Mise en place d'un processus d'aide à la décision stratégique en entreprise basée sur des méthodes d'intelligence technologique : étude à partir des mutations actuelles dans le secteur de l'élevage

Gwendoline Bontemps

▶ **To cite this version:**

Gwendoline Bontemps. Mise en place d'un processus d'aide à la décision stratégique en entreprise basée sur des méthodes d'intelligence technologique : étude à partir des mutations actuelles dans le secteur de l'élevage. Agriculture, économie et politique. Université de Bordeaux, 2019. Français. NNT : 2019BORD0100 . tel-02294113

HAL Id: tel-02294113
https://theses.hal.science/tel-02294113

Submitted on 23 Sep 2019

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

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

université de BORDEAUX

THÈSE PRÉSENTÉE POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

ÉCOLE DOCTORALE
ENTREPRISE, ÉCONOMIE, SOCIÉTÉ – N°42

Par **Gwendoline BONTEMPS**

Mise en place d'un processus d'aide à la décision stratégique en entreprise basée sur des méthodes d'intelligence technologique : étude à partir des mutations actuelles dans le secteur de l'élevage

Sous la direction de **M. Claude DUPUY** et **Mme Maïder SAINT-JEAN**

Soutenue le 26 juin 2019

Membres du jury :

M. Claude DUPUY
Professeur, Université de Bordeaux, *directeur de thèse*

M. Vincent FRIGANT
Professeur, Université de Bordeaux, *Président du jury*

M. Stéphane FROUEL
Chef de projet Innovation, Mixscience, *responsable industriel*

Mme Danielle GALLIANO
Directrice de Recherche, INRA Toulouse, *rapporteur*

Mme Hélène KRAEPIEL
Anciennement responsable de veille stratégique, Groupe Avril, *examinatrice*

Mme Mireille MATT
Directrice de Recherche, INRA Grenoble, *rapporteur*

Mme Maïder SAINT-JEAN
Maître de Conférences, Université de Bordeaux, *co-directrice de thèse*

Cette thèse a été réalisée au sein du GREThA, Groupe de Recherche en Économie Théorique et Appliquée de l'Université de Bordeaux (UMR CNRS 5113), dans le cadre d'une Convention Industrielle de Formation par la Recherche (CIFRE) financée par le groupe Avril.

Le groupe Avril, l'Université de Bordeaux ainsi que le GREThA n'entendent donner aucune approbation ni improbation aux opinions exprimées dans cette thèse. Ces opinions doivent être considérées comme propres à l'auteure.

Résumé

Mise en place d'un processus d'aide à la décision stratégique en entreprise basée sur des méthodes d'intelligence technologique : étude à partir des mutations actuelles dans le secteur de l'élevage

Résumé : L'agriculture est un secteur qui connaît de forts bouleversements depuis plusieurs années en France. Face à cette instabilité croissante, les firmes ont besoin de moyens pour caractériser leur environnement externe et ainsi être en capacité de saisir les opportunités qui se créent. Cette thèse a pour objectif de développer une méthode d'intelligence technologique qui pourra être intégrée au sein du groupe Avril. Pour cela, nous nous appuyons sur le cas de la moindre utilisation des antibiotiques dans l'élevage.

Dans un premier temps, nous montrons en quoi les méthodes d'intelligence technologique peuvent effectivement apporter un soutien au management de l'innovation chez Avril. Nous étudions l'agro-industrie et plus particulièrement l'élevage à travers les concepts de paradigmes, de trajectoires ou encore de régimes technologiques qui se retrouvent dans la littérature évolutionniste. Nous montrons que le paradigme de l'antibiotique dans la santé animale est toujours d'actualité, mais qu'un changement de trajectoire est en cours. Cela justifie le recours aux méthodes d'intelligence technologique.

Dans un second temps, nous développerons une méthode d'intelligence technologique pour le groupe, appliquée à la caractérisation des solutions scientifiques et techniques pour une diminution de l'utilisation des antibiotiques dans l'élevage. A l'issue de ce cas, un travail plus poussé sur le cas précis des phages est réalisé. Nous montrons à travers ce travail comment ces méthodes peuvent s'intégrer au sein du processus organisationnel de la firme.

Mots-clés: Intelligence technologique, innovation, brevets, publications scientifiques, élevage, antibiotiques

---

Establishment of a strategic business decision support process based on competitive technical intelligence methods: study based on changes in the livestock sector

Abstract : Agriculture is a sector with major upheavals for several years in France. Faced with this growing instability, firms need to characterize their external environment to be able to seize opportunities. This thesis aims to develop a method of competitive technical intelligence that can be integrated in the Avril group. For this, we rely on the case of the lower use of antibiotics in livestock farming.

First, we show how competitive technical intelligence methods support the management of innovation in the Avril group. We study agro-industry and more particularly livestock farming through the concepts of technological paradigms, trajectories and regimes that are found in evolutionary literature. We show that the antibiotic's paradigm in animal health is still relevant, but changes of technological trajectories are in progress. That is why we can use the competitive technical intelligence methods.

Secondly, we develop a method of competitive technical intelligence for the Avril group, applied to the characterization of scientific and technical solutions for a decrease in the use of antibiotics in livestock farming. At the end of this case, we work on the case of phages for more precisions. We show through this work how these methods can be integrated in the organizational process of the firm.

Keywords : Competitive technical intelligence, innovation, patents, scientific publications, livestock, antibiotics

---

GREThA – UMR CNRS 5113, Université de Bordeaux

16 avenue Léon Duguit, 33608 PESSAC

Remerciements

Si la thèse est un travail très personnel, elle ne pourrait être menée à bien sans le soutien de nombreuses personnes qui m'ont accompagnée au cours de ces années. C'est pourquoi je tiens à remercier dans un premier temps mes encadrants. Claude Dupuy, mon directeur de thèse, qui m'a toujours fait entièrement confiance. Il a su m'encourager et me remettre dans le droit chemin à chaque fois que des turbulences, parfois importantes, étaient sur le point de faire flancher ma détermination à terminer ce travail. Maïder Saint-Jean, ma co-directrice, pour tous ses conseils avisés, les heures passées dans son bureau et son énergie communicative. Elle m'a accompagné jusqu'aux derniers moments, et m'a donné la motivation de ne jamais rien lâcher.

Mes remerciements vont également à Hélène Kraepiel, mon encadrante au sein d'Avril. Elle m'a accompagnée tout au long de ce travail, et même avant sa création. J'ai appris énormément à ses côtés, ses nombreux conseils m'ont permis d'évoluer, que ce soit dans mes réflexions ou en tant que personne, parce que c'est aussi ça la thèse. Je remercie également Jean François Rous, directeur innovation chez Avril au commencement de cette thèse, pour m'avoir donné la chance de la réaliser.

Je tiens ensuite à remercier l'ensemble des membres de mon jury. Vincent Frigant, qui m'a également apporté tout son soutien lors de la réalisation du projet de thèse, et sans qui je ne me serais probablement jamais lancée dans ce projet. Danielle Galliano et Mireille Matt qui me font l'honneur d'évaluer ce travail. Stéphane Frouel, qui m'a amenée à réfléchir sur de nombreux points lors de notre collaboration.

Mes remerciements s'adressent ensuite à tous les collaborateurs du groupe Avril, pour le temps qu'ils ont su m'accorder. Les multiples échanges qui ont eu lieu au cours de ces trois ans ont été très enrichissants, que ce soit d'un point de vue purement technique, pour m'aider à appréhender ce domaine que je ne connaissais pas, ou d'un point de vue plus personnel. Grâce à eux, cette thèse CIFRE a été une vraie expérience professionnelle.

A toute l'équipe de VIA Inno évidemment, pour votre expertise tout d'abord, qui m'a permis de résoudre de nombreux problèmes techniques. Mais aussi pour votre bonne humeur, votre accueil à mon arrivée, et cette très bonne ambiance qui ne manque jamais chez vous. Votre aide tout au long de ce travail a été d'une grande importance pour le mener à bien. Je tiens également à remercier ici Mathieu Bécue, sans qui cette thèse n'aurait probablement jamais eu lieu.

Un merci particulier à tous mes collègues du bureau F357. Lydie, Alexandre, Antoine et Sylvain, merci d'avoir rendu ces journées plus légères. Parce que la thèse c'est un travail sérieux, mais

parfois il faut savoir souffler pour mieux repartir. J'ai de la chance de vous avoir eu à mes côtés pour me le rappeler, surtout à la fin. Guillaume, je ne t'oublie évidemment pas, ce fut un plaisir de t'avoir comme voisin à l'époque où ce bureau était bien vide (et de t'avoir vu revenir vivant après chacun de ces rendez-vous qui t'effrayaient). Et à tous mes autres collègues doctorants (dont certains sont maintenant docteurs), avec qui il est toujours agréable de pouvoir discuter de nos galères autour de la machine à café !

Enfin, je souhaite remercier tout particulièrement ma famille et mes amis. Vous n'avez pas tous compris ce que je faisais (ni même à quoi ça servait), ce qui ne vous a pas empêché de me soutenir tout au long de ces années. Je sais que mon niveau de sociabilité n'a pas été au top, particulièrement au cours de ces derniers mois, mais je sais malgré tout pouvoir toujours compter sur vous. Un merci spécial à mes parents, qui ont toujours su m'encourager et me soutenir dans cette voie que j'ai choisie et prendre soin de moi (mais pas de trop près quand même !). Pour finir mon chéri, Guillaume, sans qui je ne me serais probablement jamais lancée dans cette folle aventure qu'est la thèse. Merci d'avoir cru en moi, de m'avoir encouragée et supportée jusqu'aux derniers instants. Je sais bien que je n'ai pas dû être facile à vivre tous les jours. Promis, cette fois je retrouve une vie sociale convenable !

Sommaire

RESUME 3

REMERCIEMENTS 4

SOMMAIRE 6

LISTE DES ABREVIATIONS : 8

INTRODUCTION GENERALE 10

CHAPITRE 1 : L'EVOLUTION DU PARADIGME DU TOUT ANTIBIOTIQUE : ENTRE PREOCCUPATIONS ENVIRONNEMENTALES ET DIFFICULTES D'ADAPTATION AU CHANGEMENT 21

INTRODUCTION 21

SECTION 1 : LA MONTEE EN PUISSANCE DES PREOCCUPATIONS ENVIRONNEMENTALES ET DE SANTE DANS L'ELEVAGE : LA REDEFINITION DU PARADIGME DU TOUT ANTIBIOTIQUE 21

SECTION 2 : L'ADAPTATION AU CHANGEMENT : LA REDUCTION DES ANTIBIOTIQUES SOURCE D'INCERTITUDES ET DE MUTATIONS SECTORIELLES AU SEIN DE L'ELEVAGE 37

CHAPITRE 2 : DES METHODES DE COMPREHENSION DE L'ENVIRONNEMENT EXTERNE ET D'ANTICIPATION INDISPENSABLES POUR DES REPONSES ADAPTEES AUX MUTATIONS EN COURS DANS L'ELEVAGE 50

INTRODUCTION 50

SECTION 1 : UNE DIVERSITE DES METHODES DE MANAGEMENT STRATEGIQUE POUR APPREHENDER LA QUESTION DE L'ANTIBIORESISTANCE ET LES CONSEQUENCES POUR L'ENTREPRISE 51

SECTION 2 : SPECIFICITE DES DONNEES SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES UTILISEES POUR L'INTELLIGENCE TECHNOLOGIQUE 64

CHAPITRE 3 : DES METHODES D'INTELLIGENCE TECHNOLOGIQUE POUR IDENTIFIER ET CARACTERISER LES SOLUTIONS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES PERMETTANT UNE AMELIORATION DE LA SANTE DANS L'ELEVAGE 90

INTRODUCTION 90

SECTION 1 : LA NECESSAIRE PHASE DE REFLEXION PREALABLE A TOUTE ETUDE D'INTELLIGENCE TECHNOLOGIQUE EN PLUSIEURS ETAPES 93

SECTION 2 : L'INTELLIGENCE TECHNOLOGIQUE POUR IDENTIFIER LES SOLUTIONS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES EXISTANTES PERMETTANT UNE DIMINUTION DE L'EMPLOI DES ANTIBIOTIQUES DANS L'ELEVAGE 117

SECTION 3 : L'INTELLIGENCE TECHNOLOGIQUE POUR CARACTERISER L'ENVIRONNEMENT TECHNIQUE DES SOLUTIONS POTENTIELLES ET LES OPPORTUNITES ASSOCIEES 139

CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DES METHODES D'INTELLIGENCE TECHNOLOGIQUE EN ENTREPRISE : LEÇONS TIREES DU CAS DES PHAGES 175

INTRODUCTION 175

SECTION 1 : L'INTEGRATION AU GROUPE DE PROJET SUR LES PHAGES : DE LA DEFINITION DU PROJET AUX RESULTATS 176

SECTION 2 : L'INTELLIGENCE TECHNOLOGIQUE COMME CAPACITE ORGANISATIONNELLE POUR UNE BONNE INTEGRATION EN ENTREPRISE **196**

CONCLUSION GENERALE : **217**

BIBLIOGRAPHIE **224**

ANNEXES **238**

LISTE DES TABLEAUX **295**

LISTE DES FIGURES **296**

LISTE DES ENCADRES **299**

TABLE DES MATIERES **300**

Liste des abréviations :

AFC : Antibiotiques à Facteur de Croissance

AMM : Autorisation de Mise sur le Marché

ANSES : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire, Alimentation, Travail

ANSM : Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des Produits de Santé

CIB : Classification Internationale des Brevets

CIFRE : Conventions Industrielles de Formation par la Recherche

CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique

CNTC : Comptoir National des Techniques Agricoles

CPC : Classification Coopérative des Brevets

ECDC : Centre Européen de Prévention et de Contrôle des Maladies

ECDP : European Center for Disease Prevention and Control

EMA : Agence Européenne des Médicaments

ESVAC : European Surveillance of Veterinary Antimicrobial Consumption

FOP : Fédération française des producteurs d'Oléagineux et de Protéagineux

GES : Gaz à Effets de Serre

INPI : Institut National de la Propriété Industrielle

INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

JPO : Japan Patent Office

OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Economique

OEB : Office Européen des Brevets

OMPI : Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONIDOL : Organisation Nationale Interprofessionnelle des graines et des fruits Oléagineux

PAC : Politique Agricole Commune

PCT : Patent Cooperation Treaty

R&D : Recherche et Développement

Resapath : Réseau d'Epidemiosurveillance de l'Antibiorésistance et des bactéries Pathogènes animales

SCA : Société Commanditaire par Actions

SIMV : Syndicat de l'Industrie du Médicament Vétérinaire

TOA : Technology Opportunities Analysis

UNIP : Union Nationale Interprofessionnelle des plantes riches en Protéines

USPTO : United States Patent and Trademark Office

Introduction Générale

A l'origine de la construction de cette thèse CIFRE (Conventions Industrielles de Formation par la Recherche) il y a une volonté de la part du groupe Avril de disposer de nouveaux outils d'aide à la décision d'innovation. La notion d'environnement scientifique et technique est alors centrale. Pour prendre des décisions stratégiques, l'entreprise a besoin de connaître son environnement externe. Si cela peut se faire par le biais d'un réseau de connaissances particulièrement développé chez les décideurs, leur permettant de se tenir informés des changements en cours, d'autres méthodes plus rigoureuses se sont développées au cours de ces dix dernières années.

Le concept de veille, et plus particulièrement de veille technologique ou stratégique dans notre cas, est principalement employé dans le milieu de l'entreprise. Concept relativement ancien, il permet la surveillance des dynamiques de l'environnement de la firme (Martinet et Ribault, 1989 ; Rostaing, 1993). Aguilar (1967) est l'un des premiers auteurs à avoir développé ses travaux autour de la veille, la définissant comme un moyen de compréhension des dynamiques concurrentielles utiles à l'orientation des décisions stratégiques en entreprise. Elle est aujourd'hui largement développée en entreprise, notamment pour celles qui se veulent innovantes. A notre arrivée au sein du groupe Avril, une activité de veille régulière existait déjà, avec du personnel y étant dédié. Mais le fonctionnement n'était alors pas considéré comme optimal.

En France, il faudra attendre les années 1990 avec les travaux du Commissariat Général du Plan, publiés dans le rapport « Intelligence Economique et Stratégie des Entreprises », plus connu sous le nom de « Rapport Martre » pour que ces méthodes trouvent un réel écho auprès des firmes françaises. Le terme d'intelligence économique, également rencontré sous les termes de « competitive intelligence » ou « business intelligence » dans la littérature anglo-saxonne, remplace petit à petit le terme de veille. Dans ce rapport, l'intelligence économique est définie comme « *l'ensemble des actions coordonnées de recherche, de traitement et de distribution en vue de son exploitation, de l'information utile aux acteurs économiques* » (Martre, 1994, p.11). Ce rapport montre que l'intelligence économique va au-delà de la veille. L'information ne doit pas seulement être récoltée mais également pouvoir être exploitée, ce qui nécessite de mobiliser des capacités cognitives de traitement et d'interprétation de l'information, aboutissant à sa transformation en connaissances. Cette définition de l'intelligence technologique se rapproche fortement du cycle du renseignement

(Harbulot, 1992 ; Marcon et Moinet, 2006), spécifiant **que l'information doit être transformée en connaissances pour pouvoir être utilisées dans la prise de décision**.

L'intelligence technologique représente la composante scientifique et technique de l'intelligence économique. En s'appuyant sur les informations issues de la veille technologique et stratégique entre autres, elle va permettre la réalisation d'études scientifiques et techniques, par le biais d'indicateurs statistiques. Ces études seront co-construites en accord avec les besoins exprimés par le management de l'innovation, et répondront ainsi à un réel besoin. A la fin du processus, elles seront exploitées lors de la prise de décision. Cet outil permet ainsi d'aller au-delà de la veille, et de nous rapprocher des objectifs visés par l'entreprise, à savoir **disposer d'outils aidant à l'orientation des décisions d'innovation.**

A travers ces analyses de l'environnement scientifique et technique, l'intelligence technologique va pouvoir amener des éléments de compréhension qui pourront être utilisés par le management de l'innovation. Parmi eux, nous retrouvons la détermination des dynamiques et trajectoires technologiques, mais aussi l'analyse des stratégies d'acteurs. Ces dernières pourront aider l'entreprise à mieux cerner les activités développées par ses concurrents directs ou indirects. Elle doit ainsi permettre de **caractériser les grandes trajectoires technologiques d'un secteur, avec un niveau de granularité plus ou moins fin** selon les besoins.

La plateforme d'intelligence technologique VIA Inno[1] propose des solutions pour comprendre les dynamiques d'innovation de l'environnement externe des firmes, de sorte à les aider à composer avec l'incertitude inhérente à tout secteur. L'innovation est indispensable au bon fonctionnement de toute industrie, mais elle provoque également une forte incertitude pour les acteurs, qui doivent rester à l'écoute de l'environnement pour s'y adapter continuellement. Cette plateforme a également vocation à favoriser le développement et l'intégration de ces outils et méthodes directement en entreprise, par le biais de la formation.

Cette thèse CIFRE s'inscrit dans le cadre de cette volonté d'intégration, avec d'un côté le milieu de l'agro-industrie qui subit de forts changements et de l'autre, l'entreprise qui cherche à développer ses compétences en matière de prise en compte de l'environnement scientifique et technique. En 2015, le management de l'innovation du groupe Avril avait déjà pour habitude de travailler avec des ingénieurs de VIA Inno. Il y avait une volonté d'internaliser ces méthodes pour gagner en autonomie. En particulier, être capable de comprendre et anticiper les modifications de son environnement externe, pour y répondre notamment par le biais des innovations scientifiques et techniques. A travers ce travail, nous avons pour ambition de développer une méthode d'intelligence technologique qui pourra

[1] Créée en 2007, cette plateforme d'intelligence technologique est hébergée par le GREThA (Groupe de Recherche en Economie Théorique et Appliquée, UMR CNRS 5113) à l'Université de Bordeaux. Plus d'information sur leur site au lien suivant : viainno.u-bordeaux.fr

être spécialement adaptée aux besoins et aux spécificités du groupe, afin d'y être intégrée de façon durable.

1. L'intégration de ces méthodes en entreprise : un nécessaire remaniement des routines d'entreprise

Le fait que des compétences en matière de veille existent chez Avril mais qu'il n'y en ait pas pour l'intelligence technologique, ou même l'intelligence économique[2], ne constitue pas une exception. Pourtant, **notre première hypothèse porte sur le fait que l'intelligence économique est plus performante qu'un simple système de veille.** Avec un système de veille, les décideurs restent facilement à l'écoute de leur environnement mais, grâce à l'intelligence technologique, ils seront également en capacité de le caractériser afin de disposer d'un support d'aide à la décision.

A l'image d'Avril, ces méthodes sont malgré tout peu adoptées par les firmes, en particulier en France. Plusieurs auteurs ont effectivement montré que ces pratiques sont peu intégrées dans les routines des entreprises (Frion, 2002 ; Larivet et Brouard, 2012 ; Gilad, 2015). Certains ont même démontré que malgré les atouts attribués à l'intelligence économique et technologique, les firmes préfèrent avoir seulement recours à des méthodes de veille (Frion, 2002). Il existe donc des freins à l'adoption de tels outils en entreprise.

Les routines peuvent être considérées comme le « type de comportement suivi à plusieurs reprises, mais susceptible de changer si les conditions changent » (Winter, 1964, p.263). Cette définition suppose de mettre en avant la partie « action » des routines, c'est à dire de déployer régulièrement des études d'intelligence technologique dans notre cas. Mais une autre définition légèrement différente et tout aussi pertinente nous paraît importante. Elle consiste à considérer les routines comme des « régularités cognitives » ou des « modèles cognitifs » (Simon, 1947 ; March et Simon, 1958 ; Cohen, 1991 ; Delmestri, 1998). Cette distinction met en avant le processus de réflexion avant le déploiement de telles méthodes, qui peut être décrit à travers la logique du « Si "tel évènement" Alors "recours aux études technologiques" ».

L'un des principaux freins vient de la difficulté d'appropriation. Nous arrivons ainsi à notre **seconde hypothèse, qui est que l'intelligence technologique doit être considérée comme**

[2] Nous avons vu que l'intelligence technologique est considérée comme une composante de l'intelligence économique. A ce titre, en matière d'intégration de ces méthodes, nous nous réfèrerons autant à des travaux portant précisément sur des questions d'ordre scientifique et technique, que sur des travaux plus généraux relatifs à l'intelligence économique dans son ensemble. Notamment en raison d'une faible littérature faisant expressément référence à l'intelligence technologique.

faisant partie du processus organisationnel de la firme. Pour que cela puisse être le cas, il est nécessaire que l'entreprise soit prête à modifier ses routines, et qu'elle rentre dans une logique d'apprentissage vis à vis de ces méthodes. Ces changements demandent un temps d'adaptation de la part des différents collaborateurs impliqués par ces méthodes, ainsi qu'une volonté de la part du manager de développer ces pratiques. Or, certains auteurs (Lesca et al, 2009) montrent que des blocages existent également au niveau managérial, principalement pour deux raisons.

D'une part, ces études de compréhension de l'environnement externe sont généralement demandées lorsque d'importants changements sont en cours. Les contraintes temporelles sont alors fortes, des résultats rapides sont nécessaires. Ces contraintes vont à l'encontre des besoins de temps liés à la mise en place de ces méthodes. La meilleure solution pour le management est alors de faire appel à un cabinet d'étude extérieur, qui saura satisfaire ces exigences en matière de délais.

D'autre part, la complexité apparente liée à ces modifications de routines n'encourage pas les managers à développer ces activités. Il est effectivement beaucoup plus simple de se contenter de méthodes de veille, qui se présentent souvent sous forme d'outils informatisés ne nécessitant pas de lourds investissements, qu'ils soient matériels ou non. De plus, beaucoup de centres de formation existent aujourd'hui, pour accompagner les firmes dans la mise en place d'un système de veille.

Cela explique le succès de la veille en entreprise. Mais bien souvent, les managers ne s'en servent que très peu, gardant leurs routines pour la prise en compte des changements de l'environnement externe. Mais aussi faute de temps. Une veille quotidienne implique que les destinataires disposent du temps nécessaire pour sa lecture. Or, ce point pose problème lorsque les emplois du temps sont déjà surchargés. L'intérêt de la veille apparaît donc limité dans ces conditions, n'encourageant pas les managers à développer davantage ces méthodes pour aller vers de l'intelligence économique ou technologique.

Le principal objectif de cette thèse est de **proposer une méthode d'intelligence technologique pour caractériser les grandes trajectoires technologiques, avec un niveau de granularité plus ou moins fin**. Ainsi, nous ne cherchons pas à obtenir une vision objective ni même l'exhaustivité sur une question initiale, mais seulement une caractérisation satisfaisante qui aidera les décideurs à mieux se positionner.

Cet objectif correspond à l'un des enjeux du partenariat entre la plateforme d'intelligence technologique VIA Inno et Avril, à savoir transférer les compétences développées par VIA Inno en matière d'intelligence technologique au sein de l'entreprise. Cette plateforme a pour

volonté de développer des méthodes tout en formant des étudiants à leur utilisation. Il s'agit initialement d'un transfert de compétences de la recherche publique vers la recherche privée, mais, grâce au retour d'expérience et à la collaboration établis au cours de cette thèse, le transfert a aussi fonctionné dans l'autre sens.

Nous montrerons effectivement que l'intelligence technologique peut parfaitement s'intégrer à la recherche privée. Pour cela, nous considérons qu'elle ne doit pas être vue comme un simple outil mobilisable ponctuellement, mais qu'elle doit être totalement intégrée au quotidien et au sein des processus organisationnels.

2. Avril : un acteur majeur de l'agro-industrie

Le groupe Avril est issu de la société de financement Sofiproteol[3], mise en place dans les années 80 sous l'impulsion des producteurs d'oléagineux et de protéagineux, dans un contexte difficile marqué par le dépôt de bilan du CNTC (Comptoir National des Techniques Agricoles), alors le principal acteur à qui s'adressaient ces productions. En effet, pour assurer la survie des installations françaises existantes, il était primordial de relancer la filière des oléo-protéagineux, notamment en trouvant de nouveaux débouchés. Intervenant de la semence jusqu'à la vente de produits transformés, c'est dans cet environnement instable en quête de renouveau, que Sofiproteol a vu le jour pour devenir le leader français des oléo-protéagineux.

Les oléo-protéagineux sont issus des plantes dont les graines ou les fruits sont riches en lipides et protéines. En France, le colza, le soja et le tournesol sont les principales plantes cultivées. Leur utilisation première porte sur la production d'huiles alimentaires. Une fois arrivées à maturité, ces graines sont transformées par des procédés de trituration[4], d'extraction et/ou de raffinage. Historiquement, le débouché principal de ces huiles était destiné à l'alimentation humaine. Ce débouché est toujours bien présent aujourd'hui et exploité par Avril, notamment à travers sa filiale Lesieur, qui distribue une très large gamme de produits alimentaires issus d'huiles végétales.

A l'alimentation humaine, deux autres activités rattachées au végétal développés chez Avril viennent s'ajouter : la chimie renouvelable ou oléochimie[5], principalement à travers sa filiale

[3] La présidence de Sofiproteol a été initialement confiée à Jean-Claude Sabin, pendant que la direction générale était entre les mains de Philippe Tillous-Borde.

[4] La trituration combine frottement et forte pression, pour permettre le broyage par friction. Cette opération permet d'extraire l'huile de la graine. Elle représente ainsi la première étape d'obtention d'huiles végétales alimentaires.

[5] L'oléochimie est directement rattachée à la chimie du végétal, et consiste à développer de molécules biosourcées.

Oléon ; les énergies renouvelables avec le développement de biocarburants. Aujourd'hui, le groupe produit sa propre marque de biodiesel qui porte le nom de Diester. Ses filiales Saipol et Expur sont particulièrement engagées sur ces activités.

Plus récemment, le groupe s'est rapproché des activités liées à la partie animale de l'agriculture, notamment à travers la nutrition et les expertises animales. En effet, à l'issue des procédés de trituration et d'extraction, l'huile est récupérée et valorisée à travers les activités du végétal. Mais des résidus solides appelés tourteaux sont coproduits au cours de ces opérations. La plus grande partie de la graine (56%) est constituée de tourteaux, l'autre partie étant constituée d'huiles végétales. Ces coproduits sont particulièrement riches en protéines tout en étant pauvres en lipides. Ils sont alors valorisés en tant que source d'alimentation pour le bétail. Les tourteaux (de colza et tournesol) sont principalement commercialisés par Sanders, filiale du groupe.

Cette variété d'activités issues des oléo-protéagineux a amené le groupe à distinguer les activités relevant du pôle végétal (notamment les huiles pour l'alimentation humaine, l'oléochimie et les biocarburants) de ceux relevant du pôle animal (à travers les activités de nutrition animale, d'expertises, mais également de biosécurité).

Pour autant, les compétences historiques d'Avril sont davantage liées au pôle végétal plutôt qu'au pôle animal. De même, la compréhension de l'environnement est plus développée dans le végétal, pour lequel les dirigeants ont su déployer un réseau relationnel très étendu, leur permettant d'être rapidement informés des changements en cours et des opportunités qui y sont liées. Ceci est moins vrai concernant la partie animale. Cette moindre connaissance du milieu de l'élevage a amené la direction innovation à se poser des questions sur les possibilités de marché existantes en lien avec le problème de la surutilisation des antibiotiques dans l'élevage. Cette problématique a été l'occasion de tester les méthodes d'intelligence technologique pour détecter les opportunités de cet environnement spécifique.

L'histoire d'Avril a toujours été marquée par le soutien de plusieurs acteurs importants dans le monde agricole, notamment l'UNIP (Union Nationale Interprofessionnelle des plantes riches en Protéines), l'ONIDOL (Organisation Nationale Interprofessionnelle des graines et des fruits Oléagineux)[6], et la FOP (Fédération française des producteurs d'Oléagineux et de Protéagineux).

L'année 2015 marque un tournant pour l'entreprise, puisque le groupe Avril est créé en même temps que la gouvernance change, dans une volonté de distinguer ses activités. Cette Société Commanditaire par Actions (SCA) assure les activités industrielles du groupe. Sofiprotéol existe toujours, mais seulement en tant que société d'investissement, sous le contrôle d'Avril.

[6] L'UNIP et l'ONIDOL ont fusionné en 2014 pour donner naissance à Terres Univia, faisant suite aux recommandations du ministère de l'agriculture.

En 2017, le groupe génère un chiffre d'affaires de 6.2 milliards d'euros, emploie 7 600 collaborateurs, avec une présence dans vingt et un pays.

3. La problématique de l'antibiorésistance : quelles opportunités et quelle place pour Avril ?

La problématique de l'antibiorésistance s'inscrit dans un contexte plus global lié aux mouvements en cours dans l'agro-industrie. En premier lieu, l'agro-industrie connaît des modifications liées à la croissance de l'agriculture biologique[7]. En second lieu, le modèle de la grande distribution est quant à lui en perte de vitesse, avec des géants comme l'illustrent les difficultés de Carrefour ou Auchan qui annoncent des licenciements massifs suite à de mauvais résultats. Il en résulte des consommateurs de plus en plus exigeants, non seulement sur la qualité des produits, mais aussi sur leur origine ou sur les conditions d'élevage comme en attestent les récents scandales[8].

Les produits d'origine animale ont aujourd'hui des caractéristiques de biens de croyance, qui rend difficile l'évaluation de leurs qualités avant et après l'achat, ce qui confère un rôle déterminant aux labels et aux certifications. Ceux-ci ont pour vocation d'aider les clients dans leurs choix, mais également de redonner confiance dans cette industrie dont les pratiques interrogent, et dont les modes de fonctionnement sont régulièrement mis à mal dans les médias. L'un des principaux problèmes de l'agroalimentaire et de l'élevage en particulier peut être associé à la traçabilité de la viande, question à laquelle les consommateurs sont de plus en plus attentifs[9]. Ces derniers demandent davantage de transparence, parce qu'ils n'ont aucun autre moyen de vérifier la qualité de ce qu'ils achètent, que de croire ces labels ou les informations qui leurs sont fournies au moment de l'achat.

Par conséquent, dans un contexte où les habitudes de consommation sont en pleine mutation, où les prix restent largement dictés par la grande distribution, et où les organisations publiques recommandent une baisse de la consommation de viande[10], il

[7] En France en 2005, les surfaces cultivées bio représentaient un peu plus de 500 000 hectares, contre plus 1 500 000 hectares en 2017. Concernant la consommation de produits issus de l'agriculture biologique, elle est évaluée à 1.6 milliards d'euros en France en 2005, face à 7.1 milliards d'euros en 2017 (Agence Bio, 2017).

[8] D'après une étude menée par Harris, 44% des sondés ont changé leurs modes de consommation suite à des scandales et crises alimentaires (Ferbeck et Crombecque, 2018)

[9] De récentes études ont montré une tendance actuelle à la diminution de la consommation de viande par la population. Alors qu'un adulte français en consommait en moyenne 400 grammes par semaines en 2010, ce chiffre tombe à 320 pour 2016 (Credoc, 2017).

[10] l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) a récemment mis en avant des risques, notamment de développement de cancers en cas d'excès de viande rouge ou transformée, liés à une trop grande consommation de viande, encourageant cette réduction dans les pays développés (https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2015/cancer-red-meat/fr/).

devient nécessaire pour les acteurs de l'élevage de s'adapter et alors de savoir comment se positionner. Le groupe Avril, qui possède une partie de ses activités directement en lien avec le milieu animal, a ainsi entamé une réflexion quant à l'orientation à adopter.

Dès 2015 un constat a été fait par le management de l'innovation chez Avril, qui a conduit à la définition du cas d'application de la thèse. Le phénomène d'antibiorésistance inquiète de plus en plus les pouvoirs publics en France et en Europe. L'élevage est notamment pointé du doigt pour sa surconsommation en matière d'antibiotiques. Ce problème a amené le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation à définir un « plan Ecoantibio » sur la période 2012-2017, renouvelé récemment pour un « plan Ecoantibio 2 » couvrant la période 2017-2021. Ceux-ci ont pour principal objectif de diminuer les risques d'antibiorésistance, en promouvant les « bons gestes » en matière d'antibiotiques, en particulier dans l'élevage[11].

L'antibiorésistance est une problématique commune à l'homme et à l'animal. Elle est définie par le Ministère des Solidarités et de la Santé comme « *le phénomène qui consiste, pour une bactérie, à devenir résistante aux antibiotiques.* » Il est reconnu que l'abus ou le mauvais usage des antibiotiques favorise le développement des bactéries résistantes. Or, plus ces bactéries sont nombreuses, moins les antibiotiques sont efficaces. Les infections d'origine bactérienne sont ainsi plus difficiles à maîtriser et dans les cas les plus graves, aucun traitement n'est trouvé, pouvant aboutir au décès du patient en raison du manque de solutions thérapeutiques. D'après une étude récente, les cas d'infections concernant des bactéries résistantes sont chiffrés à 125 000, et aboutissent à 5 500 décès par an pour la France (Cassini et al, 2019).

Actuellement, en France, ce sont trois ministères qui sont concernés par le problème de l'antibiorésistance : le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, le Ministère des Solidarités et de la Santé, ainsi que le Ministère de Solidarités et de la Transition Ecologique. Le Ministère de la Recherche et de l'Innovation y est également associé pour favoriser la recherche de solutions alternatives. Il y a aujourd'hui une forte volonté de la part des pouvoirs publics à réduire la consommation d'antibiotiques, en particulier dans l'élevage pour lequel une marge de manœuvre semble plus grande qu'en médecine humaine.

Parmi les axes développés au sein des plans Ecoantibio et Ecoantibio 2 pour aider à réduire la surconsommation d'antibiotiques, il en ressort la nécessité de développer et de faciliter le

[11] Cette question est également abordée au niveau international, comme l'illustre la mise en place de l'initiative « One Health » par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) depuis 2015, et soutenue par le G20 (Groupe des Vingt), l'ONU (Organisation des Nations Unies) et l'Union européenne, depuis 2016. L'approche « One Health » également appelée « Un monde, une santé » a pour principal objectif d'améliorer les résultats en matière de santé publique, par le biais d'une collaboration internationale. L'un de ses volets portant sur la lutte contre les résistances aux antibiotiques. Pour plus d'informations, il est possible de se référer au site officiel : https://www.who.int/antimicrobial-resistance/global-action-plan/en/

recours à des solutions alternatives pour limiter l'usage des antibiotiques[12]. Le premier plan fixait un objectif de -25% entre 2012 et 2017, insistant particulièrement sur les antibiotiques dits critiques (les principaux étant les céphalosporines de 3ème et 4ème génération et les fluoroquinolones). En 2018, le ministère de l'agriculture et de l'alimentation constatait une baisse de 39% de l'usage des antibiotiques vétérinaires au cours des six dernières années, soit depuis le début du premier plan Ecoantibio. Proposer des solutions pour l'élevage qui permettent de réduire le recours aux antibiotiques, tout en continuant à assurer une bonne santé pour les animaux, présente un intérêt renforcé à la fois pour se mettre en conformité avec les objectifs du plan Ecoantibio 2 et pour clarifier l'image de marque du groupe Avril.

Avril étant fortement engagé dans les activités végétales de l'agriculture et, plus récemment, dans les activités à destination de l'élevage pour assurer la valorisation des tourteaux dans l'alimentation animale, le groupe développe des compétences de nutrition et de biosécurité[13] au travers de plusieurs filiales telles que Sanders, Sopral, Mixscience, Nolivade ou encore Theseo.

Le management de l'innovation en est naturellement venu à se demander s'il n'y avait pas une possibilité d'étendre ses activités pour accéder à de nouveaux marchés grâce à cette volonté affichée de l'Etat de changer les modes d'élevage, au moins en matière d'utilisation des antibiotiques. En effet, réduire l'usage des antibiotiques sans pour autant impacter négativement la santé du bétail suppose de mettre en place d'autres solutions :

- A visée thérapeutique. C'est à dire une fois l'animal malade, utiliser d'autres méthodes pour le soigner. Dans ce cas il faudra passer par la médecine vétérinaire, ou certaines solutions dites de « *médecine alternative* »[14].

- A visée préventive. Cela suppose de modifier ses pratiques en matière d'élevage, par exemple en assurant un environnement plus sain. Le risque de développement des bactéries et donc le risque de contamination des animaux, est ainsi plus faible. Un autre moyen consiste à chercher à améliorer les défenses immunitaires du troupeau, grâce à une alimentation de meilleure qualité.

Mettre en évidence ces différentes solutions suppose une bonne connaissance de l'environnement scientifique et technique qui touche le secteur de l'élevage. Identifier les solutions potentielles qui peuvent également émerger pour faire face à la surutilisation des

[12] Se référer au site du ministère de l'agriculture et de l'alimentation pour plus de détails sur les plans Ecoantibio (https://agriculture.gouv.fr/plan-ecoantibio-2012-2017-lutte-contre-lantibioresistance) et Ecoantibio 2 (https://agriculture.gouv.fr/le-plan-ecoantibio-2-2017-2021)

[13] La biosécurité est le terme employé pour représenter l'ensemble des mesures préventives qui visent à réduire les risques de diffusion et de transmission des maladies infectieuses. La biosécurité peut être indépendamment utilisée dans le cadre de maladies humaines, animales ou végétales.

[14] Egalement évoquée comme « *médecine non conventionnelle* », ces méthodes consistent principalement à se passer de médicaments tels que développés par les principaux laboratoires pharmaceutiques.

antibiotiques, et représenter des solutions concurrentes ou complémentaires aux produits déjà développés par Avril.

* *

*

A travers cette thèse, nous avons la volonté de développer des méthodes d'intelligence technologique que le groupe Avril pourra réutiliser pour des besoins futurs. Le problème de la surutilisation des antibiotiques dans l'élevage a été choisi pour servir de cas d'application. Pour cela, nous avons structuré notre travail en quatre chapitres.

- Dans le **premier chapitre**, nous détaillerons les principales forces de changements à l'œuvre dans le secteur de l'élevage, qui obligent les différents acteurs à adapter leurs routines face à cet environnement devenu plus incertain. Ce chapitre s'appuie sur une représentation du changement technologique issue de l'approche évolutionniste (Nelson et Winter, 1982 ; Dosi, 1988). Elle permet notamment de définir les notions de paradigme et de trajectoire technologiques qui rendent compte de l'adaptation au cours du temps des compétences et des routines des firmes d'un secteur. Cette approche permettra de clarifier les éléments de contexte et de cadrage dans le secteur de l'élevage, ce qui permettra une meilleure interprétation des résultats qui seront obtenus dans la suite de la thèse.

- Le **deuxième chapitre** présentera une revue des méthodes d'intelligence technologique généralement adoptées dans les entreprises. Il s'agira de mettre en évidence une variété de méthodes qui vont de la veille à l'intelligence économique et de donner des critères pour les différencier. Le chapitre 2 a aussi pour vocation d'être un document de cadrage mettant en évidence les éléments techniques clés dont il faut tenir compte pour une utilisation correcte des données issues des brevets et des publications scientifiques.

- Le **troisième chapitre** est une application des méthodes d'intelligence technologiques à la problématique de la surutilisation des antibiotiques dans l'élevage. Nous détaillerons les différentes étapes suivies pour réaliser une étude d'intelligence technologique, ce qui nous amènera à mettre en évidence la nécessité d'un processus itératif et collaboratif entre l'analyste et le « pilote » de l'innovation chez Avril. Les

principaux résultats de l'étude seront présentés en respectant la progression des demandes formulées par Avril au fur et à mesure de la collaboration.

- Enfin, le **quatrième chapitre** se focalise sur le cas des phages comme solution permettant la réduction de l'utilisation des antibiotiques. Ce choix d'étude est le fruit de l'analyse menée au cours du chapitre 3, à l'issue duquel le besoin d'examiner avec attention ce cas précis a été formulé. Un tel effet zoom s'est avéré nécessaire pour l'équipe qui a détecté une opportunité d'innovation pour le groupe. Cette étude a été l'occasion d'opérationnaliser la méthode développée précédemment sur un cas faisant déjà l'objet d'un projet de R&D. Les leçons tirées de ce cas d'étude auront alors pour objectif de mettre en évidence les grands principes ainsi que les freins liés à l'intégration de ces méthodes en entreprise.

Chapitre 1 : L'évolution du paradigme du tout antibiotique : entre préoccupations environnementales et difficultés d'adaptation au changement

Introduction

Le secteur de l'agriculture, dont l'élevage représente la partie animale, connaît de nombreux bouleversements sur la période actuelle. Si nos travaux au sein de cette thèse seront centrés sur la partie scientifique et technique de l'innovation, cette partie ne peut être totalement déconnectée du reste des facteurs liés à l'innovation. Pour espérer tirer des résultats pertinents des analyses futures que nous mènerons, il est indispensable d'avoir une vision éclairée de l'ensemble du secteur et de ses changements.

Avant de nous lancer dans des études d'intelligence technologique afin de caractériser l'environnement scientifique et technique, nous souhaitons donc étudier les mutations en cours à travers la notion de paradigme et de trajectoire technologique issues de théories évolutionnistes (Neslon et Winter, 1982 ; Dosi, 1988). Cela nous permettra d'avoir une idée du degré de ces changements et ainsi, de nous assurer de la pertinence des méthodes que nous souhaitons développer.

Nous commencerons donc par nous intéresser à l'élevage dans son ensemble (section 1). Cela nous permettra de nous familiariser avec son mode de fonctionnement historique et actuel, afin de bien cerner les enjeux récents. Ce n'est que dans la section 2 que nous nous focaliserons sur le cas précis de la baisse de l'utilisation des antibiotiques qui s'inscrit dans ce contexte incertain. Nous verrons notamment que le besoin d'adaptation est bien réel, mais les solutions disponibles actuellement ne sont pas évidentes à exploiter par les éleveurs.

Section 1 : La montée en puissance des préoccupations environnementales et de santé dans l'élevage : la redéfinition du paradigme du tout antibiotique

L'élevage s'inscrit dans un secteur plus large qu'est celui de l'agriculture. D'après les régimes technologiques issus de la taxonomie de Pavitt (1984), il s'agit d'un secteur « dominé par les fournisseurs ». L'innovation provient donc des fournisseurs et non des éleveurs en eux-mêmes. De plus, l'innovation dans l'agriculture suit une logique d'innovation de type

« technology push », c'est à dire que les avancées scientifiques et techniques amènent le secteur à évoluer, par le bais des fournisseurs donc. Néanmoins, ce secteur est en pleine mutation depuis le début du XXIème siècle et cette logique semble s'inverser au profit d'une innovation de type « demand pull », impliquant un rôle plus important de la demande dans les décisions d'innovation.

Nous montrerons dans cette première section que les nombreuses avancées ayant eu lieu au cours de la seconde moitié du XXème siècle ont amené les éleveurs à réaliser des investissements matériels essentiels pour améliorer leur rentabilité et rester concurrentiels sur le marché. Le principal argument de vente étant alors étant alors les prix. Mais depuis le début du XXIème siècle les exigences des consommateurs tendent à s'inverser, une part de plus en plus importante de la population est aujourd'hui dans une logique de réduction de sa consommation de produits carnés notamment, pour pouvoir acheter des produits de meilleure qualité mais moins souvent (CREDOC, 2017). Les éleveurs doivent par conséquent réussir à s'adapter à cette nouvelle demande qui modifie l'environnement auquel ils étaient habitués.

1.1. Le secteur agricole : un réseau technologique marqué par une contrainte de sentier forte pour les fournisseurs

1.1.1. Le paradigme technologique conventionnel : le tout antibiotique

1.1.1.1. La construction historique du paradigme actuel de l'élevage

Pour de nombreux auteurs, l'évolution des modes d'élevage tels que nous les connaissons aujourd'hui se sont mis en place à partir de la fin de la seconde guerre mondiale (Devienne et al, 2016 ; Veysset et al, 2014 ; Charron et al 2012 ; Desrier, 2007). Jusqu'à cette période, le mode d'élevage dominant était celui appelé « polyculture élevage »[15]. Il consiste principalement à croiser agriculture et élevage. A cette période, la France était encore un pays rural et chaque foyer pouvait alors disposer de sa propre exploitation. C'est à partir des

[15] La production associée était principalement destinée à l'autoconsommation des familles. Les produits agricoles servaient aussi bien à l'alimentation humaine qu'animale, permettant de limiter le recours aux fournisseurs. La production végétale permet de nourrir les animaux, qui produisent du fumier, servent de fertilisant aux terres cultivables. Il s'agissait donc d'un cycle autosuffisant. En ce qui concerne les espèces animales, elles étaient toutes réunies. Il était effectivement courant de trouver des bovins, porcins, volailles, ovins et caprins sur une même exploitation. En revanche chacune de ces espèces n'étaient présentes qu'en faible nombre.

années 1950 que nous pouvons parler de révolution agricole, l'industrialisation s'exportant dans le milieu de l'élevage (Mazoyer et Roudart, 1997).

A cette même époque, la spécialisation animale est devenue courante contrairement à ce qui avait lieu à travers les modes de polyculture élevage, avec pour objectif principal la recherche d'économies d'échelle. Il s'agit donc d'augmenter le nombre de tête par troupeau qu'une même personne peut gérer. Cette industrialisation a été possible en grande partie par les avancées de la science et de la technique, qui ont permis d'augmenter très significativement la productivité du travail[16] (Devienne et al 2016 ; Veysset et al, 2014 ; Charron et al, 2012), mais aussi d'homogénéiser les productions animales. Ces innovations ont abouti à une forte division horizontale et verticale du travail, qui s'accompagne d'une standardisation de la production.

Parmi ces innovations à l'origine du modèle agricole actuel, nous pouvons citer les avancées en matière d'exploitation pétrolière, le machinisme agricole, la conception des bâtiments ainsi que la qualité des matériaux utilisés, l'amélioration des connaissances en matière d'alimentation animale, ou encore la sélection génétique. La gestion du troupeau s'en est trouvée améliorée, avec un gain de temps important et une diminution des pertes.

Le prix était alors le principal facteur décisionnel pour le consommateur, il était impératif de pouvoir proposer des produits à des coûts plus faibles que les concurrents. Cela a été possible grâce aux nombreuses avancées de la science, reprises par l'élevage. Les antibiotiques en font également partie. Ils ont fortement contribué à la réduction de la mortalité due à des infections d'origine bactérienne des animaux. Leur efficacité associée à leur facilité d'utilisation en a fait un produit apprécié des éleveurs, qui les utilisaient de façon systématique pour prévenir et soigner les maladies animales. Ces éléments nous amènent à parler **de paradigme du tout antibiotique dans l'élevage qui s'est développé à partir des années 1950.**

1.1.1.2. Un paradigme du tout antibiotique fortement semblable au paradigme des pesticides

A partir de la seconde moitié du XXème siècle, les prix à la consommation des produits issus de l'élevage diminuent fortement. Il devient nécessaire de mettre en place des solutions pour augmenter la rentabilité de l'activité, sous peine de ne pas pouvoir s'aligner sur les prix du marché et donc de faire faillite. Le principal levier d'action passe par les économies d'échelle, ce qui implique d'augmenter le nombre d'animaux par ferme. Pour ce faire, la spécialisation par espèce animale est devenue nécessaire. Mais la concentration d'animaux dans un même

[16] La productivité du travail se mesure comme étant la taille de l'exploitation et du troupeau ramenée à l'unité de main d'œuvre travaillant sur l'exploitation (Veysset et al, 2012).

endroit favorise également le développement et la propagation des maladies d'origine bactérienne. Ce problème est majeur puisqu'il est synonyme de fortes pertes.

Pour venir à bout de ces maladies, l'antibiotique est l'arme la plus efficace. Simple d'utilisation, ces produits médicamenteux se sont très rapidement imposés comme indispensables à la pratique de cette activité. Mais ils ne sont pas seulement administrés à un animal qui est jugé malade par le vétérinaire. D'autres utilisations lui sont également allouées. Notamment des prescriptions à titre préventif selon les risques d'infection estimés. Une pratique appelée « facteur de croissance » en a également été faite. Elle consiste à n'utiliser les antibiotiques que pour faire gagner du poids plus rapidement aux animaux, sans aucun lien avec des problèmes de santé. Cette pratique est interdite dans tous les pays européens depuis 2006.

Un parallèle fort peut être fait avec le cas de la surutilisation des pesticides dans l'agriculture aujourd'hui. Ces produits chimiques ont vocation à détruire les maladies végétales, permettant d'augmenter la rentabilité de cette activité grâce à des pertes moins importantes, pour diminuer le prix final pour le consommateur. Ce phénomène a également connu une forte dynamique à partir de la seconde moitié du XXème siècle, les pesticides deviennent ainsi très populaires. Cela a amené certains auteurs à parler de *« solution définitive universelle »* (Deguine et al, 2008). Toutes ces similitudes permettent de transposer cette appellation au cas de l'antibiotique. Facilité d'utilisation et efficacité sont les deux principaux arguments de ces solutions au problème des maladies, pour faire l'unanimité auprès des agriculteurs comme des éleveurs.

Certains travaux se sont appliqués à analyser l'industrie agricole à partir des critères évolutionnistes (Possas et al, 1996), certains parlant alors de *« paradigme des pesticides »* (Saint-Gès, 2006). La principale raison vient de la difficulté pour les agriculteurs de se passer de ces produits. Ils sont effectivement la solution la plus efficace qui existe pour venir à bout des différentes agressions subies par les végétaux. Sans eux, il devient presque impossible de s'aligner sur les prix proposés à la vente, ce qui les rend indispensables pour éviter la faillite. Autant d'éléments qui nous amènent à parler d'un *« paradigme des antibiotiques »* pour le cas de l'élevage.

La notion de paradigme a été définie par Dosi (1982) comme *« un modèle de solutions de problèmes techno-économiques sélectionnés, basé sur des principes hautement sélectionnés, dérivés des sciences naturelles conjointement avec des règles spécifiques conçues pour acquérir de nouvelles connaissances, et les sauvegarder autant que possible contre une diffusion rapide aux concurrents ».* **Le paradigme des antibiotiques est ainsi caractérisé par une base de connaissances orientée sur les produits médicamenteux, issus de la pharmacie et prescrits par un vétérinaire, avec pour objectif la lutte contre la prolifération de bactéries pathogènes.** Le paradigme encadre les possibilités du progrès technique, qui suit certaines trajectoires technologiques. Par conséquent, les évolutions techniques qui répondent à

l'enjeu de la santé dans l'élevage sont *a priori* orientées par les innovations du secteur de la pharmacie.

1.1.1.3. Des pratiques d'élevage qui ont pu évoluer grâce à l'arrivée des antibiotiques

A partir des années 1950, les différentes évolutions technologiques qui sont arrivées dans l'élevage et notamment les antibiotiques, ont participé à son évolution. Trois grands changements peuvent être relevés.

- Notons tout d'abord des répercussions **sur la composition de la main d'œuvre**. D'après l'Insee (Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques), la population active agricole représentait 33% de l'emploi total en France en 1955, contre moins de 3% aujourd'hui[17]. Cette observation s'accorde avec l'urbanisation de la population. Du fait des gains de productivité, une même personne peut s'occuper d'un nombre plus important d'animaux. L'offre de produits carnés a pu continuer à augmenter alors que le nombre d'éleveurs diminuait.

- La main d'œuvre n'a pas fait que diminuer, elle a aussi **évolué dans sa composition**. Elle est de plus en plus diplômée, avec 17% des chefs d'exploitation qui ont un diplôme d'études supérieures en 2010, contre 4% en 1988. Avec une meilleure formation de la jeune génération nous assistons à une complexification de l'activité. A cela, nous pouvons associer un recul du travail non salarié, bien qu'il reste toujours majoritaire. Il était estimé à 83% en 1980, contre 65% en 2010. Comme pour une majorité d'autres secteurs, la profession s'est également féminisée, avec 15% de femmes chefs d'exploitation en 1988 et 27% en 2010 (Pollet, 2014).

- La hausse de la rentabilité permise par les antibiotiques a entrainé dans un premier temps une hausse des profits pour les éleveurs. Ces profits ont rendu possible l'augmentation des investissements technologiques, qui ont amené à augmenter la taille des élevages. Les éleveurs qui n'ont pu s'aligner sur les nouveaux prix à la consommation ont fait faillite, amenant le paysage agricole à **diminuer drastiquement le nombre d'exploitations, tout en augmentant la taille de celles-ci.**

Avec l'augmentation de la taille des exploitations associée à une baisse de la main d'œuvre, assurer la santé du bétail devient plus compliqué, les infections bactériennes pouvant entrainer la mort et donc des pertes se propageant très rapidement dans ces conditions. Les

[17] Cela dit, quantifier précisément la main d'œuvre agricole est aujourd'hui difficile. Une partie des personnes travaillant sur l'exploitation appartient à la famille de celle recensée comme active, notamment des retraités, qui ne sont par conséquent pas salariés, donc non comptabilisés dans les statistiques.

antibiotiques sont bien à la source de cette évolution observée des pratiques d'élevage. Mais cela a également aboutit à leur surutilisation par les éleveurs.

Si le changement technologique a très fortement impacté l'évolution qu'a connu l'élevage depuis la moitié du XXème siècle, les antibiotiques font partie des avancées primordiales pour l'augmentation de la rentabilité de l'activité grâce aux économies d'échelle.

1.1.2. Le régime technologique de l'agriculture : une domination des fournisseurs

1.1.2.1. Les régimes technologiques selon Pavitt

Le sujet principal de cette thèse porte sur le changement technique, nous l'étudierons principalement à partir des analyses évolutionnistes, où il est appréhendé à travers les processus d'innovation. Une bonne analyse et caractérisation des modèles d'innovation passe par l'utilisation des régimes technologiques[18] (Orsenigo, 1989).

La référence de base en matière de régimes technologiques nous vient de Pavitt (1984), qui a défini une taxonomie pour distinguer quatre modèles d'innovation selon certains critères, comme les sources de la technologie, la taille des firmes, les utilisateurs visés et leurs besoins, les conditions d'appropriation de l'innovation, etc... Ces modèles sont appelés « firmes dominées par les fournisseurs », « fournisseurs spécialisés », « firmes à échelle de production élevée », et « firmes fondées sur la science ». Bien que jugée restrictive par certains auteurs (Saviotti, 1988 et 1996 ; Metcalfe et Gibbons, 1989), notamment en raison d'une réduction de la diversité des trajectoires possibles, cette représentation de l'innovation à travers les régimes technologiques permet néanmoins une compréhension facilitée des mécanismes d'évolution dans un secteur. Elle a également permis de sortir de la vision exogène de l'innovation qui prévalait dans les théories économiques.

Conformément à ce que nous avons montré précédemment, l'élevage est rattaché au régime technologique de l'agriculture, qui d'après cette taxonomie se rapporte aux régimes technologiques définis comme « dominés par les fournisseurs ». Les firmes qui appartiennent à cette catégorie sont définies comme étant de petite taille, sans possession de structure de R&D interne, avec des difficultés pour s'approprier les innovations par des moyens techniques, favorisant par conséquent des compétences non techniques, par exemple le marketing, et surtout des clients sensibles aux prix.

[18] Leur utilisation a été popularisée principalement par Malerba et Orsenigo (1993) ainsi que par Breschi et al (2000) via la mise en évidence de quatre éléments constitutifs des régimes technologiques, à savoir la base de connaissance, les opportunités technologiques l'appropriabilité technologique et la cumulativité de l'innovation.

Par conséquent, **les capacités d'innovation internes à l'élevage sont faibles et viennent davantage de la part d'autres secteurs.** Les trajectoires technologiques suivent une logique de baisse des coûts, ce qui correspond bien à ce que nous avons pu voir concernant le paradigme conventionnel de l'élevage. Une recherche constante de la baisse des coûts par des économies d'échelle, donc une augmentation de la taille des troupeaux, qui augmente les risques de contamination bactérienne, nécessitant une plus forte utilisation des antibiotiques pour garder une forte rentabilité. Notre cas s'intègre correctement à cette catégorie définie par Pavitt.

1.1.2.2. Les fournisseurs : principale source d'innovation dans l'agriculture

Compte tenu des différents éléments mis en évidence, plusieurs conclusions peuvent être tirées concernant l'innovation dans l'élevage, notamment sur celle pour traiter la question de la santé animale. La majorité des études relatives au changement technique sur le secteur agricole s'intéressent davantage aux activités des fournisseurs. L'industrie des phytosanitaires pour les produits issus de l'agriculture végétale, ou la pharmacie pour la santé dans l'élevage.

Les laboratoires pharmaceutiques sont à l'origine d'une grande partie de l'innovation qui se fait dans l'élevage, en proposant des produits capables de traiter ou de prévenir la maladie, notamment des antibiotiques. En France, les vétérinaires servent de prescripteurs dans ce modèle, par le biais des ordonnances qui permettent l'acquisition de tels produits. Ils permettent l'augmentation de la taille des cheptels, indispensables aux économies d'échelle, qui vont elles-mêmes permettre la baisse des prix. Or, ce facteur a pendant très longtemps été le plus important sur le marché de l'élevage.

La législation encadre très fortement l'activité pharmaceutique ainsi que les produits qui peuvent être mis sur le marché. Les contraintes en matière d'innovation sont donc plus fortes sur ce secteur. Associées au rythme du renouvellement des antibiotiques qui diminue, les rendant de moins en moins efficaces, de nouvelles innovations venant d'autres secteurs, doivent être trouvées aujourd'hui.

Au final, nous voyons que les innovations dans l'élevage se diffusent principalement par le biais de fournisseurs. Ce sont ces derniers qui, avec de nouveaux produits à destination des éleveurs, vont participer à l'évolution scientifique et technique du secteur. Dans le cas de la question de la santé dans l'élevage, c'est donc aux acteurs gravitant autour des éleveurs de prouver la capacité de leurs produits à assurer un tel rôle.

1.2. La modification de l'environnement économique des acteurs de l'élevage : les préoccupations environnementales et de santé comme éléments perturbateurs

1.2.1. La montée en puissance des préoccupations environnementales et de santé : la réduction des antibiotiques nécessaire

1.2.1.1. L'alimentation humaine de plus en plus considérée comme un vecteur de la santé

Depuis plusieurs années, un ressentit général d'une diminution de la consommation de viande par les ménages au profit d'une meilleure qualité se fait sentir. Cela a conduit plusieurs études sur le sujet. Ainsi, la consommation de viande des français est passée de 94 kg équivalent carcasse par an et par personne en 1998, à 86 en 2016. Cette baisse touche davantage les produits issus de boucherie qui ont un coût plus élevé. Seule la volaille réussit à maintenir une croissance avec +2.3 kg équivalent carcasse par an et par personne sur la même période (Xerfi, 2016). Plusieurs enquêtes ont également été menées, dont une étude de Harris Interactive (2017) qui a montré de nouveaux modes de consommation, avec une prise en considération plus importante de plusieurs éléments que nous allons présenter à la suite.

Une étude a en particulier montré que les consommateurs prêtent davantage attention à la qualité de leurs achats en matière d'aliments. Elle a été menée auprès d'un échantillon représentatif de 1000 français âgés de 15 ans et plus, entre le 12 et le 21 octobre 2016. Nous pouvons par exemple voir qu'un quart des consommateurs ont augmenté leurs achats de fruits et légumes de 20% sur les deux dernières années. A l'inverse, les achats en viande ont diminués de 32% et de 27% en lait (Harris Interactive, 2017). La baisse de la consommation de produits carnés est donc confirmée.

De nouveaux modes de consommation se popularisent également, comme les régimes végans ou végétariens. S'ils ne représentent pas une majorité de la population, ils sont de plus en plus nombreux, et surtout, de plus en plus connus. Ces modes de consommation ont été favorisés par les scandales alimentaires à répétition, qui sont de trois types :

- Ceux qui sont liés aux maladies développées par les animaux et transmissibles à l'homme, typiquement la grippe aviaire.

- Ceux qui sont liés à un manque de transparence quant à l'origine de la viande utilisée notamment dans les plats préparés, comme ce fut le cas avec l'affaire Spanghero.

L'une des conséquences peut être l'intoxication alimentaire, lorsque les produits utilisés ne sont plus comestibles.

- Ceux qui sont directement liés au bien-être animal mis à mal dans certaines fermes ou abattoirs et très largement relayés par diverses associations, par exemple L214 particulièrement active sur le sujet au cours des dernières années.

D'après le panel de l'étude Harris Interactive (2017), 44% des sondés ont effectivement déclaré avoir changé totalement leurs habitudes alimentaires sans revenir aux précédentes en raison de ces différents scandales et crises alimentaires. Si le bien-être animal est pris en compte, c'est pourtant davantage l'aspect santé qui importe, puisque l'impact de l'alimentation sur leur santé est primordial pour 84% des français.

Ces changements d'habitudes en matière de consommation de produits carnés dépendent en partie des déterminants socioéconomiques (France AgrimMer, 2015). Ainsi, les classes sociales les plus aisées changent plus facilement leurs modes de consommation en diminuant leurs achats de viande. De même, les retraités auraient plus de mal à changer leurs habitudes. Cette tendance ne paraît pas prête à s'inverser puisque 35% des français affirment avoir l'intention de consommer moins de viande dans les années à venir (Credoc, 2014).

1.2.1.2. Une prise en compte de l'éthique et de l'impact environnemental se reflète dans les modes consommation actuels

Si la question de la santé est primordiale dans les choix de consommation, d'autres aspects émergent également. Les avancées techniques évoquées précédemment n'ont pas uniquement posé le problème des investissements nécessaires à leur utilisation pour les éleveurs. Plus récemment, de nouvelles questions sont soulevées :

- La diffusion de l'élevage hors sol et en batterie favorise le développement et la propagation de nombreuses maladies animales, comme nous avons pu le voir avec l'épidémie de type H5N1, amenant certaines questions d'ordre moral.

- Des questions d'éthique se posent également, que ce soit par des éclairages factices pour forcer à la reproduction hors période naturelle, ou par la possibilité de cloner ou de modifier le génome des animaux.

- D'un point de vue environnemental, la forte augmentation des produits médicamenteux nécessaire à maintenir en bonne santé les animaux se retrouvent à l'état de résidus dans les déjections, ce qui appauvrit et pollue fortement les eaux et sols.

L'élevage souffre effectivement d'une mauvaise image à cause de son emprunte environnementale (FAO, 2009). En cause, le fait qu'il soit le plus grand consommateur mondial de ressources naturelles, ou encore qu'il soit à l'origine de 18% des émissions de gaz à effet de serre, alors qu'il ne contribue qu'à 2% du PIB mondial. Le problème du phénomène de concentration est également pointé du doigt, provoquant une quantité de fumier produite par les animaux bien souvent supérieure à la capacité d'absorption des sols.

Ce phénomène peut être rapproché aux choix de consommations actuels qui se portent de plus en plus vers des produits biologiques. Ces consommateurs s'intéressent effectivement à des questions qui vont au-delà du simple prix final, ce qui présente une réelle nouveauté. De plus, cette tendance n'est pas partie pour s'inverser si l'on se fie aux choix unanimes des grandes surfaces de miser davantage sur un élargissement de leur gamme bio.

1.2.2. Le besoin d'adaptation des fournisseurs difficile à mettre en place

1.2.2.1. La croissance historique de l'élevage en partie basée sur une forte utilisation des antibiotiques

Nous relevons principalement quatre types d'utilisation faites des antibiotiques dans l'élevage :

- Avec une visée thérapeutique : lorsqu'un animal est infecté, l'éthique impose de le soigner pour lui éviter des souffrances. De plus, un animal malade ne pourra pas produire de denrées alimentaires satisfaisant aux normes françaises et européennes. Dans le cas de maladie d'origine bactérienne, la solution la plus efficace que l'on ait aujourd'hui reste l'antibiotique.

- Avec une visée préventive : dans ce cas, aucun animal n'est malade, mais les risques sont considérés comme suffisamment importants pour justifier un traitement antibiotique. Cette solution est particulièrement utilisée lorsque les animaux sont très jeunes ou dans une période stressante de leur vie jugée à risque. Les défenses immunitaires sont alors beaucoup moins performantes et la probabilité que l'animal soit malade par la suite est forte.

- Avec une visée métaphylaxique. Cette pratique découle d'une des particularités de l'élevage, qui vient du regroupement des animaux. La médecine vétérinaire se fait rarement à l'échelle individuelle comme pour les humains ou les animaux de compagnie, mais à l'échelle du troupeau. Par conséquent, lorsqu'un animal est

détecté malade, il y a de très fortes chances pour que d'autres animaux du troupeau le soient également, ou que ceux encore sains soient rapidement touchés. Lorsque le vétérinaire intervient pour un animal contaminé, il peut alors prescrire des antibiotiques pour le reste du troupeau, dans le but d'éradiquer totalement la bactérie pathogène responsable et de ce fait, traiter des animaux non malades

- Les antibiotiques à facteur de croissance (AFC) : interdite en Europe depuis 2006, cette pratique reste répandue dans d'autres pays du globe.

Bien que les AFC ne soient plus autorisés en France aujourd'hui, les trois autres utilisations faites des antibiotiques sont toujours très courantes. Nous voyons ici que ces médicaments sont utilisés en toutes circonstances dans l'élevage. Ce moyen de procéder est très répandue parmi les éleveurs. De même, les vétérinaires en prescrivent régulièrement. Changer les modes de soin pour les animaux de ferme signifierait modifier les habitudes des éleveurs, mais aussi modifier la pratique des vétérinaires. Dans les deux cas, il ne suffit pas de reconnaître le besoin d'une diminution du recours aux antibiotiques. Il faut également mettre en place un processus d'apprentissage pour changer ses habitudes, ce qui nécessite un certain temps.

1.2.2.2. Mais un secteur aujourd'hui sur le déclin qui rend les investissements difficiles

La France fait historiquement partie des plus grands pays producteurs et exportateurs de produits agricoles et agroalimentaires, mais depuis quelques années elle perd de la vitesse face à ses principaux concurrents. De nombreuses causes en sont à l'origine :

- Globalement, au niveau des débouchés, le marché européen semble arriver à maturité. Il est donc inutile de continuer à chercher la baisse des prix, la quantité de demande étant déjà satisfaite. Depuis le début du XXI^{ème} siècle en revanche, il devient plus intéressant de se différencier par le haut, c'est-à-dire vendre moins mais de meilleure qualité, donc à des prix plus élevés. De plus, en réduisant les stocks, la pression sur les prix à la vente seront moindres, ce qui est encore un problème majeur aujourd'hui.

- La France est l'un des premiers pays agricoles européen principalement du fait de la bonne fertilité de ses sols. Si 20% des bœufs européens sont élevés dans l'hexagone, l'Espagne et l'Allemagne restent leaders sur les porcins avec un cheptel deux fois plus important. Pour autant, le nombre de grandes exploitations, qui cherchent à atteindre leur taille critique pour avoir davantage de poids lors des négociations, est en

progression. Alors que les fermes usines représentaient 25% des structures du secteur en 2000, elles sont passées à 39% en 2013.

- Pour les bovins la situation est particulièrement critique. Les prix extrêmement bas du lait, notamment avec beaucoup de produits disponibles, entrainent une hausse du nombre d'abattages de vaches laitières, provoquant une augmentation de l'offre de cette viande, qui tire naturellement les prix vers le bas. D'autant plus que la viande de vache laitière est considérée comme étant bas de gamme, donc proposée à des prix très faibles. Associé à une baisse du prix des intrants de l'élevage actuel, une nouvelle baisse du prix de la viande est attendue pour les années à venir.

- Une baisse de la demande internationale vient s'ajouter à ce constat. Dernièrement, les nombreux cas de grippes aviaires ont fortement impacté les élevages français, ce qui a contribué à faire douter les principaux partenaires extérieurs de la qualité de la volaille tricolore. L'embargo alimentaire pratiqué par la Russie en 2014 a également causé beaucoup de tort au commerce extérieur de ces produits.

- Si la demande générale tend à diminuer, la composition de la demande évolue également, notamment au profit des produits porcins et aviaires. Cela s'est répercuté sur la composition de la production. De plus, l'un des problèmes de l'élevage de bovins provient de la place nécessaire, qui est beaucoup plus importante que pour du porc ou de la volaille. A une époque où l'élevage s'industrialise, avec des économies d'échelle recherchées, la production bovine est handicapante. Or, il s'agit de la filière où la France se positionnait en tant que leader.

Plusieurs facteurs viennent donc impacter négativement les résultats des éleveurs français. L'une des solutions serait de se différencier par le haut, en proposant des produits de meilleure qualité qui se revendraient plus cher. Nous l'avons vu, les pratiques de consommation évoluent, en particulier en ce qui concerne la viande. Les clients sont prêts à payer plus cher, mais moins souvent.

Mais le problème est cette fois-ci financier. Pour pouvoir proposer des produits de meilleure qualité, certains investissements sont nécessaires. En particulier, cela suppose de revenir en arrière, c'est à dire à l'époque où le nombre de têtes par troupeau était moindre. Or, la contrainte de sentier est également forte dans l'élevage. Les précédents investissements réalisés ont déjà fragilisé les acteurs du secteur, qui ne sont pas tous en capacité de supporter financièrement ce revirement de situation.

Face à ces problèmes, nous pouvons tout de même noter une volonté d'intervention de la part des pouvoirs publics. Plusieurs aides sont proposées :

- La politique agricole commune (PAC) regroupe la majorité des interventions. Le principal volet d'action passe par des subventions aux éleveurs. Par exemple, sur la période 2014-2020 une enveloppe de plus de 9 milliards d'euros est allouée, toutes filières confondues, et représente une composante primordiale à la viabilité de l'activité, principalement pour les petits exploitants qui sont très fragiles. Un fond de garantie, doté de 1.5 milliards d'euros, a également été créé en octobre 2016 dans le but de refinancer les cas les plus urgents.

- En plus de ces subventions, les pouvoirs publics essaient également d'agir sur les prix de vente. Par exemple en proposant des aides forfaitaires de 150 euros pour l'abattage des bovins de moins de 360 kg. L'objectif de cette mesure est de limiter les quantités de viande disponibles, et ainsi de permettre une plus grande marge de manœuvre sur les prix à la consommation.

- Le gouvernement français a également annoncé en juillet 2015 la restructuration des dettes à long terme des agriculteurs, en particulier les plus jeunes ayant récemment investi, qui pour une bonne partie étaient surendettés. Des prêts visant à faciliter les investissements pour des installations permettant d'améliorer la rentabilité des éleveurs sont également fournis.

S'il y a un consensus pour affirmer que le secteur a besoin de renouveau, que les acteurs doivent s'adapter aux nouvelles exigences de la demande mais aussi de la réglementation, nous nous apercevons que dans les faits, ces changements ne sont pas si simples à mettre en application. Nous commençons seulement à observer des changements de la part de l'offre, comme par exemple la multiplication des rayons bio dans les grandes surfaces, témoignant d'une plus grande production d'aliments de « meilleure qualité », ou du moins, d'aliments qui peuvent se vendre plus cher.

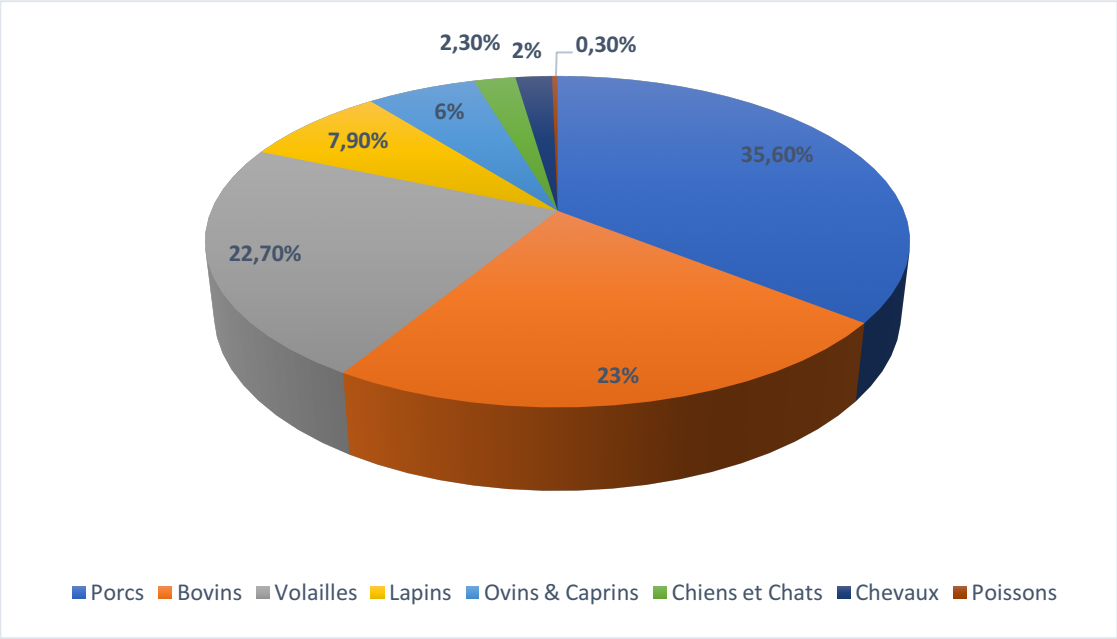
1.2.3. Des changements déjà observables en matière d'usage des antibiotiques malgré de multiples difficultés pour les éleveurs

1.2.3.1. Une évolution de l'utilisation des antibiotiques dans l'élevage déjà bien concrète implique des changements de routines chez les éleveurs

L'ampleur du phénomène de l'antibiorésistance a pour avantage d'être très bien suivit par de plusieurs organismes (OMS, ANSES), ce qui nous permet de disposer de chiffres fiables et récents. Tout d'abord, s'il y a de fortes évolutions observables dans les tendances à la

consommation d'antibiotiques dans l'élevage, de fortes disparités existent entre les espèces comme nous pouvons le voir dans la figure suivante.

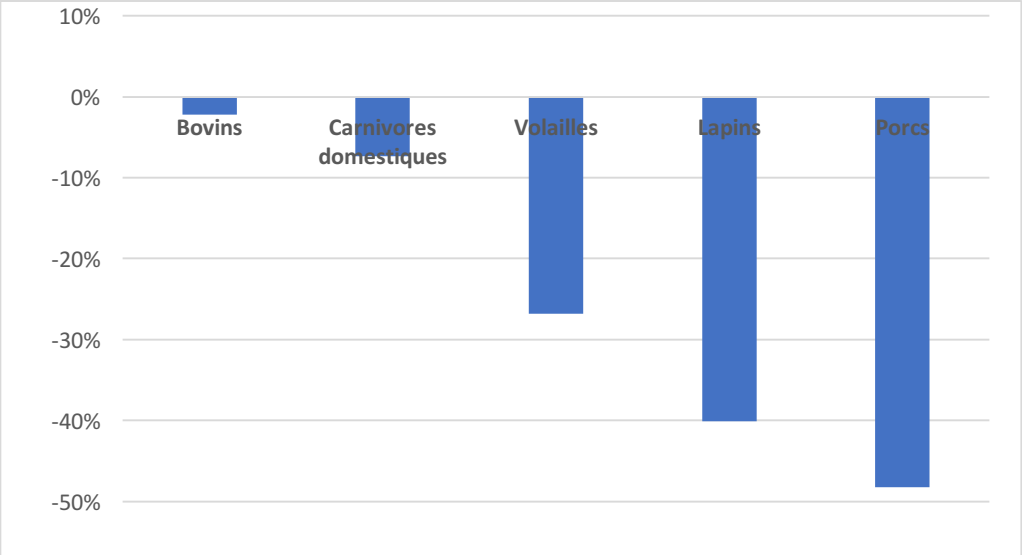
Figure 1 : Répartition des ventes d'antibiotiques en tonnage par animal (2014)



Source : ANSES (Agence Nationale de la Sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'Environnement et du travail) ; 2015 ; « Suivi des ventes de médicaments vétérinaires contenant des antibiotiques en France en 2014 » ; Rapport Annuel ; Edition scientifique ; p.11 ; Traitement auteur

Le porc est ainsi l'espèce animale à laquelle sont administrés le plus d'antibiotiques. Les bovins viennent en seconde position, mais leur masse plus importante justifie une quantité de principes actifs plus élevée pour venir à bout des infection bactériennes. Le raisonnement inverse peut être fait pour les volailles et les lapins. Les porcs, volailles et lapins représentent donc les trois catégories d'animaux les plus concernées par le besoin de diminution de l'usage d'antibiotiques. Cela a déjà en parti été réalisé si l'on se réfère à la figure 2 ci-dessous.

Figure 2 : Evolution des ventes d'antibiotiques entre 2008 et 2014 en tonnage par animal



Source : ANSES (Agence Nationale de la Sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'Environnement et du travail) ; 2015 ; « Suivi des ventes de médicaments vétérinaires contenant des antibiotiques en France en 2014 » ; Rapport Annuel ; Edition scientifique ; p.12 ; Traitement auteur.

Des efforts importants en matière de réduction de l'usage des antibiotiques dans l'élevage ont déjà été réalisés, avec une baisse constante du recours aux antibiotiques depuis 2008[19] (ANSES, 2015), notamment dans le cas des porcs, qui malgré une consommation toujours supérieure aux autres espèces, a connu une très forte baisse. Globalement, des mesures ont déjà été prises pour chacune des espèces animales afin d'arriver à ce résultat. De plus, avec la volaille, le porc représente la principale source de consommation carnée des ménages français. Il apparaît donc important que les principaux efforts soient concentrés sur ces deux espèces.

Malgré ces premiers bons résultats apparents, d'autres le sont beaucoup moins. Ils concernent l'usage des céphalosporines de 3ème et 4ème génération, ainsi que des fluoroquinolones, des antibiotiques dits critiques[20], pour lesquels une attention toute particulière est portée. Ceux-ci sont considérés comme les antibiotiques dont il faut prioritairement réduire l'usage. Or, les chiffres prouvent que ce n'est pas le cas.

[19] L'année 2014 est la seule exception avec une augmentation de la consommation. Mais celle-ci s'explique par des anticipations sur la loi de 2015, qui prévoit la fin des rabais remises et ristournes accordés dans la loi précédente. Les ventes sont donc principalement dues à la volonté de réaliser des stocks et non pas uniquement à ce qui est administré aux animaux.

[20] Plus de détails concernant les antibiotiques critiques sont donnés dans la section 2.

- Dans le cas des céphalosporines de 3ème et 4ème génération, entre 2007 et 2014 aucune variation dans les tonnages vendus n'est observée entre 2007 et 2013. Une baisse de 6.1% est tout de même amorcée entre 2013 et 2014.

- Dans le cas des fluoroquinolones, une augmentation de la consommation entre 2007 et 2014 qui atteint 4,49% est observée, avec tout de même un ralentissement de cette croissance entre 2013 et 2014.

La baisse de l'usage des antibiotiques est bien une réalité aujourd'hui. Néanmoins, la question de la bonne santé du bétail se pose toujours, il n'est pas possible de seulement réduire cet usage sans prendre d'autres mesures. De plus, les changements observés se font depuis une dizaine d'années maintenant, impliquant le recours à d'autres méthodes pour assurer des conditions d'élevage saines. Cela nous amène à considérer qu'un changement de trajectoire est actuellement en cours.

1.2.3.2. Vers un régime technologique « tiré par la demande » dans l'élevage ?

Les éléments mis en avant tout au long de cette première section laissent à penser que l'activité de l'élevage est très fortement dépendante des avancées techniques. Historiquement il est vrai, ce sont ces dernières qui ont permis à l'élevage de se développer et d'être ce qu'il est aujourd'hui. Selon les termes économiques, nous pourrions avoir tendance à dire que l'innovation est poussée par la technologie, également appelée « *technology push »* ou encore de « *science push »*, en opposition au « *demand pull »* ou « *market pull »*. Bien qu'*a priori* antagonistes, ces deux façons de procéder sont dans notre cas complémentaires.

Ce principe a été exposé par Schmookler en 1966. Mis à part pour certaines découvertes qui tiennent davantage du hasard, l'innovation demande d'investir en R&D, donc d'avoir de la main d'œuvre compétente qui coûte cher, de lui fournir un environnement de travail adéquat et d'attendre le temps nécessaire à ce qu'une innovation soit faite, sans aucune garantie de ne pas aboutir à un échec. Ainsi, les entreprises ne sont pas incitées à se lancer de ce type d'investissement sans s'assurer d'un débouché sur le marché. Si celui-ci est déjà parfaitement satisfait, il n'y a aucun intérêt à innover.

Dans le cas de l'élevage, les deux logiques de « *technology push* » et de « *demand pull* » se succèdent dans le temps :

- Au XXème siècle, la viande était considérée comme un produit haut de gamme du fait de son prix. Toute la population n'avait pas les moyens de s'en procurer et très peu de ménages pouvaient se permettre d'en consommer quotidiennement. Par

conséquent, le premier besoin à satisfaire était la baisse des prix, afin qu'elle devienne un bien de consommation courante. Cela a été permis par les nombreuses avancées scientifiques et techniques qui ont pu être intégrées dans les pratiques d'élevage comme nous l'avons démontré tout au long de cette section.

- A tel point qu'aujourd'hui, la demande est entièrement satisfaite en termes de quantités. Les exigences ne portent ainsi plus sur les prix, mais sur d'autres aspects comme la qualité de la viande, mais aussi sur des considérations d'ordre moral ou environnemental. Les innovations doivent donc répondre à ce nouveau besoin qui suit une logique totalement inverse, ces consommateurs étant prêts à payer plus cher. **Le XXIème siècle connaît donc une très forte mutation des exigences de la demande.** Il est primordial de les identifier dans un premier temps, puis de réfléchir à la meilleure façon de les satisfaire.

Répondre à cette nouvelle demande est aujourd'hui un enjeu important pour l'agro-industrie. Les consommateurs se tournent de plus en plus vers l'agriculture biologique, réduisent leurs achats de produits carnés, demandent une transparence plus importante, et sont plus soucieux de leur santé et de leur impact environnemental, mais aussi de la santé des animaux. L'attention se porte également sur le bien-être animal aujourd'hui. Réduire l'usage des antibiotiques ne peut donc se faire au détriment de la santé des animaux. Il est indispensable de trouver de nouvelles solutions pour assurer ce rôle, tout en poursuivant les efforts de diminution de leur utilisation. Cela est possible en raison de l'existence d'une demande bien identifiée, de plus en plus forte et prête à payer plus cher.

Section 2 : L'adaptation au changement : la réduction des antibiotiques source d'incertitudes et de mutations sectorielles au sein de l'élevage

L'antibiorésistance est un phénomène en accélération qui inquiète aujourd'hui les pouvoirs publics en raison des risques sanitaires qu'il implique. De nombreuses initiatives sont prises en France et en Europe pour limiter la surconsommation d'antibiotiques, facteur important du développement de l'antibiorésistance. L'élevage est particulièrement consommateur de ces médicaments. Il est ainsi en première ligne de ces mesures de réduction.

Dans cette section, nous commencerons par expliquer ce en quoi consiste l'antibiorésistance et pourquoi une baisse de l'utilisation des antibiotiques est indispensable. Mais nous montrerons également que l'adaptation de la part des éleveurs à cette nouvelle exigence n'est pas évidente dans un contexte où l'antibiotique est le principal outil thérapeutique à disposition des éleveurs. Leur suppression impliquerait un taux de mortalité du bétail éthiquement peu acceptable. Nous verrons ensuite que d'autres solutions pour garantir la

santé du cheptel existent, mais que leur utilisation suppose des investissements (matériels ou non) pas toujours abordables pour les éleveurs. La théorie du changement de trajectoire technologique se vérifie, mais nous ne pouvons en revanche pas parler de changement de paradigme, ces solutions ne constituant pas des alternatives parfaites aux antibiotiques, qui seront par conséquent toujours indispensables.

2.1. L'antibiorésistance : un phénomène en accélération qui oblige les éleveurs à changer leurs modes de production

2.1.1. Qu'est-ce que l'antibiorésistance ?

Les antibiotiques sont des substances chimiques, à l'origine produites naturellement par des microorganismes et pouvant être obtenues par synthèse ou semi-synthèse aujourd'hui, dans le but de répondre à la très forte demande. Plus classiquement, ils peuvent être décrits comme des médicaments capables de détruire ou d'empêcher la multiplication des microorganismes. Par conséquent ils sont utilisés pour lutter contre de nombreuses bactéries pathogènes, qui sont à l'origine de maladies infectieuses humaines et animales.

En médecine humaine, ces antibiotiques sont utilisés pour lutter contre différentes infections bactériennes bien définies. Mais dans le cas de l'élevage, leur utilisation est très variée. Ils ont une utilité curative, mais également des actions davantage préventives en fonction des risques estimés, un rôle métaphylactique, ou encore une utilisation que l'on qualifie de facteur de croissance. Cette dernière est aujourd'hui interdite dans de nombreux pays notamment ceux de l'Union européenne. Ce qui explique que l'organisme des animaux d'élevage reçoit une dose d'antibiotiques bien supérieure à celui des humains.

Pour le calcul de l'usage des antibiotiques, deux échelles de mesures différentes sont utilisées.

- La plus simple est celle en termes de tonnage d'antibiotiques administrés, qui consiste seulement à mesurer le poids des antibiotiques. Mais cet indicateur est très largement biaisé. Notamment parce que d'une période temporelle à une autre, pour un même poids de médicament, le principe actif peut être davantage concentré, donc être plus puissant grâce aux avancées technologiques pour un même poids, ce qui empêche les comparaisons dans le temps. Ensuite, parce que la dose nécessaire pour soigner un bœuf n'est pas la même que pour un lapin, ce qui rend difficiles les comparaisons entre différentes espèces animales. Enfin, parce que le nombre d'animaux à traiter évolue également suivant les années.

- Par conséquent un deuxième indicateur a été mis à jour, à savoir l'exposition aux antibiotiques. Dans ce cas, la quantité du principe actif et non le poids du médicament final est pris en considération, la dose journalière administrée ainsi que la durée du traitement, définies selon les normes de l'autorisation de mise sur le marché (AMM), et la biomasse, c'est à dire le nombre d'animaux multipliés par leur poids standard. Il existe toujours certains biais, notamment les éleveurs qui administreraient des doses plus importantes que celles préconisées avec l'AMM, mais cet indicateur reste le plus performant.

- <u>L'antibiorésistance :</u>

Une bactérie est un microorganisme, qui est par conséquent un être vivant, bien que non visible pour l'œil humain. De ce fait, le principe de sélection des gènes et des espèces s'applique aux bactéries. L'antibiorésistance est alors le phénomène naturel par lequel la bactérie va se défendre de l'action exercée par l'antibiotique.

Une définition largement acceptée de l'antibiorésistance est : « *Une bactérie est résistante à un antibiotique lorsqu'elle supporte des concentrations inhibitrices de cet antibiotique supérieures aux concentrations que l'on peut obtenir dans l'organisme sans atteindre les doses toxiques* » (Ferron, 1994). Ce phénomène peut également être décrit comme « *une réponse physiologique des bactéries à tout usage d'antibiotique* » (AFSSA*,* 2006)

Concrètement, certaines bactéries ne sont pas sensibles de base aux antibiotiques, grâce à certains gènes résistants qu'elles possèdent naturellement. Ils n'ont donc aucun effet, ne les détruisant pas et n'empêchant pas non plus leur reproduction. Cette résistance ne posait au départ pas de problème puisque ces bactéries résistantes étaient très rares. Or, une bactérie, même pathogène, n'est en elle-même pas dangereuse pour son hôte ; c'est leur nombre élevé présent dans l'organisme qui va provoquer la maladie. Ainsi, en éliminant la grande majorité des bactéries non résistantes présentes dans l'organisme, l'antibiotique permettait de soigner les infections d'origine bactérienne.

Le problème vient de leur utilisation intensive, ainsi que du non-respect des doses et durées de traitement prescrites, qui ont favorisé la multiplication de ces bactéries résistantes. Deux auteurs ont en effet démontré que l'utilisation d'un antibiotique mal adapté à la bactérie visée, ou un traitement arrêté trop tôt ou trop peu dosé, en plus d'empêcher la guérison totale, va accélérer le développement des résistances *(*Neely et Holder, 1999).

En 2011, un article mettait en avant la préexistence des gènes de résistance aux antibiotiques (D'Costa et al, 2011). Ceux-ci n'ont ainsi pas créé les bactéries résistantes, ils ont simplement favorisé leur sélection et par extension leur augmentation dans la population totale. Par conséquent, l'objectif n'est pas d'éliminer toutes les bactéries résistantes mais de revenir à une proportion plus faible.

Cette accélération des résistances aujourd'hui est le résultat de plusieurs mécanismes cumulés :

- La plupart des bactéries non résistantes sont détruites par l'effet de l'antibiotique, alors que toutes les bactéries résistantes sont encore présentes. Si, proportionnellement au nombre total, ces dernières étaient très rares au XXème siècle, elles le sont de moins en moins de nos jours.

- L'autre partie des bactéries non résistantes non détruites, ne peuvent plus se reproduire contrairement aux bactéries résistantes. Ces dernières, en se reproduisant par division ou par mutation, transmettent leurs gènes résistants aux nouvelles bactéries.

- Les bactéries peuvent échanger leurs gènes par simple contact entre elles, on parle alors d'acquisition d'un élément mobile. Par conséquent, les bactéries résistantes sont de plus en plus nombreuses, la probabilité qu'elles transmettent leurs gènes de résistance à des bactéries qui ne les possèdent pas augmente.

Tous ces facteurs font que nos antibiotiques sont de moins en moins efficaces, les bactéries non détruites étant trop nombreuses, la maladie ne peut être soignée.

Jusqu'à la fin des années 1980, la découverte régulière de nouveaux antibiotiques permettait de relancer à chaque fois le processus de sélection sur de nouveaux gènes, limitant ce phénomène d'antibiorésistance. Mais aujourd'hui, très peu de nouveaux antibiotiques sont mis sur le marché. Notre système de soin dépend donc d'anciens antibiotiques auxquels de nombreuses bactéries sont déjà résistantes.

Il a tout de même été prouvé que l'arrêt de l'usage des antibiotiques permet une réduction de l'antibiorésistance (French, 2010). Avec une modification des modes de soins, les bactéries résistantes reculent dans la proportion de la population, pour revenir à un niveau plus faible. Si cette réduction observable peut prendre plusieurs années, elle encourage tout de même la modification du rythme actuel de l'utilisation des antibiotiques.

- <u>Les antibiotiques critiques :</u>

Le développement des résistances n'en est pas au même stade pour toutes les familles de bactéries. De plus, tous les antibiotiques ne présentent pas le même intérêt pour la médecine humaine.

