



HAL
open science

Évolution des substances de biocontrôle approuvées depuis l'entrée en vigueur du règlement (CE) n° 1107/2009

Diane Robin

► **To cite this version:**

Diane Robin. Évolution des substances de biocontrôle approuvées depuis l'entrée en vigueur du règlement (CE) n° 1107/2009. Sciences du Vivant [q-bio]. 2018. dumas-01882494

HAL Id: dumas-01882494

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01882494v1>

Submitted on 27 Sep 2018

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0
International License

AGROCAMPUS
OUEST

CFR Angers

CFR Rennes



ITAB
Institut Technique de
l'Agriculture Biologique

Année universitaire : 2017-2018

Spécialité :

Horticulture

Spécialisation (et option éventuelle) :

Protection des Plantes et Environnement
appliquée à l'Horticulture (PPEH)

Mémoire de Fin d'Études

d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques,
agroalimentaires, horticoles et du paysage

de Master de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques,
agroalimentaires, horticoles et du paysage

d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)

Evolution des substances de biocontrôle approuvées depuis l'entrée en vigueur du règlement (CE) n° 1107/2009

Par : Diane Robin



CC0 Creative Commons



CC0 Creative Commons



© ww.auJardin.info

Soutenu à Angers le 7 septembre 2018

Devant le jury composé de :

Président : Valérie Le Clerc

Maître de stage : Patrice Marchand

Enseignant référent : Philippe Grappin

Autre membre du jury : Fabien Robert, Directeur
scientifique et technique de l'ASTREDHOR

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST

Ce document est soumis aux conditions d'utilisation
«Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de Modification 4.0 France»
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr> disponible en ligne



Fiche de confidentialité et de diffusion du mémoire

Confidentialité

Non Oui si oui : 1 an 5 ans 10 ans

Pendant toute la durée de confidentialité, aucune diffusion du mémoire n'est possible ⁽¹⁾.

Date et signature du maître de stage ⁽²⁾ :

A la fin de la période de confidentialité, sa diffusion est soumise aux règles ci-dessous (droits d'auteur et autorisation de diffusion par l'enseignant à renseigner).

Droits d'auteur

L'auteur⁽³⁾ **Robin Diane**

autorise la diffusion de son travail (immédiatement ou à la fin de la période de confidentialité)

Oui Non

Si oui, il autorise

la diffusion papier du mémoire uniquement(4)

la diffusion papier du mémoire et la diffusion électronique du résumé

la diffusion papier et électronique du mémoire (joindre dans ce cas la fiche de conformité du mémoire numérique et le contrat de diffusion)

(Facultatif) accepte de placer son mémoire sous licence Creative commons CC-By-Nc-Nd (voir Guide du mémoire Chap 1.4 page 6)

Date et signature de l'auteur :

Autorisation de diffusion par le responsable de spécialisation ou son représentant

L'enseignant juge le mémoire de qualité suffisante pour être diffusé (immédiatement ou à la fin de la période de confidentialité)

Oui Non

Si non, seul le titre du mémoire apparaîtra dans les bases de données.

Si oui, il autorise

la diffusion papier du mémoire uniquement(4)

la diffusion papier du mémoire et la diffusion électronique du résumé

la diffusion papier et électronique du mémoire

Date et signature de l'enseignant :

(1) L'administration, les enseignants et les différents services de documentation d'AGROCAMPUS OUEST s'engagent à respecter cette confidentialité.

(2) Signature et cachet de l'organisme

(3) Auteur = étudiant qui réalise son mémoire de fin d'études

(4) La référence bibliographique (= Nom de l'auteur, titre du mémoire, année de soutenance, diplôme, spécialité et spécialisation/Option) sera signalée dans les bases de données documentaires sans le résumé

Remerciements

Je tiens à adresser mes remerciements à toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon stage et qui m'ont aidée lors de la rédaction de ce rapport.

Tout d'abord, je tiens à remercier vivement mon maître de stage, Patrice Marchand, pour sa confiance et les connaissances qu'il a su partager avec moi. Je le remercie aussi pour sa disponibilité, la qualité de son encadrement en entreprise et les opportunités de publications.

Je remercie toute l'équipe de l'ITAB présente à Paris. Merci à la Directrice Catherine Decaux pour avoir permis ce stage. Merci à Flora Pichon et à Agnès Hocquard pour leur accueil chaleureux. Merci à ma « co-stagiaire » Marie Deniau pour son soutien tout au long du stage.

Je remercie également Philippe Grappin, maître de conférence à Agrocampus Ouest, pour son encadrement lors de ce stage. Merci à toutes les enseignantes et tous les enseignants de la spécialité PPE-H pour cette année.

Merci à tous les PPE-H pour leur soutien lors de la rédaction de ce mémoire. J'ai passé une très belle année grâce à vous.

Enfin merci à mes parents, mon frère, mon grand-père et à ma meilleure amie pour leur soutien sans faille tout au long de ces années d'études.

Table des matières

Remerciements	
Glossaire.....	
Liste des abréviations	
Liste des annexes.....	
Liste des illustrations.....	
I. Introduction.....	1
A. Contexte des produits phytosanitaires	1
1. Histoire et utilisation des pesticides	1
2. Problématiques de santé humaine et environnementale	3
B. Présentation du biocontrôle	7
1. Le biocontrôle, des biocontrôles.....	7
2. Un marché en expansion.....	7
C. La réglementation européenne.....	9
1. Des substances très encadrées	9
2. Le parcours réglementaire des substances actives en Europe	9
3. La réglementation du biocontrôle.....	11
D. Problématique.....	13
II. Matériel et méthodes	15
A. Récupération des données des substances actives	15
1. Classification des différentes substances.....	15
2. Extraction des données	17
B. Création de la base de données.....	19
1. Fichier principal.....	19
2. Fichiers secondaires.....	19
III. Résultats	21
A. Des substances phytosanitaires en évolution.....	21
1. Des substances actives en général	21
2. Des substances de biocontrôle	25
B. Mentions de dangers et toxicité	29
1. Substances en général	29
2. Substances de biocontrôle	29
3. Substances de biocontrôle jamais approuvées ou retirées	31
IV. Discussion	33
A. Des évolutions disparates.....	33
1. Des évolutions diverses selon les catégories du biocontrôle.....	33
2. Une évolution générale positive	37

3.	Un impact certain de la réglementation	37
B.	...Entrainant des perspectives intéressantes.....	39
1.	Fonctions et filières	39
2.	Les substances non-approuvées et non-renouvelées	43
3.	Avantages des substances de biocontrôle	43
C.	...Mais avec un certain nombre d'obstacles.....	45
1.	Un encombrement actuel du système rendant le futur difficilement prévisible	45
2.	Des obstacles éventuels sur le terrain	47
V.	Conclusion.....	49
	Liste bibliographique.....	
	Liste sitographique	
	Textes règlementaires.....	
	Annexe I : Définitions du biocontrôle.....	
	Annexe II : Critères d'approbation des substances actives	
	Annexe III : Description du contenu des annexes du règlement 396/2005.....	

