du projet de recherche : il s'agit d'une pré-étude qui nous permettra de définir des tâches de recherche d'informations et d'apprentissage que nous utiliserons dans une prochaine étude dans une situation réelle de recherche d'informations. Dans ce questionnaire, vous n'aurez pas à rechercher des informations sur Internet mais seulement à répondre à un ensemble de questions relatives à des énoncés de tâches d'apprentissage que vous pourriez mener dans vos activités de recherche quotidiennes. Vos droits de vous retirer de la recherche en tout temps : votre participation à cette étude est volontaire et vous pouvez décider de vous retirer ou de cesser de participer à tout moment. Votre décision de participer, de refuser de participer ou de cesser de participer n'aura aucun effet sur vos résultats d'examen, votre statut et vos relations avec vos professeurs ou votre université. Vos droits à la confidentialité et au respect de la vie privée : les données issues du questionnaire sociodémographique (ex. : âge, domaine et niveau d'étude, genre) seront traitées avec la plus entière confidentialité par les seules chercheuses responsables de l'étude. En vertu de la Loi Informatique et Liberté, vous bénéficiez d'un droit d'accès à ces données ainsi qu'à leur rectification et à leur suppression si vous le souhaitez. Ce droit de rétraction du	NOTICE D'INFORMATIONS / CONSENTEMENT LIBRE ET ECLAIRE Recherche d'informations sur Internet et Apprentissage N.B : la validation de ce document est valable pour l'ensemble de l'expérience. - Le pré-test (10/20 min.) - L'expérience complète (entre 1h30 et 2h) But du projet de recherche : le but est de comprendre comment les utilisateurs recherchent des informations sur Internet en fonction de leur niveau de connaissances avec le sujet des tâches d'apprentissage qu'ils effectuent. Vos droits de vous retirer de la recherche en tout temps : votre participation à cette étude est volontaire et vous pouvez décider de vous retirer ou de cesser de participer à tout moment. Votre décision de participer, de refuser de participer ou de cesser de participer n'aura aucun effet sur vos résultats d'examen, votre statut et vos relations avec vos professeurs ou votre université. Vos droits à la confidentialité et au respect de la vie privée : les données issues du questionnaire sociodémographique (ex. : âge, domaine et niveau d'étude, genre) seront traitées avec la plus entière confidentialité par les seules chercheuses responsables de l'étude. En vertu de la Loi Informatique et Liberté, vous bénéficiez d'un droit d'accès à ces données ainsi qu'à leur rectification et à leur suppression si vous le souhaitez. Ce droit de rétraction du

consentement libre et éclairé est valable jusqu'à la fin du traitement des données et avant que ne soit publié dans des colloques ou des revues scientifiques les résultats obtenus à partir de ces données. Vous disposez donc deux mois suivant la signature du présent consentement pour l'annuler. Concernant les autres données, celles-ci seront anonymisées à l'aide d'un numéro aléatoire rendant impossible votre identification. Dans ces conditions, pour ces données là, il sera impossible de procéder à une rectification ou à une suppression après votre participation. Ces données seront gardées de façon sécurisée et à usage exclusif de la communauté scientifique.

Bénéfices : grâce à cette recherche, nous espérons pouvoir améliorer les moteurs de recherche actuels afin qu'ils soutiennent davantage les utilisateurs lorsqu'ils utilisent Internet pour acquérir de nouvelles connaissances. Une meilleure compréhension des difficultés face auxquelles peuvent être confrontés les utilisateurs pourra permettre cette amélioration.

Risques possibles : A notre connaissance, ce questionnaire n'implique aucun risque ou inconfort autre que ceux de la vie quotidienne.

Diffusion : Cette recherche sera diffusée dans des colloques et des congrès et elle pourra faire l'objet de publications dans des revues scientifiques, sans que votre identité n'apparaisse.

Vos droits de poser des questions en tout temps : Vous pouvez poser des questions au sujet de la recherche en tout temps en communiquant avec les responsables scientifiques du projet par courrier électronique :

XXXXXX@XXXX.fr (doctorante) et XXXXXX@XXXXX.fr (directrice de thèse)

Consentement à la participation :

En signant le formulaire de consentement, vous certifiez que vous avez lu et compris les renseignements ci-

dessus, qu'on a répondu à vos questions de façon satisfaisante et qu'on vous a avisé que vous étiez libre d'annuler votre consentement ou de vous retirer de cette recherche dans un délai de deux mois suivant sa signature et sans encourir de préjudice.

A remplir par le participant :

J'ai lu et compris les renseignements ci-dessus et j'accepte de plein gré de participer à cette recherche.

☐ Oui, j'accepte. ☐ Non, je me retire.

consentement libre et éclairé est valable jusqu'à la fin du traitement des données et avant que ne soit publié dans des colloques ou des revues scientifiques les résultats obtenus à partir de ces données. Vous disposez donc deux mois suivant la signature du présent consentement pour l'annuler. Concernant les autres données, celles-ci seront anonymisées à l'aide d'un numéro aléatoire rendant impossible votre identification. Dans ces conditions, pour ces données là, il sera impossible de procéder à une rectification ou à une suppression après votre participation. Ces données seront gardées de façon sécurisée et à usage exclusif de la communauté scientifique.

Bénéfices : grâce à cette recherche, nous espérons pouvoir améliorer les moteurs de recherche actuels afin qu'ils soutiennent davantage les utilisateurs lorsqu'ils utilisent Internet pour acquérir de nouvelles connaissances. Une meilleure compréhension des difficultés face auxquelles peuvent être confrontés les utilisateurs pourra permettre cette amélioration.

Risques possibles : les tâches de recherche d'informations et d'apprentissage proposées dans le cadre de cette expérience sont construites de sorte à vous mettre en difficulté pour observer les stratégies que vous mettez en place pour contourner ces difficultés. Si vous ne parvenez pas à réussir l'intégralité des tâches proposées dans le temps imparti, le possible sentiment de frustration n'est pas de votre fait mais est nécessaire pour faire évoluer les moteurs de recherche actuels.

Dans la mesure où vous vous engagez dans une activité de recherche d'information sur Internet, vous êtes susceptible de vous retrouver face à des contenus menaçants, choquants ou répugnants bien que les tâches de recherche qui vous sont demandées ne demandent pas de visionner de tels contenus. Toutefois, nous n'avons pas la possibilité de contrôler le contenu en ligne avec lequel vous serez en interaction, comme lorsque vous naviguez sur Internet. Si vous vous retrouvez dans cette situation, vous pourrez décider de vous retirer de l'étude et vous aurez la possibilité de nous contacter en cas de problème.

Diffusion : cette recherche sera diffusée dans des colloques et des congrès et elle pourra faire l'objet de publications dans des revues scientifiques, sans que votre identité n'apparaisse.

Vos droits de poser des questions en tout temps : vous pouvez poser des questions au sujet de la recherche en tout temps en communiquant avec les responsables scientifiques du projet par courrier électronique :

XXXXXX@XXXXX.fr (doctorante) et XXXXXX@XXXXX.fr (directrice de thèse)

Consentement à la participation :

En signant le formulaire de consentement, vous certifiez que vous avez lu et compris les renseignements ci-

dessus, qu'on a répondu à vos questions de façon satisfaisante et qu'on vous a avisé que vous étiez libre d'annuler votre consentement ou de vous retirer de cette recherche dans un délai de deux mois suivant sa signature et sans encourir de préjudice.

A remplir par le participant :

J'ai lu et compris les renseignements ci-dessus et j'accepte de plein gré de participer à cette recherche.

☐ Oui, j'accepte. ☐ Non, je me retire.

Annexe I. Tableau descriptif des questions contenues dans les questionnaires pré-sessions de recherche (avant les sessions de recherche et distribués depuis la plateforme Qualtrics XM) pour chaque recueil de données **(a)** questions sociodémographiques, **(b)** questions permettant l'évaluation du niveau de connaissances antérieures du domaine, **(c)** questions permettant de contrôler le niveau de connaissances et de compétences vis-à-vis de la RI, d'Internet et du Web en général)

	 Recueil de données n° 1	 Recueil de données n° 2	 Recueil de données n° 3	 Recueil de données n° 4
Avant les sessions de recherche				
a) Questionnaire sociodémographique				
Age	Quelle est votre date de naissance ? (Veuillez inscrire dans l'encadré ci-dessous votre date de naissance au format Jour/Mois/Année, par exemple 17/09/1992)	Indiquez votre âge actuel à l'aide du curseur ci-dessous... J'ai actuellement... De 15 à 50 ans		
Langue maternelle	Quelle est votre langue maternelle ? (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible) ☐ Français ☐ Autre mais parfaitement bilingue ☐ Autre (si "Autre" sélectionné, renvoi à la fin du questionnaire)	Quelle est votre langue maternelle ? (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible) ☐ Français ☐ Autre (précisez ...) Si « autre » sélectionné alors : Précisez votre niveau actuel de français : (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible) ☐ A1/A2 ☐ B1/B2 ☐ C1 ☐ C2 ☐ Bilingue		
Troubles du langage		Avez-vous connaissance d'un trouble du langage diagnostiqué à ce jour par un professionnel de santé ? (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible) ☐ Oui ☐ Peut être ☐ Non		
Genre	Vous êtes... (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible) ☐ Une femme ☐ Un homme	Vous êtes... (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible) ☐ Une femme ☐ Un homme ☐ Autre		
Statut	Êtes-vous actuellement étudiant(e) ? (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible) ☐ Oui ☐ Non mais jeune diplômé(e) ☐ Non (si "non" sélectionné, renvoi à la fin du questionnaire)	Vous êtes ... (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible) ☐ Etudiant.e ☐ Autre	Vous êtes ... (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible) ☐ Etudiant.e ☐ Jeune diplômé.e (diplôme de fin d'études obtenus il y a moins de 3 ans) ☐ Diplômé. (diplôme de fin d'études obtenu il y a plus de 3 ans) ☐ Autre	

b) Questionnaire d'évaluation du niveau de connaissances antérieures du domaine			
Niveau d'étude	Si étudiant(e) : En quelle année d'étude êtes-vous actuellement ? (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible) ☐ Master 1 ou BAC+4 ☐ Master 2 ou BAC+5 ☐ BAC+6, précisez... ☐ BAC+7, précisez... ☐ BAC+8, précisez... ☐ Autre (si "autre" sélectionné, renvoi à la fin du questionnaire) Si jeune diplômé(e) Quel est votre dernier diplôme obtenu ? (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible) ☐ Licence 3 ☐ Master première année ☐ Master deuxième année ☐ Autre (si "autre" sélectionné, renvoi à la fin du questionnaire)	En quelle année d'étude êtes-vous actuellement ? (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible) ☐ En Licence 1 ou en Licence 2 ☐ En Licence 3 ☐ Au-delà de la licence 3 ☐ Autre	En quelle année d'étude êtes-vous actuellement ? (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible) ☐ Bac+1 / Bac+2 / Bac+3 ☐ Master 1 ou équivalent BAC+4 ☐ Master 2 ou équivalent BAC+5 ☐ Bac+6/Bac+7/Bac+8 et au de-là ... ☐ Autre Quel est le niveau de votre dernier diplôme obtenu ? ☐ Bac+1 / Bac+2 / Bac+3 ☐ Master 1 ou équivalent BAC+4 ☐ Master 2 ou équivalent BAC+5 ☐ Bac+6/Bac+7/Bac+8 et au de-là ... ☐ Autre
Domaine d'étude	Quel est votre domaine d'étude ? (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible) ☐ Psychologie Cognitive et/ou Ergonomie cognitive ☐ Informatique ☐ Médecine ☐ Autre (si "autre" sélectionné, renvoi à la fin du questionnaire)	Quel est votre domaine d'étude ? (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible) ☐ Psychologie ☐ Autre Si « autre » sélectionné : Précisez l'intitulé de votre domaine d'étude dans l'encadré ci-dessous... 	Quel est votre domaine d'étude ? (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible) ☐ Psychologie Cognitive appliquée à l'ergonomie des interactions humain-système ☐ Psychologie cognitive uniquement ☐ Ergonomie des interactions humain-système uniquement ☐ Autre sous-domaines de la psychologie (e.g. clinique, développement, neuropsychologie, sociale, santé ...) ☐ Autre Si « autre » sélectionné : Précisez l'intitulé de votre domaine d'étude dans l'encadré ci-dessous...
Cours suivis dans les autres domaines en dehors du domaine d'étude principal	Si domaine d'étude psychologie/ergonomie cognitive Avez-vous déjà reçu des cours dans les disciplines suivantes : (Cochez la/les réponses correspondantes – Plusieurs choix possibles)	Si « autre » sélectionné : Avez-vous déjà suivi des cours en psychologie ? (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible) ☐ Oui	Si « autre » sélectionné : Avez-vous déjà suivi des cours dans les disciplines suivantes [Psychologie, Ergonomie] ... (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible) ☐ Oui ☐ Non

	☐ Informatique ☐ Médecine Si « oui » informatique A quelle fréquence avez-vous déjà reçu des cours d'informatique ? <i>(Cochez la/les réponses correspondantes - Plusieurs choix possibles)</i> ☐ J'ai obtenu le C2i ☐ J'ai fait des études d'informatique pendant plusieurs années ☐ J'ai eu quelques rares cours d'informatique Pendant combien d'années avez-vous étudié l'informatique ? <i>(Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible)</i> ☐ Quelques mois ☐ Un an ☐ Plus d'un an Si « oui » médecine A quelle fréquence avez-vous déjà reçu des cours de médecine ? <i>(Cochez la/les réponses correspondantes - Plusieurs choix possibles)</i> ☐ J'ai obtenu ma première année de médecine ☐ J'ai fait des études de médecine pendant plusieurs années ☐ J'ai eu quelques rares cours de médecine Pendant combien d'années avez-vous étudié la médecine ? <i>(Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible)</i> ☐ Quelques mois ☐ Un an ☐ Plus d'un an Si domaine d'étude informatique	☐ Non Si « oui » sélectionné : Pendant combien au total avez-vous suivi des cours de Psychologie ? <i>(Cochez la/les réponses correspondantes - Plusieurs choix possibles)</i> ☐ Quelques mois ☐ Un an ☐ Plus d'un an	Si « oui » pour psychologie Pendant combien de temps au total avez-vous suivi des cours de Psychologie ? <i>(Cochez la/les réponses correspondantes - Plusieurs choix possibles)</i> ☐ Quelques mois ☐ Un an ☐ Plus d'un an Si « oui » pour ergonomie Pendant combien de temps au total avez-vous suivi des cours d'Ergonomie ? <i>(Cochez la/les réponses correspondantes - Plusieurs choix possibles)</i> ☐ Quelques mois ☐ Un an ☐ Plus d'un an
--	---	---	---

	Avez-vous déjà reçu des cours dans les disciplines suivantes : <i>(Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible)</i> ☐ Psychologie Cognitive et/ou Ergonomie cognitive ☐ Médecine Si « oui » psychologie/ergonomie cognitive A quelle fréquence avez-vous déjà reçu des cours de Psychologie ? <i>(Cochez la/les réponses correspondantes - Plusieurs choix possibles)</i> ☐ J'étudiais la Psychologie en discipline mineure ☐ J'ai fait des études de Psychologie pendant plusieurs années ☐ J'ai eu quelques rares cours de Psychologie Pendant combien d'années avez-vous étudié la Psychologie ? <i>(Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible)</i> ☐ Quelques mois ☐ Un an ☐ Plus d'un an Si « oui » médecine A quelle fréquence avez-vous déjà reçu des cours de médecine ? <i>(Cochez la/les réponses correspondantes - Plusieurs choix possibles)</i> ☐ J'ai obtenu ma première année de médecine ☐ J'ai fait des études de médecine pendant plusieurs années ☐ J'ai eu quelques rares cours de médecine Pendant combien d'années avez-vous étudié la médecine ? <i>(Cochez la</i>		
--	--	--	--

	<i>réponse correspondante - Un seul choix possible)</i> ☐ Quelques mois ☐ Un an ☐ Plus d'un an Si domaine d'étude médecine Avez-vous déjà reçu des cours dans les disciplines suivantes : <i>(Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible)</i> ☐ Psychologie Cognitive et/ou Ergonomie cognitive ☐ Informatique Si « oui » psychologie/ergonomie cognitive A quelle fréquence avez-vous déjà reçu des cours de Psychologie ? <i>(Cochez la/les réponses correspondantes - Plusieurs choix possibles)</i> ☐ J'étudiais la Psychologie en discipline mineure ☐ J'ai fait des études de Psychologie pendant plusieurs années ☐ J'ai eu quelques rares cours de Psychologie Pendant combien d'années avez-vous étudié la Psychologie ? <i>(Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible)</i> ☐ Quelques mois ☐ Un an ☐ Plus d'un an Si « oui » informatique A quelle fréquence avez-vous déjà reçu des cours d'informatique ? <i>(Cochez la/les réponses correspondantes - Plusieurs choix possibles)</i> ☐ J'ai obtenu le C2i		
--	--	--	--

	☐ J'ai fait des études d'informatique pendant plusieurs années ☐ J'ai eu quelques rares cours d'informatique Pendant combien d'années avez-vous étudié l'informatique ? (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible) ☐ Quelques mois ☐ Un an ☐ Plus d'un an		
Auto-évaluation des connaissances antérieures pour chaque domaine	Vous évaluez vos connaissances dans le domaine de [la Psychologie cognitive et/ou de l'ergonomie cognitive, l'informatique, la médecine] comme ... (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible) 5-pts Lickert ☐ Très faibles ☐ Faibles ☐ Moyennes ☐ Élevées ☐ Très élevées	Vous évaluez vos connaissances dans le domaine de la Psychologie comme ... (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible) 4-pts Lickert ☐ Très faibles ☐ Faibles ☐ Élevées ☐ Très élevées	Vous évaluez vos connaissances dans le domaine de [la Psychologie, l'Ergonomie ISU] comme ... (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible) 4-pts Lickert ☐ Très faibles ☐ Faibles ☐ Élevées ☐ Très élevées
Questionnaire(s) à choix multiples (Ordre de présentation des questions et position de la réponse correcte randomisée pour chaque QCM et entre les participants) Réponse correcte (=+1) Réponses incorrectes ou « Je ne sais pas » (=0)	QCM sur le niveau de connaissances antérieures en psychologie cognitive et ergonomie cognitive (10 questions) (Cochez la réponse correspondante OU "Je ne sais pas" - Un seul choix possible par question)	QCM sur le niveau de connaissances antérieures en psychologie cognitive (7 questions) (Cochez la réponse correspondante OU "Je ne sais pas" - Un seul choix possible par question)	QCM sur le niveau de connaissances antérieures en psychologie cognitive (7 questions) (Cochez la réponse correspondante OU "Je ne sais pas" - Un seul choix possible par question)
	Q1. L'effet "Cocktail Party" rend compte de : ☐ L'attention sélective ☐ L'attention partagée ☐ L'attention soutenue ☐ Du superviseur attentionnel ☐ Je ne sais pas		