C'est à partir de ce constat qu'en 2009, à la demande de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), des experts de la santé humaine et animale ont défini une liste d'antibiotiques dits

critiques. Ce sont des antibiotiques qui présentent une importance particulière en médecine humaine, car ils constituent l'une des voies de traitement, et parfois le seul traitement pour certaines infections graves chez l'homme. Cependant, le nombre élevé de bactéries qui y sont résistantes menace leur efficacité sur du court terme.

La liste des antibiotiques critiques a été particulièrement détaillée dans un rapport de l'ANSM (Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé), (2013). Ainsi, les céphalosporines de 3ème et 4ème génération (C3G et C4G), ainsi que les fluoroquinolones sont les antibiotiques les plus importants mais aussi les plus en danger aujourd'hui, car les plus générateurs de résistances bactériennes.

L'utilisation de ces antibiotiques critiques est soumise à une forte réglementation, notamment quand ils sont utilisés pour des animaux d'élevage. Il est courant de parler de traitement curatif de 2ème ou 3ème intention. Cela signifie que pour pouvoir en faire usage, il faut que l'animal soit bien reconnu comme malade et que la maladie en soit déjà à un stade avancé, non traitable par d'autres moyens. Avant d'en arriver là, il est donc nécessaire que les éleveurs disposent d'autres moyens pour soigner leur cheptel.

2.1.2. Les risques associés poussent les pouvoirs publics à encourager les éleveurs à changer de modes de production

- Les risques liés à l'excès d'utilisation d'antibiotiques :

Le principal risque humain de l'antibiorésistance est celui lié à l'efficacité des antibiotiques. Si une population de bactéries devient trop résistante à une famille d'antibiotiques, les possibilités de traitement en cas d'infection se réduisent.

Pour ce qui est des chiffres, l'EMeA (European Medicine Agency) et l'ECDP (European Center for Disease Prevention and Control) estiment le nombre de morts directement imputables à l'antibiorésistance à 25 000 par an en Europe. Par morts imputables à l'antibiorésistance, il est entendu les personnes décédées des suites d'une infection d'origine bactérienne, qui auraient pu être soignées par des antibiotiques classiques, si moins de bactéries résistantes étaient présentes dans leur organisme.

Certains auteurs vont même jusqu'à parler « *d'ère post-antibiotiques* ». Cela équivaudrait à revenir à un système de santé proche de celui du moyen âge, puisque la majorité des avancées réalisées notamment en chirurgie, deviendraient difficilement praticables, à cause des probabilités de décès très fortes qui s'ensuivraient. Il y a donc un intérêt sanitaire immédiat à réduire l'utilisation des antibiotiques, en particulier dans l'élevage où ils ne sont pas toujours nécessaires et souvent très mal utilisés.

Sans pour autant parler d'antibiorésistance, nous savons aujourd'hui que les résidus d'antibiotiques présents en trop grande quantité dans les matières animales consommables (viande, lait, œuf…) présentent d'autres types de risques. Par exemple des possibilités de toxicité directe, d'allergies, de développement de cancers ou de pathologies liées à la modification de la flore intestinale. Souvent dans ces cas, ce sont les enfants, qui n'ont pas encore leurs défenses immunitaires complètement développées, qui sont les plus vulnérables.

Des effets négatifs au niveau économique sont également à mettre en avant (ECDC/EMeA, 2009). D'après ce rapport, en 2007 en Europe, le surcoût de l'antibiorésistance pour les hôpitaux était estimé à 900 millions d'euros par an, et à 1.5 milliards de pertes par an pour la société dans son ensemble. Cela en raison des coûts liés au prolongement de la garde des patients en ambulatoire suite à l'allongement du temps de guérison, ou encore les fortes pertes de productivité pour les entreprises du fait du prolongement des arrêts maladies. Ainsi, les gains de productivité que peuvent apporter les antibiotiques pour l'élevage, sont, à un niveau macroéconomique, complètement recouverts par les très fortes pertes liées au système de santé.

Le rythme du renouvellement de nouveaux antibiotiques s'essouffle de plus en plus, favorisant l'antibiorésistance. Pour lutter contre ce phénomène, il apparaît aujourd'hui primordial de trouver de nouveaux recours face au problème des infections bactériennes dans l'élevage. Pour cela, les pouvoirs publics ont décidé de s'intéresser à la question.

- <u>Une multiplication des plans et mesures pour inciter à la réduction de l'utilisation des antibiotiques dans l'élevage</u> :

Légalement en France, les antibiotiques pour l'élevage entrent dans la catégorie de la pharmacie vétérinaire, qui est régie par la loi de 1975 et par ses décrets d'application parus en 1977. Elle englobe le développement, la distribution, la commercialisation et l'utilisation du médicament vétérinaire. Avant cette date, leur fabrication, détention et vente étaient libres. Plusieurs scandales sanitaires se sont déroulés auparavant, notamment celui de l'affaire du veau aux hormones, qui ont permis l'apparition d'une loi spécifique à la pharmacie vétérinaire.

Cette loi a mis en place trois grands principes :

- Premièrement, seuls trois types d'acteurs ont le droit de vendre des médicaments vétérinaires, à savoir les pharmaciens d'officine, les vétérinaires libéraux, et certains groupements agréés. En 2002, d'après le SIMV (Syndicat de l'Industrie du Médicament Vétérinaire) 66% des médicaments étaient délivrés par les vétérinaires, 25.5% par les groupements de producteurs, et seulement 8.5% par les pharmaciens.

- Deuxièmement, pour certains médicaments listés dont les antibiotiques, la délivrance ne peut se faire que sur ordonnance et leur renouvellement peut être interdit sous certaines conditions de délais d'attente.

- Dernièrement, cette ordonnance ne peut être rédigée que suite à un examen clinique de l'animal.

Concernant les antibiotiques, ce sont des médicaments considérés comme thérapeutiques, et à ce titre, il est nécessaire de disposer d'une AMM (Autorisation de Mise sur le Marché) pour que l'antibiotique soit autorisé à la vente. Cette autorisation doit préciser quelles sont les espèces auxquelles est destiné l'antibiotique. Il est donc nécessaire de monter un dossier très complet, qui fait l'objet d'une évaluation scientifique avec pour objectif de vérifier la qualité, l'absence de toxicité/dangerosité pour l'utilisateur, le consommateur et l'environnement, ainsi que prouver l'efficacité thérapeutique du médicament. Dans le cas spécifique des antibiotiques, il faut en plus renseigner certaines informations relatives à la résistance aux antibiotiques.

A côté de la réglementation qui a un fort caractère contraignant de par les obligations qu'elle impose et les différents niveaux de sanction en cas de non-respect, des plan et initiatives ayant pour but d'encourager et d'inciter à un usage prudent des antibiotiques sont créés, mais avec un pouvoir coercitif moindre.

Pour ce qui est des plans, qui disposent de moyens de contrainte plus faibles que les réglementations mais plus forts que les simples initiatives, on trouve dernièrement le Plan EcoAntibio, lancé le 18 novembre 2011, suivi plus récemment par le plan EcoAntibio 2, à l'initiative du ministère de l'agriculture et de l'alimentation, en coopération avec l'ANSES. L'objectif est de promouvoir un usage raisonné des antibiotiques dans l'élevage, avec des objectifs chiffrés fixés. Le premier plan d'action est prévu sur la période de temps 2012-2017, le seconde pour 2017-2021. Des sanctions financières sont envisagées si les objectifs ne sont pas atteints et des abus constatés.

Les plans EcoAntibio ont un double enjeu, à savoir « *diminuer la contribution des antibiotiques utilisés en médecine vétérinaire à la résistance bactérienne* » ; et dans le même temps « *préserver durablement l'arsenal thérapeutique pour la médecine* ». Concrètement, le plan initial visait une baisse de 25% de l'usage des antibiotiques en médecine vétérinaire sur la période, avec un effort particulièrement porté sur les antibiotiques critiques, promouvoir les bonnes pratiques d'élevage, renforcer l'encadrement des pratiques de prescription d'antibiotiques, mettre en place un suivi de la consommation des antibiotiques ainsi que de l'évolution de l'antibiorésistance, promouvoir ces approches européennes à l'international, et développer des alternatives en favorisant l'expérimentation et la recherche. Les premiers résultats paraissent encourageants puisque le pourcentage de baisse visé a été dépassé.

Avec une dimension encore moins contraignante, il existe des mesures pour l'évaluation des risques d'émergence d'antibiorésistance, directement liés à l'utilisation des antibiotiques dans l'élevage. Ces travaux de recensement des chiffres sur les quantités d'antibiotiques administrés, ainsi que ceux des mesures prises sur l'antibiorésistance sont effectués par l'ANSES. Pour ce faire, l'agence a mis en place en France un suivi des ventes de médicaments vétérinaires contenant des antibiotiques et en fournit des rapports d'experts tous les ans. L'évolution de la résistance aux antibiotiques est évaluée par le Resapath (Réseau d'Epidémiosurveillance de l'antibiorésistance des bactéries pathogènes animales), toujours dirigé par l'ANSES.

L'ANSES se situe au niveau purement français, mais des initiatives semblables ont été lancées au niveau européen. C'est notamment le cas de l'EMeA (Agence Européenne pour l'Evaluation des Médicaments) qui participe au projet ESVAC (European Surveillance of Veterinary Antimicrobial Consumption). Ce projet a pour principal objectif la collecte d'informations sur la manière dont les antimicrobiens sont utilisés en médecine vétérinaire, dans le seul but de surveiller les risques d'augmentation de l'antibiorésistance.

Sur le terrain, de plus en plus de « chartes » mettent en avant, soit le bon usage des traitements médicamenteux dans les différents types d'élevage, soit la bonne maîtrise sanitaire, soit la bonne conduite d'élevage. Généralement, ces chartes sont promues par différents organismes et visent toutes le même but. Donner les clés aux éleveurs pour leur permettre de diminuer leur utilisation d'antibiotiques. Divers éléments s'y retrouvent, notamment des conseils aux éleveurs pour réussir à diminuer leur utilisation d'antibiotiques, des chiffres et études, une sensibilisation à l'enjeu de l'antibiorésistance, le soutien à certains projets ayant pour objectif de permettre de remplacer les antibiotiques par d'autres substances etc… Dans tous les cas il n'y a aucune contrainte, le principe repose sur une démarche volontaire de l'éleveur.

2.2. Premières bifurcations dans le moins d'antibiotiques : incertitude radicale et régime technologique en mutation

2.2.1. Une diversité de solutions à la réduction des antibiotiques dans l'élevage mobilisables par les éleveurs pour répondre à ces nouvelles demandes et contraintes

2.2.1.1. Le principe de biosécurité dans l'élevage

Le terme de biosécurité est assez large et peut avoir de multiples significations. De façon générale, il s'agit de toutes les mesures permettant de maîtriser et diminuer les risques de contaminations bactériennes, notamment des bactéries pathogènes provoquant différentes maladies et infections. Il n'est pas spécifique au domaine de l'élevage et est même plus couramment rencontré pour caractériser les mesures prises pour les végétaux, voir même dans le cas d'attaques terroristes à base d'agents bactériologiques.

En matière de biosécurité dans l'élevage nous distinguons classiquement ce qui relève de la biosécurité interne de la biosécurité externe :

- La première regroupe les mesures qui permettent d'éviter la circulation des bactéries à l'intérieur de l'élevage. Il s'agira donc principalement de **faire en sorte qu'un animal malade ne puisse pas contaminer les autres**. Pour cela il faudra déceler au plus vite la maladie et la traiter si possible, sinon séparer l'animal du reste du troupeau le temps nécessaire.

- La biosécurité externe comprend les mesures empêchant et/ou limitant l'entrée de nouvelles souches bactériennes, virales ou parasitaires, au sein de l'élevage.

Pour permettre l'application de ces mesures, trois grands principes en biosécurité animale sont énoncés :

- L'isolation et la sectorisation des animaux malades grâce à la mise en place de quarantaines et d'infirmeries sur le site.

- La maîtrise des circuits, à savoir la limitation de l'accès à l'élevage et aux bâtiments pour les personnes ou animaux, par exemple les chiens, chats, rats ou oiseaux qui ne sont pas nécessaires au bon développement de l'élevage.

- Optimiser et rendre plus performantes les activités de nettoyage et de désinfection, afin de limiter les contaminations qui viendraient directement de l'environnement.

Une certaine partie de la biosécurité animale est directement liée à la **conception de base des bâtiments de l'élevage**. Dans les élevages qui n'ont pas été initialement conçus selon ces principes il peut donc être long et coûteux, voire même impossible de les respecter. De plus, des spécificités existent en fonction des animaux, en raison des différentes maladies auxquelles ils sont sujets.

Ce terme est à la base de nos recherches préliminaires pour développer au mieux nos connaissances du secteur et des solutions déjà envisagées. Cela nous permettra par la suite de vérifier que ces éléments se retrouvent bien dans nos analyses.

2.2.1.2. Les pratiques d'hygiène et de conception des bâtiments

En matière de bâtiments nous distinguons ce qui relève de l'hygiène et ce qui relève de la conception.

- Dans le premier cas, deux pratiques sont mises en opposition. La première revendique des bâtiments parfaitement aseptisés pour empêcher les bactéries d'accéder au lieu de vie des animaux. La seconde à l'inverse propose de recouvrir les murs de différentes « bonnes » bactéries, ce qui va permettre de coloniser les bâtiments et donc de laisser moins de place aux « mauvaises » bactéries pour se développer.

- Dans le second cas, de grandes normes existent qui vont nous servir de guide, mais il faut également prendre en compte les nombreuses nouvelles technologies du bâtiment qui peuvent être utilisées pour aider l'éleveur.

Plusieurs pistes d'amélioration existent en ce qui concerne l'hygiène des bâtiments aujourd'hui, notamment avec beaucoup de travaux de recherche qui portent sur de nouveaux produits biocides. Cette partie peut intéresser Avril, qui possède certaines compétences en la matière.

Mais c'est également valable pour leur conception, des progrès sur des outils et objets permettant de garder l'intérieur de la ferme aussi sain que possible se développent. Nous pouvons donner l'exemple des systèmes de ventilation, des flux d'air, pour renouveler l'air et empêcher l'humidité de s'installer et donc de favoriser la prolifération de bactéries. La technologie concernant cette dernière partie se développe largement ces dernières années.

Plus récemment, de nouveaux gadgets électroniques dans les fermes font leur apparition, comme des caméras, des machines à UV, des systèmes de comptage reliés aux mangeoires etc… Toutes ces nouveautés ont pour objectif principal de contrôler les habitudes des animaux et ainsi de détecter au plus vite des signes témoignant d'une anomalie, donc éventuellement de maladie.

L'élevage sait toujours profiter de toutes les avancées technologiques issues d'autres secteurs pour surveiller au mieux les animaux et réagir en conséquence. Cette partie va de pair avec la détection précoce des maladies évoquée précédemment, mais avec une application davantage technologique.

2.2.1.3. Les pratiques liées à l'alimentation

L'alimentation est un des paramètres les plus importants dans l'élevage, qui demande une grande précision autant dans le choix et la qualité des aliments que dans les quantités. De nouveaux produits existent, dont certains qui mettent en avant leurs bons résultats en matière de santé animale. Ce phénomène vient principalement du fait que la très grande majorité des bactéries, pathogènes ou non, qui se retrouvent chez un animal vont se localiser dans la bouche, ainsi que dans la flore intestinale et commensale. Par conséquent, l'alimentation est la voie directe pour accéder à ces nids.

Parmi ces aliments bénéfiques, il existe des prébiotiques et probiotiques, très à la mode en ce moment. Ces produits composés de microorganismes vivants sont incorporés à l'alimentation ou à l'eau de boisson pour leurs effets sur la santé de l'hôte lorsque les quantités administrées sont suffisamment importantes. De nombreuses études ont été menées sur le sujet afin de fournir des données sur leur efficacité (Morishita et al, 1997 ; Stern et al, 2005). Cette nouvelle tendance peut aussi s'expliquer par la réglementation qui est moins exigeante sur la qualité des preuves à fournir sur l'efficacité du produit, pour l'autoriser à être vendu.

Dans la même tendance des compléments alimentaires nous retrouvons les vitamines, oligoéléments et minéraux. Ces dernières années beaucoup de travaux ont été effectués pour réussir à mieux comprendre ce dont l'organisme de chaque animal a besoin pour grandir le plus rapidement possible, tout en favorisant au maximum la santé. Si les connaissances en matière de vitamines sont anciennes, celles concernant les oligoéléments et les minéraux sont plus récentes.

Un autre produit très prisé au niveau alimentaire pour réduire les pertes liées aux problèmes digestifs est l'acidifiant. Ces éléments peuvent être incorporés dans la soupe ou dans l'eau de boisson. Cela dit, ils sont également très corrosifs et nécessitent des précautions de la part de l'éleveur pour éviter les accidents. Ils peuvent aussi permettre d'améliorer la qualité de l'eau qui est un vecteur très important en matière de contamination bactérienne (Byrd et al, 2001).

2.2.1.4. Les médecines non conventionnelles

Ces méthodes sont davantage orientées vers le curatif contrairement aux solutions présentées jusqu'ici. Les médecines non conventionnelles regroupent des pratiques comme l'homéopathie, l'aromathérapie ou la phytothérapie. L'objectif est de se spécialiser dans l'utilisation de substances plus naturelles que celles contenues dans les médicaments, comme certaines plantes ou huiles essentielles aux propriétés bactéricides. Néanmoins, ces modes de soins ne font pas l'unanimité auprès des professionnels de santé, notamment en raison d'un manque de preuves quant à leur efficacité, mais aussi du temps de traitement plus important qu'avec une médecine traditionnelle.

Les médecines non conventionnelles sont très peu développées dans l'élevage. Premièrement en raison des réticences de certains vétérinaires vis à vis de ces méthodes. Deuxièmement par le besoin de formation à leur utilisation correcte plus importante que pour une administration classique d'antibiotiques. Enfin, leur plus faible efficacité, la taille du cheptel doit rester relativement faible pour parvenir à maîtriser le développement des bactéries pathogènes par ce mode d'action.

2.2.2. Une inertie au changement persistante malgré une volonté d'adaptation

Le principal frein au changement dans les modes de soin en élevage est purement économique. Si les éleveurs ne sont pas contre l'idée de réduire leur utilisation d'antibiotiques, les solutions à mettre en place ne sont pas sans coûts. Que ce soient des investissements matériels ou non, une moindre administration d'antibiotiques ne peut se faire sans déployer d'autres méthodes alternatives ou complémentaires en parallèle, sans prendre le risque d'augmenter la mortalité :

- En ce qui concerne les investissements matériels, des structures optimisées pour limiter le développement et la propagation des bactéries doit être mises en place. Or, dans un contexte où les éleveurs sont en difficultés financières, ces investissements représentent un coût d'entrée important.

- Dans le cas des investissements immatériels, il s'agira principalement de formations aux « bonnes pratiques d'élevage ». Un apprentissage sera dans un premier temps nécessaire pour maîtriser ces recommandations, mais il est également reconnu que ces modes de fonctionnement ne sont efficaces que dans le cas de troupeaux de taille restreinte. De plus, ces formations sont souvent jugées trop faibles par les éleveurs, accompagnées d'une insuffisance actuelle d'études prouvant l'efficacité de ces bonnes pratiques. Réduire la taille de son cheptel, donc la rentabilité potentielle de son exploitation, sans aucune assurance que des problèmes de santé ne se développerons pas suite à la réduction de l'usage des antibiotiques n'encourage pas les éleveurs à s'orienter vers ces solutions.

Une adaptation de la part des vétérinaires est également indispensable pour s'orienter vers une moindre consommation d'antibiotiques. Ce dernier peut-être un vecteur informationnel pour promouvoir des modes d'élevage qui limiteront le recours à la médecine traditionnelle. Néanmoins, cela suppose que les vétérinaires soient eux-mêmes formés à ces modes de fonctionnement alternatifs.

Conclusion de chapitre

Ce premier chapitre nous a permis de montrer plusieurs aspects de notre cas d'étude. Nous avons d'abord mis en évidence les forts changements qui sont en cours dans le secteur de l'élevage après l'avoir défini. La conjoncture préoccupante a notamment été relevée pour justifier de l'importance de trouver de nouveaux modes d'élevage, afin entre autres de permettre aux éleveurs de retrouver une certaine stabilité et de tirer profit de leur activité. Pour cela, la prise en considération des exigences des consommateurs qui sont en pleine mutation est indispensable.

Ajouté à ces problèmes purement sectoriels, nous avons décrit le phénomène d'antibiorésistance, qui oblige à repenser la façon dont est abordée la question de la santé dans l'élevage. Alors que jusqu'à la fin du XXème siècle les antibiotiques étaient massivement utilisés sans que cette pratique ne soit remise en cause, l'augmentation des résistances bactériennes oblige à repenser ces pratiques. De nombreux freins existent encore et il n'est pas question de parler de « zéro antibiotique » à l'heure actuelle. Cela étant, il y a un réel enjeu pour les entreprises et les éleveurs indépendants d'identifier d'ores et déjà d'autres techniques possibles.

Bien qu'on ait commencé à lister certaines pratiques qui permettent de limiter le problème lié aux attaques bactériennes en élevage grâce aux études publiques qui existent, rien ne nous assure que nous ne passons pas à côté d'autres solutions existantes. Surtout, nous n'avons aucune idée de celles qui sont davantage développées, ou de celles qui représentent le plus gros potentiel. Pour parvenir à nos objectifs, des méthodes d'intelligence stratégique devront être développées, se basant sur des outils plus poussés que ceux utilisés au cours de ce premier chapitre qui nous sert de base analytique. Ce sera l'objet du deuxième chapitre.

Chapitre 2 : Des méthodes de compréhension de l'environnement externe et d'anticipation indispensables pour des réponses adaptées aux mutations en cours dans l'élevage

Introduction

Nous venons de voir que les fortes modifications en cours dans l'élevage créent une incertitude et un besoin d'adaptation de la part des éleveurs. De plus, dans le cas de la santé des animaux, les pouvoirs publics encouragent un moindre recours aux antibiotiques[21]. Mais nous avons également noté que l'innovation dans l'élevage provient majoritairement des fournisseurs. La tâche de caractériser et d'anticiper ces mutations revient donc aux fournisseurs, qui doivent proposer des solutions aux éleveurs pour répondre aux exigences de la demande tout en s'accordant avec les objectifs définis par les différents ministères[22].

Le groupe Avril, de par ses activités dans l'élevage, se place dans le rôle de fournisseur. Ces changements en cours accordent une place plus importante pour les modes d'élevage « naturels » qui impliquent un moindre recours aux produits issus de l'industrie pharmaceutique. Des opportunités peuvent ainsi se présenter pour Avril, mais encore faut-il que le groupe soit en capacité de les détecter pour pouvoir en profiter.

Nous commencerons par montrer l'importance de l'environnement scientifique et technique pour leur détection. Mais nous verrons également à travers cette première section que de nombreux outils sont déjà au service du management de l'innovation pour tenter de répondre à cet enjeu. Pourtant, un besoin de disposer de méthodes d'intelligence technologique s'est fait sentir. Une définition précise de ce en quoi consiste l'intelligence technologique sera à cette occasion donnée, pour mettre en avant la différence avec ce qui existait jusqu'alors au sein de la firme en matière d'appréhension de son environnement externe.

A travers la section 2, nous proposerons une caractérisation technique des données mobilisées pour la réalisation des études d'intelligence technologique, à savoir les brevets et publications scientifiques. Suite à notre expérience passée au sein du groupe, nous avons pu constater que les destinataires de ces études n'avaient souvent pas la même vision que l'analyste de ces sources informationnelles. Les destinataires ont effectivement pour habitude d'exploiter le contenu technique de ces documents, c'est à dire concrètement, de

[21] Cf Chapitre 1, Section 2

[22] Dans le cas de la lutte contre l'antibiorésistance en France, les principaux ministères concernés sont : le ministère de l'agriculture et de l'alimentation ; le ministère des solidarités et de la santé ; le ministère de la transition écologique et solidaire

lire les textes qu'ils contiennent. Pour les analystes à l'inverse, le texte en lui-même n'a qu'un faible intérêt. Ce point permettra de poser les bases pour le développement à suivre des méthodes d'intelligence technologique.

Section 1 : Une diversité des méthodes de management stratégique pour appréhender la question de l'antibiorésistance et les conséquences pour l'entreprise

1.1. La caractérisation de l'environnement technologique pour la santé dans l'élevage

1.1.1. Une définition de l'environnement scientifique et technique qui nécessite une précision du contour

La firme appréhendée comme une organisation collective s'inscrit dans un environnement donné avec lequel elle interagit en permanence. Ce terme « environnement » se retrouve ainsi couramment dans les travaux économiques traitant du sujet de la firme et de ses interactions, que ce soit avec des partenaires, des concurrents ou des consommateurs. Mais il est rarement défini et son contenu exact reste alors flou.

L'environnement peut être considéré comme un ensemble d'organisations qui interagissent entre elles. Ces interactions peuvent être basées soit sur de simples échanges volontaires sans nécessairement être symétriques, soit sur des échanges plus stratégiques de type coopératifs ou compétitifs (Sales, 1970).

La **notion d'environnement scientifique et technique est centrale** tout au long de cette thèse. Nous y avons déjà fait référence dans le chapitre précédent et continuerons à y avoir recours pour la mise en place future des études. Les informations et les connaissances que la firme pourra tirer de cet environnement représentent une source essentielle de l'innovation, c'est pourquoi elle nécessite d'établir une définition.

De façon générale, lorsqu'il est question d'environnement, nous faisons référence à celui de la firme. De plus, notre réflexion porte sur les aspects liés à l'innovation des entreprises. Nous nous intéressons donc principalement aux avancées scientifiques et techniques qui gravitent autour de la firme.

Lorsque nous parlons d'environnement de la firme, nous faisons ainsi référence à **l'intégralité des informations et connaissances en lien avec l'entreprise et ses activités.** Le principal

problème avec cette définition concerne la largeur de ces informations. Jusqu'à quelle distance accepte-t-on de s'éloigner de l'entreprise ? Est-ce que nous nous contentons d'étudier l'environnement proche, c'est à dire les informations en connaissances qui sont en lien direct avec l'activité de l'entreprise, ou est-ce que nous allons plus loin, c'est à dire que nous nous éloignons des activités cœur de l'entreprise pour nous intéresser à celles qui peuvent avoir un impact indirect.

Dans notre cas, il nous paraît important de ne pas se limiter aux seules informations directes. Certes, elles sont celles qui présentent le plus fort intérêt et sont donc à privilégier, mais il ne faut pas s'en contenter. Nous avons en effet pu voir dans le chapitre 1 que les solutions potentielles à la baisse de l'usage des antibiotiques dans l'élevage ne viennent pas uniquement du milieu pharmaceutique ou vétérinaire, mais peuvent provenir de champs techniques très variés. Pour avoir une représentation aussi générale qui possible de ces solutions, il est important de ne pas se limiter à un environnement proche.

Nous tenons également à préciser l'importance des *firmes dominantes*[23] lors de la définition d'un environnement scientifique et technique. En effet, ces firmes ne se contentent pas de s'adapter aux modifications de leur environnement, elles y contribuent également par la nouveauté qu'elles sont capables d'insuffler, notamment en raison de cette position de leader qu'elles adoptent.

L'un des moyens pour garder une avance forte sur le marché passe par le renouvellement rapide de ses offres et moyens techniques. Il est donc indispensable d'identifier au préalable ces firmes, qui par leur flexibilité d'analyse et leur capacité à façonner leur environnement participent à l'évolution de ce dernier.

1.1.2. Les innovations de rupture : un cas difficile à appréhender

L'étude de l'environnement permet d'identifier les mutations en cours et de pressentir les innovations. Cela dans un souci d'adaptation de ses actifs pour une meilleure réponse aux besoins à partir du socle technologique existant. Mais il faut alors bien faire la distinction entre innovations incrémentales ou de continuité d'un côté, et innovations de rupture ou radicales de l'autre.

Les travaux en économie de l'innovation distinguent plusieurs types d'innovation selon que la nouveauté porte sur les produits ou procédés et selon le degré de nouveauté. Pour notre cas, nous avons seulement besoin de distinguer deux types d'innovation :

[23] Ce concept a été largement développé par J. Houssieux, 1958

- Les **innovations incrémentales et de continuité** : il s'agit d'améliorations. Elles s'appuient sur une technologie déjà existante, pour y apporter des modifications d'importance modérée. Elles ne nécessitent qu'une durée de R&D (recherche et développement) limitée pour être développées et mises sur le marché par une firme disposant des bases de connaissances nécessaires. Ces innovations doivent permettre de répondre à certains problèmes ou besoins de clients qui ne trouvaient jusqu'alors pas de réponse.

  Mais surtout, elles doivent permettre à l'entreprise de disposer d'un avantage concurrentiel grâce à la logique de différenciation des produits. Cela étant, en fonction du rythme du renouvellement technique sur le marché, cette stratégie peut s'avérer coûteuse. D'autant plus si la firme n'est pas la seule à adopter cette stratégie. Une course à l'innovation peut très vite s'avérer peu rentable selon les coûts associés.

  Dans le cas où l'entreprise opte pour cette stratégie, l'intelligence technologique est adaptée à aider la firme dans l'orientation de ses choix d'innovation. Ces méthodes peuvent notamment permettre l'identification rapide des zones de vide technologique existantes, ou, à l'inverse celles où des acteurs influents sont déjà présents et qui paraissent par conséquent difficiles à exploiter. La détection de start-up aux brevets et travaux de recherche présentant un intérêt pour l'entreprise fait également partie des potentiels de l'intelligence technologique pour ce type d'innovations.

- Les **innovations radicales ou de rupture**. Les innovations radicales font référence à de nouveaux produits, totalement différents de ce qui existait jusqu'alors. Les innovations de rupture ont également un caractère novateur fort (par exemple l'ajout d'un appareil photo sur les téléphones), mais elles restent appliquées à un marché déjà bien connu.

  Les risques pris dans ces deux cas de figure sont bien présents. La demande peut effectivement ne pas être réceptive à cette nouveauté, trop différente de ce à quoi elle était habituée. Les prix, le public et parfois même le marché auquel la firme s'adresse peut se différencier de ceux auxquels elle était habituée.

  L'intelligence technologique ne va pas pouvoir être utile à l'anticipation de ces nouveautés en raison de leur caractère novateur trop important. Pour autant, elle n'est pas inutile. Si dans le premier cas elle est utilisée pour l'identification des innovations potentielles, ici elle peut être utilisée pour la détection de nouveaux partenaires, fournisseurs, ou pour l'analyse poussée de certains concurrents. Son rôle est par conséquent très différent selon le cas dans lequel nous nous trouvons, mais elle peut toujours apporter des compléments informationnels pertinents pour le développement stratégique des firmes.

Pour résumer, l'intelligence technologique peut intervenir de plusieurs façons selon les situations.

- Tout d'abord, dans le cas où l'entreprise se veut être innovante. Elle va se positionner sur des **innovations d'ordre incrémental**. Ces dernières présentent effectivement pour principal intérêt de se développer assez rapidement pour être vite mises sur le marché. Elles n'ont alors qu'un coût (financier et temporel) relativement faible. De plus, les risques associés sont limités et une rentabilité rapide peut être espérée.

  L'intelligence technologique va ici avoir pour principal rôle la **détection des avancées graduelles** possibles. En analysant les dernières avancées scientifiques par exemple, ou en identifiant les besoins potentiels non encore satisfaits.

- Le second cas est celui où une entreprise met (ou va mettre) sur le marché une innovation de grande ampleur, qui peut modifier les règles du jeu connues par la firme. Comme nous le verrons plus précisément dans le chapitre 4, l'intelligence technologique doit permettre de voir ces modifications avant qu'elles n'impactent concrètement l'environnement. L'entreprise a ainsi le temps de les anticiper pour s'y préparer au mieux, notamment en déterminant s'il est nécessaire d'y apporter une réponse par une innovation d'ordre technologique également, ou s'il vaut mieux miser sur d'autres aspects de la technologie déjà maîtrisés. Ici, l'intelligence technologique a donc **un rôle de détection, mais également d'aide à la réaction grâce à une plus forte flexibilité.**

- Le dernier cas est celui où l'entreprise est sur le point de réaliser une innovation que nous avons qualifiée de rupture ou radicale. Que cela ait été planifié ou que la découverte soit d'origine plus aléatoire. Dans ce cas, les analyses d'intelligence technologique interviennent tout au long du processus de R&D.

  Pour apporter un support aux équipes techniques d'un côté, leur fournir des informations sur l'état de la technique qui est en cours de développement, avec pour principal objectif de ne pas se lancer dans une trajectoire qui pourrait amener à entrer en conflit avec certains brevets existants, ou à se confronter à certains acteurs au pouvoir trop important.

  Mais également en support des équipes marketing et de la communication. Par la compréhension de l'environnement actuel et en pointant les principaux avantages de la nouvelle technologie en comparaison de ce qui existe déjà, elle facilite son adaptation.

Dans le cas de la surutilisation des antibiotiques dans l'élevage, nous nous positionnons davantage sur des innovations de type incrémentales. L'entreprise a un savoir-faire de base

et veut l'exploiter pour apporter des réponses à cette problématique, qui intéresse aujourd'hui autant les pouvoirs publics que les consommateurs.

Des solutions de soin qui ne proviennent pas de l'industrie pharmaceutique pourraient être perçues comme des innovations de rupture *a priori*. Mais dans les faits, ces solutions existent déjà pour la plupart et son déjà utilisées. Elles ont soit cessé d'être utilisées en raison de l'avènement des antibiotiques (rappelons qu'ils restent à ce jour la solution la plus efficace pour soigner les cas d'infection bactériennes même avancées), soit sont utilisées à petite échelle.

L'élevage biologique, sans produits chimiques ou à utilisation raisonnée, existait bien avant l'engouement actuel pour ce mode de consommation. La question porte sur l'efficacité de ces méthodes lorsqu'il faut satisfaire une demande en forte croissance comme c'est le cas aujourd'hui. Nous sommes donc davantage sur une logique **d'identification des innovations à apporter par l'entreprise pour se différencier sur ce marché**, que sur la mise en place d'une innovation totalement novatrice pour apporter une solution à cette question.

1.2. Les méthodes classiques de management de l'innovation pour appréhender leur environnement externe

1.2.1. Les besoins pour l'entreprise de mieux appréhender l'incertitude

Les firmes évoluent dans un environnement plus ou moins stable, en constante évolution, générant de nombreuses incertitudes. L'un des principaux défis pour une entreprise repose sur **l'anticipation des trajectoires scientifiques et techniques dans son domaine** (Utterback et Brown, 1972). Cela est d'autant plus vrai lorsqu'elle se veut être innovante. En effet, en ayant une vision des évolutions à venir, cela permet d'en comprendre les conséquences pour s'y adapter et idéalement, en tirer profit.

L'innovation crée de l'incertitude tout en étant un moteur essentiel de la croissance économique (Schumpeter, 1911). Une absence d'innovation amène le système à entrer dans un état stationnaire, impliquant une croissance économique quasi nulle, impactant l'entreprise de façon négative. A l'inverse, ces changements continus de l'environnement, même s'ils génèrent de l'incertitude qui peut perturber la firme, vont avoir un impact positif sur la croissance. L'innovation est donc bénéfique pour le système. L'objectif de l'entreprise est alors de réussir à tirer profit à un niveau microéconomique de ces innovations positives au niveau macroéconomique. Pour cela, **une compétence importante porte sur la compréhension de son environnement et des évolutions en cours.**

Au final, innovation et incertitude sont indissociables. Il est donc illusoire de chercher à faire disparaître cette dernière. Les entreprises qui veulent survivre sur le long terme doivent par conséquent être en mesure de composer avec. Pour cela, le management doit disposer de plusieurs moyens pour l'aider à comprendre et anticiper autant que possible ces changements, et ainsi prendre des décisions en adéquation. Cela pour éviter tout immobilisme néfaste. **L'intelligence technologique compte parmi les outils permettant d'orienter les décisions stratégiques.**

Trois principaux éléments perturbateurs créent de l'incertitude dans le cas de l'élevage : les progrès de la technique, les évolutions de la réglementation et de la politique et les différentes activités des acteurs en place.

- L'arrivée des antibiotiques dans l'élevage provient effectivement d'une **avancée scientifique**, suite à leur découverte. Dans un souci de productivité et de rentabilité qui prévalaient dans les années 50, la majorité des élevages ont adopté cette solution pour pouvoir augmenter la taille de leur cheptel et proposer des prix à la consommation au plus bas (Desriers, 2007). La compétition par les prix prévalait alors.

- Mais à mesure que les risques liés à l'antibiorésistance sont devenus plus prégnants[24], les **pouvoirs publics** ont œuvré pour la réduction de l'utilisation des antibiotiques, notamment dans l'élevage. Cela s'est par exemple traduit par une interdiction de l'utilisation des antibiotiques comme facteur de croissance[25] en Europe. Aujourd'hui, de nombreuses recommandations et incitations sont toujours mises en place pour continuer à voir le nombre d'antibiotiques utilisés diminuer[26].

- Le principal facteur qui amène aujourd'hui les producteurs à vouloir réduire leur consommation d'antibiotique pour leur activité, provient des **autres acteurs du secteur**. A commencer par les clients qui sont de plus en plus exigeants et attentifs à ce qu'ils achètent. Mais aussi une multiplication des fournisseurs, qui proposent des produits offrant une alternative permettant de diminuer le besoin du recours aux antibiotiques. Le principal élément perturbateur de l'environnement de sélection provient bien aujourd'hui des acteurs.

[24] Ces risques ont toujours été connus. Dès la commercialisation des antibiotiques, la possibilité d'apparition de résistances chez les bactéries a été mise en avant. Mais le rythme du renouvellement des antibiotiques était suffisamment important alors pour que ces résistances ne posent pas les problèmes que nous connaissons aujourd'hui.

[25] A partir du 1er janvier 2006, l'utilisation des derniers antibiotiques encore utilisés pour l'engraissement du bétail, nommé antibiotiques facteurs de croissance (AFC) a été interdite dans les pays européens. D'après la commission européenne, il s'agissait de la dernière étape de l'interdiction de l'usage des antibiotiques à des fins non thérapeutiques.

[26] Cf Chapitre 1 pour plus de détails sur les réglementations en lien avec l'utilisation des antibiotiques dans l'élevage.

1.2.2. Les études sectorielles pour une bonne appréhension de l'environnement

Les analyses sectorielles peuvent être réalisées par différents profils, que ce soit en interne par des salariés de l'entreprise (généralement en lien avec le management), ou des prestataires externes (en passant par des études réalisées par des cabinets spécialisés par exemple). Dans ces deux cas, des recherches documentaires, mais également de terrain, en allant à la rencontre d'experts ou en se rendant à des conventions ou salons spécialisés, seront nécessaires à la compréhension des enjeux stratégiques du secteur.

Dans le cas de l'élevage, les changements évoqués sont très largement visibles, et de nombreuses études publiques sur les pratiques d'élevage, ainsi que sur l'utilisation d'antibiotiques qui y est faite ont déjà été publiées (ANSES, 2018). La tendance est à la diminution de la consommation et à un retour vers le « plus naturel » et de « meilleures conditions d'élevage ». En effet, en France, la consommation de produits carnés est passée de 153 grammes par jour par adulte en 2007, à 135 grammes en 2016 (CREDOC, 2017). Par conséquent, nous pouvons déjà **voir l'importance de la communication** pour toucher ce public de plus en plus sensible. Les orientations technologiques choisies devront d'abord viser à satisfaire la source des changements actuels. A savoir la demande finale, mais également la réglementation. Les exigences venant de ces deux sources restent heureusement largement conciliables.

Concernant les sources régulièrement utilisées pour ces analyses, l'Insee référence de nombreux chiffres et études fiables, très utilisés pour ces travaux (dans le cas de la France). Eurostat peut être mobilisé pour le niveau européen. Concernant le cas des antibiotiques, l'ANSES publie régulièrement les chiffres issus du suivi des ventes vétérinaires. Les sites du gouvernement, notamment le ministère de l'agriculture et de l'alimentation[27] et le ministère des solidarités et de la santé[28], sont à prendre en considération. Enfin, les coopératives et syndicats publient également des résultats sur le sujet.

En revanche, les analyses sectorielles ne permettent pas à elles seules la vision stratégique à long terme (Christensen et Bower, 1996). Elles doivent seulement servir de support et de cadre lors de la réalisation d'études prospectives qui elles, vont pouvoir remplir ce rôle.

[27] https://agriculture.gouv.fr/mots-cles/antibioresistance
[28] https://solidarites-sante.gouv.fr/prevention-en-sante/les-antibiotiques-des-medicaments-essentiels-a-preserver/des-antibiotiques-a-l-antibioresistance/

1.2.3. Trois méthodes de prospective souvent employées par le management

Le terme de prospective a été remis au goût du jour par Berger en 1957. Il apporte une alternative au terme de « *prévision »* qui prévaut encore aujourd'hui. Ces méthodes doivent permettre de réduire l'incertitude grâce à l'apport d'informations et de diverses analyses de l'environnement, mais jamais l'incertitude ne pourra disparaître, ne serait-ce qu'en raison de l'existence d'innovations radicale présentées précédemment.

Ainsi, **la prospective n'a pas vocation à éliminer en intégralité l'incertitude, mais à participer à sa réduction**, afin d'apporter un soutien lors de la prise de décisions. De très nombreuses méthodes de prospective se sont développées et implantées au sein de la stratégie d'entreprise au cours des dernières années.

- Les scénarios :

La création des scenarios revient à Kahn et Wiener (1967). Cette méthode est présentée comme devant **permettre la mise en avant de dynamiques scientifiques et techniques** (Safdari Ranjbar et Tavakoli, 2015). Mais elle va également pointer les différentes sources d'incertitude existantes qui pourraient avoir un impact plus ou moins significatif sur l'activité de l'entreprise. Ces incertitudes sont par conséquent celles auxquelles les dirigeants devront porter un plus grand intérêt.

Dans la littérature, nous rencontrons régulièrement ces méthodes sous le terme de *« scenario planning ».* Les scenarios sont décrits comme « la considération des futurs possibles » (Peterson et al, 2003, p.358). Ils sont ainsi construits pour explorer les points d'ombre entourant les décisions que peuvent prendre les dirigeants.

La construction de scenarios est rarement confiée à une unique personne, avec pour principal objectif de diversifier les points de vue. Des données quantitatives et/ou qualitatives sont utilisées pour leur mise en place. Malgré tout, derrière la notion de scenarios, l'idée de créativité est très présente. Elle est indispensable pour envisager les diverses évolutions possibles de la technologie qui pourraient venir impacter l'activité de l'entreprise.

Aujourd'hui, les scenarios sont généralement modélisés, pour permettre de visualiser facilement toutes les incertitudes qui entourent la firme et leurs potentiels effets si la situation venait à se réaliser. Ces modèles sont notamment constitués à partir de tendances, mais essaient également de prendre en compte les potentielles innovations radicales ou de ruptures. Cela constitue le principal point fort de cette méthode. Les façons précises de construire les scenarios en revanche sont propres à chacun et peuvent évoluer selon la spécificité des cas étudiés.

- Les roadmaps :

Les roadmaps, ou feuilles de route en français, sont également très appréciées des managers. Elles donnent une bonne représentation de l'évolution d'un projet, de son point de départ à son point d'arrivée. Toutes les étapes nécessaires à la bonne évolution du projet sont représentées.

Cet outil est régulièrement exploité par la stratégie d'entreprise, puisqu'il doit permettre de visualiser les différentes étapes à valider pour atteindre un ou plusieurs objectifs. Il peut également être qualifié d'outil de prospective, puisque ces étapes peuvent s'étaler sur plusieurs années dans le futur.

Si les raoadmpas apportent généralement une vision plus précise et sont mieux structurées que les scenarios, elles rendent en revanche moins compte de toute l'incertitude qui peut entourer ces projets définis. Le trajet est déterminé à l'avance, l'adaptation aux changements potentiels de l'environnement est moindre. Ces deux méthodes sont souvent utilisées de façon complémentaire.

- Les signaux faibles :

Les signaux faibles, également appelés signaux d'alerte précoces, ont été définis par Ansoff (1975) comme **étant les informations qui laissent penser à un changement à venir, dans un futur plus ou moins proche, avec un impact significatif sur l'activité de l'entreprise**. Avec cette méthode, l'entreprise se place dans une logique d'anticipation.

Pour Le Loarne et Blanco (2012), la reconnaissance des signaux faibles est la meilleure façon de prendre en considération les dynamiques de l'environnement, pour une réponse plus adaptée de la part de l'entreprise.

Un système de veille poussé est alors nécessaire pour espérer pouvoir détecter ces signaux faibles. En effet, du personnel dédié à cette fonction doit être alloué. En opposition aux signaux forts, les signaux faibles sont par définition cachés parmi une masse d'informations importante. En théorie, les avantages concurrentiels qui en découlent sont conséquents, mais dans la pratique il est beaucoup plus difficile de capter effectivement ces signaux. Il faut aller au-delà de l'information visible par tous.

Plusieurs auteurs publient régulièrement des travaux pour mettre en avant les signaux faibles dans certains domaines, ou pour proposer des méthodes de détection (Cahen, 2010 ; Caron-Fasan, 2001 ; Alloing et Moinet, 2016).

La fiabilité de ces méthodes reste ainsi relative. Cela ne veut pas pour autant dire qu'elles ne sont pas pertinentes. Développer des services de veille pour la détection des signaux faibles augmente la probabilité de les découvrir. Pour autant, la firme ne doit pas uniquement se

baser sur ces méthodes si elle veut s'assurer de la maîtrise de son environnement et construire sa stratégie.

1.3. L'intelligence technologique : un terme polysémique et une définition ambiguë

1.3.1. L'intelligence technologique : une multitude de définitions

L'intelligence technologique est une méthode prospective qui vise à établir un état des pratiques pour améliorer la compréhension actuelle et future de l'environnement scientifique et technique de la firme (Nostella et al 2008 ; Safdri Ranjbar et Tavakoli 2015 ; Beaugency 2015 ; Flamand 2016).

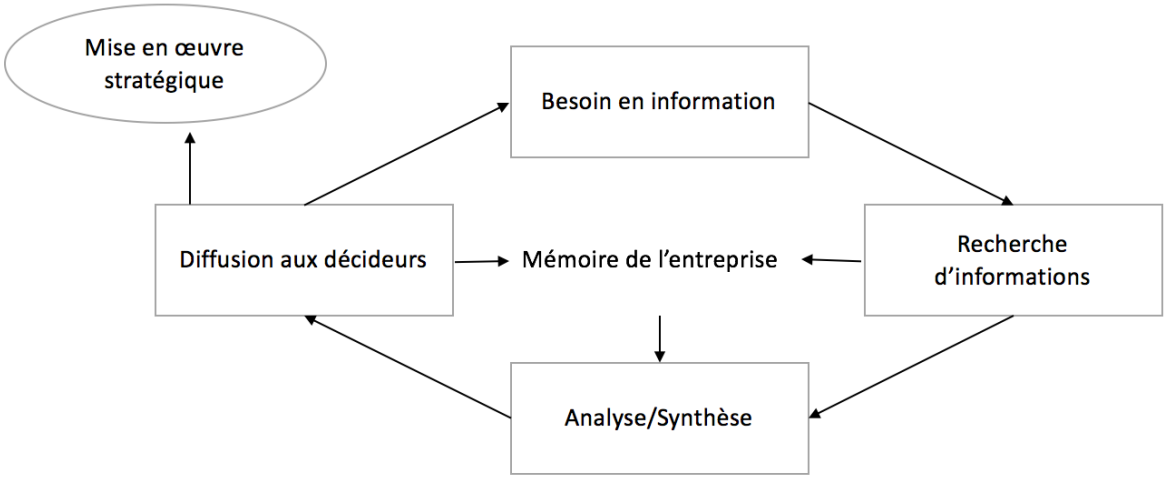
Un amalgame est fréquemment fait entre intelligence technologique et **veille technologique.** La veille est une pratique très largement répandue en entreprise aujourd'hui, notamment depuis les travaux de Aguilar (1967). Elle consiste principalement en la surveillance des nouveautés scientifiques et techniques en lien avec l'activité de l'entreprise. Elle permet alors la collecte, le tri et la distribution d'informations scientifiques et techniques. L'intelligence technologique a vocation à aller au-delà, de sorte à les valoriser en connaissances. Ce passage de l'information à la connaissance nécessite le déploiement de capacités cognitives.

La terminologie pour désigner des méthodes **d'intelligence technologique** varie, que ce soit en français ou en anglais. En français, nous retrouvons régulièrement les termes de veille technologique ou d'intelligence économique. En anglais, nous croiserons davantage le terme de *Technology Intelligence* (Ebrahimpour, 2014 ; Lichtenthaler, 2003 ; Porter et Ashton, 2008), *Technical Intelligence* (McGonagle et Vella, 2012), de *Technology Foresight* (Carlson, 2004) ou encore de *Competitive Technical Intelligence* (Coburn, 1999 ; Ashton et Kavlan, 1997).

En français, le terme d'intelligence économique est le plus souvent utilisé et correspond aux notions de Competitive Intelligence ou de Business Intelligence (Harbulot et Baumard, 1997 ; Rohrbeck, 2010). En France, l'ouvrage de référence en matière d'intelligence économique a été publié par Henry Martre en 1994**. Mais nous la différencions ici clairement de l'intelligence technologique dans le sens où cette dernière est une composante de l'intelligence économique**, qui va englober d'autres concepts plus larges, qui permettront à la firme de comprendre son environnement au-delà de son aspect purement technique.

La veille mais aussi l'intelligence économique (et par extension technologique), sont des processus qui se rapprochent des pratiques issues du cycle du renseignement[29] (Jakobiak 1998). Au sein de ce processus en continu, les mêmes grandes étapes sont suivies : l'identification des besoins, la collecte d'information, leur traitement et leur diffusion (figure 3).

Figure 3 : Le cycle du renseignement



Source : Marcon, 2009

La veille technologique est pertinente pour répondre à la première partie de ce cycle, c'est à dire qu'elle peut permettre la définition du besoin et la recherche d'informations. Ces dernières sont diffusées et gardées en mémoire dans l'entreprise, mais à aucun moment elles ne sont traitées de sorte à pouvoir apporter de connaissances sur l'environnement. L'intelligence technologique à l'inverse, par le biais d'analyses statistiques, doit aider les décideurs à se positionner vis à vis d'une question de base, qui est à l'origine du besoin en informations.

Une définition de l'intelligence économique donnée par Rouache et Sarti (2001), à savoir qu'elle consiste « à la collecte, l'analyse, le stockage et la diffusion de l'information à tous les niveaux de la firme, afin de permettre l'appréhension du futur et de protéger la forme contre les menaces actuelles. C'est une activité légale et éthique, qui implique un transfert de connaissances de l'environnement vers la firme dans le cadre des règles établies. » (p.553). Puisque l'intelligence technologique est considérée comme la composante scientifique et

[29] Malgré des similitudes avec le cycle du renseignement militaire, certaines distinctions existent, notamment par le fait que les pratiques d'intelligence technologique sont très largement encadrées par la loi. Une réglementation existe pour sanctionner toute pratique d'espionnage industriel qui est interdite.

technique de l'intelligence économique, nous considérons que cette définition s'applique également à l'intelligence technologique.

Une telle définition met en avant la dimension prospective décrite précédemment ainsi que l'activité de recherche et de transfert d'information, mais surtout l'aspect légal. L'intelligence technologique va s'appuyer sur des pratiques issues de la veille technologique et stratégique.

1.3.2. L'intelligence technologique et le Big Data

L'intelligence technologique va intervenir à deux niveaux dans la décision d'une entreprise :

- En tant que support majeur de l'innovation.

- En tant que soutien à la prise de décisions techniques pour l'entreprise (Lichtenthaler, 2003).

L'intelligence technologique est effectivement un processus particulièrement puissant. Elle permet d'un côté d'avoir une bonne vision de son secteur et d'un autre, de faire de la prospective, notamment en retraçant les dynamiques. Ashton et Kavlan (1997) prouvaient déjà l'importance pour une firme d'évaluer régulièrement l'état d'avancement de la technologie dans son domaine d'activité.

La quantité de données utilisées en intelligence technologique est telle que leur traitement fait surgir la problématique du « Big Data » (parfois traduit par « mégadonnées » en français). La principale raison tient au fait que les informations relatives à la technologie et à l'environnement externe de la firme sont très nombreuses. Nous le verrons dans la section 2, les données proviennent principalement des brevets et des publications scientifiques, ce qui amène très rapidement à une masse d'informations importante à traiter, également rencontrée sur le terme d'*infobésité*[30] . Par conséquent, **ces méthodes ont pour objectif non pas d'avoir accès à l'intégralité de l'information, mais à celle qui est pertinente pour répondre à une question donnée.**

Nous considérons la définition suivante, à savoir que « le Big Data est caractérisé par un volume, une vitesse et une variété d'informations élevés, qui nécessitent une technologie et des méthodes analytiques spécifiques pour sa transformation en valeur » (De Mauro et al, 2016, p.128).

[30] L'infobésité est le terme couramment employé pour désigner le surplus d'information reçue, la rendant plus nuisible qu'utile. En effet, le temps de traitement devient conséquent, puisqu'il va falloir sélectionner, parmi toutes ces informations, lesquelles ont un réel intérêt, et lesquelles n'apportent rien. Ce phénomène a pris de l'ampleur à mesure que les bases de données se sont développées, facilitant l'accès à l'information.

Plusieurs auteurs ont montré que pour être capable de prendre des décisions dans de bonnes conditions, le manager doit être capable d'exploiter au mieux le « Big Data », pour en tirer les informations utiles au moment opportun (Chen et al, 2012). Nous retrouvons ici exactement les conclusions que nous avions mis en avant dans le rôle de l'intelligence technologique.

De plus, le rôle des outils de « Business Intelligence » se rapproche de celui de l'Intelligence Technologique, pour être en mesure d'exploiter correctement le « Big Data » dans sa prise de décisions (De Mauro et al, 2016). Les données sont issues d'observations ou d'un travail de récolte relatif à l'objet étudié et fourniront de l'information. L'analyste, à l'aide d'outils d'intelligence technologique, pourra les valoriser en connaissances.

1.3.3. Deux principaux livrables de l'intelligence technologique : états de l'art et études prospectives

Le rôle de l'intelligence technologique peut intervenir principalement à deux niveaux.

- L'une des utilisations les plus classiquement rencontrées en entreprise consiste en la **réalisation d'états de l'art** (Rohrbeck et Gemünden, 2011). Cette pratique permet notamment l'appréhension de son environnement technique à l'aide de données brevets. Le principal avantage tiré de l'état de l'art vient du fait qu'il donne une vision des inventions déjà brevetées. Il évite donc de se lancer dans le développement d'un projet d'innovation qui ne pourrait au final jamais être breveté, voire qui entrerait en conflit avec la propriété industrielle d'une autre firme.

  L'état de l'art permet également d'identifier quelles sont les technologies proches ou concurrentes. Pour identifier les potentiels partenariats qui pourraient être envisagés. Inversement, les avantages des autres technologies et comment les surpasser.

  Il permet ainsi d'obtenir une « photo » de l'environnement scientifique et technique à un moment t. Des représentations visuelles peuvent en être tirées pour présenter cette photo aux dirigeants, qui vont les prendre en considération pour la mise en place de plans de R&D.

  Un état de l'art est relativement rapide à réaliser et permet une première visualisation de l'état actuel d'un secteur. Plus la personne qui y travaille est habituée à ces méthodes, mais surtout aux activités de l'entreprise, plus elles seront rapides à le réaliser. C'est ce qui les rend particulièrement intéressantes.

- Mais il est possible d'aller beaucoup plus loin, notamment à l'aide d'analyses statistiques. Dans ce cas nous ne nous contentons pas d'une photo. En se basant sur des données structurées, il est possible de traiter des masses de données plus importantes, pour leur donner un sens qui permettra de répondre à une problématique de base.

  Ces méthodes permettent notamment **de déterminer les opportunités et menaces technologiques existantes** (Cockburn, 2007 ; Lichtenthaler, 2003). Cette approche présente l'avantage d'être connue des managers. En passant par l'identification de ces menaces et opportunités, les résultats deviennent plus facilement exploitables pour la stratégie d'entreprise.

  Cela étant, le principal inconvénient de ces méthodes vient du temps nécessaire à leur déploiement. Plusieurs mois sont requis avant de disposer de résultats exploitables. L'intelligence technologique ne doit par conséquent pas seulement être mobilisée au dernier moment pour chercher une réponse rapide à une situation d'urgence peu ou mal anticipée. Or, elle est encore trop souvent perçue comme une compétence dont la firme peut se passer en situation stable (cf. chapitre 4).

Section 2 : Spécificité des données scientifiques et techniques utilisées pour l'intelligence technologique

2.1. Le brevet : principale source de données utilisée pour la caractérisation de l'environnement technologique

2.1.1. Le brevet : un titre de propriété industrielle avant d'être un outil de mesure

2.1.1.1. Le brevet comme mode d'appropriation des efforts inventifs

Le brevet est l'une des sources privilégiées de données publique servant à l'intelligence technologique. Mais à la base, il est surtout un document support à la propriété industrielle.

Si les dépôts de brevets se sont très fortement développés au cours du XX^{ème} siècle et encore plus depuis le XXI^{ème} siècle, les brevets existent depuis bien plus longtemps. Dès la fin du XVIII^{ème} siècle les brevets arrivaient aux Etats Unis ainsi qu'en Europe. La logique initiale était de favoriser l'innovation en encourageant les efforts de R&D.

Le principal frein à la R&D vient du risque de copie par les concurrents. Développer des inventions demande du temps et de l'argent. Pour être rentable, il faut que la firme puisse vendre ses nouveaux produits à un certain prix. Or, si des concurrents peuvent s'emparer de l'invention sans avoir eu à supporter les coûts de R&D, ils pourront vendre des copies à des prix beaucoup plus bas. Cela encourageait les stratégies de suiveur, ce qui n'est pas bon pour l'innovation.

Par les brevets, un droit d'exclusivité est accordé à son détenteur. Ainsi, toute personne qui voudrait tirer profit d'une invention brevetée par une autre personne se trouverait en infraction. Les entreprises notamment sont incitées à déposer des brevets pour protéger le fruit de leur processus de R&D. Initialement, le brevet a été pensé comme un outil permettant de garantir l'exclusivité des résultats issus d'un effort inventif.

La nécessité du système de brevet s'explique principalement par des défaillances du marché qui n'encouragent pas à l'innovation (OMPI, 2011). Arrow (1962) montre que les efforts inventifs ne sont pas un choix rationnel pour les acteurs. Au départ des projets de R&D, la rentabilité finale n'est pas garantie. Il y a donc une prise de risques. Mais en plus, l'appropriation de ces résultats peut être impossible en raison de deux propriétés liées à la connaissance comme bien public :

- La **non rivalité dans l'usage :** son utilisation par un tiers ne diminue pas la quantité ni la qualité disponible pour un autre agent, comme ce serait le cas pour une denrée alimentaire par exemple. Ainsi, des concurrents peuvent utiliser cette même connaissance une fois qu'elle a été produite, sans coûts supplémentaires et pour peu qu'ils disposent d'une capacité d'absorption performante[31]. L'imitation est aisée.

- La **non exclusivité :** il est ainsi impossible d'empêcher la connaissance de se diffuser, donc impossible d'exclure un agent qui ne contribue pourtant pas à sa production. Dans ces conditions de large diffusion, l'innovation n'offre aucun avantage concurrentiel, il y a donc une désincitation qui aboutit à un sous-investissement en R&D et à une moindre innovation.

[31] La capacité d'absorption d'une firme représente la capacité d'une entreprise ou d'un individu à *savoir apprendre* (Cohen et Levinthal, 1990). Grace notamment à des connaissances de base ainsi qu'à des compétences organisationnelles, l'acteur doit être capable de repérer une information ayant de la valeur, de l'assimiler, puis de la réutiliser.

En offrant une protection juridique à l'inventeur, l'innovation est encouragée, notamment pour que la connaissance puisse devenir un bien exclusif. Un monopole d'exploitation temporaire est accordé au détenteur du brevet. Ainsi, il peut fixer un prix de façon à rentabiliser son investissement.

Le brevet est censé rétablir une incitation à l'innovation tout en permettant la diffusion de la connaissance. En effet, pour déposer un brevet, de nombreuses informations relatives à l'invention doivent être renseignées. Le brevet étant un document public, accessible gratuitement par tous, toute personne peut prendre connaissance des dernières avancées techniques contenues dans le document. Seulement, il est interdit de les exploiter de sorte à en tirer un quelconque profit sans l'accord du détenteur.

2.1.1.2. Les conditions de brevetabilité

Le brevet est un mode d'appropriation d'une innovation qui permet la diffusion des connaissances. Mais de nombreuses conditions sont à respecter pour avoir accès à une telle protection.

Pour pouvoir être brevetée, une invention doit répondre à trois critères. Tout d'abord celui de **nouveauté**. L'invention ne doit jamais avoir été rendue publique avant la demande de brevet. Elle doit ensuite être **non évidente pour un « homme de l'art »,** c'est à dire qu'une activité de R&D doit avoir eu lieu. Enfin, l'invention doit avoir une **application industrielle.**

Lorsque l'inventeur se décide à faire une demande de brevet, la première étape est de s'assurer que ces trois critères techniques sont respectés. Ensuite, des critères géographiques interviennent, puisqu'il lui faut déterminer dans quels pays il veut protéger son invention.

- Il est tout d'abord possible de passer par un office national. Dans ce cas, la charge de vérifier la brevetabilité, mais aussi la littérature antérieure ainsi que les codes de classification rattachés[32], revient à cet office. L'invention sera alors gardée secrète pour une durée moyenne de dix-huit mois avant d'être rendue publique.

- Dans le cas où l'inventeur voudrait déposer un brevet dans plusieurs pays, il dispose d'un délai de douze mois à compter de la date de priorité pour déposer sa demande dans les autres pays. Cette nouvelle demande constituera alors la nouvelle date de priorité

[32] Nous faisons notamment référence aux codes CIB (classification internationale des brevets) et CPC (classification coopérative des brevets) ici.

- Enfin, des offices régionaux existent également, comme par exemple l'Office Européen des Brevets (OEB) ou l'United States Patent and Trademark Office (USPTO). Ces offices peuvent délivrer un droit de protection dans chacun des pays auxquels ils sont rattachés. Si l'inventeur vise plusieurs pays rattachés à un même office régional, il est alors plus simple de déposer directement une demande auprès de celui-ci. Il faudra en revanche spécifier les pays ciblés. Le prix final dépendra du choix réalisé.

Le brevet est un investissement coûteux, puisqu'il faudra s'acquitter d'un premier paiement pour la délivrance du brevet, puis de taxes à payer tous les ans[33] pour garder un brevet en vie.

Ces coûts peuvent être divisés en plusieurs catégories :

- Les **coûts administratifs,** à savoir l'enregistrement, les recherches d'antériorité, la délivrance et la publication.

- Les **coûts de traduction** selon les pays. Plus le texte contenu dans le brevet est long et le nombre de pays revendiqués important, plus ces frais seront élevés.

- Les **coûts de maintien en vigueur.** Ce sont les frais annuels que nous venons d'évoquer, permettant au brevet de garder sa valeur d'exclusivité. Dans le cas où ces frais ne sont pas acquittés, l'invention tombe alors dans le domaine public et n'importe qui peut l'exploiter de façon commerciale, sans frais. Ces annuités peuvent être payées pour une durée maximale de vingt ans[34], avant de passer finalement dans le domaine public.

Au final, le coût associé à un brevet est extrêmement variable compte tenu du grand nombre de cas possibles. Selon les pays, leur nombre, les revendications, la durée du maintien, les coûts peuvent donc être très différents.

Une étude de l'OEB en 2005 estime qu'une demande de brevet auprès de l'OEB coûterait en moyenne 30 500 euros. Il s'agit du coût le plus élevé, puisque toujours d'après cette étude, il faut compter 10 200 euros en moyenne pour l'USPTO et 5 500 euros pour le JPO (Japan Patent Office).

[33] Selon les offices, ces frais peuvent ne pas être annuels.
[34] Des exceptions dans la durée peuvent être à noter selon les secteurs. Notamment dans le cas de la pharmacie, où elle s'élève à vingt-cinq ans, nous y reviendrons plus en détails dans un prochain paragraphe.

2.1.1.3. Des spécificités selon les secteurs mais aussi selon les offices

- La première spécificité à noter provient du **temps maximal de protection**. Celui-ci varie selon les secteurs, en particulier pour l'industrie pharmaceutique qui dispose d'une durée de vie de vingt-cinq ans au lieu de vingt pour la plupart des autres secteurs. Ce cas nous intéresse puisque nos études portent entre autres sur les antibiotiques qui entrent dans cette catégorie.

  Un délai de cinq ans supplémentaires est accordé pour la pharmacie en raison du temps particulièrement long existant entre le moment où une molécule est découverte, et le moment où elle pourra effectivement être commercialisée du fait des conditions des autorisations de mise sur le marché[35] (AMM). Il faut en effet compter une moyenne de dix ans entre le moment où la demande de brevet et émise et le moment où le médicament pourra être commercialisé, contre deux ou trois ans pour les autres secteurs.

- Au **niveau géographique**, il faut savoir que le brevet n'offre un droit d'exclusivité que dans les pays qui ont été revendiqués au moment de la demande. Ainsi, l'invention pourra être commercialisée dans tous les autres pays par un tiers, sans qu'il n'enfreigne les droits de la PI (propriété industrielle). En revanche, un brevet similaire ne pourra pas être déposé dans ces pays où aucun brevet n'aura été déposé, en raison du critère de nouveauté présenté précédemment, et qui ne sera ainsi plus respecté.

Lorsqu'il est question de géographie et de dépôts au sein de plusieurs offices, les déposants peuvent avoir recours à la **procédure PCT** (pour « Patent Cooperation Treaty » ou « Traité de Coopération en matière de Brevets » en français). Cette procédure est la plus couramment utilisée dans les cas où le déposant veut étendre son brevet dans un nombre important de pays. En effet, « ce traité permet de demander la protection d'un brevet pour une invention simultanément dans un grand nombre de pays en déposant une demande internationale de brevet » (d'après le site de l'OMPI).

Aucun brevet n'est délivré suite à une procédure PCT. Il s'agit seulement d'une procédure visant à faciliter le dépôt dans un grand nombre de pays, donc d'accélérer le processus d'obtention du brevet. Ceci grâce à la mise en commun d'une partie de l'examen nécessaire pour la délivrance. Mais la décision finale quant à la validité d'un brevet reste du ressort des offices.

[35] Une autorisation de mise sur le marché (AMM) fait référence aux droits d'exploitations accordés pour un médicament ou autres produits de santé. Sans elle, le détenteur ne peut commercialiser son produit. Pour cela, il lui faut monter un dossier très complet à soumettre auprès de l'autorité compétente. Or, il est reconnu que cette procédure est extrêmement longue entre le moment où une molécule est découverte, et celui où elle pourra obtenir l'autorisation d'être mise sur le marché.

Finalement, les règles qui régissent chaque office tendent à s'harmoniser, mais de nombreux écarts existent toujours. Cela explique en partie les écarts de tarifs énoncés précédemment. Certains offices sont ainsi réputés pour être plus stricts que d'autres dans leurs procédures d'examen. L'OEB est l'un des rares offices à renseigner lui-même la littérature citée alors que ce travail est à la charge du déposant pour la plupart des autres offices. Ces différences sont importantes à considérer lorsque nous utilisons les brevets pour un travail de comparaison entre pays par exemple.

2.1.2. Une grande richesse d'informations contenues dans les données brevets

2.1.2.1. Le document brevet : une métadonnée structurée

Avant d'aller plus loin sur les différents champs contenus dans le document brevet, notons que l'unité retenue pour l'analyse est la famille de brevets. Ainsi, il est fréquent de donner des résultats en parlant de « familles de brevets ». Elle est définie par l'OEB[36] comme étant « une collection de demandes de brevet qui couvrent le même contenu technique ou un contenu technique similaire. »

Comme nous venons de le voir, un brevet peut être déposé dans plusieurs offices, ceci afin d'assurer une protection juridique dans plusieurs pays. Mais les numéros de ces brevets, contenant pourtant la même invention, seront différents. Ainsi, pour ne pas comptabiliser plusieurs fois une même invention qui aurait été protégée dans plusieurs pays, ces brevets aux numéros différents mais au contenu identique, sont regroupés en familles.

Cette unité d'analyse est nécessaire pour pouvoir utiliser le brevet comme outil de mesure. La richesse des informations qu'il contient explique l'engouement apparu à la fin du siècle dernier pour ces données (Trajtenberg, 1990 ; Griliches, 1990). Si le contenu technique des brevets intéresse inévitablement les ingénieurs et chercheurs, ce sont d'autres éléments plus généraux comme les déposants ou l'année de dépôt qui vont intéresser l'analyste. Nous allons présenter succinctement ceux qui nous paraissent le plus pertinents ou importants à connaitre.

- **Numéros attribués au brevet** (notamment les numéros de dépôt et de publication) : ces numéros ne vont pas être particulièrement utiles pour les analyses. En revanche, ils sont indispensables pour retrouver un brevet en particulier dont le contenu pourrait intéresser les chercheurs et ingénieurs.

[36] Se référer au site de l'OEB : https://www.epo.org/searching-for-patents/helpful-resources/first-time-here/patent-families_fr.html

- **Nom de l'inventeur** : cette information permet d'une part de voir la productivité d'un inventeur, à travers le nombre de brevets auxquels il a participé. Et d'autre part, d'identifier quels auteurs sont rattachés à quels champs de compétences. Elle est particulièrement utile pour les entreprises qui veulent recruter des chercheurs.

- **Adresse de l'inventeur** : cet élément permet des analyses en matière de géographie de l'innovation.

- **Nom du demandeur** : à la différence de l'inventeur, le demandeur n'a pas forcément participé au développement de l'invention. En revanche, c'est lui qui va supporter les coûts du brevet et qui en détiendra les droits. Le détenteur est très généralement une personne morale, en raison du coût associé au brevet. Cette information est l'une des plus utilisées en intelligence technologique et en matière d'analyse brevet globalement. En effet, les besoins amenant à ce type d'études portent souvent sur une entreprise concurrente voir sur sa propre entreprise. Ces noms sont donc importants pour identifier les acteurs du domaine.

- **Adresse du demandeur** : cette information est plus simple à manipuler que l'adresse de l'inventeur du fait de la facilité à localiser des personnes morales. De plus, plusieurs inventeurs de nationalité différente peuvent être à l'origine d'un brevet. Elle permet ainsi de vérifier où se développe l'activité inventive. Mais aussi de comprendre les stratégies d'extension de ces acteurs en la comparant aux différents pays ciblés par les brevets.

- **Détails techniques concernant l'invention** : cette catégorie comprend le titre du brevet, son résumé, la description, les apports sur l'art antérieur ainsi que les revendications. Ces champs représentent les champs principaux utilisés pour la construction de requête passant par des mots clés. Selon l'objectif et l'objet étudié, certains de ces champs pourront être plus ou moins pertinents à interroger.

- **Classes techniques** : ces classes sont représentées par des codes liés aux nomenclatures CIB (Classification Internationale des Brevets) et aux codes CPC (Classification Coopérative des Brevets). Elles permettent d'identifier les domaines technologiques auxquels appartiennent les brevets.

  L'analyse des codes eux-mêmes sert à connaître les technologies les plus représentées dans le corpus (que ce soit pour vérifier la pertinence de la requête ou par réel besoin), les liens entre elles, les concurrents directs ainsi que les partenaires possibles, l'intérêt actuel, etc…

- **Les dates** : plusieurs dates sont associées à un même brevet. Il est important de savoir ce que représentent exactement ces dates et la façon de les interpréter. Plusieurs dates existent :

  - **Date de priorité** : il s'agit de la toute première date à laquelle un office a été sollicité pour déclarer l'invention. Cette date est donc la plus représentative de la date à laquelle l'invention a été réalisée. C'est également à partir de cette date que le délai maximum de 20 ans pour le brevet commence à être décompté. Ainsi, **elle est celle à laquelle nous faisons généralement référence**. Mais elle n'est pas la seule.

  - **Date de publication** : un brevet n'est pas rendu public à la date de priorité mais seulement à la date de publication. Cette dernière intervient dix-huit mois après la première, afin de donner un certain avantage de secret au déposant. Cette date est prise en considération lors de conflits juridiques. **Les contrefaçons seront en effet sanctionnées si elles arrivent après la date de publication**, puisque avant, les fabricants n'avaient pas connaissance du contenu du brevet.

  - **Date de délivrance** : avant cette date, le brevet n'a pas encore été délivré en raison de la durée du processus d'examen. D'après l'OCDE (2009), selon les offices et les secteurs, la délivrance peut arriver entre deux et huit ans après la priorité. Comme une demande a déjà été effectuée, le déposant en possède l'exclusivité. Une date de délivrance est donc une preuve que le brevet a été accepté et par extension, qu'il dispose d'une certaine valeur technologique[37]. Cette date est particulièrement utilisée lorsque nous ne voulons prendre en considération que les inventions qui ont été validées par un office après examen.

  - **Date de déchéance** : cette date est renseignée dans le cas où les frais liés au maintien en vigueur du brevet ne sont plus acquittés. Le brevet ne confère dès lors plus aucun droit d'exclusion. Il est alors considéré comme « dans le domaine public ».

  - **Date d'expiration** : lorsque les droits ont été acquittés jusqu'à la fin de vie maximale accordée par le brevet, généralement vingt ans, il finit lui aussi dans le domaine public.

[37] Ce n'est pas parce qu'un brevet a été délivré qu'il ne peut être révoqué dans le cas où un litige avec un autre brevet est détecté *a posteriori.*

Enfin, des renseignements sur les lieux d'origine et l'exploitation des brevets existent. Nous considérons principalement les deux suivants :

- **Pays de priorité** : il correspond au pays auquel appartient le premier office qui a été sollicité pour le dépôt du brevet. Ces pays sont par conséquent associés à la localisation des efforts inventifs. La logique étant que le demandeur va faire la demande en priorité dans son pays d'origine.

- **Pays de publication** : parfois rencontré sous l'appellation « pays de dépôt » ou « pays d'extension », il correspond au pays dans lequel le brevet a été étendu. Et par conséquent, dans lequel le droit d'exclusivité pour le détenteur s'applique. Etendre un brevet revient cher, puisqu'il faut également payer les frais de maintien dans chaque pays de publication ou zone géographique dans lesquels le détenteur espère commercialiser ou tirer profit de son invention.

2.1.2.2. Les citations : Focus sur une information riche et complexe

Les citations sont considérées comme un renseignement puissant, permettant la compréhension de l'environnement. En conséquence, elles sont à la base de nombreux indicateurs divers. Par exemple la mesure des flux de connaissance et le rôle de la proximité géographique. Evaluer la valeur des brevets permettant de renseigner l'entreprise sur les acteurs technologiquement proches (Koruna, 2001). Ou encore construire des réseaux de citation pour déterminer un *« main path »*[38] (Hummon et Doreian, 1989).

L'exploitation technique des citations peut être complexe, mais elle permet également la mise en place d'une grande variété d'indicateurs. Elles peuvent par exemple être utilisées pour retracer les flux de connaissances et leurs retombées. Dans la même idée, elles peuvent permettre d'identifier des trajectoires technologiques à travers un réseau de citations. L'entreprise peut également s'en servir pour voir quels sont les déposants qui citent ses brevets. Cela pour identifier de potentiels partenaires ou éventuellement des concurrents non connus.

Les citations sont également utilisées comme mesure de la qualité du brevet. Une corrélation positive est couramment admise dans la littérature entre nombre de citations reçues et valeur technique du brevet (Harhoff et al, 2003). En effet, plus un brevet est cité, plus il aura eu

[38] L'analyse du « *main path* » permet de retracer la principale trajectoire de développement d'une technologie. Pour cela les auteurs construisent un réseau de citations, où chaque brevet est relié à d'autres par un certain nombre de citations. Le chemin le plus emprunté reliant le brevet le lus ancien au plus récent suivra le chemin du plus grand nombre de citations, et représentera le « *main path* ».

d'influence sur le développement d'une technologie. De même, les autocitations[39] vont permettre de juger du degré de spécialisation d'un auteur. Plus il citera ses propres brevets, plus il sera spécialisé.

Enfin, elles peuvent permettre de déterminer les brevets considérés comme pionniers pour le développement de la technologie. Carpenter et al (1981) ont montré que les brevets protégeant des inventions considérées comme radicales, qui impliquent donc un fort degré de nouveauté technologique, reçoivent en moyenne deux fois plus de citations que la moyenne des autres brevets du même domaine sur la même période.

Deux types de citations sont utilisés : celles en amont et celles en aval. La première fait référence à un document qui est cité, qui est par conséquent plus ancien. Ceux-ci sont donc considérés comme ayant servis au développement de la technologie. Alors que la seconde concerne un document qui cite, et donc qui est plus récent. Ils servent à identifier quels sont les acteurs qui se positionnent sur la même technologie, mais aussi de suivre le développement d'une trajectoire.

Les citations renseignées au moment de l'enregistrement d'un brevet peuvent se référer à la littérature brevet ou à la littérature hors brevet (à savoir les publications scientifiques, les actes de conférences, les ouvrages, etc…).

Les citations amont doivent être renseignées au moment du dépôt de brevet. Toutefois, les pratiques diffèrent selon les offices. De façon générale, ce travail doit être effectué en premier lieu par le déposant, puis sera plus ou moins complété par les examinateurs. Dans le cas de l'OEB néanmoins, les examinateurs sont réputés pour réaliser systématiquement ce travail de façon poussée, enlevant cette charge au déposant. Par conséquent, les citations renseignées par les brevets déposés auprès de l'OEB sont réputées pour être plus fiables.

Enfin, concernant l'aspect technique des citations, il faut comprendre qu'elles **peuvent entrer en conflit avec le demande du brevet**. En effet, si l'invention est trop proche de la littérature citée, le critère de nouveauté pourrait être jugé comme non respecté[40].

2.1.3. Une grande variété d'indicateurs brevets pour la caractérisation de l'environnement

[39] Une autocitation est la pratique d'un acteur consistant à citer ses propres brevets.

[40] Plusieurs catégories de citations sont définies selon le degré de proximité entre le brevet et ceux cités. Parmi les plus importantes nous retrouvons celles notées X (le document est alors très proche du brevet déposé, et remet à lui seul en cause le critère de nouveauté : des révisions devront être effectuées pour s'en éloigner) et celles notées Y (associées à un ou plusieurs autres documents Y, le critère de nouveauté peut également être remis en cause, impliquant des modifications).

2.1.3.1. Le brevet : un output de l'innovation

Si les brevets sont en mesure de servir à la construction d'indicateurs statistiques pour la compréhension de l'activité technologique (OCDE, 2009), d'autres auteurs vont plus loin et considèrent leur utilisation comme particulièrement pertinente pour l'orientation des décisions stratégiques en entreprise (Porter, 2003 ; Ayerbe et al, 2010).

Cet emploi des brevets n'est pas récent, puisqu'en 1966, Schmookler défendait déjà leur utilisation, notamment pour caractériser le changement technique. Mais il faut vraiment attendre les années 80 avec le développement des ordinateurs pour que cette pratique prenne de l'ampleur. L'un des plus gros apports en matière de construction d'indicateur sur base de brevets pour la mesure de l'activité inventive nous vient de Griliches (1988) qui a représenté la majorité des indicateurs brevets recensés à l'époque. Depuis, les papiers scientifiques traitant de ce sujet sont très nombreux, mettant en avant aussi bien les possibilités multiples offertes par ces données que les limites associées.

2.1.3.2. Quatre aspects de l'environnement technologique à étudier

Compte tenu des informations qu'il est possible d'obtenir à partir des brevets, nous faisons le choix de segmenter en quatre catégories les moyens d'appréhender l'environnement scientifiques et techniques de la firme. Nous ne visons pas ici l'exhaustivité des indicateurs en raison de leur très grand nombre et de la possibilité d'en créer de nouveaux selon les besoins émis. Nous souhaitons seulement présenter les quatre aspects principaux sur lesquels peuvent se centrer les études d'intelligence technologique.

1. <u>Les dynamiques d'innovation :</u>

Les dynamiques d'innovation rendent principalement compte de l'évolution temporelle des dépôts de brevets. Il est possible de retracer les dynamiques d'innovation grâce aux dates de priorité. Les indicateurs volumétriques sont alors les plus utilisés pour caractériser cet aspect. L'hypothèse sous-jacente est que plus il y a de brevets déposés une année, plus l'activité inventive sur le domaine aura été forte à cette période.

Cet indicateur présente tout de même certains biais. Premièrement parce que selon la période, les brevets pouvaient être plus ou moins utilisés. Ces modes peuvent donc influencer le nombre de dépôt, sans qu'une variation ne signifie une évolution de l'effort inventif pour autant. Deuxièmement, entre le moment où la R&D est réalisée et le moment où une demande de brevet est déposée, un certain laps de temps peut s'écouler.

La dynamique d'évolution du nombre de brevets indique **le niveau de maturité d'un domaine technologique**. Pour renforcer ces observations, il est possible de construire des courbes en S, qui peuvent être facilement obtenues grâce à un indicateur des dynamiques en fréquences cumulées. Celles-ci permettent alors de situer la technologie en fonction de son niveau de maturité.

Un avantage des dynamiques porte sur le fait qu'elles peuvent être appliquées à un très grand nombre d'autres indicateurs que nous présenterons par la suite et ainsi, en obtenir une vision évolutive selon les années. Il est par exemple possible de **retracer les efforts inventifs** d'une entreprise, en particulier sur une période donnée. Elles vont permettre la détermination des trajectoires technologiques, en association avec des informations issues de l'aspect technique des brevets, notamment en les associant aux codes CIB (Classification Internationale des Brevets) ou CPC (Classification Coopérative des Brevets).

2. La mesure des forces en présence :

Ce type d'analyse est très souvent demandé par les entreprises. Que ce soit pour avoir une meilleure visibilité de sa propre situation comparativement aux concurrents, ou pour comprendre les stratégies de ces derniers, les informations relatives aux déposants sont très diversifiées et permettent la construction d'une multitude d'indicateurs.

Par exemple, l'identification des principaux déposants. Ici, la logique est simple. Un acteur qui dépose plus de brevets sur un domaine technique précis est plus innovant. Cet indicateur donne alors une image des déposants les plus prolifiques.

Mais une fois de plus, cet indicateur purement volumétrique doit être interprété avec précautions, compte tenu du coup associé au dépôt de brevet. Ainsi, les acteurs de taille modeste peuvent être très innovants mais ne pas déposer beaucoup de brevets en raison du manque de moyens.

De plus, lorsque l'analyse porte sur un corpus important, seuls les acteurs qui déposent le plus grand nombre de brevets sont visibles dans nos analyses, en raison du trop grand nombre de déposants. Or, nous avons pu remarquer que ce sont souvent de petits acteurs aux portefeuilles restreints qui intéressent l'entreprise. Le problème est qu'ils sont alors perdus dans la masse et ne sont ainsi pas détectés.

Une analyse plus fine pour répondre à ce problème consiste alors à examiner les déposants récents, en limitant la requête à une année récente, ce qui permet :

- De réduire la taille du corpus analysé.

- De repérer les acteurs récents sur la période actuelle, et ainsi de détecter plus facilement les nouveaux entrants.

De façon complémentaire, un focus peut être fait sur les acteurs qui ont des brevets encore en vigueur, ou sur ceux qui auraient reçu le plus de citations. Cela dans l'objectif d'avoir une vision **des acteurs déposant des brevets ayant une certaine valeur technique** dans le premier cas, ou de **ceux qui possèdent une forte influence** dans le second. En fonction de la problématique de base et au fur et à mesure de son évolution, il est possible d'affiner le corpus initial pour contourner ce problème de volumétrie.

Un brevet peut être déposé par plusieurs acteurs qui partagent les frais ainsi que les droits qui y sont liés. L'analyse des co-dépôts permet de mettre en évidence les collaborations effectives, les réseaux de concurrents existants, ainsi que les partenaires présents.

L'étude des citations peut permettre de vérifier quels sont les acteurs qui sont technologiquement proches entre eux. Mais elle peut également être utilisée pour savoir quel acteur est central au développement d'une technologie. Plus un acteur reçoit de citations sur un domaine particulier, plus nous pouvons en déduire qu'il a fortement contribué à son développement. Néanmoins, cette hypothèse peut être nuancée par le fait qu'un brevet déposé par un acteur disposant d'un portefeuille brevet volumineux a une probabilité de se faire citer plus importante qu'un acteur ne disposant que de peu de brevets (Stuart et Podolny, 1996).

3. <u>La répartition géographique de l'innovation</u> :

Les informations concernant la nationalité de l'inventeur, celle du déposant, le pays de priorité ou de dépôt vont nous renseigner sur l'organisation géographique de l'innovation. Elles sont particulièrement utilisées pour comprendre la localisation de l'activité inventive, ainsi que sa diffusion à travers les différents territoires. Le rôle des collaborations est également abordé pour ces questions géographiques. Cet aspect intéresse davantage les théoriciens, notamment dans le but de comprendre la diffusion géographique des connaissances, mais la firme peut également y trouver un intérêt pour plusieurs raisons :

- Pour l'entreprise, le premier intérêt d'une telle étude est de s'assurer qu'aucun brevet protégeant une invention semblable à celle visée par l'entreprise ne soit en vigueur sur le territoire préempté.

- Un second intérêt, qui relève d'une démarche plus exploratoire, est d'étudier les **marchés géographiques ciblés pour un domaine technologique précis** grâce au pays de dépôt. En supposant qu'un brevet n'est étendu que dans les pays où l'entreprise entrevoit un intérêt économique, en raison du coût lié à l'extension de

brevets, une telle étude permet à la firme de visualiser des marchés qui offrent *a priori* certaines possibilités économiques.

Une analyse plus fine des **stratégies de dépôts géographiques de certains acteurs**, notamment de concurrents déjà bien identifiés, peut ensuite être menée. Si certains acteurs importants et technologiquement proches sont très présents sur certaines zones géographiques, il peut être intéressant de s'assurer que des pays de niche n'existent pas quelque part pour s'y implanter.

Enfin, l'étude de la localisation des inventeurs ou des pays de priorité, permet **d'identifier des zones géographiques où les compétences de base sont plus développées.** Dans le cas du développement d'une technologie complexe, nécessitant de combiner plusieurs connaissance et/ou compétences complémentaires, ces analyses sont particulièrement pertinentes.

4. La caractérisation d'un domaine technologique :

En passant notamment par le biais des codes CIB et CPC, mais aussi par certains concepts[41] particuliers, il est possible d'identifier très précisément des domaines technologiques. En croisant ces informations avec celles des dynamiques temporelles, il est possible de **déterminer le degré de maturité de la technologie**, notamment pour savoir s'il y a un intérêt pour l'entreprise à développer ses compétences dans cette direction.

Les codes CIB servent également à indiquer la proximité technologique entre deux domaines techniques. La proximité technologique est mesurée à partir des cooccurrences des codes CIB. Plusieurs de ces codes sont généralement renseignés sur un même brevet. Plus certains codes apparaissent régulièrement ensemble dans des brevets du corpus, plus la cooccurrence est forte, et plus on va dire qu'ils sont technologiquement proches. Cela peut notamment permettre d'identifier quels sont les domaines proches des compétences de l'entreprise.

Ici, l'utilisation des citations permet de caractériser des **trajectoires technologiques**. Par exemple, il est effectivement possible de s'intéresser aux CIB principalement cités par un corpus récent, et ainsi évaluer la façon dont le contenu de la technologie a évolué à travers les années.

2.2. Limites des données brevets

[41] Les concepts sont un autre nom donné aux mots clés qui se retrouvent dans les brevets.

2.2.1. Une mesure imparfaite de l'activité inventive

2.2.1.1. Le brevet : un mode d'appropriation des innovations parmi d'autres

L'une des premières raisons aux réticences à l'utilisation du brevet comme mesure de l'invention provient de la part difficilement quantifiable d'innovations qui ne font pas l'objet d'un brevet. En effet, **d'autres mécanismes d'appropriation de l'effort inventif existent.** En particulier le renouvellement rapide de l'innovation dans les secteurs où ce rythme est soutenu. Le secret est également un mode d'appropriation très prisé de certains industriels (Harhoff et al, 2009).

Une même invention peut faire l'objet de plusieurs dépôts de brevets selon son niveau de complexité. Ainsi, s'il existe effectivement un lien avéré entre innovation et brevet, nous ne pouvons pas pour autant conclure qu'une innovation se traduit par un brevet. La mesure du niveau d'effort inventif par le nombre de brevets déposés est par conséquent relative. « Toutes les inventions ne sont pas brevetables. Toutes les inventions ne sont pas brevetées, et les inventions brevetées diffèrent grandement par leur qualité » (Griliches, 1990, p.15).

Par conséquent, en se basant uniquement sur des données brevets, l'intelligence technologique n'est pas en mesure de représenter l'intégralité de l'information scientifique et technique relative à un domaine. Les brevets ne sont pas la seule source de données utilisables. C'est ce que nous verrons dans le point suivant.

2.2.1.2. La propension à breveter varie selon les secteurs

La propension à breveter représente la part des inventions qui vont effectivement être brevetées, et par conséquent, qui pourront être capturée par l'intelligence brevet.

La propension à breveter est liée au choix de déposer ou non un brevet une fois les résultats de la R&D obtenus.

Plusieurs auteurs ont montré qu'en plus de ne pas être systématique, **la tendance à privilégier le brevet comme moyen d'appropriation varie selon le secteur d'activité** (Arundel et Kabla, 1998 ; Cohen et al, 2000). Les secteurs dits de « technologie discrète » comme la chimie ou la pharmacie qui nous intéressent ont tendance à favoriser l'appropriation par le brevet. Par le fait que ces produits ne peuvent être « séparés » en plusieurs sous-produits les composant, à l'image de l'électronique par exemple, un nombre restreint de brevet est suffisant pour protéger une invention. Dans ce cas précis, l'intelligence brevet va être

particulièrement pertinente, puisqu'elle donnera une relativement bonne représentation de l'activité inventive (Cohen et al, 2000).

En plus du secteur, **la taille de l'entreprise à l'origine de l'invention va également avoir un rôle dans la décision de breveter ou non**. En effet, les coûts associés au dépôt et au maintien d'un brevet sont élevés. S'ils sont tout à fait supportables pour de grosses structures générant un chiffre d'affaires conséquent, la question du coût se pose davantage pour les petits déposants, à l'image des PME et start-up. La capacité à protéger sa propriété industrielle, notamment avec du personnel dédié, joue également en faveur des firmes de grandes tailles.

2.2.1.3. La valeur du brevet

Tous les brevets n'ont pas la même valeur. Celle-ci peut être technique, économique ou stratégique (Gambardella et al, 2008) :

- La **valeur technique** se réfère aux connaissances techniques. Elle peut être considérée comme la valeur intrinsèque du brevet. Cette valeur peut être difficile à évaluer et implique une grande part de subjectivité. De plus, il est difficile d'évaluer un brevet plus ancien, puisque l'état de la technique à l'époque n'était pas la même[42].

- La seconde est la **valeur économique.** Elle représente la rentabilité attendue par le déposant. Celle-ci peut provenir d'un gain de pouvoir sur le marché en devançant des concurrents, ou par la revente de licences auprès de professionnels du domaine. Là encore, des méthodes d'évaluation existent, mais elles ne peuvent être mises en place rapidement après le dépôt.

- La **valeur stratégique du brevet** fait référence à l'usage stratégique qui peut être fait des brevets. Celle-ci est difficile à apprécier, mais surtout, elle peut amener des biais d'interprétation des résultats (Lallement, 2008).

En effet, les travaux de l'OCDE montrent que seule une faible partie des brevets déposés ont aujourd'hui une réelle valeur économique ou technologique (OCDE, 2009). A l'inverse, une majorité de brevets ne seront pas exploités par la firme. Tout l'enjeu et la difficulté des

[42] Les citations permettent de donner un aperçu de cette valeur. La logique étant que plus un brevet est cité, plus il aura eu un impact fort pour le développement de la technologie, et ainsi, plus sa valeur aura été reconnue à travers les travaux suivants. Avec toujours le biais de l'année, à savoir plus un brevet est ancien, plus il aura de chances d'avoir été fréquemment cité.

méthodes d'intelligence technologique porte sur l'importance de sélectionner avec soin les indicateurs à employer. Ceux-ci seront toujours différents selon les besoins et objectifs visés.