Glossaire

ADI (Acceptable Daily Intake) : « dose journalière acceptable désigne la quantité de substance qui peut être quotidiennement ingérée par le consommateur, pendant toute la vie, sans effet néfaste pour sa santé. » [1]

AOEL (Acceptable Operator Exposure Level) : « quantité maximum de substance active à laquelle l'opérateur peut être exposé quotidiennement, sans effet néfaste pour sa santé. » [1]

ARfD (Acute Reference Dose.) : « quantité maximum de substance active qui peut être ingérée par le consommateur pendant une courte période (c'est à dire au cours d'un repas ou d'un jour, dans la nourriture ou l'eau de boisson), sans effet néfaste pour sa santé. » [1]

Directive européenne : « La directive est un acte juridique européen pris par le Conseil de l'Union européenne avec le Parlement ou seul dans certains cas. Elle lie les États destinataires de la directive quant à l'objectif à atteindre, mais leur laisse le choix des moyens et de la forme pour atteindre cet objectif dans les délais fixés par elle. » [2]

DL₅₀ : « DL₅₀ est la Dose Létale (mortelle) en substance active, pour 50 pour cent d'un lot d'animaux de laboratoire soumis au test après une administration unique de la substance active » [1]

Pesticide : Substance utilisée pour éliminer ou lutter contre des organismes nuisibles, notamment des organismes porteurs de maladies, des insectes, des animaux et des plantes indésirables. [3]

Produit : « Les substances actives et les préparations contenant une ou plusieurs substances actives qui sont présentées sous la forme dans laquelle elles sont livrées à l'utilisateur et qui sont destinées à: protéger les végétaux ou les produits végétaux contre tous les organismes nuisibles ou à prévenir leur action, pour autant que ces substances ou préparations ne soient pas autrement définies ci-après; exercer une action sur les processus vitaux des végétaux, pour autant qu'il ne s'agisse pas de substances nutritives (par exemple, les régulateurs de croissance); assurer la conservation des produits végétaux, pour autant que ces substances ou produits ne fassent pas l'objet de dispositions particulières du Conseil ou de la Commission concernant les agents conservateurs; détruire les végétaux indésirables ou détruire les parties de végétaux, freiner ou prévenir une croissance indésirable des végétaux. » (Conseil des Communautés Européennes, 1991)

Règlement européen : « Le règlement est un acte juridique européen, de portée générale, obligatoire dans toutes ses dispositions : les États membres sont tenus de les appliquer telles qu'elles sont définies par le règlement. Le règlement est donc directement applicable dans l'ordre juridique des États membres. Il s'impose à tous les sujets de droit : particuliers, personnes morales, États, institutions. Ceci le différencie de la décision, autre acte européen obligatoire dans toutes ses dispositions, mais seulement pour les destinataires qu'il désigne. » [4]

Substance active : « Les substances ou micro-organismes, y compris les virus exerçant une action générale ou spécifique : sur les organismes nuisibles ou sur les végétaux, parties de végétaux ou produits végétaux. » (Conseil des Communautés Européennes, 1991)

Version consolidée : « La consolidation consiste à intégrer dans un acte juridique ses modifications et corrections successives. » [5]

Liste des abréviations

AMM : Autorisation de Mise sur le Marché

CIRC : Centre International de Recherche sur le Cancer

Co-RMS: Co-Rapporteur Member State

CPCASA : Comité Permanent de la Chaîne Alimentaire et de la Santé Animale (CPVADAAA) Comité Permanent des Végétaux, des Animaux et des Denrées Alimentaires et Aliments

CPS : candidats à la substitution

DG-SANCO : Direction Générale de la SANTé et des Consommateurs (DGSanté)

EFSA : European Food Safety Authority / Autorité Européenne de Sécurité des Aliments (AESa)

IBMA : International Biocontrol Manufacturers Association

LMR : Limite Maximale de Résidus

NODU : NOmbre de Doses Unités

EPPO: European and Mediterranean Plant Protection Organization

PBI : Protection Biologique Intégrée

Reg. : Règlement

RMS : Rapporteur Member State

SA : Substance Active

UE. : Union Européenne

Liste des annexes

Annexe I : Définitions du biocontrôle

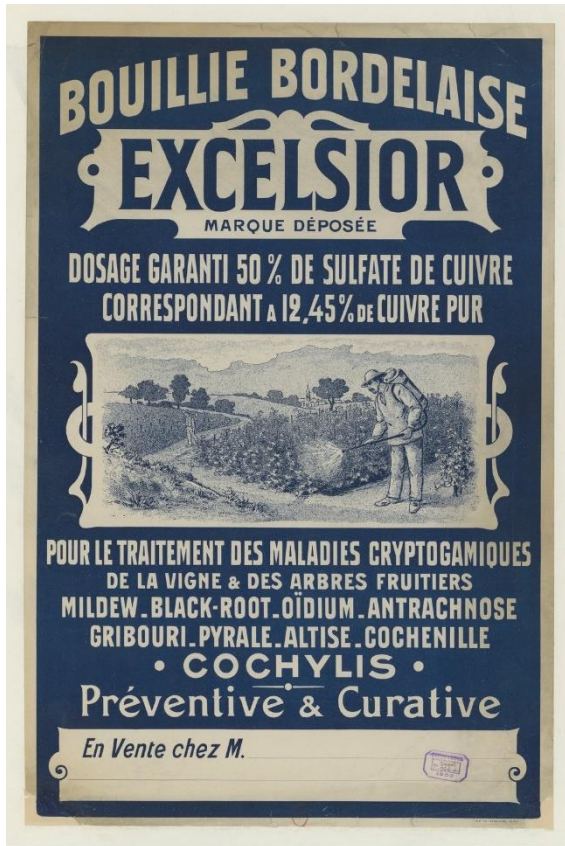
Annexe II : Critères d'approbation des substances actives