	Q2. Le problème de la Tour de Hanoï est un problème : ☐ Ouvert ☐ D'induction de structure ☐ Mal défini ☒ De transformation d'état ☐ Je ne sais pas	
	Q3. Quelle est en moyenne la capacité de la mémoire à court terme ? ☐ 3 items plus ou moins 2 ☐ 5 items plus ou moins 2 ☒ 7 items plus ou moins 2 ☐ 9 items plus ou moins 2 ☐ Je ne sais pas	Q3. Quel est le « chiffre magique » de Miller (1976) ? ☐ 3 items plus ou moins 2 ☐ 5 items plus ou moins 2 ☒ 7 items plus ou moins 2 ☐ 9 items plus ou moins 2 ☐ Je ne sais pas
	Q5. Le courant gestaltiste est d'origine : ☐ Américaine ☐ Anglaise ☒ Allemande ☐ Française ☐ Je ne sais pas	
	Q6. Laquelle de ces propositions ne correspond pas à un système mémoriel étudié en psychologie cognitive : ☐ La mémoire de travail ☐ La mémoire à long terme ☐ La mémoire sémantique ☒ La mémoire cybernétique ☐ Je ne sais pas	Q6. Laquelle de ces propositions ne fait pas partie du modèle d'Atkinson et Shiffrin (1968) : ☒ La boucle phonologique ☐ La mémoire à court terme ☐ Les registres sensoriels ☐ La mémoire à long terme ☐ Je ne sais pas
	Q7. A quelle discipline se réfère la définition suivante : « Ensemble des connaissances scientifiques relatives à l'Homme nécessaires pour concevoir des outils, des machines et des dispositifs qui puissent être utilisés avec le maximum de confort, de sécurité et d'efficacité » (Wisner, 1950) ? ☐ La psychologie ☐ Les sciences cognitives	Q7. L'expérience des jarres (Luchins, 1939) permet d'observer : ☐ L'empan mnésique ☒ La flexibilité cognitive ☐ La rapidité de l'oubli ☐ La catégorisation ☐ Je ne sais pas

	☐ L'ergonomie IHM ☐ La cybernétique ☐ Je ne sais pas		
	Q8. Laquelle de ces propositions ne correspond pas aux objectifs poursuivis par l'ergonomie IHM ? ☐ Economie ☐ Efficacité ☐ Efficience ☐ Satisfaction ☐ Je ne sais pas	QCM sur le niveau de connaissances antérieures en psychologie du développement (7 questions) (Cochez la réponse correspondante OU "Je ne sais pas" - Un seul choix possible par question)	QCM sur le niveau de connaissances antérieures en ergonomie IHS (7 questions) (Cochez la réponse correspondante OU "Je ne sais pas" - Un seul choix possible par question)
	Q9. En ergonomie IHM, les termes « utilité » et « utilisabilité » sont : ☐ Synonymes ☐ Antonymes ☐ Homonymes ☐ Complémentaires ☐ Je ne sais pas	Q1. Pour Piaget, quelle est la caractéristique essentielle de l'intelligence chez l'adulte ? ☐ La forme hypothétique ☐ La forme opératoire ☐ La forme concrète ☐ La forme psychomotrice ☐ Je ne sais pas	Q1. Laquelle de ces propositions ne correspond pas aux objectifs poursuivis par l'ergonomie IHM ? ☐ Economie ☐ Efficacité ☐ Efficience ☐ Satisfaction ☐ Je ne sais pas
	Q10. Les affordances sont : ☐ Des formes d'apprentissage par répétition ☐ Les possibilités d'actions suggérées par les caractéristiques d'un objet ☐ Des fonctions spécifiques relatives à la mémoire sémantique ☐ Des méthodes d'évaluation de la qualité ergonomique d'un site internet ☐ Je ne sais pas	Q2. Selon Vygotski, qu'est-ce qu'a négligé Piaget dans sa théorie ? ☐ Le rôle des interactions sociales ☐ Le rôle des processus de maturation ☐ Le rôle de l'équipement neurologique ☐ Le rôle de la vie affective ☐ Je ne sais pas	Q2. Les affordances sont : ☐ Des formes d'apprentissage par répétition ☐ Les possibilités d'actions suggérées par les caractéristiques d'un objet ☐ Des fonctions spécifiques relatives à la mémoire sémantique ☐ Des méthodes d'évaluation de la qualité ergonomique d'un site internet ☐ Je ne sais pas
	QCM sur le niveau de connaissances antérieures en informatique (10 questions) (Cochez la réponse correspondante OU "Je ne sais pas" - Un seul choix possible par question)	Q3. Lequel de ces réflexes n'est pas archaïque ? ☐ Le signe de Babinski ☐ Le clignement des yeux ☐ Le réflexe de succion ☐ Le babillage réflexif ☐ Je ne sais pas	Q3. Un persona ad-hoc primaire est : ☐ Une personne que l'on interroge pour récupérer des données qualitatives ☐ Une utilisateur exécutant une tâche en milieu écologique ☐ Un profil type d'utilisateur construit sur la base d'un recueil de données ☐ Un profil type d'utilisateur construit sur la base d'un ensemble de stéréotypes

			☐ Je ne sais pas
	Q1. Quel est le modèle de pondération mot-document le plus répandu ? ☐ Modèle de langue ☐ Modèle booléen ☐ Loi de Zipf ☒ TF X IDF ☐ Je ne sais pas	Q4. Qu'est-ce-que la falaise visuelle ? ☐ Un trouble neurologique ☒ Un dispositif expérimental ☐ Un test de QI ☐ Un processus perceptif ☐ Je ne sais pas	4. Laquelle de ces propositions n'est pas un type de tri de cartes ? ☐ Ouvert ☐ Fermé ☐ Informatisé ☒ Ecologique ☐ Je ne sais pas
	Q2. Quelle proposition concerne une méthode d'apprentissage supervisé ? ☐ La méthode des moindres carrés ☐ La méthode de Newton ☒ La méthode SVM ☐ L'algorithme de Rocchio ☐ Je ne sais pas	Q5. Lequel de ces stades n'est pas associé à l'enfance selon Freud ? ☐ Le stade phallique ☐ Le stade oral ☒ Le stade génital ☐ Le stade anal ☐ Je ne sais pas	5. Quelle proposition n'est pas directement liée à l'ergonomie IHS ? ☒ Développementale ☐ Prospective ☐ Corrective ☐ Conception ☐ Je ne sais pas
	Q3. Que désigne l'expression « word embedding » ? ☒ Le vecteur de représentation d'un mot dans un espace de petite dimension, dit latent ☐ Un vecteur phrase ☐ Un espace vectoriel de grande dimension ☐ Une méthode d'apprentissage profond ☐ Je ne sais pas	Q6. A quoi s'intéressait la classification de Baumrind (1971) ? ☒ Aux différents styles éducatifs et parentaux ☐ Aux différents stades du développement de l'enfant ☐ Aux différents comportements liés à l'adolescence ☐ Aucune des propositions ☐ Je ne sais pas	Q6. En ergonomie IHM, les termes « utilité » et « utilisabilité » sont : ☐ Synonymes ☐ Antonymes ☒ Complémentaires ☐ Aucune des propositions ☐ Je ne sais pas
	Q4. Quelle proposition est forcément liée au Big Data ? ☒ Environnement HADOOP ☐ Optimisation combinatoire ☐ Apprentissage statistique ☐ Réseaux de neurones ☐ Je ne sais pas	Q7. Quel concept n'est pas en lien avec les travaux de Piaget ? ☐ L'accommodation ☐ Le stade sensori-moteur ☐ L'assimilation ☒ Le stade du personnalisme ☐ Je ne sais pas	Q7. L'expérience utilisateur est : ☐ Un protocole expérimental permettant l'évaluation de l'humain avec la technologie ☐ Une évaluation par l'utilisateur de la facilité de maniement d'un système ☒ Une évaluation globale de la qualité de l'expérience vécue par un utilisateur avec un système ☐ Le niveau de compétence d'un utilisateur dans le maniement d'une technologie ☐ Je ne sais pas
	Q5. Quelle ressource construit la représentation des concepts à partir de textes ?		

	☐ Wordnet ☐ DBPedia ☒ Wikipédia ☐ MeSH ☐ Je ne sais pas	
	Q6 : Quelle mesure de similarité pour les textes ? ☐ Entropie ☒ Jaccard ☐ MMR ☐ Le rappel ☐ Je ne sais pas	
	Q7 : Quelle mesure pour évaluer les performances d'un système d'accès à l'information ? ☐ La couverture ☐ La mesure Rouge ☒ La MAP ☐ La MAE ☐ Je ne sais pas	
	Q8 : Quel est le système noyau pour développer un système de recherche d'information ? ☐ NLTK ☐ Gensim ☐ Weka ☒ Lucène ☐ Je ne sais pas	
	Q9 : Quelle proposition concerne les algorithmes ? ☒ Complexité ☐ Normalité ☐ Ergonomie ☐ Indexation ☐ Je ne sais pas	
	Q10 : Quelle proposition concerne une méthode d'apprentissage ? ☐ La mesure KL divergence ☐ La précision	

	☐ Les faux positifs ☐ Fonction de coût ☐ Je ne sais pas		
	QCM sur le niveau de connaissances antérieures en médecine générale (10 questions) <i>(Cochez la réponse correspondante OU "Je ne sais pas" - Un seul choix possible par question)</i>		
	Q1. Quelle proposition concerne la cage thoracique ? ☐ Le tubercule costal porte une surface articulaire fibreuse ☐ Le tubercule du scalène ventral est situé sur la 2ème côte ☐ Toutes les côtes s'articulent avec deux corps vertébraux ☐ La tête d'une côte comporte les plus souvent deux surfaces articulaires ☐ Je ne sais pas		
	Q2. Quelle proposition concerne la circulation sanguine ? ☐ La petite circulation est la circulation systémique ☐ Le système artériel voit son diamètre augmenter de son origine vers la distalité ☐ Le système veineux voit son diamètre augmenter vers sa terminaison ☐ La face ventrale de la diaphyse est marquée de nombreux reliefs ☐ Je ne sais pas		
	Q3. Quelle proposition concerne les articulations ? ☐ Il existe trois grands types d'articulations fibreuses : syndesmose, suture et gomphose		

	☐ Toutes les articulations sont mobiles ☐ Toutes les articulations possédant du cartilage sont cartilagineuses ☐ Les symphyses sont des articulations fibreuses ☐ Je ne sais pas	
	Q4. Quelle proposition concerne le cœur gauche ? ☒ L'atrium gauche reçoit les quatre veines pulmonaires sur sa base ☐ L'auricule gauche s'insère sur la face inférieure de l'atrium gauche ☐ L'atrium gauche comporte six orifices ☐ Le ventricule gauche a la forme d'un cône aplati transversalement ☐ Je ne sais pas	
	Q5. Quelle proposition concerne la moelle épinière ? ☐ Elle se termine au niveau S2 ☐ Les nerfs ont une direction de plus en plus horizontale de crânial en caudal ☒ La moelle épinière subit une ascension apparente pendant l'enfance car elle croît moins vite en longueur que le rachis ☐ Le filum terminal contient du tissu nerveux et fibreux ☐ Je ne sais pas	
	Q6. Quelle proposition concerne le cerveau ? ☐ Un ventricule latéral comporte trois cornes : antérieure, postérieure et supérieure	

	☐ Le sillon calcarin ne délimite pas le lobe ☐ La capsule externe passe entre le claustrum et le lobe de l'insula ☐ La capsule interne se situe entre le noyau lenticulaire (en médial) et le thalamus (en latéral) ☐ Je ne sais pas	
	Q7. Quelle proposition concerne les grandes voies ? ☐ La voie épicrotique correspond à la voie extra-lemniscale ☐ Les voies proprioceptives sont toutes conscientes ☐ Seules les afférences conscientes gagnent le cortex cérébral ☐ Il existe des voies de la motricité inconsciente ☐ Je ne sais pas	
	Q8. Quelle proposition concerne le muscle biceps brachial ? ☐ Il est innervé par le nerf médian ☐ Il se termine sur la tubérosité ulnaire ☐ Il est fléchisseur et pronateur ☐ Il est digastrique à ventres parallèles ☐ Je ne sais pas	
	Q9. Quelle proposition concerne le muscle supinateur ? ☐ Il comporte deux faisceaux tous deux innervés par le nerf radial ☐ Il se termine en crânial de la tubérosité radiale ☐ Il s'insère sur l'épicondyle médial de l'humérus ☐ Il est antagoniste du biceps pour le mouvement de supination ☐ Je ne sais pas	

	Q10. Quelle proposition concerne le sacrum ? ☐ La face pelvienne est convexe vers l'avant ☐ La face dorsale présente dix foramens sacraux ☐ Les processus articulaires crâniens prolongent la crête sacrale latérale ☐ La surface auriculaire circonscrit la partie ventrale de la tubérosité sacrale ☐ Je ne sais pas	
c) Questionnaire de contrôle du niveau de compétences et de connaissances concernant la RI, Internet et le Web en général		
Nombre d'années d'utilisation de l'outil Internet	Depuis combien d'année(s) environ utilisez-vous Internet ? (Veuillez inscrire dans l'encadré ci-dessous le nombre d'année(s), par exemple : 10)	Depuis combien d'année(s) environ utilisez-vous Internet ? (Veuillez déplacer le curseur ci-dessous...) Nombre d'années entre 0 et 40
Outil(s) utilisé(s) pour la navigation et l'accès à Internet	Vous allez sur Internet avec : (Cochez la/les réponse(s) correspondante(s) – Plusieurs choix possibles) ☐ Un PC ☐ Un Macintosh ☐ Une tablette mobile tactile (Ipad, Samsung Galaxy...) ☐ Un ordinateur portable détachable (écran tactile avec clavier détachable, ex. : surface Windows) ☐ Un smartphone ☐ Un Iphone Parmi les outils à la navigation mentionnés dans la précédente question (PC, Macintosh...), lequel utilisez-vous le plus pour aller sur internet ? (Veuillez inscrire dans l'encadré ci-dessous le support à la	Vous allez sur Internet avec : (Cochez la/les réponse(s) correspondante(s) – Plusieurs choix possibles) ☐ PC fixe ☐ PC portable ☐ Macintosh fixe ☐ Macintosh portable ☐ Une tablette mobile et tactile ☐ Ipad ☐ Smartphone ☐ Iphone ☐ Autre(s), précisez ... Parmi les outils à la navigation mentionnés dans la précédente question (PC, Macintosh...), lequel utilisez-vous le plus pour aller sur internet ? (Veuillez inscrire dans l'encadré ci-dessous le support à la navigation le plus utilisé, par exemple : smartphone)

	navigation le plus utilisé, par exemple : smartphone)	
Navigateur(s) utilisé(s) pour la navigation et l'accès à Internet	Quel(s) navigateur(s) utilisez-vous ? (Cochez la/les réponse(s) correspondante(s) - Plusieurs choix possibles) ☐ Internet Explorer ☐ Mozilla Firefox ☐ Safari ☐ Google Chrome ☐ Autre : précisez...	Quel(s) navigateur(s) utilisez-vous ? (Cochez la/les réponse(s) correspondante(s) - Plusieurs choix possibles) ☐ Google Chrome ☐ Internet Explorer ☐ Mozilla Firefox ☐ Safari ☐ Opéra ☐ Brave ☐ Tor ☐ Autre : précisez...
Moteur(s) de recherche utilisé(s) pour la navigation et l'accès à Internet	Quel(s) moteur(s) de recherche utilisez-vous ? (Cochez la/les réponse(s) correspondante(s) - Plusieurs choix possibles) ☐ Google ☐ Yahoo ☐ Bing ☐ Ecosia ☐ Lilo ☐ Autre : précisez...	Quel(s) moteur(s) de recherche utilisez-vous ? (Cochez la/les réponse(s) correspondante(s) - Plusieurs choix possibles) ☐ Google ☐ Yahoo ☐ Bing ☐ Ecosia ☐ Lilo ☐ DuckDuckGo ☐ Qwant ☐ Autre : précisez...
Principale(s) raison(s) pour lesquelles les utilisateurs s'engagent dans de la navigation et de la RI	Vous naviguez sur Internet pour : (Cochez la/les réponses correspondantes – Plusieurs choix possibles) ☐ Le travail ☐ Les études ☐ Le plaisir ☐ Autre : précisez... Indiquez pour chaque proposition si vous naviguez sur internet pour cette raison de manière "quotidienne", "régulière", "parfois" ou "rarement, voir jamais". (Un seul choix possible par proposition.) 11 items 4-pts Lickert I1. Recherche documentaire I2. Actualités I3. Téléchargements	Indiquez pour chaque proposition si vous naviguez sur internet pour cette raison de manière "quotidienne", "régulière", "parfois" ou "rarement, voir jamais". (Un seul choix possible par proposition.) 4 items 4-pts Lickert I1. Recherches d'informations simples et factuelles I2. Recherche d'informations dans un objectif d'apprentissage, d'acquisition de nouvelles connaissances I3. Recherches documentaires I4. Autres activités (e.g. mails, chat, réseaux sociaux, vidéos, blog, jeux ...)