2.2.2. Un manque d'harmonisation des offices nationaux qui rend les comparaisons internationales délicates

2.2.2.1. Des procédures d'examen propres à chaque office

Le principal problème lié à ces différences entre offices porte sur des procédures d'examens pas toujours identiques. Il existe de très nombreux offices, presque un par pays, même parmi les moins industrialisés. Or, s'ils n'appliquent pas les mêmes règles au moment de l'examen pour accorder ou non un brevet, cela peut devenir problématique lorsque nous voulons faire des comparaisons au niveau international.

Chaque office a effectivement ses propres contraintes (notamment techniques pour les pays les plus pauvres mais aussi ses propres habitudes et son histoire), ce qui explique l'absence d'homogénéité. Les trois critères de brevetabilité[43] sont des critères communs, mais aucun cadre réglementaire international n'existe en matière de procédure d'examen.

De plus, les coûts associés au dépôt et au maintien des brevets ne sont pas les mêmes selon les offices. Le coût est généralement corrélé avec le nombre de revendications qu'il est possible d'associer au brevet. Le Japon est particulièrement connu pour son faible nombre de revendications par brevet. Van Pottelsberghe de la Poterie et Picard (2011) ont ainsi estimé qu'il y a en moyenne vingt-quatre revendications dans un brevet américain contre neuf pour un brevet japonais. Pour protéger une même invention, il faudra plus de brevets au Japon qu'aux Etats-Unis. Associé au coût moins important de ces dépôts, nous comprenons que les chiffres vont naturellement avoir tendance à gonfler pour le Japon.

Une tendance à l'harmonisation est observée depuis plusieurs années, les offices les plus rigoureux servant de modèle à suivre (Park, 2008). Ainsi, les offices tentent de garder une certaine « valeur » aux brevets délivrés. Mais les modifications effectuées pour coller à ce besoin d'homogénéité, rendent les comparaisons au sein même des offices plus complexes. Au sein d'un même office, la procédure d'examen a évolué au cours des dernières années, ce qui amplifie les difficultés de comparaisons.

[43] Ces trois critères sont celui de nouveauté, la non évidence pour un homme de l'art, l'application industrielle.

2.2.2.2. Les modèles d'utilité peuvent fausser les chiffres

Parmi les différences nationales, il faut également prendre en considération l'existence dans certains pays de modèles d'utilité, parfois appelés « petits brevets » ou « certificats d'utilité ». Ces modèles d'utilité s'apparentent à des brevets et apparaissent dans ces bases de données. Pourtant, des différences importantes existent avec les brevets.

- Tout d'abord, la durée de protection n'est pas la même. Vingt ans pour un brevet contre six ans pour un modèle d'utilité. Cette différence s'explique par le manque d'examen poussé dans le cas des modèles d'utilité.

- Ensuite, le critère d'activité inventive n'est pas requis pour qu'un modèle d'utilité soit accepté.

- Enfin, les coûts associés sont logiquement moindres.

Malgré tout, les droits accordés aux petits brevets sont les mêmes, à savoir empêcher un tiers d'utiliser l'invention avec une visée commerciale.

Tous les pays n'ont pas adopté cette pratique des modèles d'utilité. En conséquence, les chiffres des offices acceptant les certificats d'utilité peuvent être surévalués en comparaison de ceux qui ne les acceptent pas. De plus, ces petits brevets ont une valeur inventive plus faible que les brevets. Par conséquent, lors des études d'intelligence technologique, il est très fréquent de vouloir les « éliminer » du corpus. En effet, ils viennent fausser les chiffres et ne représentent pas l'activité inventive. Par conséquent, nous avons fait le choix de les supprimer dans la suite de notre travail.

2.2.3. Les usages stratégiques des brevets ne reflètent pas toujours une activité inventive

Le brevet a initialement été pensé pour encourager l'innovation, offrant une protection contre la copie tout en favorisant la diffusion de l'information technique. Or, d'autres considérations stratégiques peuvent participer au choix du dépôt de brevet.

A la différence des dépôts classiques de brevets, **les dépôts stratégiques n'ont pas une visée commerciale**, mais de bloquer la R&D d'un concurrent, ou de le voir comme un outil de dissuasion. Ces stratégies ne sont pas faciles à identifier, mais une enquête PATVAL (2005) a déterminé qu'environ 40% des brevets contenus dans un échantillon ne sont pas exploités à des fins commerciales.

Le brevet dit bloquant, qui a par conséquent pour objectif de bloquer le développement technologique des concurrents, est l'un des usages stratégiques les plus connus, qui se retrouve également souvent dans la littérature (Le Bas et Mothe, 2010 ; Guellec et al, 2012 ; Somaya, 2012). Plusieurs études menées sur le sujet montrent que cette pratique est très fréquente parmi les entreprises (Cohen et al, 2002). Une majorité d'entre elles affirment avoir déjà déposé un brevet uniquement pour empêcher le critère de nouveauté d'être validé pour de futurs brevets.

En réalisant une demande de brevet ciblant une certaine technologie, un état de l'art est ainsi réalisé. Que le brevet soit effectivement accordé ou non, ou que les droits associés ne soient pas réglés, le simple fait de réaliser un dépôt empêchera quiconque de faire une demande de brevet similaire.

Cette manœuvre peut être réalisée dans le but de se protéger. Si l'entreprise prévoit de développer cette technologie dans le futur, elle peut ainsi ériger des barrières à l'encontre de ses concurrents, et par conséquent disposer de tout le temps nécessaire pour sa recherche sans risquer de se faire devancer[44].

Mais elle peut aussi simplement chercher à empêcher le développement d'une technologie similaire à la sienne, qui représenterait une alternative pour le client, et qui entrerait ainsi en concurrence directe avec les activités développées. La différence porte sur le fait que, dans ce dernier cas, la technologie brevetée ne sera jamais exploitée.

Un autre usage stratégique des brevets consiste à bâtir une renommée. En effet, en déposant de nombreux brevets sur un domaine, l'acteur apparaît ainsi comme majeur en matière d'innovation. Il bénéficie alors d'une certaine notoriété auprès des autres acteurs du secteur. En réalité, un tel « étalage » de brevets va de pair avec une forte capacité financière, ainsi que des compétences fortes en matière de propriété industrielle. Cela décourage de fait des acteurs plus modestes qui tenteraient de se positionner en tant que concurrents, alors même qu'ils pourraient être techniquement plus performants. Cette stratégie aboutit à combiner un fort volume à une faible qualité des brevets.

Enfin, le brevet peut être un moyen d'échange, notamment par le biais des licences. La technologie ne sera pas nécessairement exploitée par le détenteur du brevet mais par ceux à qui des licences sont accordées. Dans ce cas, il devient plus facile pour la firme de tisser des liens de partenariat, tout en lui conférant un pouvoir de négociation (Lallement, 2010).

Toutes ces stratégies combinent un volume important de brevets et une qualité technologique faible. Bien que ces brevets soient difficilement comparables à ceux qui

[44] Si deux acteurs développent la même technologie simultanément, c'est le premier qui déposera un brevet qui disposera des droits d'exclusion. Cela représente alors une forte perte pour celui qui aura engagé des frais de R&D mais qui ne pourra en tirer aucun bénéfice, du fait de l'impossibilité d'en commercialiser les résultats.

résultent d'un réel effort inventif qui doit permettre à la firme de développer son activité, ils vont pourtant se retrouver ensemble dans nos corpus.

2.3. Les avancées scientifiques : seconde source de données mobilisée en complément de l'information brevet

Les publications scientifiques complètent les données brevets en indiquant les avancées scientifiques en cours dans la communauté scientifique. Elles ne sont pas soumises aux mêmes biais que les brevets. Notamment le fait que tout ne soit pas brevetable, ou que le brevet ne soit pas systématiquement utilisé pour protéger les résultats issus d'un processus de R&D. De plus, l'horizon temporel d'une publication et d'un brevet sont différents, rendant leur utilisation simultanée pertinente.

2.3.1. La bibliométrie comme principale méthode d'analyse des publications scientifiques

2.3.1.1. Qu'est-ce que la bibliométrie ?

Tout comme pour l'intelligence brevet, la bibliométrie nécessite l'utilisation d'une base de données structurées. Celles-ci sont nombreuses et peuvent être payantes ou gratuites. Quelques-unes des principales sources bibliométriques sont décrites dans l'encadré 1 suivant.

Encadré n°1 : Principales bases de données accessibles

- **Thomson ISI (Institute for Scientific Information)** : Plus ancienne société fournissant des indicateurs bibliométriques, elle voit le jour en 1960. Elle utilise le **Web of Science** comme source de données. Mais si ce dernier est connu pour être une base contenant de très nombreuses références, il est également reconnu que la couverture des champs scientifiques est très inégale, puisque 80% des journaux référencés appartiendraient aux sciences « dures » pour seulement 20% de sciences sociales (Kermarrec et al, 2007). De plus, le Web of Science est fréquemment accusé d'un « biais américain », puisque la très grande majorité (plus de 90%) de ses articles sont en anglais.

- **Scopus** : Créé en 2004 par Elsevier, cette base de données est moins volumineuse que la précédente, mais représente de façon plus équilibrée les différentes sources de publications existantes ainsi que les différents champs de recherche scientifiques.

- **Google Scholar** : Un très large référencement de données est offert par cette source, les indicateurs possibles à mettre en place sont en revanche beaucoup plus limités. De plus, il est reconnu que les citations renseignées manquent largement de précision (Kermarrec et al, 2007). Contrairement aux deux précédentes, cette base est accessible gratuitement.

A l'image de l'intelligence technologique, aucune définition pour la bibliométrie ne fait consensus dans la sphère scientifique. Selon les auteurs, les objectifs visés par la bibliométrie, mais aussi les sources informationnelles traitées, les définitions diffèrent. Inversement, d'autres termes que celui de bibliométrie existent pour évoquer des méthodes similaires.

La bibliométrie est utilisée pour mesurer le niveau d'activité des chercheurs et de divers instituts de recherche. En effet, il s'agit d'évaluer un chercheur à son nombre de publications, au « statut » des journaux dans lesquels il publie, ou encore au nombre de citations reçues. Mais elle peut également être utilisée pour étudier les champs de recherche et les collaborations entre certains organismes. Ainsi, Filliatreau (2001) définit la bibliométrie comme **une méthode de construction d'indicateurs servant à décrire, suivre et analyser le travail d'un chercheur.**

La bibliométrie peut être considérée comme une méthode qui permet d'obtenir une vision globale d'un domaine de recherche (Porter et al, 2002). Elle sera effectivement utilisée pour répondre à des questions d'innovation émanant de la stratégie d'entreprise. Ainsi, elle doit

nous donner une vision de l'état de la recherche scientifique et technique concernant le domaine d'activité qui nous intéresse.

Dans ce travail de thèse, l'étude bibliométrique représente la bibliométrie comme étant **une méthode basée sur l'utilisation d'indicateurs statistiques appliqués à un corpus de publications scientifiques, permettant de comprendre les avancées l'avancée et la structuration de la recherche relative à un domaine scientifique et technique.**

2.3.1.2. Définition et structuration d'une publication scientifique

La publication est avant toute chose un moyen de communication sur un sujet scientifique ou technologique. Elle ne confère aucun droit d'exclusion comme le brevet mais permet en revanche de créer un art antérieur. Si elle est généralement considérée comme un input de l'innovation, les chercheurs s'appuyant sur les travaux existants pour en développer de nouveaux, elle peut également être considérée comme un output de l'innovation. Cela nous permet de l'utiliser comme un moyen de mesurer et de caractériser l'innovation.

Cela nous amène à nous poser la question des types exacts de documents que nous considérons comme une publication scientifique. Une fois de plus, aucun consensus en la matière n'est approuvé. Etant donné que nous voulons avoir une représentation des avancées scientifiques et techniques, nous optons pour une définition assez large. En plus des articles scientifiques que l'on retrouve toujours dans ces études, nous y ajoutons les revues de la littérature (également appelées « *reviews* »), les ouvrages, les thèses et les actes de conférences.

Les articles scientifiques représentent la majorité des données des corpus sur lesquels nous travaillerons par la suite. Il nous paraît donc important de faire un point sur les champs renseignés qui vont servir à la construction de requêtes ou d'indicateurs.

- **Titre, résumé de la publication et descripteurs** : ces informations permettent de cibler rapidement le sujet développé dans le document. Pour nous, ces champs sont avant tout utiles lors de la phase de requête.

- **Nom des auteurs** : les publications sont souvent le résultat de travaux menés par plusieurs chercheurs, qui apparaissent ainsi sur les documents. Ce champ nous permet de construire des indicateurs purement volumétriques pour avoir une vision des chercheurs les plus prolifiques d'un domaine. Mais il nous permet également de pouvoir tracer des réseaux de collaborations.

- **Affiliation des auteurs** : elle concerne l'organisme de rattachement des auteurs. Comme pour ces derniers, nous pourrons ainsi avoir une idée des domaines de recherche de ces organismes et ceux qui ont l'habitude de travailler ensemble.

- **Références** : tout comme pour les brevets, les publications scientifiques sont tenues de citer leurs sources. Les citations sont extrêmement utilisées dans les méthodes bibliométriques et son parfois même considérées comme les seules données utilisées pour la construction d'indicateurs (Kermarrec, 2007). Particulièrement utilisées pour l'évaluation de la recherche, nous les utiliserons également pour identifier les travaux d'intérêt dans le développement d'un domaine scientifique.

- **Date de la publication** : nous retenons ici la date donnée au moment où la publication est validée. En effet, plusieurs dates peuvent apparaître, puisque des révisions peuvent être demandées. La date va être particulièrement utile pour suivre les dynamiques de recherche.

- **Nom du journal** : les journaux bénéficient également d'une notoriété qui leur est propre. Ainsi, selon le domaine, la valeur d'une publication peut être évaluée en fonction de la revue dans laquelle elle aura été publiée. Mais ils sont également rattachés à certains champs disciplinaires, nous permettant de cibler les domaines scientifiques par ce biais.

- **Domaine et nomenclature scientifique** : selon les bases de données, différentes nomenclatures peuvent exister. Cela nous permet d'identifier les domaines scientifiques rattachés aux publications.

2.3.2. L'utilisation des publications scientifiques comme complément de l'information brevet

Dans cette thèse, les publications sont intégrées aux méthodes d'intelligence technologique développées pour aider l'entreprise dans ses choix d'innovation. Les analyses faites à partir de ces données vont donc avoir les mêmes objectifs que les brevets, à savoir apporter des résultats permettant d'orienter le positionnement stratégique de la firme en répondant à certaines questions ou hypothèses, par le biais d'indicateurs statistiques.

Les publications scientifiques peuvent être prises en considération pour nos analyses, car les bases de données existantes, notamment Scopus que nous utiliserons par la suite, répondent à un besoin de structure important pour leur construction. Par exemple la possibilité de mettre en place des requêtes complexes en interrogeant des champs précis. Les bases de

données structurées permettent en effet l'extraction de données directement dans des fichiers Excel qui nous servent de base de travail. Mais elles offrent également un certain degré de transparence du fonctionnement de la base de référencement des documents.

Le corpus de données de publications scientifiques sera donc construit selon les besoins exprimés par le demandeur. Ces besoins étant les mêmes que ceux qui auront au préalable amené à la constitution d'un corpus de brevets, il est possible de dupliquer la requête pour vérifier les résultats obtenus. Cette similitude est importante pour pouvoir croiser des résultats issus de données brevets et publications.

La bibliométrie repose sur deux postulats (Rostaing, 1993). Le premier affirme **qu'une publication est le résultat de l'activité de recherche de l'auteur**. Avec pour principal objectif de convaincre le reste de la sphère scientifique de la pertinence de ses travaux. Le second prétend que **les publications sont également le fruit de travaux collaboratifs**, résultant alors de pensées individuelles et collectives. Ceci à travers des collaborations directes, ou par le biais des citations de travaux antérieurs. Par conséquent, ces méthodes reflètent parfaitement les avancées scientifiques et techniques et ont ainsi toute leur place dans des analyses d'intelligence technologique.

De plus, grâce à la bibliométrie, il est possible de retrouver les quatre aspects de caractérisation de l'environnement technologique développés dans la partie sur les brevets.

- Les dynamiques d'innovation : chaque publication possédant une date, il est tout à fait possible d'associer à chaque année un nombre de publications pour retracer les dynamiques d'évolution. Il est fréquent d'associer sur un même graphique dynamiques des brevets et des publications. Une corrélation entre leurs évolutions respectives est alors souvent observée, parfois avec un léger décalage, la procédure pour déposer un brevet étant plus longue que celle pour la publication.

- La mesure des forces en présence : tout comme pour les brevets, il est possible de réaliser des cartographies d'acteurs, que ce soient des chercheurs (par leurs noms) ou des affiliations auxquelles ils sont rattachés. Cela en fonction de l'objectif recherché. Ainsi que d'étudier leurs réseaux de collaborations ou de citations. De façon générale, nous avons observé que ceux qui déposent des brevets et ceux qui publient sont différents, ou du moins, ne le font pas dans les mêmes proportions. Cela permet l'obtention de résultats différents, qui sont complémentaires à ceux observés avec les brevets. Elles permettent une vision plus complète des acteurs innovants du domaine, qu'ils passent par le dépôt de brevets ou non.

- La répartition géographique de l'innovation : fortement liés avec la nationalité des acteurs, les résultats obtenus par ces graphiques peuvent également être différents de ceux obtenus avec les brevets. Cela révèle une distinction entre l'origine de la

recherche fondamentale et les pays qui l'exploite commercialement. Avec les publications, nous n'aurons en revanche qu'un aperçu des pays d'origine de la recherche. Ces préoccupations sont de façon générale moins exprimées par les demandeurs du privé.

- Les caractérisations du domaine innovant : là où nous utilisions principalement les CIB lors des analyses sur brevets, nous aurons ici davantage recours aux descripteurs et champs techniques. Ces informations nous servent principalement dans le cas d'études exploratoires, comme c'est le cas dans cette thèse, pour obtenir une vision générale des différents champs techniques ciblés. Les publications subissant moins de contraintes que les brevets concernant les champs de recherche, la vision obtenue à travers ces types d'analyses est alors plus large.

Les informations relatives à ces quatre points se retrouvent autant dans les brevets que dans les publications scientifiques. Cela permet de construire des indicateurs qui y sont relatifs puis de les croiser. Ainsi, tout ce qui n'est pas brevetable, ou encore les résultats des travaux qui n'auront pas été brevetés peuvent se retrouver au travers des publications.

Tout comme pour les brevets, deux approches peuvent être utilisés pour ces différentes analyses.

- Celles basées sur des méthodes purement quantitatives. Ce sera le cas pour ce qui relève de l'observation des tendances, ou encore la représentation des principaux acteurs ou champs thématiques.

- Celles basées sur des méthodes davantage qualitatives, dans le sens où ces indicateurs ne représentent pas qu'un chiffre associé à une variable. Nous retrouverons notamment l'analyse des citations, ou des réseaux de collaboration.

2.3.3. Les limites associées aux publications scientifiques

Tout d'abord, le fait que la bibliométrie soit devenue le principal moyen de mesure de l'activité dans le public influence largement les volumes de publication. Les financements accordés aux laboratoires et unités de recherche dépendent en partie du nombre de publications associées. Cela encourage les chercheurs à publier toujours plus, parfois au détriment de la qualité. Par exemple en séparant en deux articles des travaux qui auraient pu n'en représenter qu'un seul. Le même schéma se retrouve également dans le privé, puisque certains financements accordés dépendent de la quantité de travaux de recherches menés, qui sont en partie évalués à travers des méthodes bibliométriques.

De plus, des comportements stratégiques peuvent également être repérés dans la pratique des publications, notamment de la part du privé. Nous avons vu que publier certains travaux crée un art antérieur, empêchant de breveter ensuite pour cause de non-respect du critère de nouveauté. Ainsi, certains acteurs peuvent publier dans ce seul objectif, influençant une fois de plus sur les quantités. En revanche, contrairement au brevet, cela n'empêche pas les acteurs de développer ces recherches dans une visée commerciale et ainsi, de pouvoir en tirer profit. Ces pratiques sont par conséquent moins néfastes pour l'innovation.

Un autre biais à prendre en considération porte sur les différences de volumes existant selon les domaines scientifiques, les périodes et les pays. Ces variations sont souvent liées à des pratiques d'incitation différentes et ne reflètent pas un réel engouement scientifique pour ce domaine. Les comparaisons sont délicates à mener, notamment concernant l'interprétation des résultats.

De plus, la couverture en références n'est pas identique selon les bases de données. Nous observons souvent une surreprésentation des revues américaines, influençant naturellement les résultats obtenus. Les organismes et chercheurs anglo-saxons sont très souvent favorisés par ce système.

Enfin, certaines contraintes techniques existent également. La principale est rattachée aux noms des auteurs ainsi qu'à ceux des affiliations. Aucune norme n'existe à ce sujet. Ainsi, il est courant de voir ces noms inscrits sous différents formats, selon la revue dans laquelle ils sont publiés. Certains utilisent un ordre « nom ; prénom » alors que d'autres utiliseront l'inverse, voire même « première lettre du prénom ; nom », multipliant ainsi les possibilités. De plus, les homonymies sont souvent mal gérées, d'autant plus pour les auteurs asiatiques, ou pour tout pays possédant un alphabet non latin en général.

Concernant les affiliations, qui sont souvent des noms de laboratoires très longs, des acronymes sont parfois utilisés, ainsi que des traductions en anglais s'il est d'une autre origine. Le même problème se pose alors. Un même auteur ou un même organisme, du fait qu'il ne sera pas renseigné sur le même format dans la base de données, sera considéré par cette dernière comme deux ou plus acteurs différents, ce qui fausse nos résultats. Il est possible de contrer ce problème technique mais cela demande un long travail de traitement en amont, particulièrement chronophage.

Chapitre 3 : Des méthodes d'intelligence technologique pour identifier et caractériser les solutions scientifiques et techniques permettant une amélioration de la santé dans l'élevage

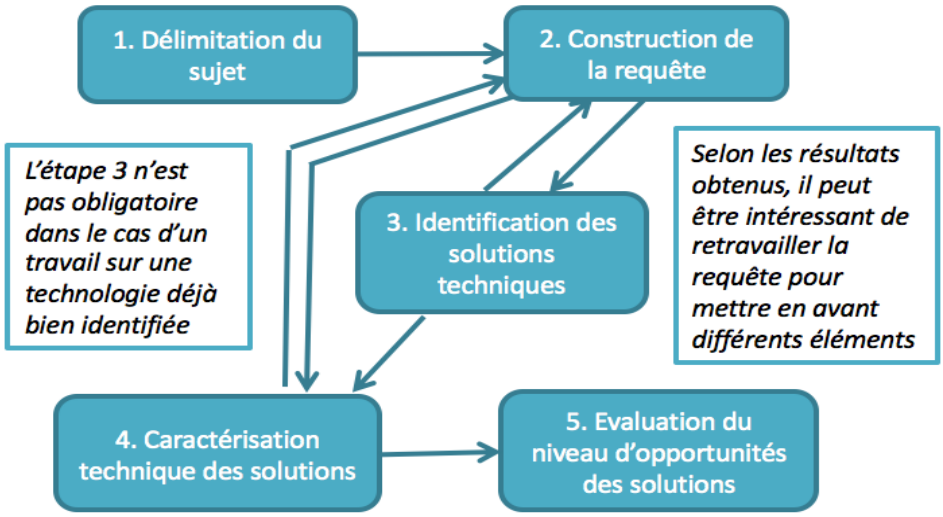
Introduction

Les méthodes de prévision technologique sont autant utilisées dans le secteur privé que public pour répondre à des besoins liés à un environnement fortement compétitif. Notre économie est aujourd'hui largement dépendante de la technologie, que ce soit pour des questions de protection de l'environnement ou de développement des richesses (Coates et al, 2001).

La nécessité pour une entreprise de mettre en place des techniques d'appréhension de son environnement n'est pas nouvelle puisque Aguilar (1967) la mettait déjà en avant à travers ce qu'il a nommé l'« environmental scanning ». Mais si certains font remonter ces techniques à la fin de la seconde guerre mondiale (Coates et al, 2001), il y a néanmoins un consensus à dire qu'il aura fallu attendre les années 1990 pour avoir une réelle accélération et continuité dans ces travaux (Zhu et Porter, 2002).

Aujourd'hui, la littérature concernant les méthodes d'intelligence technologique et compétitive est extrêmement riche, d'où l'intérêt de définir une ligne directrice qui permette à l'entreprise de s'approprier cette pratique. Dans ce chapitre nous avons la volonté de définir un cadre méthodologique qui permette à l'entreprise d'appréhender les changements en cours sur le marché de la santé dans l'élevage, depuis la définition du sujet jusqu'à l'identification des opportunités existantes. Nous pouvons synthétiser cette méthode de la façon suivante (figure 4).

Figure 4 : Méthodologie générale de l'identification de solutions techniques pertinentes pour l'entreprise



Source : Auteur

Cette méthodologie en cinq étapes sera présentée en détails tout au long de ce chapitre à travers trois sections.

- Les deux premiers points de la figure 4 seront développés dans la **section 1**. Parmi toute la littérature qui traite des méthodes d'intelligence technologique, très peu partent effectivement du premier point abordé ici. Les étapes 4 et 5 étant plus souvent mises en valeur. Nous montrerons à travers la section 1 l'importance d'une bonne définition du sujet d'étude et par quelle façon procéder. Nous ferons de même pour l'étape primordiale de la requête, à l'origine du panel de données sur lesquelles nous travaillerons par la suite.

  Nous nous baserons en particulier sur les travaux de Trippe (2002) pour cette première étape, que nous développerons davantage pour qu'ils correspondent au mieux à notre cas d'étude. La seconde étape, à savoir la requête, repose en revanche sur des modes opératoires plus personnels et sur un travail en collaboration avec les experts du domaine très poussé. Il n'existe aujourd'hui pas de consensus sur la façon de procéder lors de la mise en place d'une requête permettant la récolte de données scientifiques et techniques.

- Le point 3 fera l'objet de la **section 2**. Nous y détaillerons la façon de procéder pour mettre en place, dans un premier temps, une cartographie des proximités technologiques qui nous permettra d'identifier les différentes classes techniques

présentes dans notre corpus de brevets. Dans un second temps, nous verrons comment, à partir de cette représentation, nous identifions les technologies de façon plus précise. La méthode suivie pour cette partie est basée sur des travaux personnels menés en entreprise, grâce à la collaboration d'une équipe d'experts.

- Enfin, les points 4 et 5 seront présentés dans la **section 3** de ce chapitre. Il s'agira principalement d'indicateurs permettant la caractérisation des solutions techniques identifiées, ainsi que la détection des potentielles opportunités existantes. L'objectif n'est pas de faire une présentation exhaustive de tous les indicateurs qu'il est possible de mobiliser à ce stade, mais seulement d'utiliser ceux qui apportent des éléments de réponse aux questions initiales déterminées au cours de la section 1.

  Ces indicateurs sont régulièrement employés dans la littérature qui traite d'intelligence brevets. Notre apport à ce stade porte principalement sur la façon dont ils peuvent être mobilisés pour répondre à des problématiques d'entreprise, ainsi que sur leur utilisation et leur interprétation pour définir des niveaux d'opportunités.

Section 1 : La nécessaire phase de réflexion préalable à toute étude d'intelligence technologique en plusieurs étapes

Plusieurs auteurs ont mis en avant la nécessité de structurer les méthodes d'intelligence technologique (Lichtenthaler, 2003 ; Nosella et al, 2008 ; Beaugency, 2015 ; Flamand, 2016). Entre le moment où les commanditaires décident d'avoir recours à des méthodes d'intelligence et le moment où l'étude pourra réellement démarrer, plusieurs étapes sont à intégrer.

Selon le schéma présenté à travers la figure 4, deux étapes se distinguent lors de la phase de départ. La première est la formulation claire de la question principale à laquelle l'étude devra apporter des éléments de réponse. Nous verrons à travers le paragraphe 1 de cette section comment arriver à un résultat précis. Nous partirons d'une méthode présentée par Trippe (2002), qui sera développée pour une meilleure adaptation à notre cas. Tout au long de la présentation de ces étapes, nous les mettrons en application dans le cas du sujet initial soumis par le demandeur.

La seconde étape repose sur la mise en place d'une requête qui permette de récolter des données scientifiques et techniques. Elle fera l'objet du deuxième paragraphe. Ces données vont être utilisées pour apporter des informations pertinentes à traiter afin de répondre à la question initiale. Les requêtes, de par leur côté exploratoire et d'un manque de connaissances préalables, sont toujours plus complexes à mettre en place.

1.1. Comment aborder les potentiels de marché liés au problème actuel de la surutilisation des antibiotiques dans l'élevage ?

1.1.1 L'intelligence technologique : Répondre à des questions au service de la stratégie d'entreprise

La caractérisation de son environnement externe est primordiale pour une firme innovante. L'une des techniques régulièrement employées pour ce faire est l'analyse des informations contenues dans les brevets. Nous trouverons assez classiquement le terme « d'intelligence technologique », mais lorsque l'objet d'étude est spécifiquement le brevet, d'autres auteurs vont préférer parler « d'intelligence brevet » (Park et al, 2013), ou encore de « patinformatics » (Trippe, 2002 et 2003). Ce dernier propose de définir le terme « patinformatics » comme *« la science d'analyser l'information brevet pour découvrir des*

relations et tendances qui seraient difficilement observables en étudiant les brevets un par un » (Trippe, 2003, p.211).

A travers ses travaux, cet auteur a insisté sur **l'importance de la phase de démarrage d'une étude,** notamment lorsqu'elle est réalisée dans le cadre d'une demande émise par une entreprise du privé. Nous nous appuierons principalement sur une méthode qu'il a développée pour évoquer cette première étape. Ces analyses s'inscrivent dans le cas d'une demande faite par le niveau stratégique de l'entreprise.

Bien que peu mise en avant dans les différentes études brevets réalisées, cette première étape nous parait pourtant essentielle pour plusieurs raisons.

- Tout d'abord, elle **favorise la mise au clair de la question précise** à laquelle nous voulons apporter une réponse par ces méthodes. Nous nous sommes en effet rendu compte lors de différents travaux avec le groupe Avril que les attentes n'étaient pas toujours clairement définies. Cela vient en partie d'une mauvaise compréhension de ce qui peut être attendu de l'intelligence technologique d'une part, mais aussi d'une mauvaise formulation du problème précis d'autre part.

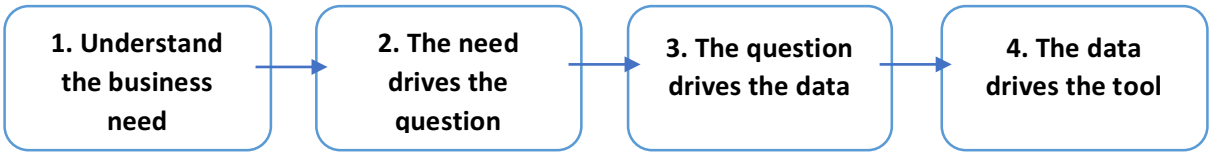
- Elle permet ensuite **d'éviter la multiplication souvent inutile d'indicateurs**. En effet, en matière d'intelligence brevet il est possible d'utiliser une très grande variété d'indicateurs. Mais leur mise en place demande du temps, entre la récolte des données, leur nettoyage et leur traitement. L'étape la plus importante étant la dernière, à savoir l'interprétation des résultats pertinents pour répondre au besoin initial formulé par l'entreprise, il est indispensable de garder du temps pour la réaliser correctement.

Le décideur a de son côté des contraintes temporelles qui ne lui permettent pas de perdre du temps pour s'intéresser à des résultats dont il ne peut rien tirer. Les conclusions doivent être synthétiques et apporter des éléments concrets à la question initiale. Le travail de l'analyste consiste également à présenter ce en quoi ses résultats peuvent être exploités pour correspondre à la stratégie d'entreprise. Révéler des informations superflues peut semer le doute dans l'esprit du demandeur quant au réel intérêt de ces méthodes. Un travail préalable pour identifier clairement les problématiques qui se posent est donc indispensable.

1.1.2 Proposition d'une méthode basée sur le « *Linear Law of Patent Analysis* » pour la bonne délimitation du sujet

Pour permettre d'arriver à ces résultats, sans tomber dans le piège de la multiplication des indicateurs mobilisés, Trippe (2002) a proposé un modèle qu'il appelle *« Linear Law of Patent Analysis »*. Il permet de caractériser les besoins informationnels émis par l'entreprise en s'appuyant sur un processus d'avancement linéaire. Il se décompose en quatre étapes telles que présentées dans la figure 5 ci-dessous, allant de la compréhension des besoins de l'entreprise jusqu'à la détermination des techniques d'analyse de brevets qui vont permettre d'y répondre au mieux.

Figure 5 : Schéma du « Linear Law of Patent Analysis »



Source : Trippe, 2002

Tout en présentant plus en détails ce modèle, nous allons l'adapter pour qu'il corresponde au mieux aux besoins du groupe Avril. Pour cela, nous identifions quelques grandes questions types à chacune des quatre étapes, permettant de guider la réflexion jusqu'à la phase finale.

En effet, d'après l'auteur, avant de passer à l'étape suivante, il faut s'assurer d'avoir bien répondu à la précédente, justifiant la **linéarité du modèle**. En revanche, à l'intérieur de chaque étape, nous allons **montrer l'existence d'itérations.** Nous développerons également la façon dont nous avons répondu à chacune de ces questions dans notre cas d'étude, et les principales conclusions auxquelles nous avons abouti.

1.1.2.1 Etape 1 : Comprendre les besoins

Cette première étape doit être considérée comme le point de départ d'une étude. Au moment où cette dernière est lancée, il est essentiel pour l'analyste de comprendre au mieux les besoins du demandeur. Ils serviront de fil rouge tout au long de l'étude qui sera menée et les résultats devront y apporter des éléments de réponse concrets. C'est en ce sens que nous pouvons parler d'« intelligence ».

Mais cette étape qui pourrait paraître naturelle ne l'est pas dans les faits. Il est très difficile d'obtenir une expression claire et précise du besoin informationnel de l'entreprise. De façon

générale, les clients veulent « *tout savoir* » d'un domaine d'activité ou d'un concurrent. Cette demande d'exhaustivité est souvent liée à une mauvaise compréhension de ce qui peut attendu d'une étude brevet.

Il revient alors à l'analyste d'expliquer qu'une telle requête est impossible à satisfaire entièrement. Les délais seront très longs pour des résultats qui ne pourront jamais être parfaits. De plus, la quantité d'informations obtenues serait telle qu'elle ne pourrait être traitée. D'où la nécessité pour l'analyste de comprendre **dans quel contexte s'inscrit la demande et à quels enjeux les décideurs veulent répondre**. Pour cela, il est indispensable de travailler directement avec des responsables de la stratégie d'entreprise, afin de limiter au maximum les intermédiaires, qui nuisent à une bonne compréhension des besoins.

D'après notre expérience, nous ajoutons que l'analyste et le décideur ne partagent pas toujours le même vocabulaire. Ce qui nous amène à conseiller un premier entretien en face à face pour faciliter les échanges d'informations, où le commanditaire pourra exposer ses motivations. Il nous parait également indispensable que l'analyste commence par réaliser de rapides recherches sur le sujet qui aura été évoqué, dans le but de s'assurer que son interprétation de la demande corresponde effectivement aux résultats qui sortiront de cette première observation. Si des éléments paraissent toujours flous, un deuxième entretien peut être envisagé.

Dans notre cas, le mot clé qui ressortait des premiers échanges réalisés avec le commanditaire était « **antibiorésistance** »[45]. Une partie de ce problème vient de la mauvaise utilisation des antibiotiques dans l'élevage. C'est à ce niveau que le groupe se positionne, avec comme premier besoin celui de **connaitre les solutions techniques existantes** pour permettre une réduction de l'utilisation des antibiotiques. Dans un second temps, un deuxième besoin a été évoqué. Celui de **connaitre le potentiel représenté par les activités qu'ils maitrisent déjà** pour savoir s'il y a un intérêt à centrer ses efforts sur l'une d'entre elles. Quelques questions types peuvent nous permettre d'arriver à ces conclusions, qui sont développées dans l'encadré suivant.

[45] Il s'agit du mécanisme par lequel les bactéries qui composent le corps humain et animal deviennent résistantes aux antibiotiques, rendant ces derniers moins efficaces. Avec pour principal risque à long terme de ne plus pouvoir combattre les bactéries pathogènes, et donc de ne plus être capable de guérir les infections qui provoqueront une hausse de la mortalité. Cf chapitre 1, scetion2, pour plus de détails.

Encadré n°2 : Questions types pour arriver à une bonne compréhension des besoins

- Pourquoi demander une telle étude ? Qu'est ce qui justifie ce besoin ? Quel est le sujet de l'étude ? Des changements sont en cours concernant les pratiques d'élevage, or Avril ayant une partie de ses activités qui s'y rapporte, le groupe ne veut pas être en retard ou surpris par ces évolutions. Il y a un réel besoin de posséder une bonne connaissance de l'environnement actuel dans un premier temps. Dans un second temps il voudra savoir comment l'environnement va évoluer dans les années à venir. Le sujet porte donc sur **l'identification des solutions techniques qui permettent de réduire l'utilisation excessive des antibiotiques** faits aujourd'hui dans les pratiques d'élevage.
- Quel est le contexte actuel du secteur *?* La réglementation et les habitudes de consommation relatives à l'élevage sont en pleine mutation aujourd'hui. Elles deviennent de plus en plus exigeantes, notamment en ce qui concerne l'administration d'antibiotiques aux animaux. Que ce soit pour les consommateurs ou les législateurs, la tendance est à une très nette diminution avec de nouvelles trajectoires qui émergent. La chimie souffre d'une mauvaise image, là où le naturel revient dans les préoccupations des ménages. Cela dit, nous sommes encore loin du paradigme du zéro antibiotique. L'enjeu semble *a priori* davantage porter sur la prévention des maladies pour limiter le recours à la médecine.
- Quelles sont les technologies sur lesquelles l'entreprise travaille déjà, celles qu'elle connait, celles qui sont visées, et celles qui ne l'intéressent pas ? Du fait des activités d'Avril, nous allons davantage nous centrer sur les technologies liées à l'alimentation animale ou à l'utilisation de produits détergents. En revanche, toute la partie purement médicale ainsi que toute la génétique des bactéries ne nous concerne pas.
- Quelles sont les activités et les marchés visés par le demandeur ? Rien de particulier, le groupe veut *a priori* seulement savoir s'il peut se satisfaire de ce qu'il maîtrise déjà, ou s'il y a un intérêt à étendre ses connaissances par de potentielles collaborations.
- Est-ce qu'on s'intéresse à une technologie très particulière ? Même si tout le monde a bien une idée des solutions potentielles, l'objectif est de partir sur cette étude sans aucun *a priori* sur la technologie, avec pour ambition d'obtenir une vision aussi objective que possible. En revanche, une fois le panel de technologies obtenu, nous savons vouloir obtenir **une vision plus précise des potentiels offerts par ce que maîtrise déjà le groupe.**
- Y a-t-il des premières remarques, premières idées ou potentielles conclusions idéales par rapport à cette étude ? Nous avons l'impression que nous sommes à un stade où la question de la santé dans l'élevage passe d'une vision purement curative à une vision préventive.

A travers l'encadré n°2 nous savons quelles sont les questions à poser lors d'un premier entretien, qui nous permettent une première approche du sujet. Mais ces différents éléments nous apportent également une meilleure connaissance de l'environnement dans lequel nos travaux vont se dérouler. Des hypothèses ont déjà été formulées, qu'il nous faudra vérifier par la suite. Toute cette première étape permet à l'analyste de s'imprégner très rapidement des éléments essentiels pour démarrer son travail.

1.1.2.2 Etape 2 : Exprimer les questions

Une fois l'analyste en possession des premiers éléments nécessaires à la construction de l'étude, il est temps de passer à la seconde étape, à savoir la formulation des questions. Elles découlent directement du besoin initial déterminé précédemment, pour permettre d'orienter les analyses à suivre. De cette façon, nous pouvons être sûrs que les réponses qui vont être apportées seront effectivement pertinentes et utiles pour les choix stratégiques de l'entreprise.

Dans notre cas, la principale question qui découle des besoins est « *quels sont les champs techniques permettant une baisse de l'usage des antibiotiques dans l'élevage ? ».* Une question complémentaire serait « *quel est le potentiel des technologies déjà maitrisées par le groupe pour se positionner sur ce marché ?* ». Nous pourrions également la formuler comme étant « *quelles sont les opportunités caractéristiques de ces différentes solutions ?* ». Dès cette étape, nous nous rendons compte que le champ couvert par l'étude sera très important. Il n'est pas possible d'amener de réponse rapide à un tel besoin.

Comme pour la phase précédente, nous pouvons identifier des questions types qui nous permettront d'orienter ce second entretien, présentées à travers l'encadré 3 ci-dessous. Les réponses obtenues serviront de fil conducteur tout au long de l'étude, puisque la conclusion devra y apporter des réponses. Il s'agit d'une étape primordiale pour la pertinence des apports.

Encadré n°3 : Questions types pour déterminer une ligne directrice de l'étude

- Quel est le principal objectif de l'étude ? Avoir une bonne vision de l'état actuel des technologies potentiellement substituables ou complémentaires aux antibiotiques d'une part. Etre capable d'identifier lesquelles présentent le plus fort intérêt pour une entreprise privée d'autre part.
- Comment peut-on envisager de répondre à ce besoin ? En proposant une liste de solutions permettant de réduire l'utilisation des antibiotiques. Puis en identifiant les solutions qui présentent le plus d'opportunités techniques, mais aussi celles qui vont le mieux s'insérer sur le marché.
- Par conséquent, quelle peut être la question principale conduisant cette étude ? **Quelles sont les champs techniques qui offrent une solution à la surutilisation des antibiotiques dans l'élevage ? Lesquels présentent le plus fort potentiel de développement à venir ?**

1.1.2.3 Etape 3 : Déterminer les données à utiliser

Pour apporter des réponses aux questions définies précédemment, l'analyste mobilise une grande quantité de données plus ou moins diversifiées, auxquelles il s'attache à donner du sens. Celles-ci vont notamment permettre de vérifier les hypothèses de départ. En effet, l'intelligence brevet ne diffère pas des processus scientifiques classiques. Par conséquent, lorsque des questions sont posées, les experts présents au sein de l'entreprise ont déjà des pistes de réponse à présenter. Il s'agit alors de les vérifier.

Pour cette étape, Trippe (2002) ne fait référence qu'aux données brevets mais il les détaille de façon plus précise. C'est-à-dire que nous ne devons pas simplement déterminer si les brevets feront partie des sources informationnelles, puisqu'ils sont par définition intégrés. L'auteur cherche à savoir si ce seront des données temporelles, géographiques, concurrentielles, toujours obtenues à partir des brevets.

Sur ce point, nous nous détachons de l'auteur initial. Nous avons pu voir que le seul travail sur des données brevets ne va pas nous suffire. Nous proposons donc d'aller plus loin pour **inclure des données scientifiques,** qui vont être utilisées pour compléter les résultats que nous obtiendrons dans un premier temps avec les brevets. Comme mis en avant dans le chapitre 2, les brevets sont victimes de plusieurs biais, pouvant être en partie comblés par les publications.

Dans notre cas, nous aurons à mobiliser des données permettant de **prendre en considération la caractérisation technologique,** typiquement reflétée par les codes CIB des

brevets. Or toutes les solutions ne seront pas obligatoirement brevetées. D'où la nécessité de ne pas se contenter d'une unique source de données.

En plus du panorama technique, nous avons dit vouloir une représentation du potentiel associé à ces activités. Il nous faut envisager d'intégrer d'autres types de données. Notamment des données en dynamique qui permettent la prospective, qui joue un rôle important dans la détection d'opportunités.

Comme pour les deux étapes précédentes, nous avons identifié un certain nombre de questions qui peuvent nous aider dans notre phase de réflexion à ce stade de la définition de l'étude. Le détail est exposé dans l'encadré n°4.

Encadré n°4 : Questions types pour l'identification des données à mobiliser

- Est-ce qu'il y a des éléments qui doivent a priori se retrouver dans nos résultats (des technologies, concepts, acteurs, etc...) ? Logiquement nous devrions au moins retrouver l'alimentation animale et les biocides.
- Est-ce qu'un (ou plusieurs) brevet ou une publication scientifique très pertinent pour répondre à ces questions ont déjà été identifiés ? Comme nous l'avons précisé, l'idée avec cette étude est de partir sans *a priori* pour avoir une vision aussi large et objective que possible.
- À partir de ces éléments quelles sont les types de données que nous allons utiliser pour mener notre étude ? Le point de départ de nos travaux se situe sur l'aspect technologique, ce qui implique de mobiliser les **brevets**. Or, comme tout n'est pas brevetable nous allons compléter le panorama avec des données **scientifiques**. Ces données devront être observées en dynamique pour avoir une idée de leur potentielle évolution future, qui nous permettra de juger de l'intérêt de la technologie.
- Quelles sont les bases de données qui vont nous permettre d'obtenir ces données ? Pour les données brevets la principale base de données qui sera utilisée est **Orbit**. Pour les publications scientifiques nous utiliserons **Scopus**. Mais pour leur donner du sens il nous faudra également avoir recours à d'autres types d'informations plus diversifiées. Pour placer les résultats technologiques que nous obtiendrons, nous pourrons utiliser des données issues d'**instituts nationaux et internationaux**, ainsi que certaines données liées aux réseaux sociaux, comme par exemple **Twitter.** Des données sectorielles peuvent également apporter des éléments de compréhension importants. Pour cela, nous aurons recours à des bases de données plus générales, comme celles **de l'OCDE** ou de **Xerfi.**

Une fois les données à utiliser déterminées, il nous parait important que l'analyste présente clairement ce qu'il est en mesure de réaliser. En effet, chaque type de donnée possède des forces et faiblesses. L'analyste, habitué à les manipuler doit en avoir conscience, mais il est nécessaire d'en informer le commanditaire. De cette façon, ce dernier saura ce à quoi il peut s'attendre et où se situent les limites pour la prise en compte des informations qu'il va obtenir. Cela a pour vocation d'éviter les interprétations abusives pouvant conduire à de mauvaises décisions. Nous en présentons un exemple dans l'encadré n°5.

Encadré n°5 : Présentation type de l'information liée aux données

- Quelles sont les principales limites de ces données ? La principale limite vient des innovations de rupture qui sont très difficiles à identifier. De plus, si une technologie a un fort potentiel technologique aujourd'hui mais qu'un problème majeur lié à son utilisation n'est découvert que dans le futur (exemple type des produits qui sont finalement considérés comme cancérigènes), les résultats seront fortement remis en question. A cela s'ajoute les différences de pratiques des offices nationaux de brevet rendant les comparaisons difficiles. De plus, des changements ont régulièrement lieu au sein des mêmes offices ce qui rend la comparaison temporelle parfois délicate. A cela s'ajoute la valeur des brevets qui n'est pas la même pour tous les documents. Or la grande majorité des indicateurs qui existent sont des indicateurs basés sur la volumétrie. Le dernier problème vient du temps qui s'écoule entre le moment où une innovation est faite et le moment où elle est visible dans les bases de données. On a pu voir que ce biais souvent associé aux brevets peut également l'être pour les publications scientifiques.
- Qu'est ce qui justifie qu'elles sont tout de même utilisées ? Malgré tous ces problèmes le brevet reste un output direct de l'innovation technologique, il fournit de nombreuses informations, il est soumis à des règles strictes dans tous les pays, avec des spécificités certes mais des règles plus ou moins explicitées tout de même, et reste l'outil le plus représentatif de l'innovation. Ces données sont structurées, donc aisément utilisables pour faire des statistiques. De plus, couplées avec les publications scientifiques ils nous permettent une très bonne vision de la technologie existante.

1.1.2.4 Etape 4 : Sélectionner les outils

Arrivés à cette dernière étape, le commanditaire a une vision précise de ce qu'il peut être en mesure d'obtenir et l'analyste sait exactement quelles sont les attentes auxquelles il doit

apporter des réponses. Il s'agit désormais de sélectionner les indicateurs les plus à même d'amener des éléments de réponse pertinents.

Dans notre cas, nous ne nous arrêtons pas au stade de l'identification des technologies puisque nous voulons également évaluer les opportunités qu'elles représentent. Nous proposons ainsi de ne pas considérer les outils uniquement comme des indicateurs, mais également comme l'ensemble des ressources qui pourront être mobilisées pour les besoins de l'étude. Notamment déterminer des experts techniques référents, ou encore la récolte de données très spécifiques qui peuvent ne pas être accessibles librement ou ne pas exister à l'heure actuelle. L'encadré n°6 aide à la détermination de ces outils.

Encadré n°6 : Questions types relatives à la sélection des outils

- Est-ce qu'on travaille davantage sur une monographie d'acteurs, un état de l'art, une identification des concurrents/partenaires possibles, une analyse des dynamiques, etc… ? Nous allons dans un premier temps travailler sur la caractérisation technologique du corpus, avant de nous intéresser aux dynamiques d'évolution des domaines innovants.
- Quels sont les résultats types que l'on attend (sous quelle forme) ? Pour la première partie nous voulons un panorama aussi complet que possible des différentes solutions identifiées, qui pourront être présentées sous forme de liste. Pour la seconde partie il nous faudra réussir à représenter les potentiels d'évolution future pour chaque technologie identifiée. L'idéal serait de réaliser des études comparatives qui nous permettent de visualiser rapidement quelles sont les technologies les plus intéressantes.
- Quelles sont les autres techniques qui peuvent être utilisées pour venir en soutien aux brevets ? Nous allons pouvoir réaliser une étude sur les descripteurs des publications scientifiques pour compléter le panorama avec des solutions qui ne sont pas forcément brevetées.

L'auteur de cette méthode insiste sur l'importance de la linéarité. Passer à l'étape suivante sans avoir validé la précédente risquerait d'influencer la façon dont nous allons ensuite répondre à la question en amont. Pour nous, le point crucial porte sur la **nécessité des échanges entre analyste et commanditaire** au sein de chacune de ces étapes, comme nous le montrons à travers tous les encadrés présentés.

1.2. Des difficultés à la mise en place d'une requête pour répondre à des sujets exploratoires : proposition d'une méthodologie

De façon générale, dans l'industrie, les méthodes d'intelligence technologique sont utilisées pour étudier une technologie bien précise. Dans ce cas, les requêtes sont relativement simples à mettre en place, avec l'utilisation de mots clés représentatifs de l'activité ciblée, éventuellement couplés à d'autres champs d'interrogation. Mais il arrive de plus en plus fréquemment que le périmètre de l'étude soit plus large. Avec par exemple pour but de déceler des technologies émergentes qui pourraient se positionner comme concurrentes à ce qui est classiquement utilisé (Coates et al, 2001).

La requête permet l'obtention d'un groupe de données, également appelé corpus, contenant les résultats utilisés pour l'analyse. Il s'agit donc d'un passage primordial, puisque **la pertinence des conclusions va dépendre majoritairement des données qui seront étudiées**.

Dans notre cas, nous allons commencer par une requête sur Orbit, les brevets étant ce qu'il y a de plus simple à manipuler lors de la phase de réflexion sur la mise en place d'une requête. Une fois la requête bien définie pour les brevets, avec sa forme générale dans le cas d'une requête complexe, ainsi que les mots clés et éventuellement autres champs d'interrogation associés, nous pourrons envisager de la transposer sur Scopus, pour obtenir un corpus de publications scientifiques comparable.

1.2.1. La requête : résultat d'une co-construction entre analystes et experts

Pour mettre en place une étude d'intelligence technologique, nous nous basons principalement sur des données issues de brevets, complétées par des données scientifiques. Pour évoquer ces analyses à partir du document brevet, nous pouvons rencontrer dans la littérature les termes d'« intelligence brevet » (Park et al, 2013) ou encore de « patinformatics » (Trippe, 2002, 2003). Ce dernier précise qu'il est possible de parler d'intelligence car l'analyse porte sur un volume important de brevets pertinents et non sur quelques-uns pris individuellement et sélectionnés au gré de divers recherches.

Ces brevets, fréquemment rencontrés sous l'appellation de « portefeuille de brevets » vont être manipulés dans le but d'en tirer des informations utiles à la stratégie de l'entreprise. Il ne s'agit donc pas d'une utilisation juridique ou d'une exploitation de leur contenu scientifique et technique mais bien d'une analyse à un niveau macro.

Pour plusieurs auteurs, les publications scientifiques et les brevets reflètent l'activité inventive[46] (Porter et Detampel, 1995). Ces données vont nous permettre de caractériser les avancées scientifiques et techniques, ainsi que d'identifier les opportunités.

Avant toute chose, nous insistons sur la nécessaire bonne connaissance de la base de données à mobiliser, dans le but de s'assurer des différents champs qui peuvent être interrogés, des opérations qui peuvent être effectuées, mais aussi des limites qui sont propres à chaque base de données. Pour cela, il existe des manuels d'utilisation disponibles sur le net relatifs à la plupart de ces bases. Autrement, un service est généralement à disposition des utilisateurs pour toutes questions.

Il nous faut décider de deux bases de données sur lesquelles mettre en place les requêtes. Le choix pour les brevets s'est porté sur Orbit, Scopus sera utilisé pour les publications scientifiques. Ces deux bases de données présentent en effet des avantages non négligeables, détaillés dans les encadrés n°7 et n°8, pour l'utilité que nous en faisons dans le cas d'études d'intelligence technologique.

[46] Il est très classique d'utiliser le brevet pour mesurer l'innovation. Il s'agit effectivement d'un outpout direct et très facile à prendre en considération. Mais il n'est pas le seul. Les publications scientifiques vont notamment permettre une meilleure appréhension de l'activité inventive des acteurs publics, apporter une alternative au biais de la propension à breveter propre à chaque secteur, et donner une visibilité à la littérature non brevetable, pouvant pour autant présenter des solutions innovantes à une problématique d'entreprise. *Cf chapitre 2 pour plus de précisions sur l'apport des publications scientifiques par rapport aux brevets pour l'intelligence technologique.*

Encadré n°7 : Questel Orbit pour les données brevets

La raison principale qui a motivé notre choix d'utilisation de cette base de données brevets repose sur le fait que le groupe Avril en dispose d'un accès, tout comme l'Université de Bordeaux. Mais au-delà de cet aspect purement pratique, le logiciel Orbit bénéficie de nombreux points forts pour mener à bien des analyses telles que celles qui sont développées tout au long de cette thèse.

Tout d'abord, la recherche s'effectue en famille de brevets (nommée « FamPat »), et propose l'une des bases les plus étendues en la matière avec 99 offices internationaux de brevets représentés. Ce point permet de ne compter chaque brevet original qu'une seule fois, donc d'éviter les doublons et en conséquence, nous permet de disposer d'une unité d'analyse (le brevet) fiable. De plus, un très grand nombre de champs d'interrogation sont disponibles sur Orbit, que ce soit à partir de mots clés génériques ou d'informations beaucoup plus précises pour la recherche de quelques brevets spécifiques, offrant ainsi de multiples possibilités dans les requêtes, qui permettent un ciblage optimal.

Enfin, l'interface d'interrogation est constituée de boutons qui permettent de réaliser des requêtes très facilement, s'adaptant également au niveau de l'acteur utilisant le logiciel grâce à la console qui est également accessible. Ainsi, il répond autant aux besoins de l'analyste qui veut obtenir un corpus de taille importante, que de l'expert qui peut vouloir trouver un brevet en particulier (Université de Laval, 2009).

Mettons ici en avant les travaux de Teece (2007), pour qui, selon la question posée par la firme, il peut être important de ne pas se limiter à l'industrie dans laquelle elle évolue, les menaces et opportunités pouvant provenir d'autres horizons. En effet, dans notre cas, les solutions de soins dans l'élevage peuvent provenir d'autres secteurs que celui de la pharmacie. D'où l'importance de bien déterminer par avance l'objet de la recherche, pour savoir jusqu'à quel point la requête doit être large ou restrictive.

De façon générale, les requêtes doivent permettre de répondre à trois critères définis de la façon suivant : *« elles doivent mettre en évidence des **informations nouvelles, non-évidentes et utiles**. Notons que ces trois exigences sont les mêmes que celles de la brevetabilité »* (Pargaonkar, 2016, p.10). Bien qu'il n'existe aucun standard en matière de requête ou même d'étude technologique, il n'en reste pas moins qu'elles doivent être construites avec pour objectif principal de répondre à une problématique d'entreprise.

Après la mise en place de la requête sur Orbit, nous la transposons sur Scopus. Les publications scientifiques peuvent être plus délicates à manipuler, notamment en raison du nombre supérieur de documents obtenus comparativement aux brevets. La phase de vérification des résultats est donc plus longue et fastidieuse. De plus, les brevets ont

l'avantage de disposer de codes CIB. Ceux-ci correspondent à des aspects technologiques très précis et appliqués de la même façon pour tous les brevets, avec une vérification systématique par les offices. Les publications en revanche ne disposent que des mots clés et descripteurs, beaucoup plus subjectifs. Cet **ordre, brevets puis publications, permet ainsi de gagner en efficacité.**

Le choix pour la base de données sur publications scientifiques dépend principalement du sujet d'étude, puisque certaines sont spécialisées dans certains champs technologiques. Mais il pourra également dépendre des bases dont l'entreprise dispose déjà et qui correspondent généralement à son secteur d'activité. Par extension, elles doivent être pertinentes pour l'analyse.

Dans notre cas, nous utilisons Scopus bien qu'Avril ne possède pas cette base de données, notamment en raison de sa très bonne couverture pluridisciplinaire comme nous le détaillons dans l'encadré n°8. Or, comme nous voulons un panorama des technologies, nous ne savons par conséquent pas par avance quels sont les champs techniques qui vont être les plus représentés. Ainsi, pour ne pas biaiser les résultats, nous avons fait le choix de ne pas prendre une base de données spécialisée.

Encadré n°8 : Scopus pour les données publications scientifiques

Scopus est une base de données scientifiques proposée par Elsevier, contenant des documents de toutes disciplines confondues. Elle compte environ 37 millions de références, dont 18 millions antérieures à 1996. Des liens vers les citations sont disponibles et certaines analyses sur les auteurs et les articles sont proposées, dont le facteur H. On y compte 15 000 titres de revues validées par des pairs publiées par plus de 4 000 éditeurs, 500 comptes rendus de congrès, des centaines de millions de pages web scientifiques et des dizaines de millions de brevets (Durand-Barthez et al, 2009).

L'interface d'interrogation est à peine moins simple à prendre en main qu'Orbit pour la raison que les boutons ne sont pas disponibles. Il faut par conséquent entrer le code directement dans la console, ce qui signifie maîtriser les quelques notions de langage associé. De plus, alors que le langage utilisé sur Orbit est en français, celui sur Scopus est en anglais. Cela dit, une fois que la requête a été validée sur Orbit il n'y a que très peu de changements à réaliser et toutes correspondances des commandes sont référencées directement sur la page de requête. Les champs d'interrogations sont également suffisamment nombreux pour permettre de réaliser des requêtes même complexes.

1.2.2. La construction d'une requête brevets : un processus itératif en plusieurs étapes

Une très grande majorité d'auteurs s'accorde depuis de nombreuses années sur le potentiel des données brevets dans l'orientation de la stratégie de la firme (Campbell, 1983 ; Narin et al, 1987 ; Wilson, 1987 ; Martinet et Ribault, 1989 ; Brockhoff, 1992 ; Ashton et Klavans, 1997 ; Porter et Cunningham, 2004). Mais pour que les résultats qui en découlent soient pertinents, il est indispensable de disposer de données représentatives du sujet d'interrogation, impliquant un travail important au moment de la requête. Or, dans la littérature, cette étape n'est que peu souvent explicitée. Nous allons dans cette partie détailler comment nous avons concrètement procédé pour la mise en place de notre requête brevets *(annexe n°1).*

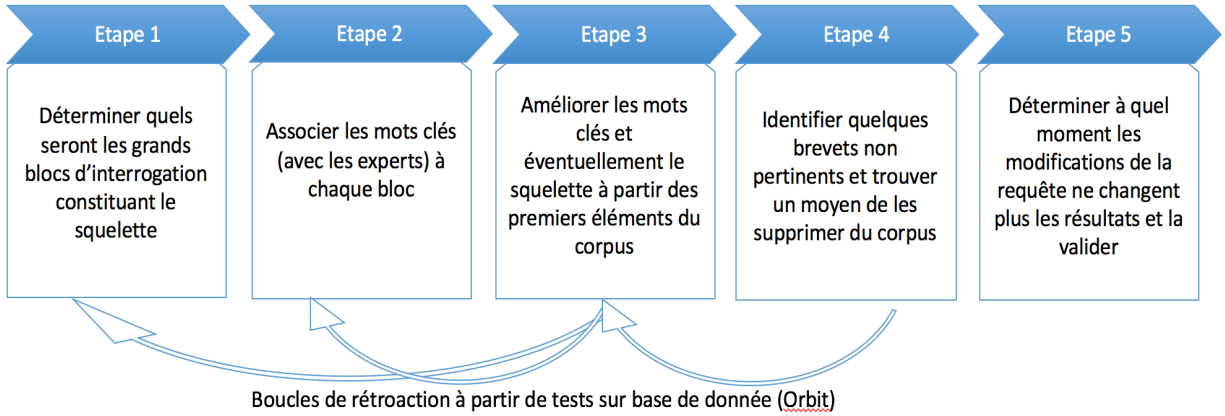
Notre objectif principal pour cette étude est **la mise en place d'un panorama de technologies permettant la réduction des infections bactériennes dans l'élevage**, pour permettre un moindre recours aux antibiotiques. Par conséquent, nous n'allons pas travailler sur une ou plusieurs technologies déjà identifiées à l'avance. Il nous faudra identifier ces technologies à partir des résultats que nous voulons observer, détaillés dans les brevets.

Ces requêtes sont plus délicates à mettre en place, puisqu'il faut au préalable déterminer tous les types de résultats souhaités sans en omettre pour être le plus exhaustif possible. Mais cela augmente également le risque de bruit du fait des mots clés moins spécifiques. Un travail en relation directe avec les experts et plusieurs semaines auront été nécessaires pour aboutir à une requête validée. A ce stade, nous avons fait face à plusieurs problèmes, ce qui nous a amené à réfléchir *a posteriori* à une méthode permettant d'éviter ces écueils, synthétisée à travers la figure 6.

Avant toute chose, au démarrage de la phase de requête, il est primordial de bien garder à l'esprit l'objectif principal de l'étude. Dans notre cas, il **implique l'absence d'entrée par quelle que technologie que ce soit**. Cet aspect est très singulier et ne se rencontre que rarement, impliquant une réflexion poussée sur la forme que devra prendre la requête.

En effet, dans la plupart des études technologiques qui sont réalisées, le demandeur sait sur quel champ technique plus ou moins précis les analyses vont porter. Cela permet d'avoir un point d'entrée pour travailler sur la requête. Pour nous, il n'est pas possible de renseigner de mots clés sur les technologies au risque d'en favoriser certaines, au détriment de celles dont nous n'avons pas connaissance. Or, si l'un des buts de cette étude porte sur la vérification des hypothèses qui ont pu être émises sur la présence de certaines technologies, un autre est de déterminer si d'autres technologies non identifiées ne sont pas présentes. A partir de là, il est possible de suivre la méthodologie présentée à travers la figure 4, qui sera détaillée et imagée à **partir de notre propre expérience au sein du groupe Avril** par la suite.

Figure 6 : Méthode de la requête brevets suivie



Source : Auteur

- La *première étape* est une phase de réflexion nécessaire pour déterminer la meilleure façon d'interroger la base. Nous voulons obtenir le plus de brevets possibles apportant une solution potentielle, tout en limitant le bruit. Cette **relation positive entre exhaustivité et bruit** est au cœur de tout travail de requête. L'idée retenue est de passer par les effets recherchés de ces technologies. En déterminant des mots clés qui sont relatifs aux résultats obtenus par les antibiotiques dans l'élevage, nous devrions obtenir un panel de technologies se positionnant comme concurrentes ou complémentaires. Nous avons donc commencé par identifier tous les effets bénéfiques pour lesquels les antibiotiques sont utilisés.

  Rappelons ici qu'une **requête parfaite n'existe pas**. Il faut déterminer à l'avance si une requête un peu large est préférable, c'est-à-dire qui prenne en compte un maximum de brevets pertinents quitte à augmenter le bruit, ou à l'inverse, si nous ne voulons pas d'intrus, donc prendre le risque d'éliminer certains résultats pourtant intéressants. Pour notre cas, la première option est retenue.

- A présent, il nous faut déterminer les mots clés qui seront utilisés, ce qui fait l'objet de *la deuxième étape*. **Les échanges avec les experts sont à ce stade primordiaux**. Alors que le manager nous renseigne sur le périmètre de l'étude à retenir, les experts nous apportent leurs compétences techniques pour renforcer la qualité de la requête par la sélection de mots clés pertinents (Jakobiak, 2009).

  Etant donné les différentes façons de rédiger un brevet dont l'un des objectifs est la lutte contre les infections bactériennes, nous avons commencé par déterminer plusieurs moyens d'actions contre ces maladies. La première est assez intuitive, il s'agit de détecter **des brevets qui se revendiquent clairement comme étant des alternatives aux antibiotiques**. Le problème avec cette catégorie est qu'elle est

beaucoup trop restrictive. La lutte contre l'antibiorésistance est un concept relativement récent, par conséquent nous passons à côté de tous les brevets antérieurs qui offrent pourtant une réponse. De plus, le peu de résultats obtenus prouve que les déposants ne s'expriment que rarement aussi directement. Cela nous a tout de même permis une bonne entrée pour développer notre corpus par la suite.

- En effet, nous avons pu déterminer trois autres modes de formulation de requête par la suite, grâce aux premiers résultats obtenus. Ce procédé correspond au principe évoqué dans la *troisième étape*.

    - Nous avons commencé par identifier des **mots clés relatifs aux différentes pathologies** existantes, contre lesquelles nous voulons avoir une action. Nous avons fait un premier travail à partir de nos connaissances personnelles, qui ont été largement étayées par les apports des experts auxquels ils ont été soumis. Puis nous les avons encore développés après observation des résultats des différentes requêtes testées jusqu'alors. La même façon de procéder a été utilisée pour les deux catégories suivantes.

    - A savoir les **mots clés relatifs aux syndromes** liés aux maladies animales. Nous avons en effet pu apprendre à travers différents entretiens que dans le milieu vétérinaire, le traitement d'un animal de ferme ne se fait que rarement en fonction de la pathologie dont il est victime, mais davantage en fonction des syndromes qu'il présente. En conséquence, le nombre de brevets observés avec cette sous requête a été plus important qu'avec les deux précédentes.

    - La dernière catégorie prend en compte toutes les expressions évoquant les **améliorations des défenses immunitaires**. Si les antibiotiques apportent une solution curative aux problèmes de santé, des solutions préventives existent également. Celles-ci passent donc par des méthodes permettant une meilleure robustesse des animaux.

  Tous ces éléments nous donnent un très grand nombre de résultats, avec un corpus à plus de 200 000 brevets. Nous pouvons ainsi penser que le premier objectif visé, à savoir la représentation du plus grand nombre de solutions existantes est atteint. Mais avec autant de résultats, le travail d'identification à suivre s'annonce difficile, et risque de perdre en précision. Or, **avoir un large portefeuille dont on ne peut rien tirer est inutile**.

- La *quatrième étape* a donc pour fonction de limiter au maximum le bruit. Pour cela il est nécessaire de passer du temps à regarder manuellement les résultats obtenus, identifier parmi eux les brevets non pertinents et finalement, trouver un moyen pour

modifier la requête de sorte à ce qu'ils n'apparaissent pas dans le corpus. Toute la difficulté est de s'assurer que ces modifications ne suppriment pas de brevets pertinents. D'où l'importance de vérifier les résultats perdus à chaque changement effectué. Il s'agit d'un long travail itératif.

- Pour limiter au préalable les résultats, nous faisons explicitement référence à certaines espèces animales d'élevage. Cela afin d'éviter les mots clés trop génériques porteurs de bruit. Les experts ont à ce stade été de nouveau mobilisés.

- Suite à cet ajout dans la requête, certains brevets font toujours référence à des tests sur animaux, avec une visée médecine humaine. Or, cette application est hors sujet. Pour la limiter, nous avons identifié les principales maladies typiquement humaines qui ressortaient de notre corpus afin de les exclure.

- Pour améliorer davantage la justesse des résultats, nous avons étudié les principaux codes CIB qui ressortaient du corpus. Nous ne nous sommes intéressés qu'aux sous classes, c'est-à-dire au niveau 4 digits[47] car nous ne voulons qu'un aperçu général. Puis nous avons sélectionné les codes CIB qui correspondent de près ou de loin à notre recherche, et nous les avons inclus à notre requête pour obtenir des brevets qui contiennent au moins l'une de ces sous classes. La réduction n'a pas été drastique, mais à l'issue de ces nettoyages une partie des résultats non pertinents a pu être supprimée.

A ce stade, nous sommes passés sous la barre des 100 000 brevets, mais cette quantité reste trop lourde à manipuler. Deux solutions étaient alors envisageables.

- La première est de **réduire la plage temporelle** étudiée pour ne garder que les brevets les plus récents. Mais en faisant ainsi il va devenir impossible de travailler sur les dynamiques par la suite. Or, nous verrons que ces indicateurs vont être importants.

- La seconde option est **de limiter le nombre de pays** pris en considération. Etant donné que nous travaillons sur les dynamiques d'innovation, nous nous concentrons sur les pays développés. Ce sont effectivement bien souvent ces pays qui sont à l'origine des brevets qui vont avoir un impact en termes

[47] La classification internationale des brevets est un système hiérarchisé composé de lettre et de chiffres, pour catégoriser les brevets selon les technologies auxquelles ils se rapportent. Plus on va loin dans le nombre de digits utilisés, plus l'intitulé correspondant sera précis.

d'innovation[48]. Nous avons donc opté pour ce choix en ne gardant que les brevets déposés en priorité par l'un de ces pays[49]. Après toutes ces opérations, notre corpus se compose de moins de 40 000 brevets, ce qui est plus facile à manipuler pour la suite.

- Le principal piège à éviter lots de la requête est la recherche de la perfection. Il est illusoire de penser que nous allons pouvoir obtenir exactement tous les brevets correspondants à l'objet de la recherche, sans aucun bruit. **La requête est une étape très itérative** d'une étude d'intelligence technologique. Des modifications sont régulièrement apportées comme nous avons pu nous en rendre compte. Il faut **savoir à partir de quel moment les changements obtenus ne sont plus significatifs**, donc ne vont plus avoir aucune influence sur les statistiques que nous allons pouvoir obtenir. C'est l'objet de la *cinquième étape*.

  Nous n'allons pas lire les brevets contenus dans le corpus, mais en faire des analyses pour tirer des grandes tendances qui permettront de répondre à la question initiale. Par conséquent, un changement de 200 brevets dans une masse qui en comporte 40 000 ne va pas avoir d'impact sur nos conclusions. Lorsque les changements effectués n'apportent que très peu de variations sur la volumétrie générale, continuer à travailler sur la requête n'a plus d'intérêt et devient seulement une perte de temps.

Pour conclure sur la requête brevets, nous tenons à mettre en avant le temps investi pour la réalisation de ces cinq étapes. Une requête dans un cas aussi exploratoire est très complexe à mettre en place et nécessite par conséquent plusieurs mois de travail avant d'aboutir à un résultat exploitable. A titre d'exemple, celle qui est présentée au cours de cette partie pour offrir une base de travail indispensable à la suite de ce chapitre, a demandé cinq mois de travail. Certains enseignements tirés de cette expérience qui viennent d'être présentés peuvent néanmoins permettre de réduire légèrement cette durée.

Les étapes une à trois représentent la majorité du travail en termes de temporalité. En respectant la façon de faire présentée ci-dessus, nous préconisons trois mois nécessaires pour déterminer la construction de la requête, y associer les mots clés et codes CIB correspondant, et effectuer les vérifications correspondantes sur base de données, jusqu'à obtenir un corpus satisfaisant. Ces boucles de rétroaction sont effectivement bien visibles sur la figure 6. De nombreux allers-retours entre ces étapes seront nécessaires pour comprendre quels sont les brevets correspondant à notre requête, et ainsi l'améliorer à chaque nouvel essai. Dans le cas

[48] Comme le montre un récent rapport de l'OMPI (2016), les écarts d'innovation entre pays développés et pays en développement sont toujours très forts, et ne tendent pas à diminuer. Les premiers orientent donc de façon significative les tendances d'innovation.

[49] Au final, nous avons restreint la requête pour ne sélectionner que les brevets qui ont été déposés en priorité dans l'un des pays suivant : les Etats-Unis, les pays européens, le Japon ou l'Australie.

d'une requête sur une technologie déjà parfaitement connue, ces étapes seront naturellement beaucoup plus rapides.

Pour améliorer la requête à chaque itération, il est indispensable de s'intéresser au contenu des brevets. La génération d'un nuage de mots ou l'extraction des principaux groupes CIB est déjà un bon indicateur. Mais il est également nécessaire de disposer d'un avis expert et par conséquent, de regarder de plus près ces brevets, ne serait-ce qu'en parcourant rapidement les différents titres. Cette méthode permet à la quatrième étape de repérer le bruit. Pour les deux dernières parties de la figure 6, nous considérons que deux semaines supplémentaires sont le minimum pour s'assurer de la pertinence du corpus et pouvoir prendre la décision de bloquer une requête finale.

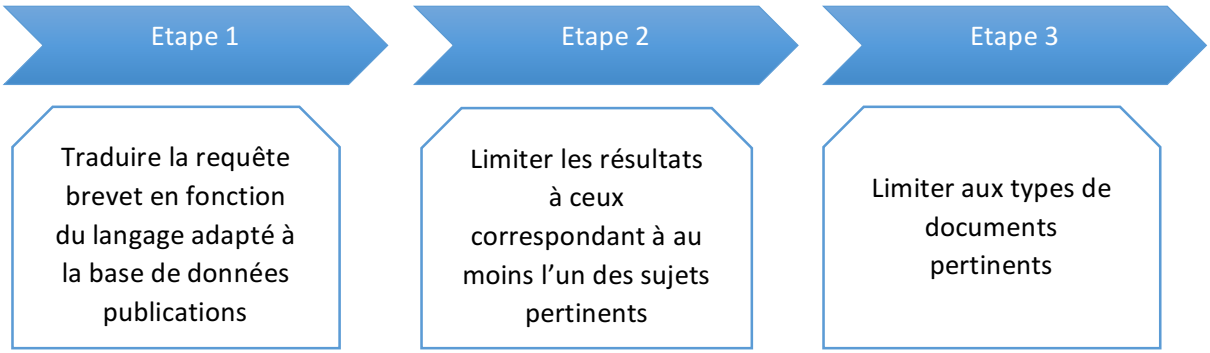
1.2.3. De la requête brevets à la requête publications scientifiques : une adaptation nécessaire

L'existence d'un lien avéré entre science et technologie nous pousse à la mise en place d'une seconde requête pour l'obtention de données de publications. Leur association est en effet recommandée dans le cas où nous cherchons à comprendre les évolutions technologiques en cours et à venir (Coates et al, 2001). Kabla (1994) montre que le brevet seul n'est pas en capacité de représenter l'intégralité des dynamiques d'innovation.

De plus, ce parallèle entre avancées scientifiques et techniques tend à se renforcer ces dernières années. En effet, alors que moins de 10% des brevets citaient des articles scientifiques en 1960, ce chiffre passe à 90% dans la pharmacie et 50% dans la chimie en 2000 (Coates et al, 2001). Nous proposons par conséquent **de renforcer les conclusions que nous pourrons tirer des brevets grâce à des données scientifiques**, issues d'une base de données de publication. Pour ce faire, nous allons utiliser la base Scopus d'Elsevier.

Pour que les informations obtenues à partir de cette base puissent venir en complément à celles obtenues grâce aux brevets, il est indispensable que les deux requêtes soient similaires *(annexe n°2*). Pour autant, il faut garder à l'esprit que chaque base de données a ses spécificités. Ainsi, il n'est que rarement possible de transposer parfaitement une requête brevet pour en faire une requête publications. Ne serait-ce qu'en raison de l'utilisation des codes de la CIB évoquée précédemment, propres aux brevets. Comme avec Orbit dans le point précédent, nous avons réfléchi à une méthode qui aide à la mise en place d'une requête sur une base de données de publications scientifiques. Celle-ci est synthétisée à travers la figure 7 représentée ci-dessous.

Figure 7 : Méthode de la requête publication suivie



Source : Auteur

Avant toute chose, il est intéressant de vérifier les résultats obtenus en transposant directement la requête mise en place pour les brevets sur Scopus. Il faudra prendre soin d'adapter le langage de liaison pour qu'il soit compris par la nouvelle base utilisée[50]. Nous pouvons ainsi faire très rapidement un premier essai pour avoir une idée des documents obtenus à partir d'une telle requête.

De façon générale, lorsque nous nous contentons de cette simple étape, nous allons observer un nombre de résultat supérieur à celui des brevets. Mais il est également fréquent de générer ainsi beaucoup de bruit, en raison d'un vocabulaire différent entre brevets et publications scientifiques. En effet, lorsque nous nous arrêtons à la première étape dans notre cas, nous obtenons plus de 1.5 millions de documents. Cela est inutilisable pour les analyses que nous voulons effectuer. Comme pour Orbit précédemment, nous allons chercher à diminuer ce volume de résultats.

- Pour la partie relative aux mots clés animaux, il n'est pas nécessaire d'effectuer de changements. Le vocabulaire est identique quelle que soit la base. Nous voulons garder tous les articles scientifiques qui évoqueraient un moyen de réduire les maladies animales, qu'elles soient générales ou spécifiques à une espèce particulière.

  Dans notre cas, les changements seront finalement assez peu nombreux en raison de l'absence d'une technologie spécifique. En effet, la façon de parler d'une technologie par les entreprises, qui vont principalement déposer des brevets et par les acteurs, publics qui vont davantage publier, diffère. Le vocabulaire n'est pas forcément le même mais surtout, les points d'intérêt visés ne vont pas nécessairement être les mêmes.

- Pour autant, la logique de construction reste la même. Commencer par déterminer les termes généraux qui ont été utilisés pour les brevets, regarder les résultats obtenus

[50] Cf encadrés n°7 et n°8 pour plus de précisions sur les possibilités et spécificités liées à Orbit et Scopus

et les enrichir pour prendre en considération le maximum de documents possibles. C'est la raison pour laquelle nous allons commencer par **tester chacun des blocs qui composent la requête indépendamment.** La volumétrie associée sera plus faible, les résultats obtenus seront donc plus faciles à contrôler et nous aurons une idée de la pertinence de chacun de ces blocs.

- A ce stade, nous parcourons les titres des premiers documents qui apparaissent avec notre requête. Cela nous permet de savoir si nos articles sont pertinents ou non. Dans notre cas, aucun résultat aberrant ne ressort. En revanche, une large partie d'entre eux est axée sur les résistances des bactéries. Résultat logique mais qui est en dehors des attentes. L'une des solutions est de passer par les « *subject area* » que nous pouvons traduire *« champs thématiques »,* définis par Scopus et qui donnent une idée du sujet général dont le document traite. Nous notons ces éléments avant de recommencer l'opération pour chacune des trois autres sous requêtes.

  Après avoir effectué les différents tests, la même conclusion est tirée à chaque nouvelle requête. Il y a beaucoup de bruit mais également beaucoup de résultats intéressants. Ce qui est rassurant d'un côté, mais qui nécessite de trouver un moyen pour limiter ce bruit encore trop fort pour permettre une bonne fiabilité des résultats des analyses qui pourront en découler.

  Nous restreignons donc la sélection aux documents apparaissant dans au moins l'un des champs thématiques pertinents. Autant que possible nous privilégions l'inclusion à l'exclusion pour éviter de perdre de l'information pertinente. Une fois le champ de recherche limité à ces sujets, nous obtenons près de 680 000 documents.

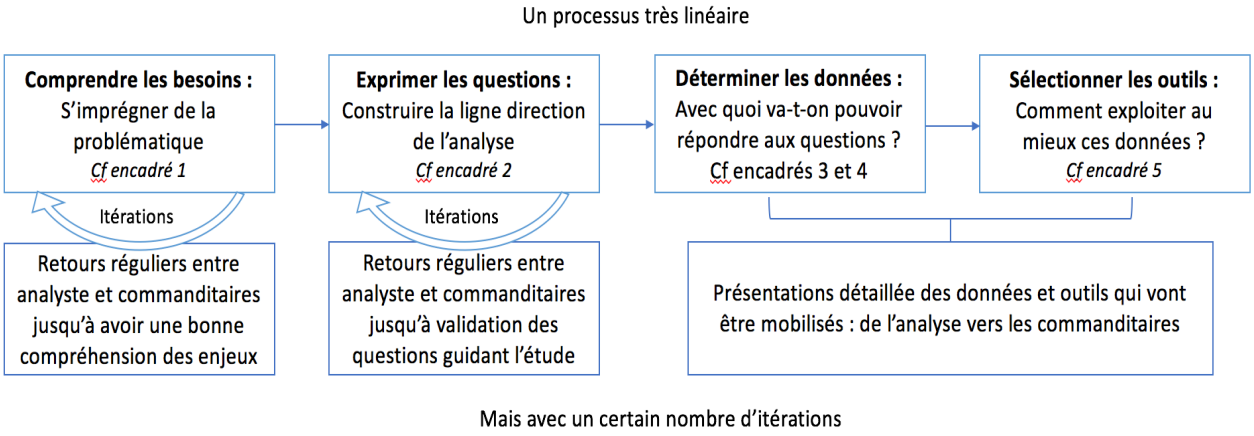
- Un autre outil de restriction utilisable est **le type de document**. Il en existe effectivement un grand nombre de disponibles sur Scopus. Si l'article de journal est le plus fréquent et souvent le préféré des auteurs, il n'est pas pour autant le seul support à la publication. Nous pouvons par exemple trouver des revues, des actes de conférence, des notes, des chapitres de livre, des lettres, des éditoriaux et d'autres encore. Or, pour l'usage que nous voulons faire de ces données, à savoir les traiter à partir de méthodes statistiques, toutes ne sont pas pertinentes.

  Il est admis dans la littérature que les trois premiers types nommés, à savoir les articles de journaux, les revues et les actes de conférence, sont les plus facilement exploitables. Nous allons donc finir par restreindre notre recherche à ces seuls types de données. Au final, nous obtenons environ 660 000 documents, une masse importante mais qui nous servira de base exploitable pour mener l'étude.

Conclusions de section :

La phase préparatoire à l'analyse est cruciale pour s'assurer du bon déroulé de l'étude et de l'obtention de résultats en lien avec les attentes de la stratégie. Pour autant, il n'est pas évident de savoir comment la mener à bien, ni même quels sont les éléments qui vont devoir être déterminés. En nous appuyant sur les travaux développés par Trippe (2002), nous proposons une démarche axée sur les échanges entre analystes et commanditaires pour mener cette première étape de l'étude à bien. Nous pouvons la synthétiser à travers la figure suivante.

Figure 8 : Synthèse de l'appropriation du « Linear Law of Patent Analysis » :



Source : Trippe, 2002 ; Traitement auteur

Cette méthode a été développée en vue d'un travail d'intelligence brevets. Pour autant, il est tout à fait possible de **ne pas se limiter à l'utilisation des brevets et d'avoir une vision plus large de la notion de données selon les besoins exprimés par le demandeur**. Pour aider à la mise en place de ces quatre étapes, nous avons envisagé quelques questions qui permettent d'orienter les discussions et la réflexion durant cette phase préparatoire. Nous pouvons résumer ces différentes étapes à travers la synthèse présentée dans le tableau n°1.

Tableau n°1 : Questions associées aux différentes étapes de la phase préparatoire

Nom de l'étape	**Questions associées**
Comprendre les besoins ➢ *Encadré n°2*	Pourquoi demander une telle étude ? Qu'est ce qui justifie ce besoin ? Quel est le sujet de l'étude ? Quel est le contexte actuel du secteur ? Quelles sont les technologies sur lesquelles l'entreprise travaille déjà, celles qu'elle connait, celles qui sont visées, et celles qui ne l'intéressent pas ? Quelles sont les activités et les marchés visés par le demandeur Est-ce qu'on s'intéresse à une technologie très particulière ? Y a-t-il des premières remarques, premières idées ou potentielles conclusions idéales par rapport à cette étude ?
Exprimer les questions ➢ *Encadré n°3*	Quel est le principal objectif de l'étude ? Comment peut-on envisager de répondre à ce besoin ? Quelle est la question principale qui doit conduire cette étude ?
Déterminer les données à utiliser ➢ *Encadrés n°4 et 5*	Est-ce qu'il y a des éléments que l'on doit a priori retrouver dans nos résultats (des technologies, concepts, acteurs, etc...) ? Est-ce qu'un (ou plusieurs) brevet ou une publication scientifique très pertinents pour répondre à ces questions ont déjà été identifiés ? À partir de ces éléments quelles sont les types de données que l'on va utiliser pour mener notre étude ? Quelles sont les bases de données qui vont nous permettre d'obtenir ces données ? Quelles sont les principales limites de ces données ? Qu'est ce qui justifie qu'on les utilise quand même ?
Sélectionner les outils ➢ *Encadré n°6*	Est-ce qu'on travaille davantage sur une monographie d'acteurs, un état de l'art, une identification des concurrents/partenaires possibles, une analyse des dynamiques, etc… ? Quels sont les résultats types que l'on attend (sous quelle forme) ? Quelles sont les autres techniques qui peuvent être utilisées pour venir en soutien aux brevets ?

Source : Auteur

Une fois la définition du sujet terminée et les grandes questions servant de fil rouge mises au point, vient l'étape de la requête. Les bases de données brevets offrant davantage de possibilités de traitement statistiques, nous recommandons de commencer par celle-ci, avant de compléter par une base de données scientifiques pour une représentation plus complète de l'information. A la fin de cette section, nous mettons en avant le temps nécessaire pour arriver jusqu'à l'obtention de corpus satisfaisants.

Bien que ces étapes soient rarement les plus développées dans la littérature, elles représentent une partie importante de l'étude. Autant par la pertinence des résultats qu'elles apporteront, que par le temps nécessaire à leur mise en place.

Section 2 : L'intelligence technologique pour identifier les solutions scientifiques et techniques existantes permettant une diminution de l'emploi des antibiotiques dans l'élevage

Notre premier objectif dans cette section porte sur l'identification de solutions techniques permettant la réduction des antibiotiques dans l'élevage. Nous venons de voir comment nous en sommes arrivés à déterminer ce besoin, ainsi que la façon de récolter une base de données sur laquelle travailler. Nous allons à présent voir comment traiter ce corpus pour en extraire de façon la plus exhaustive possible les technologies qui le composent.

Pour ce faire, nous allons principalement manipuler des données brevets. En effet, les proximités technologiques représentent un outil performant pour ce travail. C'est ce que nous détaillerons dans le premier paragraphe. En nous basant sur une méthode développée par Flamand (2016), nous allons commencer par mettre en place une représentation graphique des grands champs techniques considérés comme des solutions potentielles. Cela nous donnera une première visualisation générale de la composition de notre corpus brevets.

Mais cette cartographie n'est pas suffisante pour satisfaire les besoins de l'entreprise, qui nécessitent un degré de précision plus poussé. Nous partons donc de cette base pour explorer plus attentivement la composition exacte de ces grandes catégories. Cela fera l'objet du second paragraphe. Pour ce faire, nous développerons un mode de recherche qui permette d'aboutir à un résultat plus détaillé. De plus, si les brevets représentent une grande partie de l'information technique disponible, ils ne sont pas pour autant complets. L'utilisation des données scientifiques pour combler les manques existants est toujours pertinente. Nous finirons donc par présenter de quelle façon il est possible de traiter des données de type publications scientifiques, pour en identifier leur composition.

2.1. L'utilisation des proximités technologiques pour une représentation générale des grandes catégories de solutions techniques contenues dans le corpus

2.1.1. Détection des proximités technologiques

La notion de proximité inclut une idée de distance. Or, si la proximité géographique de l'innovation, qui se traite également à partir des brevets, est la plus connue et la plus évoquée dans la littérature, ce n'est pas celle qui nous intéresse ici. En économie, de multiples définitions de la proximité existent, avec des variantes selon le sujet d'étude.

Pour ce que nous faisons, nous comprenons la proximité au sens de similitudes techniques. Notre objectif est d'identifier, au sein de notre corpus de brevets, quels sont ceux qui appartiennent à un même champ technique, de sorte à reconstituer les différents champs qui composent notre portefeuille. Pour ce faire, deux méthodes sont envisageables. Passer par les citations, ou par les codes CIB.

2.1.1.1. Les citations pour déterminer la proximité des brevets

Les citations sont l'un des indicateurs statistiques brevets les plus régulièrement rencontrés dans la littérature, en raison de leurs multiples utilités dans de très nombreuses analyses (Vinkler, 1998 ; Van Raan et Van Leeuwen, 2002 ; Prime et al, 2002 ; Moed et al, 2005 ; Hall et al, 2005). Elles permettent entre autres d'évaluer l'influence des brevets ou déposants, de faire émerger des phénomènes de convergence entre différentes technologies, ou de juger de la proximité de plusieurs champs techniques.

Légalement, tout brevet déposé doit faire référence aux précédents scientifiques et techniques de l'invention, qui ont pour premier objectif de vérifier la brevetabilité, conformément au critère de nouveauté exigé[51]. Classiquement, les citations en amont sont différenciées des citations en aval. Les premières font référence aux citations faites par le brevet déposé, alors que les secondes sont relatives aux citations reçues par le brevet.

De plus, les citations peuvent être qualifiées de « *littérature brevet* », il s'agit donc des citations entre brevets, mais aussi de « *littérature non brevet* », pour tout autre type de

[51] D'après l'INPI (https://www.inpi.fr/fr/comprendre-la-propriete-intellectuelle/le-brevet/les-criteres-de-brevetabilite) trois critères doivent être respectés pour pouvoir déposer un brevet. Premièrement, le critère de *nouveauté*. L'invention ne doit pas avoir été rendue accessible au public par le passé. Deuxièmement, une *application industrielle* doit exister. Dernièrement, elle doit faire preuve d'une *activité inventive,* c'est à dire qu'elle ne doit pas sembler évidente pour « l'homme de métier ».

document, et notamment les articles scientifiques. Cela dit, cette dernière est souvent moins bien référencée par les examinateurs, justifiant que lors des statistiques sur brevets, lorsqu'il est question de citations, nous faisons par défaut référence aux citations en amont de la littérature brevet.

En revanche, concernant les documents de type publications scientifiques, les citations de la littérature non brevet sont également renseignées, mais de façon beaucoup plus fiable. Chaque article a pour obligation de citer ses sources. Toute base de données structurée, qu'elle soit de brevets ou de publications scientifiques est en mesure de fournir les documents cités et citant. Par conséquent, il est tout à fait possible de réaliser deux réseaux de citations. L'un à partir du corpus de brevets sur la littérature brevet et l'autre, à partir des publications scientifiques sur la littérature non brevet.

Les citations sont souvent associées à des indicateurs de valeur des brevets ou publications (Blind et al, 2009 ; Van Zeebroeck, 2008). En effet, les indicateurs sont principalement séparés en deux catégories : ceux qui traitent du volume et ceux qui traitent de la valeur. Le raisonnement est instinctif. Plus un brevet ou une publication est cité, plus il a de valeur car considéré comme faisant référence dans le domaine. Mais à l'instar de tout indicateur, il n'est pas parfait et plusieurs biais ont été mis en évidence (OCDE, 2009 ; Van Zeebroeck, 2008 et 2008 ; Hall et Ziedonis, 2001 ; Stuart et Podolny, 1996). Le biais le plus souvent évoqué porte sur l'ancienneté plus ou moins grande des dépôts. Un brevet ancien aura eu le temps de récolter de nombreuses citations en comparaison d'un brevet récent.

L'utilisation des citations pour traiter de la proximité technologique est moins fréquente mais repose sur la même logique. Un document qui en cite un autre sera nécessairement en lien avec. Par conséquent, une représentation en réseau des différents documents du corpus qui sont reliés en fonction des citations existantes, permet d'avoir une bonne visualisation du nombre de champs techniques différents représentés dans notre corpus. Des grappes vont effectivement se dessiner, chacune représentera alors un domaine précis.

L'avantage principal des réseaux de citation est leur facilité de mise en place. Comme précisé, toute base de données structurée est en capacité de représenter les réseaux de citation qui existent entre les documents d'un corpus créé. Cet indicateur est directement disponible et permet donc l'obtention de résultats très simplement et rapidement. Il est ainsi facile d'identifier les différentes grappes de brevets qui sont technologiquement proches.