Annexe III : Description du contenu des annexes du règlement 396/2005

Liste des illustrations

Figure 1 : Affiche de publicité de 1903 pour la bouillie bordelaise [6]	0
Figure 2 : Evolution des produits phytosanitaires au cours du temps (Miquel, 2003).....	0
Figure 3: Risques pour les populations avec l'exposition des pesticides (World Health Organisation, 1990).....	2
Figure 4 : Présence et dépassement de certains pesticides dans les stations de surveillance des eaux souterraines (2010-2011) [8]	2
Figure 5 : Couverture de "Vous reprendrez bien un peu de pesticides" (Pourardier, 2010)	4
Figure 6 : Logo du plan Ecophyto (Alim'agri, 2017)	4
Figure 7 : Chiffres clés Biocontrôle 2017	6
Figure 8: Logo IBMA	6
Figure 9 : Processus d'évaluation d'une substance active [19].....	8
Figure 10 : Parcours règlementaire d'une substance de base (Marchand, 2018).....	10
Figure 11 : Comparaison du nombre de SA chimique et de biocontrôle entre 2011 et 2018 ..	20
Figure 12 : Evolution du nombre de SA au cours du temps	20
Figure 13 : Evolution des fonctions des SA	20
Figure 14 : Prévisions du dépassement par les substances de biocontrôle des substances chimiques	22
Figure 15: Prolongations des SA (courbe cumulée).....	22
Figure 16 : Evolution du nombre de substances de biocontrôle au cours du temps.....	24
Figure 17 : Progression en % du biocontrôle	24
Figure 18 : Comparaison des proportions des catégories de biocontrôle entre 2011 et 2018..	24
Figure 19 : Evolution du nombre de substance de biocontrôle par sous-division.....	26
Figure 20 : Evolution du nombre de substances de biocontrôle par fonction	26
Figure 21: Comparaison du nombre de substances de biocontrôle utilisables par filière	26
Figure 22 : Poster pour PO2N 2018 (non publié)	30
Figure 23 : Nombre potentiel de substances à faible risques et Candidates à la Substitution .	38
Figure 24 : extrait du document SANCO/1003/2000 rev.3	40
Figure 25: Comparaison du nombre de substances de biocontrôle utilisables par filière	40
Figure 26 Nombre de publication "Biocontrol" au cours du temps (PubMed).....	42
Figure 27 : Prévision de progression des substances de biocontrôle	46

Figure 1 : Affiche de publicité de 1903 pour la bouillie bordelaise [6]



Source: gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

Figure 2 : Evolution des produits phytosanitaires au cours du temps (Miquel, 2003)

Évolution des produits			
	HERBICIDES	FONGICIDES	INSECTICIDES
Avant 1900	Sulfate de cuivre Sulfate de fer	Soufre Sels de cuivre	Nicotine
1900 - 1920	Acide sulfurique		Sels d'arsenic
1920 - 1940	Colorants nitrés		
1940 - 1950	Phytohormones...		Organo-chlorés Organo-phosphorés
1950 - 1960	Triazines, Urées substituées Carbamates	Dithiocarbamates Phtalimides	Carbamates
1960 - 1970	Dipyridyles, Toluidines...	Benzimidazoles	
1970 - 1980	Amino-phosphonates Propionates...	Triazoles Dicarboximides Amides, Phosphites Morholines	Pyréthriinoïdes Benzoyl-urées (régulateurs de croissance)
1980 - 1990	Sulfonyle urées...		
1990 - 2000		Phénylpyrroles Strobilurines	

I.Introduction

A. Contexte des produits phytosanitaires

1. Histoire et utilisation des pesticides

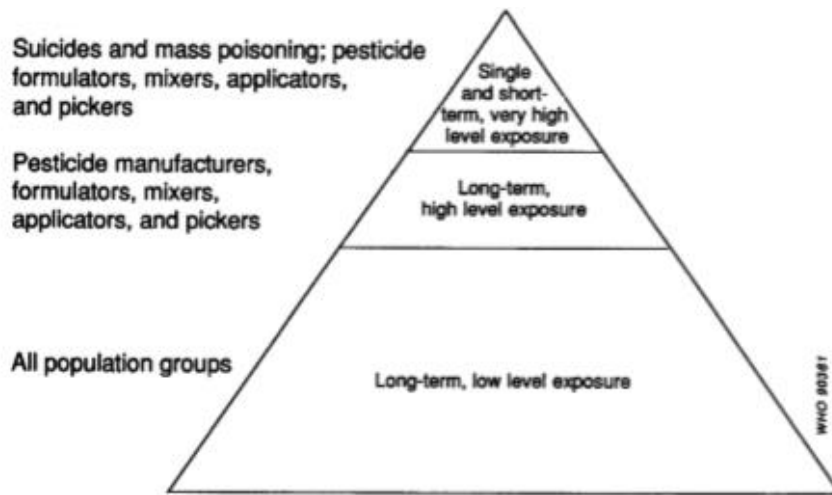
Un pesticide est défini de la façon suivante par l'EFSA : « *Substance utilisée pour éliminer ou lutter contre des organismes nuisibles, notamment des organismes porteurs de maladies, des insectes, des animaux et des plantes indésirables* ». [3] Les pesticides ont été utilisés de tous temps par les Hommes essayant de protéger leurs cultures des maladies et ravageurs.

A l'antiquité, Homère mentionne le soufre pour éloigner la vermine, et des traités de protection des cultures sont publiés par divers auteurs (Dayan et al., 2009). Entre le 7^{ème} et le 5^{ème} siècle av. J.-C. les agriculteurs chinois utilisaient des plantes, comme *Illicium lanceolatum* pour prévenir les ravageurs (Leng et al, 2011, Yang et Tang, 1988). Au moyen-âge en France, l'aconit était utilisé contre les rongeurs, et plus tard au 17^{ème} siècle, des dérivés d'arsenic furent préconisés pour traiter les végétaux. Au 19^{ème} siècle, la chimie minérale permet l'essor de l'utilisation des sulfates de cuivre, ainsi que l'invention de la bouillie bordelaise (Figure 1 [16]). Des substances naturelles tirées des végétaux comme le *Quassia amara* ont également été utilisées à cette période. (Bonnefoy, 2012 ; Bain et al., 2010 ; Lhoste et Grison, 1989). Le terme et l'idée du biocontrôle n'existaient pas encore mais les substances utilisées jusque-là répondent à une définition du biocontrôle actuel.

Cependant le véritable essor des pesticides a eu lieu après la deuxième guerre mondiale avec les recherches menées sur les gaz de combat qui mènent à la découverte des organochlorés, organophosphorés, etc. C'est l'apparition des produits phytosanitaires « chimiques ». L'histoire récente des différentes familles d'insecticides, fongicides et herbicides est résumée dans la Figure 2 (Miquel, 2003). Ces produits ont une importance capitale dans le développement récent de l'agriculture. (Bonnefoy, 2012 ; Bain et al., 2010; Lhoste et Grison, 1989).