	14. Vidéos (e.g. Youtube, streaming ...) 15. Forums de discussion 16. Chat/Dialogue 17. Emails 18. Jeux en ligne 19. Achats en ligne 110. Blogs 111. Gestion (banque, sécurité sociale, administratif ...)	
Principales stratégies de navigation mises en place en intra-document	Quand vous explorez un site web ... (Cochez la/les réponse(s) correspondante(s) - Plusieurs choix possibles) ☐ Vous l'explorez rapidement ☐ Vous vous laissez guider par la structure du site (menus, rubriques, liens hypertextes...) ☐ Vous recherchez une information précise ☐ Vous l'exploitez dans sa totalité ☐ Autre : précisez	Quand vous explorez un site web ... (Cochez la/les réponse(s) correspondante(s) - Plusieurs choix possibles) ☐ Vous l'explorez rapidement ☐ Vous vous laissez guider par la structure du site (menus, rubriques, liens hypertextes...) ☐ Vous recherchez une information précise ☐ Vous l'exploitez dans sa totalité ☐ Autre : précisez
Fréquence/Temps d'utilisation d'Internet	A quelle fréquence utilisez-vous Internet et votre messagerie ? (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible) ☐ Plusieurs fois par jour ☐ Une fois par jour ☐ Deux à trois fois par semaine ☐ Environ une fois par semaine ☐ Environ une fois par mois ☐ Très rarement, voir jamais Combien de temps passez-vous en moyenne sur Internet par connexion ? (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible) ☐ Moins de 15 minutes ☐ Environ une heure ☐ Plusieurs heures Combien de temps en moyenne restez-vous sur un site web ? (Cochez	

	<i>la réponse correspondante - Un seul choix possible)</i> ☐ Quelques minutes ☐ Plus de 15 minutes ☐ Plus d'une heure	
Auto-évaluation des connaissances et des compétences en navigation et RI	Vous évaluez vos connaissances et compétences en navigation Internet comme ... <i>(Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible)</i> 5-pts Lickert ☐ Très faibles ☐ Faibles ☐ Moyennes ☐ Élevées ☐ Très élevées	Vous évaluez vos connaissances et compétences en recherches d'informations sur Internet comme ... <i>(Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible)</i> 4-pts Lickert ☐ Très faibles ☐ Faibles ☐ Élevées ☐ Très élevées
Echelle du Sentiment d'Auto-Efficacité (SAE) en RI (Rodon & Meyer, 2018) 10 items 4-pts Lickert pour chaque item • Faux • Plutôt Faux • Plutôt Vrai • Vrai	Pour chaque proposition ci-dessous, indiquez si vous concernant celle-ci est "Fausse", "Plutôt Fausse", "Plutôt Vraie", "Vraie" <i>(Cochez la réponse correspondante par proposition - Un seul choix possible par proposition)</i> I1. Si je rencontrais quelque difficulté à trouver une information sur Internet, je suis certain(e) de pouvoir mettre en œuvre une nouvelle stratégie de recherche. I2. Lorsque je consulte Internet, il est facile pour moi de mettre en œuvre une nouvelle stratégie de recherche. I3. Lorsque je consulte Internet, il est facile pour moi de me tenir à mon objectif de recherche et de l'atteindre. I4. J'ai la certitude de pouvoir faire face de manière efficace des résultats inattendus quand j'interroge Internet. I5. Grâce à mes compétences, je sais m'ajuster à l'imprévu lorsque je consulte Internet. I6. Je peux résoudre la majorité des difficultés rencontrées au cours d'une consultation sur le Web si je fais l'effort nécessaire. I7. Je reste serein(e) quand la recherche d'informations sur Internet devient difficile car je peux compter sur mes capacités d'adaptation. I8. Quand je suis confronté(e) à des réponses négatives suite à une requête sur Internet, je peux trouver plusieurs nouvelles stratégies. I9. Si je suis « coincé(e) », je sais appliquer une nouvelle méthode de recherche pour poursuivre. I10. Quels que soient les imprévus que je rencontre au cours d'une recherche sur Internet, je suis capable de réagir efficacement.	

Annexe J. Consignes générales des expériences principales (sessions de recherche) en fonction de chaque recueil de données

 Recueil n°1	 Recueil n°2
FASCICULE D'EXPERIENCE Recherche d'information sur Internet, Expertise, Apprentissage CONSIGNES GENERALES Avant de commencer l'expérience, nous allons débiter par un entraînement à utiliser le logiciel de recherche d'information. Il vous est demandé de trouver la réponse aux deux tâches qui vont suivre. Pour toutes les tâches qui vous seront présentées et que vous devrez résoudre, les énoncés de ces tâches seront écrits en gras noirs. Avant la résolution de chaque tâche, il vous sera également demandé de répondre à quelques questions. De même, une fois que vous considérez la tâche comme résolue et que vous aurez fourni une réponse, vous aurez à répondre à quelque question avant de passer à la tâche suivante. Il vous suffit de suivre ce fascicule page par page pour compléter vos réponses. Ne passez pas à une autre page tant que vous n'avez pas terminé la page sur laquelle vous vous trouvez. A chaque fois que vous terminez une tâche, il vous est demandé de prévenir l'expérimentateur. Toutes ces règles vous seront rappelées tout au long de ce document. Prenez donc bien le temps de lire chaque explications ou consignes. A la fin des deux heures, vous devrez rendre ce document à l'expérimentateur en le laissant à côté de votre ordinateur. Si vous avez des questions, n'hésitez pas à faire appel à l'expérimentateur. N'oubliez pas de fermer et quitter le logiciel. Prévenez l'expérimentateur une fois que vous avez complété les deux tâches d'entraînements. Vous allez maintenant débiter la véritable étude - Tournez la page.	Entraînement à l'utilisation du navigateur "qutebrowser.exe" Quelques rappels : Evitez l'ouverture simultanée de plusieurs onglets Fermez le navigateur à la fin de chaque tâche et rouvrez-le à chaque nouvelle tâche Si vous ne parvenez pas à accéder à un site, n'hésitez pas à fermer le navigateur au cours de votre recherche puis relancez-le Tâche d'entraînement à l'utilisation du navigateur "qutebrowser. exe" : En quelle année a été ouvert le premier laboratoire de psychologie expérimentale ? Vous disposez de 2 minutes maximum pour résoudre cette tâche en vous rendant sur internet. Une fois que vous êtes certain(e) de votre réponse, retranscrivez-la dans l'encadré ci-dessous ... Pour vous rendre sur internet, lancez le navigateur "qutebrowser.exe" en double cliquant dessus. Une page noire va s'afficher. Attendez que la page de démarrage de Google apparaisse puis démarrez votre recherche. ...FERMEZ LE NAVIGATEUR... Si vous avez des questions, c'est le moment de les poser ! Durant l'expérience, l'examineur ne pourra plus vous répondre ... Quelques rappels : Vous allez devoir réaliser deux tâches de recherche d'informations sur internet qui vous seront présentées dans un ordre aléatoire. Pour l'une des tâches, vous disposerez de 15 minutes maximum pour effectuer votre recherche. Pour l'autre tâche, vous disposerez de 15 minutes maximum et obligatoire pour effectuer votre recherche. Soyez bien attentif lors de la lecture des consignes aux éléments en gras et surlignés. Avant et Après chaque tâche, il faudra répondre à un rapide pré- et post-questionnaire Lorsque vous êtes prêt(e), cliquez sur la flèche en bas à droite de l'écran ...
 Recueil n°3	 Recueil n°4
CONSIGNES GENERALES Dans la section qui va suivre, vous allez être confronté.e.s à deux énoncés de tâches de recherche d'informations sur Internet.	Pensez à tout ce que vous connaissez mais aussi à tout ce que vous aimeriez connaître au sujet du concept d'Attention. Vous devez rechercher un maximum d'informations sur le concept d'Attention en vous rendant sur Internet pendant une durée obligatoire de 30 minutes.

Par exemple : "Vous souhaitez en apprendre davantage sur l'endométriose."

Suite à la présentation de l'énoncé, nous vous demandons de compléter trois questions uniquement à partir de vos connaissances actuelles sur le sujet et **SANS vous rendre sur Internet** pour obtenir de plus amples informations vous permettant de répondre aux questions.

La première question est une tâche de rappel libre où nous vous demandons de faire un résumé de vos connaissances concernant le/les sujet(s) de la tâche présentée.

Par exemple : "Résumez de manière la plus exhaustive possible dans l'encadré ci-dessous l'ensemble de vos connaissances concernant le concept d'Endométriose (la longueur de votre texte est illimitée, celui-ci pouvant comporter des mots, des groupes de mots, des phrases, des paragraphes ...)"

La seconde question est une tâche d'association libre où nous vous demandons de lister un maximum de mots, termes, concepts pouvant être en lien avec le/les sujet(s) de la tâche présentée.

Par exemple : "Listez dans les encadrés ci-dessous un maximum de concepts, mots-clés, termes, sujets pouvant être liés au concept d'Endométriose (un élément par encadré. Vous pouvez compléter autant d'encadrés que vous le souhaitez, le but étant d'en compléter un maximum tant que vous avez des idées. Complétez au moins un encadré)".

La troisième question est une tâche de production de requêtes telle que vous pourriez le faire lorsque vous recherchez des informations sur Internet à partir d'un moteur de recherche classique (e.g. Google). Nous vous demandons de lister un maximum de requêtes que vous auriez été susceptible de soumettre à un moteur de recherche si vous aviez pour objectif d'acquérir de nouvelles connaissances et d'en apprendre davantage sur le/les sujet(s) de la tâche présentée.

En plus, nous vous demandons, dans la mesure du possible, de classer vos requêtes par ordre de préférence et/ou de pertinence par rapport à l'objectif d'apprentissage.

Par exemple : "Pensez à tout ce que vous connaissez mais aussi à tout ce que vous aimeriez connaître au sujet du concept d'Endométriose. Si vous deviez vous rendre sur Internet pour en apprendre davantage sur le sujet et acquérir de nouvelles connaissances, quelles seraient vos requêtes ? Listez les dans les encadrés ci-dessous et triezy-les par ordre de préférence et/ou de pertinence par rapport à votre objectif (une requête par encadré. Indiquez au moins une requête. Il n'y a pas de nombre maximum de requêtes, c'est à vous de décider)".

RAPPEL : N'UTILISEZ PAS INTERNET POUR REPONDRE AUX QUESTIONS.

Si les consignes générales présentées ci-dessus manquent de clarté, n'hésitez pas à me contacter.

L'exercice est à réaliser deux fois, sur deux tâches.

Temps estimé : entre 10 et 30 minutes

Cliquez sur la flèche en bas à droite pour commencer lorsque vous êtes prêt.e.

Préparez votre minuteur et lancez-le à l'ouverture de l'application "dist".

Au bout de 30 minutes, arrêtez votre recherche et fermez l'application.

Pendant toute la durée de votre recherche, vous pourrez prendre des notes dans un encadré prévu à cet effet en indiquant pour chaque prise de notes l'adresse de la source depuis laquelle vous la produirez en copiant/collant le lien.

Etape 1 : copiez/collez le lien / Etape 2 : prenez les notes dont vous avez besoin depuis ce lien.

Si certaines de vos notes émanent d'une réflexion personnelle, indiquez "perso".

A l'issue de votre recherche, vous aurez à rédiger un résumé sur le concept d'Attention sur la base de vos connaissances et sur la base de votre prise de notes **uniquement** pendant une durée maximum de 30 minutes.

Vous ne pouvez pas commencer la rédaction de votre résumé pendant la recherche d'informations.

Vos connaissances personnelles et vos prises de notes sont les deux seules sources que vous pouvez utiliser pour rédiger votre résumé.

La durée de votre travail de rédaction final ne doit pas excéder 30 minutes mais vous pouvez mettre moins de temps.

Avant de vous rendre sur Internet pour recueillir les informations nécessaires à la production de votre réponse, veuillez répondre aux questions suivantes...

Pensez à tout ce que vous connaissez mais aussi à tout ce que vous aimeriez connaître pour réaliser cette tâche et proposez votre persona ad-hoc primaire précis et exhaustif.

Vous devez rechercher un maximum d'informations pour pouvoir compléter cette tâche en vous rendant sur Internet **pendant une durée obligatoire de 30 minutes.**

Préparez votre minuteur et lancez-le à l'ouverture de l'application "dist".

Au bout de 30 minutes, arrêtez votre recherche et fermez l'application.

Pendant toute la durée de votre recherche, vous pourrez prendre des notes dans un encadré prévu à cet effet en indiquant pour chaque prise de notes l'adresse de la source depuis laquelle vous la produirez en copiant/collant le lien.

Etape 1 : copiez/collez le lien / Etape 2 : prenez les notes dont vous avez besoin depuis ce lien.

Si certaines de vos notes émanent d'une réflexion personnelle, indiquez "perso".

A l'issue de votre recherche, vous aurez à proposer un persona ad-hoc primaire précis et exhaustif sur la base de vos connaissances et sur la base de votre prise de notes **uniquement** pendant une durée maximum de 30 minutes.

Vous ne pouvez pas commencer la rédaction de votre résumé pendant la recherche d'informations.

Vos connaissances personnelles et vos prises de notes sont les deux seules sources que vous pouvez utiliser pour rédiger votre résumé.

La durée de votre travail de rédaction final ne doit pas excéder 30 minutes mais vous pouvez mettre moins de temps.

Avant de vous rendre sur Internet pour recueillir les informations nécessaires à la production de votre réponse, veuillez répondre aux questions suivantes...

Annexe K. Tableau descriptif des questions contenues dans les questionnaires pré-RI (entre la première lecture de l'énoncé de la tâche et le démarrage de la session de recherche) en fonction de chaque recueil de données

	 Recueil de données n° 1	 Recueil de données n° 2	 Recueil de données n° 3	 Recueil de données n° 4
Pré-RI (entre la première lecture de l'énoncé de la tâche et le démarrage de la session de recherche)				
Auto-évaluation de la difficulté attendue (Wu et al., 2012) 5 items 4-pts Lickert pour chaque item • Pas du tout difficile • Un peu difficile • Difficile • Très difficile	Pour chacune des propositions ci-dessous, indiquez ce qui correspond le plus à ce que vous pensez : <i>(Un seul choix possible par proposition)</i> I1. Rechercher des informations pour cette tâche à l'aide d'un moteur de recherche sera ... I2. Comprendre les informations trouvées sera... I3. Déterminer si les informations trouvées seront utiles à la réalisation de la tâche sera... I4. Intégrer l'ensemble des informations trouvées à ma réponse sera... I5. Déterminer le moment où j'aurai trouvé suffisamment d'informations pour terminer la tâche sera...			Pour chacune des propositions ci-dessous, indiquez ce qui correspond le plus à ce que vous pensez : <i>(Un seul choix possible par proposition)</i> I1. Rechercher des informations pour cette tâche à l'aide d'un moteur de recherche sera ... I2. Comprendre les informations trouvées sera... I3. Déterminer si les informations trouvées seront utiles à la réalisation de la tâche sera... I4. Intégrer l'ensemble des informations trouvées à ma réponse sera... I5. Déterminer le moment où j'aurai trouvé suffisamment d'informations pour terminer la tâche sera...
Contrôle des connaissances concernant les tâches de lookup simples (fact-finding) et complexes (multicritères-inférentielles)	Pensez-vous connaître la réponse à cette question sans avoir besoin d'aller chercher la réponse sur Internet ? <i>(Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible)</i> ☐ Oui ☐ Non Si « oui » sélectionné alors ... Vous pensez connaître la réponse à cette question. Veuillez inscrire celle-ci dans l'encadré ci-dessous : 			
Contrôle et mesure des connaissances initiales concernant les sujets des tâches d'apprentissage et exploratoires	Pensez à ce que vous savez déjà sur le sujet de cette tâche et énumérez autant de phrases ou de mots que vous pouvez et qui vous viennent à l'esprit dans l'encadré ci-dessous : (Bhattacharya & Gwizdka, 2019) 	Indiquez votre niveau de familiarité avec le sujet de cette tâche : <i>(cochez la réponse correspondante)</i> 4-pts Lickert ☐ Pas du tout familier(e) ☐ Peu familier(e) ☐ Familier(e) ☐ Très familier(e)	Résumez de manière la plus exhaustive possible dans l'encadré ci-dessous l'ensemble de vos connaissances concernant le concept d'Attention <i>(la longueur de votre texte est illimitée, celui-ci pouvant comporter des mots, des groupes de mots, des phrases, des paragraphes ...)</i> 	Dans quelle mesure êtes-vous familier(ère) avec le sujet de cette tâche ? <i>(cochez la réponse correspondante - un seul choix possible)</i> 4-pts Lickert ☐ Pas du tout familier(e) ☐ Peu familier(e) ☐ Familier(e)

		(Bhattacharya & Gwizdka, 2019) Listez dans les encadrés ci-dessous un maximum de concepts, mots-clés, termes, sujets pouvant être liés au concept d'Attention (<i>un élément par encadré. Vous pouvez compléter autant d'encadrés que vous le souhaitez dans une limite de 40, le but étant d'en compléter un maximum tant que vous avez des idées. Complétez au moins un encadré</i>) 1... 2... 39... 40... Pensez à tout ce que vous connaissez mais aussi à tout ce que vous aimeriez connaître au sujet du concept d'Attention. Si vous deviez vous rendre sur Internet pour en apprendre davantage sur le sujet et acquérir de nouvelles connaissances, quelles seraient vos requêtes ? Listez les dans les encadrés ci-dessous et triez-les par ordre de préférence et/ou de pertinence par rapport à votre objectif (<i>une requête par encadré. Indiquez au moins une requête sur 40. C'est à vous de décider combien vous souhaitez en compléter.</i>) 1... 2... 39... 40...	☐ Très familier(e) Résumez de manière la plus exhaustive possible dans l'encadré ci-dessous l'ensemble de vos connaissances concernant le concept d'Attention (<i>la longueur de votre texte est illimitée, celui-ci pouvant comporter des mots, des groupes de mots, des phrases, des paragraphes ...</i>) (Bhattacharya & Gwizdka, 2019)
Contrôle des connaissances et/ou du niveau de familiarité avec le/les sujets des tâches	Dans quelle mesure êtes-vous familier des concepts contenus dans l'énoncé de la tâche ? (<i>Sélectionnez</i>		

d'apprentissage et d'évaluation	la réponse correspondante - un seul choix possible) 4-pts Lickert ☐ Pas du tout familier ☐ Peu familier ☐ Familier ☐ Très familier			
Contrôle des connaissances et/ou du niveau de familiarité avec le/les sujets des tâches d'apprentissage et de création	Dans quelle mesure êtes-vous familier des concepts contenus dans l'énoncé de la tâche ? (Sélectionnez la réponse correspondante - un seul choix possible) 4-pts Lickert ☐ Pas du tout familier ☐ Peu familier ☐ Familier ☐ Très familier		Résumez de manière la plus exhaustive possible dans l'encadré ci-dessous l'ensemble de vos connaissances concernant les concepts "persona ad-hoc primaire", "profil utilisateur", "projet de conception", "encyclopédie en ligne", "univers Geek" (la longueur de votre texte est illimitée, celui-ci pouvant comporter des mots, des groupes de mots, des phrases, des paragraphes ...) (Bhattacharya & Gwizdka, 2019) Listez dans les encadrés ci-dessous un maximum de concepts, mots-clés, termes, sujets pouvant être liés aux concepts suivants : (un élément par encadré. Vous pouvez compléter autant d'encadrés que vous le souhaitez dans une limite de 20 par concept, le but étant d'en compléter un maximum tant que vous avez des idées. Complétez au moins un encadré par concept) Persona ad-hoc primaire 1... 2... 19... 20... Profil utilisateur 1... 2... 19... 20...	Dans quelle mesure êtes-vous familier(ère) avec le sujet de cette tâche ? (cochez la réponse correspondante - un seul choix possible) 4-pts Lickert ☐ Pas du tout familier(e) ☐ Peu familier(e) ☐ Familier(e) ☐ Très familier(e) Résumez de manière la plus exhaustive possible dans l'encadré ci-dessous l'ensemble de vos connaissances concernant les concepts "persona ad-hoc primaire", "profil utilisateur", "projet de conception", "encyclopédie en ligne", "univers Geek" (la longueur de votre texte est illimitée, celui-ci pouvant comporter des mots, des groupes de mots, des phrases, des paragraphes ...) (Bhattacharya & Gwizdka, 2019)