En revanche, plus le corpus est volumineux moins le résultat est lisible, en raison de la représentation de chaque brevet sur le réseau. De plus, il est difficile de déterminer avec précision à quel point la proximité est forte entre les documents qui composeront les grappes de notre réseau. L'interprétation finale reste par conséquent relativement subjective.

2.1.1.2. Les codes CIB pour déterminer la proximité des brevets

Comme pour les citations, la classification de brevets est un indicateur très largement utilisé dans les travaux de type intelligence technologique (Patel et Pavitt, 1991 ; Narin et Olivastro, 1992 ; Andersen, 2001 ; Hinze et Schmoch, 2005).

L'avantage principal des codes CIB par rapport aux citations repose sur la classification internationale qui est associée à cet outil. A chaque code correspond une définition, permettant d'identifier précisément à quel champ technique est rattaché le brevet. Idem lorsque des groupes de brevets techniquement proches sont déterminés. A partir des codes auxquels ils sont rattachés, nous avons la possibilité de mettre un nom sur le domaine technique auquel ils appartiennent et ce, de façon la plus objective qui soit. Ce qui n'était pas possible à travers les réseaux de citation, puisque dans notre cas nous n'avons pas connaissance du contenu technique de notre corpus.

D'après l'OMPI, la classification internationale des brevets a été mise en place pour répondre à plusieurs objectifs.

- Elle doit permettre une classification universelle des documents et notamment faciliter les recherches par thématique. Par extension, elle a aussi pour vocation de permettre la réalisation de statistiques, notamment pour évaluer l'évolution des techniques.

- De ce fait, des modifications régulières de cette classification sont effectuées, pour prendre en considération ces innovations. Ce point est à prendre en considération lorsqu'il est question de travail sur les CIB, afin d'éviter toute interprétation abusive, notamment dans le cas d'un travail sur une longue plage temporelle.

- Enfin, le système hiérarchique utilisé nous permet également d'adapter le niveau de précision donné à l'analyse. En effet, un travail fait au niveau de la classe (3 digits) rendra compte des grands champs techniques abordés de façon très générale, alors qu'en s'intéressant au niveau groupe (7 digits) nous aurons un niveau de détails au sein de chaque champ technique beaucoup plus important. La précision est à déterminer en fonction des besoins de l'étude et de la composition du corpus.

En matière de CIB, nous **distinguons les occurrences des cooccurrences.** Dans le premier cas, il s'agit de compter le nombre de fois où un code précis apparait. Ainsi, si dans notre corpus nous avons vingt brevets qui se rapportent à un code précis, ce dernier aura une occurrence équivalente à vingt. Lorsque nous nous intéressons à la cooccurrence en revanche, nous nous intéressons à deux CIB distincts. Nous cherchons cette fois à savoir dans combien de brevets nos deux codes apparaissent simultanément.

Une forte cooccurrence entre deux codes peut avoir deux significations.

- Soit il s'agit de deux codes technologiquement proches. Nous allons voir que pour notre cas, nous avons choisi un niveau d'analyse précis en sept digits. Par conséquent, il sera probable de trouver une forte cooccurrence pour les codes identiques jusqu'à quatre digits. Par exemple le A23K10 (produits alimentaires pour animaux) et le A23K50 (produits alimentaires spécialement conçus pour des animaux spécifiques) ont de plus fortes chances d'être régulièrement renseignés pour les mêmes brevets.

- Soit il y a un rapprochement entre deux technologies *a priori* différentes. Par exemple une cooccurrence forte qui va être observée entre des codes relatifs à l'alimentation animale et ceux liés aux préparations médicinales. Techniquement, ce sont des CIB bien distincts, mais dans les faits nous retrouvons cette tendance aux alicaments évoquée dans le premier chapitre.

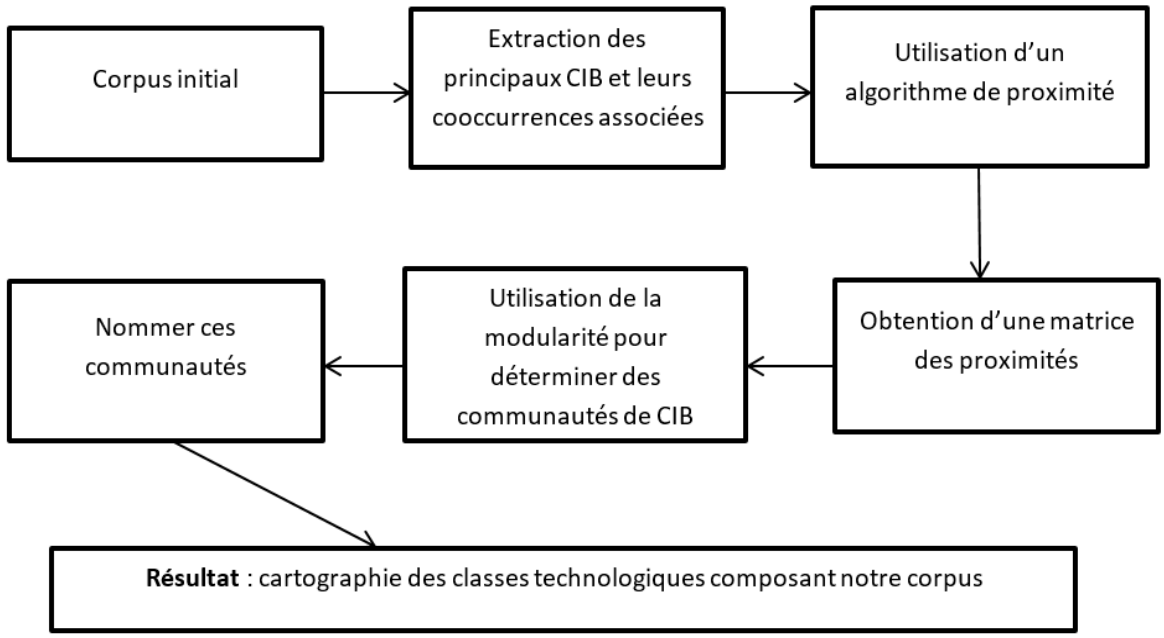
Pour l'usage que nous voulons en faire, à savoir l'identification des champs techniques représentés dans notre corpus, la solution à partir des CIB pour évaluer les proximités nous parait la plus adaptée. Elle est plus longue et complexe à mettre en place qu'un réseau de citations, mais elle nous permet de déterminer avec précision et de façon objective ces différentes activités, en se reposant sur une classification internationale. De plus, cette cartographie des proximités techniques pourra être réutilisée d'une façon différente comme nous le verrons dans le prochain chapitre.

2.1.2. Mise en place d'une cartographie des proximités technologiques : une visualisation simplifiée du contenu de notre corpus

La majorité des travaux d'intelligence brevet qui sont réalisés en entreprise aboutissent à ce que les auteurs nomment des rapports de cartographie brevet. Ils doivent par conséquent servir de support à une intuition émise par les experts, apporter une vision globale de l'environnement technique d'un secteur ou bien d'un acteur en particulier (OMPI, 2015). On entend par cartographie brevet la représentation graphique d'un ensemble d'informations directement issues des documents brevets (Blanchard, 2009). Elles nous permettent principalement de donner du sens aux données.

Le calcul des proximités techniques n'est pas directement disponible sur les bases de données, il va donc falloir le faire nous-même, avant d'utiliser un logiciel de visualisation graphique. En matière de cartographie des proximités technologiques au sein d'un portefeuille brevet, il n'existe pas un procédé qui fasse office de standard. La méthode présentée dans cette sous-section repose principalement sur les travaux développés dans la thèse menée par Flamand (2016). Le travail effectué pour arriver jusqu'au résultat suit le déroulement présenté au travers de la figure 9 ci-dessous.

Figure 9 : Mise en place d'une cartographie des proximités technologiques



Source : Flamand 2016 ; Adaptation auteur

Comme nous pouvons le voir sur la figure 9, pour mettre au point cette cartographie nous partons du corpus obtenu avec la requête présentée précédemment *(annexe n°1)* à partir de la base de données Orbit de Questel. Ces données sont exportées en conservant comme indications les principaux groupes CIB associés. Nous gardons ici les 200 plus importants qui sont présents dans près de 95% des brevets de notre corpus. Ils permettent ainsi une bonne représentation de la répartition technique de notre portefeuille.

A partir de ces groupes CIB, nous créons une matrice des cooccurrences, à partir de laquelle nous calculons une matrice des proximités (selon les travaux de Nesta et Saviotti, 2005). Le volume des cooccurrences va ainsi être traduit en un niveau de proximité entre chacun des groupes CIB.

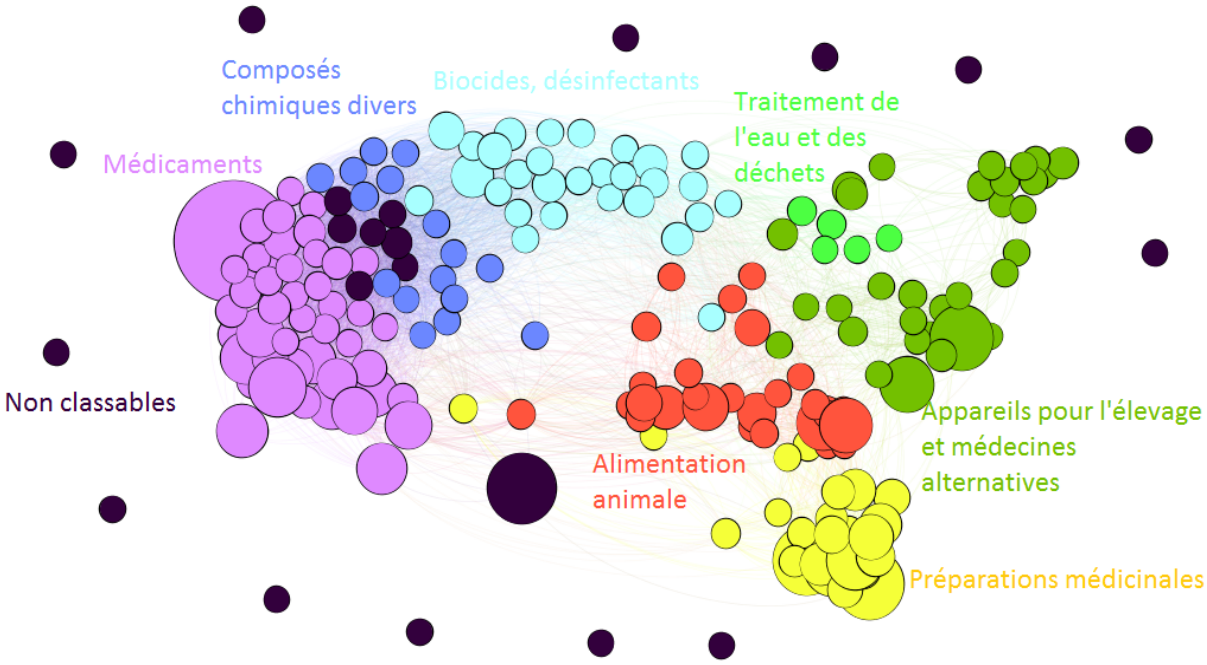
Une fois ces différentes matrices obtenues, nous utilisons Gephi, un logiciel de visualisation de données. Les nœuds vont représenter les 200 groupes de la classification retenus et leur taille sera proportionnelle à leur occurrence. Plus un groupe apparait dans un grand nombre de brevets du portefeuille, plus il sera gros sur notre représentation. Les liens vont représenter la cooccurrence entre les différents groupes représentés. Plus ils apparaissent souvent ensemble dans des brevets, plus le lien qui les unis sera important. Enfin, la distance géographique entre deux nœuds dépendra cette fois de la proximité calculée précédemment. Plus deux nœuds sont proches, plus ils ont de concordances et donc, plus ils sont technologiquement similaires.

Suite à cela, il nous faut déterminer quelles sont les grappes techniques qui composent notre corpus. Comment définit-on ces grappes, également appelées communautés (Flamand, 2016). Nous utilisons ici les calculs de modularité, directement disponibles à partir de Gephi. Ils permettent de déterminer quels sont les groupes qui appartiennent à une même grappe. L'inconvénient avec cette technique porte sur l'instabilité de la modularité. En effet, pour un même niveau de modularité choisi, les résultats proposés ne seront pas parfaitement identiques à chaque fois.

Globalement il n'y aura pas de grands changements, mais le nombre de grappes créées peut varier, de même que la répartition de certains groupes à l'intérieur de ces communautés. Pour contrer ce biais, nous effectuons une dizaine de fois le même calcul, dont nous enregistrons les résultats, pour pouvoir ensuite les comparer et définir une stabilité. Les groupes CIB qui appartiennent toujours à une même grappe quel que soit l'essai, sont alors considérés comme stables. Ceux qui sont définis comme non stables doivent être traités différemment sur la représentation.

Pour terminer, nous définissons quels champs techniques principaux représentent les groupes présents dans chaque communauté, pour leur choisir des titres représentatifs. Pour cela, il faut s'intéresser à la référence de chaque groupe composant la grappe, pour en tirer des similitudes. Il s'agit donc là de la seule étape du processus qui implique un certain niveau de subjectivité, selon ce que l'analyste considèrera comme étant la majorité. A la fin de ce déroulement, nous obtenons la représentation cartographique exposée à travers la figure 10.

Figure 10 : Cartographie des proximités technologiques



Source : Flamand auteur ; Données issues de Questel Orbit ; Traitement Gephi

Pour des questions de lisibilité du graphique, nous avons décidé de ne pas renseigner les noms des groupes CIB associés à chaque nœud représenté sur la figure 10. De même, les liens ont été opacifiés. En effet, pour l'utilisation que nous en faisons ici, ces informations ne sont pas indispensables à l'interprétation du résultat.

Encadré n°9 : Grille de lecture

Chaque nœud représenté dans la cartographie des proximités technologique représente un groupe CIB de notre corpus. Plus ce nœud est de taille importante, plus le groupe est présent dans un grand nombre de brevets. Plus deux nœuds sont proches l'un de l'autre, plus ils apparaissent souvent ensemble dans les mêmes brevets.

Les différentes couleurs représentent les différentes communautés, déterminées comme expliqué précédemment par un algorithme de proximités. Les noms associés font référence aux groupes CIB les plus représentés dans la communauté. Plus elle contient un nombre de nœuds importants et de grande taille, plus il y a de brevets rattachés à la communauté.

Les points noirs correspondent aux groupes CIB trop instables, qui appartiennent à plusieurs communautés à la fois, qui ne peuvent être placé dans l'une ou l'autre.

L'avantage principal de cette méthode est l'identification générale des champs techniques qui composent un corpus de brevets, sans qu'il ne soit nécessaire de connaitre *a priori* son contenu exact. Notre problématique impliquait de réaliser un panorama des solutions techniques permettant de réduire l'utilisation d'antibiotiques dans l'élevage. Grâce à la construction d'une requête sans aucune référence à une technologie précise mais plutôt à des effets recherchés, puis à la mise en place de cette cartographie des proximités, nous avons désormais une première idée des différentes industries qui peuvent correspondre à notre recherche.

Parmi elles se trouvent les médicaments, les produits désinfectants, les méthodes de traitement de l'eau et des déchets, les appareils pour l'élevage (dans une optique d'amélioration du bien-être et de la santé animale), les techniques de médecine non conventionnelle, les préparations médicinales non apparentées à des médicaments et l'alimentation animale.

Il est intéressant de remarquer la **distinction qui existe entre solutions préventives et curatives qui ressort dans ce graphique**. Complètement à gauche nous avons les médicaments, qui par nature sont curatifs et à droite, des solutions qui sont dites alternatives. Nous avions déjà pu noter une intuition selon laquelle ces deux catégories s'opposaient sur le marché. Nous en avons ici la traduction graphique.

Cette distinction a un autre intérêt. Nous savons que les trajectoires technologiques vont être différentes selon le choix entre ces deux méthodes. Les entreprises développant des solutions curatives vont globalement plus s'adresser à des élevages portés sur des modes intensifs. Les solutions curatives, plus délicates à utiliser, s'adresseront à des élevages plus raisonnés, voir biologiques. Ces débouchés sont à prendre en considération dans le développement des produits.

Cette première approche nous donne une idée générale des champs techniques qui composent notre corpus, ainsi que l'importance que chacun d'entre eux représente en termes de volumétrie. Nous voyons par exemple que la partie représentant les traitements de l'eau et des déchets est beaucoup moins forte que celle sur les médicaments. De plus, à travers cette représentation nous avons également une vision des champs techniques plus ou moins proches. Par exemple, l'alimentation animale est au carrefour de plusieurs autres solutions potentielles, alors que les préparations médicinales forment une grappe bien indépendante des autres.

Finalement, la cartographie représentée à travers la figure 10 a été soumise aux experts du groupe Avril pour obtenir leur avis. Notons dès à présent que la présentation de ces résultats et les explications associées à la lecture d'une telle carte doit obéir à plusieurs règles pour permettre une compréhension rapide des personnes mobilisées. Notamment **présenter de premières recommandations sur l'orientation de la suite de l'étude**, en fonction des activités de la firme. Nous reviendrons plus en détail sur ces points de communication avec le reste de l'équipe dans le chapitre 4.

A ce stade de l'étude et compte tenu des domaines de compétence d'Avril, nous proposons de pousser davantage les analyses sur quatre champs techniques représentés dans la figure 10. A savoir : les **biocides et désinfectants, les modes de traitement de l'eau et des déchets, la partie se rapportant aux techniques et appareils d'élevage ainsi que la médecine non conventionnelle, ainsi que l'alimentation animale.** Etant donné la taille importante du corpus, nous cherchons dès à présent à limiter les résultats à ceux qui peuvent potentiellement intéresser Avril, afin de faciliter l'identification précise des technologies.

Encadré n°10 : Point d'étape

Plusieurs points ressortent de ce graphique :

- Une forte volumétrie des médicaments en comparaison des autres catégories. L'explication vient principalement de la forte propension à breveter de la pharmacie.

- Une forte proximité entre les méthodes de traitement de l'eau, les appareils pour l'élevage et l'alimentation animale

- Les biocides sont à mi-chemin entre les médicaments et les traitements de l'eau ou l'alimentation animale

- Une distinction nette se fait entre les méthodes curatives et préventives

- Compte tenu des activités du groupe Avril, nous décidons d'étudier plus précisément quatre des sept communautés, à savoir l'alimentation animale, les méthodes de traitement de l'eau et des déchets, les appareils pour l'élevage et médecines alternatives, et les biocides et désinfectants.

2.2. Une première sélection des solutions à fort potentiel pour l'entreprise

La figure 10 donne une identification générale des brevets compris dans notre portefeuille, mais pour répondre à notre objectif, nous avons besoin d'un niveau de précision plus important. Pour cela, nous avons travaillé sur une méthode permettant leur identification malgré le grand nombre de données qui nous servent de référence.

Nous commencerons par voir comment traiter le corpus de brevets à partir de la cartographie définie précédemment, pour déterminer quelles sont les solutions techniques qui peuvent présenter un intérêt pour le groupe Avril. Nous terminerons ce paragraphe avec les apports du corpus de données scientifiques, qui nous donnent un aperçu des méthodes de soin dans l'élevage qui ne font pas nécessairement l'objet de brevets.

2.2.1. Développement d'une méthodologie : Comment déterminer les solutions techniques répondant à l'objectif de diminution des antibiotiques dans l'élevage

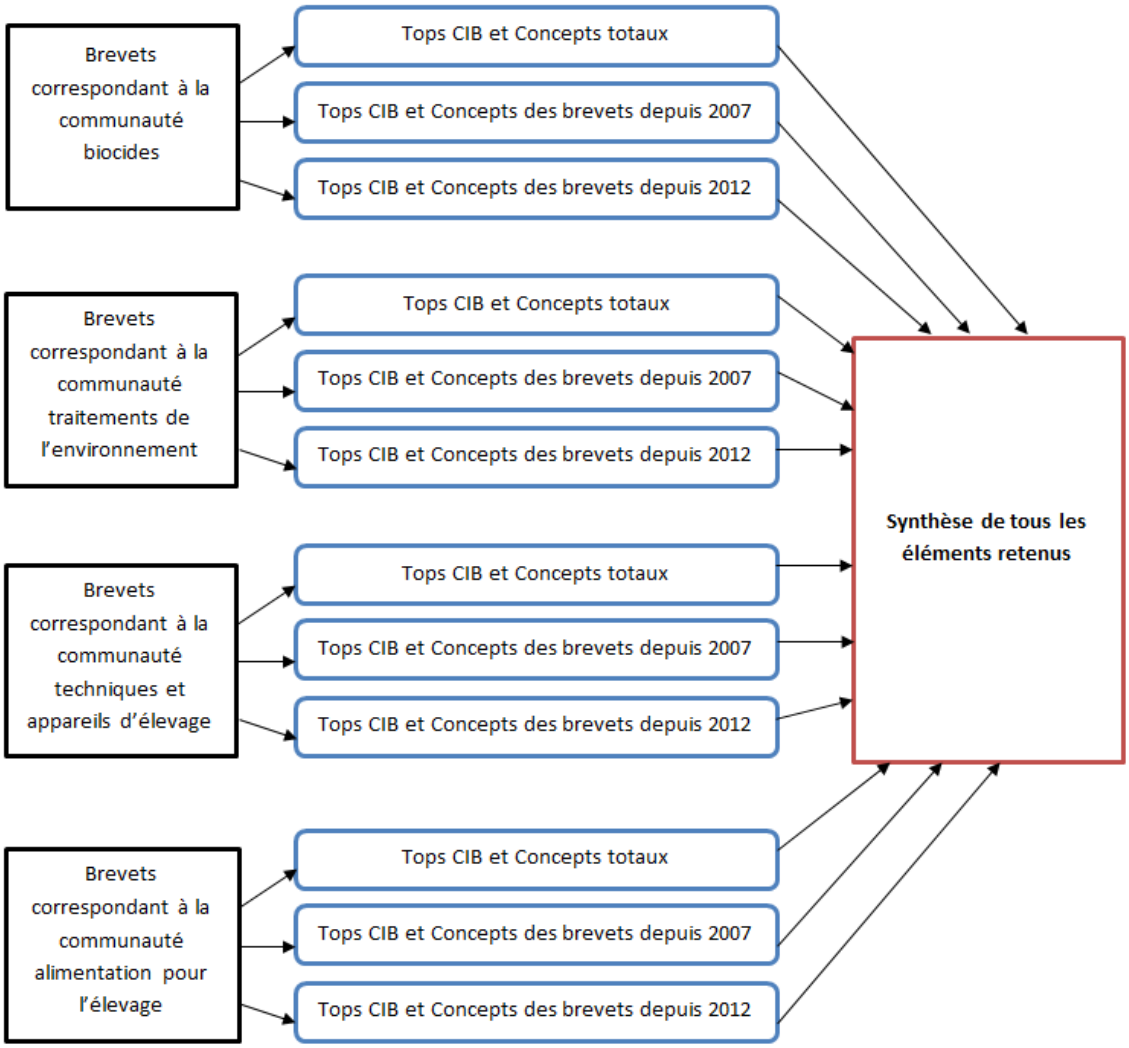
En concentrant la suite de nos analyses sur quatre communautés techniques et non sept comme nous en avions initialement représentés à travers la figure 10, nous limitons le

nombre de brevets à étudier. Cependant, ils restent trop nombreux pour que nous puissions seulement regarder les documents associés à chaque **groupe CIB** et en déduire la composition exacte de notre portefeuille. Il nous faut donc mettre au point une méthode en entonnoir, pour obtenir une vision précise, sans pour autant que la perte de temps associée ne soit trop conséquente.

De plus, pour éviter les biais liés au CIB, nous décidons de compléter leurs apports par ceux des **concepts.** Ces derniers peuvent être compris comme les mots clés relatifs à la technologie développée dans le brevet. Tout comme les CIB, ils vont nous aider à cerner le contenu technique composant le corpus.

Ces deux indicateurs sont complémentaires, dans le sens où les concepts offrent plus de liberté sur l'expression de ce contenu, du fait de l'absence de limites imposées par le cadre relatif à une classification internationale. Nous pensons ici particulièrement au cas des nouvelles technologies, qui lors de leurs premières années d'existence, peuvent ne pas trouver de réelle concordance avec les catégories de la CIB. Elles pourront de fait être détectées à l'aide des concepts. Schématiquement, nous pouvons représenter la façon de procéder à cette étape selon le déroulement présenté dans la figure 11 suivante.

Figure 11 : Mise en évidence des éléments technologiques composant les brevets du corpus



Source : Auteur

Comme nous pouvons le voir à travers la figure 11, nous répétons les mêmes opérations sur chacun des quatre sous corpus créés. Pour obtenir ces derniers, nous utilisons l'outil de traitement de données Intellixir. Nous croisons les résultats de la requête générale précédemment importés, avec les groupes CIB qui composent chacune de nos communautés. Etant donné que des liens existent entre ces communautés, un même brevet peut se retrouver dans plusieurs des quatre cases de départ. Ces doublons ne sont pas problématiques, l'objectif étant avant tout de ne pas passer à côté de brevets pertinents pour nos questions.

Pour l'étape centrale, nous procédons par une segmentation temporelle. En nous intéressant tout d'abord aux principaux concepts et groupes CIB de chaque sous corpus, puis à des indicateurs pour les dix dernières années puis sur les cinq dernières années. Ce procédé a plusieurs avantages.

- Le premier est directement lié à la volumétrie de ces nouveaux portefeuilles brevets. En effet, le plus petit est celui relatif aux modes de traitement de l'environnement et de déchets avec 829 documents, alors que le plus volumineux, à savoir les techniques d'élevage et de médecine non conventionnelle, en compte 12 896. Une fois de plus, ce nombre est beaucoup trop fort pour permettre un traitement un par un. **Etudier de plus petits groupes nous permet une meilleure visualisation globale.**

- Le second avantage vient d'une représentation précise des dernières solutions brevetées. Une technologie très récente, par conséquent peu brevetée, risque malgré nos sous corpus de passer inaperçue, noyée dans la masse. Or, en nous intéressant aux brevets sur les dix dernières années, la probabilité de les détecter est plus importante.

- Enfin, ajouter une plage temporelle intermédiaire permet également de pouvoir comparer l'évolution des différentes technologies identifiées comme nous le verrons dans le point. **Cette représentation en dynamique de la composition technique de notre corpus nous permet une vision de la trajectoire suivie.**

A la fin de ce processus, nous obtenons quatre listes très importantes de technologies, que nous regroupons dans un premier temps pour en supprimer les doublons. Comme expliqué précédemment, un même brevet peut se retrouver dans plusieurs sous corpus, augmentant la probabilité d'obtenir des résultats similaires.

Une fois ce premier nettoyage effectué, nous comparons les résultats entre groupes CIB et concepts, qui peuvent également présenter des similitudes. Pour ne garder au final qu'un seul exemplaire de chaque technologie présente, de sorte à obtenir une liste la plus exhaustive possible *(annexe n°3).*

2.2.2. Détection des catégories de solutions au plus fort potentiel parmi la multitude de solutions identifiées

Il suffit de regarder l'annexe 3 pour s'apercevoir que le nombre de technologies qui composent notre corpus est très élevé. Le premier objectif d'identification des solutions techniques pouvant apporter une réponse à la surutilisation des antibiotiques est atteint. Le second porte désormais sur la **détection du potentiel de ces solutions pour les groupe Avril**. Or, compte tenu du temps nécessaire pour réaliser une étude complète sur une technologie, il est indispensable à ce stade de faire un choix sur celles à analyser.

Plusieurs façons de procéder sont envisageables. Si l'entreprise a déjà une idée très précise des technologies pertinentes pour son activité, en regardant la liste précédente et qu'elles restent en quantité raisonnable, nous pouvons partir de la proposition des commanditaires.

Mais l'analyste peut également faire lui-même un premier choix, en se basant sur ses connaissances des activités de l'entreprise et sur une analyse rapide des différents tableaux précédents obtenus *(annexes n°4 à 11).* Dans ce cas, **la validation finale par les demandeurs est requise.** Nous allons faire la démonstration du mode d'opération dans le cas de la seconde option.

- Nous commençons par reprendre les tableaux des annexes 4 à 11. Précisons ici que nous aurons pris le soin de lister les éléments composant ces tableaux par ordre décroissant d'occurrences. Ainsi, les technologies qui se situent en haut du tableau sont celles qui sont le plus souvent représentées dans notre corpus, à l'inverse des dernières. Nous allons comparer les éléments technologiques selon la plage temporelle (en colonne) choisie. Nous répétons l'opération pour les concepts et pour chaque catégorie identifiée.

  Le but dans un premier temps est de vérifier si des technologies apparaissent dans les deux colonnes correspondant aux périodes les plus récentes (depuis 2007 et depuis 2012) mais pas dans la représentation générale. Cela signifierait d'une part que ces technologies auraient été cachées parmi toutes celles qui sont visibles sur la temporalité totale. Et d'autre part qu'elles ont été davantage brevetées au cours des dernières années. **Donc qu'elles sont sur une dynamique croissante synonyme de potentielle rentabilité.**

- Dans un second temps, nous regardons si l'ordre dans lequel certaines technologies apparaissent a beaucoup bougé. Est-ce que certaines technologies qui sont parmi les plus nombreuses sur la période totale n'ont pas fortement chuté sur la période récente, ou inversement ? Ces changements nous indiquent des évolutions relatives de dynamiques et donc du potentiel associé. Evidemment, il ne s'agit que de premiers résultats dont il ne faudra pas se satisfaire. Ils ne sont là que pour orienter les choix dans les technologies à analyser plus précisément, afin de réaliser un tri pour permettre de mener un travail de qualité pour la suite.

  Ces conclusions basées sur des éléments de dynamique volumétrique devront toujours être mis en regard des compétences détenues par la firme. En effet, une technologie a priori en croissance mais sur laquelle l'entreprise ne se positionnera jamais ne présente que peu d'intérêt pour une étude approfondie. Nous donnons davantage d'éléments d'interprétation des tableaux des annexes 4 à 11 ci-dessous. Ce sont ces dernières qui nous permettront de déterminer quelles sont les technologies qui présentent a priori un potentiel pour l'entreprise.

- Biocides :

D'après l'annexe 4, les codes CIB relatifs aux médicaments présents dans le sous corpus des biocides et désinfectants sont de moins en moins bien classés comparé aux autres groupes. Nous pouvons en conclure une tendance à la baisse de dépôts de ces brevets, au profit de ceux portant sur des innovations relatives à des produits biocides. Notamment les **désinfectants**, les **nématicides** et les **plantes à fleurs** qui se classent mieux sur les groupes CIB déposés depuis 2012 qui sur les groupes CIB totaux.

Dans le groupe de tête, les **fongicides** et les **arthropodicides** suivent également une trajectoire ascendante. Un nouveau groupe fait son apparition dans la catégorie des brevets les plus récents, à savoir les **compositions de revêtement avec effets.** Cette seule présence dans la colonne la plus récente implique un très faible nombre de brevets déposés avec ce groupe, mais des brevets récents. Raison pour laquelle il n'apparait pas dans les deux premières colonnes.

Concernant les concepts *(annexe n°5)* de cette catégorie technologique, ils sont assez peu caractéristiques du domaine technologique, ce qui se traduit par un faible nombre de termes présents dans notre tableau. Il est donc difficile d'observer de forts changements. Nous pouvons seulement faire le lien avec le tableau des groupes CIB précédent en remarquant que les concepts d'insecticide et d'acaricide sont bien présents.

- Traitements de l'environnement :

L'annexe n°6 prouve que les groupes CIB portant sur les médicaments sont en nette décroissance, n'apparaissant même plus dans la catégorie la plus récente. En revanche les quatre technologies de tête ne bougent pas. Le **traitement de l'eau** (biologique ou non) la **désinfection de l'air** et les **procédés ou appareils de désinfection** sont les plus brevetées.

De plus, les groupes relatifs à **l'élevage et à l'obtention des animaux** sont de plus en plus présents. Du fait de leur présence dans ce sous corpus, nous pouvons noter un rapprochement de plus en plus fort entre les techniques d'élevage et les méthodes de traitement de l'environnement des animaux.

En ce qui concerne les concepts principaux *(annexe n°7),* les trois premiers restent les mêmes, à savoir bactéries, désinfection et eau. Nous avons donc des technologies de **désinfection de l'eau**. Ce qui est confirmé par d'autres termes qui y sont relatifs et qui apparaissent également dans ce tableau, correspondant à ce que nous venons d'observer pour les groupes CIB.

En revanche, deux concepts connaissent une très forte croissance sur les deux périodes récentes, à savoir l'**eau de boisson** et les **nutriments.** Ainsi, les brevets qui portent sur ces aspects de la technologie gagnent en popularité. Enfin, toujours en très petit nombre,

l'apparition de deux concepts en lien sur la période la plus récente, à savoir les **probiotiques** et les **bactéries viables**.

Contrairement à la catégorie ciblant les biocides, on en apprend davantage sur les dynamiques des technologies grâce aux concepts qu'aux groupes CIB. Cela vient de la spécificité des CIB qui couvrent mieux certains aspects technologiques que d'autres, d'où l'intérêt d'avoir recours à ces deux types d'informations pour mettre au point une liste aussi complète que possible des technologies apparaissant dans notre corpus.

- Techniques d'élevage :

Dans cette catégorie nous retrouvons le même groupe de tête, orienté sur des **médicaments** et technologies relatives à des **soins chimiques** *(annexe n°8).* Une hausse des brevets portant sur des **aspects génétiques** ou sur l'utilisation de **virus** est également visible. Différentes technologies sont regroupées sous ces classifications, notamment les **vaccins**, l'utilisation de **bacteriophages** ou encore des **techniques de mutation** permettant l'augmentation des résistances génétiques des animaux.

Nous remarquons une forte amélioration de la position des brevets portant sur la **modification de la qualité nutritive des aliments**. Enfin, les **nanobiotechnologies** apparaissent sur les deux dernières périodes alors qu'elles sont absentes des CIB de la temporalité totale.

Si avec les groupes CIB, les médicaments semblent garder une bonne position, ce n'est en revanche pas ce qui ressort de l'analyse des principaux concepts *(cf annexe n°9).* De même, si les technologies génétiques ont une place croissante dans les groupes CIB, le terme de vaccin est en revanche de moins en moins rencontré dans les brevets. Ce qui peut laisser entendre que les autres aspects de la classification génétique sont en hausse.

A l'inverse, les termes **dietary supplement** et **antioxidant** apparaissent récemment, en accord avec l'observation précédente concernant la modification de la qualité nutritive des aliments.

- Alimentation animale :

Les groupes CIB portant sur des aspects **génétique** et **médicament** connaissent une légère chute sur les périodes récentes *(annexe n°10).* A l'inverse, d'autres bénéficient d'une dynamique positive. C'est le cas des brevets relatifs à la **modification de la qualité nutritive des aliments** (que nous avions déjà noté pour la catégorie précédente), sur les technologies à base de **virus**, ainsi que sur le **traitement des protéines pour l'alimentation**. Enfin, quatre groupes CIB apparaissent sur les deux dernières périodes, à savoir les **aliments contenant des additifs**, le **traitement des aliments**, les **plantes à fleurs** et les **nanobiotechnologies**.

Les apparitions et disparition des concepts dans cette catégorie sont assez singulières *(annexe n°11).* En effet, concernant les **vaccins**, le concept n'est bien classé que sur la période totale. Il a disparu de la liste de la période des dix dernières années, mais revient faiblement sur les cinq dernières années.

De même en ce qui concerne les **additifs et suppléments**. Ils ont connu une bonne dynamique sur les dix dernières années, mais chutent sur la période la plus récente. Une analyse plus poussée serait donc intéressante pour voir quelle est la réelle trajectoire. Les **probiotiques** suivent le même schéma, la même conclusion s'impose. Le terme **prebiotique** est également présent sur les deux dernières périodes. Pour ce qui est des **vitamines**, ce concept est bien placé dans les trois colonnes, il s'agit donc d'un aspect de la technologie qui a toujours fait l'objet de beaucoup de brevets.

Une autre remarque vient du concept de **prévention**, qui est le terme qui ressort le plus récemment. Ainsi, concernant les technologies d'alimentation animale, l'aspect préventif est le plus important, là où le curatif prenait les devants dans la catégorie portant sur l'élevage de façon générale. Par conséquent, **les technologies de cette catégorie ne sont pas en concurrence directe avec les antibiotiques, mais leur sont complémentaires.**

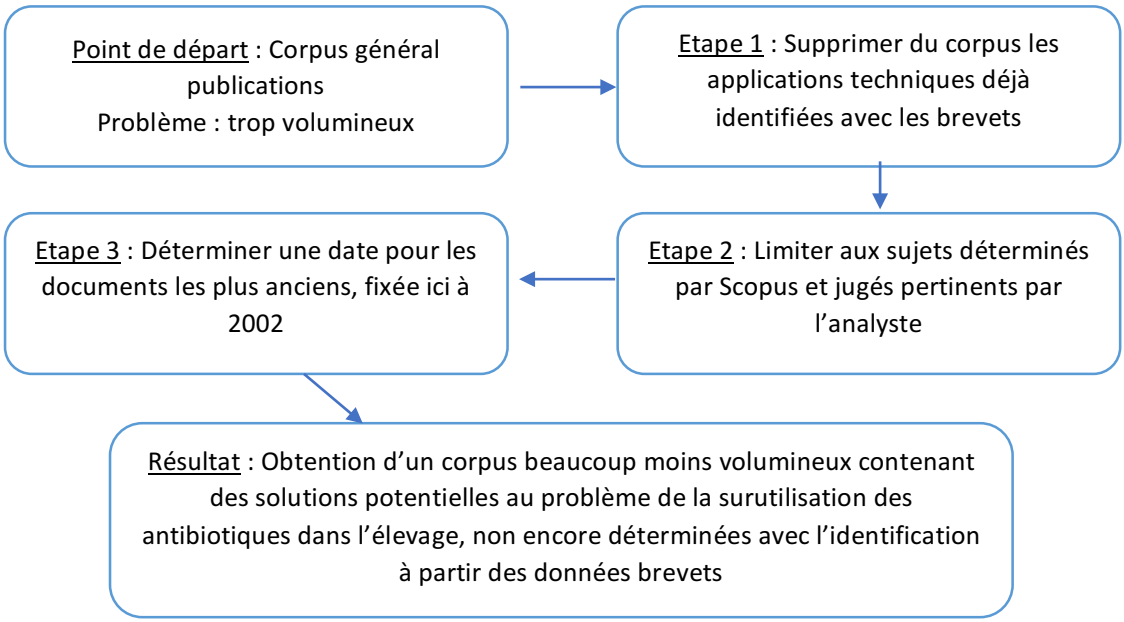
Enfin, beaucoup de nouveaux concepts apparaissent sur la dernière période. Ce qui est le cas principalement des **antioxydants,** qui arrivent directement en troisième position, des **nutriments**, et des **acides aminés**. Ces aspects de la technologie semblent donc faire l'objet de nombreux projets de recherche actuellement.

2.2.3. Un complément aux manques de données brevets par les publications scientifiques

L'identification des solutions scientifiques et techniques contenues dans le corpus des publications doit être vue comme un complément à celle déjà réalisée précédemment, à partir des données brevets. Comme déjà exposé, leur volumétrie plus limitée ainsi que la présence des codes de classification internationale facilite le travail d'identification des brevets, raison pour laquelle nous avons commencé par leur analyse.

Cela dit, **tout n'est pas brevetable**. Il est par conséquent important de vérifier s'il n'y a pas certaines techniques permettant une diminution de l'utilisation des antibiotiques dans l'élevage, qui seraient évoquées dans les publications scientifiques et non dans les brevets. L'objectif est de donner une vision générale du champ des possibles à l'entreprise. Pour cela nous avons mis en place le procédé suivant, basé sur notre expérience au sein du groupe Avril.

Figure 12 : Méthodologie d'identification des solutions non brevetées



Source : Auteur

Comme indiqué au travers de la figure 12, nous partons des données obtenues grâce à la requête adaptée à Scopus *(annexe n°2).* Le premier problème vient de la taille du corpus obtenu. Même en resserrant au maximum la requête nous obtenons plus de 600 000 résultats. Ce chiffre est dû à l'objectif principal de notre étude, à savoir réaliser un panorama aussi complet que possible des différentes solutions qui pourraient permettre de diminuer l'ampleur du phénomène d'antibiorésistance. Nous ne pouvons donc réduire davantage la taille du corpus sans prendre le risque d'éliminer certaines de ces solutions de nos résultats. Comme pour les brevets, nous faisons le choix de travailler initialement avec du bruit qui sera traité petit à petit à chaque étape.

La première question qui nous occupe porte sur la meilleure façon pour régler ce problème de taille. Il est impossible de déterminer avec précision les champs techniques qui peuvent être abordés à travers les publications avec autant de résultats. De plus, ce sont souvent les solutions qui ne font l'objet que de quelques publications, donc noyées dans la masse, qui présentent le plus fort intérêt pour l'entreprise.

Une autre raison pour laquelle nous cherchons à réduire au maximum la volumétrie des résultats sur lesquels travailler, vient du fait que nous n'allons pas pouvoir procéder à l'identification directement depuis Scopus. Les outils disponibles sur cette base de données ne nous permettent pas d'avoir un aperçu des éléments précis qui composent notre corpus sans avoir à étudier chaque document un à un.

Nous utilisons Intellixir, qui est en capacité de nous renseigner sur les principaux concepts qui composent nos résultats, pour nous permettre d'identifier les aspects techniques

présents. Pour cela, l'importation des résultats obtenus depuis Scopus dans Intellixir est nécessaire. Or, nous ne pouvons procéder à des exports/imports de plus de 2 500 documents, cette opération étant de plus très chronophage. Nous comprenons vite l'intérêt à limiter au maximum ces documents pour réaliser le moins d'exports possibles.

- La première idée à laquelle nous sommes parvenus pour réduire le nombre de résultats à étudier, est **l'élimination de tous les documents qui portent sur des solutions déjà identifiées à partir des données brevets**. En effet, nous savons qu'elles existent, nous n'avons donc pas besoin de les voir de nouveau à travers les publications scientifiques.

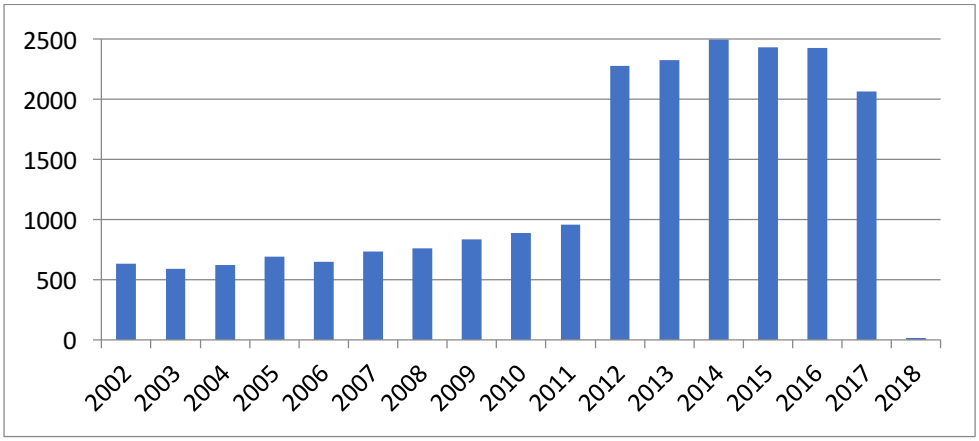
  Une seconde requête est alors créée, avec des mots clés relatifs aux technologies déjà identifiées, tous reliés par l'opérateur « ou ». Nous allons exclure de notre requête générale les résultats obtenus avec cette seconde requête axée sur les technologies identifiées. Tout en faisant attention à ne pas prendre le risque d'exclure d'autres technologies non encore répertoriées avec des mots clés trop génériques.

- La deuxième solution pour réduire encore le nombre de résultats est de passer par les champs thématiques de Scopus que nous avons déjà évoqués lors de la requête (section 1). Les documents sont classés dans de grandes catégories en fonction de leur sujet d'étude, ainsi que du type de journal dans lequel ils sont publiés. En limitant les résultats aux documents classés dans des catégories pertinentes, nous appliquons un second filtre.

- La dernière idée est de **déterminer une plage temporelle permettant de réduire encore davantage le corpus.** Nous décidons de remonter jusqu'à 2002, soit quinze ans en arrière. Cela permet de limiter le nombre de résultats, tout en ayant suffisamment de données pour des représentations en dynamique.

Une fois la nouvelle base créée sur Intellixir, nous obtenons un peu plus de 20 000 résultats. En s'intéressant à la dynamique temporelle des publications représentées à travers la figure 13 ci-dessous, nous constatons que leur nombre reste relativement stable jusqu'en 2011. Ce n'est qu'à partir de 2012 qu'il a plus que doublé. Nous commençons par déterminer les mots clés qui ressortent de trois périodes. La première allant de [2002-2011], la seconde de [2012-2014] et la dernière de [2015-2018]. Cela nous permet d'avoir des catégories homogènes au niveau de la taille, pour avoir un aperçu plus précis de la composition de chacune de ces catégories.

Figure 13 : Répartition temporelle des publications scientifiques :



Source : Auteur ; données issues de Scopus

Une fois les trois catégories créées nous nous intéressons aux principaux concepts et descripteurs qui y sont rattachés. Les descripteurs sont souvent ce qu'il y a de plus utilisé dans le cas des publications scientifiques. Ils correspondent aux mots clés qui ont été déterminés par les auteurs et les journaux où ils sont publiés. Les concepts sont plus flous puisqu'ils reposent sur une analyse textuelle des abstracts et des titres des publications. Or, nous n'avons pas accès à l'algorithme utilisé. Cela dit, ils peuvent présenter un intérêt en complément des descripteurs. C'est pourquoi nous allons utiliser ces deux indicateurs pour déterminer les principaux éléments scientifiques et techniques qui ressortent de notre corpus, qui peuvent être considérés comme une solution potentielle à notre problématique.

Nous commençons par extraire les principaux concepts et descripteurs de chacune de nos catégories. Puis, parmi tous les termes répertoriés, nous faisons un premier tri sur ceux évoquant effectivement une solution potentielle. Nous sélectionnons ensuite ceux qui n'ont pas été abordés à travers l'identification faite à partir des données brevets. Un second tri en supprimant les doublons est ensuite effectué. Nous répétons l'opération sur les deux colonnes concepts et descripteurs, pour n'avoir plus qu'une seule liste des solutions potentielles permettant une réduction de l'utilisation des antibiotiques dans l'élevage *(annexes n°12 et 13).*

A l'issue de ce processus, quatre nouveaux mots clés ressortent, à savoir « biocontrol », qui fait référence à des **méthodes de biocontrole animal.** « Innate immunity », avec des publications évoquant la possibilité **d'amélioration de l'immunité naturelle des espèces animales**. « Management », qui renvoie à des **techniques de bonne gestion d'élevage**. Et « organic » pour mettre en avant l'impact des **modes d'élevage biologique** en matière de consommation d'antibiotiques et de santé du troupeau.

L'identification des solutions potentielles à partir des données scientifiques nous permet de voir qu'elles ne sont pas toutes brevetées. **Les publications apportent un regard**

complémentaire. Cette étape nous permet donc de compléter le panorama de l'ensemble des solutions envisageables demandé en premier objectif par le commanditaire. Ces quatre possibilités mises en avant à travers cette dernière étape ne feront pas l'objet d'études plus approfondies, comme nous avons décidé de le faire pour les quatre technologies brevetées mises en avant à la fin du point précédent.

Conclusion de section :

Suite à ce travail d'identification, plusieurs solutions scientifiques et techniques au problème de la surutilisation des antibiotiques dans l'élevage ressortent. Or, même avec une réduction de ces résultats en ne sélectionnant que ceux qui peuvent présenter un intérêt pour le groupe, plus d'une vingtaine de possibilités subsistent. Ce nombre est beaucoup trop important pour pouvoir mener des analyses pertinentes sur chacune de ces possibilités.

Compte tenu du temps que nous avions pour réaliser ce travail, nous proposons de comparer les potentiels de quatre de ces solutions. Plusieurs propositions ont également été faites à l'entreprise, mais à ce stade la validation finale lui revient. Après quelques échanges nous avons conclu que parmi la liste ci-dessus, quatre solutions se démarquaient de leur point de vue. Il s'agit des **additifs alimentaires,** des **bactériophages**, de l'**eau de boisson**, et des **prébiotiques/probiotiques**.

Section 3 : L'intelligence technologique pour caractériser l'environnement technique des solutions potentielles et les opportunités associées

L'évolution du paradigme du tout antibiotique amène le groupe Avril à reconsidérer sa position sur le marché de l'élevage, notamment sur la place qu'il peut occuper pour répondre à la question de la santé. D'après la littérature, pour s'adapter à un environnement turbulent une entreprise mobilise un ensemble de méthodes organisationnelles et managériales, avec pour but de comprendre les changements en cours et de pouvoir y répondre (Labrouche, 2014).

En 1997, Ashton et Klavens évoquaient déjà le rôle de l'intelligence économique et compétitive pour l'identification des menaces et opportunités technologiques. Ces conclusions sont à l'origine de la construction de ce chapitre et doivent permettre, à l'issue de cette section, d'avoir une idée des opportunités que présentent les technologies que nous avons décidé d'étudier.

Avant toute chose, il est important pour le décideur d'avoir une vision de l'environnement externe des technologies étudiées (Aguilar, 1967 ; Martre, 1994), pour lui en permettre une meilleure compréhension et ainsi aider à la mise en place d'une stratégie plus cohérente. Il s'agit de l'objectif visé à travers le premier paragraphe. Pour ce faire, nous mobiliserons principalement des indicateurs brevets classiquement utilisés dans la littérature portant sur l'intelligence brevets. Ces indicateurs sont notamment utilisés au sein de la plateforme Via Inno, dans le cadre de laquelle cette thèse s'inscrit.

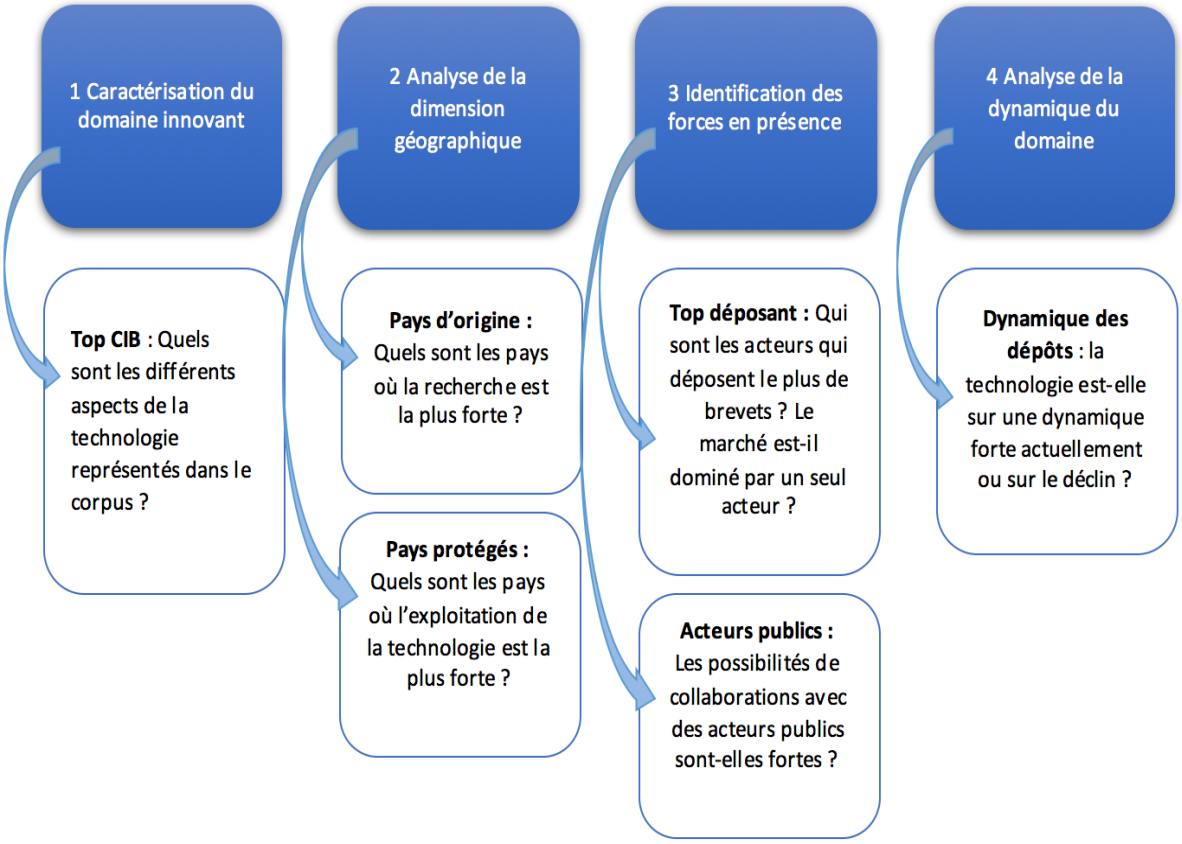
Ce ne sera que dans le second paragraphe que nous aborderons concrètement la notion d'opportunités, à travers des indicateurs plus élaborés. L'utilisation de l'intelligence technologique pour détecter certaines opportunités doit permettre l'innovation à travers la surveillance et l'analyse de projets de R&D, ainsi que de l'activité des dépôts de brevets (Flynn et al, 2003 ; Rohrbeck et Gemünden, 2011).

D'autres travaux ont également été développés pour combiner l'intelligence technologique avec l'identification d'opportunités. Notamment la méthode développée par Yoon et Park (2005), et Yoon (2008), appelée « TechPioneer ». Elle permet l'identification de solutions techniques existantes ainsi que des territoires sur lesquels elles peuvent se développer. La plus ancienne référence remonte aux années 1990 avec le TOA (Technology Opportunities Analysis) développé par l'institut Georgia Tech, notamment à travers deux écrits (Porter et Detampel, 1995 ; Zhu et Porter, 2002). L'objectif porte sur l'identification de technologies émergentes à travers l'analyse de données brevets, ce qui a donné naissance au logiciel VantagePoint.

3.1 La caractérisation des technologies sélectionnées pour une définition de leur environnement

Pour les analyses présentées dans ce premier paragraphe, nous optons pour une caractérisation générale de l'environnement technique, dans le but de donner une vision générale des technologies étudiées. Plusieurs indicateurs régulièrement utilisés dans la littérature vont ici être présentés et appliqués dans le cas des quatre solutions présentées. Ces indicateurs sont divisés en quatre catégories à savoir la **caractérisation du domaine innovant**, **l'analyse de la dimension géographique**, **l'identification des forces en présence**, **et l'analyse de la dynamique du domaine innovant**, telles que mises en avant par Flamand (2016). Nous pouvons synthétiser le travail réalisé par la suite à travers la figure 14.

Figure 14 : Caractérisation de l'environnement technique des solutions identifiées



Source : Auteur

Nous rappelons que l'objectif ici n'est pas de faire une liste exhaustive de tous les indicateurs qui peuvent exister, mais seulement de mettre en place ceux qui nous permettent de disposer d'une connaissance générale de l'état de la technologie. Ces indicateurs sont beaucoup trop

nombreux pour pouvoir être tous présentés. De plus, il est toujours possible pour l'analyste de « créer » des indicateurs selon ses besoins. En effet, comme nous avons pu le voir à travers la section 1, ils doivent être sélectionnés par avance, dans le but de répondre à une question posée par le demandeur. Cela pour éviter toute perte de temps inutile et toute information non pertinente qui discréditerait le travail effectué. **A ce stade de l'étude, nous privilégions les indicateurs simples et rapides à mettre en place**.

3.1.1 Caractérisation technologique

Pour chacun des quatre champs techniques retenus (additifs alimentaires, eau de boisson, phages et probiotiques), nous avons mis en place une nouvelle requête sur Orbit et Scopus, afin d'obtenir des corpus de données représentatifs. Ces requêtes sont détaillées en annexes n°14 et 15.

Dans cette partie de l'analyse, il s'agit **d'identifier les différentes activités** impliquées dans la catégorie étudiée. De l'amont à l'aval. Pour cela, les tableaux présentés en annexes 16 à 19 permettent de vérifier la pertinence des requêtes, raison pour laquelle cet indicateur est le premier à être mis en place. En effet, il est facile de voir si les brevets obtenus sont pertinents ou non avec cet outil, grâce à l'intitulé des codes CIB qui est explicite. Nous pouvons également déterminer les champs techniques en lien avec notre cible d'étude, ainsi que les différentes applications possibles.

Pour des raisons pratiques, les tableaux ne sont pas présentés ici mais en annexe (n°16 à 19). Nous présentons dans ce point les remarques et conclusions qui peuvent être tirées de cet indicateur.

- A travers le tableau en annexe n°16 relatif aux additifs alimentaires, un **lien fort se distingue entre l'alimentation animale et les préparations médicinales**, avec plusieurs groupes CIB qui y font référence et des occurrences importantes. Ce constat rejoint ce que nous avons pu voir dans le premier chapitre avec la tendance relativement récente des alicaments.

- Avec le tableau suivant (annexe n°17) en lien avec l'eau de boisson, nous avons également **un lien entre l'eau de boisson et les préparations médicinales**. L'explication principale tient au fait que l'eau est un vecteur d'administration de certains traitements pour animaux. Mais notons également la présence de plusieurs groupes CIB relatifs à des appareils spécifiques pour l'abreuvement, ainsi qu'à des traitements de l'eau. **Les solutions techniques proposées passent donc autant par du matériel spécifique que par des méthodes de traitement.**

- Le troisième tableau (annexe n°18) pour les phages, donne des résultats moins précis que les deux précédents. En effet, les renseignements tirés portent davantage sur les compositions des phages que sur de réelles applications potentielles. Ce qui est généralement observé dans le cas de technologies récentes.

- Le dernier tableau utilisé pour cette partie (annexe n°19) présentant les probiotiques, évoque un lien de cette technologie avec les préparations médicinales, ainsi qu'avec l'alimentation animale. Ce dernier point paraît logique puisque souvent, les probiotiques sont administrés à partir de certains aliments.

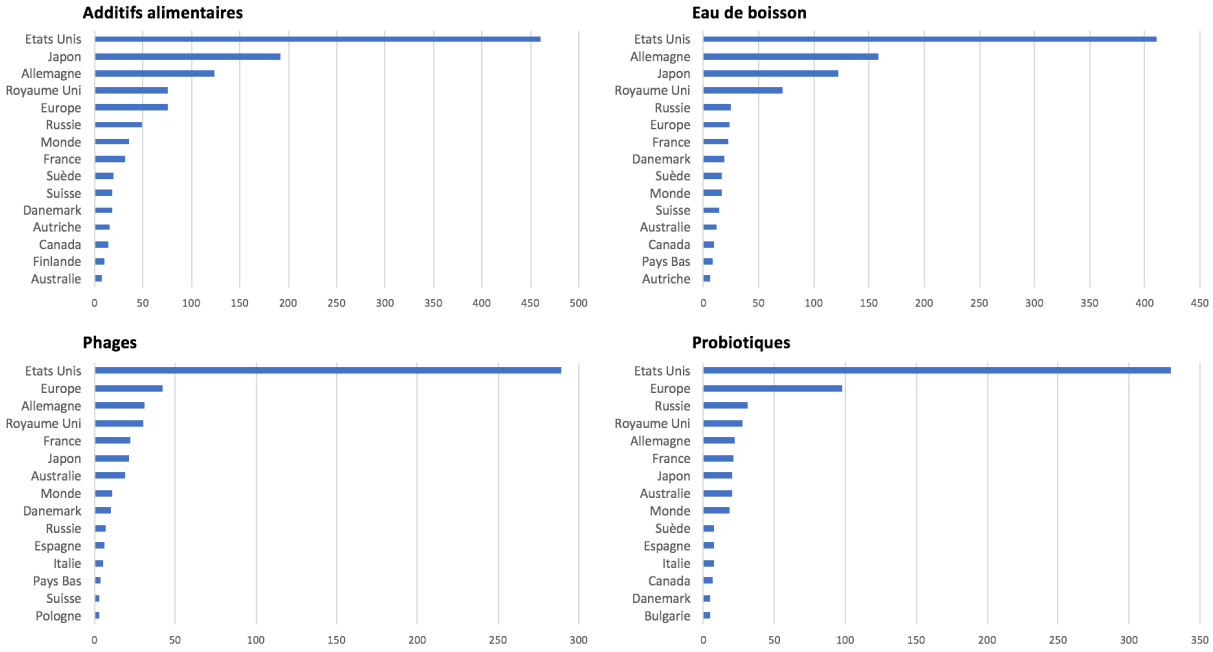
Ces premiers résultats sont cohérents sur chaque sous corpus, et permettent de prouver que ces technologies sont effectivement utilisées à des fins de santé animale. Ces vérifications faites, nous passons aux indicateurs suivants. Ils permettent de comparer les niveaux d'intérêt que représentent chacun de ces champs techniques.

3.1.2. Analyse de la dimension géographique

Concernant les indicateurs à suivre, le principal objectif porte sur la comparaison entre les différents champs techniques identifiés. Nous pourrons ainsi évaluer quels sont les pays où la recherche est la plus importante (figures 15 et 16) et quels sont ceux où un marché potentiel existe (figure 17). Cela dans le but d'obtenir une meilleure connaissance de la répartition géographique des efforts inventifs et des possibilités d'insertion existantes.

Dans le graphique ci-dessous nous avons un aperçu des pays qui déposent le plus de brevets. Il est couramment admis que le pays dans lequel le brevet est déposé en priorité, correspond au pays dans lequel la recherche a été effectuée. Nous disposons ainsi d'une vision des pays qui investissent le plus pour la recherche concernant ces différentes solutions étudiées.

Figure 15 : Comparaison des pays d'origine des dépôts de brevets des technologies étudiées[52]



Source : Auteur ; données issues de Questel Orbit

- Tous champs techniques confondus, les Etats Unis dominent très nettement en termes de nombre de dépôts de brevets, ce qui est classiquement observé. Cela est dû à plusieurs biais principaux de cet indicateur. A savoir les différences de propension à breveter[53] selon les pays, ainsi que certaines facilités à déposer des brevets selon les offices nationaux. Si la dimension géographique est au centre de la question principale de l'étude, il est par conséquent nécessaire d'aller au-delà des deux indicateurs présentés ici. Nous en verrons des exemples dans le prochain paragraphe.

- Le premier élément à tirer de ce graphique concerne une **similitude dans la répartition géographique des efforts inventifs** des additifs alimentaires et de l'eau de boisson d'un côté, et de celle des phages et des probiotiques de l'autre.

    - Dans le premier cas, malgré une très forte présence des Etats Unis, d'autres pays restent fortement impliqués dans la recherche, notamment le Japon, l'Allemagne et le Royaume Uni.

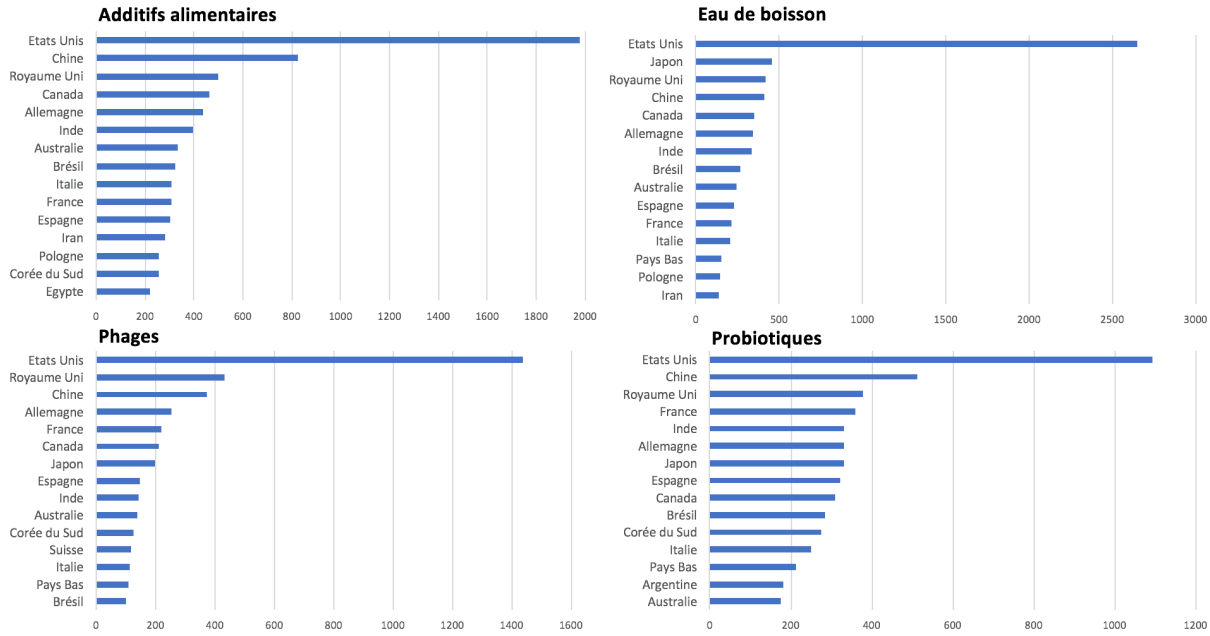
[52] Rappel : dans notre requête nous n'avons gardé que les brevets déposés par des pays développés afin de limiter le volume des résultats tout en conservant une bonne représentation des brevets innovants ayant un potentiel d'insertion sur le marché. Il est donc normal de n'avoir que ces pays de visibles dans nos graphiques, ce qui ne signifie pas pour autant que les autres pays ne déposent pas de brevets.

[53] La propension à breveter peut être définie comme *« la proportion des entreprises innovantes d'une catégorie donnée ayant déposé au moins un brevet »* (Kabla, 1994). Arundel et Kabla (1998) montreront que la propension à breveter dans l'industrie pharmaceutique est beaucoup plus élevée que dans les autres industries.

- Dans le second en revanche, l'activité de recherche par les autres pays reste faible. Seuls des dépôts sous le format « Europe »[54] se distinguent pour le cas des probiotiques.

Mais la localisation des efforts inventifs ne passe pas uniquement par les origines des brevets déposés. Comme nous l'avons déjà vu, les brevets ne sont pas les seuls outputs de l'innovation. Elle peut également se mesurer à travers les publications scientifiques. La figure 16 représente donc l'aspect scientifique de la recherche.

Figure 16 : Comparaison des pays d'origine des publications scientifiques des technologies étudiées



Source : Auteur ; données issues de Scopus

- Une fois de plus, les Etats Unis sont surreprésentés, quelle que soit la technologie étudiée. Là encore, il ne faut pas interpréter ce résultat comme une domination absolue des USA en matière de recherche. Les incitations à la publication et la réputation des journaux américains favorise cette observation.

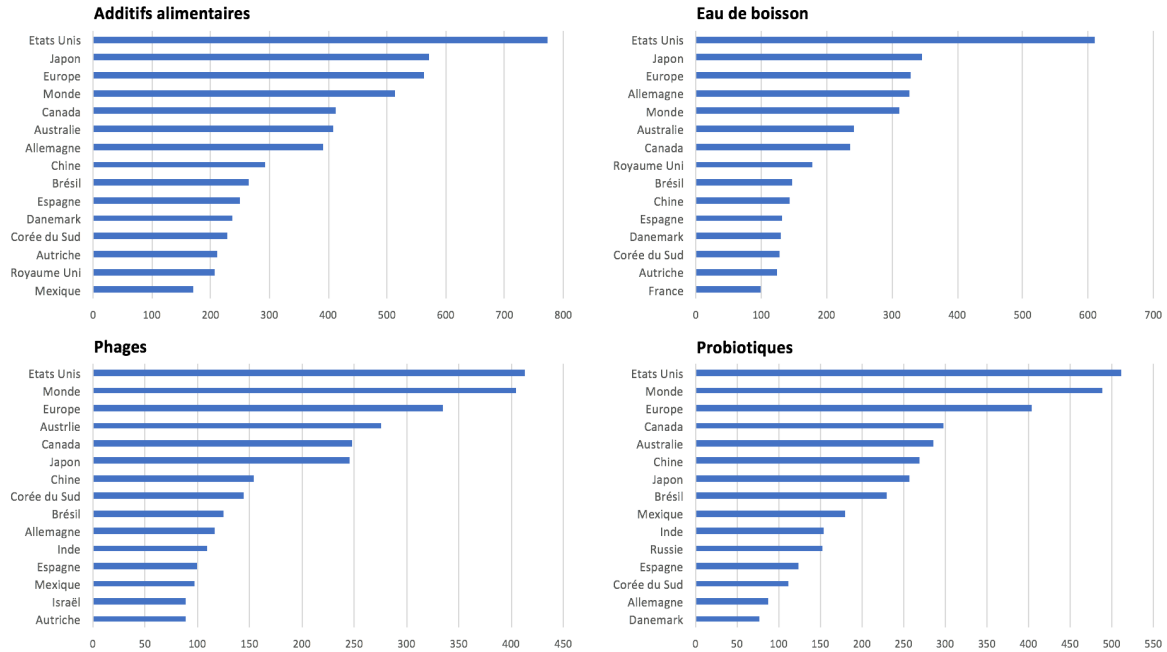
[54] Les formats *« monde »* (WO pour World sur Orbit) et *« Europe »* (EP sur Orbit) correspondent dans l'ordre aux brevets déposés auprès de l'OMPI (Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle) et de l'OEB (Office Européen des Brevets).

- En revanche sur ce graphique**, le cas des probiotiques se distingue dans la proportion représentée** par les autres pays dans la recherche scientifique. En effet, contrairement aux phages notamment et aux technologies relatives à l'eau de boisson, les autres principaux pays contributeurs à la recherche scientifique sont bien représentés dans le cas des probiotiques. Les publications sont donc davantage internationales.

Lorsqu'il est question de la dimension géographique de l'innovation, nous voulons également avoir une vision des marchés sur lesquels un potentiel d'insertion existe. Pour cela, il nous suffit de déterminer les différents pays sur lesquels des brevets ont été déposés, qu'ils soient d'origines ou en extension.

En effet, nous savons que le coût de dépôt et de maintien d'un brevet se compte en milliers d'euros[55]. Par conséquent, si un brevet est déposé dans un pays, son détenteur doit viser une exploitation sur le territoire pour qu'il soit rentable. C'est ce que nous cherchons à savoir avec la figure 17 ci-dessous.

Figure 17 : Comparaison des pays de dépôts des brevets des technologies étudiées



Source : Auteur ; données issues de Questel Orbit

[55] Détails sur le site de l'Inpi (https://www.inpi.fr/fr)

Ce dernier graphique prenant en compte la dimension géographique est davantage orienté débouchés, là où les précédents représentaient les origines de la recherche.

- La répartition des brevets parmi les principaux pays est ici plus homogène. Ce qui implique des **potentiels dans plusieurs zones géographiques**.

- Cela dit, une fois de plus nous pouvons faire une distinction entre les deux graphiques du haut, avec une légère domination toujours des Etats Unis, et les deux du bas où ce n'est pas le cas, avec des extensions Monde et Europe qui sont très forts. Ces types d'extension snot souvent associés à des brevets de valeur plus importante, notamment des brevets qui n'ont pas pour seule vocation d'être bloquants[56]. Dans chacun des quatre cas, des marchés existent dans les principales régions du monde, exception faite de l'Afrique.

3.1.3. Identification des forces en présence

Le lien qui existe entre les pays d'origine de la recherche et les acteurs qui investissent pour déposer des brevets ou publier des articles scientifiques est très fort. En effet, de façon quasi générale, les pays les plus représentés correspondent à la nationalité des principaux acteurs participant à la recherche sur le domaine technique étudié. Notons tout de même une exception déjà évoquée précédemment, à savoir que la réputation de certaines revues américaines contribue à attirer de nombreuses publications par des chercheurs qui ne sont pas nécessairement de cette nationalité.

Les acteurs sont très souvent étudiés dans les analyses technologiques et font régulièrement l'objet d'analyses approfondies. Ils permettent notamment de savoir quels sont les concurrents ou partenaires en matière d'innovation, ainsi que les compétences dont ils disposent réellement.

- Mais une fois de plus, les biais peuvent être multiples concernant les indicateurs classiques, du fait des stratégies en matière de dépôts de brevets qui existent et qui ne sont pas toutes exploitées par les acteurs de la même façon.

- Il y a également le problème de la valeur et du coût des brevets qui se pose, associé à la volumétrie, qui nécessite d'aller au-delà des principaux acteurs pour déterminer quels sont ceux réellement innovants sur un domaine.

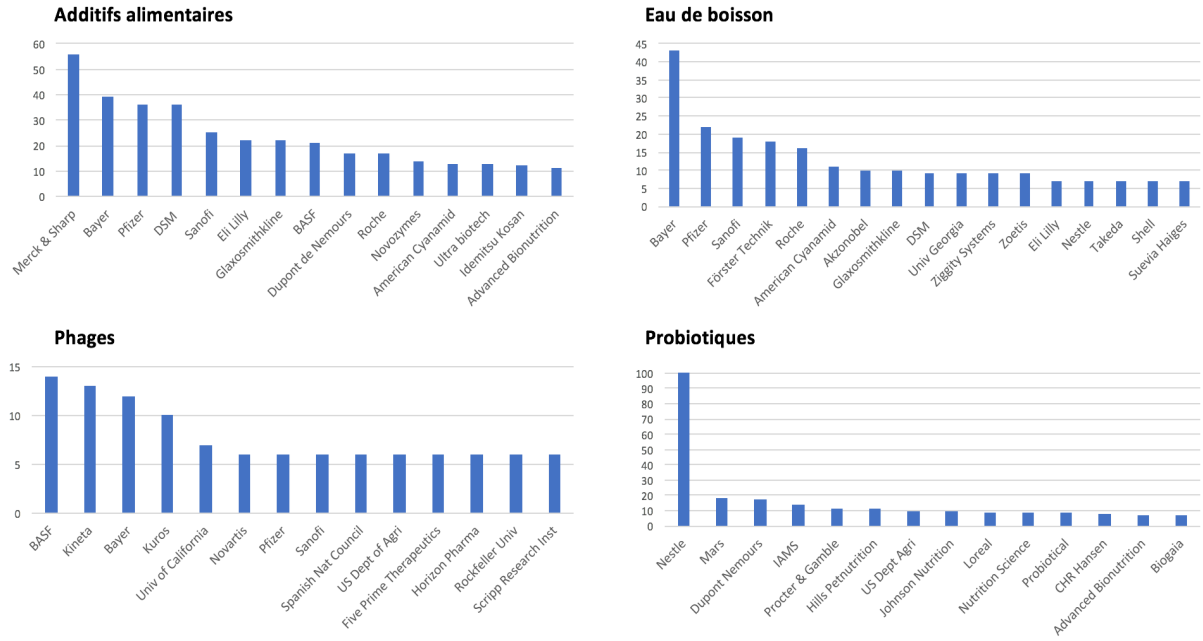
[56] Le brevet bloquant est un terme employé pour désigner une pratique consistant à déposer un brevet dans un but purement stratégique. L'objectif est en effet d'empêcher de potentiels concurrents de développer une technologie en particulier grâce au droit d'exclusivité conféré par le brevet, mais aucunement de l'utiliser à des fins industrielles.

Cependant, ces indicateurs classiques restent simples et rapides à mettre en place. Ils nous renseignent facilement sur les principaux déposants, ceux qui ont un portefeuille brevet imposant, et qui ont donc les moyens de se placer en concurrents gênants.

Nous allons par conséquent présenter ici **les acteurs qui déposent le plus de brevets** sur chaque domaine étudié (figure 18), mais aussi faire la **distinction entre les brevets déposés par industriels privés, et ceux par des institutions publiques** (figure 19). Ces dernières représentent des partenaires potentiels et non des menaces directes comme peuvent l'être les entreprises privées. De plus, une technologie où la majorité des brevets est déposée par des instituts publics est considérée comme faiblement développée, avec des applications encore peu exploitées.

Il est important de préconiser à ce stade l'utilisation du logiciel Intellixir et non d'exporter directement les résultats disponibles avec Orbit de Questel. En effet, l'un des principaux biais de l'analyse des déposants porte sur les différentes orthographes sous lesquelles les acteurs ont pu être enregistrés. Par conséquent, un même acteur peut être interprété comme plusieurs acteurs différents par la base de données si les orthographes diffèrent, ce qui fausse les résultats. Intellixir offre un outil de traitement automatique des affiliations, permettant de faire le rapprochement entre ces acteurs aux orthographes très proches pour les regrouper sous une même affiliation. Il est également possible de compléter ce premier regroupement manuellement. Il s'agit d'une étape fastidieuse mais indispensable pour tous les indicateurs qui, par la suite, porteront sur la dimension des forces en présence.

Figure 18 : Comparaison de principaux acteurs brevets



Source : Auteur ; données issues de Questel Orbit

La répartition des brevets par acteur est propre à chaque champ technique étudié, autant de par la forme de chaque histogramme que par les acteurs présents.

- Dans le cas des **additifs alimentaires** Merck & Sharp se distingue avec un portefeuille plus fournit, mais la différence avec les trois acteurs suivants n'est pas suffisante à en faire un acteur totalement dominant en matière d'innovation.

- Ce qui n'est pas le cas pour les technologies en lien avec l'**eau de boisson**, où Bayer s'impose clairement, avec le double de brevets déposés par rapport au second acteur présent, à savoir Pfizer. Par conséquent, **la concurrence est forte**, il faudra trouver un moyen de différenciation si ce domaine est finalement visé.

- La conclusion est inverse pour la partie sur les **phages**. Les portefeuilles brevets des acteurs sont de petite taille et la distribution est homogène. Il est donc **plus simple d'investir sur cette technologie**, les blocages par d'éventuels brevets sont moins probables.

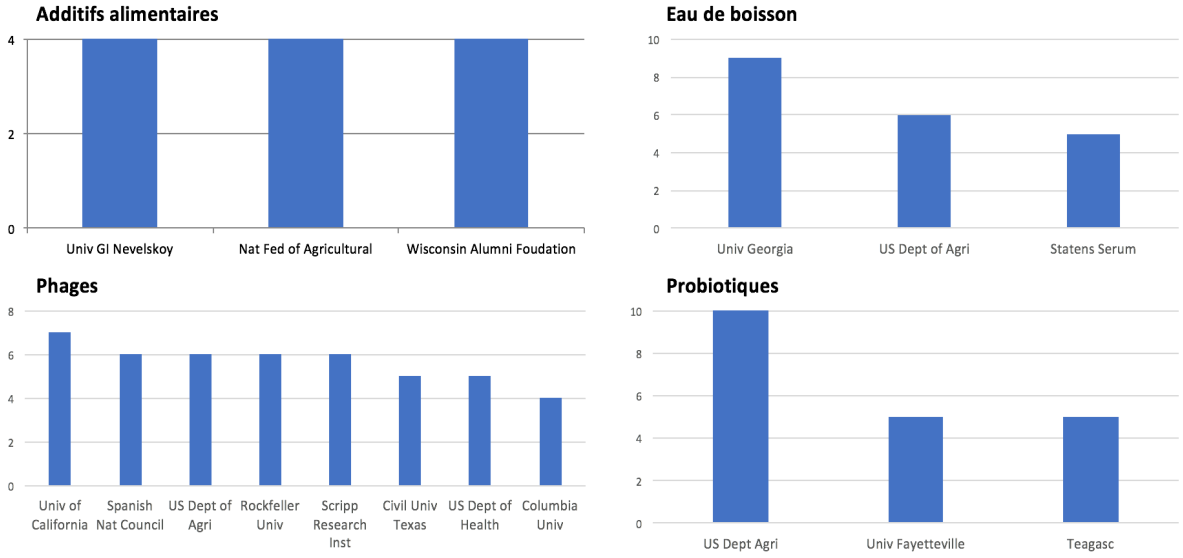
- Enfin, pour le cas des **probiotiques**, la conclusion pourrait être similaire s'il n'y avait pas Nestlé. Cet acteur dispose de moyens financiers lui permettant d'avoir cette stratégie de dépôts massifs. Il s'agit donc évidemment d'un concurrent à ne pas ignorer dans le cas d'investissements sur les probiotiques, tout comme l'est Bayer dans le domaine de l'eau de boisson.

Notons que cet indicateur représente les brevets totaux détenus par les acteurs, mais nous n'avons pas d'idée sur le pouvoir de protection qu'ils possèdent. Nous verrons dans le prochain paragraphe comment prendre en considération la valeur des brevets détenus par ces acteurs, afin d'avoir un aperçu plus précis de l'état de la concurrence exacte en matière d'investissements techniques.

Après avoir vu les principaux acteurs qui déposent des brevets sur nos champs techniques étudiés, nous nous intéressons à ceux qui sont publics (figure 19). En effet, il n'y a pas que les industriels qui déposent des brevets, certains instituts publics en possèdent également. De façon générale, dans le cas où parmi les principaux déposants se trouve une forte proportion d'acteurs publics, la technologie est considérée comme encore peu exploitée. La phase de recherche en est encore à ses débuts, les applications jugées rentables par les entreprises sont encore peu présentes. Et inversement.

De plus, cet indicateur offre une vision plus précise des compétences publiques existantes sur le domaine. Les brevets restent majoritairement un outil utilisé par les acteurs privés. De cette façon, nous avons une meilleure vision des acteurs publics. Ces derniers étant davantage à considérer comme des partenaires potentiels que comme des concurrents.

Figure 19 : Comparaison des principaux acteurs publics brevets



Source : Auteur ; données issues de Questel Orbit

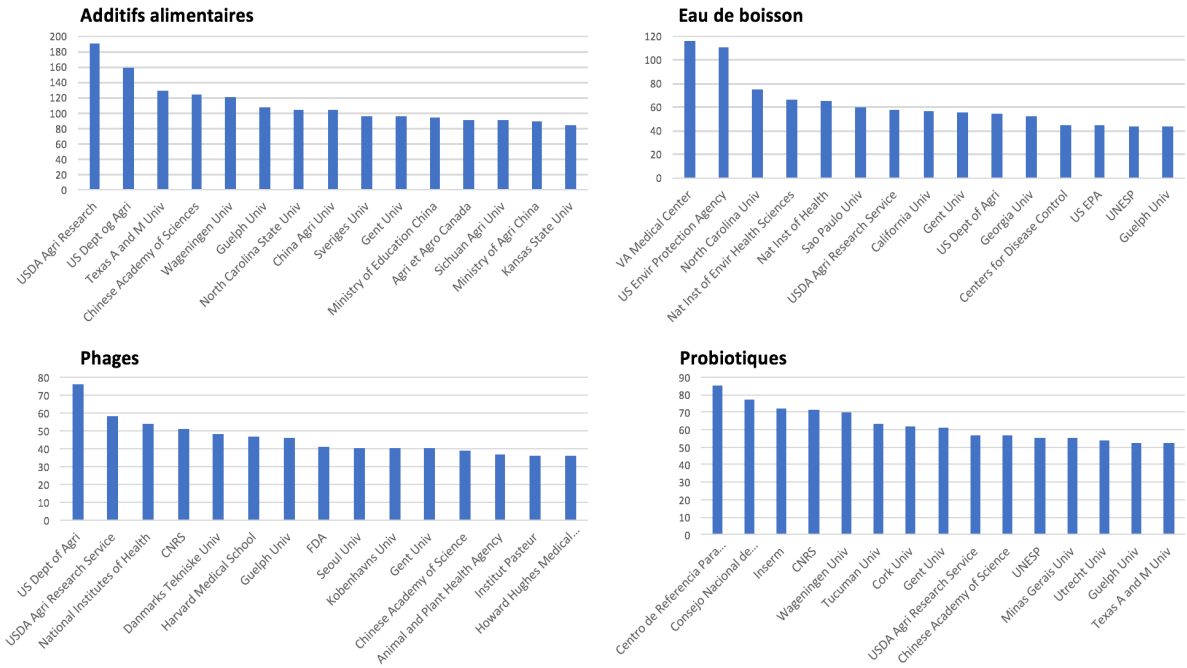
Pour réaliser le graphique ci-dessus nous avons sélectionné les acteurs publics parmi les trente principaux acteurs déposant des brevets sur chaque domaine.

- A l'exception du cas des phages, ils sont très peu nombreux et sont principalement constitués d'universités. Selon les pays, les avancées technologiques qui ont lieu dans les laboratoires universitaires sont plus ou moins sujets à être brevetées.

- **Les phages sont par conséquent une technologie qui attire beaucoup les recherches scientifiques au niveau institutionnel et universitaire.** Cette spécificité est un avantage, ces institutions publiques ne se présentent pas comme de potentiels concurrents directs pour les activités de l'entreprise.

Pour conclure sur cette partie concernant les forces en présence, nous nous intéressons aux acteurs qui ne déposent non pas des brevets, mais des articles scientifiques (figure 20). Pour obtenir ce résultat nous avons travaillé à partir de la base de données Scopus et de la requête présentée précédemment (annexe n°15), nous permettant d'obtenir rapidement le graphique ci-dessous.

Figure 20 : Comparaison des principales affiliations publiant des articles scientifiques



Source : Auteur ; données issues de Scopus

- A travers la figure 20, nous observons quelques contributeurs importants récurrents sur chaque champ technique. C'est notamment le cas de l'USDA Agricultural Research Service, de l'US Department of Agriculture, ou encore de l'université de Guelph pour les papiers scientifiques visant les additifs alimentaires.

- Une fois de plus, certaines similitudes dans les acteurs représentés peuvent être notées entre les techniques d'additifs alimentaires et d'eau de boisson d'un côté, et celles des phages et des probiotiques de l'autre.

- Dans le cas de ces deux dernières, nous remarquons également la présence du CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique), organisme français, parmi les principaux instituts publiant.

- En matière de volumétrie en revanche, l'analyse portant sur les additifs alimentaires révèle une littérature quantitativement supérieure aux trois autres.

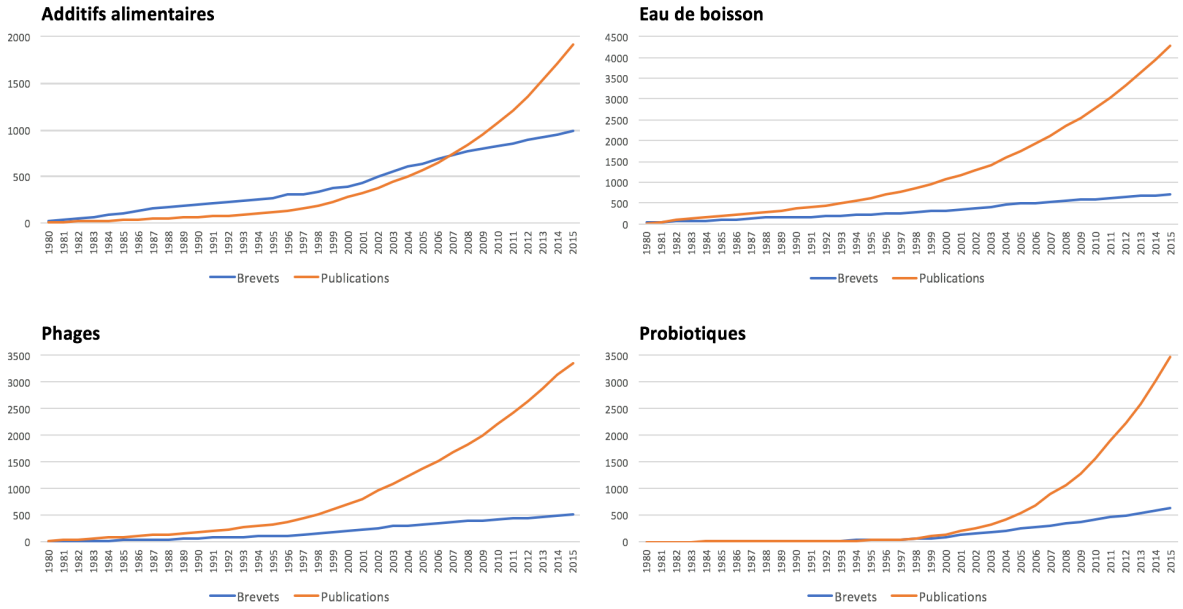
- Enfin, à première vue et en comparant les volumes représentés à travers les figures 18 et 20, nous pouvons dire que **les technologies de l'eau de boisson ont davantage tendance à faire l'objet de brevets que de publications, à l'inverse des phages et des probiotiques. En revanche le cas des additifs alimentaires et plus équilibré**.

3.1.4. Analyse de la dynamique du domaine

Deux graphiques vont être étudiés pour cette dernière partie portant sur l'analyse des dynamiques. Le premier (figure 21) représente l'évolution des dépôts de brevets et des publications scientifiques à travers le temps. Cela nous permet de voir quelles sont les dates auxquelles les travaux ont été les plus intenses, mais aussi d'avoir une idée de l'intérêt actuel de ces technologies. De plus, en ayant une vision des brevets et publications en même temps, nous limitons les biais liés à l'un et l'autre de ces indicateurs, notamment le décalage temporel souvent reproché aux brevets entre le moment où l'invention est effectuée et le moment où le brevet apparaît dans la base de données.

Le second (figure 22) nous permettra d'avoir un aperçu du niveau de protection apporté par les brevets du corpus. **Ces deux graphiques sont liés, puisque plus la dynamique des dépôts est récente, plus grande est la probabilité que le niveau de protection soit fort.** Mais il nous permet également de commencer à identifier l'existence ou non de stratégies dans les dépôts et indirectement, de la valeur des différents portefeuilles brevets.

Figure 21: Comparaison des dynamiques cumulées de dépôts et publications scientifiques



Source : Auteur ; données issues de Questel Orbit et Scopus

Le graphique ci-dessus (figure 21) représente le nombre de dépôts de brevets et de publications scientifiques par année et pour champ technique étudié. Leur représentation se fait en **fréquences cumulées croissantes**, c'est à dire que la valeur d'une année n est égale à la somme des valeurs des années précédentes, avec n=0 pour l'année 1980.

Comme nous pouvons le voir sur la figure 21, en 1980 le nombre de brevets et de publications déposés pour chaque domaine étudié est très faible, raison pour laquelle nous avons choisi cette date comme date de référence. L'avantage principal de travailler en fréquences cumulées porte sur la meilleure visibilité de l'accélération du nombre de dépôts, qui est la principale information qui nous intéresse ici.

- La première conclusion à tirer de la figure 21 repose sur une dynamique différente pour chaque champ technique étudié. Seuls **l'eau de boisson et les phages** ont une tendance comparable, avec une accélération des travaux de recherche à partir de la fin des années 1990, qui sont toujours **actuellement sur une phase de forte croissance**. De plus, la recherche s'exprime davantage à travers les publications scientifiques que les brevets, l'écart entre les deux courbes se creusant un peu plus chaque année.

- Globalement, les commentaires sont similaires pour les **probiotiques** à la différence de la date de départ. Il faut attendre le milieu des années 2000 pour voir la croissance démarrer. Mais avec une dynamique très forte, puisqu'en 2015, le nombre de publications scientifiques et de brevets est supérieur à celui des

phages, alors qu'ils étaient inférieurs au début des années 2000. Il s'agit donc d'une **technologie très porteuse actuellement**.

- Enfin, la dynamique des **additifs alimentaires** est atypique. L'évolution des brevets et des publications scientifiques se fait différemment, malgré une requête similaire sur les deux bases de données utilisées. Dans les années 1980 il y avait plus de brevets que de publications scientifiques sur le sujet, tendance qui ne s'inverse qu'à la fin des années 2000 pour reprendre sur une dynamique plus classique. Il s'agit donc d'un domaine où la recherche technique était en avance par rapport à la recherche scientifique. **Un potentiel applicatif fort est donc associé, mais aujourd'hui sur une phase de stagnation pour les brevets**.

Pour aller au-delà de l'aspect purement temporel nous utilisons le statut juridique des brevets du corpus (figure 22). Comme tous ceux présentés dans ce paragraphe, cet indicateur est simple et rapide à mettre en place, puisque directement disponible depuis la base de données utilisée, à savoir Orbit dans notre cas. Pour rappel, un brevet a une durée de vie de vingt ans maximum[57], mais pour qu'il garde sa valeur juridique tout au long de ces années, il est nécessaire pour son détenteur d'en payer les droits tous les ans. Par conséquent, si un brevet coûte cher à déposer, il l'est encore plus à entretenir, raison pour laquelle certains ne sont pas maintenus.

Il existe cinq catégories représentées dans la figure 22.

- Le statut *« délivré »* fait référence au pourcentage de brevets du corpus qui ont été acceptés par l'office et pour lesquels les droits ont été payés. Ils représentent par conséquent la partie du corpus qui a une valeur de protection.