L'usage de méthodes et de produits pour lutter contre les ravageurs et maladies n'est donc pas nouveau. Ces techniques ont été et sont utilisées pour de nombreuses raisons importantes. Premièrement, les pertes de récoltes pourraient atteindre de 50 à 80% selon les cultures sans moyens de protection (Oerke et Dehne, 2004). De plus la population humaine pourrait arriver à 11 milliards en 2100 selon une estimation moyenne (United Nation, 2017) et la surface de terres arables disponible par habitant diminue, passant de 0,324 ha par personne en 1970 à 0,194 ha par personne en 2015 [7], ce qui implique au minimum un maintien des rendements dans le futur pour nourrir l'ensemble des habitants. En outre, les maladies et ravageurs des plantes peuvent avoir des répercussions catastrophiques, comme le montre la grande famine irlandaise causée par le mildiou de la pomme de terre qui a engendrée une baisse de 25% de la population en Irlande en 6 ans due à une surmortalité et à l'émigration (Kinealy, 1995) ou encore l'ergotisme qui fit des ravages depuis le 9^{ème} jusqu'au 19^{ème} siècle en Europe (Coumans, 2002). Enfin, de nouveaux ravageurs introduits hors de leur zone d'origine apparaissent régulièrement et nécessitent de mettre en place des moyens de lutte : *Tuta absoluta*, apparue en 2006 en Europe et causant des dégâts sur tomate (Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, 2008) ou *Drosophylla suzuki*, signalée dès 2008 en Italie et en 2009 en France et qui attaque les fruits sains (Weydert, 2016) en sont les exemples.

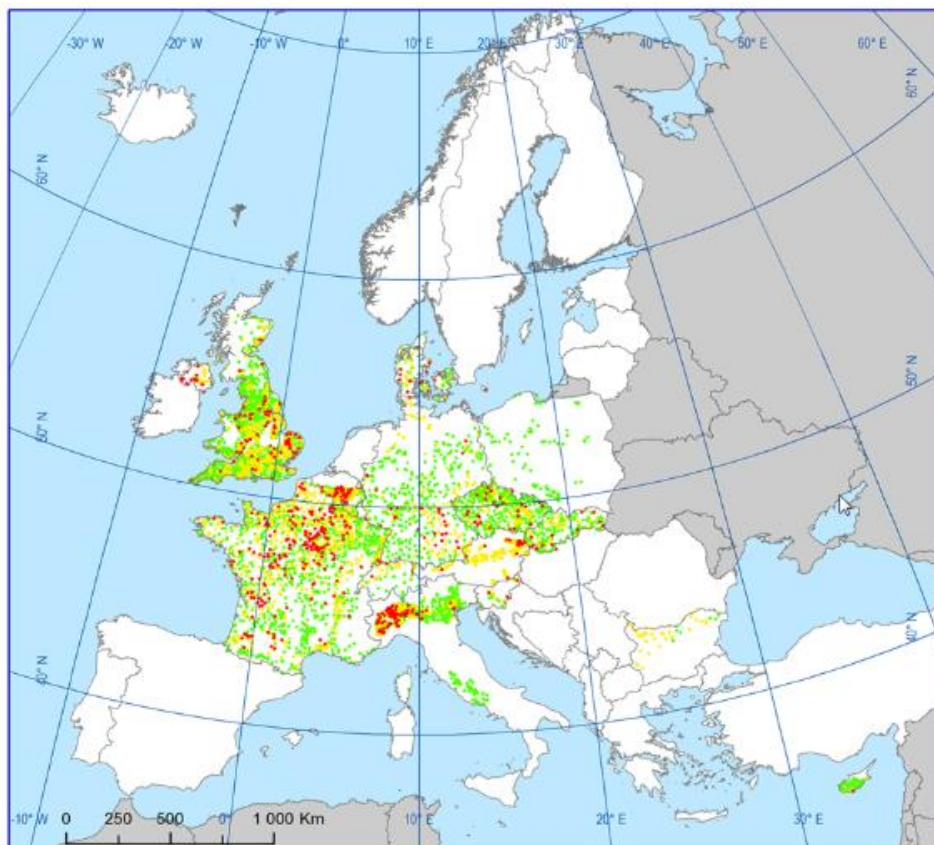
Figure 3: Risques pour les populations avec l'exposition des pesticides (World Health Organisation, 1990)



The width of the triangle indicates the approximate size of the exposed groups

* Adapted from Davies et al. (1980) and Davies (1984).

Figure 4 : Présence et dépassement de certains pesticides dans les stations de surveillance des eaux souterraines (2010-2011) [8]



- < limit of quantification
- > quality standard
- >= limit of quantification and <= quality standard
- outside coverage

2. Problématiques de santé humaine et environnementale

a) Problèmes causés par les produits phytosanitaires....

Malheureusement, l'utilisation des produits phytosanitaires n'est pas sans conséquences sur la santé humaine et sur l'environnement, comme le montre « Le printemps silencieux » de Rachel Carson paru en 1963 (Carson, 1968) et qui a déclenché une vraie prise de conscience écologique pour la société. [9] Depuis quelques décennies, des études montrent que l'usage des produits phytosanitaires entraîne des répercussions importantes sur la santé humaine et sur l'environnement. Il existe trois types de risques sur la santé humaine suivant l'intensité et la durée de l'exposition comme le montre la Figure 3 (World Health Organisation, 1990). Leurs effets néfastes sont variés, comme mettent en évidence les exemples suivants (Gatignol et Etienne, 2010 ; World Health Organisation, 1990) :

- Exposition unique et à court terme, haut niveau d'exposition : neurotoxiques, les organophosphorés bloquent l'acétylcholine. [10]
- Exposition sur le long-terme, haut niveau d'exposition : une exposition aux herbicides et aux insecticides augmente le risque de développer la maladie de parkinson (Van der Mark et al., 2011) (la maladie de parkinson peut être reconnue comme maladie professionnelle chez les agriculteurs (Décret n° 2012-665 du 4 mai 2012)).
- Exposition sur le long-terme, à de faibles niveaux d'exposition : certaines substances sont considérées comme des perturbateurs endocriniens, comme le chlorpyrifos méthyl ou le diuron (Mnif et al., 2011). D'autres sont classés par le CIRC comme probablement cancérigènes (cancérigènes du groupe 2A, 5 substances actives (SA) concernées). [11] Des conséquences indirectes sont également connues, par exemple une exposition sublétales d'*Escherichia coli* et de *Salmonella enterica* à des herbicides changent leurs résistances aux antibiotiques (Kurenbach et al., 2015).