			Projet de conception <table border="1"> <tr><td>1...</td></tr> <tr><td>2...</td></tr> <tr><td>19...</td></tr> <tr><td>20...</td></tr> </table> Encyclopédie en ligne <table border="1"> <tr><td>1...</td></tr> <tr><td>2...</td></tr> <tr><td>19...</td></tr> <tr><td>20...</td></tr> </table> Univers Geek <table border="1"> <tr><td>1...</td></tr> <tr><td>2...</td></tr> <tr><td>19...</td></tr> <tr><td>20...</td></tr> </table> Pensez à tout ce que vous connaissez mais aussi à tout ce que vous aimeriez connaître pour réaliser cette tâche. Si vous deviez vous rendre sur Internet pour résoudre cette tâche, quelles seraient vos requêtes ? Listez les dans les encadrés ci-dessous et triezy-les par ordre de préférence et/ou de pertinence par rapport à votre objectif (<i>une requête par encadré. Indiquez au moins une requête sur 40. C'est à vous de décider combien vous souhaitez en compléter</i>) <table border="1"> <tr><td>1...</td></tr> <tr><td>2...</td></tr> <tr><td>39...</td></tr> <tr><td>40...</td></tr> </table>	1...	2...	19...	20...	1...	2...	19...	20...	1...	2...	19...	20...	1...	2...	39...	40...	
1...																				
2...																				
19...																				
20...																				
1...																				
2...																				
19...																				
20...																				
1...																				
2...																				
19...																				
20...																				
1...																				
2...																				
39...																				
40...																				

Annexe L. Tableau descriptif des questions contenues dans les questionnaires post-RI (entre la fin de la session de recherche et la lecture d'un nouvel énoncé de tâche ou la fin de l'expérience) en fonction de chaque recueil de données

	 Recueil de données n° 1	 Recueil de données n° 2	 Recueil de données n° 3	 Recueil de données n° 4
Post-RI (entre la fin de la session de recherche et la lecture d'un nouvel énoncé de tâche ou la fin de l'expérience)				
<i>Réponses écrites (fermée ou ouverte/post-RI/court-terme)</i>				
Mesure des scores de recherche et réponse fermée finale (contextes de lookup)	A l'aide des informations trouvées sur Internet veuillez indiquer dans l'encadré ci-dessous la réponse à la tâche : 	Une fois que vous êtes certain d'avoir trouvé le paradigme correspondant aux critères, retranscrivez son intitulé dans l'encadré ci-dessous... Si vous pensez ne pas avoir trouvé, écrivez "je ne sais pas". 		
Mesure des connaissances post-tâche sur le court terme concernant les sujets des tâches d'apprentissage et exploratoires (réponse ouverte) (Bhattacharya & Gwizdka, 2019)	Pensez à ce que vous saviez déjà et à ce que vous venez d'apprendre sur le sujet de cette tâche et énumérez autant de phrases ou de mots que vous pouvez et qui vous viennent à l'esprit dans l'encadré ci-dessous : 	A l'issue de votre recherche et de vos prises de notes, résumez dans l'encadré ci-dessous l'ensemble des nouvelles connaissances que vous venez d'acquérir... 		A partir de vos connaissances antérieures et des notes prises pendant votre recherche d'informations uniquement, rédigez un résumé sur le concept d'Attention dans l'encadré ci-dessous pendant une durée maximum de 30 minutes (la longueur de votre résumé n'est pas limitée)
Mesure de l'apprentissage par évaluation et prise de décision (réponse ouverte)	A l'aide des informations trouvées sur Internet veuillez rédiger dans l'encadré ci-dessous la réponse à la tâche : 			
Mesure de l'apprentissage créatif en post-tâche (réponse ouverte)	A l'aide des informations trouvées sur Internet veuillez rédiger dans l'encadré ci-dessous la réponse à la tâche : 			A partir de vos connaissances antérieures et des notes prises pendant votre recherche d'informations uniquement, proposez un persona ad-hoc primaire précis et exhaustif dans l'encadré ci-dessous pendant une durée maximum de 30 minutes (la longueur de votre résumé n'est pas limitée).

<i>Auto-évaluations post-RI</i>				
Auto-évaluation de la difficulté attendue (Wu et al., 2012) 5 items 4-pts Lickert pour chaque item • Pas du tout difficile • Un peu difficile • Difficile • Très difficile	Pour chacune des propositions ci-dessous, indiquez ce qui correspond le plus à ce que vous pensez : <i>(Un seul choix possible par proposition)</i> I1. Rechercher des informations pour cette tâche à l'aide d'un moteur de recherche était ... I2. Rechercher des informations pour cette tâche à l'aide d'un moteur de recherche était ... I3. Rechercher des informations pour cette tâche à l'aide d'un moteur de recherche était ... I4. Rechercher des informations pour cette tâche à l'aide d'un moteur de recherche était ... I5. Rechercher des informations pour cette tâche à l'aide d'un moteur de recherche était ...			Pour chacune des propositions ci-dessous, indiquez ce qui correspond le plus à ce que vous pensez : <i>(Un seul choix possible par proposition)</i> I1. Rechercher des informations pour cette tâche à l'aide d'un moteur de recherche était ... I2. Rechercher des informations pour cette tâche à l'aide d'un moteur de recherche était ... I3. Rechercher des informations pour cette tâche à l'aide d'un moteur de recherche était ... I4. Rechercher des informations pour cette tâche à l'aide d'un moteur de recherche était ... I5. Rechercher des informations pour cette tâche à l'aide d'un moteur de recherche était ...
Auto-évaluation de la qualité de la réponse fournie 4-pts Lickert • Très mauvaise(s) • Mauvaise(s) • Bonne(s) • Très bonne(s)	La/Les réponses que j'ai fournies est(sont) : <i>(Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible)</i>	De mon point de vue, la réponse que j'ai fournie est : <i>(cochez la réponse correspondante)</i>		De mon point de vue, la réponse que j'ai fournie est : <i>(cochez la réponse correspondante)</i>
Intérêt pour le sujet de la tâche 4-pts Lickert • Très faible • Faible • Elevé • Très élevé		Mon intérêt pour le sujet de la tâche était : <i>(cochez la réponse correspondante)</i>		Mon intérêt pour le sujet de la tâche était : <i>(cochez la réponse correspondante)</i>
Motivation à comprendre les informations 4-pts Lickert Très faible / Faible / Elevé / Très élevé		Ma motivation à comprendre les informations trouvées était : <i>(cochez la réponse correspondante)</i>		Ma motivation à comprendre les informations trouvées était : <i>(cochez la réponse correspondante)</i>

Auto-évaluation de l'apprentissage 7-pts Lickert Aucun / Très faible / Faible / Moyen / Assez élevé / Elevé / Très élevé		Globalement, quel niveau de connaissances pensez-vous avoir acquis en réalisant cette tâche ? (cochez la réponse correspondante)		Globalement, quel niveau de connaissances pensez-vous avoir acquis en réalisant cette tâche ? (cochez la réponse correspondante)
Pertinence thématique des résultats du moteur de recherche, des sites web et des documents consultés lors de la recherche d'information (Jiang et al., 2017) 4-pts Lickert Pas du tout pertinents / Peu pertinents / Pertinents / Très pertinents	Globalement, les résultats fournis par le moteur de recherche, les sites web et/ou les documents consultés lors de votre recherche d'information étaient : (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible)			Globalement, les résultats fournis par le moteur de recherche, les sites web et/ou les documents consultés lors de votre recherche d'information étaient : (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible)
Utilité des informations recueillies sur les résultats du moteur de recherche, les sites web et les documents consultés lors de la recherche d'information (Jiang et al., 2017) 7-pts Lickert Aucune / Très peu / Peu / Moyennement / Assez / Beaucoup / Enormément	Globalement, quelle quantité d'informations utiles les résultats fournis par le moteur de recherche, les sites web et/ou les documents consultés ont-ils fournis à la tâche ? (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible)			Globalement, quelle quantité d'informations utiles les résultats fournis par le moteur de recherche, les sites web et/ou les documents consultés ont-ils fournis à la tâche ? (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible)
Fiabilité des résultats du moteur de recherche, des sites web et des documents consultés lors de la recherche d'information (Jiang et al., 2017) Absolument pas dignes de confiance / Très peu dignes de confiance / Peu dignes de confiance / Moyennement dignes de confiance / Assez	Globalement, les résultats du moteur de recherche, les sites web et/ou les documents consultés étaient : (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible)			Globalement, les résultats du moteur de recherche, les sites web et/ou les documents consultés étaient : (Cochez la réponse correspondante - Un seul choix possible)

dignes de confiance / Dignes de confiance / Extrêmement dignes de confiance			
Satisfaction de l'accomplissement de la tâche 7-pts Lickert Absolument pas dignes de confiance / Très peu dignes de confiance / Peu dignes de confiance / Moyennement dignes de confiance / Assez dignes de confiance / Dignes de confiance / Extrêmement dignes de confiance	Dans quelle mesure êtes-vous satisfait par l'accomplissement de la tâche ? (Cochez la réponse correspondante – Un seul choix possible)		Dans quelle mesure êtes-vous satisfait par l'accomplissement de la tâche ? (Cochez la réponse correspondante – Un seul choix possible)
<i>Réponses écrites (fermée ou ouverte/post-RI/court-terme)</i>			
Mesure des connaissances post-tâche sur le long terme (1 semaine après la session de recherche) concernant les sujets des tâches d'apprentissage et exploratoires (Bhattacharya & Gwizdka, 2019)	Pensez à ce que vous saviez déjà et à ce que vous aviez appris sur le sujet de cette tâche et énumérez autant de phrases ou de mots que vous pouvez et qui vous viennent à l'esprit dans l'encadré ci-dessous : 		

Annexe M. Exemple de grille de segmentation et de classification des matériaux verbaux et sémantiques en fonction des sujets thématiques principaux pouvant être explorés et/ou exploités par les participants lors de la réalisation des différentes tâches d'apprentissage (exploratoire vs. créative ; études expérimentales 3 et 4)

Sujets thématiques principaux associés à la tâche exploratoire (et exemple de sous-sujets)				
Sujet principal 1 Généralités sur le concept d'Attention	Sujet principal 2 Les types d'Attention	Sujet principal 3 Description de modèles et auteurs spécifiques sur l'Attention	Sujet principal 4 Domaines d'application et études sur l'Attention	Sujet principal 5 Développement et troubles de l'Attention
Définitions générales dans des domaines de connaissances spécifiques (1) Définitions générales en psychologie cognitive (2) Définitions générales en neuropsychologie (3) Synonymes et concepts proches en psychologie/ergonomie Définitions générales dans d'autres domaines en dehors de la psychologie/ergonomie (4) Informatique (5) Philosophie Définitions générales liées aux connaissances générales et vulgarisées (6) Langage courant (7) Sentimental (8) Prendre soin de quelqu'un / quelque chose (9) Danger et menaces (10) Méditation et développement personnel	Typologie de base (1) Attention sélective (2) Attention divisée (3) Attention soutenue (4) Attention dirigée (5) Eveil attentionnel Typologie en fonction des modalités sensorielles (6) Attention visuelle (7) Attention auditive (8) Attention kinesthésique / haptique (9) Attention olfactive / gustative Typologie en fonction du degré d'activation (10) Endogène et processus descendants (Top-down) (11) Exogène et processus ascendants (bottom-up) Typologie en fonction du niveau de conscience et de contrôle (12) Conscient et contrôlé (13) Inconscient et automatisé	(1) Informations générales sur les théories / modèles de l'Attention (2) Broadbent (1958) (3) Deutsch & Deutsch (1963) (4) Kahneman (1973) (5) Wickens (1984) (6) Pashler (1984) (7) Posner (1980) (8) Treisman & Gelade (1980) (9) Norman & Shallice (1986)	Etudes et évaluation de l'attention (1) Tâches (2) Expériences Attention, mémoire et apprentissage (3) Attention et mémoire (4) Attention et apprentissage (5) Attention et processus métacognitifs Domaines d'application du concept d'Attention (6) Applications : généralités (7) conduite automobile (8) Activité de recherche d'informations (9) Cognition incarnée (10) Ergonomie de l'activité de travail (11) Pilotage d'avions	Développement (1) Enfants (2) Adolescents (3) Adultes (4) Vieillesse cognitive normal Troubles (5) Informations générales (6) Troubles déficitaires de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH) (8) Troubles neurologiques et traumatismes (9) Troubles du spectre autistique (10) Attention et DSM (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders) (11) Remédiations cognitives et traitements des troubles
Sujets thématiques principaux associés à la tâche créative (et exemple de sous-sujets)				
Sujet principal 1 Persona ad-hoc primaire	Sujet principal 2 Profil utilisateur	Sujet principal 3 Projet de conception	Sujet principal 4 Encyclopédie en ligne	Sujet principal 5 Univers Geek
(1) Définition générale (2) Profil et archétype des utilisateurs (3) Liens utilisateurs finaux et public cible	(1) Définition générale (2) Liens utilisateurs finaux et public cible (3) Caractéristiques du profil utilisateur	(1) Définition générale (2) Etapes (3) Objectif(s)	(1) définition générale (2) Exemples (3) Usages (4) Contenus	(1) Définition générale et concepts proches (2) Science-fiction / Fantasy / mondes Fantastiques

(4) Méthodes UX design / ergonomie WEB et IHM (5) Exemples de persona (6) Définition du terme « ad-hoc » (7) Différences persona primaire et secondaire (8) Liste des informations, catégories, sections contenues dans une fiche persona	(4) Méthodes UX design / ergonomie WEB et IHM (5) Différences, similarités, éléments de comparaisons persona vs. profil utilisateur (6) Définition vulgarisée et issue du langage courant (profil utilisateur pour se connecter à un site par exemple)	(4) Principaux acteurs (ergonomes, concepteurs, programmeurs...) (5) Développer / Créer / Etablir / Construire (6) Fonction du produit, du service, du système final à concevoir (7) Coûts financiers	(5) Fonctions (6) Connaissances et apprentissage (7) Utilisateurs des encyclopédies (8) Wiki (9) Auteurs spécifiques	(3) Cinéma / Séries / Licences spécifiques (4) Jeux vidéo et licences spécifiques (5) Jeux de plateaux / Jeux de sociétés / Jeux de rôle (6) Informatique et technologies (7) Monde et culture asiatique (manga, animés, K-pop, cosplay...) (8) Comics / bandes-dessinées / Licences spécifiques (9) Auteurs connus et spécifiques (10) Stéréotypes (physiques et psychologiques)
Note.				
	Connaissances de base et générales sans liens avec un domaine particulier		Connaissances de base mais intégrant une part de connaissances spécifiques et techniques	
				Connaissances spécifiques de haut niveau en lien avec un domaine de connaissances particulier

Annexe N. Exemples d’annotations et de codage des matériaux verbaux et sémantiques (i.e. mots-clés, requêtes, prises de notes, réponses écrites en pré- et post-RI) utilisant les tableaux des sujets thématiques principaux des tâches exploratoires simples et des tâches créatives complexe en fonction de **(a)** l’étude expérimentale n°2, **(b)** l’étude expérimentale n°3 et **(c)** l’étude expérimentale n°4

(a) Etude expérimentale n°2 (exploratoire simple uniquement) <i>Segmentation des réponses écrites finales des participants en post-RI</i>
<i>Exemple de réponse écrite finale en post-RI produite par un participant</i> « L’attention est la prise de possession par l’esprit, sous une forme claire et vive, d’un objet ou d’une suite de pensées parmi plusieurs qui sont présents simultanément [...] Elle implique le retrait de certains objets afin de traiter plus efficacement les autres [...] » Il existe différents processus attentionnels tels que la sélection, le contrôle ou l’activation. Ces processus se distinguent aussi bien par leur fonctionnement que par les réseaux cérébraux qui les sous-tendent.(Petersen, Posner, 2012) - processus de sélection: permettent à un individu de favoriser le traitement cognitif de stimuli ou de pensées ciblés et pertinents, au détriment d’autres stimuli ou pensées (Harris, Thiele, 2011) - processus de contrôle: permettent la gestion des ressources cognitives nécessaires pour réaliser avec efficacité des actions volontaires, (contraire des comportements automatiques) (Rueda et al., 2015). - activation: l’individu prend le contrôle conscient de l’action (ex: traverser une rue quand une voiture passe, nous reprenons le contrôle pour arrêter la marche et ne pas traverser la voie) Composantes attentionnelles: L’attention sélective (effet cocktail party), attention divisée ou attention partagée (traitement de plusieurs infos en simultanée), L’attention soutenue (cf. niveau d’efficacité), alternée. Endogène ou exogène: endogène: les processus attentionnels sont conduits et contrôlés par les attentes de l’individu. Exogène: les processus attentionnels sont influencés par l’environnement. Néanmoins, lorsque l’attention est divisée entre plusieurs tâches, elle nécessite plus de ressources cérébrales. L’avancée en âge s’accompagne d’une baisse des ressources de l’attention, et d’une plus grande sensibilité aux interférences, ce qui a pour effet de diminuer l’efficacité des personnes âgées sur des tâches multiples simultanées. Il existe aussi plusieurs autres troubles liés à l’attention dont le TDAH (Trouble du déficit de l’attention avec hyperactivité) mais aussi sans hyperactivité (TDA). Pour mesurer l’attention plusieurs tests peuvent être soumis à la personne : - Test de DIAT-SHIF : Il vous faudra suivre le parcours de la balle blanche et être attentif aux mots qui apparaîtront à l’écran. Lorsque les couleurs du mots coïncideront avec les couleurs de ses lettres, vous devrez répondre (être attentif à deux stimuli à la fois). Pour ce test, vous serez confronté à des changements de stratégie, à de nouvelles réponses, vous devrez également manier la capacité de surveillance et la capacité visuelle à la fois. - Test de Rapidité REST-HECOOR : Un carré bleu apparaîtra à l’écran. Vous devrez cliquer le plus rapidement possible sur le bouton placé dans le carré. Plus vous cliquerez sur le bouton, plus vos résultats seront bons. - Test de Résolution REST-SPER : Plusieurs stimuli en mouvement apparaîtront à l’écran. Vous devrez cliquer sur les stimuli "objectif" aussi vite que possible tout en évitant les stimuli "intrus".