- Le statut *« demande en cours »* fait référence aux brevets pour lesquels une demande a été déposée mais qui n'a toujours pas été acceptée. Ils représentent donc des brevets récents, mais qui peuvent potentiellement être refusés.

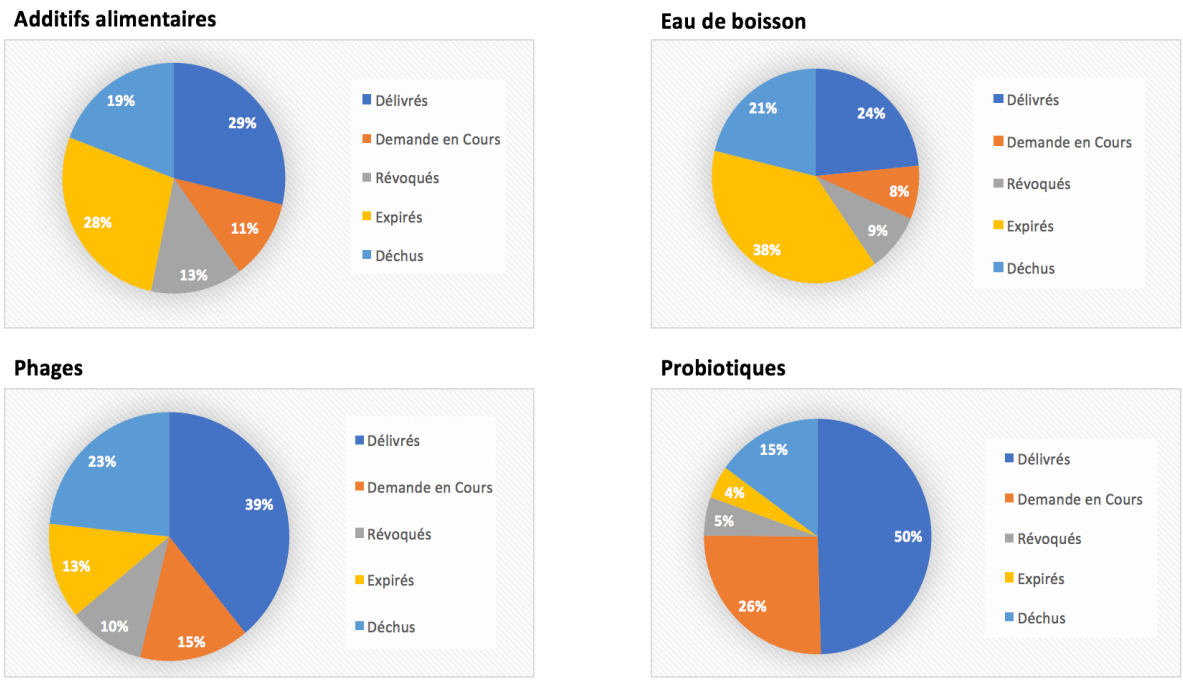
- Les brevets *« révoqués »* n'ont plus de valeur de protection. Soit en raison d'un litige avec un brevet déjà existant, soit en raison du refus du propriétaire d'apporter certaines modifications demandées par l'office.

[57] De façon générale, un brevet a une durée de validité de 20 ans à compter du jour de dépôt de la demande. Mais entre le moment où la demande est effectuée et le moment où l'invention se retrouvera effectivement sur le marché, un délai de deux à trois ans est classiquement observé. Ce délai est en revanche beaucoup plus long dans le cas des médicaments. En effet, le brevet va être déposé pour une molécule découverte. Mais entre le moment où elle est découverte, et le moment où elle pourra être utilisée dans un médicament ayant passé les contrôles nécessaires pour une mise sur le marché, ces délais sont évalués à dix ans. Pour compenser cet écart, la durée de validité des brevets dans la pharmacie peuvent bénéficier d'un allongement jusqu'à cinq ans. Soit une durée totale de 25 ans.

- Le statut *« expiré »* est valable pour les brevets qui sont arrivés à la fin de la durée légale de protection possible, à savoir les vingt ans. Ces brevets sont donc anciens et ont eu une valeur suffisante à leur époque pour avoir fait l'objet d'un paiement annuel de la part du détenteur.

- Enfin, le statut *« déchu »* représente les brevets qui ont été acceptés par l'office, mais pour lesquels les annuités n'ont pas été versées, souvent en raison d'un manque de rentabilité jugé par le détenteur.

Figure 22 : Comparaison des statuts juridiques des brevets



Source : Auteur ; données issues de Questel Orbit

- La répartition des statuts entre les brevets relatifs aux technologies des additifs alimentaires et celles de l'eau de boisson sont comparables. En effet, deux tiers des brevets ne sont plus valables juridiquement, ce qui est typique des technologies anciennes. Ainsi, malgré une dynamique semblable entre les phages et l'eau de boisson**, la répartition du statut des brevets est à l'avantage des phages,** qui apparaissent ici comme plus porteurs. **Les deux représentations du haut sont typiques des technologies déjà anciennes.**

- A l'opposé nous avons le cas des **probiotiques**, avec tout juste un quart des brevets qui ne sont plus valables, représentant ainsi une technologie avec un fort engouement récent pour les dépôts de brevets. Cette observation correspond tout

à fait avec ce que nous avons pu noter de la figure 21, à savoir qu'il s'agit d'une technologie qui fait l'objet d'un engouement très fort et récent**. Des quatre champs techniques étudiés, il s'agit de celui qui représente la plus forte activité inventive sur la période récente.**

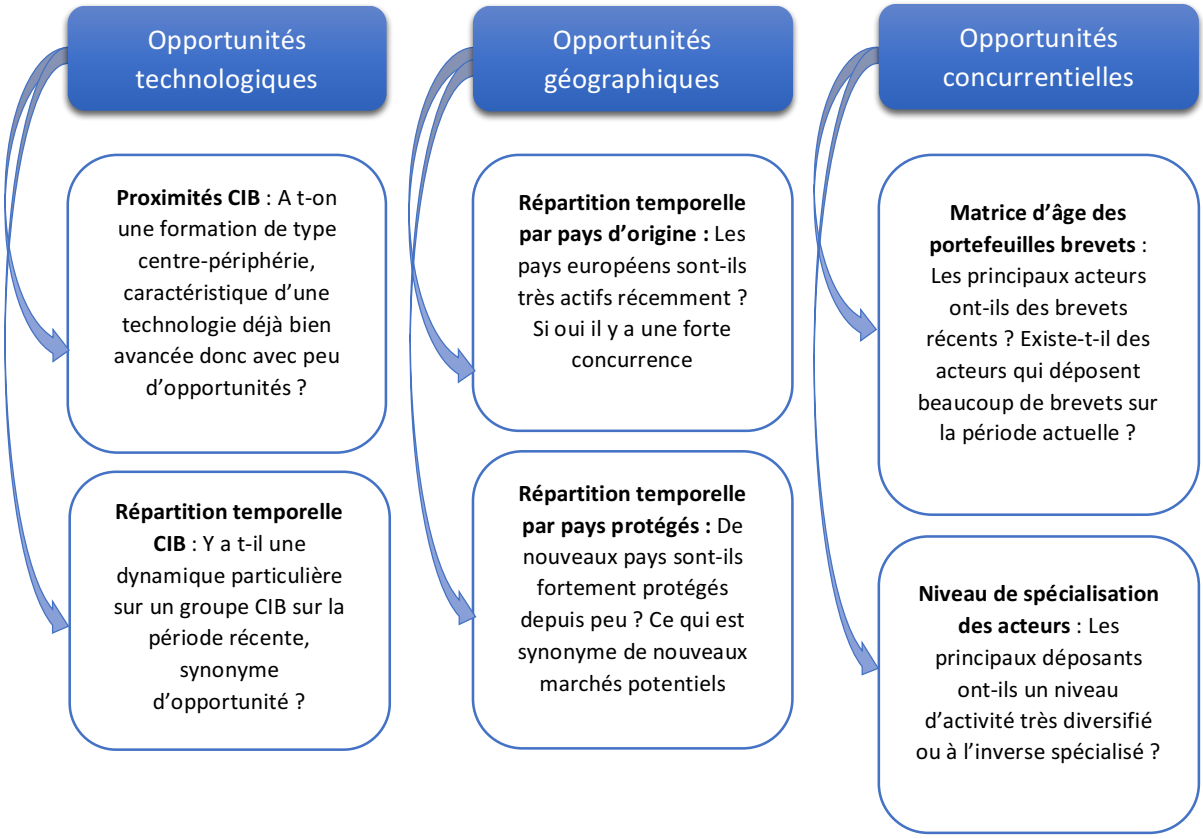
3.2. Mise en évidence de l'existence d'opportunités à partir de données brevets

S'il est effectivement nécessaire dans un premier temps de disposer d'une vision d'ensemble telle que proposée dans le paragraphe précédent, afin de s'assurer d'une bonne connaissance du ou des domaines étudiés, il est indispensable d'aller au-delà.

Pour ce faire, nous devons utiliser des indicateurs plus poussés, qui ne sont pas toujours directement disponibles dans les bases de données et qui demandent, par conséquent, un temps de mise en place plus long. D'où l'importance de la réflexion au préalable des indicateurs réellement pertinents pour répondre à la question initiale.

Dans notre cas, la priorité est **d'identifier les opportunités présentes sur chaque champ technique** que nous avons identifié comme potentiellement intéressant, pour permettre à Avril de prendre part au marché de la santé animale, en misant sur la réduction de l'utilisation des antibiotiques. Nous suivons une méthodologie portant sur différents niveaux d'opportunités définis grâce à plusieurs indicateurs, que nous pouvons présenter selon la figure suivante (figure 23).

Figure 23 : Définition du niveau d'opportunités existantes pour chacune des solutions identifiées



Source : Auteur

Les indicateurs et interprétations présentés dans la section précédente reposent sur un constat déjà évoqué, à savoir le lien existant entre innovation, brevets et publications scientifiques. Mais ce lien n'est pas pour autant parfait et lorsqu'il est question de comparaison entre plusieurs champs techniques comme nous le faisons, il est important de prendre en compte la propension à breveter.

En effet, le brevet et la publication scientifique ne sont pas les seuls outputs de l'innovation. Selon les secteurs, les acteurs et les pays, la tendance qu'ont les acteurs à déposer des brevets peut être plus ou moins forte (Danguy et al, 2010 ; Gilles, 2001). Nous ne pouvons par conséquent nous contenter des informations présentées dans le premier paragraphe de cette section pour espérer apporter des éléments d'aide à la décision pour l'entreprise.

Notre sujet portant sur les potentiels offerts par chaque technologie étudiée, nous avons opté pour une approche par les opportunités qui y sont associées. Ces opportunités vont être appréciées sur trois niveaux différents, à savoir **les opportunités technologiques, géographiques et concurrentielles.**

Pour les identifier, nous continuons à utiliser les données scientifiques et techniques issues de nos corpus de brevets et de publications (annexe n°15), mais en complexifiant les indicateurs utilisés pour leur donner une représentation des dynamiques. En effet, nous n'allons pas seulement regarder les principales informations visibles, qui sont par conséquent celles qui sont les plus nombreuses, mais leur évolution au fil des années et notamment leur tendance actuelle. S'il s'agit de la méthode la plus pertinente pour apporter des informations utiles dans notre cas, nous verrons qu'il existe de multiples façons de palier ce biais de la volumétrie.

Les trois types d'opportunités vont être présentés à la suite, avec les graphiques et interprétations à faire. Nous proposerons en conclusion un tableau récapitulatif, pour juger des potentiels effectifs de ces quatre champs techniques.

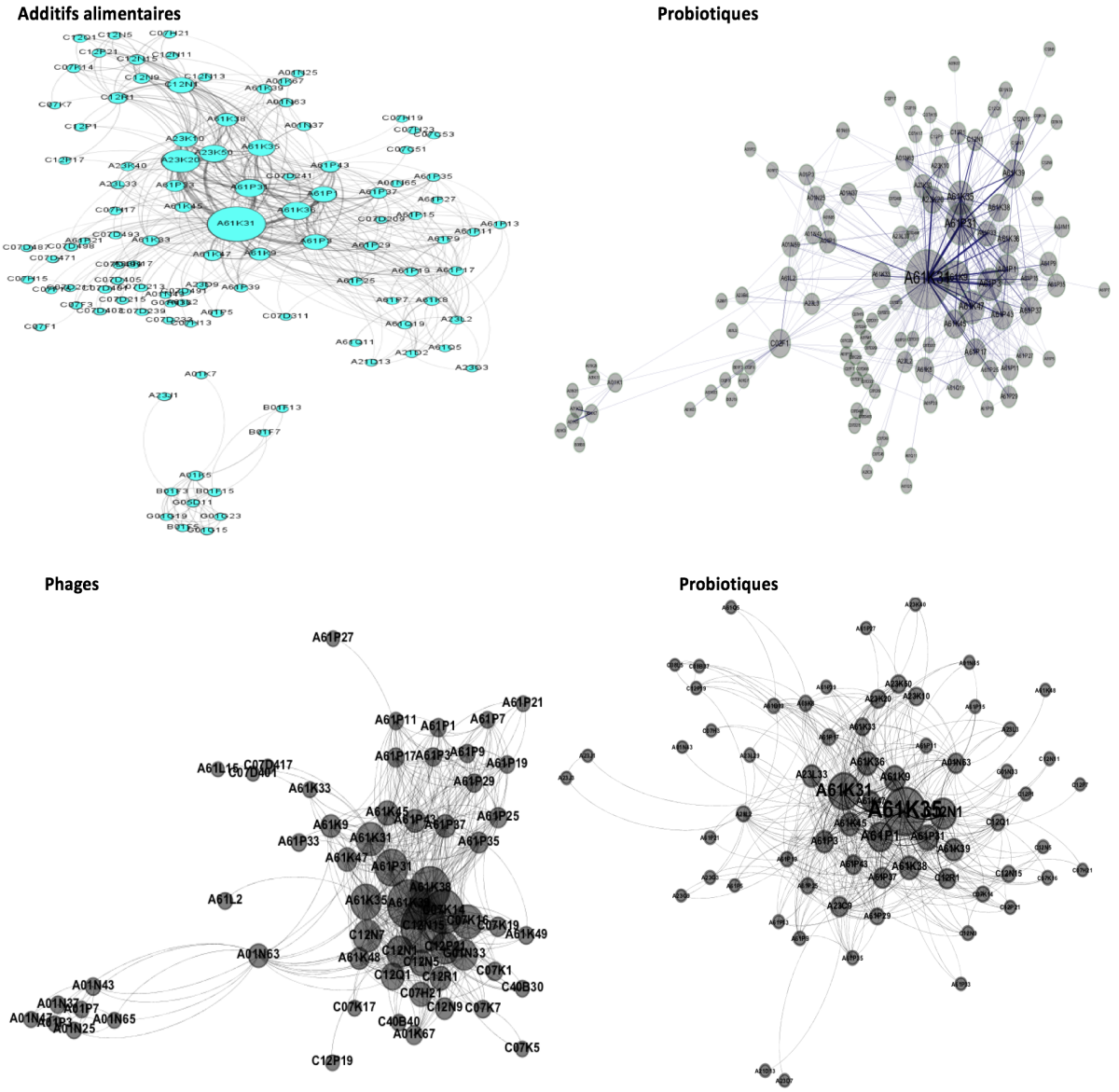
3.2.1. Les opportunités technologiques : existe-t-il des aspects de la technologie à exploiter ?

Des trois types d'opportunités auxquelles nous nous intéressons dans ce paragraphe, celles qui portent sur la technologie sont les plus importantes. Il s'agit en effet de savoir s'il existe encore des développements possibles, ou si la technologie arrive à saturation. Dans ce dernier cas, il devient difficile de lancer des projets des R&D rentables.

Nous avons une première idée de la réponse avec les dynamiques présentées dans le paragraphe précédent. Les probiotiques qui connaissent une forte croissance ces dix dernières années, présentent *a priori* davantage d'opportunités que les additifs alimentaires qui sont en ralentissement. Mais comme nous venons de le montrer, ces indicateurs purement volumétriques souffrent de plusieurs biais. Ils ne sont par conséquent pas suffisants pour orienter la prise de décision.

Les figures 24 et 25 vont apporter des compléments à ces informations initiales. Le premier nous renseignera sur le niveau d'opportunités techniques existantes ainsi que sur les aspects concernés. Il a été construit grâce au logiciel de cartographie Gephi, à partir de données issues de Questel Orbit. Le second identifiera plus précisément les développements porteurs, grâce à l'utilisation des groupes CIB et à leurs dynamiques.

Figure 24 : Réseaux de proximités technologiques



Source : Auteur ; données issues de Questel Orbit, traitement avec Gephi

Nous avons déjà croisé ce type de graphique au début du paragraphe précédent. Leur construction repose sur le même principe que celui déjà évoqué lors de la mise en place de la cartographie brevets, à savoir **les cooccurrences des groupes CIB dans les brevets de nos sous corpus**. La façon de le lire est donc la même. Plus un groupe est géographiquement proche d'un autre, plus le nombre de cooccurrences qu'ils ont, c'est à dire le nombre total de fois où ils apparaissent simultanément dans des brevets, est élevé. Pour cette partie, la signification de ces groupes n'a pas d'importance. Nous nous intéressons à leur répartition et à la forme du réseau.

Pour l'interprétation du graphique nous nous reposons sur les théories des **réseaux centre-périphérie** de la technologie[58]. D'après celles-ci, une technologie se développe autour d'un petit nombre de codes CIB fortement reliés entre eux, qui représentent ainsi son cœur. A mesure qu'elle se développe, ce cœur grossit, jusqu'à ce que la base de la technologie soit suffisamment mature pour permettre d'envisager des applications. Ces applications sont appelées périphéries et sont représentées à travers des grappes qui gravitent autour du cœur. Plus elles sont nombreuses, plus la technologie a évolué. Ainsi, peu de grappes ou alors de petites tailles sont associées à des opportunités.

- D'après les résultats présentés dans la figure 24, les **additifs alimentaires** paraissent comme déjà particulièrement développés. Plusieurs périphéries denses se retrouvent déjà autour d'un noyau déjà largement développé, les **opportunités sont donc limitées**.

- Les technologies relatives **à l'eau de boisson et aux phages en revanche offrent davantage de possibilités**. Le noyau est déjà développé, signe que la recherche fondamentale est forte et plusieurs petites périphéries, plus ou moins organisées, sont déjà en place. Plusieurs applications existent donc, mais il reste encore des éléments sur lesquels travailler.

- Les **probiotiques** enfin, ont un réseau typique de ce type de technologie très récente. Un noyau tout de même robuste et de petites grappes d'applications qui se forment tout autour, mais encore très peu étayées. **Les opportunités sont par conséquent très fortes, mais les risques pris sur cette technologie en comparaison des deux précédentes sont également plus importants.** Il est en effet plus difficile d'identifier la meilleure trajectoire à suivre à ce stade d'évolution peu avancé.

Ces représentations à travers un réseau de proximités technologiques peuvent être poussées encore plus loin en termes d'interprétation. Nous le verrons dans le prochain chapitre. Pour l'utilisation que nous en avons à cette étape de l'analyse, à savoir identifier l'existence ou non d'opportunités technologiques, cette simple comparaison est suffisante.

Nous savons à présent que des **opportunités fortes existent pour les probiotiques, un peu moins pour les phages et l'eau de boisson, et encore moins pour les additifs alimentaires.** Désormais, il nous faut déterminer sur quels aspects ces opportunités existent effectivement. Ceci dans le but de proposer des pistes à envisager pour le décideur. Ces champs techniques

[58] Un réseau centre-périphérie est composé d'un petit nombre de nœuds fortement connectés (le centre) et d'un plus grand nombre de nœuds faiblement connectés (la périphérie). En se basant sur la théorie du cycle de vie de la technologie, nous considérons qu'il existe un lien entre la forme du réseau et le développement de la technologie (Van der Pol et Rameshkoumar ; 2016). Ainsi, le centre du réseau représente la recherche fondamentale, sur laquelle se base la recherche appliquée représentée par la périphérie. Plus cette dernière est importante, plus le niveau de maturité de la technologie observée est fort.

bien que déjà précis, restent larges lorsqu'il est question d'investissement technique. Pour cela, nous nous reposons sur des analyses en dynamique, pour avoir une idée des groupes CIB réellement porteurs et ceux qui, à l'inverse, sont en perte de vitesse. C'est ce que nous représentons à travers la figure 25 ci-dessous.

Figure 25 : Répartition temporelle des groupes CIB

Source : Auteur ; données issues de Questel Orbit

Pour chaque champ technique, leurs quinze principaux groupes CIB sont représentés (annexes n°16 à 19), ainsi que le nombre de brevets auxquels ils sont associés par année, entre 1995 et 2015. La taille des bulles est proportionnelle à l'occurrence des CIB associés dans les sous corpus. Cela nous permet de suivre l'évolution de chacun d'entre eux au cours du temps et de juger de leurs dynamiques, pour déterminer lesquels sont plus porteurs sur la période récente.

Avec cette méthode nous comblons partiellement le biais de la volumétrie. Nous n'avons pas une représentation de l'intégralité des groupes CIB présents dans nos corpus, mais les conclusions ne portent pas sur des chiffres absolus. De plus, nos corpus étant de tailles relativement restreintes, avec les quinze principaux groupes technologiques nous obtenons une bonne représentation de la composition de nos brevets. Pour une bonne interprétation de la figure 25, il est nécessaire d'étudier chaque cas un par un.

- Concernant les **additifs alimentaires**, trois lignes se distinguent par une forte croissance sur les dernières années, à savoir celles du A23K020 (*Eléments nutritifs*

accessoires pour produits alimentaires pour animaux), A23K050 (*Produits alimentaires spécialement conçus pour animaux spécifiques*), et A23K010 (*Produits alimentaires pour animaux*).

- Il faut néanmoins faire attention lors de l'interprétation de ces groupes, puisque sur le site du wipo il est possible de voir que les codes en A23K ont subi certains réajustements au cours des dernières années.

- Cela étant, une dynamique croissante reste en cours. Même si l'engouement n'est potentiellement pas aussi important que ce que la taille des bulles laisse imaginer, **l'alimentation animale est effectivement un sujet porteur actuellement.**

- A l'inverse, une perte de croissance est à noter sur les groupe A61P003 (*Médicaments pour les troubles du métabolisme)* et A61P001 (*Médicaments pour les troubles du tractus alimentaire ou de l'appareil digestif*).

- Pour les technologies relatives à **l'eau de boisson** en revanche, **peu de changements** sont visibles au cours de la période étudiée. De plus, mis à part pour les deux groupes CIB principaux, il n'y a pas de différence de taille flagrante sur leur répartition. En conséquence, chacun de ceux qui gardent une croissance stable sur la période récente peuvent présenter des intérêts pour l'entreprise, à savoir le A61K039 (*Appareils pour l'alimentation ou l'abreuvement des volailles ou des autres oiseaux*), A23K020 (*Eléments nutritifs accessoires pour produits alimentaires pour animaux)*, A61K009 (*Préparations médicinales caractérisées par un aspect particulier*) et le A61P003 (*Médicaments pour les troubles du métabolisme).*

- Les tailles des bulles relatives aux **phages** sont plus importantes que les trois autres, signifiant que les brevets faisant référence aux quinze principaux groupes CIB sont plus nombreux. Ainsi, les travaux portent majoritairement sur certains aspects plus précis de la technologie. En comparaison à l'eau de boisson, qui obtenait une conclusion similaire avec la figure 24 nous avons ici des **opportunités plus fortes pour les phages**.

    - Certains groupes se distinguent tout de même avec une croissance plus marquée. C'est le cas du A61K031(*Préparations médicinales contenant des ingrédients actifs organiques*) et A61K039 (*Préparations médicinales contenant des antigènes ou anticorps*). A l'inverse, les C12N001 (*Micro-organsimes ; compositions les contenant*) et C12N005 *(Cellules non*

différenciées humaines, animales ou végétales ; Milieux de culture à cet effet) sont en perte de vitesse.

- Pour finir, le cas des **probiotiques** est beaucoup plus évident à interpréter, ce qui est régulièrement le cas des technologies très récentes. En effet, la période d'analyse est réduite et les évolutions des principaux groupes CIB n'en sont que plus évidentes.

    - Ainsi, le A61K031 (*Préparations médicinales contenant des ingrédients actifs organiques),* A61K009 (*Préparations médicinales caractérisées par un aspect particulier*), A61K039 (*Préparation médicinales contenant des antigènes ou des anticorps),* A23L033 (*Modification de la qualité nutritive des aliments)* et A61P003 (*Médicaments pour les troubles du métabolisme*) se distinguent avec une dynamique plus poussée.

    - Le cas inverse s'observe pour les A61K038 (*Préparations médicinales contenant des peptides)* et A61K045 (*Préparations médicinales contenant des ingrédients actifs non prévus dans les autres groupes*).

    - Mais il faut rester prudent dans ce cas, puisque comme nous l'avons remarqué avec la figure 24, les applications liées à cette technologie sont encore très faibles. Par conséquent, le risque que cette croissance s'arrête subitement est plus fort que pour les trois autres champs techniques étudiés.

Ce type de graphique est donc intéressant pour identifier les points précis de l'objet étudié qui paraissent plus porteurs. Suite à cette analyse, nous nous référons aux brevets appartenant à ces groupes CIB mis en avant, pour les soumettre aux experts. Il est en effet toujours préférable de vérifier auprès de ces personnes les conclusions tirées à partir des études statistiques. Ces dernières permettent un fort gain de temps, mais les justifications de ces changements observés peuvent également enrichir l'étude.

3.2.2. Les opportunités géographiques : existe-t-il des zones géographiques en expansion ?

Savoir qu'il existe des opportunités technologiques est indispensable pour lancer un projet de recherche. Sans cela, les résultats pour l'entreprise risquent d'être fortement négatifs, à déboucher sur des conclusions déjà existantes, ou sans aucun potentiel d'insertion car trop différent de tout ce qui se fait. L'étape suivante porte sur l'identification d'opportunités géographiques. Tous les pays ne représentent en effet pas le même potentiel et certaines

spécificités peuvent être à prendre en compte pour une meilleure stratégie. Pour cette partie, nous reprenons le même type de représentation avec des graphiques qui mettent en avant l'évolution au cours du temps.

Pour les figures 26 et 27 à suivre, nous reprenons les principaux pays de dépôts de protection que nous avons pu noter pour chaque champ technique dans la seconde section. Mais nous allons cette fois analyser les différences de dynamiques entre ces pays. Comme pour la figure 24, l'objectif est de détecter des variations plus ou moins importantes sur la période récente, qui nous indiqueraient des modifications à exploiter.

Figure 26: Répartition temporelle et géographique des brevets d'origine

Source : Auteur ; données issues de Questel Orbit

La figure 26 se lit de la même manière que la figure 25. Nous représentons les quinze pays qui ont déposé le plus de brevets sur chacun des quatre sous corpus, sur la période entre 1995 et 2015. Comme nous avons déjà pu le noter sur l'analyse géographique du premier paragraphe de cette section, nous avons fait le choix de garder les formats de dépôts « Monde » et « Europe ». Nous allons détailler chaque partie de ce graphique, avant de comparer ces résultats pour les interpréter en termes d'opportunités relatives.

L'intérêt premier de ce graphique est d'identifier les pays qui ont connu des modifications dans la dynamique de leurs dépôts, donc dans le rythme de la recherche sur leur territoire sur la période récente.

- Concernant les **additifs alimentaires** plusieurs pays sont sur une **dynamique positive, notamment la Russie et le Royaume Uni** dans une moindre mesure. Les Etats Unis également, depuis peu, remontent après une légère baisse à la fin des années 2000. Les dépôts au format Monde sont également plus nombreux ces dernières années, signe de la confiance en la rentabilité des brevets de la part des déposants.

    - **A l'inverse, le Japon, l'Allemagne, la Suède, la Suisse, le Canada et l'Australie sont en perte de vitesse.** Beaucoup plus de pays donc qui déposent moins, dont les deux premiers qui font historiquement partie des plus impliqués dans la recherche. L'innovation est de plus en plus concentrée autour de quelques zones géographiques, permettant d'identifier plus facilement où se situent les compétences actuelles.

    - Ces observations associées à la dynamique générale prouvent que la technologie continue à être développée, mais dans une optique d'exploitation davantage que d'exploration. Enfin, quelques dépôts en priorité sont toujours effectués en France. Il y a donc des possibilités sur notre territoire, mais elles restent limitées.

- Pour les technologies relatives à **l'eau de boisson**, **peu de changements** importants sont visibles, en cohérence avec ce que nous avons observé jusqu'ici. Tout comme précédemment, nous pouvons tout de même noter une légère remontée de la part des Etats Unis sur les dernières années, de même pour les dépôts Monde.

    - A l'inverse, une légère perte de vitesse se fait pour l'Allemagne, la Suisse, l'Australie, le Canada et les Pays Bas. La France fait partie des principaux déposants historiques, mais relativement peu de travaux de recherche aboutissent sur des dépôts de brevets ces dernières années. **L'Europe est moins productive que dans le cas des additifs alimentaires** pour animaux, exception faite pour le cas de l'Allemagne.

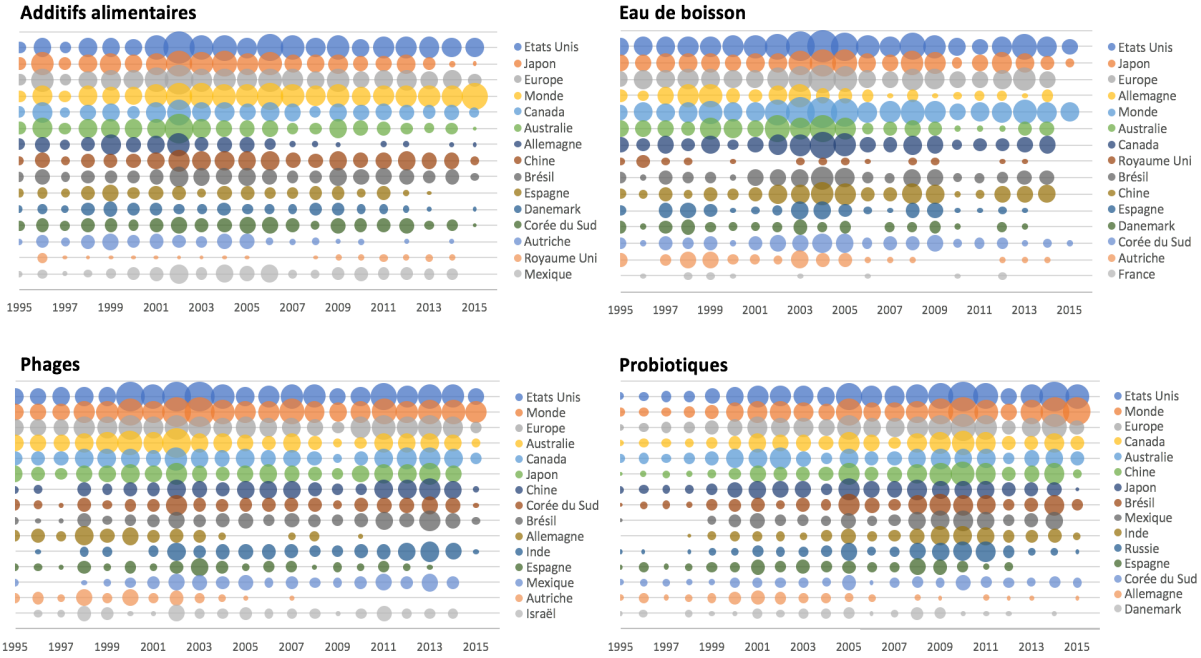
- Les brevets des **phages** sont très largement dominés par les Etats Unis et de plus en plus par l'Europe. Dans les autres pays les dépôts ne sont que très rares, aucune réelle tendance ne peut en ressortir. **Les compétences en matière de recherche sont donc majoritairement localisées aux Etats Unis**. Les travaux semblent tout de même se développer de plus en plus sur le sol européen, ce qui peut être considéré comme un point positif pour les entreprises européennes qui envisageraient une activité sur les phages.

- La conclusion inverse est faite pour les **probiotiques**, puisque de nombreux pays déposent de plus en plus de brevets sur la période récente. Comme toujours, les Etats Unis dominent la recherche avec des volumes de brevets déposés très importants. En revanche, l'Europe est également bien présente depuis le début des années 2000, ce qui est un **signe encourageant pour le développement de cette technologie sur notre territoire**.

    - Enfin, plusieurs pays sont actifs sur ces dernières années, comme la Russie, le Royaume Uni, l'Australie et le Japon. Les dépôts au format Monde sont également forts sur ces dix dernières années, synonyme d'une **bonne rentabilité attendue de ces brevets**, donc d'une forte valeur économique. La France fait également partie des pays disposant de bonnes compétences, mais aucun brevet ne ressort sur la période très récente.

Nous avons ici une bonne vision de la répartition des efforts de recherche au niveau mondial. Mais pour juger des opportunités géographiques, il est nécessaire de compléter ce graphique par une représentation des marchés visés et de leur évolution. En effet, ce n'est pas parce que certains pays historiques attiraient les déposants qui étendaient leurs brevets dans ces zones, que c'est toujours valable de nos jours. Et inversement. C'est ce que nous cherchons à voir à travers la figure 27 ci-dessous.

Figure 27 : Répartition temporelle et géographique des protections par le brevet



Source : Auteur ; données issues de Questel Orbit

Selon les zones géographiques visées par l'entreprise, certaines technologies peuvent présenter plus ou moins d'intérêt. En effet, s'installer dans un pays nécessite une bonne connaissance préalable des habitudes et des spécificités qui y existent. Cette connaissance a également un prix, raison pour laquelle il est important de savoir quel attrait représentent ces différents pays pour les détenteurs de brevets.

- Dans le cas des **additifs alimentaires**, une **forte croissance est à noter pour les extensions de brevets dans les pays en développement**, notamment la Chine, le Brésil et la Corée du sud. **Inversement pour les pays développés** ici représentés par les Etats Unis, le Japon, l'Australie, l'Allemagne, l'Espagne et le Danemark.

    - Cette observation est caractéristique des technologies anciennes, qui ont déjà trouvé un marché dans ces derniers pays, arrivant à saturation avec un renouvellement de l'innovation faible. Elles s'exportent alors dans les pays en développement. Par conséquent, **les opportunités ne se situent pas en Europe aujourd'hui.**

- Concernant les technologies en lien avec **l'eau de boisson**, peu de pays représentés suivent une trajectoire réellement croissante à l'exception du Brésil et de la Chine. Plusieurs peuvent au contraire être identifiés en perte de vitesse à savoir l'Allemagne, le Royaume Uni, l'Espagne, le Danemark et la Corée du Sud. Pour les autres pays représentés, ils sont caractérisés par une stabilité dans les extensions de brevets.

    - Comme précédemment, **nous arrivons à un stade de maturité de la technologie, le marché des pays développés va rapidement être à saturation, ce qui sera au profit des pays en développement. Les opportunités géographiques sont donc faibles.**

- Après un ralentissement général du nombre de brevets à la fin des années 2000, une reprise globale est observée pour les **phages**. Impulsant un regain de dynamique pour la quasi-totalité des pays représentés comme étant les principaux protégés par des brevets. Il n'y a que l'Allemagne, l'Espagne et l'Autriche qui subissent une perte de vitesse.

    - Contrairement aux deux technologies précédentes, nous pouvons également noter que l'Europe de façon générale représente une moindre attraction, malgré un niveau de demandes auprès de l'OEB (Office Européen des Brevets) qui reste stable. En effet, un moins grand nombre de ces pays est représenté. **Les opportunités géographiques paraissent plus importantes sur cette technologie, autant pour les pays développés**

que ceux en développement, mais en plus faible proportion sur le territoire européen.

- Enfin, dans le cas des **probiotiques**, la grande majorité des pays représentés poursuit une trajectoire en fort développement. Cela dit, quelques pays font tout de même office d'exception, avec une diminution du nombre de brevets sur le territoire ces dernières années. C'est le cas de la Russie, de l'Espagne et du Danemark.

    - Les pays européens pris individuellement paraissent ici aussi assez peu attractifs. Il faut tout de même prendre en compte les brevets directement déposés auprès de l'OEB qui représentent un volume important et qui restent sur une dynamique positive. **En matière d'opportunités géographiques, les conclusions sont identiques à celles faites pour les phages.**

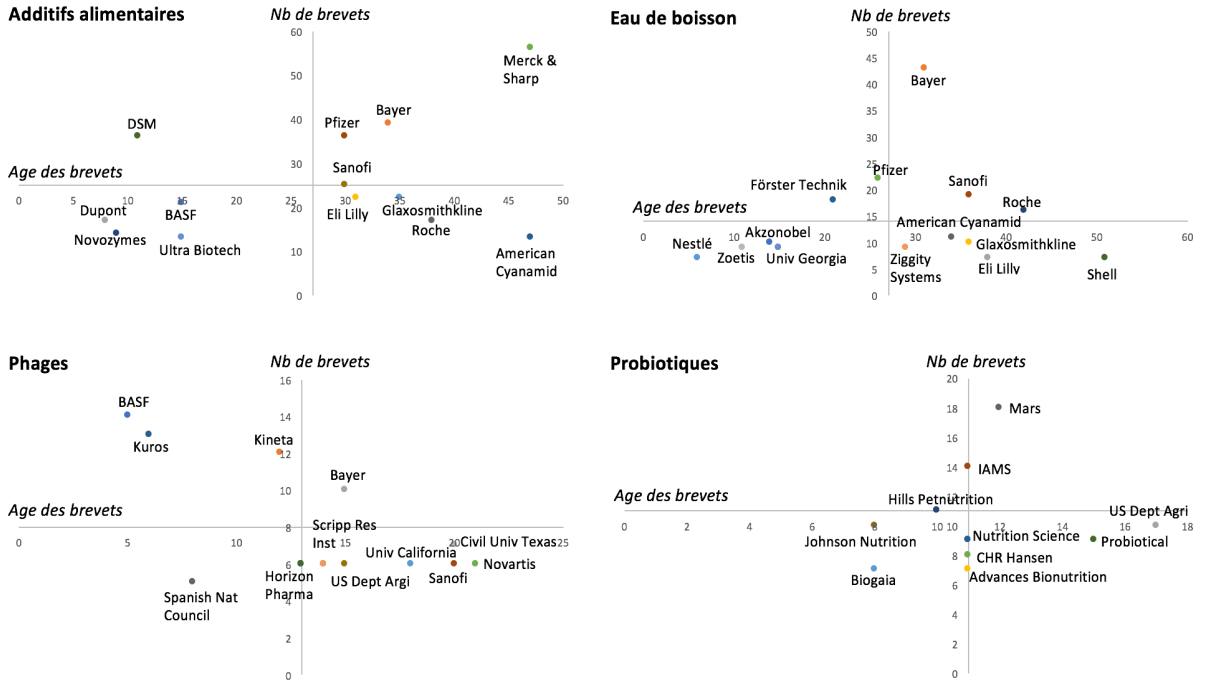
Après cette représentation de la recherche et de l'attraction de la technologie selon les différentes zones géographiques, nous allons désormais nous intéresser à la dernière dimension. Il s'agit bien souvent de celle qui présente le plus fort intérêt pour l'entreprise. La concurrence étant un sujet qui revient très régulièrement dans les demandes émises.

3.2.3. Les opportunités concurrentielles : Les concurrents présents ont-ils un fort pouvoir de blocage ?

Nous avons déjà un aperçu des principaux acteurs qui ont déposé des brevets ou qui participent à la recherche à travers les publications scientifiques grâce au paragraphe précédent. Mais nous savons également que tous les champs techniques étudiés ne sont pas récents.

Certains des acteurs historiques ne sont pas nécessairement encore actifs et inversement. Il est donc important d'avoir une idée des concurrents actuels, tout comme des pionniers. Nous le verrons à travers la figure 28. Mais pour avoir une bonne vision des spécificités de ces acteurs et savoir s'ils représentent un réel blocage, il nous faudra vérifier sur quels aspects de la technologie ils déposent leurs brevets. Et notamment savoir s'ils sont très spécialisés ou au contraire s'ils disposent de connaissances plus larges. Ce sera l'objet de la figure 29.

Figure 28 : Matrices d'âge des portefeuilles brevets des principaux acteurs



Source : Auteur ; données issues de Questel Orbit

La figure 28 ci-dessus permet de prendre en compte le nombre de brevets déposés par acteur (en ordonnée), mais aussi l'âge moyen de leur portefeuille (en abscisse). La valeur à laquelle les deux axes se coupent est égale à la moyenne du nombre de brevets et à la moyenne d'âge des différents portefeuilles, raison pour laquelle ces valeurs sont différentes selon nos quatre champs techniques étudiés.

Par conséquent, plus l'acteur est situé en haut de la matrice, plus il possède un portefeuille de brevets important et plus il est situé à gauche, plus ce portefeuille est composé de brevets récents. Notre sujet étant concentré sur la question des dynamiques, nous porterons un intérêt plus prononcé pour les acteurs qui se trouvent sur la partie gauche des matrices.

- La première remarque à faire sur cette figure 28 porte sur les valeurs des deux axes. En effet, les deux technologies du haut ont une matrice relativement semblable, avec un axe des ordonnées qui monte jusqu'à 60 pour les additifs alimentaires, 50 pour l'eau de boisson, et un axe des abscisses qui va jusqu'à plus ou moins 50. Nous sommes donc sur des gros volumes, mais aussi parfois sur des acteurs très anciens, qui représentent par conséquent une **source de connaissances historiques.** En revanche, ils n'ont **plus de pouvoir bloquant sur la période actuelle.**

- A l'inverse, les phages et les probiotiques sont plus représentatifs des technologies récentes, avec un axe des ordonnées qui monte jusqu'à une vingtaine de brevets

par portefeuille au maximum et une moyenne d'âge d'une vingtaine d'années tout au plus. Sachant que la durée de protection maximale des brevets s'élève à vingt ans, tous les acteurs présents ont potentiellement un fort pouvoir contraignant sur la technologie. Cette observation de base présente donc *a priori* les phages et les probiotiques avec des **opportunités concurrentielles plus réduites.** Mais il est important de regarder plus dans le détail quels sont les acteurs les plus gênants avant de tirer des conclusions.

Comme pour les graphiques précédents, nous faisons un focus sur chaque champ technique représenté dans la figure 28.

- Nous commençons avec les **additifs alimentaires.** Plusieurs acteurs sont récemment plus actifs que la moyenne, à savoir DSM, Dupont de Nemours, et Novozymes, avec des portefeuilles brevets dont la moyenne d'âge est inférieure à dix ans. Plaçant donc ces acteurs comme de potentiels concurrents directs.

    - BASF et Ultra Biotech sont également des acteurs plus récents que la moyenne des plus gros déposants sur le domaine des additifs alimentaires pour animaux. Or, avec une moyenne d'âge à seize ans, ils commencent à être considérés comme anciens par rapport au reste de notre analyse.

    - Il est important de noter que DSM possède également un portefeuille brevets très dense, avec près d'une quarantaine de brevets relatifs aux additifs alimentaires, ce qui en fait un leader actuel au fort pouvoir contraignant pour un nouvel entrant, ou même pour développer la recherche.

    - Dupont de Nemours et Novozymes ont moins de brevets, mais avec une quinzaine dans leur portefeuille, ils restent également potentiellement gênants. **Malgré une ancienneté mise en avant jusqu'à présent de ce domaine technique, la concurrence en matière de recherche reste forte, limitant les opportunités qui y sont liées.**

- Dans le cas des technologies liées à **l'eau de boisson**, plusieurs déposants récents sont également présents. En premier lieu Nestlé, puisqu'il a un portefeuille brevets très jeune, avec une moyenne à cinq ans. Zoetis, Akzonobel et l'Université de Géorgie apparaissent également parmi les jeunes déposants.

- Il est intéressant de noter qu'une université est présente à ce stade. Les acteurs publics sont en effet associés à la recherche fondamentale[59], qui arrive en amont du développement d'une technologie. Or, nous avons noté une certaine ancienneté, qui se retrouve également avec un grand nombre d'acteurs dépassés. Une explication à cette observation peut venir des cycles d'innovation mis en avant dans le chapitre 1. En revanche, contrairement aux additifs alimentaires, ces acteurs ne possèdent pas de portefeuilles brevets particulièrement étoffés, limitant les barrières créées. **Les opportunités concurrentielles sont donc plus importantes dans ce cas.**

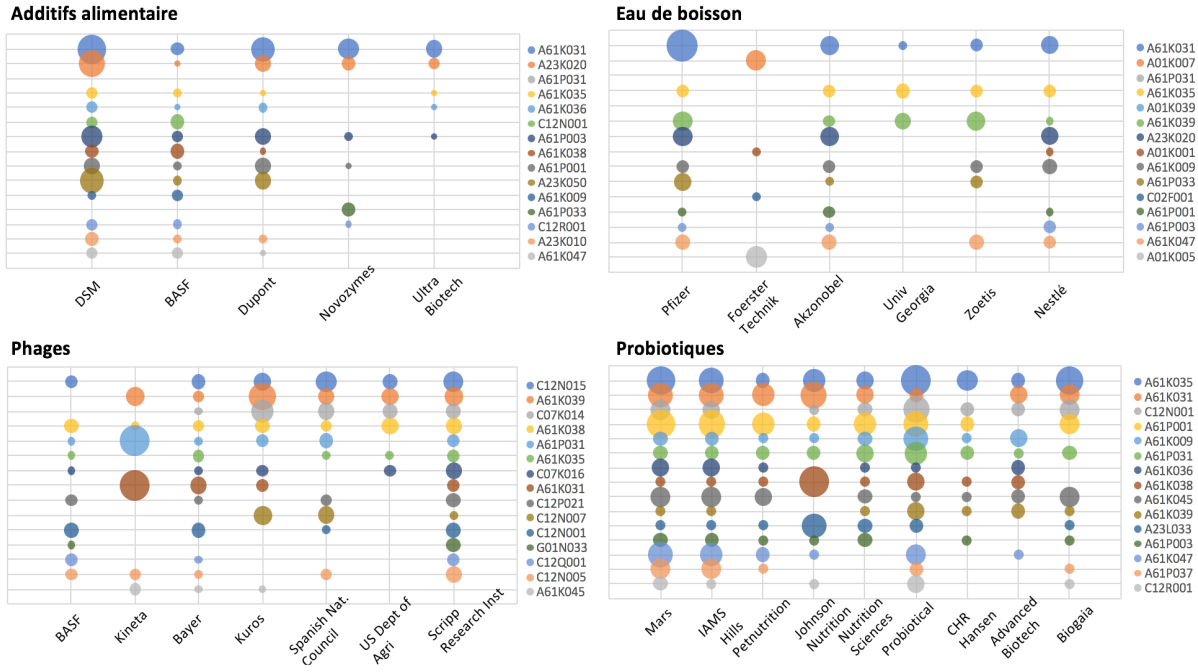
- Concernant les **phages**, il faut faire attention à la différence de volume pour l'interprétation comparativement aux deux précédentes. Trois acteurs se distinguent sur cette matrice, à savoir BASF, Kuros et Kineta. Pour les deux premiers, l'âge moyen de leurs brevets ne s'élève qu'à cinq ou six ans. Kineta est légèrement plus ancien avec une moyenne à douze ans. Ces trois déposants possèdent entre dix et quinze brevets relatifs aux phages, ce qui nous amène à une conclusion comparable à celle faite pour l'eau de boisson. **Les opportunités sont importantes du fait de l'absence d'un acteur majoritaire avec un portefeuille brevets important et jeune.**

- Pour finir, les **probiotiques** ne présentent pas d'acteurs qui se démarquent particulièrement. Cela est lié à la dynamique fortement croissante ces dernières années. Les deux seuls qui se démarquent légèrement sont Johnson Nutrition et Hills Petnutrition, mais ils possèdent moins de dix brevets, ce qui n'en fait pas des acteurs majeurs avec un fort contrôle de la technologie. **Les opportunités sont donc ici très fortes, avec une faible concurrence.**

L'âge et le volume des portefeuilles brevets de ces acteurs est important pour connaître le niveau de contrôle exercé par ces déposants sur la technologie, mais connaître le niveau de spécialisation est également nécessaire pour conclure sur les opportunités concurrentielles. C'est ce que nous observons à travers la figure 29 ci-dessous. Tous les principaux acteurs mis en avant à travers la figure 28 ne sont pas représentés, les plus anciens n'apparaissent pas, en raison de leur faible potentiel concurrentiel.

[59] La recherche fondamentale a pour objectif la création de nouvelles connaissances servant de fondation à une nouvelle technologie. Elle s'oppose à la recherche appliquée par le fait qu'elle ne vise pas une application particulière. La rentabilité n'est donc pas assurée, il s'agit seulement de « faire avancer la science ». Par conséquent, les entreprises ne peuvent assurer cette partie de la recherche sans modèle économique, et pourtant indispensable pour l'innovation. Il revient donc aux pouvoirs publics de financer la recherche fondamentale, par le biais des universités et autres organismes publics.

Figure 29 : Niveau de spécialisation des différents acteurs



Source : Auteur ; données issues de Questel Orbit

- Le premier élément qui ressort de ce graphique porte sur le **degré de spécialisation des acteurs**. La présence de nombreuses bulles de même taille tout le long d'un axe vertical signifie que l'acteur associé possède un portefeuille de brevets diversifié. Et inversement. La présence de quelques rares bulles sur l'axe vertical, ou alors de certaines au diamètre largement supérieur au reste prouve que l'acteur est spécialisé sur la technologie correspondante au groupe CIB qui y est lié.

- Un **fort degré de spécialisation des principaux acteurs offre davantage d'opportunités**, puisque cela signifie que certains aspects de la technologie restent accessibles. De façon générale, nous pouvons noter que la majorité des acteurs présentés sont relativement spécialisés quel que soit le champ technique étudié. Mais ce type de représentation nous permet en plus d'identifier les spécialisations de ces acteurs.

- Dans le cas des **additifs alimentaires,** nous l'avons vu, peu d'acteurs ont encore un portefeuille brevets volumineux et récent, d'où cette faible représentation. Les anciens acteurs n'ont aucun impact en termes d'opportunités, puisque la majorité de leurs brevets sont dans le domaine public. Ils n'ont par conséquent plus aucune valeur d'exclusivité.

- Nous distinguons ici DSM et Dupont de Nemours d'un côté, et BASF de l'autre. Les **deux premiers sont davantage spécialisés,** avec des dépôts plus importants **relatifs aux éléments nutritifs ainsi qu'aux produits alimentaires pour animaux non spécifiques** (A23K020 et A23K050) ainsi que sur les **substances médicamenteuses** (A61K031 et A61P003). Dans le cas de BASF, son activité est plus globale. En termes d'opportunités, bien que la figure 28 laissait penser à un marché dégagé, **elles restent relativement limitées** en raison de ces trois acteurs qui imposent une forte concurrence de par leur présence.

- Lorsque nous nous intéressons aux principaux acteurs présents sur **l'eau de boisson**, trois types de spécialisations se distinguent. Tout d'abord Pfizer, Akzonobel et Nestlé. Leurs activités sont orientées autour des **préparations médicinales et des éléments nutritifs pour animaux** (A61K031 et A23K020). Une fois de plus, les aspects santés et nutrition sont reliés, mais via l'eau de boisson cette fois. Un parallèle fort peut être fait avec DSM et Dupont de Nemours noté précédemment. La différence portant sur le vecteur de distribution.

  - Il y a ensuite Foerster Technik, qui est un acteur spécialisé dans **les dispositifs pour l'alimentation du bétail et dans les abreuvoirs** (A01K005 et A01K007). Contrairement aux acteurs précédents, celui-ci a des activités qui n'entrent pas dans le domaine de compétences privilégié par le groupe Avril.

  - De même que Zoetis, présent quasi exclusivement sur des **aspects relatifs aux préparations médicinales** (A61K035, A61K039, A61K009, A61K047). Si ces deux derniers acteurs ne présentent pas une menace pour les activités du groupe, il n'en va pas de même avec les trois premiers qui peuvent avoir des brevets plus gênants, **limitant ainsi le niveau d'opportunités.**

- Une partie des acteurs qui ont une activité sur les **phages** sont assez diversifiés. C'est le cas de BASF, Bayer et le Scripps Research Institut. Les phages sont une technologie beaucoup plus spécifique que celles que nous pourrions trouver sur l'eau de boisson ou sur les additifs alimentaires. Les acteurs se distinguent principalement en fonction de ceux qui déposent un brevet avec une visée applicative comme c'est le cas de Kineta (A61P031 et A61K031), et ceux qui protègent davantage la technologie en tant que telle, notamment avec des dépôts orientés chimie, comme par exemple Kuros (C12N015, C12N007, C07K014).

- Enfin, nous observons la répartition des activités des acteurs présents sur les **probiotiques**. Bien qu'ils soient assez nombreux et qu'une bonne spécificité soit à

noter à première vue, en regardant davantage les groupes CIB représentés nous nous apercevons qu'ils font tous référence à des médicaments ou préparations médicinales. Comme pour les phages, il s'agit d'une technologie précise, avec des applications qui restent a priori encore en cours d'exploration. En conséquence, pour les probiotiques, nous pouvons conclure à une **spécialisation des acteurs**, mais qui est cette fois due à un **manque d'alternatives connues.**

Conclusion de section

En conclusion de cette section, nous pouvons résumer les résultats en matière d'opportunité technologique à travers le tableau suivant (tableau 2). Nous reprenons nos trois grandes catégories d'opportunités définies en début de section, à savoir les opportunités technologiques, géographiques et concurrentielles, et y attribuons une valeur pour chacun des quatre champs techniques étudiés. Ces valeurs sont représentées du « - - » pour les plus faibles au « + + » pour les plus élevées. Elles permettent un résumé facilement compréhensible des résultats produits par tous les graphiques représentés précédemment.

Tableau 2 : Synthèse des opportunités

	Opportunités technologiques	**Opportunités géographiques**	**Opportunités concurrentielles**
Additifs alimentaires	+	+	-
Eau de boisson	+	-	-
Phages	++	+	+
Probiotiques	+	++	+

Source : Auteur

L'existence d'opportunités technologiques est le principal élément à prendre en compte. Sans elles, les projets de recherche n'ont que peu de chances d'aboutir, ou ne présenteront pas une bonne rentabilité.

Ainsi, les quatre champs techniques étudiés présentent effectivement un intérêt. Les phages se distinguent tout de même. Dans le cas des additifs alimentaires et de l'eau de boisson, les

dynamiques et les différentes trajectoires observées à l'aide de la répartition des groupes CIB montrent des technologies anciennes. Le rythme du renouvellement de l'innovation permet d'y associer un signe positif, mais la rentabilité est nécessairement moindre que dans le cas des phages, qui suivent une croissance plus marquée. A l'inverse, les probiotiques qui s'avèrent être une technologie beaucoup plus récente et donc potentiellement plus rentable, ne sont en revanche pas suffisamment développés pour déterminer quelle trajectoire ils vont suivre, avec un risque d'échec supérieur.

Les opportunités géographiques relatives à l'eau de boisson sont faibles pour deux raisons. La recherche est de plus en plus faible dans la majorité des pays qui portent historiquement l'innovation d'une part. D'autre part, les extensions de brevets sont principalement à destination des pays en développement, synonyme d'un essoufflement de la technologie sur les marchés développés. Les conclusions sont totalement opposées pour les probiotiques, qui permettent encore le développement de produits (par le biais d'une protection par le brevet) dans de nombreux pays.

Enfin, la concurrence reste relativement forte sur ces quatre champs techniques. Elle l'est davantage pour les additifs alimentaires et l'eau de boisson, du fait de la présence d'acteurs financièrement très importants comme DSM, BASF et Dupont de Nemours pour le premier cas, ou de Nestlé dans le second cas. La différence qui avantage les phages et les probiotiques vient de la taille des portefeuilles brevets de ces acteurs. En effet, la concurrence est bien existante pour ces deux technologies également, mais les acteurs importants disposent d'un moins grand nombre de brevets et donc d'un potentiel gênant plus faible.

Avec ce tableau nous en arrivons à la conclusion que **des opportunités sont présentes sur chacun de ces champs techniques**. Par conséquent, il n'est pas absurde de lancer un projet de recherche dans chacun de ces cas. En revanche, **la rentabilité attendue est aujourd'hui plus forte pour les phages et les probiotiques, avec un risque mieux maîtrisé pour les phages.**

Chapitre 4 : L'intégration des méthodes d'intelligence technologique en entreprise : leçons tirées du cas des phages

Introduction

La méthode développée dans le chapitre précédent offre une première vision des apports de l'intelligence technologique en lien avec le management de l'innovation. Nous avons notamment mis en avant sa capacité à créer un portefeuille de données pour répondre à une question d'ordre technique. Mais aussi à en extraire de l'information pertinente pour aider la firme dans sa prise de décisions. Dans ce chapitre nous voulons aller plus loin. Notamment en nous intéressant à la possibilité de l'intégration de l'intelligence technologique au sein de l'entreprise pour une meilleure prise en considération des évolutions scientifiques et techniques.

Déjà Aguilar (1967) et Ansoff (1980) évoquaient l'importance de surveiller son environnement externe pour une entreprise, afin de rester compétitive. D'après ces auteurs, **améliorer sans cesse ses ressources internes n'est pas suffisant pour garder une position forte de long terme sur un marché.** L'intelligence technologique permet ici d'avoir une bonne connaissance des avancées scientifiques et techniques qui peuvent avoir un impact significatif pour l'entreprise, ainsi que l'avance éventuelle dont disposent les concurrents. En effet, certains travaux ont montré l'importance du volet technique dans les évolutions de l'environnement d'une firme (Daim et Kocaoglu, 2008 ; Phaal et al, 2006 ; Thomke et Kuemmerle, 2000 ; Ashton et Klavans, 1997). Une réaction rapide est jugée nécessaire pour survivre ou garder un avantage compétitif.

Mais notre expérience au sein du groupe Avril nous a montré qu'il n'est pas pour autant simple de développer de telles compétences au sein d'une entreprise. Comme nous avons pu l'évoquer à travers le chapitre 2, il ne s'agit pas d'investir dans des outils et formations pour disposer des résultats attendus. Un processus d'intelligence technologique suppose des changements au niveau des routines de la firme. Or, cela est toujours délicat à mettre en place.

Ce décalage entre les nombreux avantages de l'intelligence technologique au niveau décisionnel, vantés par la littérature et les difficultés de mise en application concrète en entreprise, nous a convaincu de l'intérêt du développement de ce chapitre de clôture de thèse, relatif aux moyens de mise en place effective de l'intelligence technologique au sein de la firme.

Cette réflexion est arrivée suite à la réalisation de l'étude présentée dans le chapitre 3, où les résultats paraissaient pertinents aux managers, mais ces derniers avouaient ne pas savoir comment les exploiter. Nous avons donc réfléchi à un moyen d'être au plus près des besoins. Un projet de R&D qui se lançait dans l'une des filiales du groupe a alors émergé. Il est vite apparu que l'opportunité de croiser les méthodes d'intelligence technologique à ce cas impliquant une équipe entière de R&D pouvait nous aider à mieux cibler les problèmes qui persistaient.

Nous avons vu dans le chapitre précédent que les phages[60] font partie des solutions techniques pour une baisse de l'utilisation des antibiotiques visées par le groupe. Par la suite, nous nous intéressons davantage à **la façon dont peut être mobilisée l'intelligence technologique dans le cas d'une étude avec des objectifs très concrètement déterminés.**

Section 1 : L'intégration au groupe de projet sur les phages : de la définition du projet aux résultats

Disposer de compétences d'intelligence technologiques ne se fait pas du jour au lendemain. Quelle que soit l'entreprise, une réelle volonté et des efforts de construction sont nécessaires pour y parvenir. Cette remarque avait déjà été faite par Paliokaité en 2014. Ces compétences ne peuvent s'acquérir directement, mais doivent à l'inverse se construire. L'intelligence technologique doit être comprise comme un processus organisationnel propre à l'entreprise.

En effet, malgré des contacts réguliers entre Avril et VIA Inno, une certaine connaissance de ces méthodes et une habitude à y avoir recours, les appliquer en interne paraît toujours complexe. Suite à ce constat, nous avons voulu nous approcher davantage des équipes de chercheurs et ingénieurs, autres utilisateurs de nos analyses avec les managers, pour mieux comprendre le problème.

Le projet concernant les phages a été évoqué peu de temps après la fin du travail présenté dans le chapitre 3. Cette technologie faisant partie des résultats issus de l'étude générale sur les solutions à la baisse des antibiotiques dans l'élevage, nous avons ainsi eu l'opportunité de rejoindre le groupe projet créé peu de temps auparavant. Lors de notre arrivée, le sujet était encore à un stade très exploratoire, seuls quelques critères non encore stabilisés étaient déterminés. En conséquence, l'objectif initial de notre travail était également flou. Il pouvait seulement être défini comme **l'obtention d'une vision à la fois générale et précise sur l'état**

[60] Les phages, également appelés bacteriophages sont des virus qui n'infectent que les bactéries. Découverts bien avant les antibiotiques, leur usage s'est fait beaucoup plus rare à partir de la découverte des antibiotiques, plus efficaces.

de la technique relative aux phages, afin d'aider la firme à se positionner vis à vis de cet environnement externe.

Plus les salariés vont y avoir recours, plus ils seront familiers avec ces méthodes. Or, ce sont ces derniers, via leurs besoins et leurs habitudes de fonctionnement, qui vont déterminer l'usage au quotidien qui pourra en être fait. Ils contribueront à orienter la façon dont l'intelligence technologique sera effectivement intégrée à l'entreprise.

Nous allons commencer par présenter les conditions dans lesquelles cette nouvelle étude a émergé et les besoins exprimés. Nous en ressortirons les points qui nous paraissent essentiels pour une bonne première approche. Dans le second point, nous présenterons les résultats que nous ressortons de cette nouvelle étude et le chemin suivi pour orienter les choix d'analyse effectués.

1.1 Construction du projet d'étude au sein du groupe de R&D

1.1.1 Motivations à la mise en place de cette étude sur les phages et premiers contacts avec l'équipe

Suite aux résultats présentés dans le chapitre précédent, un constat a émergé. Les travaux intéressaient les collaborateurs, mais des blocages à savoir quoi en faire exactement persistaient. De plus, si une méthodologie a bien été proposée, des doutes vis à vis des possibilités à les réutiliser étaient toujours présents. L'un des principaux problèmes repérés a été la déconnexion de ces travaux avec les projets concrets en cours. Pour qu'il puisse y avoir intégration, il paraît effectivement nécessaire que les relations avec les chercheurs et ingénieurs soient plus étroites.

L'une des filiales du groupe lançait à ce moment-là des travaux de recherche, encore au stade exploratoire, relatifs à la technologie des phages. Or, cette dernière sortait comme technologie d'intérêt pour le groupe de notre précédente étude. Il nous paraissait ainsi pertinent de pouvoir pousser davantage les analyses, notamment afin d'identifier où se situaient les opportunités détectées.

Pour cela, une première rencontre a été organisée en face à face. A cette occasion, nous avons présenté le pré-travail d'intelligence technologique appliqué à ce cas d'étude réalisé à l'occasion de la détection des solutions de soin dans l'élevage. Cela nous paraît indispensable pour deux raisons.

- Tout d'abord, cela permet de capter directement l'attention de l'assemblée sur les résultats potentiels qui peuvent être attendus de l'intelligence technologique. De présenter les outils employés, les types de graphiques obtenus et ainsi, pouvoir orienter les discussions.

- Mais cela permet surtout de disposer d'un socle commun d'échanges, pour faciliter les échanges autour de questions et réponses concrètes, qui permettent d'orienter plus facilement la discussion sur les attentes de l'étude.

Un format de réunions mensuelles a raison de deux heures a été déterminé dès le départ. Chaque participant s'engageant à y assister. Après expérience, un rythme plus soutenu, à hauteur d'une réunion toutes les deux semaines nous paraît préférable. Cela pour répondre au besoin de court terme inhérent au niveau opérationnel. Compte tenu de l'éloignement géographique il nous était difficile de faire plus dans notre cas. Des contacts réguliers étaient tout de même entretenus et plusieurs rendus intermédiaires ont également permis à l'étude de garder un cap pertinent pour les besoins du groupe de recherche.

Ces réunions en face à face avaient pour objectif la présentation d'études technologiques. Ce que nous mettons en avant ici porte sur **la forte interactivité lors de ces entrevues**. Avoir plusieurs personnes présentes a permis de nombreux échanges en réaction aux éléments présentés. Des points d'interrogation étaient régulièrement soulevés. Certains participants ayant parfois des réponses à apporter. Dans le cas contraire, ces éléments venaient naturellement orienter la suite de nos recherches. Ainsi, nous étions sûrs de répondre aux besoins réels.

A l'issue de cette première réunion, de nombreuses demandes très variées ont émergé. Les participants étaient effectivement intéressés et intrigués par ce qui pouvait être réalisé. Il nous semble important d'encourager ces échanges, sans mettre de point de blocage dès les départ. Nous avons réalisé un travail pour déterminer ce qui était faisable ou non *a posteriori* et proposé des solutions pour répondre aux demandes qui étaient jugées prioritaires.

1.1.2 Définition de l'étude

A l'issue de la première réunion de travail plusieurs problématiques émergeaient, permettant d'orienter la suite. Etant donné la diversité des profils présents, les questionnements étaient variés. Après un premier tri, nous avons par exemple pu cibler le besoin **de déterminer l'état d'avancement scientifique et technique des phages** de façon générale dans un premier temps. Plusieurs focus étant déjà envisagés, à savoir **comment se positionnent les phages pour traiter les vibrio** vis à vis de ce corpus général. Idem pour ceux qui passent **par l'alimentation animale**. Ainsi que ceux à destination de **l'aquaculture**. Un point important

portait sur **l'identification des acteurs présents et sur de potentielles collaborations.** Une discrimination par espèces animales et par familles de bactéries avait également été envisagée.

Suite à cela, quatre niveaux d'analyses ont été jugés nécessaires pour apporter les éléments de réponse souhaités.

- Un premier niveau très **général** comprenant tous les travaux sur les phages, qui nous servira de point de comparaison.

- Le second est plus précis puisque parmi tous ces travaux, nous recherchons uniquement ceux qui ont une **visée élevage**. Cette analyse permettra principalement à la firme de disposer d'une bonne vision de l'environnement technique dans lequel s'inscrit son activité.

- Le troisième niveau porte sur les phages utilisés dans **l'alimentation animale**. Il s'agit en effet d'une base de connaissances forte de l'équipe.

- Enfin, le plus fort niveau de précision consiste à détecter les données relatives aux phages pour lutter contre les **vibrio**[61]. Il s'agit là d'un des éléments envisagés au départ de ce projet, sans pour autant être totalement fixé.

Ces quatre points d'analyse nous amènent à réaliser quatre requêtes brevets avec leur équivalent en publications scientifiques[62]. Les requêtes mises en place pour récolter les données nécessaires à ces travaux se trouvent en annexe (annexes 1 et 2 pour le détail des requêtes).

Pour apporter des réponses à ces questionnements qui se sont construits grâce aux premiers échanges, trois thématiques ont été définies. Tout d'abord, **la compréhension des dynamiques scientifiques et techniques de l'environnement**. De **leur développement géographique** ensuite. Et **des forces en présence** pour finir. Nous ne présenterons pas l'intégralité des indicateurs réalisés pour les besoins de l'étude, mais seulement ceux qui viennent illustrer les résultats de cette collaboration. Le reste de l'étude est disponible en annexe (annexes 3 à 27).

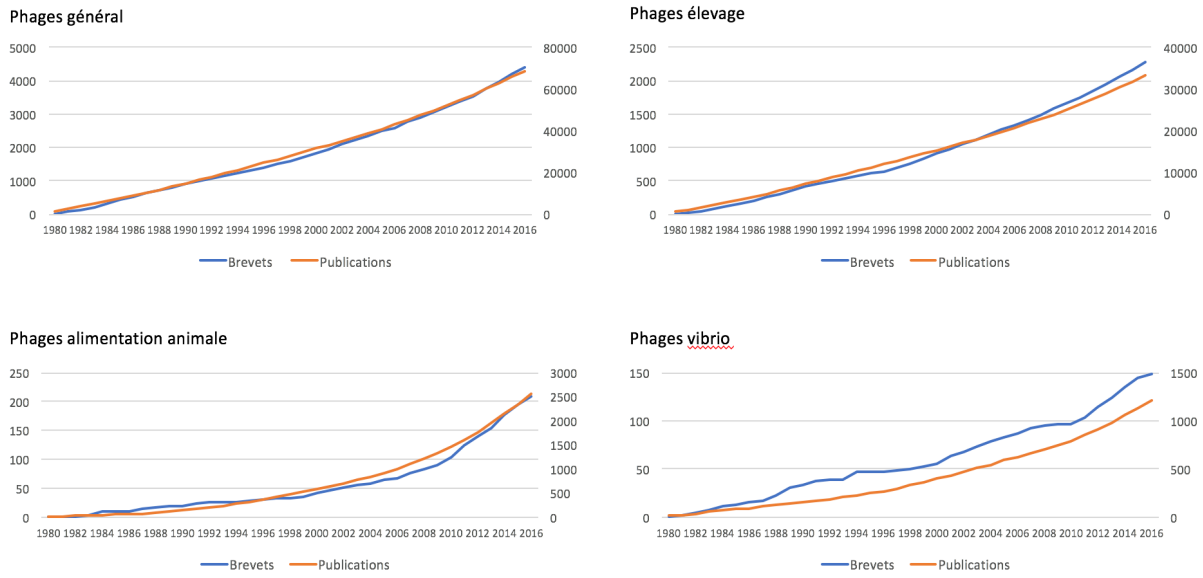
[61] Les vibrios sont des bactéries appartenant à la famille des Vibrionaceae, responsables de certaines infections bactériennes.
[62] Pour plus de détails concernant la méthode de construction de requête se référer au chapitre 3, section 1.

1.2 Déroulé de l'étude et résultats

1.2.1 L'évolution des dynamiques scientifiques et techniques

Concernant la question des dynamiques, nous avons commencé par représenter l'évolution du nombre de brevets et de publications par année, entre 1980 et 2016 et ce, pour chacune des quatre analyses présentées. Le niveau le plus général servant de point de comparaison. En effet, une dynamique plus importante sera alors synonyme d'un plus fort intérêt pour cet aspect de la technologie.

Figure 30 : Dynamiques des efforts inventifs



Source : Auteur

- Conformément à ce que nous avons pu observer dans le chapitre 3, ces courbes montrent un intérêt croissant pour la technologie, quel que soit le focus réalisé. Une accélération à partir des années 2000 se démarque également prouvant un regain d'intérêt actuellement.

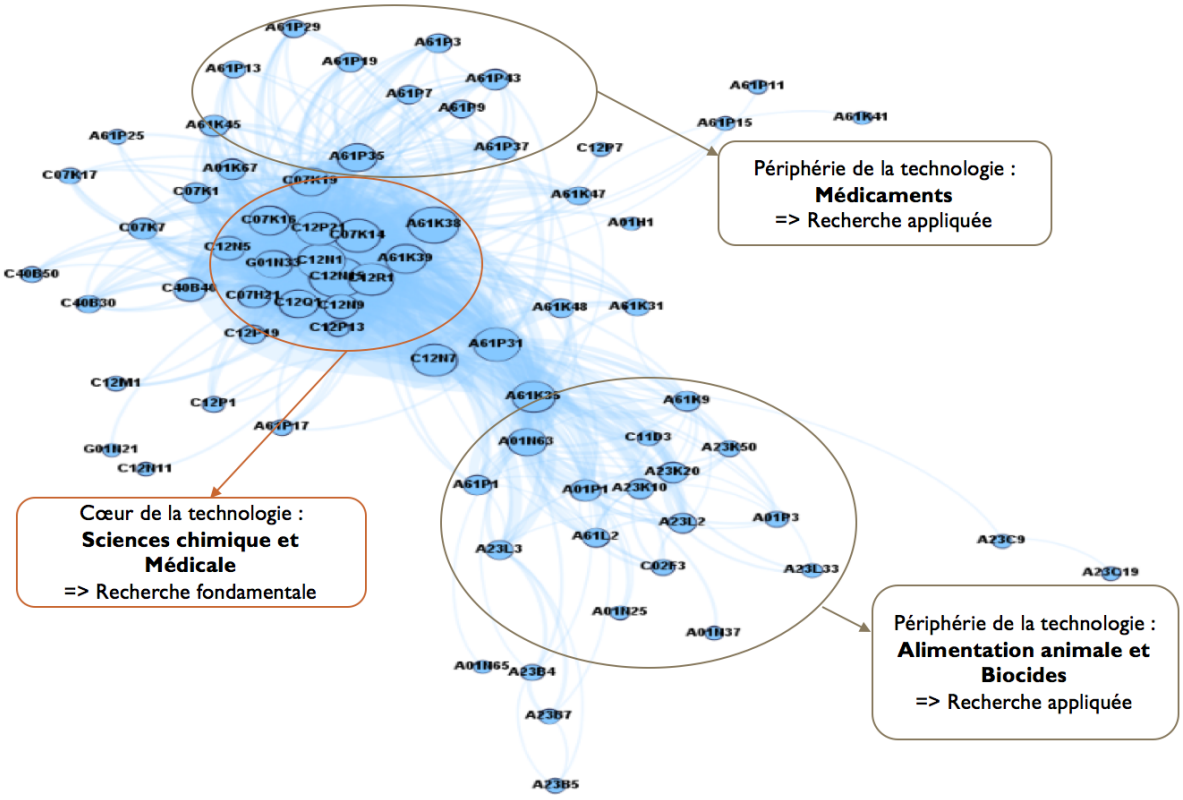
- En revanche, une **dynamique plus marquée sur la période récente est à noter pour le point d'analyse sur l'alimentation animale**. Il s'agit donc d'un aspect de la technologie davantage développé ces dernières années comparativement aux phages dans leur ensemble.

- L'inverse s'observe pour les *vibrio,* qui ne sont que très peu ciblés, autant par une dynamique plus faible que par une volumétrie moins importante. La technologie étant encore récente, les éléments de discrimination ne sont par conséquent pas encore très poussés. Il s'agit d'une source d'opportunité pour la firme, mais également de forte incertitude.

Les réseaux de proximité présentés dans le chapitre 3 ont été sollicités par les membres du groupe projet, avec pour objectif la représentation des dynamiques. Les sous corpus alimentation animale et vibrio ne comportant que peu de brevets et présentant déjà un fort niveau de précision, ces réseaux ne sont pas pertinents à ce niveau. Le niveau général quant à lui prend en considération toute une partie sur la médecine humaine qui ne présente aucun intérêt pour la firme.

Pour ces analyses nécessitant un nombre important de données, **nous nous concentrons donc sur l'étude des phages dans l'élevage.** Certaines adaptations par rapport aux graphiques présentés dans le chapitre précédent ont été demandées. Cela afin d'avoir une meilleure prise en compte des éléments informationnels souhaités. En premier lieu, il a été demandé de distinguer concrètement le cœur de la technologie de la périphérie. Puis d'identifier les éléments techniques qui y sont rattachés. Nous obtenons ainsi la figure ci-dessous.

Figure 31 : Réseau centre périphérie actuel des phages dans l'élevage



Source : Auteur, données issues d'Orbit, traitement Gephi

Pour rappel, la technologie se forme autour d'un certain nombre de codes CIB[63]. Lors de sa première phase de développement, seul un petit nombre de codes CIB sont rattachés au corpus, avec une forte liaison entre eux. La force de cette liaison est synonyme de proximité. En effet, plus le trait est épais, plus ces codes apparaissent régulièrement dans les mêmes brevets. Ils composent ainsi le cœur de la technologie.

- A travers la figure 31, nous voyons que le centre est déjà bien présent, avec des codes relatifs aux sciences chimiques et médicales. Des codes génériques qui laissent seulement comprendre que les phages sont obtenus par un processus chimique à des fins médicales. Il s'agit effectivement de la partie axée sur la recherche fondamentale.

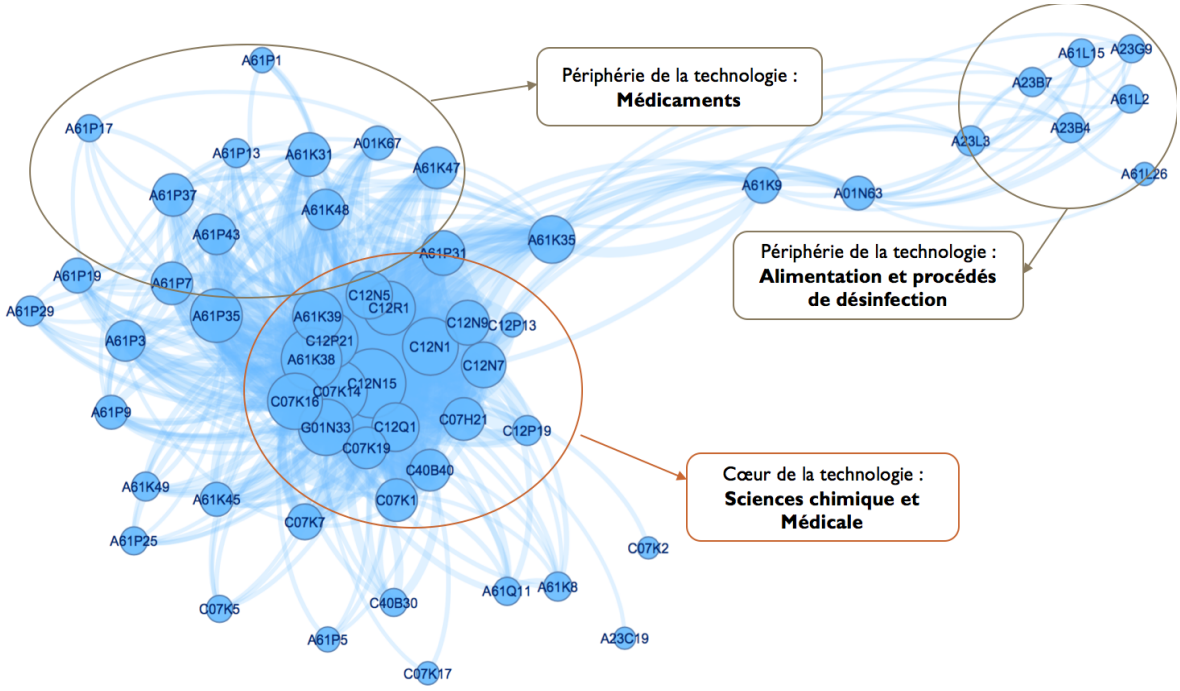
- Cette figure 31 nous montre également l'existence d'une recherche appliquée à travers deux groupes périphériques, bien que peu développés. Ils font référence à **l'utilisation qui est faite de la technique de base**. La périphérie la plus proche du groupe de recherche fondamentale est associée aux phages employés dans la création de médicaments. La seconde regroupe des codes CIB relatifs à l'alimentation animale

[63] Les CIB pour classification internationale des brevets existent depuis 1971. Il s'agit d'un système de classification des brevets et modèles d'utilité en fonction de leur domaine technologique. (Plus d'informations sur https://www.wipo.int/classifications/ipc/fr/).

ainsi qu'aux biocides[64]. L'alimentation animale avait été détectée par les experts comme application potentielle, des travaux sur ce sujet existant déjà. En revanche, l'activité biocide qui y est fortement attachée n'avait pas été anticipée. Cette information présente un fort intérêt compte tenu de la diversité des activités des filiales d'Avril. Une alliance peut donc être envisagée pour le développement de ces travaux avec une autre équipe orientée biocides.

Suite à cette première représentation, la demande de disposer d'un réseau semblable mais en ne prenant en compte que les brevets antérieurs à 2000 a été faite. L'objectif est de juger de l'existence d'une évolution au cours de ces deux dernières décennies et ainsi, déterminer s'il était déjà possible à cette époque d'anticiper la trajectoire qu'allait suivre cette technologie par ces méthodes. Nous obtenons ainsi la figure 32 ci-dessous.

Figure 32 : Réseau centre périphérie antérieur à 2000 des phages dans l'élevage



Source : Auteur, données issues d'Orbit, traitement Gephi

- Les bases de la figure 31 sur la période actuelle existaient déjà. On retrouve les mêmes groupes CIB au niveau de la recherche fondamentale. La partie relative aux médicaments était la première à avoir émergé. Elément que nous ne pouvions deviner à partir de la figure 31. Avant les années 2000, cette dernière était très faiblement représentée.

[64] Les biocides sont des substances pouvant être chimiques ou organiques, luttant contre les organismes nuisibles. Les sprays désinfectant et pesticides par exemple rentrent dans cette catégorie de produits. (Plus d'informations sur https://www.anses.fr/fr/content/les-produits-biocides)

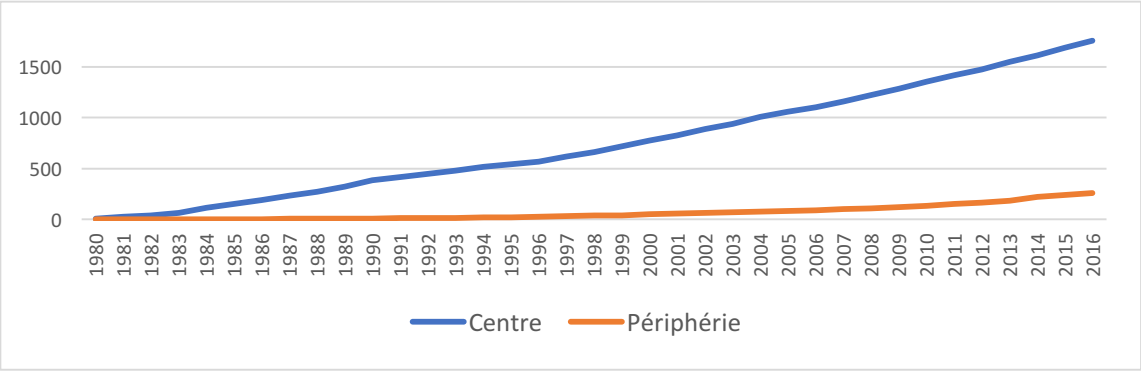
- De plus, le lien existant entre l'alimentation animale et les phages n'est pas évident sur la figure 32 la distance étant très forte. Cette application était donc possible à détecter à la fin des années 1990, mais l'incertitude y étant liée était alors très présente.

- En comparant ces deux graphiques, nous aboutissons à la conclusion que **cette application en termes d'alimentation animale et de biocides a connu un très fort développement récemment, lui donnant ainsi une forte valeur.**

Pour aller plus loin sur la dynamique des phages, un graphique complémentaire a été mis en place. Il a pour objectif d'évaluer le niveau de développement du cœur du réseau ainsi que de la périphérie, afin de détecter le niveau de maturité associé. Les deux graphiques précédents nous montrent déjà que les phages ne sont encore qu'à un stade émergent. Nous cherchons désormais à savoir si la recherche fondamentale arrive à maturité, impliquant une prise de relai forte par les applications, ou si elle est à l'inverse encore en plein développement.

Compte tenu du peu de données encore disponibles sur les deux grappes périphériques identifiées, nous les réunissons en une même série. Pour réaliser la figure 33 suivante, nous retenons tous les brevets contenant les CIB cœur pour la série « centre » et ceux de la partie médicaments et alimentation/biocides pour la série « périphérie ».

Figure 33 : Comparaison des dynamiques cumulées de dépôts de brevets centre/périphérie



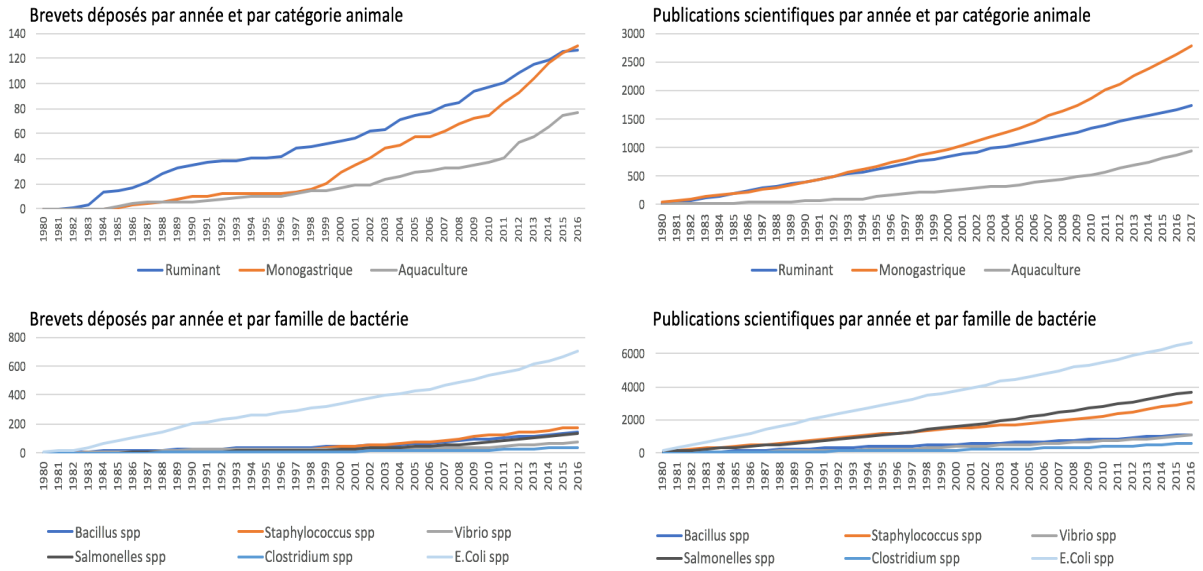
Source : Auteur, données issues d'Orbit

- Malgré un nombre de codes CIB plus important renseigné pour la périphérie que pour le centre, nous avons très clairement une supériorité du centre. Non seulement en termes de volumétrie, mais également de dynamiques. Par conséquent, **la phase d'exploration n'est pas encore terminée,** cette observation étant une bonne nouvelle pour la firme. En effet, cette dernière craignait d'avoir du retard pour intégrer la

technologie à ses activités. Or, au vu de ces résultats, **le potentiel de rentabilité est encore très fort**.

Pour autant, si cette simple conclusion est importante, elle n'est pas suffisante. La firme veut également savoir s'il y a des éléments de discrimination au niveau de l'espèce animale ou de la famille de bactéries cible. Pour ce faire, nous avons réalisé la figure 34 suivante.

Figure 34 : Dynamiques cumulées des dépôts de brevets et publications scientifiques par espèce animale et pathogènes



Source : Auteur, données issues d'Orbit

Conformément à la demande des experts, deux focus ont été réalisés, représentés à travers la figure 34. Le premier concerne une distinction par espèces animales. Compte tenu du caractère récent de la technologie nous avons choisi de ne pas aller dans un degré de précision trop poussé, pour nous contenter de trois grandes catégories classiquement rencontrées dans l'élevage. Le même découpage a été réalisé au niveau des familles de bactéries, également spécifiées lors des premières réunions.

- La partie haute du graphique représente les différences existantes sur les dynamiques selon les classes animales. Globalement, nous observons que la dynamique des monogastriques est plus importante depuis les années 2000, celle de l'aquaculture s'est accélérée plus tard, à partir du début des années 2010 et à l'inverse, celle des ruminants ralentit. De plus, la volumétrie associée à chacune de ces trois séries ne représente qu'un faible pourcentage du corpus initial. Cette légère différence observée ne permet donc pas d'affirmer à ce stade que l'une de ces catégories présente un intérêt plus marqué.

- La partie basse quant à elle représente les familles de bactéries, définies par les experts. Nos observations portent donc sur le Bacillus, Staphylococcus, Vibrio, Salmonelles, Clostrodium et Escherichia coli. La conclusion est différente ici, puisque **les brevets et publications scientifiques concernant les e.coli sont bien plus importants que pour les autres bactéries.** Cette famille est par conséquent ciblée dans une grande partie des travaux de recherche. Mise à part cette exception, nous ne pouvons pas tirer beaucoup de conclusions relatives à ce niveau d'analyse. A ce stade exploratoire de la recherche sur les phages, aucune trajectoire de développement très précise ne se dégage.

La seule certitude dont nous disposons à la fin de cette analyse des dynamiques concerne le **potentiel évident des phages pour les années à venir, associés à leurs applications en tant que médicament ou passant par l'alimentation animale.** Par une étude comparative sur les différents niveaux d'analyse, nous avons également constaté que les phages dans l'élevage représentent 50% des travaux réalisés sur les phages. Il s'agit là d'un fort pourcentage. En effet, les experts se seraient davantage attendus à une plus faible proportion au profit des applications dans le domaine de l'humain. En revanche, les brevets et publications scientifiques ciblant précisément l'alimentation animale ou les vibrio sont bien plus faibles, laissant ainsi le champ encore dégagé pour les travaux menés par la firme.

1.2.2 Les efforts de recherche selon les pays

Nous irons beaucoup plus vite sur cette partie de l'analyse. La majorité des graphiques utilisés sont très classiques et ont déjà été présentés dans le chapitre précédent. Nous ne reviendrons que sur les conclusions que nous en avons tirées. Les différents graphiques sur lesquels nous nous appuyons restent disponibles en annexe (annexes n°22 à 24).

Les représentations des principaux pays leaders dans la recherche correspondent aux résultats classiquement rencontrés (annexes n°23 et 24). **Les Etats Unis et la Chine sont les pays les plus actifs en matière de brevets**. Les Etats Unis dominent également très largement sur le nombre d'articles scientifiques réalisés. Les marchés ciblés par des extensions de brevets sont en revanche plus nombreux, notamment avec une **bonne représentation des pays européens.**

Ces informations génériques apportent une vision globale de la répartition mondiale de la recherche, mais ne sont pas suffisantes. Les experts se sont positionnés sur des zones géographiques déjà envisagées pour de potentielles exploitations de produits. Cette façon de procéder nous a permis de concentrer notre analyse sur un nombre plus restreint de données,

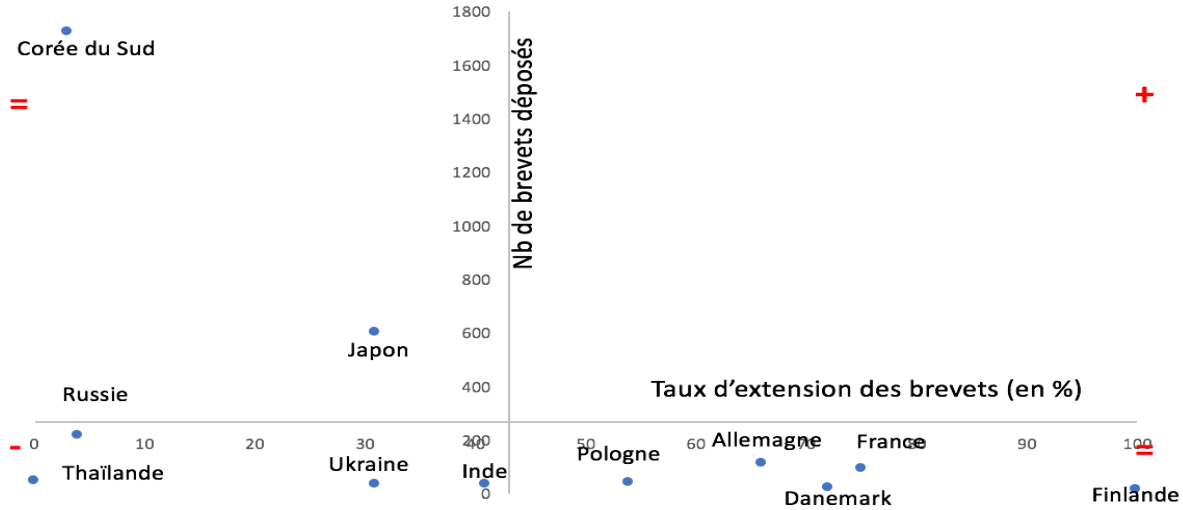
notamment d'éliminer les Etats Unis et la Chine de nos analyses, qui cachaient une grande partie de l'information en raison de leur poids.

Parmi ces pays cibles, il est intéressant de noter la **différence d'habitudes en matière d'output de l'innovation**. Certains déposent majoritairement des brevets (Japon, Corée du Sud, Russie), alors que d'autres privilégient les publications scientifiques (Allemagne, France, Pays-Bas, Danemark, Finlande) (annexes n°23 et 24). De plus, les analyses par année ont montré une **accélération des dépôts de brevets de la part des pays asiatiques**, tirant largement la dynamique générale sur des niveaux observés précédemment. Les pays européens à l'inverse, voient leurs dépôts stagner, mais continuent à être actifs en matière de publication.