L'environnement est également très impacté par les pesticides. Les pollutions peuvent être diffuses ou ponctuelles. Un exemple de pollution ponctuelle est celui du Rhin par 1050 t de pesticides (et 200 t de solvants et colorants) en 1986 (BARPI, 2006), conduisant à la mort de plusieurs milliers de poissons. Des relevés de qualité de l'eau en Europe montrent que certains pesticides y sont parfois trouvés en excès (Figure 4 [8]), et seraient plutôt à classer en pollution diffuse. De nombreuses problématiques concernant les abeilles avec les néonicotinoïdes ont également fait couler beaucoup d'encre ces dernières années.

De ce fait, des scandales et des polémiques plus ou moins médiatisés ont éclaté ces dernières années en France et dans le monde. L'un des derniers exemples en date est le chlordécone, dont la famille des organochlorés pose des problèmes de bioaccumulation dans les organismes par la voie des chaînes alimentaires, [12] et qui a des conséquences graves en Guadeloupe et en Martinique (utilisé de 1972 à 1993 sur culture de bananes). Il s'agit d'un perturbateur endocrinien qui augmente le risque de cancer de la prostate et peut persister jusqu'à 500 ans selon les sols (Multigner et al., 2010, Cabidoche et al., 2009).

Enfin, l'utilisation répétée de SA ayant le même mode d'action entraîne la sélection de résistances dans les populations de ravageurs. La première résistance a été répertoriée en 1905 : résistance du pou de San José à la bouillie sulfocalcique (Shidrawi, 1990). Plus de 550 espèces d'arthropodes ont développé une résistance à au moins un insecticide et des résistances à chaque classe d'herbicides sont apparues. Ces résistances ont des conséquences sur la santé humaine (ex : contrôle des épidémies de malaria) et économiques (10 milliards par an aux USA (Gould et al., 2018)).

Figure 5 : Couverture de "Vous reprendrez bien un peu de pesticides" (Pourardier, 2010)

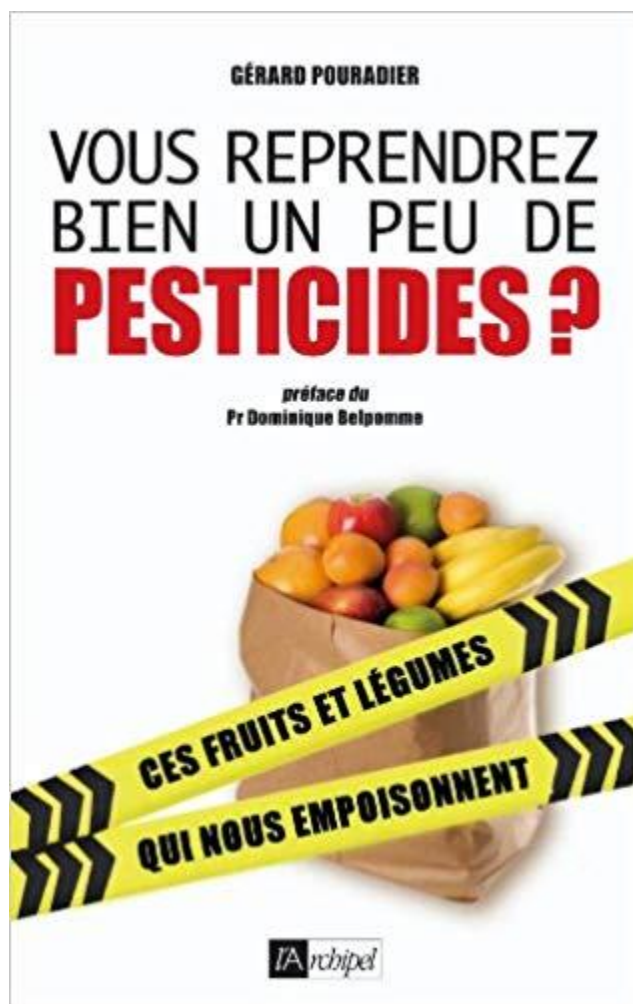


Figure 6 : Logo du plan Ecophyto (Alim'agri, 2017)



b) Entraînant une pression sociale et politique toujours plus forte

Toutes ces conséquences néfastes et leur médiatisation ont entraîné une prise de conscience et des craintes chez les consommateurs. Depuis plusieurs années des livres sont parus, parfois très pessimistes comme "Vous reprendrez bien un peu de pesticides" de Gérard Pourardier (Figure 5 (Pourardier, 2010)) ou mettant en avant des solutions alternatives (« Cessons de tuer la terre pour nourrir l'homme ! : pour en finir avec les pesticides» (Pelt, 2012)) Selon un sondage, « 93% des personnes interrogées considèrent [que] leur santé [est] impactée par la présence de pesticides dans les aliments consommés » (Jaco, 2017). Au Royaume-Uni, l'utilisation dans l'agriculture de pesticides est la troisième source d'inquiétude pour la sécurité alimentaire (Miles et al., 2004). Cette nouvelle perception des produits phytosanitaires a eu des répercussions sur le plan politique, traduites par des textes réglementaires à la fois au niveau européen et au niveau national.

Au niveau européen, deux textes réglementaires importants ont été mis en place : la directive 2009/128/CE, qui a mené à l'instauration du plan Ecophyto (Figure 6 (Alim'agri, 2017)), et le règlement (CE) N° 1107/2009 concernant la mise en marché des produits phytosanitaires, qui a créé les substances de bases, les substances à faibles risques et les substances candidates à la substitution. Ce texte a également durci les critères toxicologiques et écotoxicologiques (une substance classée Polluant organique persistant ne peut être approuvée) (Villaverde et al., 2014).