- Test de Négligence FOCU-SHIF : Vous verrez apparaître une lumière dans chaque coin de l'écran. Vous devrez cliquer sur les lumières jaunes aussi vite que possible. En revanche, lorsque les lumières deviendront rouges, vous ne devrez pas cliquer dessus.

Exemple d'annotations et de codage en fonction des sujets thématiques principaux

Sous-sujets traités par le participant. Sous-sujets non-traités par le participant.	Score total de l'exploration thématique (entre 1 et 9) : nombre total de sujets principaux traités par le participant dans sa réponse écrite finale.	6
	Exploitation thématique : longueur total de la réponse écrite finale (en nombre de mots) divisé par le nombre total de sujets principaux traités par le participant.	478 / 6 =
		79.7

Sujet principal 1 Généralités sur le concept d'Attention	Sujet principal 2 Les types d'Attention	Sujet principal 3 Description de modèles et auteurs spécifiques sur l'Attention
Définitions générales dans des domaines de connaissances spécifiques <i>(1) Définitions générales en psychologie cognitive</i> « L'attention est la prise de possession par l'esprit, sous une forme claire et vive, d'un objet ou d'une suite de pensées parmi plusieurs qui sont présents simultanément [...] Elle implique le retrait de certains objets afin de traiter plus efficacement les autres [...] » <i>(2) Définitions générales en neuropsychologie</i> <i>(3) Synonymes et concepts proches en psychologie/ergonomie</i>	Typologie de base <i>(1) Attention sélective</i> Processus de sélection: permettent à un individu de favoriser le traitement cognitif de stimuli ou de pensées ciblés et pertinents, au détriment d'autres stimuli ou pensées (Harris, Thiele, 2011). Composantes attentionnelles: L'attention sélective (effet cocktail party). <i>(2) Attention divisée</i> Attention divisée ou attention partagée (traitement de plusieurs infos en simultané), alternée. <i>(3) Attention soutenue</i> L'attention soutenue (cf. niveau d'efficacité) <i>(4) Attention dirigée</i> <i>(5) Eveil attentionnel</i> Typologie en fonction des modalités sensorielles <i>(6) Attention visuelle</i> <i>(7) Attention auditive</i> <i>(8) Attention kinesthésique / haptique</i> <i>(9) Attention olfactive / gustative</i>	<i>(1) Informations générales sur les théories / modèles de l'Attention</i> <i>(2) Broadbent (1958)</i> <i>(3) Deutsch & Deutsch (1963)</i> <i>(4) Kahneman (1973)</i> <i>(5) Wickens (1984)</i> <i>(6) Pashler (1984)</i> <i>(7) Posner (1980)</i> Il existe différents processus attentionnels tels que la sélection, le contrôle ou l'activation. Ces processus se distinguent aussi bien par leur fonctionnement que par les réseaux cérébraux qui les sous-tendent. (Petersen, Posner, 2012) <i>(8) Treisman & Gelade (1980)</i> <i>(9) Norman & Shallice (1986)</i>

	Typologie en fonction du degré d'activation (10) Endogène et processus descendants (Top-down) Endogène ou exogène: endogène: les processus attentionnels sont conduits et contrôlés par les attentes de l'individu. (11) Exogène et processus ascendants (Bottom-up) Exogène: les processus attentionnels sont influencés par l'environnement. Typologie en fonction du niveau de conscience et de contrôle (12) Conscient et contrôlé Processus de contrôle: permettent la gestion des ressources cognitives nécessaires pour réaliser avec efficacité des actions volontaires (Rueda et al., 2015). Activation: l'individu prend le contrôle conscient de l'action (ex: traverser une rue quand une voiture passe, nous reprenons le contrôle pour arrêter la marche et ne pas traverser la voie) (13) Inconscient et automatisé (contraire des comportements automatiques)	
Sujet principal 4 Attention, mémoire et apprentissage	Sujet principal 5 Les troubles de l'attention	Sujet principal 6 Les domaines d'application du concept d'attention
(1) Attention et mémoire (2) Attention et apprentissage (3) Attention et processus métacognitifs	(1) Informations générales (2) Troubles déficitaires de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH) Il existe aussi plusieurs autres troubles liés à l'attention dont le TDAH (Trouble du déficit de l'attention avec hyperactivité) mais aussi sans hyperactivité (TDA). (3) Troubles neurologiques et traumatismes (4) Troubles du spectre autistique (5) Attention et DSM (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders)	(1) Applications : généralités (2) conduite automobile (3) Activité de recherche d'informations (4) Cognition incarnée (5) Ergonomie de l'activité de travail (6) Pilotage d'avions

	<i>(6) Remédiations cognitives et traitements des troubles</i>	
Sujet principal 7 Développement de l'Attention au cours de la vie	Sujet principal 8 Tâches et expériences sur l'Attention	Sujet principal 9 Concept d'Attention en dehors du domaine de la psychologie
<i>(1) Enfants</i> <i>(2) Adolescents</i> <i>(3) Adultes</i> <i>(4) Vieillesse cognitive normale</i> Néanmoins, lorsque l'attention est divisée entre plusieurs tâches, elle nécessite plus de ressources cérébrales. L'avancée en âge s'accompagne d'une baisse des ressources de l'attention, et d'une plus grande sensibilité aux interférences, ce qui a pour effet de diminuer l'efficacité des personnes âgées sur des tâches multiples simultanées.	<i>(1) Tâches</i> Pour mesurer l'attention plusieurs tests peuvent être soumis à la personne : - Test de DIAT-SHIF : Il vous faudra suivre le parcours de la balle blanche et être attentif aux mots qui apparaîtront à l'écran. Lorsque les couleurs du mots coïncideront avec les couleurs de ses lettres, vous devrez répondre (être attentif à deux stimuli à la fois). Pour ce test, vous serez confronté à des changements de stratégie, à de nouvelles réponses, vous devrez également manier la capacité de surveillance et la capacité visuelle à la fois. - Test de Rapidité REST-HECOOR : Un carré bleu apparaîtra à l'écran. Vous devrez cliquer le plus rapidement possible sur le bouton placé dans le carré. Plus vous cliquerez sur le bouton, plus vos résultats seront bons. - Test de Résolution REST-SPER : Plusieurs stimuli en mouvement apparaîtront à l'écran. Vous devrez cliquer sur les stimuli "objectif" aussi vite que possible tout en évitant les stimuli "intrus". - Test de Négligence FOCU-SHIF : Vous verrez apparaître une lumière dans chaque coin de l'écran. Vous devrez cliquer sur les lumières jaunes aussi vite que possible. En revanche, lorsque les lumières deviendront rouges, vous ne devrez pas cliquer dessus. <i>(2) Expériences</i>	<i>(1) Langage courant</i> <i>(2) Sentimental</i> <i>(3) Prendre soin de quelqu'un, de quelque chose</i> <i>(4) Hygiène personnelle</i> <i>(5) Informatique</i> <i>(6) Philosophie</i> <i>(7) Anthropologie</i> <i>(8) Méditation et développement personnel</i> <i>(9) Danger et menaces</i>
(b) Etude expérimentale n°3 (exploratoire simple et créative complexe) <i>Segmentation des réponses écrites finales des participants en pré-RI (rappel libre) et du contenu des mots-clés et des requêtes</i>		
<i>Exemples de rappel libre, de mots-clés et de requêtes produite par un participant pour la tâche exploratoire simple</i>		
Rappel libre ●	Mots-clés ●	Requêtes ●
L'attention est une fonction cognitive, il existe de nombreux modèles et caractéristiques de l'attention. En effet, l'attention peut être entendue comme un mécanisme de veille ou d'éveil de la "conscience", elle peut alors fluctuer tout au long de la journée. Elle peut être également soutenue lorsque nous nous concentrons sur une tâche précise, elle peut être aussi orientée dans certains contextes (ex: expérience de Posner, ou effet de cueing). Nous pouvons illustrer les phénomènes	Attention Modèles Cerveau	Modèles de l'attention Où se trouve l'attention dans le cerveau

d'attention soutenue et d'attention sélective par l'effet "cocktail party". Cette effet décrit la capacité pour un individu de se focaliser sur la compréhension des paroles énoncées par une personne dans un contexte dégradé (par exemple, discuter dans un bar bondé un soir de match), la personne se concentre sur le discours au détriment du bruit alentour. De plus, si la personne entend un information pertinente provenant d'une autre source (par exemple, entendre son nom), l'attention sélective orientera l'attention de la personne vers la source d'information "pertinente" plutôt que sur la discussion. Il existe différents modèles du traitement de l'attention, le modèle de Broadbent, le modèle de Treisman et le modèle de Deutsch & Deutsch. Tous cherchent à montrer l'importance de l'attention dans le déroulement de la perception et du traitement de l'information. La différence de ces 3 modèles réside dans la place accordée à l'attention, celle-ci peut en effet se réaliser en amont, pendant ou après la perception de l'information. L'idée souvent retenue est la part de sélection de l'information jouée par l'information, on parle alors de goulot d'étranglement pour évoquer le degré et la nature des sélections opérées dans le traitement. On retiendra aussi que l'attention est une ressource limitée, elle fluctue en fonction de la qualité de la tâche; si on propose à des sujets de réaliser deux tâches complexes en même temps, les performances allouées aux deux tâches seront moins bonnes que si les deux tâches sont proposées l'une après l'autre. Pour montrer les mécanismes de fluctuation de l'attention, nous pouvons évoquer de nombreuses illusions d'optiques mais aussi l'expérience de Neisser. Dans une tâche de dénombrement complexe (compter le nombre de passe entre des joueurs portant un t-shirt blanc), on se rend compte qu'il est très difficile de percevoir un évènement non congruent dans la tâche (apparition d'un gorille). Les travaux sur l'attention et la = musique montrent l'existence d'ondes cérébrales spécifiques à l'attention, elles apparaissent lors d'une écoute passive (P300), lors d'une écoute avec attente (P3a) ou lors d'un évènement inattendu (P3b). Sur le plan des troubles liés à l'attention, on trouvera les célèbres TDA avec ou sans hyperactivité. Sur le plan clinique, on peut trouver des tests pour mesurer l'attention, par exemple le barrage de lettre, dénombrer les coups de fusils, le test des petits hommes verts, le trail making test, Stroop, etc.	Maladie Neurologiques Neurodégénérative Troubles Personnes âgées Remédiations cognitive Adaptation Postes de travail	Maladie neurologiques de l'attention Maladie neurodégénérative de l'attention Trouble de l'attention personnes âgées Remédiations cognitive des troubles de l'attention Adaptation des postes de travail en cas de troubles de l'attention
---	--	---

Exemple d'annotations et de codage en fonction des sujets thématiques principaux (exploratoire simple)

Sous-sujets traités par le participant lors du rappel libre des connaissances en pré-RI. Sous-sujets traités par le participant lors de la production de mots-clés. Sous-sujets traités par le participant lors de la formulation des requêtes. Sous-sujets non-traités par le participant.	Score total de l'exploration thématique (entre 1 et 5) ● Nombre total de sujets principaux traités par le participant lors du rappel libre. 5 ● Nombre total de sujets principaux traités par le participant lors de la production de mots-clés 4 ● Nombre total de sujets principaux traités par le participant lors de la formulation des requêtes 4				
	Exploitation thématique ● Longueur totale (en nombre de mots) du rappel libre en fonction de chaque sujet principal				
	SP1 = 73	SP2 = 161	SP3 = 117	SP4 = 93	SP5 = 17
	● Nombre total de mots-clés produits en fonction de chaque sujet principal				

		SP1 = 3	SP2 = 0	SP3 = 1	SP4 = 2	SP5 = 5		
		● Nombre total de requêtes formulées en fonction de chaque sujet principal						
		SP1 = 1	SP2 = 0	SP3 = 1	SP4 = 1	SP5 = 4		
Sujet principal 1 Généralités sur le concept d'Attention	Sujet principal 2 Les types d'Attention	Sujet principal 3 Description de modèles et auteurs spécifiques sur l'Attention	Sujet principal 4 Domaines d'application et études sur l'Attention	Sujet principal 5 Développement et troubles de l'Attention				
●●● Définitions générales dans des domaines de connaissances spécifiques (1) Définitions générales en psychologie cognitive L'attention est une fonction cognitive, il existe de nombreux modèles et caractéristiques de l'attention. En effet, l'attention peut être entendue comme un mécanisme de veille ou d'éveil de la "conscience", elle peut alors fluctuer tout au long de la journée. Attention (2) Définitions générales en neuropsychologie Les travaux sur l'attention et la musique montrent l'existence d'ondes cérébrales spécifiques à l'attention, elles apparaissent lors d'une écoute passive (P300), lors d'une écoute avec attente (P3a) ou lors d'un évènement inattendu (P3b). Cerveau Neurologiques	● Typologie de base (1) Attention sélective D'attention sélective par l'effet "cocktail party". Cette effet décrit la capacité pour un individu de se focaliser sur la compréhension des paroles énoncées par une personne dans un contexte dégradé (par exemple, discuter dans un bar bondé un soir de match), la personne se concentre sur le discours au détriment du bruit alentour. De plus, si la personne entend une information pertinente provenant d'une autre source (par exemple, entendre son nom), l'attention sélective orientera l'attention de la personne vers la source d'information "pertinente" plutôt que sur la discussion. (2) Attention divisée Si on propose à des sujets de réaliser deux tâches complexes en même temps, les performances allouées aux deux tâches seront moins bonnes que si les deux tâches sont proposées l'une après l'autre. (3) Attention soutenue	●●● (1) Informations générales sur les théories / modèles de l'Attention Tous cherchent à montrer l'importance de l'attention dans le déroulement de la perception et du traitement de l'information. La différence de ces 3 modèles réside dans la place accordée à l'attention, celle-ci peut en effet se réaliser en amont, pendant ou après la perception de l'information. Il existe différents modèles du traitement de l'attention, Modèles Modèles de l'attention (2) Broadbent (1958) le modèle de Broadbent, (3) Deutsch & Deutsch (1963) et le modèle de Deutsch & Deutsch. (4) Kahneman (1973) (5) Wickens (1984) (6) Pashler (1984)	●●● Etudes et évaluation de l'attention (1) Tâches Sur le plan clinique, on peut trouver des tests pour mesurer l'attention, par exemple le barrage de lettre, dénombrer les coups de fusils, le test des petits hommes verts, le trail making test, Stroop, etc. (2) Expériences Pour montrer les mécanismes de fluctuation de l'attention, nous pouvons évoquer de nombreuses illusions d'optiques mais aussi l'expérience de Neisser. Dans une tâche de dénombrement complexe (compter le nombre de passe entre des joueurs portant un t-shirt blanc), on se rend compte qu'il est très difficile de percevoir un événement non congruant dans la tâche (apparition d'un gorille). Attention, mémoire et apprentissage (3) Attention et mémoire (4) Attention et apprentissage (5) Attention et processus métacognitifs	●●● Développement (1) Enfants (2) Adolescents (3) Adultes (4) Vieillesse cognitive normal Personnes âgées Trouble de l'attention personnes âgées Troubles (5) Informations générales Maladie Troubles (6) Troubles déficitaires de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH) Sur le plan des troubles liés à l'attention, on trouvera les célèbres TDA avec ou sans hyperactivité. (8) Troubles neurologiques et traumatismes Neurodégénérative Maladie neurologiques de l'attention				