La question de **la valeur de ces brevets** asiatiques qui prennent une place importante dans notre corpus s'est alors posée. Peut-on accorder la même importance à ces brevets ? En effet, les conditions d'acceptation d'un brevet sont variables selon les offices. Si l'Office Européen des Brevets est réputé pour être particulièrement exigent, il n'en va pas de même pour les offices asiatiques.

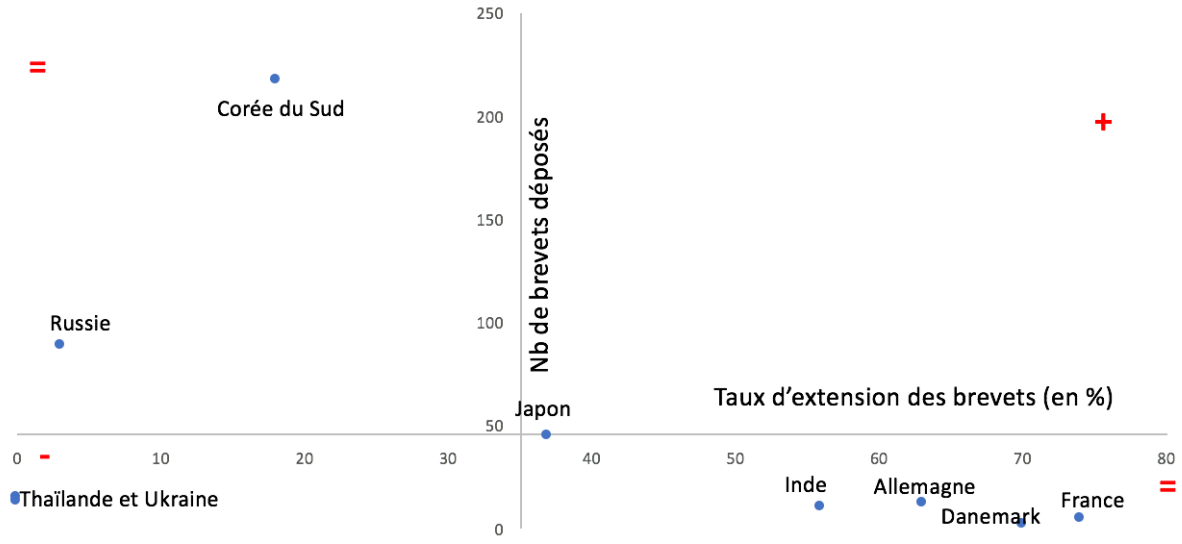
Pour y apporter un élément de réponse, nous avons fait le choix de regarder **le taux d'extension** de ces brevets. Nous obtenons ainsi les figures 35 et 36 suivantes. Elles représentent l'importance des pays selon deux variables. Le nombre de brevets déposés et leur taux d'extension. La figure 35 prend en considération le corpus *général* de données, toutes applications phages confondues. La figure 36 est plus centrée, puisqu'il est réalisé à partir du corpus sur la partie *animaux d'élevage*. *L'alimentation animale* et les *vibrio* n'ont pas d'intérêt ici en raison du faible nombre de données contenues dans ces corpus.

Figure 35 : Force des pays selon la taille de leur portefeuille brevet et leur taux d'extension (phages général)



Source : Auteur, données issues d'Orbit

Figure 36 : Force des pays selon la taille de leur portefeuille brevet et leur taux d'extension (phages élevage)



Source : Auteur, données issues d'Orbit

- Pour lire les figures 35 et 36, il faut savoir que plus un pays se trouve placé haut, plus il a déposé de brevets. Plus il est placé à droite, plus ses brevets ont été étendus. Ainsi, **ceux positionnés dans le cadre en haut à droite des matrices ont une très forte influence en matière de recherche**, comparativement aux autres pays représentés.

Inversement pour ceux si situant en bas à gauche. Les axes des abscisses et des ordonnées se coupent au point moyen des différents pays présents sur ces graphiques.

- D'après cette grille de lecture, les pays européens déposent effectivement moins de brevets, mais les étendent davantage que les pays asiatiques. Le cas le plus parlant étant celui de la Corée du Sud. Sur le corpus général (figure 35) elle a déposé près de 1800 brevets en priorité, mais à peine 5% de ces brevets ont été étendu sur au moins un autre pays.

- Aucun pays ne se démarque en déposant la fois plus de brevets que la moyenne, tout en les étendant.

En conclusion de cette étude géographique, en matière de protection par le brevet, le terrain reste encore libre pour de nouveaux entrants. Seule la Corée du Sud dispose d'une forte protection. Elle nécessite par conséquent une étude plus approfondie si la firme venait à décider d'y développer une partie de ses activités en matière de phages.

1.2.3 L'évaluation des forces en présence

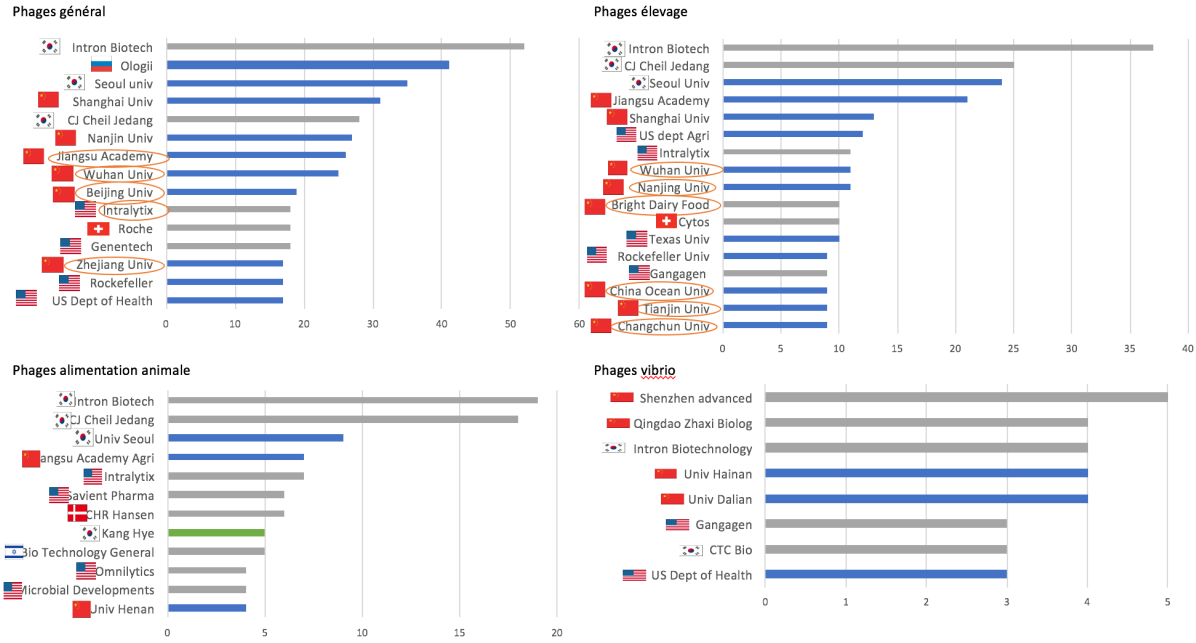
Identifier les concurrents et partenaires potentiels a toujours été une question primordiale pour les entreprises. Mais dans le cas de corpus de données volumineux, un problème récurrent, classique avec les indicateurs purement volumétriques, vient se poser. Le nombre de déposants est très important, pouvant atteindre plusieurs centaines. Il n'est alors pas possible de tous les représenter. Il nous faut identifier ceux qui présentent le risque ou le potentiel le plus fort. Mais ce n'est pas parce qu'un acteur a déposé des dizaines de brevets qu'il est plus pertinent pour la firme qu'une start-up avec trois brevets.

La présentation des principaux déposants reste un indicateur indispensable pour avoir une vision des acteurs les plus fortement représentés dans le champ de recherche, mais on ne peut s'en contenter. En faisant ainsi, nous mettons en avant des acteurs souvent déjà connus par les experts, ce qui ne représente qu'un intérêt limité. De plus, le message envoyé est mauvais, l'intelligence technologique ne paraît alors pas utile, n'apportant aucune information supplémentaire. L'objectif est d**'identifier dans cette masse, les acteurs les plus proches des travaux développés par la firme,** en fonction des différentes orientations prises à mesure que le projet évolue.

Dans un premier temps, une analyse comparative a été faite pour chacun des quatre niveaux, dont les résultats sont présentés dans le graphique suivant. Les acteurs représentés en gris

sont des acteurs privés alors que ceux en bleu sont privés. Les cercles indiquent les acteurs plus récents.

Figure 37 : Principaux acteurs ayant déposés des brevets depuis 2000



Source : Auteur

- Nous avons ainsi pu mettre en avant parmi les acteurs de forte importance, apparaissant au niveau général malgré un corpus très volumineux (Intron Biotechnology, l'Université de Seoul et Shangai, CJ Cheil Jedang). Puis, en comparant avec le niveau élevage nous avons une première idée des spécialisations sur ce domaine, notamment pour CJ Cheil Jedang.

- De cette façon, nous voyons que les principaux acteurs déposant des brevets relatifs à l'alimentation animale sont les géants du domaine des phages avec la présence d'Intron Biotechnology, CJ Cheil Jedang et l'Université de Seoul dans le top 3. Bien que peu développée, cette application aux phages est déjà ciblée par des déposants importants. Il y a donc un fort potentiel mais avec des concurrents de poids.

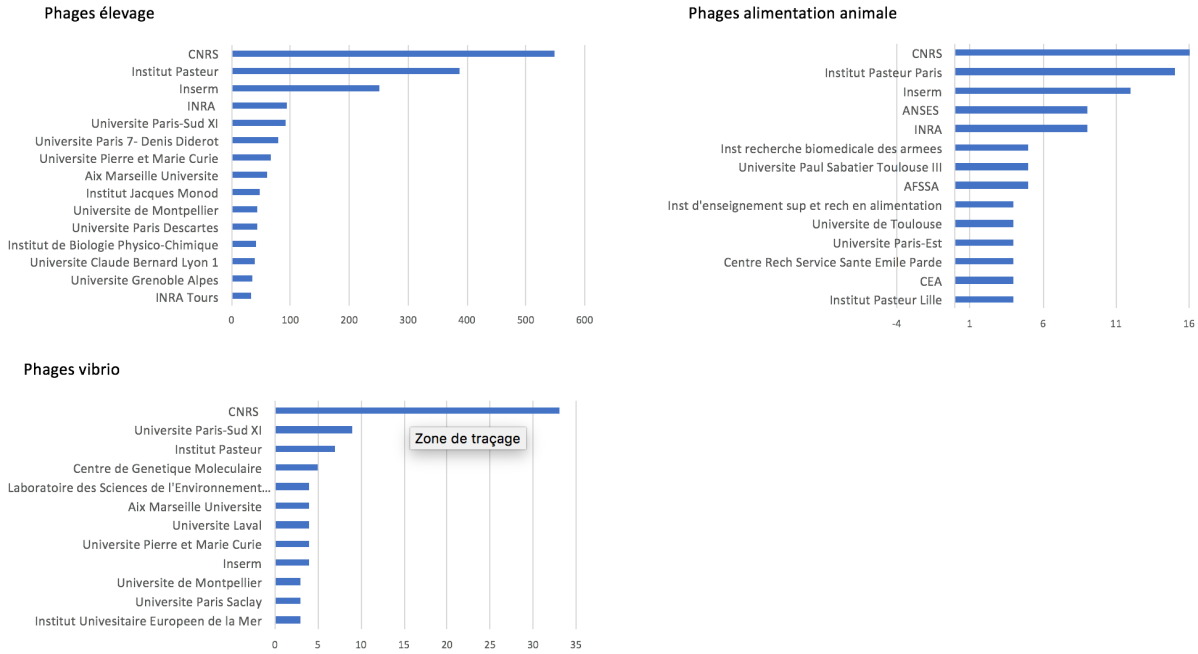
- Concernant les vibrio en revanche, il n'y a pas d'acteur dominant et les volumes de dépôts prouvent qu'il s'agit d'une piste encore très faiblement exploitée.

Dans un second temps, nous avons également réalisé une analyse sur les acteurs présents sur les quinze dernières années. Cette façon de procéder permet d'identifier de nouveaux leaders

ou à l'inverse de gros acteurs ne présentant plus une menace sur la période actuelle. Dans notre cas, les changements sont minimums. Ce qui nous amène à affirmer que les **acteurs historiques sont toujours fortement représentés.**

Suite à ces premiers résultats présentés en réunion, une autre remarque a émergé. La forte **présence de certains instituts de recherche publique français**. Ce constat a amené certains participants à s'interroger sur les travaux réalisés au niveau public français. Leur identification à travers les publications scientifiques a été faite dans le graphique suivant, afin d'aider la firme à connaître les acteurs nationaux qui détiennent des compétences.

Figure 38 : Principaux instituts français ayant déposé des brevets



Source : Auteur

Ainsi, le **CNRS, l'Institut Pasteur, et l'Inserm** pour ne citer que les plus importants contributeurs à la recherche publique, se positionnent comme des acteurs particulièrement actifs sur le sujet des phages au niveau de l'élevage.

L'étape suivante pour la prise en compte des acteurs porte sur l'analyse des réseaux de collaboration[65] (annexe n°27). Plusieurs remarques peuvent être faites.

[65] Les réseaux de collaboration représentent, sur l'ensemble du corpus de brevets obtenus, les acteurs qui ont au moins un brevet en commun. En effet, lors du dépôt, plusieurs propriétaires peuvent être nommés. Lorsque c'est le cas, il est admis qu'une collaboration a eu lieu entre ces acteurs. Un travail de nettoyage de données conséquent est nécessaire à la création de ces réseaux, notamment en raison de la possibilité de rachat des

- Les différents réseaux sont relativement développés compte tenu de la taille des corpus et du caractère nouveau de la technologie. Surtout, à l'intérieur de la totalité de ces représentations, quelques réseaux sont très denses. Il est habituellement rare de trouver des collaborations impliquant jusqu'à une dizaine d'acteurs, or, c'est effectivement le cas ici. Cela est d'autant plus remarquable que la technologie est récente.

- De plus, ces réseaux fortement développés impliquent une majorité d'instituts publics. Nous retrouvons ainsi les acteurs publics français notés précédemment. Ceux-ci déposent leurs brevets en partenariat avec d'autres acteurs publics européens. Il peut donc être intéressant pour la firme de s'en rapprocher, afin d'avoir accès à une partie de la connaissance qui se développe à grande échelle. Ces connaissances peuvent autant être relatives à la technique qu'aux pratiques dans les autres pays.

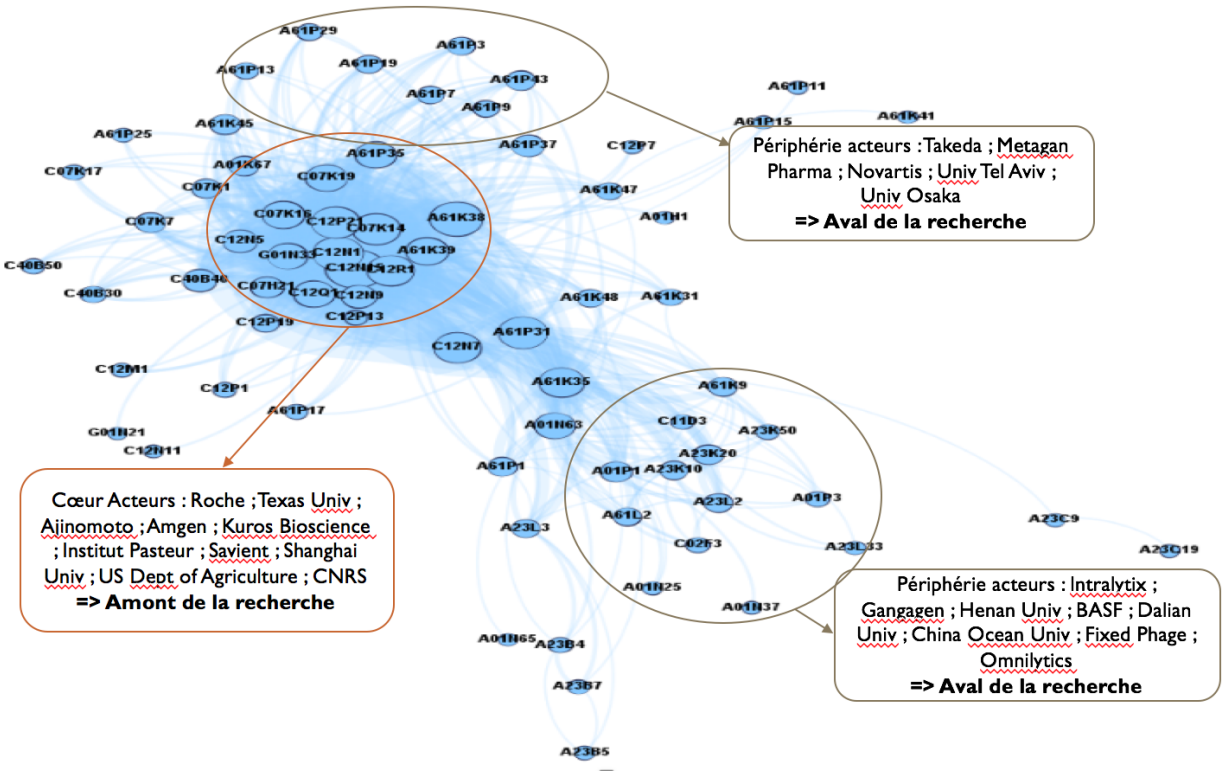
Après plusieurs échanges relatifs à la présence de ces acteurs, les experts ont fait part d'un nouveau besoin. **Identifier sur quel stade de développement de la technologie interviennent ces différents acteurs**. Comme déjà précisé, les indicateurs volumétriques sont très limités et ne présentent que peu d'intérêt. Y ajouter une nouvelle variable informationnelle comme le stade de développement des activités apporte davantage au groupe projet. Notamment pour savoir comment se positionner vis à vis de ces gros déposants.

En effet, nous avons pu voir précédemment que nous pouvons distinguer la **recherche fondamentale de la recherche appliquée**. De plus, au sein de cette dernière, deux branches principales se distinguent. Celle visant les médicaments, et celle orientée alimentation animale, qui comporte également un volet biocides.

Pour répondre à cette question, nous proposons de réutiliser le réseau de proximité technologique. Nous avons regardé les détenteurs des brevets rattachés aux différents codes CIB. Si leur portefeuille phages contient une forte majorité de brevets appartenant à l'une des trois grappes identifiées, nous considérons qu'il se positionne sur cette partie de la recherche. Cela nous permet d'aboutir à la figure 39 ci-dessous.

brevets. Dans ce cas, l'ancien propriétaire et le nouveau peuvent apparaître comme ayant un lien de collaboration, or, ce n'est pas le cas.

Figure 39 : Axes de développement de la recherche des principaux acteurs (niveaux phages élevage)



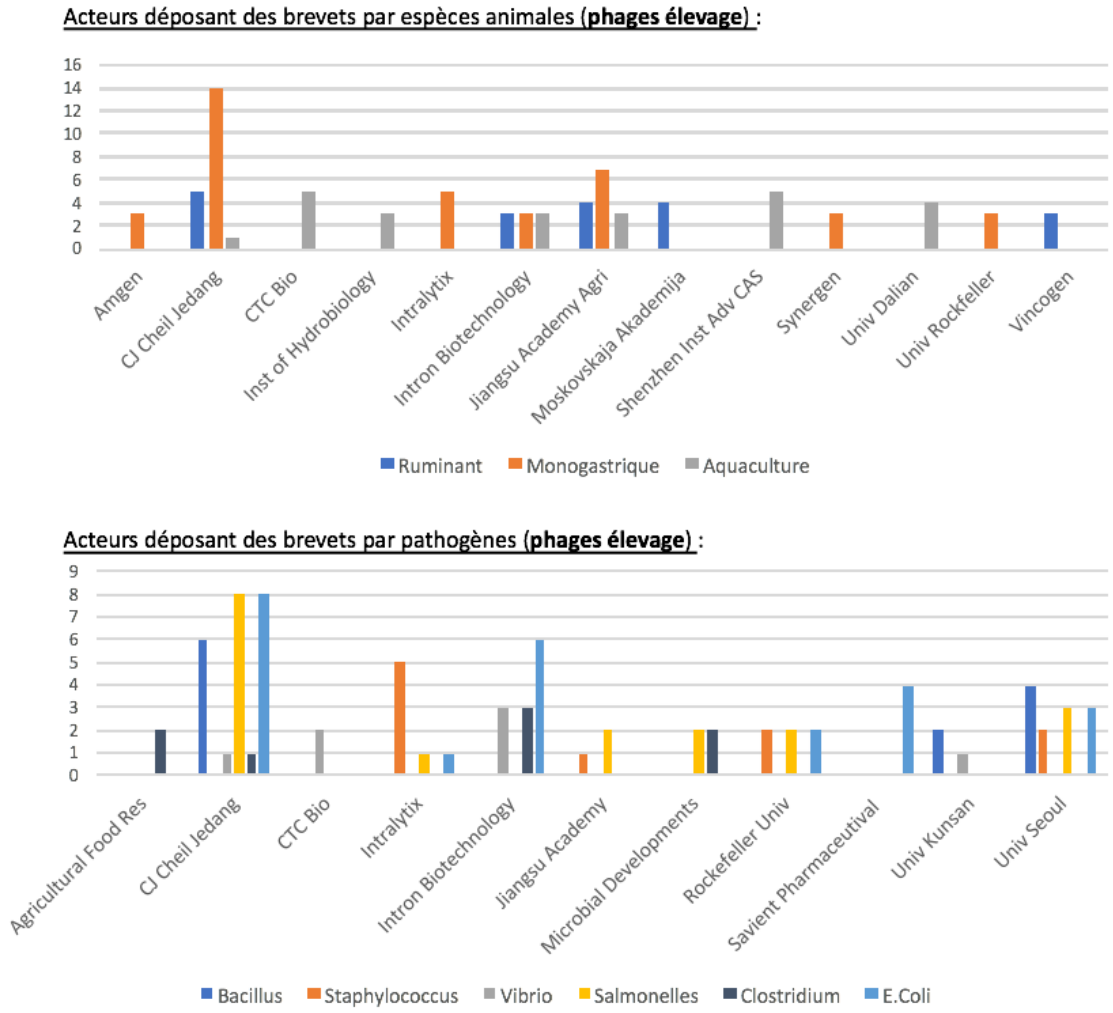
Source : Auteur, données issues d'Orbit, traitement Gephi

- Cette représentation fonctionne bien. En effet, parmi les principaux acteurs, il n'y en a que peu qui se répartissent équitablement entre deux ou trois grappes identifiées. Cela nous permet par conséquent d'avoir une idée plus précise des domaines d'intervention de ces acteurs. De savoir par exemple que Intralytix ou BASF interviennent principalement sur la partie alimentation animale, alors que Novartis en est bien plus éloigné.

- Ce graphique est un exemple typique du résultat de la collaboration entre les différentes personnes du groupe projet. Un réseau de base qui peut aisément être enrichi à partir des demandes plus précises, formulées par les utilisateurs des analyses.

Enfin, comme pour les études dynamiques et géographiques, nous nous intéressons à la question du focus sur espèces animales et familles de bactéries. Après avoir vu que les acteurs se positionnent déjà sur certains aspects de la technologie, nous cherchons à savoir si nos deux critères de discrimination le sont réellement. A travers la figure 40, nous avons repris les principaux acteurs détectés sur l'analyse au niveau phages dans l'élevage, puis nous avons détaillé leurs portefeuilles brevets afin de savoir comment il se répartissent selon ces deux critères.

Figure 40 : Répartition des brevets des principaux acteurs en fonction de l'espèce animale et pathogènes (niveau phages élevage)



Source : Auteur, données issues d'Orbit

- Concernant la partie animale, **la spécialisation est forte.** A l'exception d'Intron Biotechnology et de la Jiangsu Academy of Agriculture, chaque acteur représenté dépose ses brevets en ciblant l'une des trois catégories définies. Cependant, la masse de ces brevets reste faible comparée au nombre de dépôt total sur les phages (annexe n°22). Ainsi, l'espèce animale deviendra probablement un facteur de spécialisation pour le développement de l'activité sur les phages.

- En revanche les familles de pathogènes n'offrent pas la même conclusion. Les acteurs qui évoquent l'une d'entre elles déposent généralement sur d'autres familles également. Contrairement au graphique précédent sur la dynamique de ces bactéries, la surreprésentation des Escherichia coli ne se retrouve pas. Nous en concluons donc

qu'il y a une très grande majorité d'acteurs qui ne spécifient que ce pathogène dans leurs dépôts de brevets, mais à des niveaux très faibles pour chaque acteur.

Sur cette partie relative aux forces en présence, nous concluons sur l'existence de plusieurs concurrents bien installés et de taille importante. Néanmoins, si nous ne nous intéressons qu'au développement des phages dans l'alimentation animale, cette concurrence se réduit. De plus, il existe des potentiels de collaboration importants à travers la recherche publique française.

1.2.4 Une étude d'antériorité menée en parallèle

Les analyses d'intelligence technologique ont représenté la plus grosse partie de notre travail au cours de notre intégration au projet phages, mais une étude d'antériorité[66] a également été demandée. En effet, dans le cas d'un projet d'innovation avec pour objectif d'aboutir à un nouveau produit, il est indispensable d'identifier au plus vite les brevets existants qui pourraient provoquer des litiges.

Ceci n'est possible que dans l'hypothèse où une idée très précise existe déjà. Nous étions effectivement dans ce cas de figure, ce qui nous a permis de détecter une dizaine de brevets très porches de ce qui était visé. Certains étant même jugés comme particulièrement problématiques par les experts.

Mais avoir une idée précise ne veut pas dire qu'elle ne peut pas être amenée à évoluer. Au contraire. Identifier au plus tôt les différents points de blocage permet de réfléchir rapidement à la meilleure réponse à apporter pour éviter tout litige néfaste pour la firme. Plus ces questions se poseront tôt, moins nous serons enfermés dans une trajectoire verrouillée et plus les solutions alternatives potentielles seront encore nombreuses.

Si l'intelligence technologique a effectivement pour principale mission l'étude de l'environnement scientifique et technique de l'entreprise pour sa stratégie, ses possibilités d'utilisation sont ainsi plus vastes. Suivant les besoins de la firme, il est toujours possible d'adapter les outils et méthodes pour y répondre. La principale difficulté porte sur l'identification de ces besoins. Pour cela, une collaboration forte est indispensable, avec des échanges réguliers où chaque collaborateur doit être intégré.

[66] Une étude d'antériorité a pour objectif de vérifier la disponibilité actuelle. Dans notre cas il s'agit de s'assurer qu'un brevet déjà existant ne remet pas en cause celui qui pourra être demandé à l'issue du processus de R&D en cours.

Section 2 : L'intelligence technologique comme capacité organisationnelle pour une bonne intégration en entreprise

Les besoins informationnels sont forts pour les firmes qui veulent être innovantes, d'autant plus lorsqu'elles évoluent dans un environnement instable. C'est aujourd'hui le cas de la santé dans l'élevage, en proie à de fortes mutations. Le paradigme du tout antibiotique tend à être de moins en moins valable, entrainant une réorientation des trajectoires technologiques[67].

La baisse de l'utilisation des antibiotiques est effectivement encouragée par la réglementation d'un côté, pour des questions de santé publique. Et par la demande d'un autre côté, avec des consommateurs de plus en plus exigeants sur la qualité des produits qu'ils mettent dans leur assiette. Ces modifications amènent les éleveurs à repenser leurs routines en matière de soins, mais également les fournisseurs à proposer de nouvelles solutions. S'il est nécessaire de s'adapter à ces évolutions, elles offrent également de nouveaux potentiels de marché.

Dans cette section nous commencerons par voir quels sont les différents rôles de l'intelligence technologique au sein de la firme. En effet, ces analyses peuvent être à destination de différents corps de métier, selon qu'elles s'adressent à un niveau décisionnel ou opérationnel, des différences de fonctionnement seront à prendre en considération. Dans la seconde partie, nous reviendrons sur les recommandations que nous avons pu tirer de cette expérience liée au projet phages, pour permettre une bonne intégration de l'intelligence technologique.

2.1 L'intelligence comme capacité organisationnelle : conséquences et limites

2.1.1 Justifications et implications de l'intelligence technologique en tant que capacité organisationnelle

Nous postulons à présent que l'intelligence technologique peut être considérée comme une capacité organisationnelle. Les travaux de Beaugency (2015) et Flamand (2016) sont déjà très complets sur le sujet, notamment par le biais des capacités dynamiques. Nous n'allons par conséquent pas en refaire la démonstration, mais seulement mettre en évidence le lien entre intelligence technologique, capacités dynamiques et capacités organisationnelles, ainsi que les conséquences pour le management.

[67] Cf chapitre 1

Dans ses travaux de 2007, Teece fait état de ce qu'il nomme les **capacités dynamiques sensing**. Elles sont définies comme les différentes activités qui permettent aux managers de comprendre leur environnement, qu'il soit technologique, scientifique, concurrentiel, institutionnel ou financier. D'autres auteurs faisaient déjà référence aux **capacités dynamiques** d'une firme comme étant **les moyens mobilisés par la firme pour anticiper et comprendre les évolutions de son environnement** (Teece et al, 1997 ; Eisenhardt et Martin, 2000)**.** Cette notion s'inscrit donc directement dans la continuité des travaux évolutionnistes qui nous servent de base théorique pour cette thèse.

D'après Beaugency (2015) ces capacités dynamiques peuvent également être comprises comme les routines propres à la firme, pour se tenir informée des modifications en cours sur son environnement et y réagir. **L'apprentissage est au cœur du processus,** lui permettant de s'améliorer avec l'expérience. A chaque nouvelle utilisation de ces capacités, la connaissance acquise permettra un gain d'efficacité.

En 2004, Lichtenthaler évoquait déjà ce rapprochement entre l'intelligence technologique et les capacités dynamiques. L'un des rôles de l'intelligence technologique porte sur l'analyse de l'environnement scientifique et technique de la firme. Les capacités dynamiques représentent les moyens déployés par l'entreprise pour comprendre et anticiper les évolutions de son environnement externe. Par conséquent, **l'intelligence technologique fait partie intégrante des capacités dynamiques de la firme.** Ces dernières étant jugées indispensables au manager pour une bonne adaptation de ses décisions aux besoins du moment, l'intégration de l'intelligence technologique au niveau décisionnel se justifie également d'un point de vue théorique.

L'intelligence technologique peut être considérée comme une ressource de la firme (Flamand, 2016). Il s'agit donc d'un actif détenu par l'entreprise sur lequel reposent les produits et services qui pourront être commercialisés. Ainsi**, le rôle de l'intelligence technologique au service du management doit être vu comme un métier support**, avec pour objectif principal d'offrir une bonne visibilité de l'environnement scientifique et technique. Mais aussi de permettre l'identification des opportunités et menaces qui doivent aider à l'orientation des décisions stratégiques. Des axes de recherches à privilégier vont alors pouvoir être mis en avant.

2.1.2 L'intelligence technologique : des capacités d'absorption et d'apprentissage plus importantes pour la firme

Déjà en 1999 Coburn proposait une approche managériale de l'intelligence technologique. Pour lui, cette dernière doit être considérée comme un processus analytique qui vient transformer l'information en connaissances technologiques stratégiques.

L'analyste a ainsi pour mission dans un premier temps la collecte de données. Il s'agit d'informations simples. Puis, dans un second temps, il les organise au sein de différentes représentations graphiques pour répondre à un problème précis de l'entreprise. Leur appropriation par le management pour servir la prise de décision vient les transformer en connaissances. Dans cette logique de processus, Coburn (1999) met en avant la **nécessité de connaissances préexistantes sur lesquelles se baser.**

Cette base nécessaire en intelligence technologique constitue un frein à l'intégration de ces méthodes en entreprise. Comme nous avons pu le voir, celles-ci sont encore peu développées dans le milieu privé, ce qui est le cas chez Avril. Il y a par conséquent un premier travail de sensibilisation auprès des collaborateurs quant à leur l'intérêt, puis à leur utilisation effective. Nous l'avons vu dans le chapitre 3, certaines représentations visuelles ne sont pas toujours instinctives et sont pourtant très riches de contenu. Lors de leur présentation aux collaborateurs, un long temps d'explications est à prévoir pour s'assurer de la bonne compréhension par tous du message qui veut être transmis.

Nous avons pu expérimenter cette mise en application concrète en entreprise à travers l'étude sur les phages. Certains graphiques et notions propres à l'intelligence technologique, et parfois à l'analyste personnellement, n'étaient pas toujours évocateurs pour tous lors des premières réunions de travail. Ce premier exercice peut sembler fastidieux autant pour l'analyste que pour le reste des acteurs présents. Le risque est alors de perdre immédiatement l'intérêt du public.

Le premier contact est d'une importance majeure pour la suite. Il est nécessaire d'apporter des éléments concrets qui permettent aux utilisateurs de visualiser l'intérêt de ce qui leur est proposé. Pour ce faire, nous sommes arrivés à la première réunion avec les résultats précédemment obtenus pour la partie phages dans le chapitre 3. Cela a permis aux collaborateurs d'avoir une base connue encourageant l'intérêt et les échanges et ainsi, faire ressortir plusieurs problématiques.

Une fois ces différentes connaissances intégrées par l'ensemble des collaborateurs, elles servent alors de socle commun et parfois même d'éléments de comparaison lors de réunions suivantes. Ainsi**,** l'expérience vient enrichir les apports potentiels de l'intelligence technologique. Il est au cœur de notre argumentaire en faveur de l'intégration de ces méthodes au sein de l'entreprise. C'est en prenant l'habitude d'y avoir recours que les résultats obtenus gagneront en pertinence, que les collaborateurs seront plus à même d'en tirer les connaissances pour l'orientation de leurs choix.

Grâce à ces nouvelles habitudes prises suite aux différentes études menées, celles-ci seront de plus en plus rapides à mettre en place. En effet, lors de la première réunion pour évoquer le travail qui pourra être réalisé sur les phages, il a d'abord fallu prendre le temps de présenter ce qu'est l'intelligence technologique et ce que l'on peut en faire, l'intérêt qu'elle présente

dans un tel cas. Nous avons pu le faire à travers des exemples tirés des travaux effectués pour le chapitre précédent. Nous conseillons ici deux heures de réunion pour cette première étape.

En revanche, lors de la prochaine étude, cette étape pourra être largement minimisée. Les participants auront déjà les connaissances préalables indispensables. De même, l'équipe projet sera plus à même de juger de ce qui est faisable ou non, des indicateurs qui peuvent être les plus pertinents selon leurs besoins, qui ne seront pas nécessairement identiques d'une étude à une autre.

Ainsi, cette expérience nous montre que l'intelligence technologique s'inscrit bien au sein d'un processus d'apprentissage. Nous pouvons distinguer l'apprentissage qui permet à la firme d'améliorer ses capacités d'absorption, mais aussi les interactions entre les collaborateurs.

- D'une part, elle permet d'augmenter les capacités d'absorption de la firme. En l'intégrant aux projets de R&D et par le biais de l'analyse de l'environnement externe, les collaborateurs sont en mesure d'avoir accès à ces informations dans un premier temps. Mais à mesure qu'ils ont recours à ces méthodes, il devient également plus facile de déterminer la valeur de ces informations, et d'apprendre les réutiliser. Cela permettant leur assimilation et exploitation commerciale (Cohen et Levinthal, 1990).

- D'autre part, ces études favorisent la communication, notamment par le biais des réunions. Ainsi, les échanges d'informations se font plus facilement, aboutissant à l'acquisition de connaissances de la part de ces personnes. Mais ces connaissances ne viennent pas de l'environnement extérieur comme dans le point précédent, mais bien de celles déjà existantes au sein de l'entreprise, mais dont ils n'avaient pas nécessairement connaissance.

L'intelligence technologique doit par conséquent s'intégrer dans les routines de la firme, ce qui n'est faisable que par la répétition.

2.1.3 L'intelligence technologique à destination du management

2.1.3.1 L'intelligence technologique comme solution à la myopie du management

Rappelons que tout acteur économique, quelle que soit sa place dans la hiérarchie, dispose d'une rationalité limitée (Levinthal et March, 1993 ; Helfat et Petaraf, 2015). Dans le cas des décideurs, cette **myopie** qui en découle est problématique. Pour y faire face, le management dispose de plusieurs outils d'aide à la décision, dont l'intelligence technologique.

- Une première cause de la myopie est le surplus d'informations disponibles, souvent rencontré sous le terme « ***d'infobésité*** ». Cette masse est, de fait, plus gênante qu'utile. Il est impossible pour une unique personne de prendre en considération l'intégralité de ces informations. Une majorité d'entre elles n'étant pas exploitables. L'intelligence technologique va ici servir de support. Pour cela elle va d'une part permettre la collecte d'informations, de manière plus ou moins automatisée. Et d'autre part, ne filtrer que celle qui est pertinente, pour en représenter la synthèse aux décideurs.

  Pour cela, l'analyste dispose de compétences en *data visualization*, permettant aux décideurs de s'approprier facilement et rapidement les conclusions. **Par *data visualization*, nous entendons la capacité à représenter visuellement des données pour en faciliter leur interprétation.** Cette pratique doit permettre à l'utilisateur de « s'immerger » dans les données par leur représentation en plusieurs dimensions, permettant une meilleure exploration (Bourke, 2015).

  Les résultats peuvent ainsi prendre la forme de graphiques, de diagrammes, de chronologies, de cartographies, ou toute autre représentation jugée pertinente pour l'analyse. La demande peut également venir des décideurs. Ces derniers peuvent évoquer certaines représentations qu'ils jugent plus à même de les aider dans leur prise de décision. Tout l'enjeu pour l'analyste est de représenter un maximum d'informations pertinentes sur un même graphique, pour que leur compréhension et interprétation se fasse le plus rapidement et simplement possible.

  Dans notre cas, nous utilisons le logiciel libre Gephi, qui permet notamment une analyse statistique et une visualisation des réseaux. Mais de très nombreux autres outils, qu'ils soient libres d'accès ou payants existent également, avec leurs avantages et leurs défauts. Nous n'en faisons pas la description ici en raison de leur nombre trop important. De plus, plusieurs sites web[68] proposent déjà ce référencement pour une grande partie des logiciels existants.

- Une autre cause de la myopie du manager vient de **l'asymétrie d'information[69]**. Tous les acteurs ne sont pas égaux face à l'information, plus ou moins disponible. Or, tous les auteurs ayant travaillé sur les asymétries d'information s'accordent sur un point. **Les firmes qui réussissent à capter le plus d'informations stratégiques ont un avantage concurrentiel fort.** L'intelligence technologique pour la décision va donc

[68] Il est possible de trouver des comparatifs de logiciels de data visualization sur plusieurs sites web. LeMonde Informatique propose un tel service, de même que Le Journal du Net ou encore Appvizer pour n'en citer que quelques-uns.

[69] En économie il est question d'asymétrie d'information lorsque les deux signataires d'un contrat ne disposent pas des mêmes informations relatives à certaines caractéristiques de l'objet d'échange. Par extension, l'acteur en possession des meilleures informations se retrouve en situation de force.

permettre dans un premier temps d'identifier l'information pertinente, puis dans un second temps de la rendre intelligible et facilement utilisable par le décideur.

2.1.3.2 L'intelligence technologique pour la prise de décision

Pour survivre, la firme doit être en capacité d'anticiper et de s'adapter aux évolutions de son environnement[70]. Pour cela, il est indispensable d'avoir un management de l'innovation qui reste à l'écoute de son environnement, pour pouvoir prendre des décisions en conséquence. Nous postulons qu'à ce niveau, **l'intelligence technologique a toute sa place pour aider le manager dans sa prise de décision quotidienne.**

De nombreux auteurs ont montré que **l'intelligence technologique s'inclut parfaitement dans le processus de la prise de décision en entreprise** (Coburn, 1999 ; Lichtenthaler, 2004 ; Lichtenthaler et Muethel, 2012)**.** Ils nous amènent à affirmer qu'elle est adaptée à l'activité du manager.

- D'une part car elle permet de déterminer les opportunités et menaces comme nous avons pu en montrer un exemple dans le chapitre précédent. Plusieurs auteurs ont effectivement fait la démonstration de la **pertinence de l'intelligence technologique pour la détection d'opportunités et menaces technologiques** (Utterback et Brown, 1972 ; Zhu et Porter, 2002 ; Yoon, 2008).

- D'autre part, elle peut directement intervenir dans la recherche d'idées innovantes, afin d'aider la firme à sortir de ce qu'elle connaît déjà (Rosenkopf et Nerkar, 2001). Cela rejoint l'idée évoquée dans le chapitre 2, selon laquelle **le brevet n'est pas seulement un output de l'innovation, mais peut également être considéré comme un input.**

Tous ces éléments nous amènent à rejoindre les conclusions d'autres auteurs (Courseault, 2004 ; Porter et Cunningham, 2004 ; Lichtenthaler, 2003) pour qui l'intelligence technologique a vocation à aider à la prise de décisions. Nous insistons ici sur le fait qu'elle n'est pas seulement une source informationnelle. Elle permet également la création de connaissances[71], à travers les différentes formes de graphiques basés sur l'information, leur interprétation et l'apport de conclusions quant à l'orientation technologique à prendre.

[70] En 1859, dans « L'Origine des Espèces », Darwin affirme que l'environnement évolue constamment. Par conséquent, seules les espèces les plus aptes à s'adapter à ces changements survivent. Ce principe est repris dans l'évolutionnisme, remplaçant les espèces animales et végétales chez Darwin par des firmes.

[71] Pour rappel, il ne faut pas confondre information et connaissance. Dans le premier cas il s'agit seulement d'avoir conscience d'un fait. Dans le second cas, il faut aller plus loin et comprendre le sens de l'information, pour être en capacité de l'utiliser par la suite. Ici, nous montrons que l'intelligence technologique ne doit pas se

En conséquence, elle devient une brique à part entière de la prise de décision pour l'innovation. Nous recommandons ainsi dans un premier temps son intervention directe au niveau décisionnel, impliquant **un lien étroit avec le manager ainsi qu'avec la stratégie d'entreprise.**

D'après la littérature relative au management de l'innovation, les solutions existantes pour permettre au manager de prendre ses décisions sont très nombreuses (Le Loarne et Blanco, 2012). Parmi elles, nous retrouvons quelques grands classiques, comme par exemple les cinq forces de Porter.

Or, d'après Teece (2007), ces outils parmi les plus utilisés en entreprise sont pour beaucoup trop restrictifs. En effet, s'ils vont permettre une bonne représentation de ce qui se passe directement en lien avec l'activité de la firme, ils restent très vagues à mesure que nous nous en écartons. Or, l'innovation provient parfois d'autres secteurs beaucoup plus éloignés. Nous avons pu le voir dans le chapitre 3, au moment de l'identification des solutions techniques à la surutilisation des antibiotiques dans l'élevage. Elles ne proviennent pas toutes du secteur pharmaceutique, qui paraît pourtant être le plus à même d'y répondre. L'intelligence technologique offre donc un potentiel beaucoup plus large et vient compléter cet arsenal dont disposent les managers.

Le management a également pour habitude d'utiliser des roadmaps[72] dans son processus décisionnel. A cela s'ajoutent de nombreux outils prévisionnels, comme par exemple les scenarios, très couramment rencontrés en entreprise. Ceux-ci sont parfaitement justifiés par la **forte dépendance de sentier inhérente aux investissements technologiques**. A mesure que les investissements avancent, il devient de plus en plus difficile de faire marche arrière, en raison des pertes croissantes en cas d'échec ou d'arrêt. Il est donc important que tout soit parfaitement planifié et que l'incertitude soit réduite au maximum.

Comme nous avons pu le voir dans le chapitre 3, l'intelligence technologique a également sa place comme outil de prospective, notamment par l'analyse des dynamiques qui peut permettre la détection de trajectoires. Nous en verrons une autre application plus précise à travers le cas des phages à la suite de ce chapitre.

Nous pouvons donc conclure ici à une parfaite adaptation des outils d'intelligence technologique aux besoins décisionnels. Pourtant, que ce soit dans la littérature ou à travers notre propre expérience en entreprise, nous remarquons qu'ils sont encore très peu utilisés. Pour une amélioration de ce constat, nous postulons **que l'intelligence technologique doit être intégrée dans les routines de la firme**. La justification à cette assertion provient de la

contenter d'apporter des informations sans liens les unes avec les autres, mais elle doit permettre à l'utilisateur d'en tirer des conclusions pour être en mesure d'agir.

[72] Les roadmaps peuvent également être traduits par « feuille de route ». Il s'agit d'une méthode graphique permettant de mettre en avant les différentes étapes à valider ainsi que les ressources allouées, pour atteindre un objectif final. Cet outil doit également simplifier la communication au sein de l'équipe.

possibilité de définir l'intelligence technologique comme une capacité organisationnelle de la firme. C'est ce que nous allons prouver dès à présent.

2.1.4 L'intelligence technologique : une source informationnelle non suffisante à la prise en considération de l'intégralité de l'environnement externe

Si l'intelligence technologique apporte effectivement une aide à la décision importante, tout en favorisant la transmission des connaissances au sein même de l'entreprise, elle n'en dispose pas moins de certaines limites. La principale étant que les **informations scientifiques et techniques, au cœur de nos méthodes, ne sont pas suffisantes pour prendre en considération l'intégralité des facteurs externes impactant la prise de décision**. Les informations scientifiques et techniques sont indispensables pour l'innovation.

D'après Bright (1973), pour évaluer les innovations et faire des choix d'orientation de ses investissements, il est dangereux de ne s'intéresser qu'aux seuls facteurs scientifiques et techniques. Pour lui, il est important d'observer tout élément de l'environnement qui pourrait avoir un impact sur la technologie. Il fait notamment référence aux facteurs **politiques et sociaux.**

Du Preez et Pistorius (1999) arrivent à des conclusions similaires. L'intelligence technologique doit s'intéresser en priorité aux avancées scientifiques et techniques. Mais elle doit également **pourvoir s'appuyer sur des données de type marché, macro-économiques, et concurrentielles** pour être réellement efficace. Ces données sont généralement déjà traitées au moins en partie par d'autres métiers de l'entreprise, d'où l'importance de capitaliser sur les connaissances possédées en les traitant ensemble.

Les informations scientifiques et techniques restent donc indispensables pour mener correctement un plan d'innovation. Elles permettent d'identifier les trajectoires technologiques existantes, les stades de développement de la technologie, les différentes proximités afin d'envisager d'autres marchés etc… Mais Nelson et Winter (1982) rappellent que dans l'approche évolutionniste, ces sont **les succès commerciaux qui doivent être au centre de la stratégie d'entreprise**. Or, pour s'en assurer, miser sur la meilleure technologie « en théorie » ne s'avère pas toujours une solution gagnante[73].

[73] Arthur (1988) a montré que dans une situation de compétition technologique, ce n'est pas nécessairement la technologie la plus efficace qui en sort vainqueur. Chacune d'entre elle dispose d'une probabilité positive de gagner. La diffusion de la technologie ainsi que les mécanismes de « self-reinforcing » et de rendements croissants d'adoption jouent un rôle majeur dans le résultat de cette compétition.

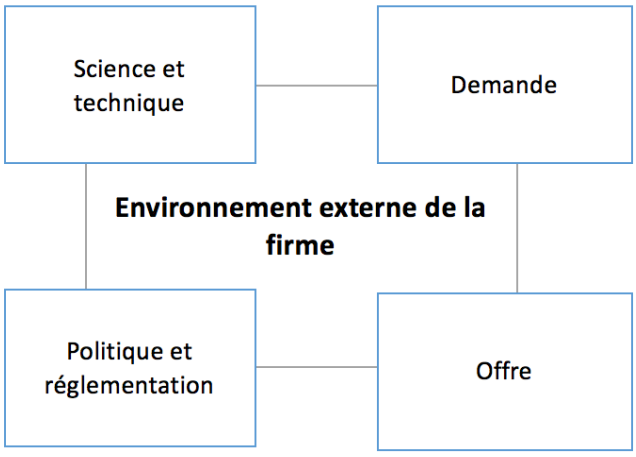
Tous ces éléments nous amènent à la mise en place de la figure 41 ci-dessous. En plus des données scientifiques et techniques, trois autres sources informationnelles sont à prendre en considération pour une bonne compréhension de l'environnement externe.

- Tout d'abord la **demande**. Développer un produit ou service a pour premier objectif de répondre à un besoin tout en respectant certaines exigences qui ont dû être identifiées.

- Ensuite, **l'offre**. Pour faire face aux concurrents, il est indispensable de connaître leur identité ainsi que leur activité.

- Enfin, la **politique et la réglementation**. Avant de développer de nouveaux produits et services, une bonne connaissance du contexte juridique et politique permet de s'assurer des éventuels freins ou avantages qui pourront être rencontrés au niveau macro-économique.

Figure 41 : Les sources informationnelles nécessaires à la compréhension de l'environnement externe



Source : Auteur, d'après les travaux de Flamand (2016)

Concernant les phages, il est en effet indispensable d'avoir certaines connaissances de base. Notamment savoir qu'il s'agit de virus s'attaquant aux bactéries. Ils peuvent ainsi ralentir ou venir à bout de certaines infections bactériennes, sans rendre malade leur hôte. Leur existence est ancienne et remonte avant la découverte des antibiotiques. Suite à cette découverte scientifique, les phages ont été très peu utilisés car moins efficaces. Mais ils reviennent face au problème de l'antibiorésistance qui s'accélère au cours de ces dernières années.

Ces informations, bien qu'essentielles, ne sont pas suffisantes à l'orientation des choix de développement nécessaires à la mise en place d'un nouveau produit. Pour ce faire, des données techniques et de marché vont devoir être prises en compte. Dans cette optique, nous recommandons alors un travail collaboratif entre analystes techniques, experts du domaine ainsi que personnes du marketing. Ces différents profils vont pouvoir répondre aux quatre apports présentés dans le schéma 1. Certains contribuant de façon plus ou moins importante à chacune de ces briques. Nous prouvons ici qu'elles sont connectées, certaines informations appartenant à plusieurs de ces catégories.

- Lorsqu'il est question d'innovation et d'investissements, il est naturel de se tourner en premier lieu vers les avancées **scientifiques et techniques**. Pour mener ces choix de façon objective, l'utilisation des données scientifiques et techniques sur lesquelles s'appuyer est primordiale. Cette première brique informationnelle constitue naturellement le principal apport de l'intelligence technologique, grâce aux données brevets et publications scientifiques que nous mobilisons. Mais les experts, de par leurs connaissances du terrain, apportent une vision complémentaire, notamment sur les aspects efficacités et faisabilité pour l'entreprise.

- L'innovation uniquement pour l'amélioration de la technique n'est pas valable en entreprise. Un **objectif de marché** est indispensable pour pouvoir rentabiliser les projets. De plus, la **satisfaction de la demande** est un des points essentiels de l'innovation vue à travers la théorie évolutionniste. Il est donc impossible de ne pas prendre en compte cet aspect.

  Pour autant, l'intelligence technologique ne dispose pas des méthodes les plus adaptées pour répondre à ce besoin. Il est toujours possible d'obtenir certaines informations par le biais de la veille, mais le marketing est bien plus qualifié pour ce travail. Chaque entreprise disposant d'un tel service, la présence d'au moins une personne y étant rattachée est souhaitable au sein de chaque projet d'innovation. C'est elle qui sera la plus à même de garder l'objectif marché en fil rouge lorsque des choix techniques devront être effectués. Les experts apportent toujours une vision complémentaire par les remontées de terrain notamment. Ils sont en effet les plus proches des attentes réelles.

- En parallèle de l'étude de la demande, il convient également de s'intéresser à **l'offre**, notamment par une **analyse des concurrents.** Quels sont les acteurs sur le marché ? Quelle est leur influence ? Quelle gamme de produits/services proposent-ils ? Quelle menace représentent-ils pour la firme ? Ces questions sont capitales pour savoir comment se positionner.

  Les méthodes d'intelligence technologique sont adaptées pour apporter des réponses à ces questions. Notamment par le biais des études brevets et des portefeuilles

d'acteurs. Mais un problème subsiste dans le cas de concurrents qui ne déposent pas de brevets. Ils ne sont alors pas détectés, mais peuvent pourtant disposer d'un fort pouvoir de marché. Ici encore, le marketing, grâce aux pratiques de benchmark, est l'interlocuteur privilégié pour compléter les informations qui peuvent être obtenues. Ajoutées à cela, les informations détenues par les experts qui effectuent davantage de déplacements notamment pour des conventions, viennent en support.

- La dernière brique présentée est composée des **facteurs macroéconomiques.** Nous entendons par là les **décisions politiques** (à travers notamment les bonus et malus imposés selon les pratiques), les **changements de réglementation** qui peuvent fortement impacter l'activité par la contrainte, ou encore la **force de certains lobbys** sur lesquels il est possible de s'appuyer, ou au contraire dont il faut se méfier. Pour cette partie, la veille réglementaire et sectorielle, qui peut être réalisée par chacun des trois profils de collaborateurs présentés, est à privilégier.

A travers la figure 41 et les explications associées, il paraît évident que la compréhension de l'environnement ne peut être déléguée à une unique personne. **Un travail en collaboration, incluant experts techniques, intelligence technologique et marketing est nécessaire**. Chacun ayant un accès plus ou moins privilégié à l'information correspondant aux quatre briques présentées.

2.2 Trois points essentiels pour une bonne intégration des méthodes d'intelligence technologique en entreprise

2.2.1 Des échanges fréquents l'intégralité des collaborateurs concernés et une forte capacité d'adaptation de l'analyste

Lorsqu'il est question d'arguments allant à l'encontre d'une internalisation de l'intelligence technologique, il est souvent évoqué celui des compétences des chercheurs et ingénieurs. Ces derniers, de par leur niveau d'étude sont considérés comme étant aptes à effectuer certaines recherches documentaires ayant pour vocation à orienter leurs travaux. Si cette affirmation est justifiée, il serait en revanche très réducteur de limiter le travail de l'analyste à la simple restitution d'informations.

Le métier d'analyste en intelligence technologique représente un métier à part entière. Il nécessite un haut niveau de formation en statistiques ainsi qu'en data mining[74]. Or, même

[74] Le data mining, également appelé exploration de données, représente l'ensemble des méthodes et outils permettant l'exploitation de grandes masses de données, pour en tirer des informations stratégiques significatives.

dans le cas où les chercheurs disposeraient de ces compétences accessibles, le temps demandé pour obtenir des résultats pertinents implique qu'une personne y soit intégralement dédiée. Nous venons de le voir, ces études demandent une forte implication en termes de temps. En revanche, il est aussi vrai que l'analyste ne dispose pas des connaissances de l'expert sur les domaines étudiés. C'est bien **la combinaison de ces deux aspects qui permettra la qualité de l'étude.**

Tout au long de cette thèse, plusieurs considérations de l'intelligence technologique ont été apportées, qui nous poussent à nous positionner en faveur d'une intégration de l'intelligence technologie en entreprise. Par intégration, nous entendons la disposition de personnes dédiées à ce travail au sein de la firme et non le recours sporadique à des cabinets externes.

Le premier argument dans ce sens vient du processus d'apprentissage. En tant que capacité à capter de l'information externe pour la transformer en connaissances qui peuvent être réutilisées, l'intelligence technologique a un rôle à jouer auprès de la stratégie. Néanmoins, pour être réellement efficace, il faut à l'analyste du temps pour saisir tous les besoins émanant de la stratégie. Cette dernière doit également disposer d'une certaine expérience pour exploiter correctement tout le potentiel de l'intelligence technologique.

En lien avec ce processus d'apprentissage, nous nous appuyons également sur les travaux de Cohen et Levinthal (1990). Selon eux, pour innover**, la firme doit se reposer sur les capacités des individus à développer de la nouveauté à partir de connaissances antérieures**. L'intelligence technologique s'inscrit à part entière dans le processus d'innovation. Elle doit donc être internalisée pour disposer de ces connaissances antérieures.

De plus, ces dernières doivent régulièrement être mises à jour en raison de la rapidité du renouvellement technique, que les rend obsolètes (Zollo et Winter, 2002 ; Carayannis, 2002). Ainsi, même dans le cas où l'environnement externe est suffisamment stable pour ne pas nécessiter un recours à des études d'intelligence technologique, celles-ci ne sont pas pour autant inutiles. Par leur apport régulier de recherche et d'analyse informationnelle, elles **contribuent à renforcer le socle de connaissances.** Ce dernier permettra entre autres une meilleure anticipation des perturbations à venir. Et par conséquent offrira un laps de temps supplémentaire pour y apporter les réponses adéquates.

Lors du démarrage d'un nouveau projet de R&D comme celui que nous avons rejoint, certains objectifs sont définis, mais les moyens de les atteindre sont encore très nombreux. Pour avancer, les chercheurs et ingénieurs auront des choix à effectuer parmi ce champ des possibles. L'analyste, par le biais des bases de données scientifiques et techniques, peut représenter ce champ des possibles et le caractériser. Les échanges avec les experts sont alors indispensables à la bonne réalisation de cette étape.

A mesure que ce processus exploratoire avance, l'incertitude qui y est liée diminue. La trajectoire sera de plus en plus évidente et le stock de connaissances relatif de plus en plus

développé. Mais avec la baisse de l'incertitude **un effet de verrouillage se crée.** Il devient difficile de revenir en arrière et les choix à venir se restreignent (Reverdy et Roehrick, 2016). L'intelligence technologique garde son rôle de soutien ici. Mais il est nécessaire que les différents plans de développement et les points d'incertitude soient évoqués au sein du groupe de travail, afin de centrer les études réalisées.

De plus, même lorsqu'il est question de développement d'un produit purement technique, la seule détention de connaissances scientifiques et techniques n'est pas suffisante pour assurer la compétitivité de l'entreprise (Iansiti, 2000). Il faut également être capable de les utiliser efficacement. Pour cela, l'intervention de différents profils est indispensable, notamment via le marketing. Mais également par l'effet d'apprentissage déjà évoqué.

En se basant sur une étude technologique prenant en considération l'ensemble des solutions envisageables, l'analyste doit avoir pour ambition de présenter plusieurs pistes exploratoires. A partir de cette base, les experts sont en mesure d'identifier les propositions à éliminer, selon si elles ne présentent pas d'intérêt d'après leurs connaissances, ou si la firme ne dispose pas des compétences pour envisager ces développements. En plus de commencer à orienter les possibilités, cet exercice permet des échanges directs entre ces deux profils.

La capacité d'adaptation de l'analyste est au cœur des possibilités de succès des méthodes lors de la phase opérationnelle. Nous le voyons, **il n'y a pas une unique bonne recommandation concrète qui peut être faite.** L'analyste doit composer avec les différentes personnalités réunies, pour assurer les échanges dans un climat de confiance. Plus les rencontres sont fréquentes, plus les chances de succès augmentent.

Tout au long de ce processus, le marketing n'a pas disparu bien que nous ne l'ayons pas particulièrement évoqué. Ces personnes continuent de suivre les réunions et participent à l'orientation des prises de décisions. Non pas à partir de compétences scientifiques et techniques comme c'est le cas pour les experts, mais à partir de leurs connaissances des exigences du marché. De plus, avoir suivi le développement du produit/service leur permet également de gagner en efficacité pour la suite de leurs missions, à savoir s'assurer de disposer d'une demande existante et d'un marché sur lequel s'insérer.

2.2.2 Une relation de confiance à établir

Notre expérience au cours de cette thèse nous a prouvé que la collaboration telle que nous l'avons décrite précédemment ne se met pas en place instinctivement. La principale cause vient de **la relation de confiance nécessaire mais pas pour autant naturelle.** D'autant plus que les projets portent sur des aspects stratégiques pour le groupe. Plusieurs échanges sont donc nécessaires avant qu'un climat propice à la collaboration ne se mette en place.

Elle constitue alors un argument en faveur de l'internalisation de l'intelligence technologique. Certaines informations essentielles à la pertinence des résultats obtenus seront plus délicates à transmettre à un prestataire extérieur qu'à un salarié tenu au secret professionnel.

Pour favoriser la relation de confiance, il est important que les différentes personnes réunies autour d'un même projet puissent échanger régulièrement. Premièrement **par le biais de réunions formelles** déjà évoquées. L'analyste a alors un rôle d'animateur en plus de la présentation des résultats de ses études**. Mais aussi de façon plus informelle,** par exemple en se croisant dans les couloirs ou autour de la machine à café. Cet élément nous pousse à argumenter en faveur d'une intégration complète de l'analyste au sein du même environnement de travail que le reste de l'équipe.

La complémentarité entre experts et analystes mise ici en avant peut être abordée à travers la notion **d'exploration.** Cette dernière correspond au mode de recherche lorsqu'il est question d'investissement à des fins d'innovation. Un objectif est visé, mais il reste relativement flou et les méthodes pour l'atteindre ne sont pas clairement explicitées. Cela demande une forte capacité d'adaptation ainsi qu'une bonne autonomie.

Or, **dans le cas de l'exploration, il est admis que deux types opposés doivent être réunis**. D'un côté une naïveté est nécessaire, souvent représentée par l'analyste, qui a un niveau de compétences du domaine moindre. Cette naïveté permet de ne subir aucune contrainte technique dans la recherche, grâce à une absence d'*a priori*. Mais elle doit tout de même être contrôlée par l'expertise des chercheurs et ingénieurs pour ne pas se perdre dans des voies qui n'ont scientifiquement aucune chance d'aboutir.

Compte tenu de la diminution de l'incertitude à mesure que la phase de R&D avance, l'intensité du travail de l'analyste décroit. Il doit réaliser une étude plus importante au départ, pour prendre en considération l'intégralité des solutions existantes. Lorsque les choix possibles se restreignent, la charge de travail diminue. Le pic d'interactions avec le reste de l'équipe doit donc s'effectuer au départ du projet.

Or, nous avons également montré que les premiers échanges sont les plus délicats à assurer. D'autant plus lorsque les participants ne se connaissent pas. Il est donc important que l'analyste prévoie des éléments concrets à présenter en guise de support. Mais il lui faut surtout orienter les premières réunions autour d'échanges entre les personnes rattachées au projet. En s'intéressant notamment aux pistes déjà envisagées pour répondre aux attentes du management. Ainsi qu'en identifiant très tôt les limites et besoins vis à vis des connaissances déjà détenues.

Finalement, à mesure que les études se succèdent, l'analyste va être amené à connaître les différents chercheurs et analystes du groupe. Si les premiers travaux peuvent être instables en raison de ce temps d'adaptation, les prochains gagneront en efficacité. D'une part grâce

aux mécanismes d'apprentissage qui sont en sa faveur, mais également par une bonne connaissance des participants qui facilitent dès le départ les échanges d'informations.

2.2.3 Le rôle de l'analyste en tant que challenger d'idées

Cette expérience au sein du projet phages a été mise en place sur la dernière partie de la thèse. Plusieurs travaux avaient déjà été mis en place, permettant ainsi de déterminer plusieurs objectifs, notamment de pouvoir vérifier les différents points mis en avant plus tôt dans ce chapitre.

- Tout d'abord, pour la firme, il s'agissait de réaliser des analyses sur bases de données scientifiques et techniques, qui puissent aider à l'orientation de ses choix. En effet, nous avons été intégrés très en amont dans ce projet, lorsque l'incertitude quant au résultat final était encore très forte. Ce sont dans ces moments que le besoin en informations se fait le plus présent.

- Le second objectif, pour nous, était de comprendre quels sont les points de blocage lors de l'intégration de nos méthodes en entreprise et idéalement, identifier un moyen d'y remédier. Il s'agissait donc de mettre en application les outils classiques de l'intelligence technologique dans un laps de temps précis. Compte tenu des contraintes temporelles de la thèse, mais également des besoins de rapidité de la firme, il avait été déterminé à l'avance que ces travaux se dérouleraient sur quatre mois.

Le premier résultat qui ressort de ce travail porte sur la confirmation de l'importance de la collaboration. Les rencontres régulières ont effectivement permis de faire avancer l'étude dans un sens pertinent pour les participants. De plus, les différentes interventions étaient l'occasion pour chacun d'échanger des connaissances. Nous souhaitons à présent développer **le potentiel de l'intelligence technologique, par le biais de l'analyste, en tant que challenger d'idées.**

Cette utilité a été mentionnée par Rohrbek et Gemünden (2011), évoquant l'idée selon laquelle l'intelligence technologique doit avoir un rôle qui va au-delà de la seule création de connaissances. Pour eux, à travers **l'animation de réunions et l'apport de nouvelles données**, l'analyste doit amener les chercheurs et ingénieurs réunis autour du projet à se poser des questions. A tester les différentes hypothèses sur lesquelles reposent leurs choix et constamment envisager l'ensemble des possibilités.

Ce point s'est confirmé au cours des quatre mois. Les résultats présentés soulevaient parfois plus de questions. Par exemple sur la représentation de certains acteurs qui n'étaient pas

nécessairement attendus, amenant à s'interroger sur leur place dans la recherche et ainsi, à envisager les autres aspects de l'innovation autour des phages, qui n'étaient pas nécessairement connus d'avance.

Il est par conséquent important de ne pas perdre de vue cet objectif lors de la phase de présentation des résultats. Notamment en **laissant une grande marge pour les discussions.** Celles-ci doivent être prioritaires sur la présentation et doivent être encouragées. A charge pour l'analyste de les provoquer dans le cas où les participants ne se montrent pas des plus réactifs. Par exemple, en proposant des pistes de réflexion à partir d'éléments qui ont pu paraître intrigants au moment de l'analyse. Sur des chiffres qui sortent de l'ordinaire, ou des formes de réseaux atypiques par exemple.

Par son expérience, l'analyste peut effectivement proposer différentes voies de développement des travaux, dans le cas où les collaborateurs resteraient frileux sur les méthodes et résultats présentés. Il est utile de rappeler **l'intérêt des effets d'apprentissages qui bénéficient à l'intelligence technologique.** A mesure que les participants travailleront avec l'analyste sur des projets communs, les échanges seront facilités. D'une part grâce à la relation de confiance qui pourra se mettre en place. Mais surtout par une meilleure connaissance des évolutions potentielles à donner aux résultats intermédiaires apportés lors des premières phases de travail.

A ce stade, il convient de mettre en avant **le lien technique-marché** déjà évoqué. De par la nature technique des résultats présentés, il est plus probable d'amener les experts à intervenir et à exprimer de nouveaux besoins. Pour autant, la vision marché doit bien rester présente, assurée par la représentation des membres du marketing. L'analyste a donc pour rôle de veiller à cette bonne représentation des différents profils lors des échanges.

Pour cela, nous remarquons que **les aspects dynamiques ou technologiques de l'étude intéressent davantage les experts scientifiques, alors que les données de marché sont davantage à destination du marketing**. **La partie relative aux acteurs, concurrents ou partenaires potentiels, présente un intérêt fort pour tous.** Ces derniers résultats sont par conséquent les plus simples à mobiliser pour capter l'attention des participants et les amener à réagir.

Si le lien entre experts et intelligence technologique est instinctif, celui avec le marketing est également fort. Les connaissances du marché permettent d'orienter les études. En ciblant certaines zones géographiques bien connues par exemple, afin d'obtenir des résultats plus précis, ou en réalisant certaines monographies d'acteurs déjà identifiés.

2.2.4 Le soutien de la part du management indispensable

Tout comme il est difficile de trouver une définition qui fasse consensus en matière d'intelligence technologique, il est difficile de trouver un accord parfait sur la meilleure façon de l'intégrer en entreprise (Lesca, 1994 ; Lichtenthaler, 2007). Nos différentes expériences au sein du groupe Avril confirment ce point. Nous postulons que cet exercice délicat demande une **forte capacité d'adaptation** tout d'abord de la part de l'analyste. Ce dernier doit en particulier comprendre rapidement l'enjeu du sujet sur lequel il va travailler, en saisir les modes de fonctionnement techniques et les spécificités liées au marché.

Mais aussi une capacité d'adaptation de la part du reste de l'équipe. Celle-ci doit faire preuve de suffisamment de curiosité pour suivre les modes d'analyse de l'environnement proposés, tout en réagissant aux résultats qui pourront être proposés. Nous venons de voir que ces échanges sont indispensables à la bonne évolution des travaux. Une volonté doit donc être observée pour chacun des participants. Or, **la motivation d'une équipe repose principalement sur le manager**, qui va être un élément déterminant dans la dynamique des échanges.

Reconnaître l'intelligence technologique comme une capacité dynamique place naturellement le manager au cœur du succès de ces méthodes. Il est effectivement reconnu comme étant au centre du déploiement des capacités dynamiques (Helfat et al, 2007 ; Teece, 2007). Nous avons vu précédemment qu'il intervient dans la phase décisionnelle pour la définition des projets à mener. Nous voyons ici qu'il a également toute autorité pour permettre le bon développement de l'intelligence technologique en entreprise, par le simple fait de cautionner l'apport de ces méthodes au sein du processus organisationnel. Nous avons par exemple vu chez Avril qu'un changement de manager peut avoir des répercussions importantes concernant l'intégration ou non de l'intelligence technologique. Le manager est donc utilisateur mais aussi promoteur. Bouaka (2004) montrait qu'il s'agit d'un rôle complexe du fait de la grande diversité de décisions qu'il a à prendre.

Rorhbeck et al (2015) faisaient remarquer **qu'un manager non impliqué dans l'intégration de méthodes organisationnelles ou pire, qui ne croit pas en leur potentiel, rend impossible leur développement.** D'une part en raison d'un décalage qui existe entre les besoins réels et les résultats obtenus, déjà explicités dans le cas d'une mauvaise communication avec la hiérarchie. Mais également en raison de la **nécessité d'introduire l'intelligence technologique au sein de la culture d'entreprise.** En tant que processus organisationnel, son développement passe par des routines. Celles-ci ne peuvent être mises correctement en place sans une incitation forte de la part du management vers le reste des collaborateurs.

L'importance de la culture d'entreprise comme nous l'évoquons a également été soulignée par Ruff (2015). Ce dernier y fait référence pour toute question nécessitant l'implication de

travaux d'intelligence. En effet, le manager est une personne de forte influence dans l'organisation. L'image qu'il a de ces méthodes et qu'il renvoie par conséquent sera partagée par la majorité des collaborateurs. Lorsqu'il s'agit de développer une nouvelle partie de la culture d'entreprise, il aura une forte influence.

Au démarrage de la thèse, nous avions en référence un manager déjà convaincu de l'intérêt de l'intelligence technologique, avec pour ambition la promotion de ces méthodes dans lesquelles s'inscrit la thèse. En faisant la preuve du concept auprès des différents chercheurs et ingénieurs, l'objectif était à terme leur intégration au sein de la culture d'entreprise. Pour cela nous sommes régulièrement intervenus au sein de différents projets de recherche, pour faire la démonstration des apports potentiels. Les retours des différentes équipes avec lesquelles nous avons collaboré étant positifs, cette façon de procéder nous a semblé adaptée.

La hiérarchie est un moteur indispensable. Les personnes disposant d'un fort pouvoir décisionnel doivent être les premières à reconnaître l'intérêt du développement des méthodes d'intelligence technologique au sein de l'entreprise. **La demande d'une intégration de l'intelligence technologique en entreprise doit venir de la hiérarchie** et être l'intermédiaire privilégié des analystes, au moins dans un premier temps.

Ce sont en effet les hauts dirigeants qui peuvent faire la promotion de ces méthodes au reste du groupe. Cela peut se faire directement, en passant par la définition d'objectifs encouragés par la reconnaissance ou même des avantages financiers. Mais cela peut également se faire de façon indirecte. Notamment en faisant appel à l'intelligence technologique lors des réunions stratégiques, dans un souci d'exemple et de démonstration.

2.2.5 Le choix du « bon moment » pour développer l'intelligence technologique en entreprise

Malgré tout, même en présence d'un management convaincu, des difficultés persistent. Teece et Pisano (1994) montraient en particulier **que le changement organisationnel a un coût**. Dans le cas de l'intelligence technologique il ne s'agit pas de l'activité principale de la firme. Les moyens qui y sont alloués passent par conséquent au second plan, derrière ceux destinés à améliorer les ressources de l'entreprise. Il est donc indispensable que le développement de ces méthodes ne représente qu'une faible partie du budget.

Lors de cette phase d'intégration, il ne faut pas oublier que l'apprentissage, indispensable à toute évolution organisationnelle demande du temps, des essais et une évaluation avant d'obtenir des résultats entièrement satisfaisants. Nous retrouvons l'idée selon laquelle la généralisation est compliquée, chaque entreprise ayant ses propres exigences et habitudes en matière d'apprentissage.

La culture existante va avoir un impact fort sur les difficultés rencontrées. Teece (2014) montrait que les firmes ayant déjà une forte culture du changement ont une plus forte tolérance à l'échec et s'adaptent plus facilement à ces évolutions organisationnelles. Cette caractéristique se retrouve classiquement dans les entreprises innovantes. Ces dernières sont les plus pertinentes pour un recours régulier à des méthodes d'intelligence technologique.

Etre une firme innovante suppose de s'inscrire dans une dynamique forte pour se positionner comme leader sur son marché et ainsi, accepter l'incertitude inhérente à ces changements rapides. Le rôle du manager est alors d'encourager à la créativité, permettant une organisation ambidextre pour la réalisation des projets et par conséquent, améliorer les capacités d'adaptation des collaborateurs. Il nous paraît donc important que **des routines favorisant l'autonomie des collaborateurs, existent déjà dans l'entreprise qui veut introduire l'intelligence technologique comme l'une de ses capacités organisationnelles.**

Ces aspects budgétaires et culturels, qui lient la firme à l'intelligence technologique, nous amènent à affirmer **qu'il existe des moments plus favorables que d'autres à la mise en place de ces méthodes.** En effet, dans le cas d'un environnement externe en pleine mutation comme c'est actuellement le cas de l'élevage, les dépenses de la firme pour y faire face sont importantes. Elle a d'autres priorités. Le recours à des prestataires externes est dans ce cas plus avantageux financièrement pour obtenir des résultats exploitables sur du court terme.

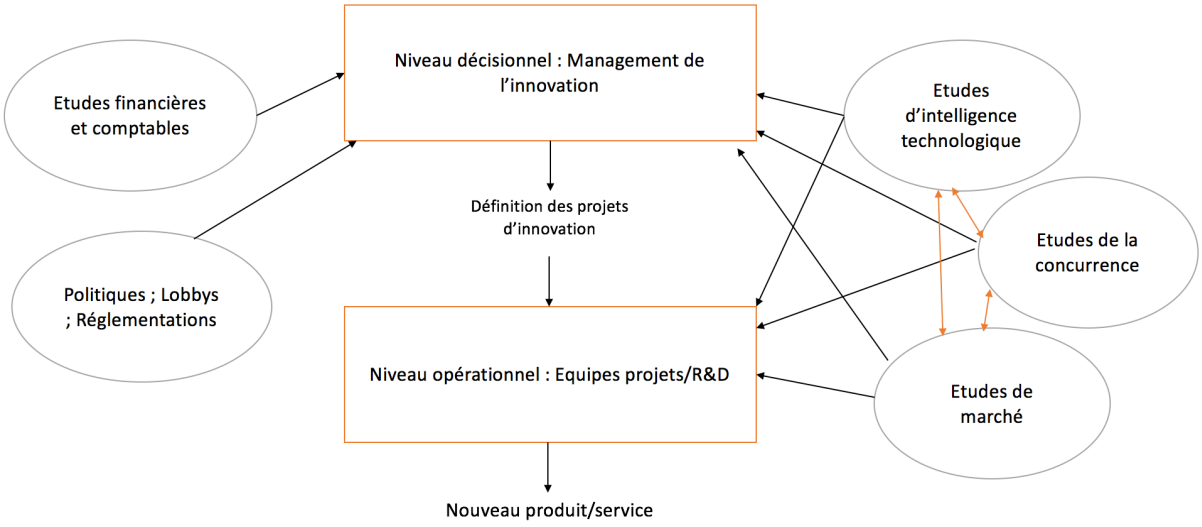
L'idéal serait donc de les développer dans des périodes plus calmes. Les équipes ne sont ainsi pas sous pression et le budget est moins restreint. Les sujets auxquels se rattache l'intelligence technologique peuvent paraître moins nombreux ou de moindre importance lorsque les turbulences sont faibles. Mais réussir à prouver son intérêt dès cet instant et l'intégrer dans les routines ne la rendra que plus efficace dans les périodes de forte incertitude, notamment par le biais des effets d'apprentissages.

Une partie des difficultés régulièrement rencontrées vient de ce choix. Définir le moment pour réaliser les investissements nécessaires. Lorsque tout va bien, l'entreprise n'est pas incitée à mettre en place un processus de changement organisationnel. A l'inverse, lorsqu'elle en a vraiment besoin, des études sont lancées sans avoir les moyens adéquats ni avoir pris le temps de développer les routines nécessaires. Cela influe négativement sur les performances et par conséquent, sur la crédibilité de l'intelligence technologique.

Conclusion de chapitre :

Cette étude réalisée en collaboration avec l'équipe attribuée au projet phage nous a permis d'avoir un regard plus précis sur la façon dont l'intelligence technologique peut être exploitée. Cela nous a également amené à distinguer deux destinataires principaux de l'intelligence technologique, comme nous le représentons dans la figure 42 ci-dessous.

Figure 42 : Synthèse du rôle de l'intelligence lors du processus d'innovation en entreprise



Source : Auteur

- Tout d'abord le management de l'innovation, ou plus généralement les strates décisionnelles de la firme. A ce niveau, l'objectif principal est de déterminer si de nouveaux projets de R&D sont nécessaires et si oui, quels doivent-ils être. Ce cas a été présenté à travers le chapitre 3. Le principal inconvénient étant alors le manque d'interactivité, les dirigeants ayant souvent des emplois du temps déjà pleins.

- Une fois ces projets de R&D déterminées, l'intelligence technologique peut également avoir un rôle à jouer lors de cette phase opérationnelle de l'innovation. Des choix sont constamment à effectuer à mesure que le projet avance. Or, il n'est pas toujours possible de se référer au manager. Le chef de projet doit par conséquent assumer ces orientations. Pour cela des informations relatives à l'environnement scientifique et technique sont nécessaires.

Pour autant, nous voyons bien que ces informations ne sont pas les seules à être utilisées, que ce soit au niveau décisionnel ou opérationnel. Finalement, pour que l'intelligence technologique puisse effectivement s'intégrer à l'entreprise, il faut principalement une bonne communication entre les différentes équipes utilisant et/ou bénéficiant de ces méthodes. Ce sont effectivement les utilisateurs qui amèneront à une amélioration de l'exploitation de ces méthodes qui doivent s'inscrire dans les routines de la firme, notamment par le biais du processus d'apprentissage.

Conclusion générale :

Initialement, ce projet de thèse CIFRE reflétait la volonté du management de l'innovation du groupe Avril de disposer d'une procédure d'intelligence technologique qui puisse être exploitée en interne, afin de gagner en autonomie vis-à-vis de la prise en considération de son environnement. Un partenariat avec la plateforme d'intelligence technologique VIA Inno existait à ce moment. Les équipes liées au management de l'innovation étaient déjà familiarisées à ces outils mobilisés par VIA Inno, auxquels nous étions formés par le biais du master professionnel. Il apparaissait donc évident de capitaliser sur ces connaissances existantes.

En parallèle, un cas d'application pour nous permettre de tester et de mettre en application la méthode développée a été proposé. D'abord très larges, les questions du groupe Avril ont finalement pu être synthétisées à travers un objectif commun à l'entreprise, à savoir comment identifier les nouvelles opportunités liées au besoin de diminution de l'utilisation des antibiotiques dans l'élevage.

Pour répondre à ce double objectif de définition d'une méthode d'intelligence technologique propre au groupe et de répondre au cas d'application, nous avons structuré notre démarche selon quatre chapitres qui suivent l'ordre chronologique de notre réflexion. Nous avons ainsi commencé par étudier les évolutions en cours dans le secteur de l'élevage à travers une représentation du changement technologique issue de l'approche évolutionniste. Suite à cela, une revue des méthodes d'intelligence technologique existantes en entreprise nous est apparue nécessaire, avant de la mobiliser dans la réalisation du cas d'étude proposé. A l'issue de ce dernier, une certaine insatisfaction perdurait, nous amenant à vouloir approfondir l'opérationnalisation de ces méthodes au sein de la firme.

Dans le **premier chapitre**, nous avons commencé par analyser le secteur de l'élevage dans son ensemble à travers la vision évolutionniste du changement technique. Celle-ci nous a paru pertinente dans le sens où nous tentons de caractériser un secteur en pleine mutation, à la fois du côté de l'offre et de la demande.

Dans le cas de la demande, une exigence accrue des consommateurs est mise en avant ces dernières années. Là où les prix étaient le principal argument de vente jusqu'au début du XX^{ème} siècle, d'autres facteurs entrent aujourd'hui en compte dans les choix d'achat des ménages. Nous avons notamment mis en évidence l'impact de l'alimentation comme vecteur de santé. Cette considération pousse les consommateurs à porter une plus grande attention à la qualité des produits issus de l'agriculture, à plus forte raison dans le cas de la viande. De plus, des préoccupations en lien avec les différents scandales qui ont frappés l'industrie au cours des dernières années ont également été avancées.

Dans le cas de l'offre, nous constatons des modes d'élevage qui évoluent avec un moindre recours aux produits chimiques et une tendance à s'orienter vers du « plus naturel ». La raison principale tient à la volonté d'obtention de labels qui ont une importance croissante et qui permettent une plus forte valorisation du produit final, pour répondre aux exigences de la demande. Ainsi, le modèle d'innovation qui était historiquement de type « *technology push* » s'inscrit aujourd'hui davantage vers une logique « *demande pull* ».

Dans la section 2, nous nous sommes focalisés sur la question de la réduction des antibiotiques dans l'élevage, pour mettre en avant d'autres exigences, qui viennent cette fois de la réglementation. Nous avons pu conclure qu'il existe effectivement un changement de trajectoire technologique en cours, avec une émergence (ou réémergence) de certaines solutions permettant d'améliorer la santé du bétail. Il n'est en revanche pas pertinent de parler de changement de paradigme. Les antibiotiques restent, à ce jour, la solution la plus efficace pour soigner les cas d'infection bactérienne, ils ne disparaitront pas de l'arsenal de soin disponible dans l'élevage dans un futur proche. Cette conclusion est importante, puisqu'elle nous permet de mobiliser des outils d'intelligence technologique abordés dans le chapitre suivant.

Dans le **deuxième chapitre,** nous avons cherché à démontrer que l'intelligence technologique faisait partie des solutions utilisables pour aider le management à orienter ses choix de décision d'innovation. Nous avons également mis en avant sa pertinence dans le cas de changements de trajectoire technologique, mais sa faible utilité lorsqu'il s'agit d'une modification du paradigme, cela en raison des difficultés de ses méthodes à appréhender des changements d'ordre radical.

A l'occasion de ce chapitre, nous avons également insisté sur la différence entre les concepts de veille, d'intelligence économique et d'intelligence technologique. En particulier, l'intelligence économique et technologique permettent d'aller au-delà de la veille, grâce à la transformation des informations récoltées en connaissances que l'entreprise pourra s'approprier et réutiliser. Mais nous avons également démontré les difficultés plus importantes à mobiliser l'intelligence technologique au sein de la firme, notamment parce qu'il ne s'agit pas d'un outil qu'il suffit d'acquérir par le biais d'investissements matériels ou immatériels pour qu'elle soit correctement exploitable.

La section 2 est consacrée au cadrage technique relatif aux données qui seront utilisées pour la réalisation des études menées dans les deux chapitres suivants. Suite à notre expérience en entreprise, nous avons effectivement remarqué une faible connaissance des caractéristiques techniques des brevets et des publications scientifiques de la part des utilisateurs de ces études. Or, il apparaît indispensable de maîtriser les apports ainsi que les limites liés à ces caractéristiques sur lesquelles portent nos analyses afin d'éviter toute erreur d'interprétation.

Cette mise au point permet de débuter le **chapitre 3** avec toutes les bases nécessaires à la compréhension des travaux qui y sont développés. Ce chapitre regroupe l'intégralité des analyses qui ont été réalisées pour répondre à la question initiale du cas d'étude, à savoir quelles sont les solutions scientifiques et techniques existantes permettant de réduire l'usage des antibiotiques dans l'élevage. Nous avons, à cette occasion, mis en avant les étapes qui nous paraissent primordiales pour faire face à des études de type exploratoire comme c'était le cas pour notre étude. Construit autour de trois sections qui représentent les trois principaux moments du développement de la méthode proposée, nous respectons l'ordre chronologique suivi pour la mise en place de ce travail.

La première section s'intéresse principalement à ce que nous avons appelé la « phase amont » de l'étude, qui va de l'identification des besoins à la mise en place d'une requête cohérente. A notre connaissance, peu de travaux dans la littérature s'attardent effectivement sur cette partie pourtant primordiale pour l'obtention de résultats pertinents. Un premier guide a été proposé à cette occasion, mettant en avant l'importance d'une collaboration forte à ce moment entre l'analyste des données et le commanditaire de l'étude.

La section 2 concerne la détection des solutions scientifiques et techniques permettant de répondre à la problématique de santé dans l'élevage. Pour cela, nous avons déployé des outils de cartographie basés sur des données brevets, mettent en avant une très grande diversité de ces solutions. Les codes CIB ont principalement été mobilisés à cette occasion. Les premières solutions issues de travaux à partir des brevets ont été complétées par une analyse portant sur les publications scientifiques. Nous avons ainsi pu constater qu'elles ne sont pas brevetées, attestant de l'importance de l'apport complémentaire des publications scientifiques.

Face à cette liste volumineuse de solutions, nous avons poursuivi en testant la possibilité de détection d'opportunités grâce à l'intelligence technologique dans la section 3. Pour cela, un premier travail avec les experts du groupe a été nécessaire, afin de déterminer quelles sont les technologies pour lesquelles le groupe possède déjà des compétences parmi les technologies identifiées. Nous avons ainsi travaillé sur quatre solutions : additifs alimentaires, l'eau de boisson, les phages et les probiotiques. Plusieurs indicateurs statistiques ont été déployés pour apporter une vision plus précise de l'environnement scientifique et technique de ces solutions, puis les résultats ont été comparés afin de dresser un ordre des technologies selon leur niveau d'opportunités pour le groupe. Finalement, il apparaît que les phages et les probiotiques ont un potentiel plus important que les additifs alimentaires et l'eau de boisson.

Enfin, le **dernier chapitre** a été ajouté au cours de l'évolution de cette thèse, pour correspondre au mieux à la demande initiale qui était d'être autonome sur les méthodes d'intelligence technologique. En effet, l'étude menée dans le chapitre 3 a manqué de proximité avec les bénéficiaires, notamment en raison de leur position hiérarchique. Une certaine insatisfaction persistait à l'issue du chapitre précédent, puisque nous n'avions aucun

moyen d'évaluer ni l'intérêt effectif du travail pour l'entreprise, ni de nous assurer que ces méthodes pourraient être réutilisées. Pendant cette phase de réflexion sur les poursuites de ce travail, nous avons eu la possibilité d'intégrer un projet de R&D traitant du cas des phages mis en avant dans nos résultats précédents.

Nous avons commencé par observer dans la section 1 le mode de traitement de ce cas plus précis. Si certaines différences existent avec l'étude précédente en raison des objectifs distincts, des points communs ont également pu apparaitre à ce niveau, notamment sur la catégorisation de l'environnement scientifique et technique. Mais le principal apport de ce travail porte sur la façon dont les méthodes développées peuvent effectivement s'intégrer au sein de la firme.

Nous avons ainsi terminé ce chapitre 4 par des recommandations tirées de notre propre expérience au cours de cette thèse ainsi que des travaux théoriques déjà existants. L'une des conclusions principales qui ressort porte sur la place différente de l'analyste selon qu'il se trouve dans un contexte purement opérationnel comme cela a été le cas dans ce dernier chapitre, ou à un niveau plus stratégique et donc plus global comme celui auquel nous avons été confrontés dans le chapitre 3. Ces méthodes doivent effectivement être intégrées dans le processus organisationnel de la firme pour pouvoir remplir totalement le rôle qui leur a été attribué à travers notre première hypothèse, à savoir qu'elles permettent la transformation des informations en connaissances afin d'être exploitées par l'entreprise.

Limites de notre travail :

Ces travaux menés étaient en majorité très appliqués. Partant des constats rencontrés dans la littérature qui concerne l'intelligence technologique, nous avons souhaité tester la mise en application de ces méthodes en entreprise. Nous nous sommes alors confrontés à de nombreuses limites tout au long de cette thèse, dont certaines qui persistent à l'issue de celle-ci.

La principale limite que nous retenons vient de la très grande difficulté à rapprocher le management de l'intelligence technologique. Or, nous avons à plusieurs reprises mis en avant la place centrale que ces personnes occupent. D'une part, la bonne intégration de ces méthodes, à travers la mobilisation des équipes à collaborer avec les analystes dépend en partie de l'intérêt que le manager y porte. D'autre part, une nécessaire proximité entre analyste et manager a également été mise en avant. Celle-ci doit permettre une bonne compréhension des besoins, indispensable pour orienter les études et donner du sens aux résultats. Sans cela, il apparaît évident que les résultats obtenus ne pourront pas être exploités lors du processus de décision.

Or, cet objectif de l'intelligence technologique faisait partie des postulats de départ, raison pour laquelle nous voulons mettre en avant ce frein. Nous nous rendons compte que ce cercle est difficile à rompre, puisque pour développer ces méthodes efficacement en entreprise il est nécessaire de disposer d'une forte implication des managers, mais ces derniers ne seront convaincus d'y consacrer du temps qu'en présence de résultats concluants.

La seconde limite à cette thèse vient d'un manque de retours de la part du management. Ce travail étant très appliqué, avec pour objectif de fournir à la firme de nouvelles méthodes pour la caractérisation de son environnement, des retours sur l'utilisation faite de ces études en auraient permis une meilleure évaluation.

Cette limite peut être particulièrement observée dans le cas de l'étude exploratoire présentée dans le chapitre 3. Les résultats ont été jugés intéressants, provoquant parfois quelques questions, mais il est impossible de dire si et comment ils ont pu être exploités. Pour le cas des phages en revanche, une plus forte proximité avec l'équipe a permis davantage de communication. Nous savons notamment que ces résultats ont pu être utilisés, mais nous n'avons pas eu l'occasion de déterminer de quelle manière.

Il est donc plus simple de vérifier que ces méthodes peuvent servir la prise de décision lorsque nous nous trouvons à un niveau opérationnel, mais beaucoup moins au niveau décisionnel. Or, le postulat de départ voulait que l'intelligence technologique soit exploitable de manière autonome au niveau du management du groupe Avril, ce qui n'est pas encore le cas aujourd'hui.

Une troisième limite vient de l'adaptation nécessaire à chaque nouveau besoin. Il n'est, en effet, pas possible de répliquer un processus à l'identique tout au long de la vie de l'entreprise, comme cela aurait été souhaité dès le départ. Des grandes lignes peuvent être définies, comme nous nous sommes efforcés à le faire, notamment dans la phase amont de l'étude. Néanmoins, une fois les besoins exprimés, les moyens d'y répondre sont très diversifiés. Si des éléments se retrouvent dans les deux études, notamment dans les quatre modes de caractérisation d'un environnement scientifique et technique[75], les façons de les aborder et de les traiter étaient différentes.

Enfin, la dernière limite que nous relevons porte sur le fait que l'intelligence technologique ne peut être utilisée seule. Nous avons effectivement pu démontrer l'importance des autres sources informationnelles, notamment dans le processus décisionnel. Une interaction forte est nécessaire, par exemple avec les études de marché et les analyses réglementaires. Les informations financières relatives aux autres acteurs du secteur peuvent également avoir une importance selon la question initiale. Ce fait a été particulièrement remarqué sur le travail réalisé concernant les phages.

[75] Pour rappel ces quatre modes sont les dynamiques technologiques, l'étude d'acteurs, la répartition géographique des efforts inventifs et la caractérisation technologique

Mais le problème reste le même lorsque nous regardons les façons de procéder au niveau décisionnel. Une solution pour y pallier consisterait à regrouper les équipes travaillant sur ces différentes sources informationnelles afin de faciliter la communication et d'enrichir les résultats qui pourront être représentés.

En conclusion de ces limites, nous pouvons mettre en avant que l'intelligence technologique n'a pas vocation à être un outil « clic bouton ». Or, cette facilité d'utilisation est justement ce qui est recherché par les managers, afin d'obtenir des résultats rapidement. Cette vision de l'intelligence technologique nous semble erronée, mais pourtant bien présente pour le management qui la rapproche souvent de la veille. A la différence de cette dernière, l'intelligence technologique ne peut être entièrement automatisée.