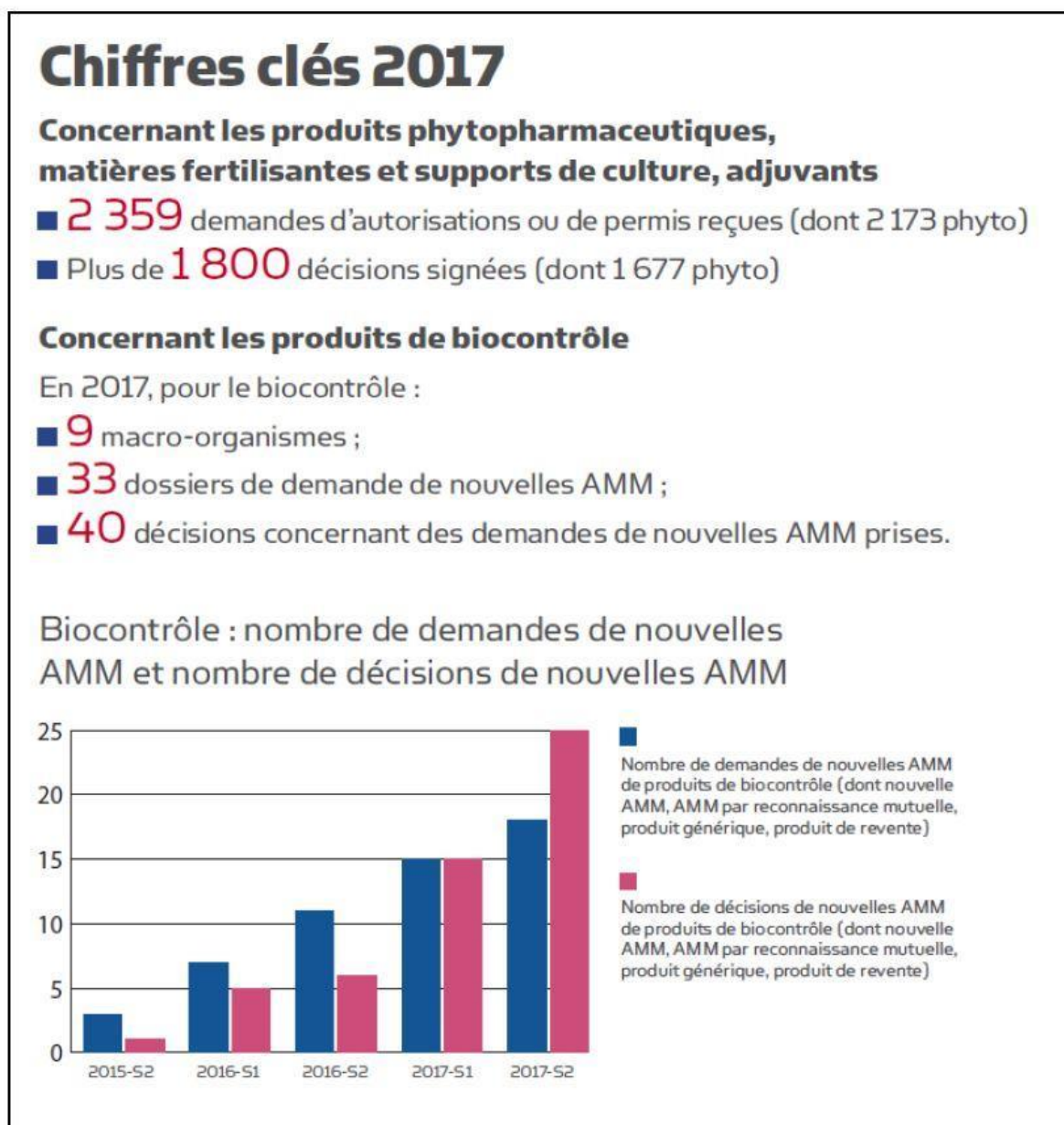
Au niveau Français, la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) du 17 août 2015 a interdit depuis le 1^{er} janvier 2017 l'usage des produits phytosanitaires pour l'entretien des espaces verts, forêts, promenades et voiries accessibles ou ouvertes au public, et l'interdira le 1^{er} janvier 2019 pour les particuliers. [14] Les produits à faibles risques, utilisables en AB, inscrits sur la liste de biocontrôle française et les substances de base restent utilisables.

c) Et incitant des changements de pratiques

Bien que de nombreux progrès restent à accomplir, les pratiques ont évolué. En Europe, l'utilisation de systèmes de cultures alternatifs à ceux de l'agriculture conventionnelle se développe : la part de terres agricoles consacrée à l'agriculture biologique est en augmentation, passant de 6 millions d'hectares en Europe en 2006 à 12 en 2016. [15] Différents progrès selon les pays ont également été observés : le Danemark a réduit les risques associés aux pesticides de 40% entre 2011 et 2015, au Pays-Bas l'impact des pesticides sur l'eau de surface a diminué de 85% entre 1998 et 2010 et 100% des distributeurs et utilisateurs de pesticides possédaient un certificat, l'Allemagne a diminué de 30% le risque environnemental dû aux pesticides, etc. (DG Health and Food Safety, 2017).

Les changements de réglementation ont eu des impacts concrets : du fait du retrait de substances problématiques, il y a eu une réduction notable du NODU en France pour les substances cancérogènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction (-63% de 2008 à 2012) (Potier, 2014). De plus, le plan Ecophyto a mis en place des outils comme le Certiphyto (augmentation du port systématique de gants et d'un masque) et le Bulletin de Santé du Végétal afin d'encourager un meilleur usage des produits phytosanitaires (Potier, 2014 ; Andral et al., 2014).

Figure 7 : Chiffres clés Biocontrôle 2017



Source : ANSES (Salon international de l'agriculture, février 2018)

Figure 8: Logo IBMA



B. Présentation du biocontrôle

C'est dans ce contexte de prise de conscience de la société et d'évolution de la réglementation que le biocontrôle se développe, car les substances de biocontrôle sont souvent perçues comme moins nocives que les substances chimiques (Villaverde, 2014). Le Biocontrôle est un outil utilisé dans le cadre de la Protection Biologique Intégrée (Caldumbide et Jaloux, 2007).

1. Le biocontrôle, des biocontrôles

Il n'existe pas de définition du biocontrôle dans la réglementation européenne, ni de liste de substances actives (SA) de biocontrôle. Le biocontrôle peut être défini de plusieurs façons selon les auteurs et être plus ou moins restrictif. Dans cette étude, la définition du biocontrôle utilisée est celle de l'article L253-6 du Code rural et de la pêche maritime (d'autres définitions sont disponibles dans l'Annexe I : Définitions du biocontrôle).

Les produits de biocontrôle : « *sont des agents et produits utilisant des mécanismes naturels dans le cadre de la lutte intégrée contre les ennemis des cultures. Ils comprennent en particulier :*

- *Les macro-organismes ;*
- *Les produits phytopharmaceutiques comprenant des micro-organismes, des médiateurs chimiques comme les phéromones et les kairomones et des substances naturelles d'origine végétale, animale ou minérale. »*

Le biocontrôle comporte donc 4 piliers dont 3 sont concernés par le règlement (CE) N° 1107/2009 : les substances d'origines naturelles, les médiateurs chimiques et les micro-organismes qui sont considérés comme des SA phytosanitaires. L'utilisation des macro-organismes n'est pas réglementée au niveau européen, même s'il peut exister des réglementations nationales (en France, il existe une liste des macroorganismes non indigènes utilisables sur le territoire (Arrêté du 26 février 2015)).