Où se trouve l'attention dans le cerveau (3) <i>Synonymes et concepts proches en psychologie/ergonomie</i> Définitions générales dans d'autres domaines en dehors de la psychologie/ergonomie (4) Informatique (5) Philosophie Définitions générales liées aux connaissances générales et vulgarisées (6) Langage courant (7) Sentimental (8) Prendre soin de quelqu'un / quelque chose (9) Danger et menaces (10) Méditation et développement personnel	Elle peut être également soutenue lorsque nous nous concentrons sur une tâche précise, Nous pouvons illustrer les phénomènes d'attention soutenue et On retiendra aussi que l'attention est une ressource limitée, elle fluctue en fonction de la qualité de la tâche; (4) <i>Attention dirigée</i> (5) <i>Eveil attentionnel</i> Typologie en fonction des modalités sensorielles (6) <i>Attention visuelle</i> (7) <i>Attention auditive</i> (8) <i>Attention kinesthésique / haptique</i> (9) <i>Attention olfactive / gustative</i> Typologie en fonction du degré d'activation (10) <i>Endogène et processus descendants (Top-down)</i> (11) <i>Exogène et processus ascendants (bottom-up)</i> Typologie en fonction du niveau de conscience et de contrôle (12) <i>Conscient et contrôlé</i> (13) <i>Inconscient et automatisé</i>	L'idée souvent retenue est la part de sélection de l'information jouée par l'information, on parle alors de goulot d'étranglement pour évoquer le degré et la nature des sélection opérées dans le traitement. (7) <i>Posner (1980)</i> Elle peut être aussi orientée dans certains contextes (ex: expérience de Posner, ou effet de cueing). (8) <i>Treisman & Gelade (1980)</i> Le modèle de Treissman (9)<i>Norman & Shallice (1986)</i>	Domaines d'application du concept d'Attention (6) <i>Applications : généralités</i> Adaptation (7) <i>conduite automobile</i> (8) <i>Activité de recherche d'informations</i> (9) <i>Cognition incarnée</i> (10) <i>Ergonomie de l'activité de travail</i> Postes de travail Adaptation des postes de travail en cas de troubles de l'attention (11) <i>Pilotage d'avions</i>	Maladie neurodégénérative de l'attention (9) <i>Troubles du spectre autistique</i> (10) <i>Attention et DSM (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders)</i> (11) <i>Remédiations cognitives et traitements des troubles</i> Remédiations cognitive Remédiations cognitive des troubles de l'attention
<i>Exemples de rappel libre, de mots-clés et de requêtes produite par un participant pour la tâche créative complexe</i>				
Rappel libre ● Un persona est une construction d'un utilisateur à partir de données collectées, centré sur des caractéristiques précises à un usage. Il sert à concevoir une IHM, entre autres. Un persona ad hoc, en soit c'est un persona construit à partir de connaissances théoriques, "générales", de préjugés parfois, à utiliser dans un cas particulier. Un profil utilisateur est l'ensemble des informations sur un utilisateur qui prend en compte non pas un cas d'usage comme le persona mais des données plus larges. C'est la définition des caractéristiques, des étapes, et de la solution choisie pour résoudre un problème ou développer un concept.			Mots-clés ● Type Persona Différence Profil utilisateur Had oc Primaire Geek	Requêtes ● Type persona Différence persona et profil utilisateur Persona had oc Persona had oc primaire Culture geek geek jeux videos geek series

C'est une base d'informations classée et catégorisée, hautement intégrée thématiquement (hypertextes), qui peut être collaborative ou non, et qu'on peut interroger grâce à un moteur de recherche. C'est la culture, les centres d'intérêts, les passions, relatif à une communauté d'individus qui s'articule autour de la technologie de l'information.		Culture Jeux vidéos Séries Films Evènement Projet de conception Monter	geek films geek evenements geek informatique projet de conception monter un projet de conception		
Exemple d'annotations et de codage en fonction des sujets thématiques principaux (créative complexe)					
Sous-sujets traités par le participant lors du rappel libre des connaissances en pré-RI. Sous-sujets traités par le participant lors de la production de mots-clés. Sous-sujets traités par le participant lors de la formulation des requêtes. Sous-sujets non-traités par le participant.	Score total de l'exploration thématique (entre 1 et 5) Nombre total de sujets principaux traités par le participant lors du rappel libre.5 Nombre total de sujets principaux traités par le participant lors de la production de mots-clés4 Nombre total de sujets principaux traités par le participant lors de la formulation des requêtes4				
	Exploitation thématique Longueur totale (en nombre de mots) du rappel libre en fonction de chaque sujet principal				
	SP1 = 53		SP2 = 26		SP3 = 20
					SP4 = 36
					SP5 = 21
	Nombre total de mots-clés produits en fonction de chaque sujet principal				
	SP1 = 4		SP2 = 2		SP3 = 2
				SP4 = 0	
				SP5 = 6	
Nombre total de requêtes formulées en fonction de chaque sujet principal					
SP1 = 3		SP2 = 1		SP3 = 2	
				SP4 = 0	
				SP5 = 6	
Sujet principal 1 Persona <i>ad-hoc</i> primaire 	Sujet principal 2 Profil utilisateur 	Sujet principal 3 Projet de conception 	Sujet principal 4 Encyclopédie en ligne 	Sujet principal 5 Univers Geek 	
(1) Définition générale Type Persona Type persona (2) Profil et archétype des utilisateurs Un persona est une construction d'un utilisateur à partir de données collectées. (3) Liens utilisateurs finaux et public cible Centré sur des caractéristiques précises à un usage.	(1) Définition générale Un profil utilisateur est l'ensemble des informations sur un utilisateur. Profil utilisateur (2) Liens utilisateurs finaux et public cible (3) Caractéristiques du profil utilisateur (4) Méthodes UX design / ergonomie WEB et IHM (5) Différences, similarités, éléments de comparaisons persona vs. profil utilisateur	(1) Définition générale Projet de conception projet de conception (2) Etapes C'est la définition des caractéristiques, des étapes (3) Objectif(s) (4) Principaux acteurs (ergonomes, concepteurs, programmeurs...) (5) Développer / Créer / Etablir / Construire	(1) définition générale (2) Exemples (3) Usages (4) Contenus C'est une base d'informations classée et catégorisée (5) Fonctions Hautement intégrée thématiquement (hypertextes), et qu'on peut interroger grâce à un moteur de recherche. (6) Connaissances et apprentissage (7) Utilisateurs des encyclopédies	(1) Définition générale et concepts proches C'est la culture, les centres d'intérêts, les passions, relatif à une communauté d'individus Geek Culture Evènement Culture geek geek evenements (2) Science-fiction / Fantasy mondes Fantastiques	

(4) Méthodes UX design / ergonomie WEB et IHM Il sert à concevoir une IHM, entre autres. (5) Exemples de persona (6) Définition du terme « ad-hoc » Un persona ad hoc, en soit c'est un persona construit à partir de connaissances théoriques, "générales", de préjugés parfois, à utiliser dans un cas particulier. Had oc Persona had oc Persona had oc primaire (7) Différences persona primaire et secondaire Primaire (8) Liste des informations, catégories, sections contenues dans une fiche persona	prend en compte non pas un cas d'usage comme le persona mais des données plus larges. Différence Différence persona et profil utilisateur (6) Définition vulgarisée et issue du langage courant (profil utilisateur pour se connecter à un site par exemple)	et de la solution choisie pour résoudre un problème ou développer un concept. Monter monter un projet de conception (6) Fonction du produit, du service, du système final à concevoir (7) Coûts financiers	(8) Wiki Qui peut être collaborative ou non (9) Auteurs spécifiques	(3) Cinéma / Séries / Licences spécifiques Séries Films geek series geek films (4) Jeux vidéo et licences spécifiques Jeux vidéos geek jeux videos (5) Jeux de plateaux / Jeux de sociétés / Jeux de rôle (6) Informatique et technologies Qui s'articule autour de la technologie de l'information. geek informatique (7) Monde et culture asiatique (manga, animés, K-pop, Cosplay...) (8) Comics / bandes-dessinées / Licences spécifiques (9) Auteurs connus et spécifiques (10) Stéréotypes (physiques et psychologiques)
--	---	---	---	---

(c) Etude expérimentale n°4 (exploratoire simple et créative complexe)

Segmentation des prises de notes réalisées par les participants au cours de la RI

Exemple de prise de notes (exploratoire simple)

Partie 1 de la session de recherche ● De 0 à 10 minutes	Partie 2 de la session de recherche ● De 10 à 20 minutes	Partie 3 de la session de recherche ● De 10 à 30 minutes
trouble déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH) le déficit de l'attention (l'incapacité à maintenir son attention, à terminer une tâche, les oublis fréquents, la distractibilité ou le refus ou évitement de tâches exigeant une attention accrue)	enfants TDA-H présentent des difficultés dans leurs comportements sociaux et dans leurs interactions avec les autres (Nijmeijer et al., 2007). La théorie de l'esprit (ou Theory of Mind, ToM) peut être définie comme l'habileté à attribuer des états mentaux (tels que les désirs, les croyances, les sentiments et les intentions) à soi et aux autres, et à prédire et comprendre les	Lepineau (2019) : travail de thèse Ces troubles de l'attention se divisent en trois catégories : Trouble de l'attention sélective (aussi appelée attention dirigée ou focalisée) : difficultés à choisir l'information à traiter. - Procrastination. - Difficultés à s'organiser. - Difficultés à sélectionner les informations pertinentes ou importantes en ignorant les

structure cérébrale, le colliculus supérieur : accumulation de noradrénaline dans la zone impliquée dans le contrôle de l'attention et de l'orientation visuelle et spatiale ; perte de l'inhibition ; difficultés à prendre en compte les informations pertinentes. Article d'origine (Mathis & al., 2015) : Defective response inhibition and collicular noradrenaline enrichment in mice with duplicated retinotopic map in the superior colliculus Il n'existe à ce jour aucun traitement curatif.	comportements d'autrui sur base de leurs états mentaux (Premack & Woodruff, 1978). Quelles relations entre fonctions exécutives et théorie de l'esprit ? Selon Carlson et al., (2004), deux habiletés exécutives sont supposées être au cœur de la relation unissant théorie de l'esprit et fonctionnement exécutif : l'inhibition et la mémoire de travail. Tâches ToM : répondre à des questions impliquant de l'inférence (mémoire de travail) ainsi que d'inhiber les perspectives non pertinentes (inhibition). Un enfant pourrait donc échouer dans une tâche de ToM car il manque d'inhibition et qu'il ne parvient pas à éliminer les réponses non pertinentes. Néanmoins, Perner & Lang (1999) considèrent qu'un lien entre fonctionnement exécutif et ToM peut être observé, lorsqu'on utilise des tâches évaluant la ToM qui ont une composante exécutive faible. Ce résultat va donc à l'encontre de cette théorie qui considère que la relation entre les deux fonctions est due à la demande exécutive des tâches ToM. Enfants déficit attentionnel versus contrôle : performances moins bonne pour la tâche de planification et ToM ; pas de différence au niveau de la flexibilité ; Selon Sodian et al. (2003), des déficits en inhibition devraient mener à des déficits en représentation d'états mentaux dans les cas où la représentation de l'état mental requiert un haut degré d'inhibition d'une tendance comportementale dominante. Enfants TDA-H avaient une performance significativement moins bonne que les contrôles dans les tâches de ToM requérant des capacités d'inhibition élevées. Les auteurs soulignent que les déficits sociaux et métacognitifs fréquemment observés dans le TDA-H peuvent être expliqués par une tendance à négliger les états mentaux, plutôt que par un déficit profond en ToM.	sources de distractions (visuelles, auditives, internes ou encore motrices). - Difficultés à prêter attention aux détails ou au contraire tendance à traiter des détails inutiles au détriment de l'information importante. Trouble de l'attention divisée (aussi appelée attention partagée): difficultés à traiter plusieurs informations en même temps. - Difficultés à « bien » faire plusieurs choses en même temps, à traiter simultanément plusieurs sources d'informations et/ou à déplacer son attention entre plusieurs activités ou types d'informations (écouter en classe et prendre note, entendre une consigne alors que l'on est concentré sur un exercice, ranger ses courses correctement tout en téléphonant, etc.) - Mauvaise mémoire de travail ou mémoire à court terme (mémoire très fragile, oubli à la moindre distraction). - Perte fréquente d'objets (penser à autre chose quand on dépose ses clés et ne pas les retrouver ensuite, etc.) Trouble de l'attention soutenue (aussi appelée attention maintenue) : difficultés à maintenir son attention sur une longue période. - Difficultés à traiter la même information longtemps, sans « zapper ». - Difficultés à terminer ce qui est commencé. - Erreurs de plus en plus fréquentes avec l'avancement de la tâche. - Evitement à se lancer dans des tâches demandant un effort soutenu. - Lenteur d'exécution à cause des distractions. Le processus attentionnel qui est défaillant dans le cadre du TDA/H demande donc aux personnes atteintes d'énormes efforts insoupçonnés !				
<i>Exemple d'annotations et de codage des prises de notes en fonction des sujets thématiques principaux (exploratoire simple)</i>						
Sous-sujets traités par le participant lors de la 1^{ère} partie de la SR.	<table><tr><th colspan="2">Score total de l'exploration thématique (entre 1 et 5)</th></tr><tr><td>● Nombre total de sujets principaux traités par le participant en 1^{ère} partie de SR</td><td>1</td></tr></table>		Score total de l'exploration thématique (entre 1 et 5)		● Nombre total de sujets principaux traités par le participant en 1 ^{ère} partie de SR	1
Score total de l'exploration thématique (entre 1 et 5)						
● Nombre total de sujets principaux traités par le participant en 1 ^{ère} partie de SR	1					

Sous-sujets traités par le participant lors de la 2nd partie de la SR. Sous-sujets traités par le participant lors de la 3^{ème} partie de la SR. Sous-sujets non-traités par le participant.					● Nombre total de sujets principaux traités par le participant en 2nd partie de SR 2 ● Nombre total de sujets principaux traités par le participant en 3^{ème} partie de SR 3
Exploitation thématique ● Longueur totale de la prise de notes (en nombre de mots) en fonction de chaque sujet principal (1^{ère} partie SR)					SP1 = 0 SP2 = 0 SP3 = 0 SP4 = 0 SP5 = 107
● Longueur total de la prise de notes (en nombre de mots) en fonction de chaque sujet principal (2^{ème} partie SR)					SP1 = 0 SP2 = 0 SP3 = 0 SP4 = 206 SP5 = 124
● Longueur total de la prise de notes (en nombre de mots) en fonction de chaque sujet principal (3^{ème} partie SR)					SP1 = 0 SP2 = 14 SP3 = 0 SP4 = 38 SP5 = 225
Sujet principal 1 Généralités sur le concept d'Attention	Sujet principal 2 Les types d'Attention	Sujet principal 3 Description de modèles et auteurs spécifiques sur l'Attention	Sujet principal 4 Domaines d'application et études sur l'Attention	Sujet principal 5 Développement et troubles de l'Attention	
Définitions générales dans des domaines de connaissances spécifiques (1) Définitions générales en psychologie cognitive (2) Définitions générales en neuropsychologie (3) Synonymes et concepts proches en psychologie/ergonomie Définitions générales dans d'autres domaines en dehors de la psychologie/ergonomie (4) Informatique (5) Philosophie Définitions générales liées aux connaissances générales et vulgarisées (6) Langage courant (7) Sentimental (8) Prendre soin de quelqu'un / quelque chose (9) Danger et menaces (10) Méditation et développement personnel	Typologie de base (1) Attention sélective (2) Attention divisée (aussi appelée attention partagée) (3) Attention soutenue (aussi appelée attention maintenue) (4) Attention dirigée (aussi appelée attention dirigée ou focalisée) (5) Eveil attentionnel Typologie en fonction des modalités sensorielles (6) Attention visuelle (7) Attention auditive (8) Attention kinesthésique / haptique (9) Attention olfactive / gustative Typologie en fonction du degré d'activation	(1) Informations générales sur les théories / modèles de l'Attention (2) Broadbent (1958) (3) Deutsch & Deutsch (1963) (4) Kahneman (1973) (5) Wickens (1984) (6) Pashler (1984) (7) Posner (1980) (8) Treisman & Gelade (1980) (9) Norman & Shallice (1986)	Etudes et évaluation de l'attention (1) Tâches Tâches ToM : répondre à des questions impliquant de l'inférence (mémoire de travail) ainsi que d'inhiber les perspectives non pertinentes (inhibition). (2) Expériences Attention, mémoire et apprentissage (3) Attention et mémoire Quelles relations entre fonctions exécutives et théorie de l'esprit ? Selon Carlson et al., (2004), deux habiletés exécutives sont supposées être au cœur de la relation unissant théorie de l'esprit et fonctionnement exécutif : l'inhibition et la mémoire de travail. Néanmoins, Perner & Lang (1999) considèrent qu'un lien entre	Développement (1) Enfants (2) Adolescents (3) Adultes (4) Vieillesse cognitive normal Troubles (5) Informations générales Lepineau (2019) : travail de thèse Ces troubles de l'attention se divisent en trois catégories : Trouble de l'attention sélective: difficultés à choisir l'information à traiter. - Procrastination. - Difficultés à s'organiser. - Difficultés à sélectionner les informations pertinentes ou importantes en ignorant les sources de distractions (visuelles, auditives, internes ou encore motrices). - Difficultés à prêter attention aux détails ou au contraire tendance à traiter des détails inutiles au détriment de l'information importante.	