Perspectives :

L'essentiel de notre travail a porté sur le développement de méthodes, en nous basant sur les postulats de la littérature, à savoir que l'intelligence technologique est plus performante que la veille. A partir de cette assertion, nous avons cherché à mettre en place ces méthodes au sein du groupe Avril, alors demandeur. Pour autant, cet exercice est jugé complexe et nous nous sommes effectivement confrontés à plusieurs limites tout au long de cette thèse. Certaines que nous avons réussi à dépasser, d'autres qui subsistent et que nous venons de présenter. Ces dernières nous ont amenés à réfléchir à de nouvelles perspectives de recherche.

La première serait de remettre en place un cas d'étude comme celui présenté dans le chapitre 4, avec pour principale différence la plage temporelle. Compte tenu de plusieurs contraintes, nous avons pu consacrer seulement quatre mois à cette étude. Or, il serait intéressant de pouvoir suivre la réalisation du projet jusqu'à l'aboutissement d'un nouveau produit à l'issue du processus de R&D (ou à la décision de mettre un terme au projet le cas échéant). Ainsi, il serait plus simple de comprendre de quelle manière ces résultats sont utilisés pour déterminer la meilleure façon de procéder en amont.

Pour autant, cette solution ne règlerait pas le principal problème. Travailler avec le niveau opérationnel permet effectivement une plus grande communication qui facilite l'intégration de l'intelligence technologique. Mais l'objectif final reste de pouvoir développer ces méthodes également au niveau décisionnel. Pour ce faire, il serait intéressant de partir d'un cas de réussite au niveau opérationnel, de reprendre les conclusions auxquelles nous avons abouti dans le chapitre 4, et de les appliquer sur un cas intéressant de la stratégie d'entreprise, tout en portant une attention particulière sur l'aspect temporel. En effet, le développement de ces méthodes peut être long, mais le management a souvent besoin de

résultats à plus court terme. Il faudra donc s'assurer que tout soit prêt à être mis en place avant de prendre contact avec le management.

Enfin, d'un point de vue plus technique, l'usage des théories du cycle de vie de la technologique nous est apparu pertinent pour compléter les travaux débutés sur les dynamiques technologiques d'innovation. Nous ne sommes pas parvenus à les mobiliser faute de temps, mais quelques essais préliminaires laissent penser qu'elles pourraient améliorer la vision prospective offerte par ces analyses.

Bibliographie

AFSSA ; 2006 ; Usages vétérinaires des antibiotiques, résistance bactérienne et conséquences pour la santé humaine ; Rapport du groupe de travail Antibiorésistance ; Maisons-Alfort ; 214p

Aguilar, F.J. ; 1967 ; Scanning the business environment ; McMillan (ed.) ; New-York ; 239p.

Alloing, C., et Moinet, N. ; 2016 ; Les signaux faibles : des mythes à la mystification ; Hermès, La Revue ; vol.3 ; n°76 ; p.86-92

Andersen, B. ; 2001 ; Technological change and the evolution of corporate innovation : the structure of patenting ; Cheltenham: Edward Eger ; 304p.

ANSES ; 2015 ; Suivi des ventes de médicaments vétérinaires contenant des antibiotiques en France en 2014 ; Rapport Annuel ; Edition Scientifique ; Maisons Alfort ; 44p

ANSES ; 2018 ; Suivi des ventes de médicaments vétérinaires contenant des antibiotiques en France en 2017 ; Rapport Annuel ; 108p.

ANSM ; 2013 ; Caractérisation des antibiotiques considérés comme critiques ; Rapport d'expertise ; 16p.

Ansoff, H.I. ; 1975 ; Managing Strategic Surprise by Response to Weak Signals ; Winter ; vol.18 ; n°2 ; p.21-33

Ansoff, H.I. ; 1980 ; Strategic issue management ; Strategic Management Journal ; vol.1 ; n°2 ; p.131-148

Arthur, A. ; 1988 ; Competing technologies : An overview ; in Dosi et al ; Technical Change and Economic Theory ; Pinter Publishers

Arundel, A. ; Kabla, I. ; 1998 ; What percentage of innovations are patented? Empirical estimates for European firms ; Research Policy ; n°27 ; p.127-141

Ashton, B. ; Klavans, R. ; 1997 ; Keeping abreast of Science and Technology: Technical Intelligence of Business ; Battelle Press ; 571p.

Ayerbe, C., Angué, K., Mitkova, L. ; 2010 ; Le brevet : un outil d'identification du partenaire technologique ? Application aux accords de coopération en R&D dans le secteur des biotechnologies ; Conférence de l'AIMS ; Luxembourg

Beaugency, A. ; 2015 ; Capacités dynamiques et compréhension des enjeux sectoriels : apports de l'intelligence technologique au cas de l'avionique ; Thèse de doctorat ; Université de Bordeaux ; 325p.

Berger, G. ; 1957 : Sciences humaines et prévisions ; La Revue des Deux Mondes ; p.417-426

Blanchard, A. ; 2009 ; La cartographie des brevets dans l'industrie et la recherche : outils et pratiques ; 9è Journées francophones Extraction et Gestion des Connaissances ; Strasbourg ; France ; Actes des ateliers

Bouaka, N. ; 2004 ; Développement d'un modèle pour l'explicitation d'un problème décisionnel : un outil d'aide à la décision dans un contexte d'intelligence économique ; Thèse de Doctorat Université de Nancy 2 ; 221p.

Bourke, P. ; 2015 ; Scientific data visualisation using techniques normally reserves for more frivolous activities ; GSTF Journal on Computing ; vol.4 ; n°3 ; p.35-41

Breschi S., Malerba F., Orsenigo L. ; 2000 ; Technological regimes and Schumpeterian patterns of innovation ; The Economic Journal ; vol. 110 ; n°463 ; p.388-410

Bright, J.R. ; 1973 ; A guide to practical technological forecasting ; Milton E.F. Shoeman Editors ; 651p.

Brockhoff, K.K. ; 1992 ; Instruments for patent data analyses in business firms ; Technovation ; vol.12 ; n°2 ; p.41-59

Byrd J.A., Hargis B.M., Caldwell D.J., Bailey R.H., Herron K.L., Mcreynolds J.L., Brewer, R.L., Anderson R.C., Bischoff K.M., Callaway T.R., Kubena L.F. ; 2001 ; Effect of lactic acid administration in the drinking water during preslaughter fedd withdrawal on Salmonella and Campylobacter contamination of broilers ; Poultry Science ; n°80 ; p.278-283

Cahen, P. ; 2010 : Signaux faibles, mode d'emploi : Déceler les tendances, anticiper les ruptures ; Eyrolles ; Editions d'Organisation ; 164p.

Campbell, R. ; 1983 ; Patent trends as a technological forecasting tool ; World Patent Information ; vol.5 ; n°3 ; p.137-143

Carayannis, E ; 2002 ; Is technological learning a firm core competence when, how and why? A longitudinal, multi-industry study of firm technological learning and market performance ; Technovation ; vol.22 ; p.625-643

Carlson, L.W. ; 2004 ; Using technology foresight to create business value ; Research Technology Management ; vol.47 ; n°5 ; p.51-60

Caron-Fasan, M.L. ; 2001 : Une méthode de gestion de l'attention aux signaux faibles ; Système d'Information et Management ; vol.6 ; n°4 ; p.72-90

Carpenter, M.P., Narin, F., Woolf, P. ; 1981 ; Citation rates to technologically important patents ; World Patent Information ; vol.3 ; n°4 ; p.160-163

Cassini, A., Högberg, L.D., Plachouras, D., Quattrocchi, A., Hoxha, A., Simonsen, G.S., Colomb-Cotinat, M., Kretzschmar, M.E., Devleesschauwer, B., Cecchini, M., Ouakrim, D.A., Oliveira, T.C., Struelens, M.J., Suetens, C., Monnet, D.L., et le Burden of AMR Collaborative Group ; 2019 : Attributable deaths and disability-adjusted life-years caused by infections with antibiotic-resistant bacteria in the EU and the European Economic Area in 2015: a population-level modelling analysis ; Lancet Infect Dis ; vol.19 ; n°1 ; p.56-66

Charron T., Veysset P., Devienne S., Fromont J.L., Palazon R., Ferrand M. ; 2012 ; Productivité du travail et élevage d'herbivores : définition des concepts, analyse et enjeux ; INRA Production Animale ; n°25 ; p. 193-210

Chen, H., Chiang, R.H., Storey, V.C. ; 20102 ; Business intelligence and analytics : From Big Data to big impact ; MIS Quarterly ; vol.36 ; n°4 ; p.1165-1188

Christensen, C.M., et Bower, J.L. ; 1996 ; Customer power, strategic investment, and the failure of leading firms ; Strategic Management ; Journal ; vol.17 ; n°3 ; p.197-218

Coates, V., Farooque, M., Klavans, R., Lapid, K., Linstone, H.A., Pistorius, C., Porter, A.L. ; 2001 ; On the future of technological forecasting ; Technological Forecasting and Social Change ; n°67 ; p.1-17

Coburn, M.M. ; 1999 ; Competitive technical intelligence: a guide to design analysis and action ; American Chemical Society ; 160p.

Cohen, M. ; 1991 ; Individual learning and organizational routine : emerging connections ; Organisation Science ; vol.2 ; p.135-139

Cohen, W.M., Goto, A., Nagata, A., Nelson, R.R., Walsh, J.P. ; 2002 ; R&D spillovers, patents and the incentives of innovate in Japan and the Unity States ; Research Policy ; vol.31. ; n°8 ; p.1349-1367

Cohen, W.M., Levinthal, D.A. ; 1990 ; Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation ; Administrative Science Quarterly ; vol.35 ; n°1 ; p.128-152

Courseault, C.R. ; 2004 ; A text mining framework linking technical intelligence from publication databases to strategic technology decisions ; Thèse de Doctorat ; Georgia Institute of Technology

Credoc ; 2014 ; Consommation et modes de vie ; n°266 ; 4p.

CREDOC : G. Tavoularis et P. Hébel ; 2017 ; Consommation et modes de vie ; n°292

D'costa, V.M., King, C.E., Kalan, L., Morar, M., Sung, W.W.L., Schwarz, C. ; 2011 ; Antibiotics resistance is ancient ; Nature ; n°477 ; p.457-361

Daim, T.U. ; Kocaoglu, D.F. ; 2008 ; Exploring technology acquisition in Oregon, Turkey and in the US electronics manufacturing technologies ; Journal of High Technology Management Research ; vol.19 ; p.45-58

Danguy, J., De Rassenfosse, G., Van Pottelsberghe de la Potterie, B. ; 2010 ; The R&D patent relationship : an industry perspective ; Université Libre Bruxelles ; ECARES working paper n°38 ; 34p.

Day G. et Schoemaker P. ; 2005 ; Scanning the periphery ; Harvard Business Review ; 15p.

De Mauro, A., Greco, M., Grimaldi, M. ; 2016 ; A formal definition of Big Data based on its essential features ; Library Review ; vol.65 ; n°3 ; p.122-135

Deguine, J.P. ; Ferron, P., Russel, D. ; 2008 ; Sustainable pest management for cotton production : a review ; Agronomy for Sustainable Development; vol.28 ; n°1 ; p.113-135

Delmestri, G. ; 1998 ; Do all roads lead to Rome… or Berlin ? The evolution of intra- and inter-organisational routines in the machine-building industry ; Organisation Studies ; vol.19 ; p.639-665

Desriers, M. ; 2007 ; L'agriculture française depuis cinquante ans : des petites exploitations familiales aux droits à paiement unique ; Agreste ; L'Agriculture française et l'Europe ; p.17-30

Devienne S., Garambois N., Mischler P., Perrot C., Dieulot R., Falaise D. ; 2016 ; Les exploitations d'élevage herbivore économes en intrants (ou autonomes) : quelles sont leurs caractéristiques ? Comment accompagner leur développement ? ; Insitut de l'élevage ; Réseaux agriculture durable et AgroParisTech ; Rapport d'étude

Dosi G., Freeman C., Nelson R., Silverberg G. et Soete L. ; 1988 ; Technical change and economic theory ; LEM Book Series ; Italy ; 646 p.

Dosi, G. ; 1982 ; Technological paradigms and technological trajectories : a suggested interpretation of the determinant and directions of technological change ; Research Policy ; vol.11 ; n°3 ; p.147-162

Du Preeze, G.T., et Pistorius, C.W. ; 1999 ; Technological treat and opportunity assessment ; Technological Forecasting and Social Change ; vol.61 ; n°3 ; p.215-234

Dumont B., Fortun-Lamothe L., Jouven M., Thomas M., Tichit M. ; 2013 ; Prospects from agroecology and industrial ecology for animal production in the 21st century ; Animal ; n°7 ; p.1028-1043

Durand-Barthez, M., Dassa, M., Kosmopoulos, C., Gontharet, C., Dreyfus, T., Chazelas, M. ; 2009 ; Outils et méthodes ; Documentaliste Sciences de l'Information ; vol.4 ; n°46 ; p.44-59

Ebrahimpour, H. et Hadi, F. ; 2014 ; Investigating the relationship between technology intelligence and business performance ; Singaporean Journal of Business Economics and Management Studies ; vol.2 ; n°11 ; p.207-215

ECDC et EMA ; 2009 ; The bacterial challenge: time to react : a call to narrow the gap between multi-drug resistant bacteria in the EU and the development of new antibacterial agents ; Technical Report ; 54p.

Eisenhardt, K.M. ; Martin, J.A. ; 2000 ; Dynamic capabilities: What are they ? ; Strategic Management Journal ; vol.21 ; p.1105-1121

FAO ; 2009 ; La situation mondiale de l'agriculture et de l'élevage : Le point sur l'élevage ; Rome ; 202p.

Ferbeck, G. et Crombecque, N. ; 2018 ; Les pratiques alimentaires d'aujourd'hui et de demain : Un consommateur impliqué à la recherche du « mieux mangé » au juste prix ; Extrait du Harris Café

Ferron, A. ; 1994 ; La résistance des bactéries aux antibiotiques ; Bactériologie Médicale ; vol.15; Edition C. et R. ; Paris ; 12p.

Filliatreau, G. ; 2001 ; Les indicateurs bibliométriques en recherche ; Education et Formation ; n°59 ; 6p.

Flamand, M. ; 2016 : Le déploiement de l'intelligence technologique dans le processus d'innovation des firmes : Quels objectifs, enjeux et modalités pratiques ? Une application à l'industrie automobile ; Thèse de Doctorat ; Bordeaux ; 423p.

Flynn, M., Dooley, L., O'Sullivan, D., Cormincan, K. ; 2003 ; Idea management for organisational innovation ; International Journal of Innovation Management ; vol.7 ; n°4 ; p.417-442

France AgriMer ; 2015 ; Impact de la crise économique sur la consommation de viandes et évolutions des comportements alimentaires ; Les Synthèses de France AgriMer ; n°21 ; Montreuil ; 16p.

French G. ; 2010 ; The continuing crisis in antibiotic resistance ; International Journal of Antimicrobial Agents ; vol 36 ; n°3 ; p.3-7

Frion, P. ; 2002 ; Entre veille et intelligence économique, il faut choisir ; Technologies Internationales ; vol.84 ; p.37-40

Gaffard J.L. ; 1990 ; Economie industrielle et de l'innovation ; Dalloz ; Paris ; 470p.

Gambardella, A., Harhoff, D., Vespagen, B. ; 2008 ; The value of european patents ; European Management Review ; vol.5 ; n°2 ; p.69-84

Gilad, B. ; 2015 ; Companies collect competitive intelligence but dont'u use it ; Harvard Business Review

Gilles, P. ; 2001 ; La propension à breveter : une étude comparative entre les secteurs high tech et low tech en France entre 1980 et 1997 ; Journée des Ecoles Doctorales des Carroz d'Arroz

Griliches, Z. ; 1990 ; Patent Statistics as economic indicators : a survey ; Journal of Economic Literature ; vol.28 ; n°4 ; p.1661-1707

Griliches, Z., Pakes, A., Hall, B.H. ; 1988 ; The value of patents as indicators of inventive activity ; National Bureau of Economic Research, n° 2083

Guellec, D., Martinez, C., Zuniga, P. ; 2012 ; Pre-emptive patenting : securing market exclusion and freedom of operation ; Economics of Innovation and New Technology ; vol.21 ; n°1 ; p.1-29

Hall, B.H. et Ziedonie, R. ; 2001 ; The patent paradox revisited : an empirical study of patenting in the US semiconductor industry ; The Rand Journal of Economics ; vol.31 ; n°1 ; p.101-128

Hall, B.H., Jaffe, A., Trajtenberg, M. ; 2005 ; Market value and patent citations : a first look ; Rand Journal of Economics ; vol.31 ; n°1 ; p.16-38

Harbulot, C. ; 1992 ; la machine de guerre économique ; Economica ; 178.

Harbulot, C. et Baumard, P. ; 1997 ; Perspective historique de l'intelligence économique ; Intelligence Economique ; vol.1 ; p.1-17

Harhoff, D., Hoisl, K., Reichl, B., Van Pottelsberghe de la Potterie, B. ; 2009 ; Patent validation at the country level – the role of fees and translation costs ; Research Policy ; vol.38 ; n°9 ; p.1423-1437

Harhoff, D., Sherer, F.M., Vopel, K. ; 2003 ; Exploring the tail of patented invention value distributions; Economics, Law and Intellectual Property ; Editions Kluwer Academic Publishers ; p.279-309

Harris Interactive ; 2017 ; « Les pratiques alimentaires d'aujourd'hui et de demain : Un consommateur impliqué à la recherche du « mieux manger » au juste prix » ; Extrait du Harris Café du 31 janvier 2017

Helfat, C.E. ; Finkelstein, S. ; Mitchell, W. ; Peteraf, M.A. ; Singh, H. ; Teece, D.J. ; Winter, S. ; 2007 ; Dynamic capabilities: Understanding strategic change in organizations ; Blackwell ; London ; 147p.

Helfat, C.E. ; Peteraf, M.A. ; 2015 ; Managerial cognitive capabilities and the microfoundations of dynamic capabilities ; Strategic Management Journal ; vol.36 ; n°6 ; p.831-850

Hinze, S., et Schmoch, U. ; 2005 ; opening the blackbox : analytical approaches and their impact on the outcome of statistical patent analysis ; Kluwer Academic Publishers ; p.215-236

Houssieux, J. ; 1958 ; Le pouvoir de monopole : Essai sur les structures industrielles du capitalisme contemporain ; Paris ; 416p.

Humon, N.P., et Dereian, P. ; 1989 ; Connctivity in a citation network : the development of DNA theory ; Social networks ; vol.11 ; n°1 ; p.39-63

Iansiti, M. ; 2000 ; How the incumbent can win : managing technological transitions in the semiconductor industry ; Management Science ; vol.46 ; n°2 ; p.169-185

Jakobiak, F. ; 2009 : L'intelligence économique : techniques et outils ; Eyrolles ; 194p.

Kabla, I. ; 1994 : Un indicateur de l'innovation : le brevet ; Economie et Statistique ; vol.275 ; n°1 ; p.95-109

Kahn, H., Wiener, A. ; 1967 ; Year 2000 : a framework for speculation on the next thirty tree years

Kermarrec, A.M., Faou, E., Merlet, J.P., Robert, P., Segoufin, L. ; 2007 ; Que mesurent les indicateurs bibliométriques ? Document d'Analyse de la Comission Inira ; 34p.

Koruna, S. ; 2001 ; External technology commercialization : policy guidelines ; PICMET Conference ; Portland

Labrouche, G. ; 2014 ; Les capacités dynamiques : un concept multidimensionnel en construction ; Conférence de l'AIMS ; Rennes

Lallement, R. ; 2008 ; Politique des brevets : l'enjeu central de la qualité, face à l'évolution des pratiques ; Horizons Stratégiques ; vol.7 ; n°1 ; p.1-15

Lallement, R. ; 2010 ; Droits de propriété intellectuelle et positionnement concurrentiel des entreprises : bilan des nouvelles pratiques et éléments de comparaison franco-allemande ; Innovation ; vol.2 ; p11-34

Larivet, S., et Brouard, F. ; 2012 ; Les dirigeants de PME et l'intelligence stratégique : éléments attitudinaux ; Cahiers de la Recherche n°15

Le Bas, C., et Mothe, C. ; 2010 ; Le brevet bloquant : Quelle utilisation de la part des entreprises françaises ? Bilan d'une étude auprès de conseils en propriété industrielle ; Management International Review ; vol.14 ; n°3 ; p.29-43

Le Loarne S. et Blanco, S. ; 2012 ; Management de l'Innovation ; 2ème édition : Pearson ; France ; 408p.

Lesca, H. ; 1994 ; Veille stratégique pour le management stratégique : Etat de la question et axes de recherche ; Economies et Sociétés ; Science de Gestion ; vol.5 ; n°20 ; p.31-50

Lesca, H. ; Kriaa, S., Casagrande, A. ; 2009 ; Veille stratégique : un facteur d'échec paradoxal largemement avéré : la surinformation causée par l'Internet. Cas concrets, retours d'expérience et pistes de solutions ; Cahiers de Recherche du CERAG

Levinthal, D. ; March, J.G. ; 1993 ; The myopia of learning ; Strategic Management Journal ; vol.14 ; p.95-112

Lichtenthaler, E. ; 2003 ; Third generation management of technology intelligence processes ; R&D Management ; vol.4 ; n°33 ; p.361-375

Lichtenthaler, E. ; 2004 ; Technological change and the technology intelligence process: a case study ; Journal Engineering Technological Management ; vol.21 ; p.331-348

Lichtenthaler, E. ; 2007 ; Managing technology intelligence processes in situations of radical technological change ; Technological Forecasting and Social Change ; vol.74 ; n°8 ; p.1109-1136

Lichtenthaler, E. ; Muethel, M. ; 2012 ; The role of deliberate and experiential learning in developing capabilities: insights from technology licensing ; Journal Engineering Technological Management ; vol.29 ; p.187-209

March, J.G. et Simon, H.A. ; 1958 : Organizations ; Blackwell ; Oxford

Marcon, C. ; 2009 ; Réseaux d'intelligence économique : l'éthique au centre des problématiques organisationnelles ; Revue Internationale d'intelligence économique ; vol.1 ; p.197-211

Marcon, C. ; et Moinet, N. ; 2006 ; L'intelligence économique ; Paris ; Editions Dunod ; 128p.

Martinet, B., et Ribault, J.M. ; 1989 ; La veille technologique, concurrentielle, commerciale ; Editions de l'Organisation ; Paris

Martre, H. ; 1994 ; Intelligence économique et stratégie des entreprises ; rapport du Commissariat Général au Plan ; La Documentation Française ; Paris

Mazoyer M., Roudart L. ; 1997 ; Histoire des agricultures du monde : du néolithique à la crise contemporaine ; Editions du Seuil ; Paris ; France

McGonagle, J.J., et Vella, C.M. ; 2012 ; Proactive Intelligence ; Springer ; Londres

Moed, H.F., Glanzel, W., Schmoch, U. ; 2005 ; handbook of quantitative science and technology research : the use of publication and patent statistics in studies of S&T systems ; Springer Netherlands ; 800p.

Morishita,T.Y., Aye P.P., Harr B.S., Cobb C.W., Clifford J.R. ; 1997 ; Evaluation of an avian-specific probiotic to reduce the colonization and shedding of Campylobacter jejuni in broilers ; Avian Diseases ; vol. 41 ; n°4 ; p.850-855

Narin, F. et Olivastro, D. ; 1992 ; Status report : linkage between technology and science ; Research Policy ; vol.21 ; p.237-249

Narin, F., Noma, E., Perry, R. ; 1987 ; Patents as indicators of corporate technological strength ; Research Policy ; vol.16 ; n°2 ; p.143-155

Neely, A.N. et Holder, I.A ; 1999 ; Antimicrobial resistance ; Burns ; n°25 ; p.17-24

Nelson R. ; 1995 ; Why should managers be thinking about technology policy ? ; Strategic Management Journal ; Vol. 16 ; p. 581-588

Nelson, R. ; Winter, S. ; 1982 ; An evolutionary theory of economic change ; Harvard University Press ; Cambridge ; 454p.

Nesta, L. et Saviotti, P.P. ; 2005 ; Coherence of the knowledge base and the firm's innovative performance : evidence from the us pharmaceutical industry ; The Journal of industrial Economic ; p.123-142

Nosella, A., Petroni, G., Salandra, R. ; 2008 ; Technological change and technology monitoring process : Evidence from four italian case studies ; Journal of Engineering and Technology Management ; vol.4 ; n°25 ; p.321-337

OCDE ; 2009 ; Manuel de l'OCDE sur les statistiques brevets ; Paris

OMPI ; 2011 ; Rapport sur la propriété intellectuelle dans le monde : le nouveau visage de l'innovation ; Séries Economique et Statistiques de l'OMPI

OMPI ; 2015 : Rapport sur la propriété intellectuelle dans le monde : Innovations majeures et croissance économique ; Série Economique et Statistique de l'OMPI ; 217p.

OMPI ; 2016 ; The global innovation index 2016 : Winning with global innovation ; Johnson Cornell University ; 451p.

Orsenigo L. ; 1989 ; The emergence of biotechnology : Institutions and markets in industrial innovation ; St Martin Press ; New York ; 230 p.

Paliokaité, A. ; 2014 ; The relationship between organizational foresight and organizational ambidexterity ; Thèse de Doctorat ; ISM University of Management and Economics

Pargaonkar, Y.R. ; 2016 ; Leveraging patent landscape analysis and IP competitive intelligence for competitive advantage ; World Patent Information ; n°45 ; p.10-20

Park, H., Kim, K., Choi, S., Yoon, J. ; 2013 ; A patent intelligence system for strategic technology planning ; Expert System with Applications ; vol.7 ; n°40 ; p.2373-2390

Park, W.G. ; 2008 ; International Patent Protection : 1960-2005 ; Research Policy ; vol.37 ; n°4 ; p.761-766

Patel, P. et Pavitt, K. ; 1991 ; Large firms in the production of world's technology : an important case of non-globalization ; Journal of international Business Studies ; vol.22 ; n°1 ; p.1-22

Pavitt K. ; 1984 ; Sectoral patterns of technical change : Toward a taxonomy and a theory ; Research Policy ; vol.13 ; p.343-373

Peterson, G.D., Cumming, G.S., Carpenter, S.R. ; 2003 ; Scenario Planning : A tool for conservation in an uncertain world ; Conservation Biology ; vol.17 ; n°2 ; p.358-366

Phaal, R., Farrukh, C.J., Probert, D.R. ; 2006 ; Technology Management Tools : concept, development and application ; Technovation ; vol.26 ; p.157-178

Pollet P. ; 2014 ; De l'exploitation familiale à l'entreprise agricole : Trente ans de vie économique et sociale ; Insee ; Paris ; p.21-31

Porter, A.L., et Ashton, W.B. ; 2008 ; United States case stud ; International Handbook on Foresight and Science Policy : Theory and Practice ; Elgar ; Cheltenham ; p.1-13

Porter, A.L., et Cunningham, S.W. ; 2004 ; Tech mining : exploiting new technologies for competitive advantage ; John Wiley & Sons ; Hoboken

Porter, A.L., et Detampel, M.J. ; 1995 : Technology opportunities analysis ; Technological Forecasting and Social Change ; n°49 ; p.237-255

Porter, M.E. ; 2003 ; L'avantage concurrentiel : Comment devancer ses concurrents et maintenir son avance ; Eyrolles ; 648p.

Possas, M.L., Salles-Filho, S., Da Silverira, J.M. ; 1996 ; An evolutionary approach to technological innovation in agriculture: some preliminary remarks ; Research Policy ; vol.25 ; n°6 ; p.933-945

Prime, C., Bassecoulard, E., Zitt, M. ; 2002 ; Co-citations and co-citations : a cautionary view of an analogy ; Scientometrics ; vol.54 ; p.291-308

Reverdy, T. ; Roehrich, A. ; 2016 ; Incertitude et résilience dans les projets technologiques ; Cahiers de la Sécurité Industrielle ; Foundation for an Industrial Safety Culture ; 42p.

Rohrbeck, R. ; 2010 ; Corporate Foresight Toward a Maturity Model for the future orientation of firm ; Springer ; New York

Rohrbeck, R. ; Gemünden, H.G. ; 2011 ; Corporate foresight: Its three roles in enhancing the innovation capacity of a firm ; Technological Forecasting and Social Change ; vol.78 ; n°2 ; p.231-243

Rorhbeck, R. ; Batistella, C. ; Huizingh, E. ; 2015 ; Corporate foresight : an emerging field with a rich tradition ; Technological Forecasting and Social Change ; vol.101 ; p.1-9

Rosenkopf, L., et nerkar, A. ; 2001 ; Beyond local search : Boundary spanning exploration and impact in the optical disk industry ; Strategic Management Journal ; vol.22 ; n°4 ; p.287-306

Rostaing, H. ; 1993 ; Veille technologique et bibliométrie : concepts, outils, applications ; Thèse de Doctorat ; Aix-Marseille 3

Ruff ; F ; 2015 ; The advanced role of corporate foresight in innovation and strategic management – Reflections on practical experiences from the automotive industry ; Technological Forecasting and Social Change ; n°101 ; p.37-48

Safdari Ranjbar, M. et Tavakoli, G.R. ; 2015 ; Toward an inclusive understanding of technology intelligence : a literature review ; Foresight ; vol.17 ; n°3 ; p.240-256

Saint-Gès, V. ; 2006 ; Innovations environnementales dans la viticulture : une lecture économique du cas girondin ; Thèse de Doctorat ; Bordeaux 4

Sales, A. ; L'entreprise et son environnement ; Sociologie et Sociétés ; vol.2 ; n°1 ; p.107-122

Saviotti, P.P. ; 1988 ; Information, variety and antropy in technoeconomic development ; Research Policy ; vol.17 ; n°2 ; p.89-103

Saviotti, P.P. ; 1996 ; Technological evolution, variety and the economy ; Edward Edgar Publishing

Schmookler J.; 1966 ; Invention and economic growth ; Harvard University Press ; Cambridge ; 332p.

Schumpeter J. 1911 traduit en français en 1935 ; « Théorie de l'évolution économique » ; Dalloz ; Paris

Simon, H.A. ; 1947 : Administrative Behaviour ; The Free Press ; New York

SIMV ; 2002 ; Chiffres et commentaires année 2002, Communiqué de l'Association Interporfessionnelle d'Etude du Médicament Vétérinaire (AIEMV)

Somaya, D. ; 2012 ; Patent Strategy and management : an integrative review and research agenda ; Journal of Management ; vol.38 ; n°4 ; p.1084-1114

Stern, N.J., Svetoch, E.A., Eruslanov B.V., Kovalev, Y.N., Volodina, L.I., Perelygin, V.V., Mitsevich, I.P., Levchuk, V.P. : 2005 ; Paenibacillus polymyxa purified bacteriocin to control Campylobacterjejuni in chickens, Journal Food Protection ; vol.68 ; n°7 ; p.1450-1453

Stuart, T.E., et Podolny, J.M. ; 1996 ; Local search and the evolution of technological capabilities ; Strategic Management Journal ; vol.17 ; n°1 ; p.21-38

Teece D. ; 1986 « Profiting from technological innovation: implications of integration », Research Policy ; vol. 15 ; p. 285-305

Teece, D.J. ; 2007 ; Explicating dynamic capabilities : the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance ; Strategic management journal ; vol.28 ; n°13 ; p.1319-1350

Teece, D.J. ; 2014 ; The foundations of enterprise performance : Dynamic and ordinary capabilities in an economic theory of firms ; The Academy of Management Perspectives ; vol.28 ; n°4 ; p.328-352

Teece, D.J., Pisano, G. ; 1994 ; The dynamic capabilities of firm : an introduction ; Industrial and Corporate Change ; vol.3 ; n°3 ; p.337-356

Teece, D.J., Pisano, G., Shuen, A. ; 1997 ; Dynamic capabilities and strategic management ; Strategic Management Journal ; vol.18 ; n°7 ; p.509-533

Thomke, S.H. ; Kuemmerle, W. ; 2000 ; Strategic assets, interdependence and technological change: an empirical investigation in pharmaceutical drug discovery ; Harvard Business School ; Working Paper n°00-086 ; p.11-16

Trajtenberg, M. ; 1990 ; A penny for your quotes : patent citation and the value of innovations ; The RAND Journal of Economics ; vol.21 ; n°1 ; p.172-187

Trippe, A. ; 2003 : Patinformatics : Tasks to tools : World Patent Information ; vol.3 ; n°25 ; p.211-221

Trippe,A. ; 2002 : Patinformatics : Identifying haystacks from space ; Searcher ; vol.9 ; n°10 ; p.28-41

Université de Laval ; 2009 : Guide d'utilisation Orbit, le portail IP de Questel ; Disponible en ligne

Utterback, J.M. ; Brown, J.W. ; 1972 ; Profiles of the future monitoring for technological opportunities ; Business Horizons ; vol.15 ; n°5 ; p.5-15

Van der Pol, Y. ; Rameshkoumar, J.P. ; 2016 ; The co-evolution of knowledge and collaboration networks: the role of the technology life cycle in structural composite materials in aeronautics ; Cahiers du GREThA ; n°2016-25

Van Pottelsberghe de la Potterie, B., et Picard, P. ; 2011 ; Patent office gouvernance of patent system quality ; ECARES ; Université Libre de Bruxelles

Van Raan, AFG., et Van Leeuwen, T..N. ; 2002 ; Assessment of the scientific basis in interdisciplinary applied research : application of methods in nutrition and food search ; Research Policy ; vol.31 ; p.611-632

Van Zeebroeck,N. ; 2008 ; Essays on the empirical analysis of patent system ; Thèse de Doctorat ; Université Libre de Bruxelles

Veysset P., Lehrm M., Bédin D., Roulenc M. ; 2014 ; « La polyculture-élevage bovin viande : un système durable de production de viande bovine ? Résultats à l'échelle de la ferme, questions et perspectives » ; INRA ; Innovations Agronomiques 39 ; p. 83-97

Vinkler, P. ; 1998 ; Comparative investigation of frequency and strength of motives toward referencing, the reference threshold model - comments on theory of citation ; Scientometrics ; vol.43 ; p.107-127

Wilson, R.M. ; 1987 : Patent analysis using online databases – I : Technological trends analysis ; World Patent Information ; 9(1) ; p.73-78

Winter, S.G. ; 1964 : Economic natural selection and the theory of the firms ; Yale Economic Essays ; vol.4 ; n°1 ; p.225-272

Xerfi ; 2016 ; « L'élevage en France » ; Paris ; 247p.

Yoon, B. ; 2008 ; On the development of a technology intelligence tool for identifying technology opportunity ; Expert Systems with Applications ; vol.35 ; n°1 ; p124-135

Yoon, B., et Park, Y ; 2005 ; A systematic approach for identifying technology opportunities : Keyword-based morphology analysis ; Technological Forecasting and Social Change ; vol.72 ; n°2 ; p.145-160

Zhu, D. ; Porter, A.L. ; 2002 ; Automated extraction and visualization of information for technological intelligence and forecasting ; Technological forecasting and social change ; vol.69 ; n°5 ; p.495-506

Zollo, M. ; Winter, S.G. ; 2002 ; From organizational routines to dynamic capabilities ; INSEAD Working Paper ; 37p.

Annexes

Annexe 1 : Requête finale Orbit

Annexe 2 : Requête finale Scopus

Annexe 3 : Liste des technologies potentielles identifiées à partir des proximités technologiques

Annexe 4 : Evolution des CIB de la catégorie Biocides (Orbit)

Annexe 5 : Evolution des concepts de la catégorie Biocides (Orbit)

Annexe 6 : Evolution des CIB de la catégorie Traitement de l'environnement (Orbit)

Annexe 7 : Evolution des concepts de la catégorie Traitement de l'environnement (Orbit)

Annexe 8 : Evolution des CIB de la catégorie Techniques d'élevage (Orbit)

Annexe 9 : Evolution des concepts de la catégorie Techniques d'élevage (Orbit)

Annexe 10 : Evolution des CIB de la catégorie Alimentation animale (Orbit)

Annexe 11 : Evolution des concepts de la catégorie Alimentation animale (Orbit)

Annexe 12 : Evolution des concepts non brevetés (Scopus)

Annexe 13 : Evolution des descripteurs non brevetés (Scopus)

Annexe 14 : Requêtes champs techniques (Orbit)

Annexe 15 : Requêtes champs techniques (Scopus)

Annexe 16 : Classes techniques définissant les additifs alimentaires

Annexe 17 : Classes techniques définissant l'eau de boisson

Annexe 18 : Classes techniques définissant les phages

Annexe 19 : Classes techniques définissant les probiotiques

Annexe 20 : Requêtes brevet phages

Annexe 21 : Requêtes publication phages

Annexe 22 : Nombre de brevets déposés par principaux pays

Annexe 23 : Nombre de publications scientifiques par principaux pays

Annexe 24 : Comparaison des dynamiques de dépôts de brevets des différents pays étudiés

Annexe 25 : Principaux acteurs ayant déposé des brevets

Annexe 26 : Acteurs français publiant des articles scientifiques

Annexe 27 : Réseaux de collaboration

Annexe 1 : Requête finale Orbit

1 : Mots clés animaux

(Cows OU bulls OU Bovins OU Ruminants OU beef OU heifers OU holsteins OU bovidae OU (Bos taurus) OU cattle OU bovine OU calf OU calves OU Poultry OU Hen OU Chickens OU Ducks OU Broilers OU Canards OU Chicken OU (layer hen) OU Hens OU Duck OU roosters OU quails OU (Gallus gallus) OU (Anas platyrhynchos domesticus) OU (Anas domesticus) OU goose OU geese OU (Anser anser domesticus) OU (Anser cygnoides domesticus) OU partridge OU pheasant OU (guinea fowl) OU goose OU gander OU pullet OU monogastric OU (Cyprinus carpio) OU Catfishes OU Carps OU Prawns OU Fishes OU Carp OU (Perca fluviatilis) OU perch OU salmons OU Trouts OU Oncorhynchus OU Tunas OU tilapias OU seabass OU moronides OU (Dicentrarchus labrax) OU (Morone saxatilis) OU (Sparus aurata) OU breams OU salmonides OU salmonidae OU panga OU pangasius OU (iridescent sharks) OU (iridescent shark) OU Pangasiidae OU (shark catfish) OU pangasianodon OU monodon OU japonicus OU vannamei OU omble OU (Scophthalmus maximus) OU (Salvelinus alpinus) OU ombles OU (artic chars) OU (artic charrs) OU courbines OU (Argyrosomus regius) OU meagre OU aquaculture OU shade-fish OU corvina OU salmon-basse OU stone-basse OU (fresh water fish) OU (salt-water fish) OU (sea-water fish) OU (sea fish) OU (cold water fish) OU (warm water fish) OU (cultivated fishes) OU (food fishes) OU salmonids OU Horses OU stallion OU stallions OU Mares OU foals OU equine OU (Equus ferus caballus) OU (Equus ferus) OU (Equus caballus) OU colts OU Sheep OU (small ruminants) OU Lambs OU Goats OU Sheeps OU calves OU ewes OU (Capra aegagrus) OU (Ovis aries) OU ovine OU ovins OU caprine OU caprins OU Livestock OU feedlot OU Breeding OU rearing OU husbandry OU Turkeys OU Poult OU Poults OU (grade maker) OU (Meleagris gallopavo) OU Rabbits OU doe OU (Oryctolagus cuniculus) OU Swine OU Pigs OU sows OU Piglets OU (Sus scrofa domesticus) OU (Sus domesticus) OU hogs OU monogastric OU Pets OU Dogs OU (Canis lupus) OU cats OU (Felis silvestris catus) OU (Felis catus) OU (companion animal))/TI/AB/IW/CLMS

2 : mots clés alternatives aux antibiotiques

(BIOCONTROL OU BIOSECURITY OU BIOSAFETY) /TI/AB/IW/ODES/CLMS OU ((ANTIBIOTIC OU ANTIMICROBIAL OU ANTIBACTERIAL OU ANTI-BACTERIAL) 5M (FALL+ OU DROP+ OU DECREAS+ OU LOW+ OU LESS+ OU REDUC+ OU SUBSTITUT+ OU REPLAC+ OU RESIST+ OU RESILIENCE OU ALTERNATIVE)) /TI/AB/IW/ODES/CLMS OU (NO AV ANTIBIOTICS) /TI/AB/IW/ODES/CLMS OU (NON AV ANTIBIOTICS) /TI/AB/IW/ODES/CLMS OU (ANTIBIOTIC AV FREE) /TI/AB/IW/ODES/CLMS OU (GROWTH AV PROMOT+) /TI/AB/IW/CLMS

3 : Mots clés pathologies animales

((pododermatitis OU enterocolite OU enteropathy OU coli+ OU cholera OU adeno+ OU anthrax OU dysentery OU gastr+ OU acanthocephalans OU hepatopancreatic OU fever OU agalactia OU arbovirus OU arthritis OU aspergillosis OU astrovirus OU rhinitis OU bluecomb OU bordetellosis OU botulism OU (broken back) OU bronchitis OU brucellosis OU buphthalmia OU bursal OU campylobacter+ OU

cestodes OU chlamydiosis OU clostridi+ OU coccidi+ OU glaucoma OU conjunctivitis OU coronavir+ OU coryza OU (crayfish plague) OU cryptosporidiosis OU cysticercosis OU dermat+ OU (developmental disorders) OU dystocia OU mites OU lice OU (egg drop syndrome) OU encephalit+ OU enteri+ OU enterotoxemia OU epididymitis OU necros+ OU (epizootic ulcerative syndrome) OU erysipelas OU fibroma OU hairballs OU (heat prostration) OU (hemagglutinating encephalomyelitis) OU enteritis OU hepatitis OU herpesvirus OU (hutch burn) OU hypoglycemia OU influenza OU (koi herpesvirus disease) OU laryngotracheitis OU leptospirosis OU leukosis OU listeriosis OU lymphoproliferative OU malocclusion OU marek OU mastitis OU (metabolic disorders) OU metritis OU miscellaneous OU mucoid OU mycoplasm+ OU mycosis OU mycotoxicoses OU myxomatosis OU necrobacill+ OU necrot+ OU nematodes OU neoplastic OU nephritis OU (neurologic disorders) OU newcastle OU nosema OU orchitis OU ornithosis OU papilloma OU paramyxo-virus OU parasites OU paratyphoid OU parvovirus OU pasteurella OU pasteurellosis OU PCMV OU pests OU pinworms OU pleuropneumonia OU pneumonia OU pneumovirus OU cytomegalovirus OU pox OU protozoa+ OU pseudorabies OU pseudotuberculosis OU pullorum OU pyometra OU Quail OU (red sea bream iridoviral disease) OU (regional ileitis) OU reovirus OU reticuloendotheliosis OU rhinitis OU rhinotracheitis OU (ring worm) OU rotavir+ OU (salmon anaemia virus) OU salmonell+ OU (salmonid alphavirus) OU sarcoma OU (score hocks) OU scrapie OU spirochetosis OU splay leg OU (spring viraemia) OU staphyloco+ OU streptoco+ OU strongloides OU strongyloide OU (swollen head syndrome) OU syphilis OU tapeworms OU (taura syndrome) OU thrush OU toxemia OU toxoplasmosis OU trematodes OU trichobezoars OU tuberculosis OU tularemia OU typhoid OU (Tyzzer's disease) OU ulcerat+ OU urolithiasis OU (venereal spirochetosis) OU VHD OU (viral haemorrhagic septicaemia) OU (viral hemorrhagic disease) OU (white spot syndrome) OU (white tail disease) OU (yellow head virus) OU anaplasmosis OU babesiosis OU (bovine spongiform encephalopathy) OU (haemorrhagic septicaemia) OU trichomonosis OU trypanosomosis OU bluetongue OU (aujeszky's disease) OU echinococcocis OU (foot disease) OU rabies OU trichinella OU trichinellosis OU (west nile virus))/TI/AB/IW/CLMS) ET ((prevent+ OU treat+ OU reduc+ OU heal+ OU suppress+ OU eradicat+ OU eliminat+ OU resist+ OU control+) /TI/AB/IW/CLMS)

4 : Mots clés syndromes liés aux pathologies

((pain OU injury OU lesion OU irritation OU paresis OU discomfort OU fracture OU appetite OU (feed deprivation) OU (feed restriction) OU litter moisture OU wet litter OU (abnormal gait) OU abortion OU abscesses OU agalactia OU anemia OU anorexi+ OU (beak condition) OU blindness OU (body fleshing condition) OU cannibalism OU (cardiac insufficiency) OU cataracts OU (central nervous system signs) OU (CNS signs) OU (clinical problems) OU (comb conditions) OU (conjunctival exudates) OU constipat+ OU convulsion OU cough+ OU cyanosis OU dehydratation OU depression OU diarrhea OU discharge OU dyspnea OU emaciation OU eruptions OU (feather conditions) OU hemorrhages OU huddling OU hyperemia OU hypersalivation OU hypothermia OU incoordination OU (increased respiratory rate) OU inflammation OU injuries OU (labored respiration) OU lameness OU (leg weakness) OU lethargy OU morbidity OU mortality OU (muscular tremors) OU (nasal discharges) OU (ocular discharge) OU (off feed) OU orchitis OU paralysis OU (paralytic conditions) OU pneumonia OU (posterior paresis) OU prostration OU pyometra OU respiratory OU scaling OU septicemia OU (skin changes) OU (skin discoloration) OU sneezing OU snuffles OU squealing OU staggering OU stiff gait OU (stress syndrome) OU (tarry feces*)* OU infection OU torticollis OU trembling OU tremors OU ulcerations OU vomiting OU

weaving OU (weepy eyes) OU (wry neck) OU (excessive salivation) OU weakness OU (loss appetite) OU (drop milk production) OU ulcer OU diarrhoea OU (difficult breathing) OU (loose cuticle) OU discolouration)/TI/AB/IW/CLMS) ET ((prevent+ OU treat+ OU reduc+ OU heal+ OU suppress+ OU eradicat+ OU eliminat+ OU resist+ OU control+ OU inhibit+)/TI/AB/IW/CLMS)

5 : Mots clés amélioration des défenses immunitaires

(IMMUN+ OU HEALTH+ OU WELL?BEING OU WELFARE OU (GUT MICROB+)) /TI/AB/IW/ODES/CLMS 5M (ENHANCE+ OU IMPROV+ OU INCREAS+ OU STIMUL+ OU PROMOT+ OU MODULAT+ OU PROTECT+)/TI/AB/IW/CLMS

6 : CIB

(A01K+ OU A01P+ OU A23K+ OU A61D+ OU A61K+ OU A61L+ OU A61P+)/IPC/CPC

7 : A supprimer

((HIV OU herpes OU cancer)/TI/AB/IW OU (human 2M medicine) OU (animal 2M experimentation) OU (veterinary OU (therapeutic 2M composition) OU (medical 2M composition) OU (pharmaceutical 2M composition))OU ((genet+ OU gene) 3M (select+ OU resists+))/TI/AB/IW/CLMS

Final : (1 ET (2 OU 3 OU 4 OU 5) ET 6 ET 7) SAUF 8

Annexe 2 : Requête finale Scopus

1 : Mots clés animaux :

TITLE-ABS-KEY(Cow? OR bull? OR Bovin? OR Ruminant? OR beef? OR heifer? OR Holstein? OR bovidae OR "Bos taurus" OR cattle? OR bovine? OR calf OR calves OR Poultry OR Hen? OR Chicken? OR Duck? OR Broiler? OR Canard? OR "layer hen" OR "layer hens" OR Duck? OR rooster? OR quail? OR "Gallus gallus" OR "Anas platyrhynchos domesticus" OR "Anas domesticus" OR goose OR geese OR "Anser anser domesticus" OR "Anser cygnoides domesticus" OR partridge OR pheasant? OR "guinea fowl" OR gander OR pullet? OR monogastric? OR "Cyprinus carpio" OR Catfish* OR Carp? OR Prawn? OR Fish* OR "Perca fluviatilis" OR perch? OR salmon? OR Oncorhynchus OR Tunas OR tilapias OR seabass OR moronides OR "Dicentrarchus labrax" OR "Morone saxatilis" OR "Sparus aurata" OR bream? OR panga* OR "iridescent sharks" OR "iridescent shark" OR Pangasiidae OR "shark catfish" OR pangasianodon OR monodon OR japonicus OR vannamei OR omble? OR "Scophthalmus maximus" OR "Salvelinus alpinus" OR "artic chars" OR "artic charrs" OR corrbine? OR "Argyrosomus regius" OR meagre OR aquaculture OR corvina OR salmon-basse OR stone-basse OR "fresh water fish" OR "salt-water fish" OR "sea-water fish" OR "sea fish" OR "cold water fish" OR "warm water fish" OR "cultivated fishes" OR "food fishes" OR Horse? OR stallion? OR Mare? OR foal? OR equine? OR "Equus ferus caballus" OR "Equus ferus" OR "Equus caballus" OR colts OR Sheep? OR "small ruminants" OR Lamb? OR Goat? OR ewes OR "Capra aegagrus" OR "Ovis aries" OR ovine? OR caprine? OR Livestock? OR feedlot? OR Breeding OR rearing OR husbandry OR Turkey? OR "grade maker" OR "Meleagris gallopavo" OR Rabbit? OR doe OR "Oryctolagus cuniculus" OR Swine? OR Pig? OR sow? OR Piglet? OR "Sus scrofa domesticus" OR "Sus domesticus" OR hog? OR Pet? OR Dog? OR "Canis lupus" OR cat? OR "Felis silvestris catus" OR "Felis catus" OR "companion animal")

2 : mots clés alternatives aux antibiotiques

TITLE-ABS-KEY ((biocontrol OR biosecurity OR biosafety) OR ((antibiotics OR antimicrobials OR antibacterials) W/5 (fall* OR drop* OR decreas* OR low* OR less* OR reduc* OR substitut* OR replac* OR resist* OR resilience OR alternative)) OR "no antibiotics" OR "non antibiotics" OR "antibiotics free" OR "growth promoter" OR "growth promotion" OR "organic farming")

3 : Mots clés pathologies animales

TITLE-ABS-KEY ((pododermatitis OR enterocolite OR enteropathy OR coli* OR cholera OR adeno* OR anthrax OR dysentery OR gastr* OR acanthocephalans OR hepatopancreatic OR fever OR agalactia OR arbovirus OR arthritis OR aspergillosis OR astrovirus OR rhinitis OR bluecomb OR bordetellosis OR botulism OR "broken back" OR bronchitis OR brucellosis OR buphthalmia OR bursal OR campylobacter* OR cestodes OR chlamydiosis OR clostridia* OR coccidi* OR glaucoma OR conjunctivitis OR coronavir* OR coryza OR "crayfish plague" OR cryptosporidiosis OR cysticercosis OR dermat* OR "developmental disorders" OR dystocia OR mites OR lice OR "egg drop syndrome" OR encephalit* OR enteri* OR enterotoxemia OR epididymitis OR necros* OR "epizootic ulcerative syndrome" OR erysipelas OR fibroma OR hairballs OR "heat prostration" OR "hemagglutinating encephalomyelitis" OR enteritis OR hepatitis OR herpesvirus OR "hutch burn" OR hypoglycemia OR

influenza OR “koi herpesvirus disease” OR laryngotracheitis OR leptospirosis OR leukosis OR listeriosis OR lymphoproliferative OR malocclusion OR marek OR mastitis OR “metabolic disorders” OR metritis OR miscellaneors OR mucoid OR mycoplasma* OR mycosis OR mycotoxicoses OR myxomatosis OR necrobacill* OR necrot* OR nematodes OR neoplastic OR nephritis OR “neurologic disorders” OR newcastle OR nosema OR orchitis OR ornithosis OR papilloma OR paramyxo-virus OR parasites OR paratyphoid OR parvovirus OR pasteurella OR pasteurellosis OR PCMV OR pests OR pinworms OR pleuropneumonia OR pneumonia OR pneumovirus OR cytomegalovirus OR pox OR protozoa* OR pseudorabies OR pseudotuberculosis OR pullorum OR pyometra OR Quail OR “red sea bream iridoviral disease” OR “regional ileitis” OR reovirus OR reticuloendotheliosis OR rhinitis OR rhinotracheitis OR “ring worm” OR rotavir* OR “salmon anaemia virus” OR salmonell* OR “salmonid alphavirus” OR sarcoma OR “score hocks” OR scrapie OR spirochetosis OR splay leg OR “spring viraemia” OR staphyloco* OR streptoco* OR strongloides OR strongyloide OR “swollen head syndrome” OR syphilis OR tapeworms OR “taura syndrome” OR thrush OR toxemia OR toxoplasmosis OR trematodes OR trichobezoars OR tuberculosis OR tularemia OR typhoid OR “Tyzzer's disease” OR ulcerat* OR urolithiasis OR “venereal spirochetosis” OR VHD OR “viral haemorrhagic septicaemia” OR “viral hemorrhagic disease” OR “white spot syndrome” OR “white tail disease” OR “yellow head virus” OR anaplasmosis OR babesiosis OR “bovine spongiform encephalopathy” OR “haemorrhagic septicaemia” OR trichomonosis OR trypanosomosis OR bluetongue OR “aujeszky's disease” OR echinococcocis OR “foot disease” OR rabies OR trichinella OR trichinellosis OR “west nile virus”) AND (prevent* OR treat* OR reduc* OR heal* OR suppress* OR eradicate* OR eliminate* OR resist* OR control*))

4 : Mots clés syndromes liés aux pathologies

TITLE-ABS-KEY ((pain OR injury OR lesion OR irritation OR paresis OR discomfort OR fracture OR appetite OR “feed deprivation” OR “feed restriction” OR “litter moisture” OR “wet litter” OR “abnormal gait” OR abortion OR abscesses OR agalactia OR anemia OR anorexi* OR “beak condition” OR blindness OR “body fleshing condition” OR cannibalism OR “cardiac insufficiency” OR cataracts OR “central nervors system signs” OR “CNS signs” OR “clinical problems” OR “comb conditions” OR “conjunctival exudates” OR constipate* OR convulsion OR cyanosis OR dehydratation OR depression OR diarrhea OR discharge OR dyspnea OR emaciation OR eruptions OR “feather conditions” OR hemorrhages OR huddling OR hyperemia OR hypersalivation OR hypothermia OR incoordination OR “increased respiratory rate” OR inflammation OR injuries OR “labored respiration” OR lameness OR “leg weakness” OR lethargy OR morbidity OR mortality OR “muscular tremors” OR “nasal discharges” OR “ocular discharge” OR “off feed” OR orchitis OR paralysis OR “paralytic conditions” OR pneumonia OR “posterior paresis” OR prostration OR pyometra OR respiratory OR scaling OR septicemia OR “skin changes” OR “skin discoloration” OR sneezing OR snuffles OR squealing OR staggering OR “stiff gait” OR “stress syndrome” OR “tarry feces” OR infection OR torticollis OR trembling OR tremors OR ulcerations OR vomiting OR weaving OR “weepy eyes” OR “wry neck” OR “excessive salivation” OR weakness OR “loss appetite” OR “drop milk production” OR ulcer OR diarrhoea OR “difficult breathing” OR “loose cuticle” OR discolorration) AND (prevent* OR treat* OR reduc* OR heal* OR suppress* OR eradicate* OR eliminate* OR resist* OR control* OR inhibit*))

#1 AND #4 :

5 : Mots clés amélioration des défenses immunitaires

TITLE-ABS-KEY ((IMMUN* OR HEALTH* OR WELL?BEING OR WELFARE) W/5 (ENHANCE* OR IMPROV* OR INCREAS* OR STIMUL* OR PROMOT* OR MODULAT* OR PROTECT*))

6 : Limiter aux subject area

(SUBJAREA ("AGRI" OR "CENG" OR "CHEM" OR "EART" OR "ENVI" OR "IMMU" OR "MATE" OR "MULT" OR "NURS" OR "PHAR" OR "VETE" OR "Undefined"))

Final : (1 ET (2 OU 3 OU 4 OU 5) ET 6)

Annexe 3 : Liste des technologies potentielles identifiées à partir des proximités technologiques

CIB	Concepts
Abreuvoirs	Acaricide
Alimentation du bétail	Administration
Aliments contenant des additifs	Administration mode
Analgésiques	Aeration
Antiinfectieux	Aerosol
Antiparasitaires	Algae
Antipoisons	Aminoacid
Appareils de pulvérisation	Animal consumption
Appareils ou procédés de désinfection	Animal diet
Appareils pour l'alimentation	Animal feed
Appareils pour l'élevage	Animal food
Arthropodicides	Animal waste
Autres appareils pour l'élevage	Anti inflammatory agent
Bandages	Antimicrobial
Biocides	Antimicrobial Additive
Botanique en général	Antimicrobial agents
Cellules humaines animales végétales	Antioxidant
Compositions de revêtement	Aquatic organism
Conditionnement de l'air	Aqueous solution
Désinfectants	Bacteria treatment
Désinfection d'objets	Bactericide
Désinfection de l'air	Biocides
Désinfection des matériaux	Biological Filter
Déstruction des déchets	Bone meal
Diagnostiques	Canola oil
Dispositifs d'introduction de remèdes	Carotenoid
Dispositifs filtrants	Cleaning

Dispositifs pour l'alimentation	Deodorant
Dispostifs pour l'alimentation	Deodorization
Eléments nutritifs	Dietary supplement
Elevage et obtention d'animaux	Disease treatment
Engrais	Disinfecting
Examen in vivo	Drinking water
Filtres implantables	Drug
Fongicides	Drug administration
Génie génétique	Enzyme
Herbicides, algicides	Feed additive
Inhalateurs	Feed intake
Intiinfectieux	Fertilizer
Introduction de remèdes	Food supplement
Logement des animaux	Food waste
Marquage des animaux	Fragrance
Médicaments	Fungicide
Mélangeurs à écoulement	Granule
Modification de la qualité nutritive des aliments	Immune response
Nanobiotechnologies	Insecticide
Nématicides	Killing bacteria
Pansements	Medicament
Plantes à fleurs	Nematicide
Préparations protectrices	Nutrient
Procédés de désinfection	Nutritional supplement
Procédés de désinfection des déchets	Odor
Procédés pour rendre les substances nuisibles moins nuisibles	Ointment
Produits alimentaires	Oral administration
Produits alimentaires spécifiques	Organic matter
Prothèses	Pharmaceutical formulation
Pulvérisateurs	Prebiotic

Receptacles	Prevention
Régénération des sols pollués	Probiotic
Répulsifs de nuisibles	Prophylaxis
Substances pour stabiliser les sols	Protein
Substances radioactives	Purification
Thérapies par radiation	Reservoir
Traitement biologique de l'eau	Sanitization
Traitement de l'eau	Soybean meal
Traitement des aliments	Soybean oil
Traitement des boues d'égout	Sterilization
Traitement des produits alimentaires	Sunflower
Traitement des protéines	Therapeutic agent
Traitement en plusieurs étapes de l'eau	Vaccine
Ventilation	Virus
Virus (bactériophages)	Vitamin
	Vitamin B12
	Wastewater
	Water
	Water purification
	Water tank
	Water treatment
	Yogurt

Annexe 4 : Evolution des CIB de la catégorie Biocides (Orbit)

Légende :

Bleu : pas de changement dans l'ordre de la technologie mais qui présentent tout de même un intérêt

Orange : Dynamique décroissante de la technologie qui manifeste une baisse d'intérêt

Vert : Dynamique croissante de la technologie qui manifeste une hausse d'intérêt

Jaune : apparition de la technologie qui signifie qu'elle est très récente et donc présente un gros intérêt

CIB Total	CIB >2007	CIB >2012
Médicaments	Arthropodicides	Biocides général
Biocides général	Antiparasitaires	Arthropodicides
Antiparasitaires	Biocides général	Antiparasitaires
Antiinfectieux	Antiinfectieux	Fongicides
Arthropodicides	Fongicides	Antiinfectieux
Fongicides	Nématicides	Nématicides
Génie génétique	Désinfectants	Désinfectants
Analgésiques	Médicaments	Génie génétique
Produits alimentaires	Analgésiques	Médicaments
Nématicides	Génie génétique	Analgésiques
Désinfectants	Produits alimentaires	Appareils de pulvérisation
Appareils ou procédés de désinfection	Appareils de pulvérisation	Produits alimentaires
Appareils de pulvérisation	Herbicides, algicides	Plantes à fleurs
Herbicides, algicides	Répulsifs de nuisibles	Eléments nutritifs
Elavage et obtention d'animaux	Plantes à fleurs	Produits alimentaires spécifiques
Plantes à fleurs	Appareils ou procédés de désinfection	Répulsifs de nuisibles
Eléments nutritifs	Eléments nutritifs	Herbicides, algicides

Virus (bactériophages)	Botanique en général	Botanique en général
	Produits alimentaires spécifiques	Elevage ou obtention d'animaux
	Elevage et obtention d'animaux	Compositions de revêtement
	Virus (bactériophages)	Virus (bacteriophages)
	Modification de la qualité nutritive des aliments	Modification de la qualité nutritive des aliments

Annexe 5 : Evolution des concepts de la catégorie Biocides (Orbit)

Légende :

Bleu : pas de changement dans l'ordre de la technologie mais qui présentent tout de même un intérêt

Orange : Dynamique décroissante de la technologie qui manifeste une baisse d'intérêt

Vert : Dynamique croissante de la technologie qui manifeste une hausse d'intérêt

Jaune : apparition de la technologie qui signifie qu'elle est très récente et donc présente un gros intérêt

Concepts Total	**Concepts >2007**	**Concepts >2012**
Insecticide	Emulsifier	Active ingredients
Fungicide	Insecticide	Bacteria
Nematode	Surfactant	Insecticide
Emulsifiable	Bacteria	Adjuvant
Acaricide	Adjuvant	Excipient
Nematicide	Dispersant	Surfactant
	Nematode	Emulsifier
	Pesticide	Fungicide
	Microorganism	Nematode
	Bactericide	Acaricide
	Acaricide	Bactericide
	Sunflower	Nematicide
	Nematicide	

Annexe 6 : Evolution des CIB de la catégorie Traitement de l'environnement (Orbit)

Légende :

Bleu : pas de changement dans l'ordre de la technologie mais qui présentent tout de même un intérêt

Orange : Dynamique décroissante de la technologie qui manifeste une baisse d'intérêt

Vert : Dynamique croissante de la technologie qui manifeste une hausse d'intérêt

Jaune : apparition de la technologie qui signifie qu'elle est très récente et donc présente un gros intérêt

CIB Total	CIB >2007	CIB >2012
Traitement de l'eau	Traitement de l'eau	Traitement de l'eau
Désinfection de l'air	Désinfection de l'air	Désinfection de l'air
Traitement biologique de l'eau	Traitement biologique de l'eau	Procédés ou appareils de désinfection
Procédés ou appareils de désinfection	Procédés ou appareils de désinfection	Traitement biologique de l'eau
Produits alimentaires	Biocides général	Biocides général
Logement des animaux	Intiinfectieux	Produits alimentaires
Biocides général	Produits alimentaires	Antiinfectieux
Antiinfectieux	Logement de animaux	Elevage ou obtention d'animaux
Traitement des boues d'égout	Désinfectants	Fongicides
Traitement en plusieurs étapes de l'eau	Déstruction des déchets	Logement des animaux
Engrais	Mélangeurs à écoulement	Désinfectants
Fongicides	Traitement en plusieurs étapes de l'eau	Engrais
Médicaments	Elevage ou obtention d'animaux	Botanique en général
Désinfectants	Engrais	Abreuvoirs
Procédé des désinfection adaptés aux déchets	Culture hydroponique	Eléments nutritifs

Conditionnement de l'air	Médicaments	Mélangeurs à écoulement
Botanique en général	Herbicides, algicides	Substances pour stabiliser les sols
Dispositifs filtrants	Eléments nutritifs	Ventilation
Elevage ou obtention d'animaux	Procédés de désinfection des déchets	Culture hydroponique
Antiparasitaires		Produits alimentaires spécifiques
Antipoisons		
Dissolution		
Inhalateurs		
Ventilation		
Pulvérisateurs		
Procédés pour rendre les substances nuisibles moins nuisibles		
Régénération des sols pollués		
Abreuvoirs		
Substances pour stabiliser les sols		
Autres appareils pour l'élevage		
Eléments nutritifs		
Réceptacles		

Annexe 7 : Evolution des concepts de la catégorie Traitement de l'environnement (Orbit)

Légende :

Bleu : pas de changement dans l'ordre de la technologie mais qui présentent tout de même un intérêt

Orange : Dynamique décroissante de la technologie qui manifeste une baisse d'intérêt

Vert : Dynamique croissante de la technologie qui manifeste une hausse d'intérêt

Jaune : apparition de la technologie qui signifie qu'elle est très récente et donc présente un gros intérêt

Concepts Total	Concepts >2007	Concepts >2012
Bacteria	Bacteria	Bacteria
Water	Disinfecting	Water
Disinfecting	Water	Disinfecting
Sterilization	Fungus	Cleaning
Wastewater	Sterilization	Drinking water
Odor	Water treatment	Fungus
Fungus	Nutrient	Enzyme
Circulation	Antimicrobial	Nutrient
Reservoir	Aqueous solution	Wastewater
Purification	Ciculation	Biocides
Aqueous solution	Fragrance	Water treatment
Fragrance	Cleaning	Killing bacteria
Water tank	Wastewater	Animal consumption
Protein	Preservative	Food waste
Virus	Purification	Probiotic
Fertilize	Fertilizer	Viable bacteria
Deodorization	Biocide	Bacteria treatment
Nutrient	Odor	Antimicrobial Additive
Water purification	Virus	

Deodorant	Antimicrobial agent	
Antimicrobial agents	Algae	
Aeration	Water purification	
Organic matter	Drinking water	
Algae	Sanitization	
Aerosol	Biological Filter	
Insecticide	Animal feed	
Organic substance	Aquatic organism	
Animal waste	Animal consumption	

Annexe 8 : Evolution des CIB de la catégorie Techniques d'élevage (Orbit)

Légende :

Bleu : pas de changement dans l'ordre de la technologie mais qui présentent tout de même un intérêt

Orange : Dynamique décroissante de la technologie qui manifeste une baisse d'intérêt

Vert : Dynamique croissante de la technologie qui manifeste une hausse d'intérêt

Jaune : apparition de la technologie qui signifie qu'elle est très récente et donc présente un gros intérêt

CIB Total	**CIB >2007**	**CIB >2012**
Antiinfectieux	Antiinfectieux	Antiinfectieux
Logement des animaux	Médicaments	Médicaments
Médicaments	Analgésiques	Analgésiques
Analgésiques	Logement des animaux	Logement des animaux
Dispostifs pour l'alimentation	Génie génétique	Génie génétique
Génie génétique	Cellules humaines animales végétales	Cellules humaines animales végétales
Produits alimentaires	Prothèses	Dispositifs pour l'alimentation
Prothèses	Appareils pour l'élevage	Pansements
Procédés de désinfection	Produits alimentaires	Appareils pour l'élevage
Cellules humaines animales et végétales	Biocides	Elements nutritifs
Biocides	Antiparasitaires	Modification de la qualité nutritive des aliments
Pansements bandages	Alimentation du bétail	Désinfection des matériaux
Appareils pour l'élevage	Pansements	Produits alimentaires
Appareils pour l'alimentation	Filtres implantables	Biocides
Antiparasitaires	Modification de la qualité nutritive des aliments	Diagnostiques
Introduction de remèdes	Bandages	Antiparasitaires

Abreuvoirs	Elements nutritifs	Virus (bacteriophages)
Traitement de l'eau	Diagnostiques	Bandages
Elevage et obtention d'animaux	Fongicides	Dispositifs d'introduction de remèdes
Diagnostiques	Traitement de l'eau	Elevage ou obtention d'animaux
Marquage des animaux	Virus (bacteriophages)	Fongicides
Préparations protectrices	Examens in vivo	Filtres implantables
Antipoisons	Préparations protectrices	Thérapies par radiation
Virus (bacteriophages)	Elevage obtention d'animaux	Désinfectants
Désinfectants	Antipoisons	Préparations protectices
Modification de la qualité nutritive des aliments	Abreuvoirs	Appareils pour l'alimentation
Eléments nutritifs	Produits alimentaires	Abreuvoirs
Substances radioactives	Nanobiotechnologies	Marquage des animaux
Fongicides	Arthropodicides	Antipoisons
Désinfection de l'air	Appareils pour l'alimentation	Arthopodicides
Traitement biologique de l'eau	Désinfection de l'air	Nanobiotechnologies
	Marquage des animaux	Traitement iologique de l'eau

Annexe 9 : Evolution des concepts de la catégorie Techniques d'élevage (Orbit)

Légende :

Bleu : pas de changement dans l'ordre de la technologie mais qui présentent tout de même un intérêt

Orange : Dynamique décroissante de la technologie qui manifeste une baisse d'intérêt

Vert : Dynamique croissante de la technologie qui manifeste une hausse d'intérêt

Jaune : apparition de la technologie qui signifie qu'elle est très récente et donc présente un gros intérêt

Concepts Total	**Concepts >2007**	**Concepts >2012**
Medicament	Active ingredient	Active ingredient
Pharmaceutical formulation	Disease treatment	Antioxidant
Oral administration	Medicament	Prevention
Ointment	Ointment	Disease treatment
Anti inflammatory agent	Drug administration	Drug
Vaccine	Anti inflammatory agent	Medicament
Therapeutic	Administration mode	Administration mode
Immune response	Immune response	Emulsifier
Active agent	Vaccine	Ointment
Animal feed	Dietary supplement	Immune response
		Anti inflammatory agent
		Vaccine

Annexe 10 : Evolution des CIB de la catégorie Alimentation animale (Orbit)

Légende :

Bleu : pas de changement dans l'ordre de la technologie mais qui présentent tout de même un intérêt

Orange : Dynamique décroissante de la technologie qui manifeste une baisse d'intérêt

Vert : Dynamique croissante de la technologie qui manifeste une hausse d'intérêt

Jaune : apparition de la technologie qui signifie qu'elle est très récente et donc présente un gros intérêt

CIB Total	**CIB >2007**	**CIB >2012**
Produits alimentaires	Produits alimentaires	Produits alimentaires
Antiinfectieux	Antiinfectieux	Eléments nutritifs
Médicaments	Médicaments	Antiinfectieux
Génie génétique	Elements nutritufs	Produits alimentaires spécifiques
Cellules humaines animales végétales	Produits alimentaires spécifiques	Médicaments
Analgésiques	Analgésiques	Modification de la qualité nutritive des aliments
Eléments nutritifs	Cellules humaines, animales, végétales	Génie génétique
Antiparasitaires	Génie génétique	Cellules humaines, animales, végétales
Antipoisons	Modification de la qualité nutrituve des aliments	Analgésiques
Biocides	Antipoisons	Virus (bactériophages)
Préparations protetices	Virus (bactériophages)	Biocides
Produits alimentaires spécifiques	Biocides	Préparations protectices
Modification de la qualité nutritive des aliments	Antiparasitaires	Antiparasitaires
Virus (bactériophages)	Préparations protectrices	Prothèses

Prothèses	Prothèses	Elevage ou obtention d'animaux
Elevage ou obtention d'animaux	Fongicides	Désinfectants
Désinfection d'objets	Désinfectants	Fongicides
Fongicides	Elevage ou obtention d'animaux	Désinfection des matériaux
Bandages	Bandages	Aliments contenant des additifs
Désinfectants	Traitement des produits alimentaires	Traitement des protéines pour l'alimentation
Filtres implantables	Aliments contenant des additifs	Traitement des aliments
Examens in vivo	Arthropodicides	Arthropodicides
Traitement de l'eau	Traitement des protéines pour l'alimentation	Examen in vivo
Traitement des protéines	Examen in vivo	Plantes à fleurs
Pansements	Filtres implantables	Traitement de l'eau
Arthropodicides	Traitement de l'eau	
	Pansements	
	Plantes à fleurs	
	Nanobiotechnologies	

Annexe 11 : Evolution des concepts de la catégorie Alimentation animale (Orbit)

Légende :

Bleu : pas de changement dans l'ordre de la technologie mais qui présentent tout de même un intérêt

Orange : Dynamique décroissante de la technologie qui manifeste une baisse d'intérêt

Vert : Dynamique croissante de la technologie qui manifeste une hausse d'intérêt

Jaune : apparition de la technologie qui signifie qu'elle est très récente et donc présente un gros intérêt

Concepts Total	**Concepts >2007**	**Concepts >2012**
Protein	Prevention	Prevention
Administration	Vitamin	Bacteria
Prevention	Animal feed	Antioxidant
Vitamin	Nutritional supplement	Administration
Therapeutic agent	Dietary supplement	Vitamin
Animal feed	Prophylaxis	Medicament
Vaccine	Probiotic	Disease treatment
Immune responde	Feed additive	Granule
Soybean meal	Food supplement	Nutrient
Nutritional supplment	Animal food	Aminoacid
Dietary supplement	Carotenoid	Animal feed
Feed additive	Prebiotic	Soybean oil
Probiotic	Vitamin B12	Nutritional supplement
Animal food	Yogurt	Dietary supplement
Bone meal		Probiotic
Food supplement		Immune response
Feed intake		Feed additive
Animal diet		Vaccine
		Food supplement

		Prebiotic

Annexe 12 : Evolution des concepts non brevetés (Scopus)

2002	2012	2015
Antibiotic	Cell	Cell
Organic	Food	Antibiotic
Cell	Organic	Resistance
Biological	Assessment	Food
Gene	Gene	Assessment
Antibiotic resistance	Genetic	Management
Characterization	Antibiotic resistance	Gene
Genetic	Water	Environmental
Vitro	Environmental	Antibiotic resistance
Food	Vitro	Characterization
Antibacterial	Plant	Organic
Plant	Blood	Immunity
Biocontrol	Diet	Genetic
Assessment	Biological	Dietary
Identification	Drug	Diet
Biological control	Dietary	Plant
Management	Vivo	Vitro
Organic farm	Survey	Survey
Biosecurity	Biocontrol	Water
Drug	Antibacterial	Biological
Antibody	Identification	House
Nematode	Antibody	Blood
Temperature	Fatty acid	Drug
Environmental		Antibacterial
Water		Vivo
Biological control agent		Composition

Dna		
Survey		
Blood		
Biocontrol agent		
Soil		
Vivo		

Annexe 13 : Evolution des descripteurs non brevetés (Scopus)

2002	2012	2015
Anti bacterial agents	Genetics	Animal experiment
Drug effect	Anti bacterial agents	Microbiology
Genetics	Antiinfective agent	Genetics
Antiinfective agent	In vitro study	Antibiotic resistance
Biocontrol agent	Questionnaire	Animal model
Biological control	Blood	Antiinfective agent
Antibiotic agent	Diet	Questionnaire
Organic farming	Organization and management	Blood
In vitro study	In vivo study	In vitro study
Food contamination	Questionnaires	Surveys and questionnaires
Genetic variability	Biocontrol agent	Diet
Biosafety	Biological control	Macrophage
Nematode	Innate immunity	Physical activity
Blood	Macrophage	In vivo study
Nematoda	Organic farming	Innate immunity
Antibiotics	Outcome assessment	Education
Ecosystem	Macrophages	Organic farming
Temperature	Environment	Biological control
Biocontrol	Antibiotic agent	Macrophages
	Biodiversity	Antibiotics
		Food intake
		Environmental exposure

Annexe 14 : Requêtes champs techniques (Orbit)

Feed Additives :

(((feed 2m additive) OU premix OU (feed 2m supplement) OU (biofeed 3m additive) OU (health 3m feed) OU (nutritional 3m ingredient) OU (nutritional 3m health) OU (dietary 3m complement)) /TI/AB/IW/CLMS) ET Annexe 1

Eau de boisson :

(((“drinking water”) OU (“potable water”) OU (animal 2m drinking) OR watering)) /TI/AB/IW/CLMS) ET Annexe 1

Phages :

((phage OO phages OU bacteriophage) /TI/AB/IW/CLMS) ET Annexe 1

Probiotiques :

((probiotic OU probiotics OU prebiotic OU prebiotics OU (living bacteria)) /TI/AB/IW/CLMS) ET Annexe 1

Annexe 15 : Requêtes champs techniques (Scopus)

Feed Additives :

(TITLE-ABS-KEY ((feed w/2 additive) OR premix OR (feed w/2 supplement) OR (biofeed w/3 additive) OR (health w/3 feed) OR (nutritional w/3 ingredient) OR (nutritional w/3 health) OR (dietary w/3 complement))) AND Annexe 2

Eau de boisson :

(TITLE-ABS-KEY ((“drinking water”) OR (“potable water”) OR (animal w/2 drinking) OR watering))) AND Annexe 2

Phages :

(TITLE-ABS-KEY (phage OR phages OR bacteriophage)) AND Annexe 2

Probiotiques :

(TITLE-ABS-KEY (probiotic OR probiotics OR prebiotic OR prebiotics OR (living bacteria))) AND Annexe 2

Annexe 16 : Classes techniques définissant les additifs alimentaires

Groupes CIB	Correspondance	Nombre de familles de brevets
A23K001	Produits alimentaires pour animaux	794
A61K031	Préparations médicinales contenant des ingrédients actifs organiques	426
A23K020	Éléments nutritifs accessoires pour produits alimentaires pour animaux	199
A61P031	Agents anti-infectieux, c. à d. antibiotiques, antiseptiques, chimiothérapeutiques	165
A61K035	Préparations médicinales contenant des substances ou leurs produits de réaction de constitution non déterminée	139
A61K036	Préparations médicinales de constitution indéterminée contenant du matériel provenant d'algues, de lichens, de champignons, ou de plantes, ou leurs dérivés, p.ex. médicaments traditionnels à base de plantes	121
C12N001	Micro-organismes, p.ex. protozoaires; Compositions les contenant	121
A61P003	Médicaments pour le traitement des troubles du métabolisme	116
A61K038	Préparations médicinales contenant des peptides	110
A61P001	Médicaments pour le traitement des troubles du tractus alimentaire ou de l'appareil digestif	108
A23K050	Produits alimentaires spécialement conçus pour des animaux spécifiques	104
A61K009	Préparations médicinales caractérisées par un aspect particulier	98
A61P033	Agents antiparasitaires	83
C12R001	Micro-organismes	76
A23K010	Produits alimentaires pour animaux	75
A61K047	Préparations médicinales caractérisées par les ingrédients non actifs utilisés, p.ex. supports, additifs inertes	71
A61P043	Médicaments utilisés en chirurgie, p.ex. adjuvants chirurgicaux pour la prévention des adhérences ou pour le remplacement de l'humeur vitrée	63
A61K045	Préparations médicinales contenant des ingrédients actifs non prévus dans les groupes	55
A61K033	Préparations médicinales contenant des ingrédients actifs inorganiques	52

C12N015	Techniques de mutation ou génie génétique; ADN ou ARN concernant le génie génétique, vecteurs, p.ex. plasmides, ou leur isolement, leur préparation ou leur purification; Utilisation d'hôtes pour ceux-ci	49
A01N043	Biocides, produits repoussant ou attirant les animaux nuisibles, ou régulateurs de croissance des végétaux, contenant des composés hétérocycliques	45
A61P037	Médicaments pour le traitement des troubles immunologiques ou allergiques	43
C12N009	Enzymes, p.ex. ligases (6.); Proenzymes; Compositions les contenant	42
A61K039	Préparations médicinales contenant des antigènes ou des anticorps	39
A61K008	Cosmétiques ou préparations similaires pour la toilette	38
A01N063	Biocides, produits repoussant ou attirant les animaux nuisibles, ou régulateurs de croissance des végétaux, contenant des micro-organismes, des virus, des champignons microscopiques, des animaux, p.ex. des nématodes, ou des substances produites par, ou obtenues à partir de micro-organismes, de virus, de champignons microscopiques ou d'animaux, p.ex. enzymes ou produits de fermentation	37
A61P025	Médicaments pour le traitement des troubles du système nerveux	37
A23L033	Modification de la qualité nutritive des aliments; Produits diététiques; Leur préparation ou leur traitement	35
C07K014	Peptides ayant plus de 20 amino-acides; Gastrines; Somatostatines; Mélanotropines; Leurs dérivés	35

Annexe 17 : Classes techniques définissant l'eau de boisson

Groupes CIB	Correspondance	Nombre de familles de brevets
A61K031	Préparations médicinales contenant des ingrédients actifs organiques	253
A23K001	Produits alimentaires pour animaux	230
A01K007	Abreuvoirs pour bétail ou gibier	155
A61P031	Agents anti-infectieux, c. à d. antibiotiques, antiseptiques, chimiothérapeutiques	112
A61K035	Préparations médicinales contenant des substances ou leurs produits de réaction de constitution non déterminée	95
A01K039	Appareils pour l'alimentation ou l'abreuvement des volailles ou des autres oiseaux	85
A61K039	Préparations médicinales contenant des antigènes ou des anticorps	72
A23K020	Éléments nutritifs accessoires pour produits alimentaires pour animaux	70
A01K001	Logement des animaux; Son équipement	58
A61K009	Préparations médicinales caractérisées par un aspect particulier	58
A61P033	Agents antiparasitaires	53
C02F001	Traitement de l'eau, des eaux résiduaires ou des eaux d'égout	49
A61P001	Médicaments pour le traitement des troubles du tractus alimentaire ou de l'appareil digestif	48
A61P003	Médicaments pour le traitement des troubles du métabolisme	48
A61K047	Préparations médicinales caractérisées par les ingrédients non actifs utilisés, p.ex. supports, additifs inertes	46
A01K005	Dispositifs pour l'alimentation du bétail ou du gibier (A01K 1/10 a priorité; dispositifs pour l'alimentation des volailles ou des autres oiseaux A01K 39/00)	45
A61K036	Préparations médicinales de constitution indéterminée contenant du matériel provenant d'algues, de lichens, de champignons, ou de plantes, ou leurs dérivés, p.ex. médicaments traditionnels à base de plantes	44
A61K038	Préparations médicinales contenant des peptides	43
C12N001	Micro-organismes, p.ex. protozoaires; Compositions les contenant	42

A61P043	Médicaments utilisés en chirurgie, p.ex. adjuvants chirurgicaux pour la prévention des adhérences ou pour le remplacement de l'humeur vitrée	41
A61K033	Préparations médicinales contenant des ingrédients actifs inorganiques	39
A61K045	Préparations médicinales contenant des ingrédients actifs non prévus dans les groupes	32
A23K050	Produits alimentaires spécialement conçus pour des animaux spécifiques	31
A01N063	Biocides, produits repoussant ou attirant les animaux nuisibles, ou régulateurs de croissance des végétaux, contenant des micro-organismes, des virus, des champignons microscopiques, des animaux, p.ex. des nématodes, ou des substances produites par, ou obtenues à partir de micro-organismes, de virus, de champignons microscopiques ou d'animaux, p.ex. enzymes ou produits de fermentation	30
A61L002	Procédés ou appareils de désinfection ou de stérilisation de matériaux ou d'objets autres que les denrées alimentaires ou les lentilles de contact; Accessoires à cet effet (pulvérisateurs de désinfectant A61M; stérilisation des paquets ou du contenu de paquets en association avec l'empaquetage B65B 55/00; traitement de l'eau, des eaux résiduaires, des eaux ou boues d'égout C02F; désinfection du papier D21H 21/36; dispositifs de désinfection pour les toilettes E03D; objets comportant des agencements destinés à la désinfection, voir les sous-classes appropriées pour ces objets, p.ex. H04R 1/12)	29
C12N007	Virus, p.ex. bactériophages; Compositions les contenant; Leur préparation ou purification	28
A61P037	Médicaments pour le traitement des troubles immunologiques ou allergiques	26
C12R001	Micro-organismes	26

Annexe 18 : Classes techniques définissant les phages

Groupes CIB	Correspondance	Nombre de familles de brevets
C12N015	Techniques de mutation ou génie génétique; ADN ou ARN concernant le génie génétique, vecteurs, p.ex. plasmides, ou leur isolement, leur préparation ou leur purification; Utilisation d'hôtes pour ceux-ci	215
A61K039	Préparations médicinales contenant des antigènes ou des anticorps	201
C07K014	Peptides ayant plus de 20 amino-acides; Gastrines; Somatostatines; Mélanotropines; Leurs dérivés	178
A61K038	Préparations médicinales contenant des peptides	176
A61P031	Agents anti-infectieux, c. à d. antibiotiques, antiseptiques, chimiothérapeutiques	133
A61K035	Préparations médicinales contenant des substances ou leurs produits de réaction de constitution non déterminée	123
C07K016	Immunoglobulines, p.ex. anticorps monoclonaux ou polyclonaux	116
A61K031	Préparations médicinales contenant des ingrédients actifs organiques	109
C12P021	Préparation de peptides ou de protéines	105
C12N007	Virus, p.ex. bactériophages; Compositions les contenant; Leur préparation ou purification	104
C12N001	Micro-organismes, p.ex. protozoaires; Compositions les contenant	100
G01N033	Recherche ou analyse des matériaux par des méthodes spécifiques non couvertes par les groupes G01N 1/00-G01N 31/00	93
C12Q001	Procédés de mesure, de recherche ou d'analyse faisant intervenir des enzymes ou des micro-organismes	73
C12N005	Cellules non différenciées humaines, animales ou végétales, p.ex. lignées cellulaires; Tissus; Leur culture ou conservation; Milieux de culture à cet effet	70
A61K045	Préparations médicinales contenant des ingrédients actifs non prévus dans les groupes	62
C07H021	Composés contenant au moins deux unités mononucléotide comportant chacune des groupes phosphate ou polyphosphate distincts liés aux radicaux saccharide des groupes nucléoside, p.ex. acides nucléiques	60
C12R001	Micro-organismes	58

A01N063	Biocides, produits repoussant ou attirant les animaux nuisibles, ou régulateurs de croissance des végétaux, contenant des micro-organismes, des virus, des champignons microscopiques, des animaux, p.ex. des nématodes, ou des substances produites par, ou obtenues à partir de micro-organismes, de virus, de champignons microscopiques ou d'animaux, p.ex. enzymes ou produits de fermentation	55
A61P037	Médicaments pour le traitement des troubles immunologiques ou allergiques	55
A61K047	Préparations médicinales caractérisées par les ingrédients non actifs utilisés, p.ex. supports, additifs inertes	54
A61K009	Préparations médicinales caractérisées par un aspect particulier	53
A61P043	Médicaments utilisés en chirurgie, p.ex. adjuvants chirurgicaux pour la prévention des adhérences ou pour le remplacement de l'humeur vitrée	53
A61K048	Préparations médicinales contenant du matériel génétique qui est introduit dans des cellules du corps vivant pour traiter des maladies génétiques; Thérapie génique	47
C12N009	Enzymes, p.ex. ligases (6.); Proenzymes; Compositions les contenant	44
A61P035	Agents anticancéreux	41
A23K001	Produits alimentaires pour animaux	39
A61P025	Médicaments pour le traitement des troubles du syst□me nerveux	37
C07K019	Peptides hybrides (immunoglobulines hybrides composées uniquement d'immunoglobulines	33
A01K067	Elevage ou obtention d'animaux, non prévus ailleurs; Nouvelles races d'animaux	30
A61P017	Médicaments pour le traitement des troubles dermatologiques	30

Annexe 19 : Classes techniques définissant les probiotiques

Groupes CIB	Correspondance	Nombre de familles de brevets
A61K035	Préparations médicinales contenant des substances ou leurs produits de réaction de constitution non déterminée	347
A61K031	Préparations médicinales contenant des ingrédients actifs organiques	237
A23K001	Produits alimentaires pour animaux	235
C12N001	Micro-organismes, p.ex. protozoaires; Compositions les contenant	182
A61P001	Médicaments pour le traitement des troubles du tractus alimentaire ou de l'appareil digestif	165
A61K009	Préparations médicinales caractérisées par un aspect particulier	125
A61P031	Agents anti-infectieux, c. à d. antibiotiques, antiseptiques, chimiothérapeutiques	123
A61K036	Préparations médicinales de constitution indéterminée contenant du matériel provenant d'algues, de lichens, de champignons, ou de plantes, ou leurs dérivés, p.ex. médicaments traditionnels à base de plantes	111
A61K038	Préparations médicinales contenant des peptides	109
A61K045	Préparations médicinales contenant des ingrédients actifs non prévus dans les groupes	105
A61K039	Préparations médicinales contenant des antigènes ou des anticorps	100
A23L033	Modification de la qualité nutritive des aliments; Produits diététiques; Leur préparation ou leur traitement	96
A61P003	Médicaments pour le traitement des troubles du métabolisme	92
A61K047	Préparations médicinales caractérisées par les ingrédients non actifs utilisés, p.ex. supports, additifs inertes	84
A61P037	Médicaments pour le traitement des troubles immunologiques ou allergiques	83
C12R001	Micro-organismes	79
A01N063	Biocides, produits repoussant ou attirant les animaux nuisibles, ou régulateurs de croissance des végétaux, contenant des micro-organismes, des virus, des champignons microscopiques, des animaux, p.ex. des nématodes, ou des substances produites par, ou obtenues à partir de micro-organismes, de virus, de champignons microscopiques ou d'animaux, p.ex. enzymes ou produits de fermentation	75

A23C009	Préparations à base de lait; Lait en poudre ou préparations à base de lait en poudre	75
A61P043	Médicaments utilisés en chirurgie, p.ex. adjuvants chirurgicaux pour la prévention des adhérences ou pour le remplacement de l'humeur vitrée	67
A23K020	Éléments nutritifs accessoires pour produits alimentaires pour animaux	62
A23K050	Produits alimentaires spécialement conçus pour des animaux spécifiques	60
A23K010	Produits alimentaires pour animaux	57
A61K033	Préparations médicinales contenant des ingrédients actifs inorganiques	52
A61P029	Agents analgésiques, antipyrétiques ou anti-inflammatoires non centraux, p.ex. agents antirhumatismaux; Médicaments anti-inflammatoires non stéroidiens	42
C12N015	Techniques de mutation ou génie génétique; ADN ou ARN concernant le génie génétique, vecteurs, p.ex. plasmides, ou leur isolement, leur préparation ou leur purification; Utilisation d'hôtes pour ceux-ci	42
C12Q001	Procédés de mesure, de recherche ou d'analyse faisant intervenir des enzymes ou des micro-organismes	42
A61P017	Médicaments pour le traitement des troubles dermatologiques	40
A61P025	Médicaments pour le traitement des troubles du système nerveux	38

Annexe 20 : Requêtes brevet phages

Requête niveau d'analyse général : (phage OU phages OU bacteriophage OU bacteriophages OU (bacterial viruses))/TI/AB/IW SAUF (B+ OU D06F+ OU F25+ OU H05K+ OU H04Q+ OU G11B+ OU A47L+ OU F04B+ OU A47J+ OU H04N+ OU E05+ OU G07G+ OU F24+ OU F16+ OU H01+ OU G05+ OU F01+ OU A47+ OU H04+ OU G06F+ OU A45+ OU A63+ OU A41+ OU A46+)/IPC