Remarque : Le biocontrôle peut être confondu avec les biostimulants. Cependant, les deux types de produits sont différents : les produits de biocontrôle s'utilisent contre les stress biotiques (bactéries, insectes, etc.) tandis que les biostimulants s'utilisent contre les stress abiotiques (stress thermique, carences nutritives, etc.). [16]

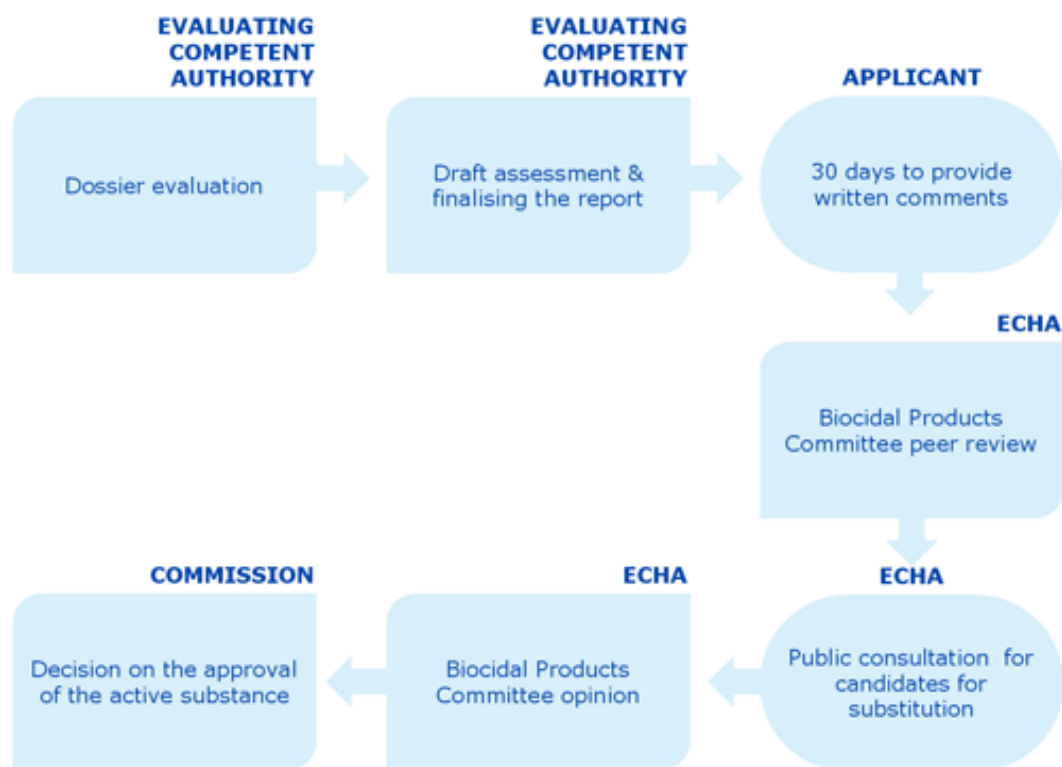
2. Un marché en expansion

Dans le monde, le marché du biocontrôle représente 1,9 milliards d'euros et en Europe 542 millions d'euros, avec respectivement 230 et 91 fabricants, et avec une croissance annuelle entre 15 et 20%. Il existe plus de 450 SA de biocontrôle et plus de 2300 produits en 2014 (Ravensberg, 2015). En France, le biocontrôle représente 5% du marché de la protection des plantes et s'élève à 140 millions d'euros (chiffres de 2017). [17] et le nombre de demandes d'AMM pour des produits de biocontrôle ne cesse de progresser (Figure 7). Différents acteurs soutiennent le biocontrôle : l'IBMA (International Biocontrol Manufacturers Association, Figure 8) qui est l'association des fabricants de produits de biocontrôle dans le monde, le ministère de l'agriculture et de l'alimentation, l'INRA, etc.

Tableau 1 : Comparatif des différents types de substances actives (Règlement (CE) N° 1107/2009, [18])

	Candidates à la substitution	Substances classiques	Substances à faibles risques	Substances de base
Durée d'approbation	7 ans	10 ans	15 ans	Illimitée
Critères	Ne satisfaisant aux critères prévus à l'article 4	Critères de l'article 4	Faible risque pour la santé humaine, la santé animale et l'environnement	Dont l'activité principale n'est pas phytopharmaceutique mais utile à la protection des cultures
Règlement 1107/2009	Article 24	Article 4	Article 22	Article 23
Dossier	Standard	Standard	Certaines parties peuvent être réduites	Simplifié
Coût	€€€	€€€	€€€	€
Exemple	Etoxazole	Clopyralid	COS-OGA	<i>Equisetum arvense L.</i>

Figure 9 : Processus d'évaluation d'une substance active [19]



C. La réglementation européenne

1. Des substances très encadrées

Les SA sont réglementées au niveau européen et soumises au règlement (CE) N°1107/2009 qui détermine les règles de mises en marché des produits phytosanitaires. Il a abrogé les directives 79/117/CEE concernant l'interdiction de mise sur le marché et d'utilisation des produits phytopharmaceutiques contenant certaines substances actives et 91/414/CEE concernant la mise en marché des produits phytopharmaceutiques.

Le règlement (CE) N°1107/2009 a apporté plusieurs changements majeurs : apparition de nouveaux types de substances (candidates à la substitution, faibles risques, substances de base), durcissement des critères toxicologiques et écotoxicologiques, et évaluation zonale possible des produits ([20], Villaverde, 2014).

Le règlement d'exécution (EU) N° 540/2011 est la liste des substances approuvées en Europe. Si une substance active n'est pas sur cette liste elle ne peut pas être utilisée dans un produit portant des allégations phytosanitaires. Elle est constituée de 5 parties : partie A (substances initialement présentes lors de la mise en place de cette liste, règlement d'exécution (UE) N° 541/2011), partie B (nouvelles approbations ou renouvellements de substances, règlement d'exécution (UE) N° 541/2011), partie C (substances de base, règlement d'exécution (UE) N° 462/2014), partie D (substances à faibles risques, règlement d'exécution (UE) N° 2015/306) et partie E (substances candidates à la substitution, règlement d'exécution (UE) N°2015/2105). Une substance ne peut être que dans une partie à la fois. Cette liste a évolué au cours du temps, avec les nouvelles approbations, les retraits d'approbation et les renouvellements.