	(10) Endogène et processus descendants (Top-down) (11) Exogène et processus ascendants (bottom-up) Typologie en fonction du niveau de conscience et de contrôle (12) Conscient et contrôlé (13) Inconscient et automatisé		fonctionnement exécutif et ToM peut être observé, lorsqu'on utilise des tâches évaluant la ToM qui ont une composante exécutive faible. Ce résultat va donc à l'encontre de cette théorie qui considère que la relation entre les deux fonctions est due à la demande exécutive des tâches ToM. Selon Sodian et al. (2003), des déficits en inhibition devraient mener à des déficits en représentation d'états mentaux dans les cas où la représentation de l'état mental requiert un haut degré d'inhibition d'une tendance comportementale dominante. - Mauvaise mémoire de travail ou mémoire à court terme (mémoire très fragile, oubli à la moindre distraction). - Perte fréquente d'objets (penser à autre chose quand on dépose ses clés et ne pas les retrouver ensuite, etc.) (4) Attention et apprentissage (5) Attention et processus métacognitifs Domaines d'application du concept d'Attention (6) Applications : généralités La théorie de l'esprit (ou Theory of Mind, ToM) peut être définie comme l'habileté à attribuer des états mentaux (tels que les désirs, les croyances, les sentiments et les intentions) à soi et aux autres, et à prédire et comprendre les comportements d'autrui sur base de	Trouble de l'attention divisée : difficultés à traiter plusieurs informations en même temps. - Difficultés à « bien » faire plusieurs choses en même temps, à traiter simultanément plusieurs sources d'informations et/ou à déplacer son attention entre plusieurs activités ou types d'informations (écouter en classe et prendre note, entendre une consigne alors que l'on est concentré sur un exercice, ranger ses courses correctement tout en téléphonant, etc.) Trouble de l'attention soutenue: difficultés à maintenir son attention sur une longue période. - Difficultés à traiter la même information longtemps, sans « zapper ». - Difficultés à terminer ce qui est commencé. - Erreurs de plus en plus fréquentes avec l'avancement de la tâche. - Evitement à se lancer dans des tâches demandant un effort soutenu. - Lenteur d'exécution à cause des distractions. (6) Troubles déficitaires de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH) Trouble déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH) le déficit de l'attention (l'incapacité à maintenir son attention, à terminer une tâche, les oublis fréquents, la distractibilité ou le refus ou évitement de tâches exigeant une attention accrue). Enfants TDA-H avaient une performance significativement moins bonne que les contrôles dans les tâches de ToM requérant des
--	---	--	---	---

			leurs états mentaux (Premack & Woodruff, 1978). (7) <i>conduite automobile</i> (8) <i>Activité de recherche d'informations</i> (9) <i>Cognition incarnée</i> (10) <i>Ergonomie de l'activité de travail</i> (11) <i>Pilotage d'avions</i>	capacités d'inhibition élevées. Les auteurs soulignent que les déficits sociaux et métacognitifs fréquemment observés dans le TDA-H peuvent être expliqués par une tendance à négliger les états mentaux, plutôt que par un déficit profond en ToM. Enfants TDA-H présentent des difficultés dans leurs comportements sociaux et dans leurs interactions avec les autres (Nijmeijer et al., 2007). Un enfant pourrait donc échouer dans une tâche de ToM car il manque d'inhibition et qu'il ne parvient pas à éliminer les réponses non pertinentes. Enfants déficit attentionnel versus contrôle : performances moins bonne pour la tâche de planification et ToM ; pas de différence au niveau de la flexibilité. Le processus attentionnel qui est défaillant dans le cadre du TDA/H demande donc aux personnes atteintes d'énormes efforts insoupçonnés ! (8) <i>Troubles neurologiques et traumatismes</i> Structure cérébrale, le colliculus supérieur : accumulation de noradrénaline dans la zone impliquée dans le contrôle de l'attention et de l'orientation visuelle et spatiale ; perte de l'inhibition ; difficultés à prendre en compte les informations pertinentes. Article d'origine (Mathis & al., 2015) : Defective response inhibition and collicular
--	--	--	---	---

				noradrenaline enrichment in mice with duplicated retinotopic map in the superior colliculus Il n'existe à ce jour aucun traitement curatif. (9) Troubles du spectre autistique (10) Attention et DSM (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders) (11) Remédiations cognitives et traitements des troubles
--	--	--	--	---

Exemple de prises de notes (créative complexe)

Partie 1 de la session de recherche ● De 0 à 10 minutes	Partie 2 de la session de recherche ● De 10 à 20 minutes	Partie 3 de la session de recherche ● De 10 à 30 minutes
La méthode des personas permet de créer l'archétype d'un groupe d'utilisateurs de l'interface. Cet outil guide la conception du produit ou service. Les personas UX sont des personnages fictifs, construits à partir de données réelles en vue de modéliser les utilisateurs cibles. Cette technique de design interactif a eu beaucoup de succès en marketing tout comme en UX Design tout en étant souvent mal comprise. UTILISATEUR MOYEN EXISTE PAS Le ad-hoc persona est conçu par un designer, ou une équipe, sans données qualitatives ni observation de réels utilisateurs. Don Norman et Tamara Adlin ont vanté leur intérêt au moins en tant que première esquisse La création de proto-persona (ou persona présumé, persona ad'hoc ou bullshit persona) vous permet d'avoir une première idée de la cible sans recherche utilisateur (appelée recherche primaire) effectuée ou peu. Proto-persona : Pas/peu de recherche utilisateur (recherche secondaire) ad'hoc, destiné à un usage ou à une tâche précis(e) Fidélité basse quant à notre cible produit/service/système 1- Le persona primaire C'est pour lui qu'est conçu le site. Il doit être complètement satisfait par l'interface	Les personas sont utilisés en Design1, Ergonomie, Marketing, Informatique, etc. pour permettre au(x) concepteur(s) de déterminer ce que le produit ou service doit faire et comment il devrait fonctionner. "perso" Permet de rester centré sur les utilisateurs! COMMENT FAIRE CE PERSONA : "perso" persona primaire ad-hoc (à partir de rien, sans recherche, données) = cible principale, profil type et encyclopédie correspond à ses besoins. Comment les construire ? 1. Recherche Entretien (exploratoire, semi-dirigé). Observation directe (en situation). Focus group. Questionnaire en ligne (qualitatif, quantitatif). État de l'art (livre, publication, article web). Analyse sectorielle. À défaut de temps ou de ressources (financières ou humaines), d'autres types de personas peuvent être construits sur des comportements et buts supposés ou imaginés, ou sur des souvenirs. Il s'agira alors de Provisional personas (Cooper, 2004), de Ad-hoc personas (Norman, 2004) ou de Proto personas. Étape 1 - Identification des variables comportementales Après avoir recueilli des données pendant la phase de recherche, la première étape d'analyse consiste à identifier puis lister les différents comportements des utilisateurs. Cette identification doit se faire dans une démarche inductive. Autrement	Un persona créé pour le développement d'un nouveau modèle de voiture citadine pourrait être par exemple : - Caroline - 40 ans - 2 enfants - urbaine - cadre supérieur - suit de très près la mode - etc.. 2016 : part 33% métiers numérique, ingénierie, = &gt; temps ont changé d'après D'après moi, la culture geek est composée de gens passionnés1 et créatifs organisés en communautés autour des domaines suivants: Le jeu: vidéo, de société, de rôle, grandeur nature, ludification2, etc. L'imaginaire: science-fiction, fantasy, comics, manga & anime, contes & légendes, etc. Les sciences & technologies: théories scientifiques, informatique, programmation; volonté de comprendre le fonctionnement des choses et les hacker3, etc. En se divertissant pour fuir du réel, le geek cherche et développe une autre perspective sur le réel (1 an avant, bizarre) COMIC CON SAN DIEGO 50% femmes Personas clients ne sont pas forcément l'utilisateur final, mais peut-être la personne en mesure de prendre des décisions d'achat. Les Personas négatifs sont

proposée. Il est généralement unique. Nous ne sommes pas arrivés à créer un seul persona primaire. Notre cible est double, nous avons donc créé 2 personas primaires.	dit, ces dimensions structurantes apparaissent au fil de l'analyse mais elles ne sont pas présumées. Cooper (2004) propose par exemple de se focaliser sur ces cinq types de variables2 : Activités – Ce que l'utilisateur fait, à quelle fréquence et dans quel volume. Attitudes – Ce que l'utilisateur pense du domaine du produit. Aptitudes – Quelle formation l'utilisateur a et sa capacité d'apprentissage. Motivation – Pourquoi l'utilisateur est-il engagé dans le domaine du produit. Compétences – Les capacités de l'utilisateur par rapport au domaine et aux technologies. Dans une étude3 de We Love Users sur les passionnés de bande-dessinée, nous avons par exemple identifié les variables comportementales suivantes. Ces variables sont de type « Activités » : La personne achète des premières éditions [jamais – systématiquement]. La personne fait dédicacer ses BDs [fréquence dans l'année]. La personne lit des BDs [nombre de BDs par année]. La personne emprunte des BDs [fréquence dans l'année]. La personne se renseigne avant d'acheter une nouvelle BD [jamais – systématiquement]. Etc.	utilisés pour communiquer avec le reste de l'équipe. Un bon exemple d'un personnage négatif est le "super geek", adoptant trop précocement d'un produit de grande consommation Le Persona primaire L'objectif est de trouver un seul persona à satisfaire en priorité par une interface unique, sans perte de statut l'un des autres personnages. So instead of using data, the teams and I created quick, ad hoc personas (which I now call Alignment Personas). We created personas like these (and these aren't actually the ones we created. Those are secret and plus they were so long ago that I don't actually remember them completely). For YOUR company or organization or huge product? Here's the short answer. Tell your bosses that personas for everything tend to cost major money (data collection and analysis is pricey) and end up being ignored. Instead, try a skunkworks project creating ad hoc, or, as I call them, "Alignment Personas" for a single, well-defined project that has clear business goals attached to it. If it works, hey presto, you have proof personas work for your company. If it doesn't, you don't ruin personas forever in the minds of your colleagues (though it may be a little late for the latter).
---	--	--

Exemple d'annotations et de codage des prises de notes en fonction des sujets thématiques principaux (créative complexe)

Sous-sujets traités par le participant lors de la 1^{ère} partie de la SR. Sous-sujets traités par le participant lors de la 2nd partie de la SR. Sous-sujets traités par le participant lors de la 3^{ème} partie de la SR. Sous-sujets non-traités par le participant.	Score total de l'exploration thématique (entre 1 et 5) ● Nombre total de sujets principaux traités par le participant en 1^{ère} partie de SR 3 ● Nombre total de sujets principaux traités par le participant en 2nd partie de SR 3 ● Nombre total de sujets principaux traités par le participant en 3^{ème} partie de SR 3				
	Exploitation thématique ● Longueur totale de la prise de notes (en nombre de mots) en fonction de chaque sujet principal (1^{ère} partie SR)				
	SP1 = 190	SP2 = 4	SP3 = 7	SP4 = 0	SP5 = 0
	● Longueur total de la prise de notes (en nombre de mots) en fonction de chaque sujet principal (2^{ème} partie SR)				
	SP1 = 310	SP2 = 7	SP3 = 19	SP4 = 0	SP5 = 0
● Longueur total de la prise de notes (en nombre de mots) en fonction de chaque sujet principal (3^{ème} partie SR)					
	SP1 = 265	SP2 = 21	SP3 = 0	SP4 = 0	SP5 = 77
Sujet principal 1	Sujet principal 2	Sujet principal 3	Sujet principal 4	Sujet principal 5	

Persona <i>ad-hoc</i> primaire 	Profil utilisateur 	Projet de conception 	Encyclopédie en ligne	Univers Geek 
(1) <i>Définition générale</i> Cette technique de design interactif a eu beaucoup de succès en marketing tout comme en UX Design tout en étant souvent mal comprise. Les personas sont utilisés en Design¹, Ergonomie, Marketing, Informatique, etc. Personas clients ne sont pas forcément l'utilisateur final, mais peut-être la personne en mesure de prendre des décisions d'achat. Les Personas négatifs sont utilisés pour communiquer avec le reste de l'équipe (2) <i>Profil et archétype des utilisateurs</i> La méthode des personas permet de créer l'archétype d'un groupe d'utilisateurs de l'interface. = cible principale, profil type et encyclopédie correspond à ses besoins. (3) <i>Liens utilisateurs finaux et public cible</i> Les personas UX sont des personnages fictifs, construits à partir de données réelles en vue de modéliser les utilisateurs cibles. (4) <i>Méthodes UX design / ergonomie WEB et IHM</i> COMMENT FAIRE CE PERSONA Comment les construire ? 1. Recherche Entretien (exploratoire, semi-dirigé). Observation directe (en situation). Focus group.	(1) <i>Définition générale</i> (2) <i>Liens utilisateurs finaux et public cible</i> UTILISATEUR MOYEN EXISTE PAS Permet de rester centré sur les utilisateurs (3) <i>Caractéristiques du profil utilisateur</i> 2016 : part 33% métiers numérique, ingénierie, temps ont changé d'après (1 an avant, bizarre) COMIC CON SAN DIEGO 50% femmes (4) <i>Méthodes UX design / ergonomie WEB et IHM</i> (5) <i>Différences, similarités, éléments de comparaisons persona vs. profil utilisateur</i> (6) <i>Définition vulgarisée et issue du langage courant (profil utilisateur pour se connecter à un site par exemple)</i>	(1) <i>Définition générale</i> (2) <i>Etapes</i> (3) <i>Objectif(s)</i> (4) <i>Principaux acteurs (ergonomes, concepteurs, programmeurs...)</i> (5) <i>Développer / Créer / Etablir / Construire</i> (6) <i>Fonction du produit, du service, du système final à concevoir</i> Guide la conception du produit ou service. Pour permettre au(x) concepteur(s) de déterminer ce que le produit ou service doit faire et comment il devrait fonctionner. (7) <i>Coûts financiers</i>	(1) <i>définition générale</i> (2) <i>Exemples</i> (3) <i>Usages</i> (4) <i>Contenus</i> (5) <i>Fonctions</i> (6) <i>Connaissances et apprentissage</i> (7) <i>Utilisateurs des encyclopédies</i> (8) <i>Wiki</i> (9) <i>Auteurs spécifiques</i>	(1) <i>Définition générale et concepts proches</i> D'après moi, la culture geek est composée de gens passionnés¹ et créatifs organisés en communautés autour des domaines suivants (2) <i>Science-fiction / Fantasy / mondes Fantastiques</i> L'imaginaire: science-fiction, fantasy, contes & légendes, etc. (3) <i>Cinéma / Séries / Licences spécifiques</i> (4) <i>Jeux vidéo et licences spécifiques</i> Vidéo (5) <i>Jeux de plateaux / Jeux de sociétés / Jeux de rôle</i> Le jeu:, de société, de rôle, grandeur nature, ludification², etc. (6) <i>Informatique et technologies</i> Les sciences & technologies: théories scientifiques, informatique, programmation; volonté de comprendre le fonctionnement des choses et les hacker, etc. (7) <i>Monde et culture asiatique (manga, animés, K-pop, cosplay ...)</i> mange & anime, (8) <i>Comics / bandes-dessinées / Licences spécifiques</i> comics, (9) <i>Auteurs connus et spécifiques</i>

Questionnaire en ligne (qualitatif, quantitatif). État de l'art (livre, publication, article web). Analyse sectorielle. <i>(5) Exemples de persona</i> Dans une étude³ de We Love Users sur les passionnés de bande-dessinée, nous avons par exemple identifié les variables comportementales suivantes. Ces variables sont de type « Activités » : La personne achète des premières éditions [jamais – systématiquement]. La personne fait dédicacer ses BDs [fréquence dans l'année]. La personne lit des BDs [nombre de BDs par année]. La personne emprunte des BDs [fréquence dans l'année]. La personne se renseigne avant d'acheter une nouvelle BD [jamais – systématiquement]. Etc. Un persona créé pour le développement d'un nouveau modèle de voiture citadine pourrait être par exemple : - Caroline - 40 ans - 2 enfants - urbaine - cadre supérieur - suit de très près la mode - etc. . Un bon exemple d'un personnage négatif est le "super geek", adoptant trop précocement d'un produit de grande consommation. <i>(6) Définition du terme « ad-hoc »</i> Le ad-hoc persona est conçu par un designer, ou une équipe, sans données qualitatives ni observation de réels utilisateurs. Don Norman et Tamara Adlin ont vanté leur intérêt au moins en tant que première esquisse				<i>(10) Stéréotypes (physiques et psychologiques)</i> En se divertissant pour fuir du réel, le geek cherche et développe une autre perspective sur le réel
---	--	--	--	--

La création de proto-persona (ou persona présumé, persona ad'hoc ou bullshit persona) vous permet d'avoir une première idée de la cible sans recherche utilisateur (appelée recherche primaire) effectuée ou peu. Proto-persona : Pas/peu de recherche utilisateur (recherche secondaire) ad'hoc, destiné à un usage ou à une tâche précis(e) Fidélité basse quant à notre cible produit/service/système persona primaire ad-hoc (à partir de rien, sans recherche, données) À défaut de temps ou de ressources (financières ou humaines), d'autres types de personas peuvent être construits sur des comportements et buts supposés ou imaginés, ou sur des souvenirs. Il s'agira alors de Provisional personas (Cooper, 2004), de Ad-hoc personas (Norman, 2004) ou de Proto personas. Étape 1 - Identification des variables comportementales Après avoir recueilli des données pendant la phase de recherche, la première étape d'analyse consiste à identifier puis lister les différents comportements des utilisateurs. Cette identification doit se faire dans une démarche inductive. Autrement dit, ces dimensions structurantes apparaissent au fil de l'analyse mais elles ne sont pas présupposées. So instead of using data, the teams and I created quick, ad hoc personas (which I now call Alignment Personas). We created personas like these (and these aren't actually the ones we created. Those are secret and plus they were so long ago that				
---	--	--	--	--

I don't actually remember them completely). For YOUR company or organization or huge product? Here's the short answer. Tell your bosses that personas for everything tend to cost major money (data collection and analysis is pricey) and end up being ignored. Instead, try a skunkworks project creating ad hoc, or, as I call them, "Alignment Personas" for a single, well-defined project that has clear business goals attached to it. If it works, hey presto, you have proof personas work for your company. If it doesn't, you don't ruin personas forever in the minds of your colleagues (though it may be a little late for the latter). <i>(7) Différences persona primaire et secondaire</i> Le persona primaire C'est pour lui qu'est conçu le site. Il doit être complètement satisfait par l'interface proposée. Il est généralement unique. Nous ne sommes pas arrivées à créer un seul persona primaire. Notre cible est double, nous avons donc créé 2 personas primaires Le Persona primaire L'objectif est de trouver un seul persona à satisfaire en priorité par une interface unique, sans perte de statut l'un des autres personnages. <i>(8) Liste des informations, catégories, sections contenues dans une fiche persona</i> Cooper (2004) propose par exemple de se focaliser sur ces cinq types de variables² : Activités – Ce que l'utilisateur fait, à quelle fréquence				
--	--	--	--	--

et dans quel volume. Attitudes – Ce que l'utilisateur pense du domaine du produit. Aptitudes – Quelle formation l'utilisateur a et sa capacité d'apprentissage. Motivation – Pourquoi l'utilisateur est-il engagé dans le domaine du produit. Compétences – Les capacités de l'utilisateur par rapport au domaine et aux technologies.				
Note.				
	Connaissances de base et générales sans liens avec un domaine particulier		Connaissances de base mais intégrant une part de connaissances spécifiques et techniques	Connaissances spécifiques de haut niveau en lien avec un domaine de connaissances particulier

Annexe O. Exemple du processus d'annotation suivi pour annoter les requêtes (1 = exploration, 2 = exploitation, 0 = corrections orthographiques) en fonction du type de changement sémantique (Huang & Efthimiadis, 2009) et de l'ampleur des changements dans la représentation mentale de l'utilisateur (Sanchiz et al., 2020).

Note. Lorsque les reformulations sémantiques entre deux requêtes consécutives menaient à des changements majeurs dans la représentation mentale de l'utilisateur, alors la requête cible était codée « 1 » pour l'exploration. En revanche, si les reformulations sémantiques menaient à des changements intermédiaires et mineurs dans la représentation mentale de l'utilisateur, alors la requête cible était codée « 2 » pour l'exploitation. Enfin, les requêtes codées « 0 » concernaient les corrections orthographiques appliquées entre deux requêtes et n'ont pas été incluses dans les analyses, dans la mesure où elles ne reflétaient pas directement des stratégies de reformulation en lien avec le compromis thématique exploration-exploitation.