Requête niveau d'analyse élevage : ((phage OU phages OU bacteriophage OU bacteriophages OU (bacterial viruses))/TI/AB/IW SAUF (B+ OU D06F+ OU F25+ OU H05K+ OU H04Q+ OU G11B+ OU A47L+ OU F04B+ OU A47J+ OU H04N+ OU E05+ OU G07G+ OU F24+ OU F16+ OU H01+ OU G05+ OU F01+)/IPC) ET (animals OU Cows OU bulls OU Bovins OU Ruminants OU beef OU heifers OU holsteins OU bovidae OU (Bos taurus) OU cattle OU bovine OU calf OU calves OU Poultry OU Hen OU Chickens OU Ducks OU Broilers OU Canards OU Chicken OU (layer hen) OU Hens OU Duck OU roosters OU quails OU (Gallus gallus) OU (Anas platyrhynchos domesticus) OU (Anas domesticus) OU goose OU geese OU (Anser anser domesticus) OU (Anser cygnoides domesticus) OU partridge OU pheasant OU (guinea fowl) OU goose OU gander OU pullet OU monogastric OU (Cyprinus carpio) OU Catfishes OU Carps OU Prawns OU Fishes OU Carp OU (Perca fluviatilis) OU perch OU salmons OU Trouts OU Oncorhynchus OU Tunas OU tilapias OU seabass OU moronides OU (Dicentrarchus labrax) OU (Morone saxatilis) OU (Sparus aurata) OU breams OU salmonides OU salmonidae OU panga OU pangasius OU (iridescent sharks) OU (iridescent shark) OU Pangasiidae OU (shark catfish) OU pangasianodon OU monodon OU japonicus OU vannamei OU omble OU (Scophthalmus maximus) OU (Salvelinus alpinus) OU ombles OU (artic chars) OU (artic charrs) OU courbines OU (Argyrosomus regius) OU meagre OU aquaculture OU shade-fish OU corvina OU salmon-basse OU stone-basse OU (fresh water fish) OU (salt-water fish) OU (sea-water fish) OU (sea fish) OU (cold water fish) OU (warm water fish) OU (cultivated fishes) OU (food fishes) OU salmonids OU Horses OU stallion OU stallions OU Mares OU foals OU equine OU (Equus ferus caballus) OU (Equus ferus) OU (Equus caballus) OU colts OU Sheep OU (small ruminants) OU Lambs OU Goats OU Sheeps OU calves OU ewes OU (Capra aegagrus) OU (Ovis aries) OU ovine OU ovins OU caprine OU caprins OU Livestock OU feedlot OU Breeding OU rearing OU husbandry OU Turkeys OU Poult OU Poults OU (grade maker) OU (Meleagris gallopavo) OU Rabbits OU doe OU (Oryctolagus cuniculus) OU Swine OU Pigs OU sows OU Piglets OU (Sus scrofa domesticus) OU (Sus domesticus) OU hogs OU monogastric OU Pets OU Dogs OU (Canis lupus) OU cats OU (Felis silvestris catus) OU (Felis catus) OU (companion animal) OU colibacil+ OU vibrio OU campylobact+ OU staphylococ+ OU clostridium OU salmonel+ OU perfringens OU botulinum OU flavobacterium OU (escherichia coli) OU (e coli) OU pathogen+ OU difficile)/TI/AB/IW/CLMS

Niveau d'analyse alimentation animale : (*Requête niveau élevage)* ET (aliment+ OU feed OU food OU nutrit+)/TI/AB/IW

Niveau d’analyse vibrio : ((phage OU phages OU bacteriophage OU bacteriophages OU (bacterial viruses))/TI/AB/IW ET (vibrio)/TI/AB/IW/CLMS

Annexe 21 : Requêtes publications phages

Requête niveau d'analyse general : TITLE-ABS (phage OR phages OR bacteriophage OR bacteriophages OR (bacterial ANDviruses)) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, "BIOC") OR LIMIT-TO (SUBJAREA, "MEDI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "IMMU") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "AGRI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA, "ENVI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA, "MULT") OR LIMIT-TO (SUBJAREA, "CHEM") OR LIMIT-TO (SUBJAREA, "PHAR") OR LIMIT-TO (SUBJAREA, "CENG") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "VETE") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "EART") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "HEAL") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "NURS"))

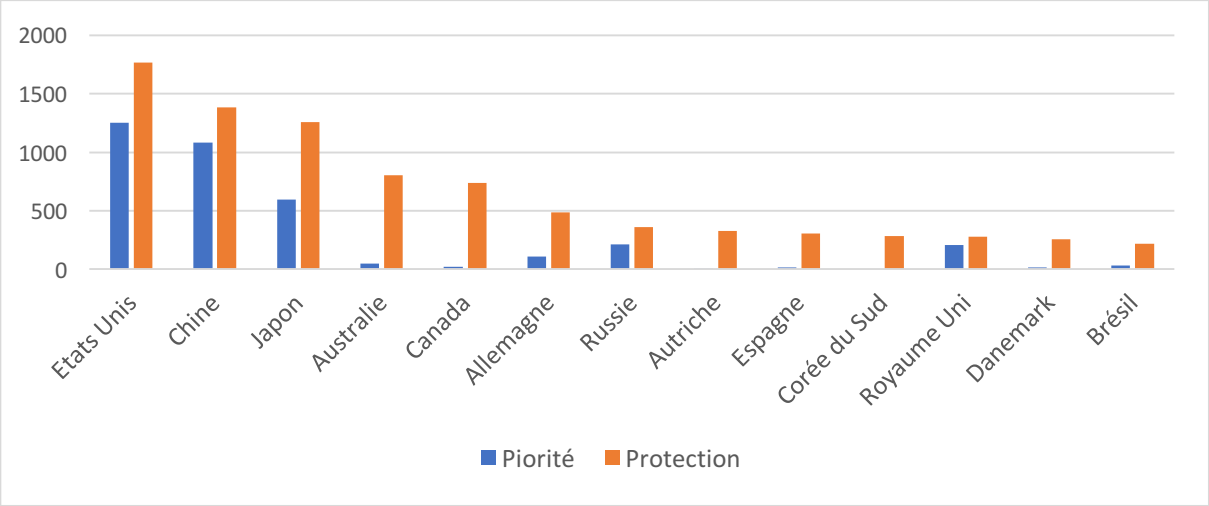
Requête niveau d'analyse élevage : TITLE-ABS(phage OR phages OR bacteriophage OR bacteriophages OR (bacterial viruses)) AND TITLE-ABS(animals OR Cows OR bulls OR Bovins OR Ruminants OR beef OR heifers OR holsteins OR bovidae OR (Bos taurus) OR cattle OR bovine OR calf OR calves OR Poultry OR Hen OR Chickens OR Ducks OR Broilers OR Canards OR Chicken OR (layer hen) OR Hens OR Duck OR roosters OR quails OR (Gallus gallus) OR (Anas platyrhynchos domesticus) OR (Anas domesticus) OR goose OR geese OR (Anser anser domesticus) OR (Anser cygnoides domesticus) OR partridge OR pheasant OR (guinea fowl) OR goose OR gander OR pullet OR monogastric OR (Cyprinus carpio) OR Catfishes OR Carps OR Prawns OR Fishes OR Carp OR (Perca fluviatilis) OR perch OR salmons OR Trouts OR Oncorhynchus OR Tunas OR tilapias OR seabass OR moronides OR (Dicentrarchus labrax) OR (Morone saxatilis) OR (Sparus aurata) OR breams OR salmonides OR salmonidae OR panga OR pangasius OR (iridescent sharks) OR (iridescent shark) OR Pangasiidae OR (shark catfish) OR pangasianodon OR monodon OR japonicus OR vannamei OR omble OR (Scophthalmus maximus) OR (Salvelinus alpinus) OR ombles OR (artic chars) OR (artic charrs) OR courbines OR (Argyrosomus regius) OR meagre OR aquaculture OR shade-fish OR corvina OR salmon-basse OR stone-basse OR (fresh water fish) OR (salt-water fish) OR (sea-water fish) OR (sea fish) OR (cold water fish) OR (warm water fish) OR (cultivated fishes) OR (food fishes) OR salmonids OR Horses OR stallion OR stallions OR Mares OR foals OR equine OR (Equus ferus caballus) OR (Equus ferus) OR (Equus caballus) OR colts OR Sheep OR (small ruminants) OR Lambs OR Goats OR Sheeps OR calves OR ewes OR (Capra aegagrus) OR (Ovis aries) OR ovine OR ovins OR caprine OR caprins OR Livestock OR feedlot OR Breeding OR rearing OR husbandry OR Turkeys OR Poult OR Poults OR (grade maker) OR (Meleagris gallopavo) OR Rabbits OR doe OR (Oryctolagus cuniculus) OR Swine OR Pigs OR sows OR Piglets OR (Sus scrofa domesticus) OR (Sus domesticus) OR hogs OR monogastric OR Pets OR Dogs OR (Canis lupus) OR cats OR (Felis silvestris catus) OR (Felis catus) OR (companion animal) OR colibacil* OR vibrio OR campylobact* OR staphylococ* OR clostridium OR salmonel* OR perfringens OR botulinum OR flavobacterium OR (escherichia coli) OR (e coli) OR pathogen* OR difficile)

Requête niveau d'analyse alimentation animale : (*Requête niveau élevage)* AND TITLE-ABS(aliment* OR feed OR food OR nutrit*)

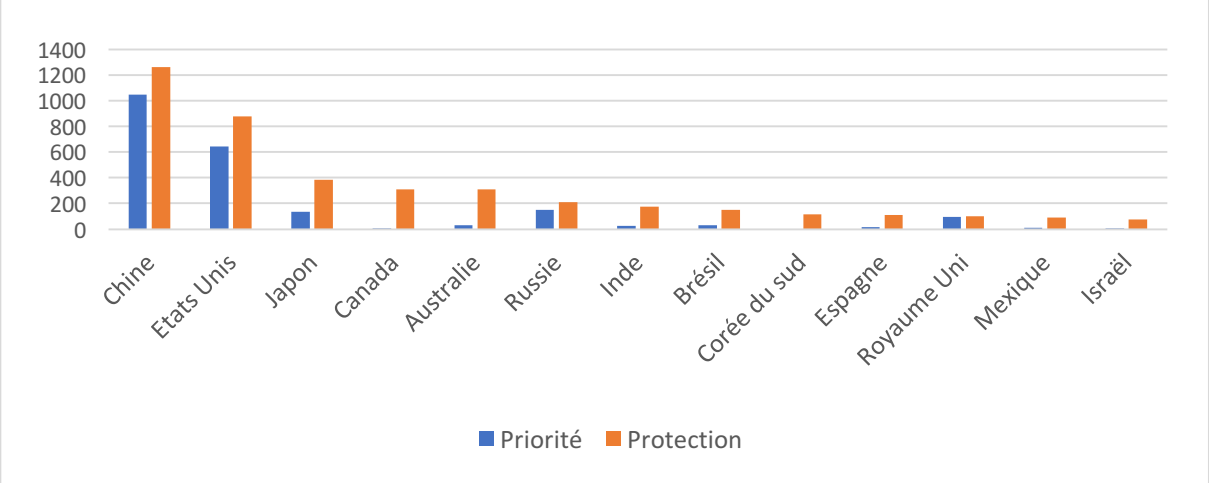
Requête niveau d’analyse vibrio : (TITLE-ABS(phage OR phages OR bacteriophage OR bacteriophages OR (bacterial viruses)) AND TITLE-ABS-KEY(vibrio)

Annexe 22 : Nombre de brevets déposés par principaux pays

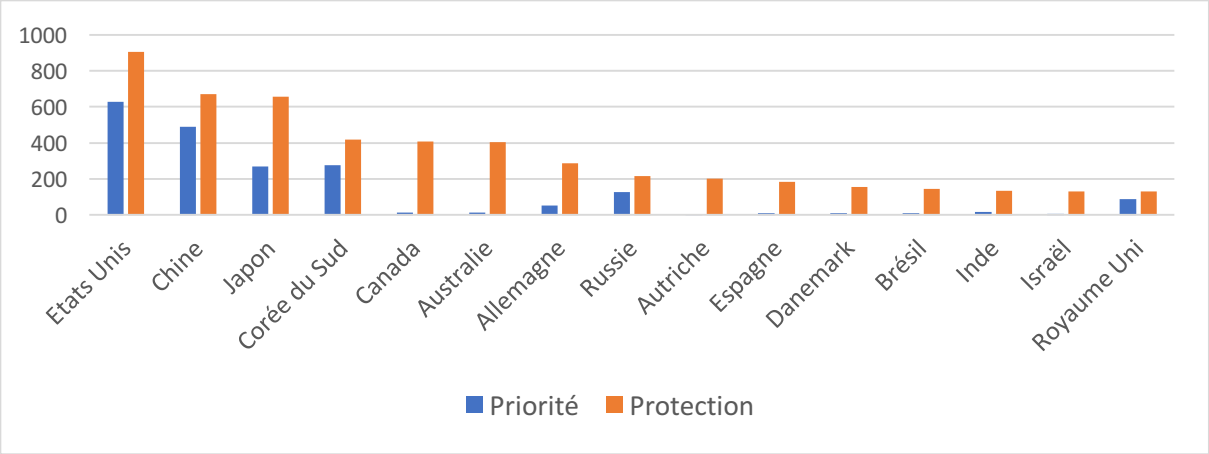
Phages général depuis 1980 :



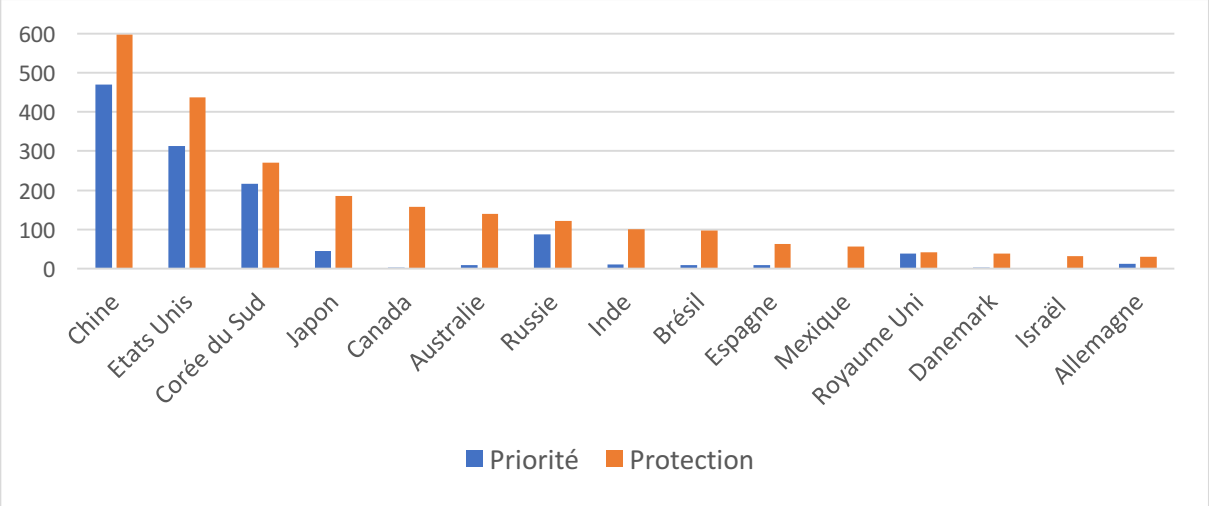
Phages général depuis 2000 :



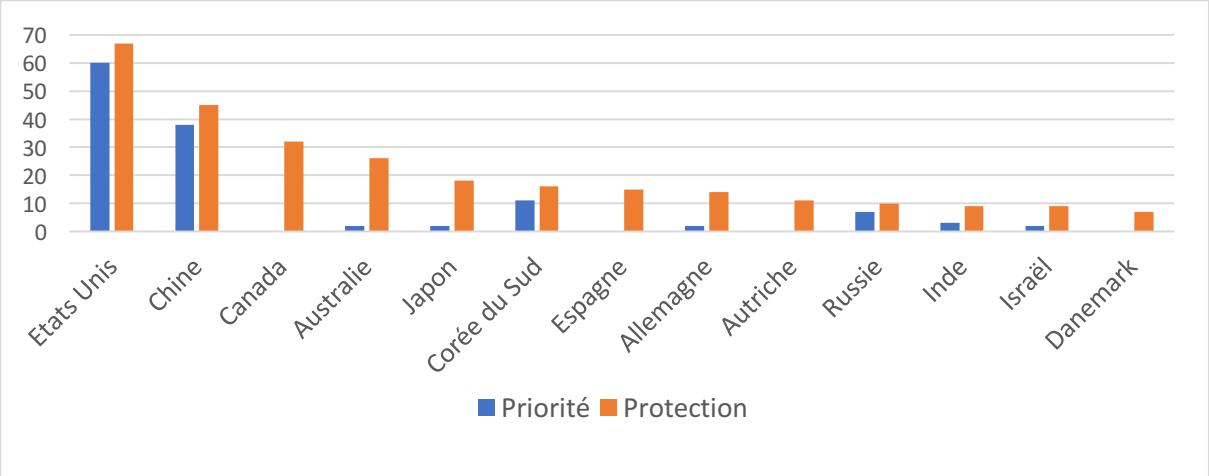
Phages élevage depuis 1980 :



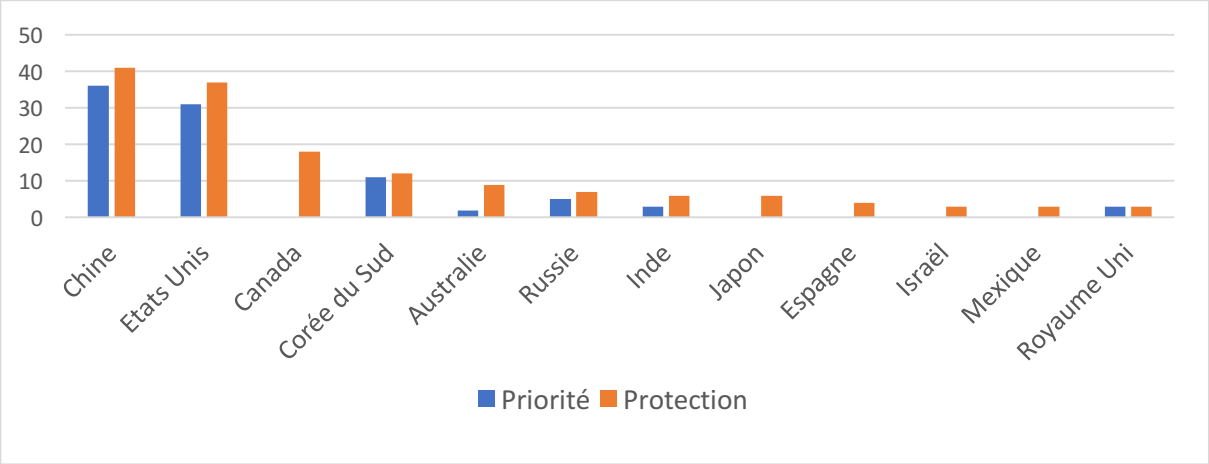
Phages élevage depuis 2000 :



Phages vibrio depuis 1980 :

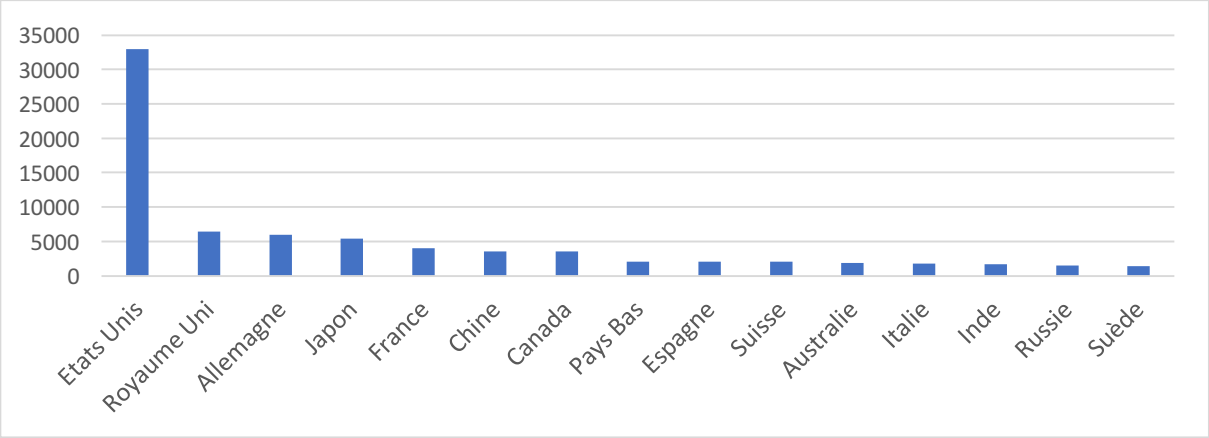


Phages vibrio depuis 2000 :

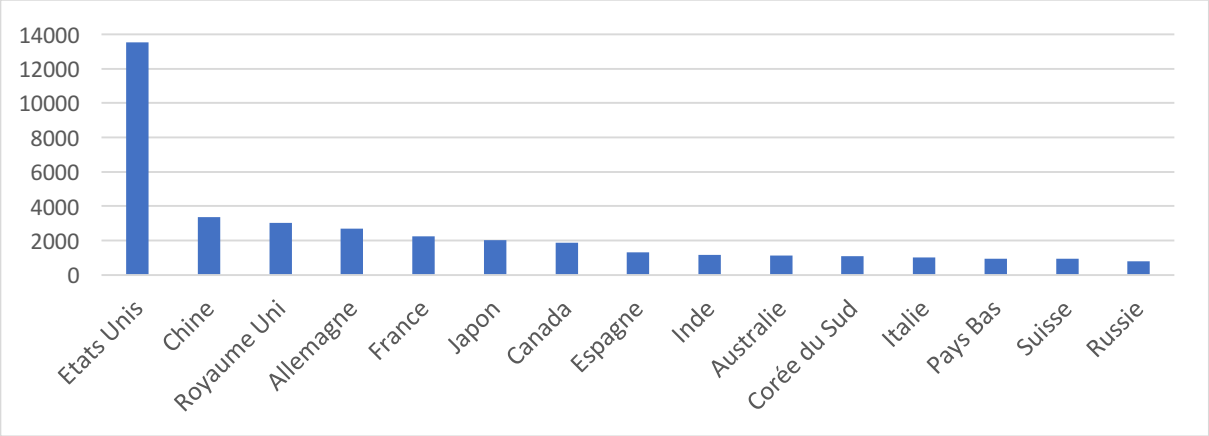


Annexe 23 : Nombre de publications scientifiques par principaux pays

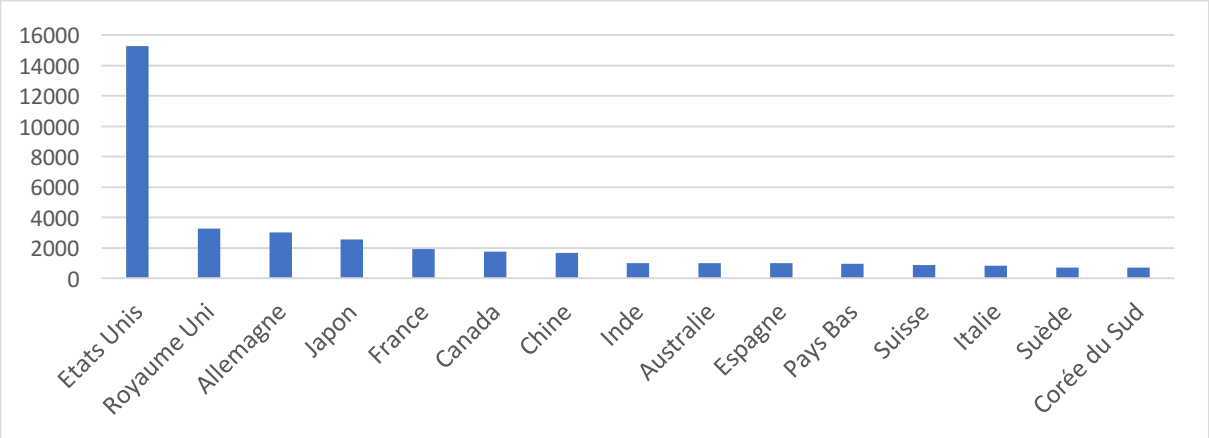
Phages général depuis 1980 :



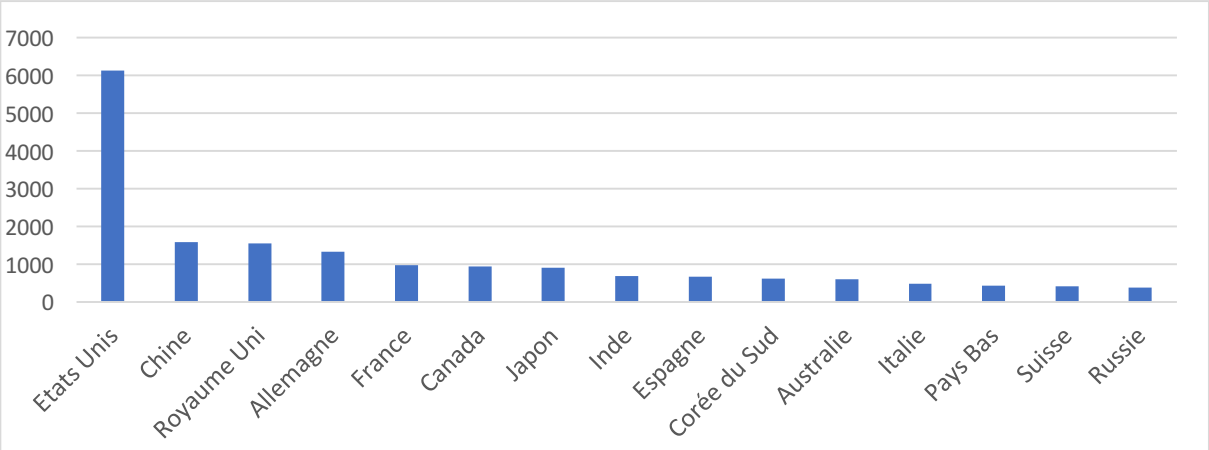
Phages général depuis 2000 :



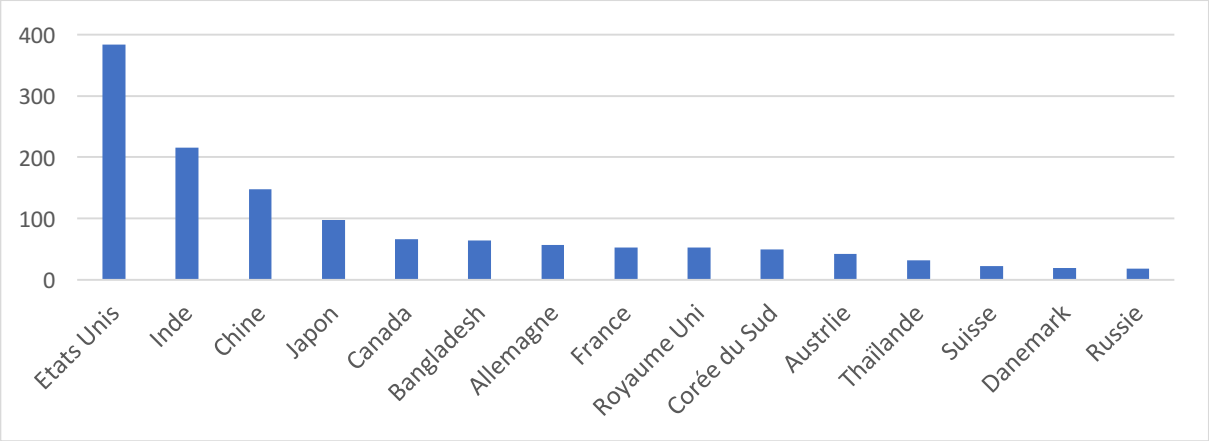
Phages élevage depuis 1980 :



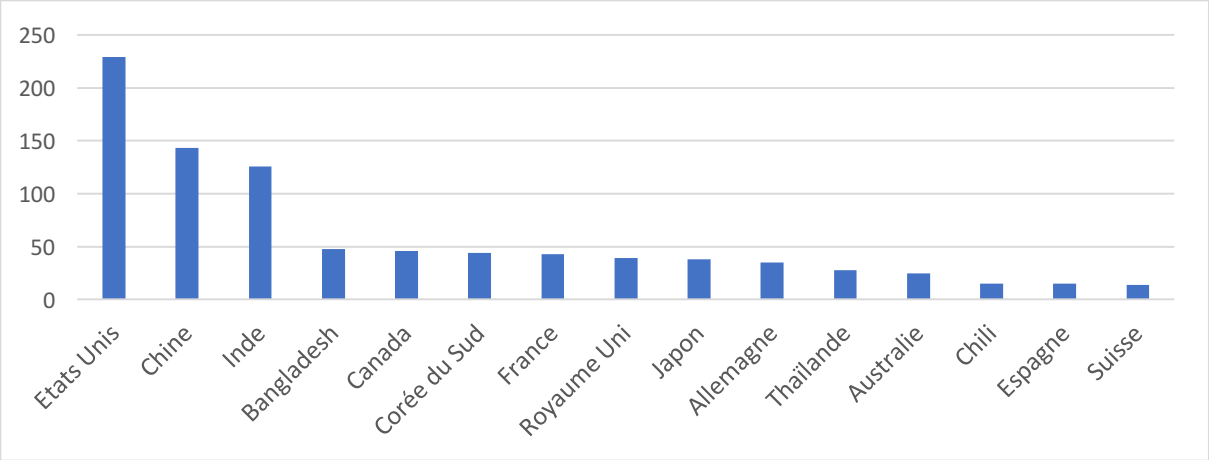
Phages élevage depuis 2000 :



Phages vibrio depuis 1980 :

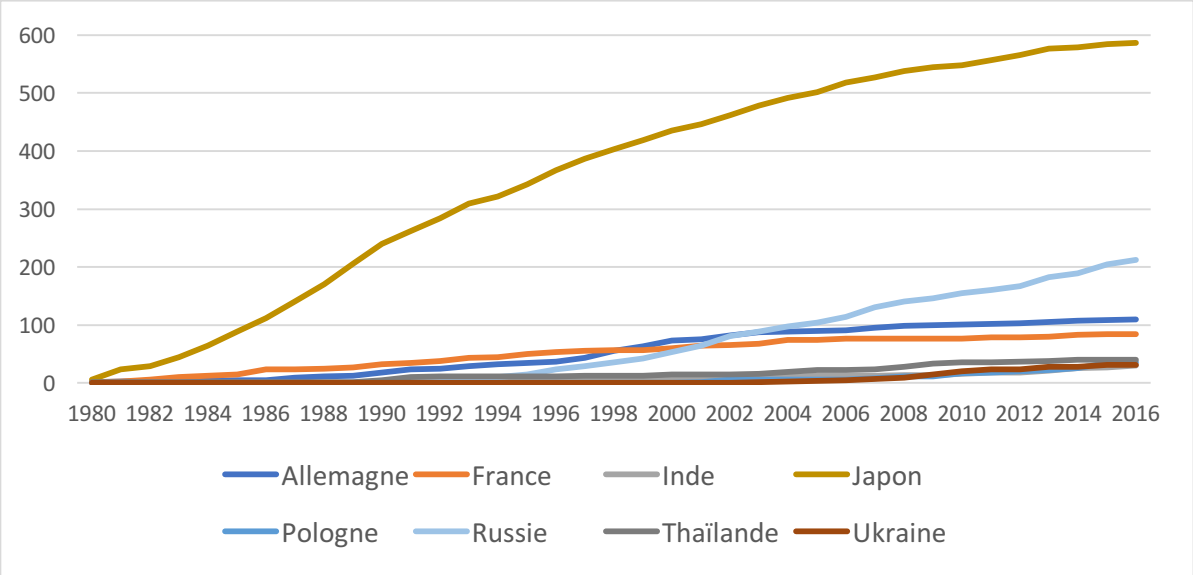


Phages vibrio depuis 2000 :

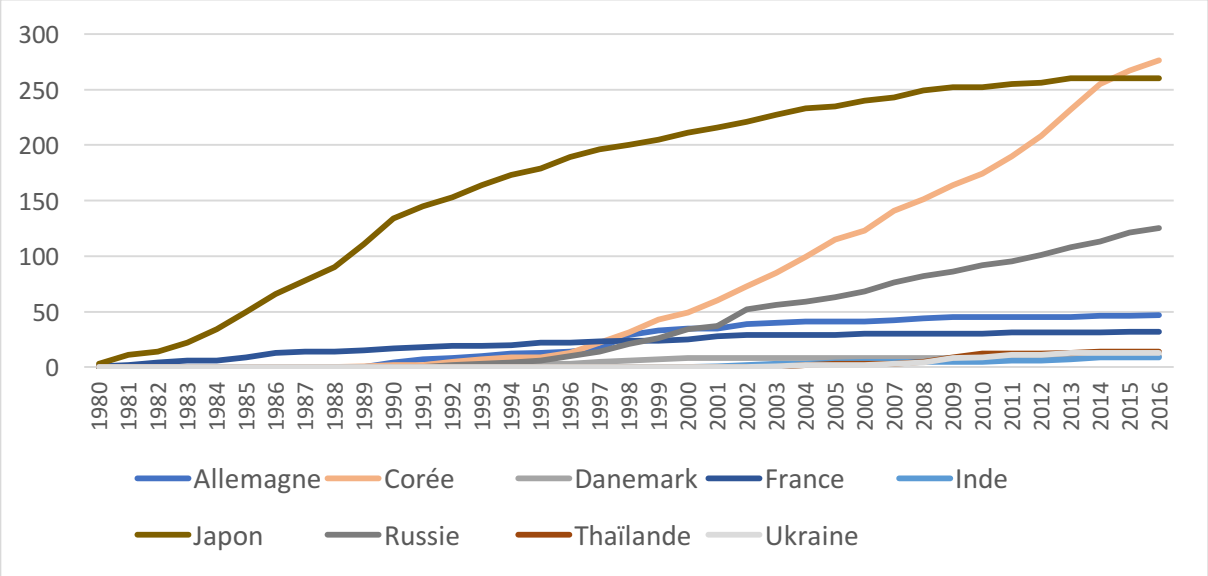


Annexe 24 : Comparaison des dynamiques de dépôts de brevets des différents pays étudiés

Phages général :

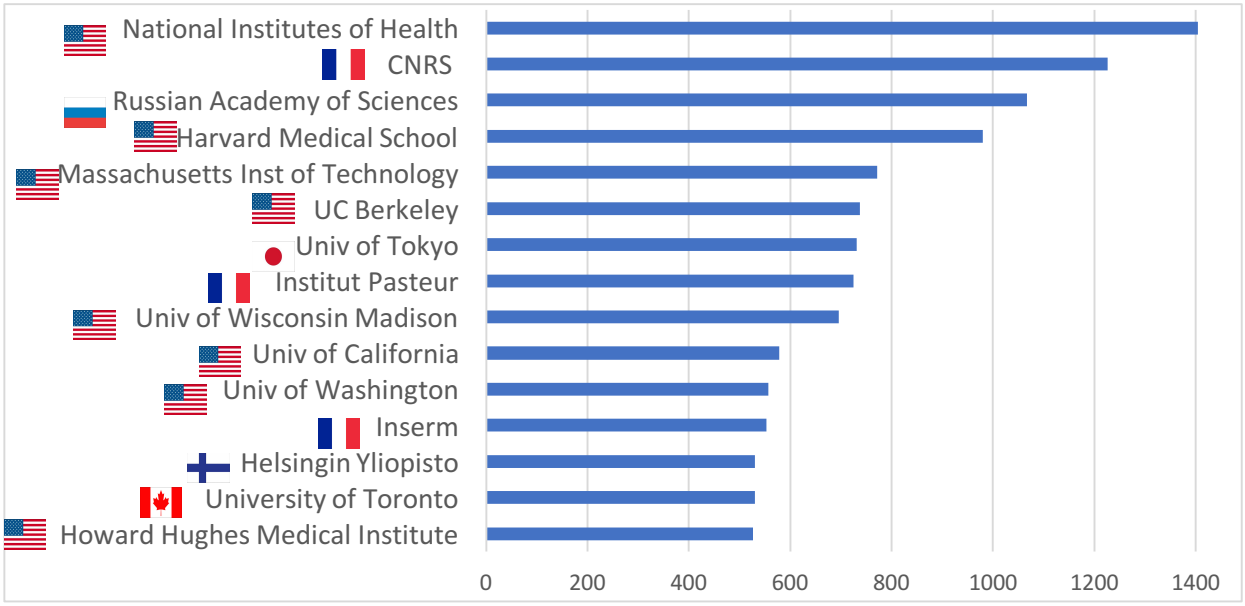


Phages élevage :

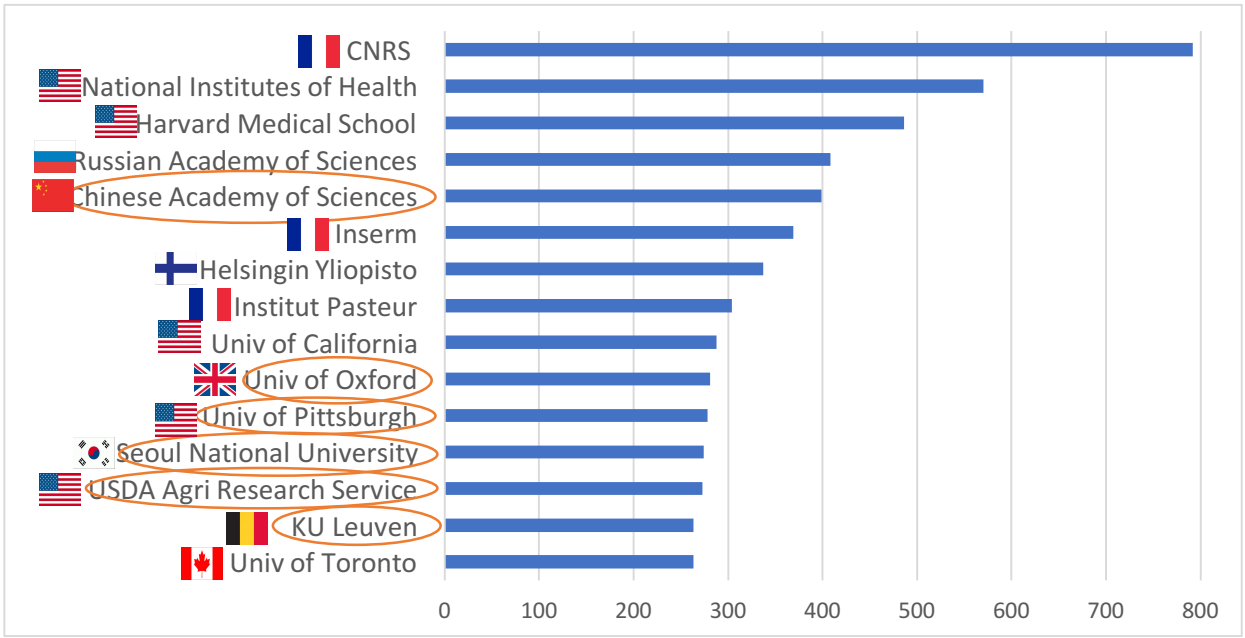


Annexe 25 : Principaux acteurs ayant publié

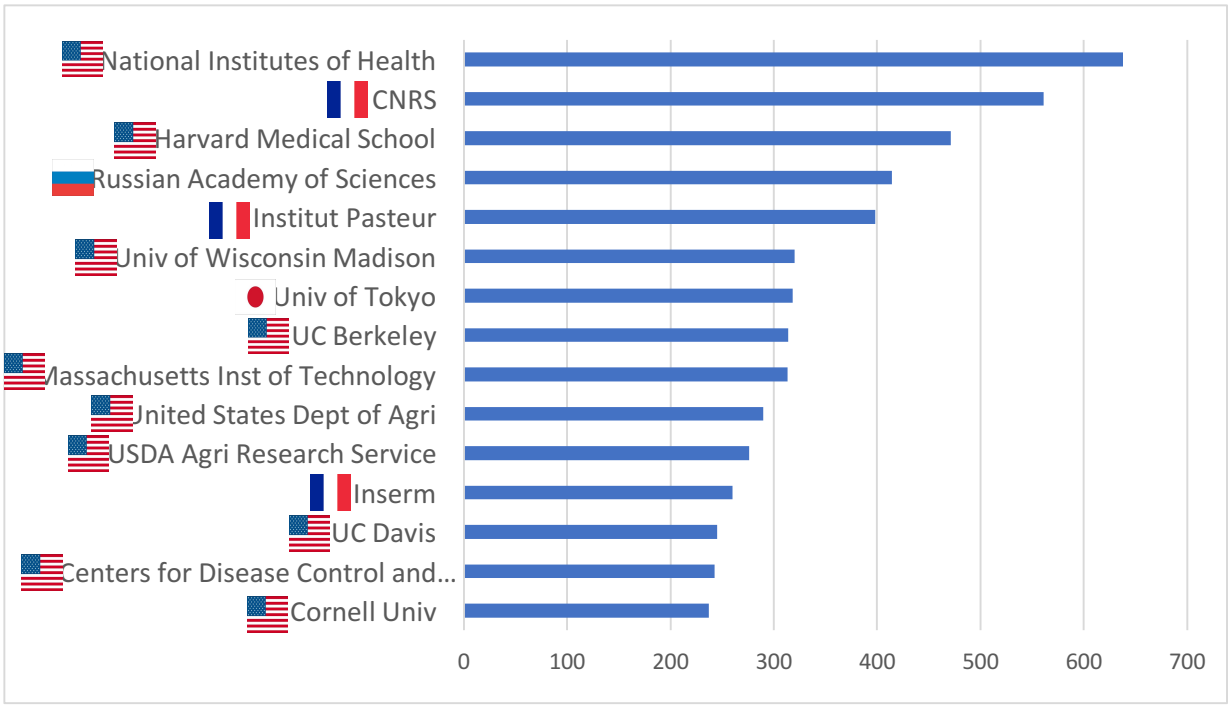
Phages général depuis 1980 :



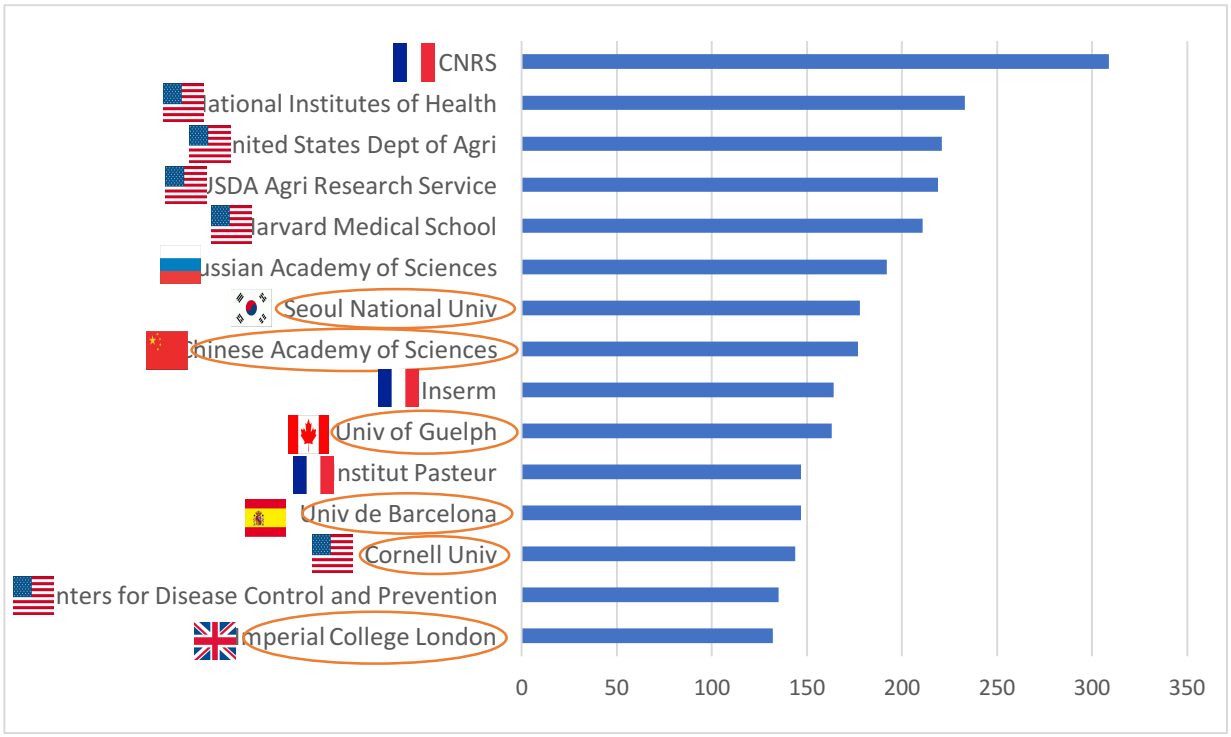
Phages général depuis 2000 :



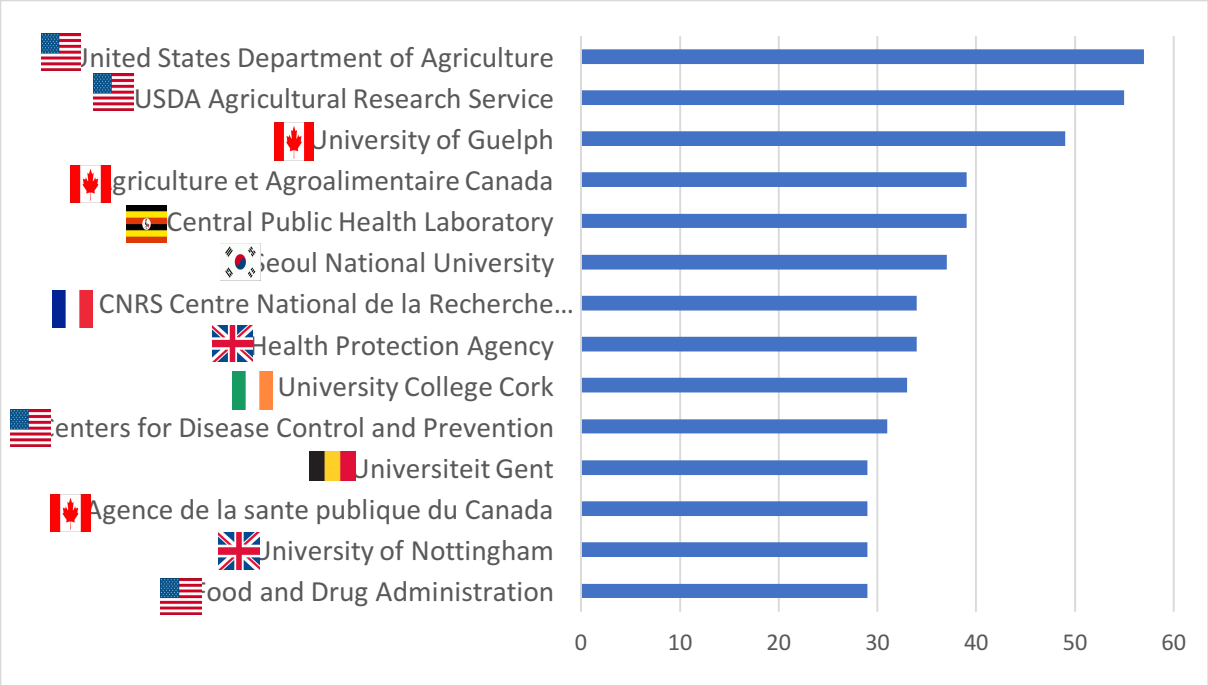
Phages élevage depuis 1980 :



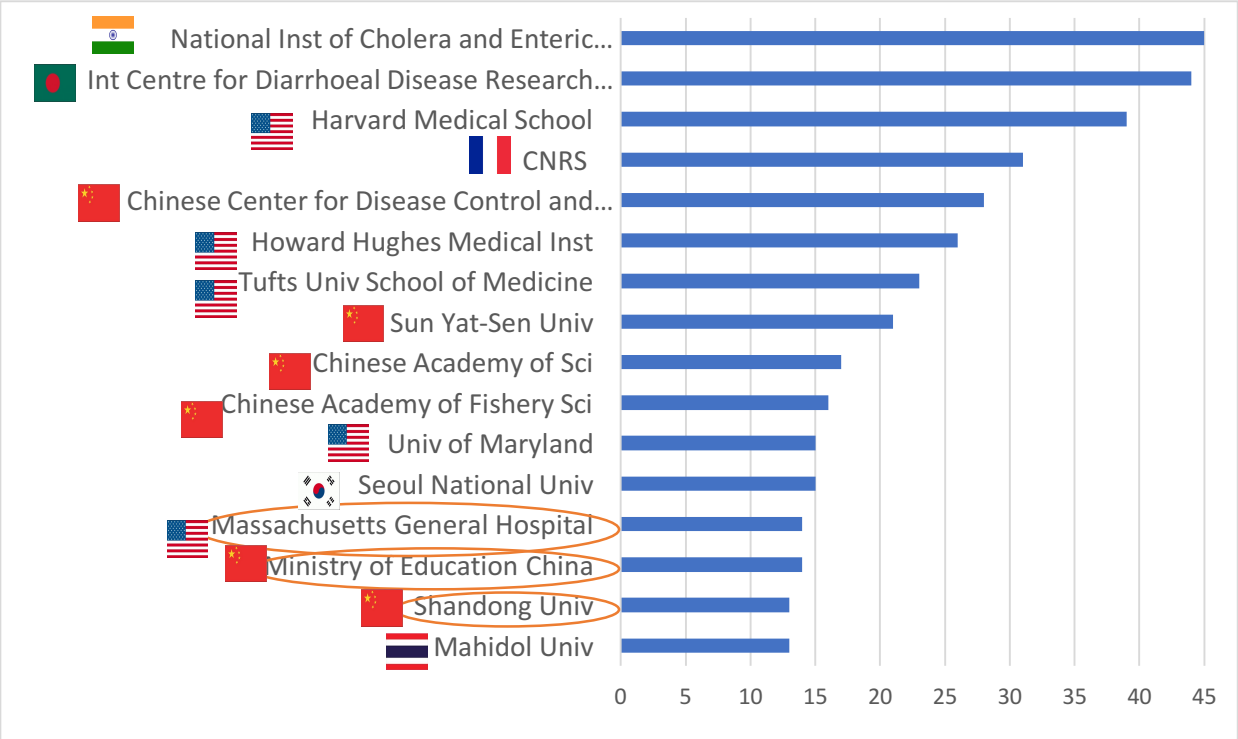
Phages élevage depuis 2000 :



Phages alimentation animale depuis 2000 :



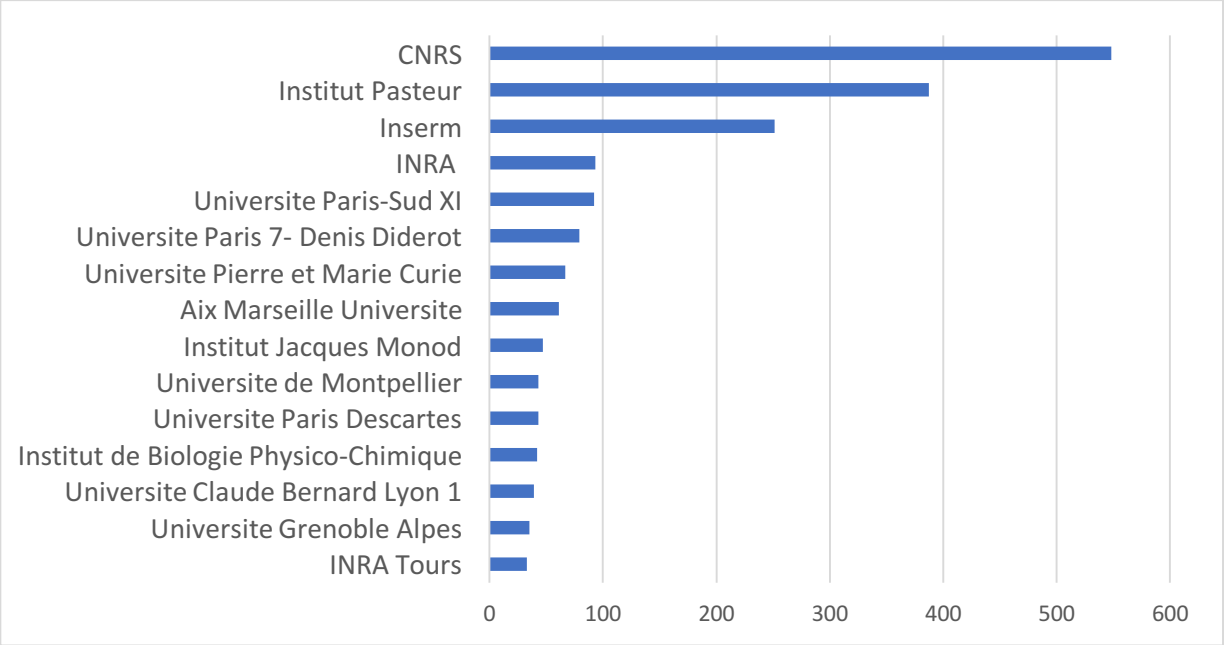
Phages vibrio depuis 2000 :



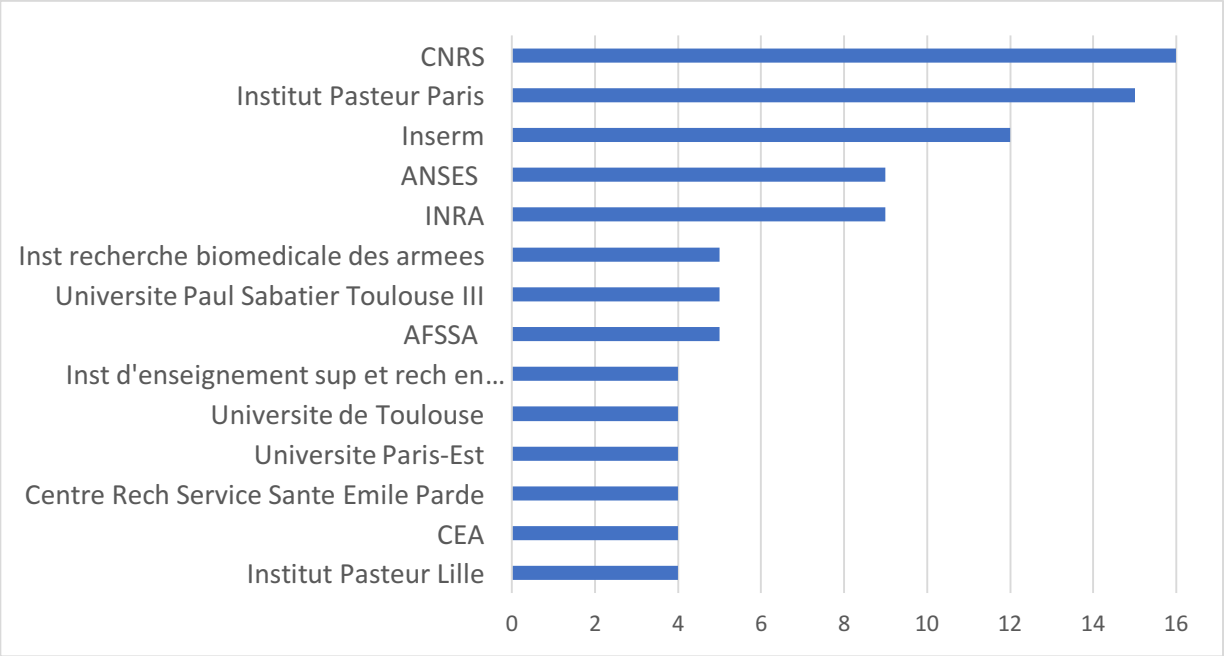
Note : Compte tenu du peu de données et de leur caractère pour les niveaux *alimentation animale* et *vibrio*, nous ne représentons que les graphiques relatifs aux acteurs ayant déposé des brevets depuis 2000.

Annexe 26 : Acteurs français publiant des articles scientifiques

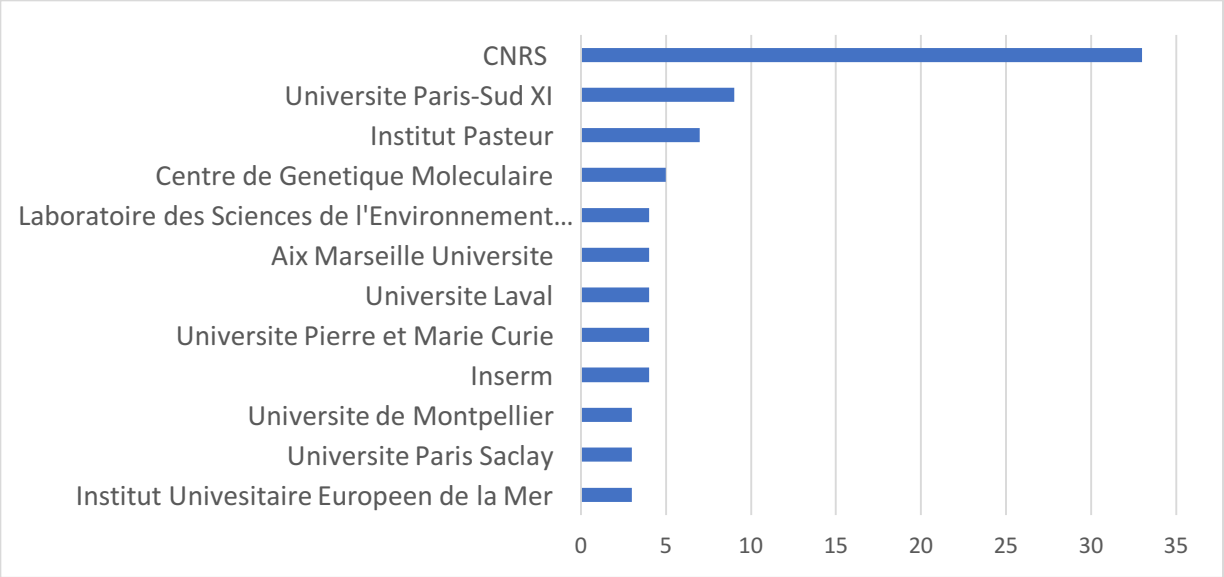
Phages élevage depuis 1980 :



Phages alimentation animale depuis 1980 :

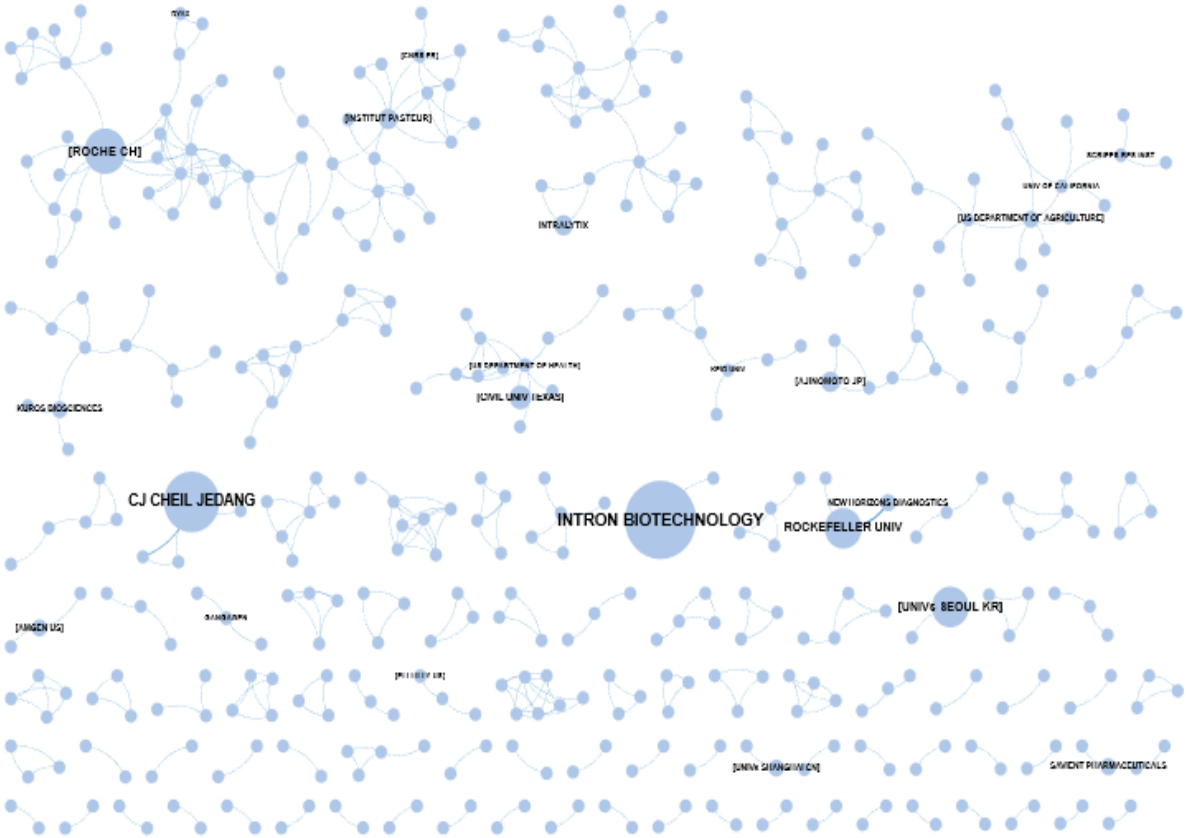


Phages vibrio :

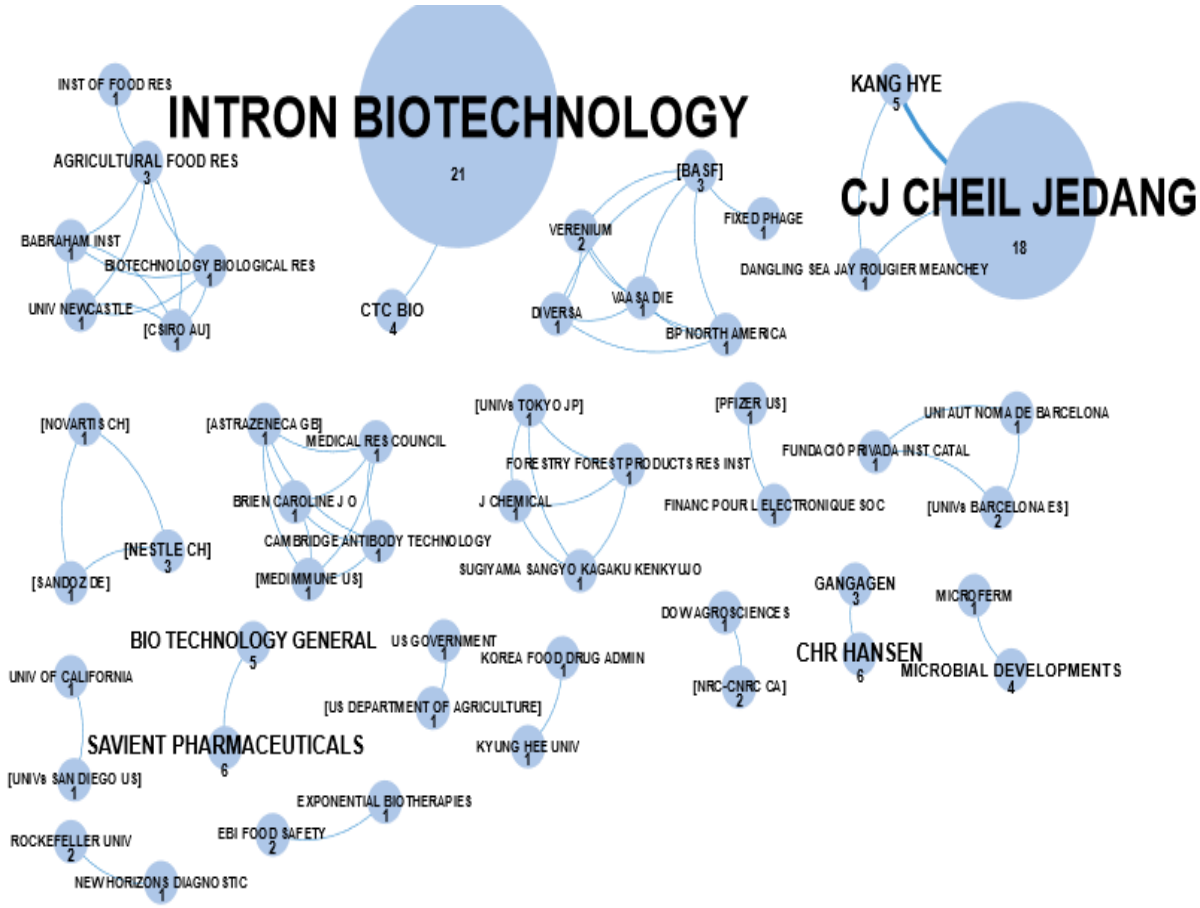


Annexe 27 : Réseaux de collaboration

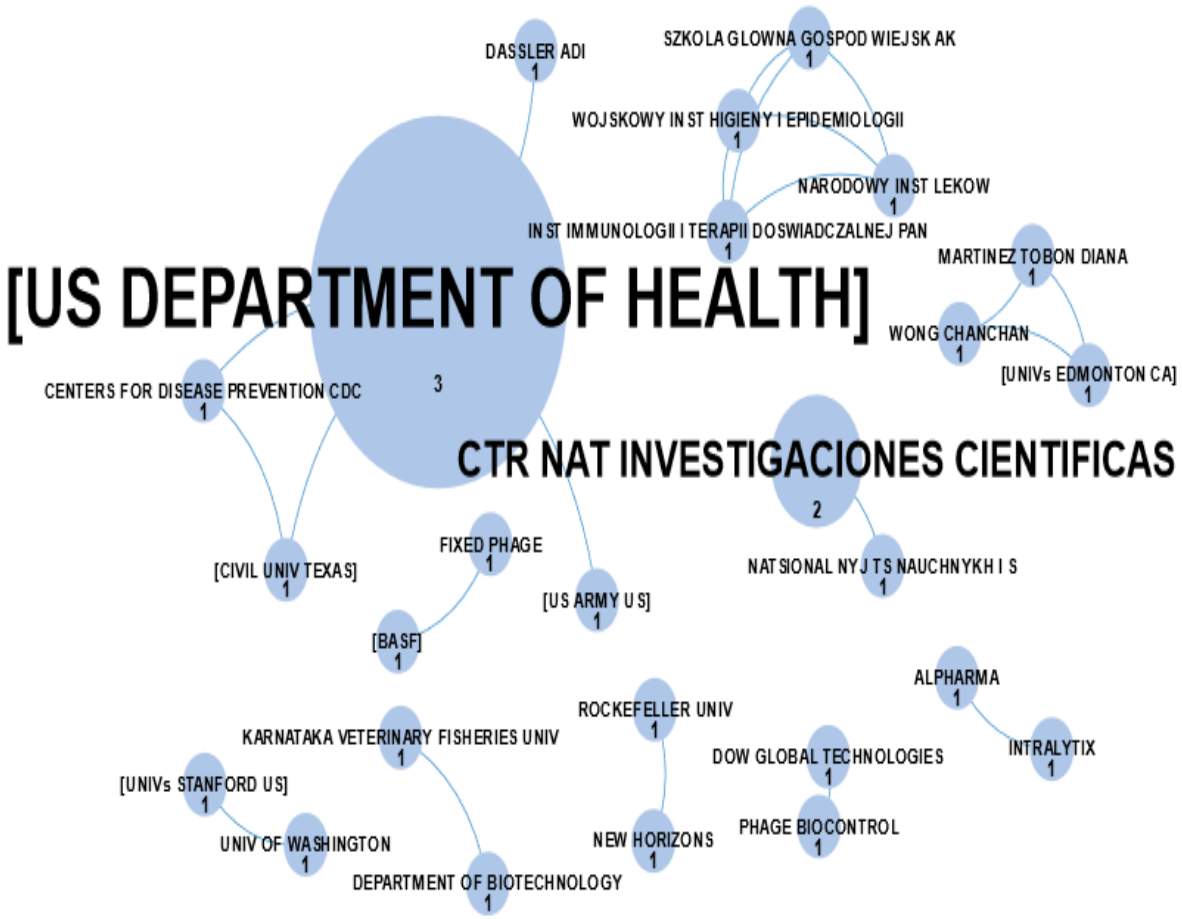
Réseau total : phages élevage



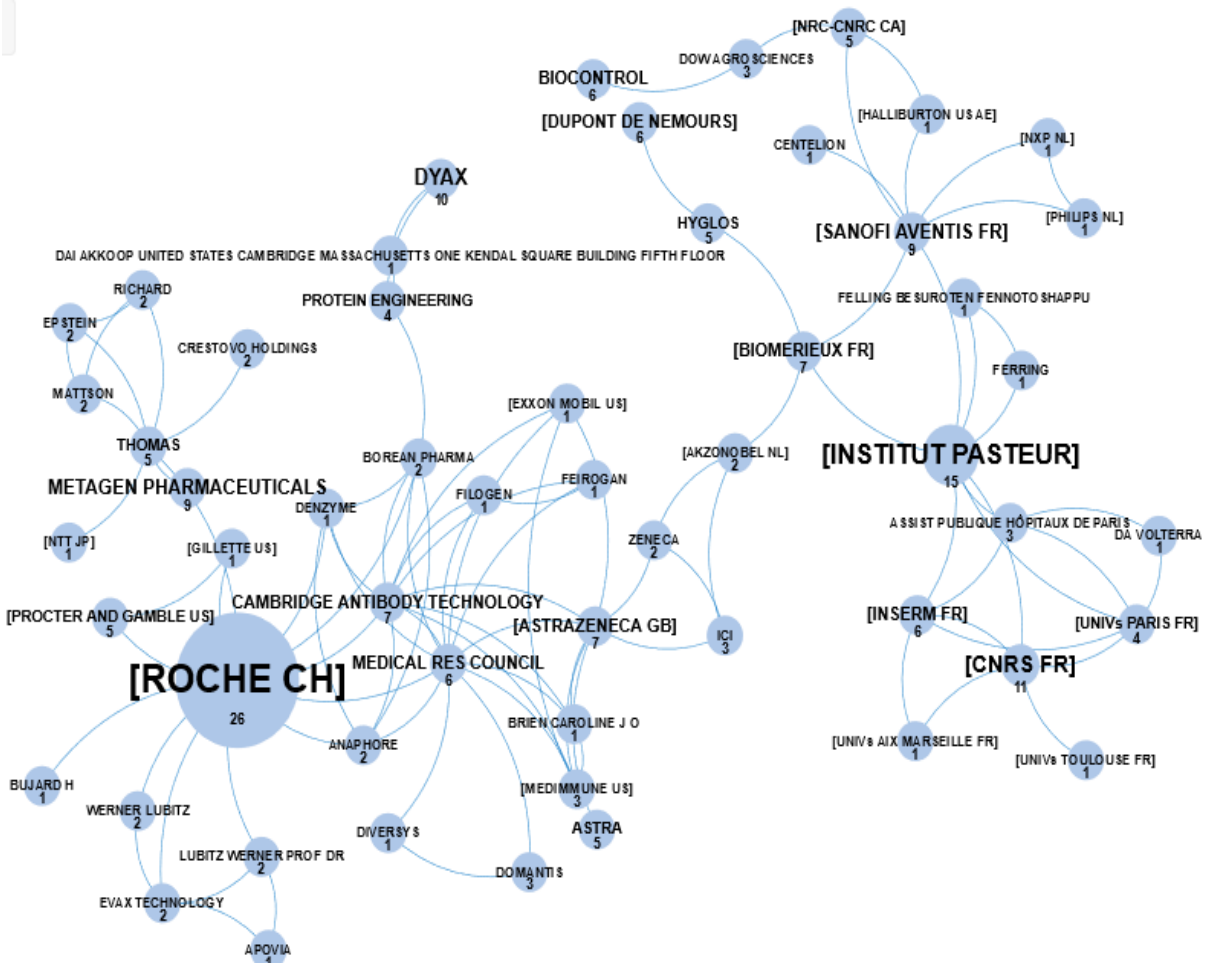
Réseau focus 1 : phages élevage



Réseau focus 2 : phages élevage



Réseau focus 3 : phages élevage



Liste des tableaux

TABLEAU N°1 : QUESTIONS ASSOCIEES AUX DIFFERENTES ETAPES DE LA PHASE PREPARATOIRE 116

TABLEAU 2 : SYNTHESE DES OPPORTUNITES 173

Liste des figures

FIGURE 1 : REPARTITION DES VENTES D'ANTIBIOTIQUES EN TONNAGE PAR ANIMAL (2014) 34

FIGURE 2 : EVOLUTION DES VENTES D'ANTIBIOTIQUES ENTRE 2008 ET 2014 EN TONNAGE PAR ANIMAL 35

FIGURE 3 : LE CYCLE DU RENSEIGNEMENT 61

FIGURE 4 : METHODOLOGIE GENERALE DE L'IDENTIFICATION DE SOLUTIONS TECHNIQUES PERTINENTES POUR L'ENTREPRISE 91

FIGURE 5 : SCHEMA DU « LINEAR LAW OF PATENT ANALYSIS » 95

FIGURE 6 : METHODE DE LA REQUETE BREVETS SUIVIE 108

FIGURE 7 : METHODE DE LA REQUETE PUBLICATION SUIVIE 113

FIGURE 8 : SYNTHESE DE L'APPROPRIATION DU « LINEAR LAW OF PATENT ANALYSIS » : 115

FIGURE 9 : MISE EN PLACE D'UNE CARTOGRAPHIE DES PROXIMITES TECHNOLOGIQUES 122

FIGURE 10 : CARTOGRAPHIE DES PROXIMITES TECHNOLOGIQUES 124

FIGURE 11 : MISE EN EVIDENCE DES ELEMENTS TECHNOLOGIQUES COMPOSANT LES BREVETS DU CORPUS 129

FIGURE 12 : METHODOLOGIE D'IDENTIFICATION DES SOLUTIONS NON BREVETEES 135

FIGURE 13 : REPARTITION TEMPORELLE DES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES : 137

FIGURE 14 : CARACTERISATION DE L'ENVIRONNEMENT TECHNIQUE DES SOLUTIONS IDENTIFIEES 140

FIGURE 15 : COMPARAISON DES PAYS D'ORIGINE DES DEPOTS DE BREVETS DES TECHNOLOGIES ETUDIEES 143

FIGURE 16 : COMPARAISON DES PAYS D'ORIGINE DES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES DES TECHNOLOGIES ETUDIEES 144

FIGURE 17 : COMPARAISON DES PAYS DE DEPOTS DES BREVETS DES TECHNOLOGIES ETUDIEES 145

FIGURE 18 : COMPARAISON DE PRINCIPAUX ACTEURS BREVETS 148

FIGURE 19 : COMPARAISON DES PRINCIPAUX ACTEURS PUBLICS BREVETS 149

FIGURE 20 : COMPARAISON DES PRINCIPALES AFFILIATIONS PUBLIANT DES ARTICLES SCIENTIFIQUES 150

FIGURE 21: COMPARAISON DES DYNAMIQUES CUMULEES DE DEPOTS ET PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES 152

FIGURE 22 : COMPARAISON DES STATUTS JURIDIQUES DES BREVETS 154

FIGURE 23 : DEFINITION DU NIVEAU D'OPPORTUNITES EXISTANTES POUR CHACUNE DES SOLUTIONS IDENTIFIEES 156

FIGURE 24 : RESEAUX DE PROXIMITES TECHNOLOGIQUES 158

FIGURE 25 : REPARTITION TEMPORELLE DES GROUPES CIB 160

FIGURE 26: REPARTITION TEMPORELLE ET GEOGRAPHIQUE DES BREVETS D'ORIGINE 163

FIGURE 27 : REPARTITION TEMPORELLE ET GEOGRAPHIQUE DES PROTECTIONS PAR LE BREVET 165

FIGURE 28 : MATRICES D'AGE DES PORTEFEUILLES BREVETS DES PRINCIPAUX ACTEURS 168

FIGURE 29 : NIVEAU DE SPECIALISATION DES DIFFERENTS ACTEURS 171

FIGURE 30 : DYNAMIQUES DES EFFORTS INVENTIFS 180

FIGURE 31 : RESEAU CENTRE PERIPHERIE ACTUEL DES PHAGES DANS L'ELEVAGE 182

FIGURE 32 : RESEAU CENTRE PERIPHERIE ANTERIEUR A 2000 DES PHAGES DANS L'ELEVAGE 183

FIGURE 33 : COMPARAISON DES DYNAMIQUES CUMULEES DE DEPOTS DE BREVETS CENTRE/PERIPHERIE 184

FIGURE 34 : DYNAMIQUES CUMULEES DES DEPOTS DE BREVETS ET PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES PAR ESPECE ANIMALE ET PATHOGENES 185

FIGURE 35 : FORCE DES PAYS SELON LA TAILLE DE LEUR PORTEFEUILLE BREVET ET LEUR TAUX D'EXTENSION (PHAGES GENERAL) 188

FIGURE 36 : FORCE DES PAYS SELON LA TAILLE DE LEUR PORTEFEUILLE BREVET ET LEUR TAUX D'EXTENSION (PHAGES ELEVAGE) 188

FIGURE 37 : PRINCIPAUX ACTEURS AYANT DEPOSES DES BREVETS DEPUIS 2000 190

FIGURE 38 : PRINCIPAUX INSTITUTS FRANÇAIS AYANT DEPOSE DES BREVETS 191

FIGURE 39 : AXES DE DEVELOPPEMENT DE LA RECHERCHE DES PRINCIPAUX ACTEURS (NIVEAUX PHAGES ELEVAGE) 193

FIGURE 40 : REPARTITION DES BREVETS DES PRINCIPAUX ACTEURS EN FONCTION DE L'ESPECE ANIMALE ET PATHOGENES (NIVEAU PHAGES ELEVAGE) 194

FIGURE 41 : LES SOURCES INFORMATIONNELLES NECESSAIRES A LA COMPREHENSION DE L'ENVIRONNEMENT EXTERNE 204

FIGURE 42 : SYNTHESE DU ROLE DE L'INTELLIGENCE LORS DU PROCESSUS D'INNOVATION EN ENTREPRISE 215

Liste des encadrés

ENCADRE N°1 : PRINCIPALES BASES DE DONNEES ACCESSIBLES 84

ENCADRE N°2 : QUESTIONS TYPES POUR ARRIVER A UNE BONNE COMPREHENSION DES BESOINS 97

ENCADRE N°3 : QUESTIONS TYPES POUR DETERMINER UNE LIGNE DIRECTRICE DE L'ETUDE 99

ENCADRE N°4 : QUESTIONS TYPES POUR L'IDENTIFICATION DES DONNEES A MOBILISER 100

ENCADRE N°5 : PRESENTATION TYPE DE L'INFORMATION LIEE AUX DONNEES 101

ENCADRE N°6 : QUESTIONS TYPES RELATIVES A LA SELECTION DES OUTILS 102

ENCADRE N°7 : QUESTEL ORBIT POUR LES DONNEES BREVETS 105

ENCADRE N°8 : SCOPUS POUR LES DONNEES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES 106

ENCADRE N°9 : GRILLE DE LECTURE 125

ENCADRE N°10 : POINT D'ETAPE 127

Table des matières

RESUME 3

REMERCIEMENTS 4

SOMMAIRE 6

LISTE DES ABREVIATIONS : 8

INTRODUCTION GENERALE 10

CHAPITRE 1 : L'EVOLUTION DU PARADIGME DU TOUT ANTIBIOTIQUE : ENTRE PREOCCUPATIONS ENVIRONNEMENTALES ET DIFFICULTES D'ADAPTATION AU CHANGEMENT 21

INTRODUCTION 21

SECTION 1 : LA MONTEE EN PUISSANCE DES PREOCCUPATIONS ENVIRONNEMENTALES ET DE SANTE DANS L'ELEVAGE : LA REDEFINITION DU PARADIGME DU TOUT ANTIBIOTIQUE 21

1.1. LE SECTEUR AGRICOLE : UN RESEAU TECHNOLOGIQUE MARQUE PAR UNE CONTRAINTE DE SENTIER FORTE POUR LES FOURNISSEURS 22

1.1.1. Le paradigme technologique conventionnel : le tout antibiotique 22

1.1.1.1. La construction historique du paradigme actuel de l'élevage 22

1.1.1.2. Un paradigme du tout antibiotique fortement semblable au paradigme des pesticides 23

1.1.1.3. Des pratiques d'élevage qui ont pu évoluer grâce à l'arrivée des antibiotiques 25

1.1.2. Le régime technologique de l'agriculture : une domination des fournisseurs 26

1.1.2.1. Les régimes technologiques selon Pavitt 26

1.1.2.2. Les fournisseurs : principale source d'innovation dans l'agriculture 27

1.2. LA MODIFICATION DE L'ENVIRONNEMENT ECONOMIQUE DES ACTEURS DE L'ELEVAGE : LES PREOCCUPATIONS ENVIRONNEMENTALES ET DE SANTE COMME ELEMENTS PERTURBATEURS 28

1.2.1. La montée en puissance des préoccupations environnementales et de santé : la réduction des antibiotiques nécessaire 28

1.2.1.1. L'alimentation humaine de plus en plus considérée comme un vecteur de la santé 28

1.2.1.2. Une prise en compte de l'éthique et de l'impact environnemental se reflète dans les modes consommation actuels 29

1.2.2. Le besoin d'adaptation des fournisseurs difficile à mettre en place 30

1.2.2.1. La croissance historique de l'élevage en partie basée sur une forte utilisation des antibiotiques 30

1.2.2.2. Mais un secteur aujourd'hui sur le déclin qui rend les investissements difficiles 31

1.2.3. Des changements déjà observables en matière d'usage des antibiotiques malgré de multiples difficultés pour les éleveurs 33

1.2.3.1. Une évolution de l'utilisation des antibiotiques dans l'élevage déjà bien concrète implique des changements de routines chez les éleveurs 33

1.2.3.2. Vers un régime technologique « tiré par la demande » dans l'élevage ? 36

SECTION 2 : L'ADAPTATION AU CHANGEMENT : LA REDUCTION DES ANTIBIOTIQUES SOURCE D'INCERTITUDES ET DE MUTATIONS SECTORIELLES AU SEIN DE L'ELEVAGE 37

2.1. L'ANTIBIORESISTANCE : UN PHENOMENE EN ACCELERATION QUI OBLIGE LES ELEVEURS A CHANGER LEURS MODES DE PRODUCTION 38
2.1.1. Qu'est-ce que l'antibiorésistance ? 38
2.1.2. Les risques associés poussent les pouvoirs publics à encourager les éleveurs à changer de modes de production 41
2.2. PREMIERES BIFURCATIONS DANS LE MOINS D'ANTIBIOTIQUES : INCERTITUDE RADICALE ET REGIME TECHNOLOGIQUE EN MUTATION 44
2.2.1. Une diversité de solutions à la réduction des antibiotiques dans l'élevage mobilisables par les éleveurs pour répondre à ces nouvelles demandes et contraintes 44
2.2.1.1. Le principe de biosécurité dans l'élevage 44
2.2.1.2. Les pratiques d'hygiène et de conception des bâtiments 46
2.2.1.3. Les pratiques liées à l'alimentation 46
2.2.1.4. Les médecines non conventionnelles 47
2.2.2. Une inertie au changement persistante malgré une volonté d'adaptation 48

CHAPITRE 2 : DES METHODES DE COMPREHENSION DE L'ENVIRONNEMENT EXTERNE ET D'ANTICIPATION INDISPENSABLES POUR DES REPONSES ADAPTEES AUX MUTATIONS EN COURS DANS L'ELEVAGE 50

INTRODUCTION 50
SECTION 1 : UNE DIVERSITE DES METHODES DE MANAGEMENT STRATEGIQUE POUR APPREHENDER LA QUESTION DE L'ANTIBIORESISTANCE ET LES CONSEQUENCES POUR L'ENTREPRISE 51
1.1. LA CARACTERISATION DE L'ENVIRONNEMENT TECHNOLOGIQUE POUR LA SANTE DANS L'ELEVAGE 51
1.1.1. Une définition de l'environnement scientifique et technique qui nécessite une précision du contour 51
1.1.2. Les innovations de rupture : un cas difficile à appréhender 52
1.2. LES METHODES CLASSIQUES DE MANAGEMENT DE L'INNOVATION POUR APPREHENDER LEUR ENVIRONNEMENT EXTERNE 55
1.2.1. Les besoins pour l'entreprise de mieux appréhender l'incertitude 55
1.2.2. Les études sectorielles pour une bonne appréhension de l'environnement 57
1.2.3. Trois méthodes de prospective souvent employées par le management 58
1.3. L'INTELLIGENCE TECHNOLOGIQUE : UN TERME POLYSEMIQUE ET UNE DEFINITION AMBIGUË 60
1.3.1. L'intelligence technologique : une multitude de définitions 60
1.3.2. L'intelligence technologique et le Big Data 62
1.3.3. Deux principaux livrables de l'intelligence technologique : états de l'art et études prospectives 63
SECTION 2 : SPECIFICITE DES DONNEES SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES UTILISEES POUR L'INTELLIGENCE TECHNOLOGIQUE 64
2.1. LE BREVET : PRINCIPALE SOURCE DE DONNEES UTILISEE POUR LA CARACTERISATION DE L'ENVIRONNEMENT TECHNOLOGIQUE 64
2.1.1. Le brevet : un titre de propriété industrielle avant d'être un outil de mesure 64
2.1.1.1. Le brevet comme mode d'appropriation des efforts inventifs 64
2.1.1.2. Les conditions de brevetabilité 66
2.1.1.3. Des spécificités selon les secteurs mais aussi selon les offices 68
2.1.2. Une grande richesse d'informations contenues dans les données brevets 69
2.1.2.1. Le document brevet : une métadonnée structurée 69
2.1.2.2. Les citations : Focus sur une information riche et complexe 72
2.1.3. Une grande variété d'indicateurs brevets pour la caractérisation de l'environnement 73

2.1.3.1. Le brevet : un output de l'innovation 74
2.1.3.2. Quatre aspects de l'environnement technologique à étudier 74
2.2. LIMITES DES DONNEES BREVETS 77
2.2.1. Une mesure imparfaite de l'activité inventive 78
2.2.1.1. Le brevet : un mode d'appropriation des innovations parmi d'autres 78
2.2.1.2. La propension à breveter varie selon les secteurs 78
2.2.1.3. La valeur du brevet 79
2.2.2. Un manque d'harmonisation des offices nationaux qui rend les comparaisons internationales délicates 80
2.2.2.1. Des procédures d'examen propres à chaque office 80
2.2.2.2. Les modèles d'utilité peuvent fausser les chiffres 81
2.2.3. Les usages stratégiques des brevets ne reflètent pas toujours une activité inventive 81
2.3. LES AVANCEES SCIENTIFIQUES : SECONDE SOURCE DE DONNEES MOBILISEE EN COMPLEMENT DE L'INFORMATION BREVET83
2.3.1. La bibliométrie comme principale méthode d'analyse des publications scientifiques 83
2.3.1.1. Qu'est-ce que la bibliométrie ? 83
2.3.1.2. Définition et structuration d'une publication scientifique 85
2.3.2. L'utilisation des publications scientifiques comme complément de l'information brevet 86
2.3.3. Les limites associées aux publications scientifiques 88

CHAPITRE 3 : DES METHODES D'INTELLIGENCE TECHNOLOGIQUE POUR IDENTIFIER ET CARACTERISER LES SOLUTIONS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES PERMETTANT UNE AMELIORATION DE LA SANTE DANS L'ELEVAGE 90

INTRODUCTION 90
SECTION 1 : LA NECESSAIRE PHASE DE REFLEXION PREALABLE A TOUTE ETUDE D'INTELLIGENCE TECHNOLOGIQUE EN PLUSIEURS ETAPES 93
1.1. COMMENT ABORDER LES POTENTIELS DE MARCHE LIES AU PROBLEME ACTUEL DE LA SURUTILISATION DES ANTIBIOTIQUES DANS L'ELEVAGE ? 93
1.1.1 L'intelligence technologique : Répondre à des questions au service de la stratégie d'entreprise 93
1.1.2 Proposition d'une méthode basée sur le « *Linear Law of Patent Analysis* » pour la bonne délimitation du sujet 94
1.1.2.1 Etape 1 : Comprendre les besoins 95
1.1.2.2 Etape 2 : Exprimer les questions 98
1.1.2.3 Etape 3 : Déterminer les données à utiliser 99
1.1.2.4 Etape 4 : Sélectionner les outils 101
1.2. DES DIFFICULTES A LA MISE EN PLACE D'UNE REQUETE POUR REPONDRE A DES SUJETS EXPLORATOIRES : PROPOSITION D'UNE METHODOLOGIE 103
1.2.1. La requête : résultat d'une co-construction entre analystes et experts 103
1.2.2. La construction d'une requête brevets : un processus itératif en plusieurs étapes 107
1.2.3. De la requête brevets à la requête publications scientifiques : une adaptation nécessaire 112
SECTION 2 : L'INTELLIGENCE TECHNOLOGIQUE POUR IDENTIFIER LES SOLUTIONS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES EXISTANTES PERMETTANT UNE DIMINUTION DE L'EMPLOI DES ANTIBIOTIQUES DANS L'ELEVAGE 117
2.1. L'UTILISATION DES PROXIMITES TECHNOLOGIQUES POUR UNE REPRESENTATION GENERALE DES GRANDES CATEGORIES DE SOLUTIONS TECHNIQUES CONTENUES DANS LE CORPUS 118
2.1.1. Détection des proximités technologiques 118
2.1.1.1. Les citations pour déterminer la proximité des brevets 118

2.1.1.2. Les codes CIB pour déterminer la proximité des brevets 120
2.1.2. Mise en place d'une cartographie des proximités technologiques : une visualisation simplifiée du contenu de notre corpus 121
2.2. UNE PREMIERE SELECTION DES SOLUTIONS A FORT POTENTIEL POUR L'ENTREPRISE 127
2.2.1. Développement d'une méthodologie : Comment déterminer les solutions techniques répondant à l'objectif de diminution des antibiotiques dans l'élevage 127
2.2.2. Détection des catégories de solutions au plus fort potentiel parmi la multitude de solutions identifiées 130
2.2.3. Un complément aux manques de données brevets par les publications scientifiques 134
SECTION 3 : L'INTELLIGENCE TECHNOLOGIQUE POUR CARACTERISER L'ENVIRONNEMENT TECHNIQUE DES SOLUTIONS POTENTIELLES ET LES OPPORTUNITES ASSOCIEES 139
3.1 LA CARACTERISATION DES TECHNOLOGIES SELECTIONNEES POUR UNE DEFINITION DE LEUR ENVIRONNEMENT 140
3.1.1 Caractérisation technologique 141
3.1.2. Analyse de la dimension géographique 142
3.1.3. Identification des forces en présence 146
3.1.4. Analyse de la dynamique du domaine 151
3.2. MISE EN EVIDENCE DE L'EXISTENCE D'OPPORTUNITES A PARTIR DE DONNEES BREVETS 155
3.2.1. Les opportunités technologiques : existe-t-il des aspects de la technologie à exploiter ? 157
3.2.2. Les opportunités géographiques : existe-t-il des zones géographiques en expansion ? 162
3.2.3. Les opportunités concurrentielles : Les concurrents présents ont-ils un fort pouvoir de blocage ? 167

CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DES METHODES D'INTELLIGENCE TECHNOLOGIQUE EN ENTREPRISE : LEÇONS TIREES DU CAS DES PHAGES 175

INTRODUCTION 175
SECTION 1 : L'INTEGRATION AU GROUPE DE PROJET SUR LES PHAGES : DE LA DEFINITION DU PROJET AUX RESULTATS 176
1.1 CONSTRUCTION DU PROJET D'ETUDE AU SEIN DU GROUPE DE R&D 177
1.1.1 Motivations à la mise en place de cette étude sur les phages et premiers contacts avec l'équipe 177
1.1.2 Définition de l'étude 178
1.2 DEROULE DE L'ETUDE ET RESULTATS 180
1.2.1 L'évolution des dynamiques scientifiques et techniques 180
1.2.2 Les efforts de recherche selon les pays 186
1.2.3 L'évaluation des forces en présence 189
1.2.4 Une étude d'antériorité menée en parallèle 195
SECTION 2 : L'INTELLIGENCE TECHNOLOGIQUE COMME CAPACITE ORGANISATIONNELLE POUR UNE BONNE INTEGRATION EN ENTREPRISE 196
2.1 L'INTELLIGENCE COMME CAPACITE ORGANISATIONNELLE : CONSEQUENCES ET LIMITES 196
2.1.1 Justifications et implications de l'intelligence technologique en tant que capacité organisationnelle 196
2.1.2 L'intelligence technologique : des capacités d'absorption et d'apprentissage plus importantes pour la firme 197
2.1.3 L'intelligence technologique à destination du management 199
2.1.3.1 L'intelligence technologique comme solution à la myopie du management 199
2.1.3.2 L'intelligence technologique pour la prise de décision 201

2.1.4 L'intelligence technologique : une source informationnelle non suffisante à la prise en considération de l'intégralité de l'environnement externe 203
2.2 TROIS POINTS ESSENTIELS POUR UNE BONNE INTEGRATION DES METHODES D'INTELLIGENCE TECHNOLOGIQUE EN ENTREPRISE 206
2.2.1 Des échanges fréquents l'intégralité des collaborateurs concernés et une forte capacité d'adaptation de l'analyste 206
2.2.2 Une relation de confiance à établir 208
2.2.3 Le rôle de l'analyste en tant que challenger d'idées 210
2.2.4 Le soutien de la part du management indispensable 212
2.2.5 Le choix du « bon moment » pour développer l'intelligence technologique en entreprise 213

CONCLUSION GENERALE : 217

BIBLIOGRAPHIE 224

ANNEXES 238

LISTE DES TABLEAUX 295

LISTE DES FIGURES 296

LISTE DES ENCADRES 299

TABLE DES MATIERES 300