Requêtes produites par l'utilisateur	Taxonomie de Huang et Efthimiadis (2009)	Changements dans la représentation mentale (Sanchiz et al., 2020)	Codage et annotations des requêtes
Expérience concentration effet bruit sommeil →	1 ^{ère} formulation →	Représentation mentale initiale →	1 = exploration
Effet bruit sommeil expérience concentration	Réorganisation des mots sans changements	Changements mineurs dans la RM	2 = exploitation
Effet bruit sommeil expérience attention	Substitution de mots (synonymie)	Changements mineurs dans la RM	2 = exploitation
Expérience attention	Suppression de mots Stemming (singulier → pluriel)	Changements intermédiaires dans la RM	2 = exploitation
Etudes sur l'attention	Substitution de mots (synonymie)	Changements mineurs dans la RM	2 = exploitation
Concentration études	Substitution de mots (synonymie) Réorganisation des mots	Changements mineurs dans la RM	2 = exploitation
Calm	Changement total	Changements majeurs dans la RM	1 = exploration
Mackworth vigilance	Changement total	Changements majeurs dans la RM	1 = exploration
Mackworth vigilance bruit sommeil	Ajout de mots	Changements intermédiaires dans la RM	2 = exploitation
Mackworth vigilance bruit sommeil	Corrections orthographiques	/	0 = corrections
Mackworth bruit sommeil	Suppression de mots	Changements intermédiaires dans la RM	2 = exploitation
Expérience attention	Changement total	Changements majeurs dans la RM	1 = exploration
Etude processus attentionnels	Substitution de mots (synonymie)	Changements mineurs dans la RM	2 = exploitation
Google Scholar	Changement total	Changements majeurs dans la RM	1 = exploration
Etude processus attentionnels	Changement total	Changements majeurs dans la RM	1 = exploration
Etude attention panneaux lumières boutons	Substitution de mots (synonymie) Ajout de mots Changements majeurs	Changements majeurs dans la RM	1 = exploration
Expérience attention panneaux lumières boutons	Substitution de mots (synonymie)	Changements mineurs dans la RM	2 = exploitation
Boutons panneaux lumières expérience attention	Réorganisation des mots sans changements	Changements mineurs dans la RM	2 = exploitation
Boutons panneaux lumières expérience attention	Corrections orthographiques	/	0 = corrections
Auteurs psychologie cognitive étude attention	Suppression de mots Substitution de mots (synonymie) Changements majeurs	Changements majeurs dans la RM	1 = exploration
Norman Shallice modèle attention	Substitution de mots (général → très spécifique) Changements majeurs	Changements majeurs dans la RM	1 = exploration
Système attentionnel superviseur	Substitution de mots (méronymie)	Changements mineurs dans la RM	2 = exploitation
Auteurs modèle attention	Changement total	Changements majeurs dans la RM	1 = exploration
Expérience concentration panneaux boutons	Changement total	Changements majeurs dans la RM	1 = exploration
Effets bruit sommeil concentration	Suppression de mots Ajout de mots Réorganisation des mots Changements majeurs	Changements majeurs dans la RM	1 = exploration

Annexe P. Exemples de calculs des scores de recherche multicritères (i.e. lookup complexe) en fonction des critères fournis dans les énoncés et des réponses finales générées par les participants en sortie de RI

Exemple de scénario et d'énoncé d'une tâche de lookup complexe (i.e. multicritères) utilisée dans l'étude expérimentale n°2

Dans le cadre d'un cours, vous êtes amené(e) à réaliser un travail de recherche. Vous devez utiliser un **paradigme expérimental** qui présente à de **très jeunes personnes** des **récits imaginaires** se déroulant dans un **cadre familial ou scolaire** où des **jugements** doivent être exprimés.

Exemple d'éléments d'évaluation de chaque critère contenu dans l'énoncé :

Critères de recherche contenus dans l'énoncé de la tâche de lookup complexe (i.e. multicritères)	Bases d'évaluation de la validité de chaque critère par rapport à la réponse finale fournie par le participant
Paradigme expérimental [en psychologie expérimentale]	Définition et exemple issus de Beauvois et al. (1990) : Protocole expérimental permettant d'observer une ou plusieurs variables dépendantes ciblées (i.e. processus/mécanisme cognitif) dans une situation précise qui ne varie pas (ou très peu) d'une étude à l'autre et qui est validée par la communauté scientifique comme permettant l'observation d'un phénomène psychologique en particulier. Le paradigme du rappel libre : Le couple « situation expérimentale » - variable dépendante est immuable. Le couple « présentation d'une liste d'items en phase d'encodage » - « nombre total d'items rappelés librement par les sujets après la phase d'encodage » est immuable.
Très jeunes personnes [Inférence de niveau 1 : Enfants Inférence de niveau 2 : Psychologie du développement]	Les participants et la population ciblée sont des enfants.
Récits imaginaires...	Le matériel expérimental utilisé prend la forme d'histoires fictives que l'on présente à l'enfant.
...pouvant se dérouler dans un cadre familial...	Les histoires fictives présentées à l'enfant inscrivent leurs scénarios dans un cadre familial (parents, enfants, frères, sœurs, animaux de compagnie) ...
... ou dans un cadre scolaire.	... ou dans un cadre scolaire (maître/maîtresse, copains/copines d'écoles).
Jugements à exprimer.	La tâche que l'on demande à l'enfant de réaliser est de formuler des jugements sur la situation présentée dans les scénarios des histoires fictives. L'objectif est d'évaluer le développement du jugement moral chez l'enfant en analysant ses réponses.

Exemple 1 de réponse fournie : paradigme piagétien sur le jugement moral

Exemple 2 de réponse fournie : paradigme du jugement moral de Kohlberg

Score de recherche complexe total : 6 points

Score de recherche complexe total : 5 points

Critères	Satisfait ?	Point(s)	Critères	Satisfait ?	Point(s)
Paradigme expérimental	Oui	+1	Paradigme expérimental	Oui	+1
Domaine de la psychologie du développement (enfants)	Oui	+1	Domaine de la psychologie du développement (enfants)	Oui mais évaluation chez l'adulte également	+1
Le matériel expérimental utilisé prend la forme d'histoires fictives...	Oui	+1	Le matériel expérimental utilisé prend la forme d'histoires fictives...	Oui	+1
...pouvant se dérouler dans un cadre familial ...	Oui	+1	...pouvant se dérouler dans un cadre familial ...	Oui mais pas uniquement	+1
... ou dans un cadre scolaire...	Oui	+1	... ou dans un cadre scolaire...	Non	0
La tâche à réaliser est de formuler des jugements moraux sur la situation présentée	Oui	+1	La tâche à réaliser est de formuler des jugements moraux sur la situation présentée	Oui	+1

Exemple 3 de réponse fournie : paradigme de la situation étrange de Ainsworth

Exemple 4 de réponse fournie : l'effet stroop

Score de recherche complexe total : 2 points

Score de recherche complexe total : 1 point

Critères	Satisfait ?	Point(s)
Paradigme expérimental	Oui	+1
Domaine de la psychologie du développement (enfants)	Oui	+1
Le matériel expérimental utilisé prend la forme d'histoires fictives...	Non	0
...pouvant se dérouler dans un cadre familial ...	Non	0
... ou dans un cadre scolaire...	Non	0
La tâche à réaliser est de formuler des jugements moraux sur la situation présentée	Non	0

Critères	Satisfait ?	Point(s)
Paradigme expérimental	Oui	+1
Domaine de la psychologie du développement (enfants)	Non	0
Le matériel expérimental utilisé prend la forme d'histoires fictives...	Non	0
...pouvant se dérouler dans un cadre familial ...	Non	0
... ou dans un cadre scolaire...	Non	0
La tâche à réaliser est de formuler des jugements moraux sur la situation présentée	Non	0

Annexe Q. Synthèse des modifications opérées dans les études expérimentales 1 et 4 à partir de la grille d'évaluation des productions écrites finales de Wilson et Wilson (2013)

Rappel de la grille de codage initiale (Wilson & Wilson, 2013)				
Mesure 1 Evaluation des connaissances factuelles de bas niveaux relatives aux niveaux <i>Remember</i> et <i>Understand</i>		Mesure 2 Evaluation des connaissances conceptuelles de haut niveaux relatives au niveau <i>Analyze</i>		Mesure 3 Evaluation de la réflexion et de la critique spécifique au niveau <i>Evaluate</i>
Quantité <i>F-Fact</i>	Qualité <i>D-Qual</i>	Quantité <i>F-State</i>	Qualité <i>D-Intrp</i>	Qualité <i>D-Crit</i>
Nombre total de faits	Chaque fait comptabilisé est évalué sur une échelle en 4 pts (0)Le fait est sans rapport avec le sujet de la tâche et ne contient pas d'informations utiles à la tâche. (1)Le fait est général et contient peu d'informations utiles à la tâche. (2)Le fait répond au besoin d'informations requis et il est utile à la tâche. (3)Le fait est lié à un vocabulaire technique du domaine de la tâche et réponse au besoin d'informations.	Nombre total d'énoncés	Chaque association entre des faits comptabilisée est évaluée sur une échelle en 3 pts (0)Aucune association entre les différents faits (1)Association de deux faits utiles et détaillés contenus dans un énoncé (2)Association de plus de deux faits utiles et détaillés contenus dans un énoncé	Chaque comparaison établie entre les différents énoncés est évaluée sur une échelle en 2 pts (0)Les faits sont énumérés simplement dans les énoncés sans aucun travail de réflexion et d'analyse (1)Des comparaisons sont établies entre les différents faits (e.g. avantages/inconvénients, arguments pour/contre...)
Grille de codage utilisée dans les travaux empiriques de la thèse (basée sur Wilson & Wilson, 2013)				
Chapitre 7 – Etude expérimentale n°1		Chapitre 10 – Etude expérimentale n°4		
Mesure 1 Evaluation des connaissances factuelles de bas niveaux relatives aux niveaux <i>Remember</i> et <i>Understand</i>		Mesure 2 Evaluation des connaissances conceptuelles de haut niveaux relatives au niveau <i>Analyze</i>		Mesure 3 Evaluation de l'apprentissage créatif de haut niveau
Quantité <i>F-Fact</i>	Qualité <i>D-Qual</i>	Quantité <i>F-State</i>	Qualité <i>D-Intrp</i>	Qualité
Nombre total de faits	Codage binaire de la qualité des faits : (0)Fait rapporté non-utile à la tâche. (1)Fait rapporté utile à la tâche.	Nombre total d'associations entre les faits	Chaque association entre des faits est évaluée sur une échelle en 5 pts : (0)Aucune association (liste de faits sans liens clairs)/Association de 2 faits ou plus inutile pour la tâche (1)Association de deux faits utiles et pertinents (1.5)Association de deux faits utiles et pertinents associés au domaine de connaissances (2)Association de plus de deux faits utiles et pertinents (2.5)Association de plus de deux faits utiles et pertinents associés au domaine de connaissances	Basé sur Palani et al. (2021) : Niveau de compréhension et d'application des contraintes de conception Niveau de compréhension du cadre créatif et intégration des nouvelles idées (0)Non-compris/Non-appliqué (1)Compris mais non-appliqué (2)Compris et appliqué

Chapitre 9 – Etude expérimentale 2

Annexe R. Représentation graphique d'exemples d'AOI (i.e. zones d'intérêts) ciblées dans l'étude expérimentale n°2 en fonction **a)** des résultats naturels sur les SERPs, **b)** de l'outil *Autres questions posées* et **c)** des paragraphes textuels à l'intérieur des documents visités

(a) Exemple de mapping et AOIs pour les résultats naturels des SERPs

AOI 1 – Résultat naturel n°1

- Nom site web
- URL
- Lien bleu
- Snippet

AOI 2 – Résultat naturel n°2

- Nom site web
- URL
- Lien bleu
- Snippet

AOI 3 – Résultat naturel n°3

- Nom site web
- URL
- Lien bleu
- Snippet

AOI 4 – Résultat naturel n°4

- Nom site web
- URL
- Lien bleu
- Snippet

(b) Exemple de mapping et AOIs pour l'outil « Autres questions posées » sur les SERPs

Exemple b1 – Outil AQP sans clics de l'utilisateur

AOI 1 – AQP n°1 (Question seule)

AOI 2 – AQP n°2 (Question seule)

AOI 3 – AQP n°3 (Question seule)

AOI 4 – AQP n°4 (Question seule)

Exemple b2 – Outil AQP après un clic de l'utilisateur sur la 2nd question de la liste

AOI 1 – AQP n°1 (Question seule)

AOI 2 – AQP n°2

- Question seule
- Snippet
- Nom site web
- URL
- Lien bleu

AOI 3 – AQP n°3 (Question seule)

AOI 4 – AQP n°4 (Question seule)

AOI 5 – AQP n°5 (Question seule)

AOI 6 – AQP n°6 (Question seule)

AOI 7 – AQP n°7 (Question seule)

(c) Exemple de mapping et AOIs pour les paragraphes textuels des documents

Exemple c1 (extrait de Houzel, 2005 ; Cairn)²¹

CHAPITRE PLAN AUTEUR CITÉ PAR SUR UN SUJET PROCHE FEUILLETER

AOI 1 – Paragraphe 1

Toutes les définitions du concept d'attention insistent sur trois propriétés : le renforcement des perceptions soumises à l'attention ; la sélectivité des perceptions bénéficiant de l'attention ; l'accès à la conscience de ces perceptions. Les deux dernières propriétés méritent d'être discutées à la lumière de la théorie et de la technique psychanalytiques. La sélectivité des perceptions se heurte au concept d'attention flottante défini par Freud. L'accès à la conscience des perceptions est partiellement remis en cause par la théorisation de Bion. En m'appuyant sur la pensée de cet auteur, je proposerai plus loin de parler d'attention transnascende.

QUELQUES DÉFINITIONS CLASSIQUES

AOI 2 – Paragraphe 2

Herbart, dont on sait l'influence qu'il eut sur la pensée de Freud, définit l'attention comme « la faculté de modifier un accroissement de la représentation »^[1].

AOI 3 – Paragraphe 3

Ribot, dans sa *Psychologie de l'attention*^[2], donne la définition suivante : « L'attention consiste en un état intellectuel, exclusif ou prédominant, avec adaptation spontanée ou artificielle de l'individu ».

AOI 4 – Paragraphe 4

Pour William James, l'attention est « [...] la prise de possession par l'esprit, sous une forme claire et vive, d'un objet ou d'une suite de pensées parmi plusieurs qui semblent simultanément possibles »^[3]. Lalande en donne la définition suivante : « Accroissement de l'activité intellectuelle, soit spontanée, soit volontaire, et direction de celle-ci sur un objet ou sur un ensemble d'objets qui, en l'absence de ce phénomène, seraient absents du champ de la conscience ou n'en occuperaient qu'une partie minime »^[4].

[1] Cité par A. Lalande, dans : Vocabulaire technique et critique...
[2] Th. Ribot, *Psychologie de l'attention*, Paris, Félix Alcan, 1889.
[3] Cité par G. Edelman, dans : *Biologie de la conscience*,...

Exemple c2 (extrait PDF)²²

Résumé

L'attention est une fonction mentale possédant des sous-basements neurophysiologiques qui sont maintenant mieux connus et permettent des actions thérapeutiques sur le plan psychopharmacologique en cas de trouble. Toutefois l'approche neurocognitive est insuffisante à rendre compte de l'ensemble des phénomènes attentionnels qui sont sous la dépendance de l'attention et est donc révélatrice d'une description phénoménologique. Enfin, l'attention peut être soumise à des motifs inconscients qui impactent les processus attentionnels. L'attention est ainsi une fonction clef pour aborder la complexité de la vie psychique. (texte initial publié dans *La complexité de son*, 2011)

Mots-clés

Attention Psychanalyse Sciences cognitive Sciences de la complexité

Introduction

L'attention est un domaine clef de la psychologie clinique contemporaine. Une part importante des symptômes de l'enfant et des difficultés d'adaptation scolaire est liée à des troubles attentionnels. Des catégories nosographiques lui ont été attribuées dans les classifications psychiatriques (DSM). Les critères diagnostiques du DSM (IV) associent le trouble de l'attention à l'hyperactivité. L'enfant montre des signes d'inattention (pendant au moins 6 mois), d'impulsivité et d'hyperactivité inadéquate, compte tenu du développement correspondant à son âge mental et réel. Typiquement les symptômes s'aggravent dans les situations recourant de l'application, en classe par exemple. Les signes de ce trouble peuvent manquer en relation duelle ou lorsque celui-ci est dans une situation nouvelle. Le taux de prévalence du déficit de l'attention et hyperactivité est estimé entre 3% et 5% des enfants d'âge scolaire. Le trouble est plus fréquent chez les garçons que chez les filles, avec un rapport allant de 4 pour 1 à 9 pour 1 selon les populations étudiées. Son traitement par des approches pharmacologiques est l'objet de controverses qui s'étendent du champ médico-social jusqu'aux débats de société.

La définition de l'attention

Le mot issu du latin *ad-tendere*, tendre vers, est explicite. Pour W. James, « L'attention est la prise de possession par l'esprit sous une forme claire et vive d'un objet ou d'une suite de pensées parmi plusieurs ». L'attention est ainsi comparable à un faisceau qui en éclairant l'objet et mettre le fond dans l'ombre. L'éclairage de l'objet est le gain de l'attention, l'inhibition du fond en est son coût. L'attention ne peut se maintenir de façon constante. Elle ne peut être que transitoire. Le travail de l'inhibition et celui de

AOI 1 – Paragraphe 1

AOI 2 – Paragraphe 2

AOI 3 – Paragraphe 3

AOI 4 – Paragraphe 4

1. Barack J.A., « Selective attention deficits in persons with autism : Preliminary evidence », *Journal of Abnormal Psychology*, 103, 535-543, 1994.

²¹ <https://www-cairn-info/prendre-soin-d-un-jeune-enfant--9782865866342-page-21.htm>

²² <https://virole.pagesperso-orange.fr/atten.pdf>