La classification, l'étiquetage et l'emballage des SA et des mélanges sont encadrés par le règlement (CE) N° 1272/2008 du 16 décembre 2008. Les limites maximales de résidus (LMR) des SA sont quant à elles réglementées par le règlement (CE) N° 396/2005 du 23 février 2005 concernant les limites maximales applicables aux résidus de pesticides présents dans ou sur les denrées alimentaires et les aliments pour animaux d'origine végétale et animale.

2. Le parcours réglementaire des substances actives en Europe

Avant d'arriver entre les mains des producteurs sous forme de produits finis, une nouvelle substance active suit un parcours administratif, qui diffère selon le type de substances.

a) *Les différents types de substances actives*

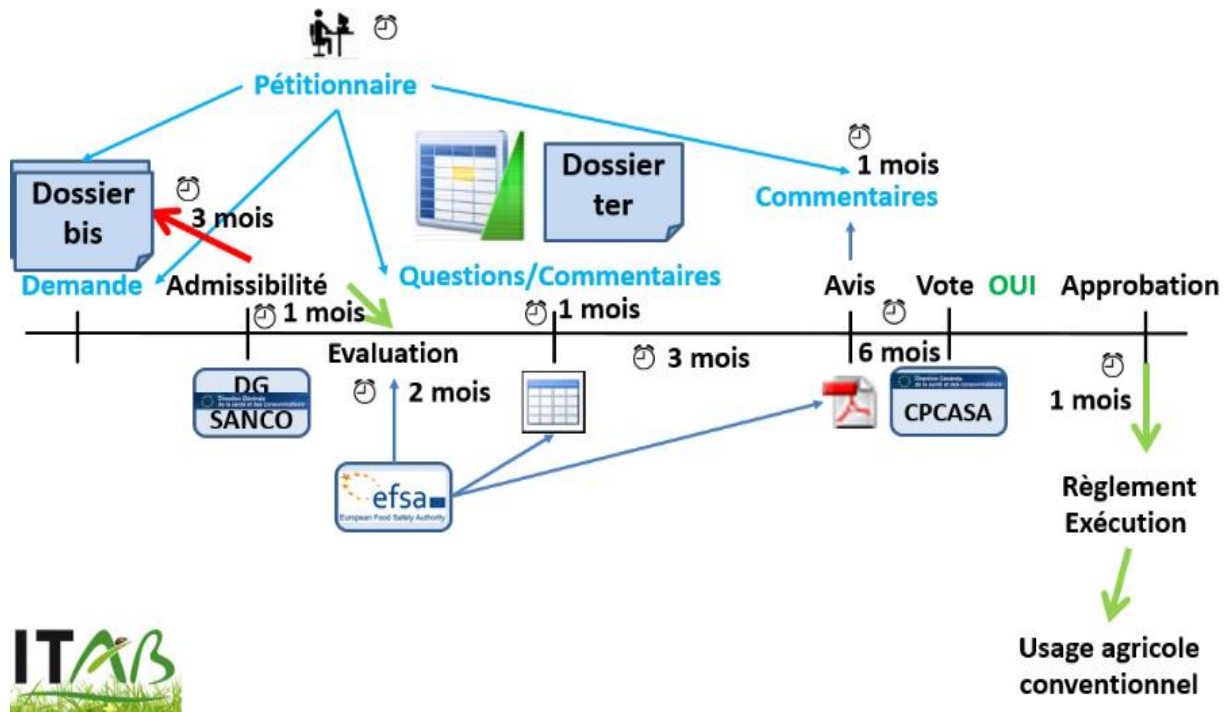
Il existe 4 types de SA, chacune avec ses caractéristiques propres, comme le montre le Tableau 1 : Comparatif des différents types de substances actives (Règlement (CE) N° 1107/2009, [18]). Ces différents types de substances permettent de réguler

Les critères précis des SA sont disponibles dans l'Annexe II : Critères d'approbation des substances actives.

b) *Et leur parcours réglementaire obligatoire....*

Toutes les SA sont soumises à approbation devant la Commission Européenne. Pour commencer, le pétitionnaire doit monter un dossier dont les exigences applicables sont référencées par le règlement (UE) N° 283/2013. Les exigences peuvent être différentes suivant le type de substances (microorganismes, phéromones, etc.) (Marchand, 2017). Ce dernier est alors soumis à un Etat membre qui en devient alors le rapporteur. Le parcours de la substance est décrit par la Figure 9 [19].

Figure 10 : Parcours réglementaire d'une substance de base (Marchand, 2018)



Pour les substances de base, le principe de l'homologation est le même, avec un dossier simplifié. Les données nécessaires peuvent être accessibles dans la littérature scientifique ou dans d'autres données bibliographiques et doivent porter sur trois propriétés : généraliste (ex : accessibilité des matières premières), constitutive (ex : constitution chimique) spécifiques (ex : données toxicologiques) (Marchand et Carrière, 2012). Le parcours réglementaire est résumé dans la Figure 10 (Marchand, 2018).

Une fois la SA approuvée, le demandeur peut demander une AMM pour le produit contenant la SA dans le pays dans lequel il veut le commercialiser. Les extensions d'usages se déroulent au niveau national, sauf pour les substances de base (non concernées par la réglementation nationale et par les AMM).

Différentes LMR sont décidées et la substance est classée dans une annexe du règlement (CE) N° 396/2005. Les annexes concernées sont les annexes II (LMR anciennement définies), III (LMR temporaires), IV (pas de LMR) et V (valeurs par défauts) : pour plus d'explications se référer à l'Annexe III : Description du contenu des annexes du règlement 396/2005

3. La réglementation du biocontrôle

Les substances d'origine naturelles, les substances sémi-chimiques (médiateurs chimiques) et les micro-organismes sont considérés comme des SA phytosanitaires et donc soumises aux mêmes réglementations que les autres SA (règlement (CE) N°1107/2009).

Les macro-organismes ne sont pas réglementés au niveau européen, et seuls les non-indigènes sont soumis à une demande d'autorisation à l'ANSES en France (Arrêté du 26 février 2015). Ils ne seront pas pris en compte dans cette étude pour plusieurs raisons : l'absence de réglementation au niveau européen et donc de données précises, leur utilisation qui peut être très différente des autres piliers du biocontrôle (avec la lutte par introduction), et enfin la difficulté de récupérer des données sur l'ensemble de l'Union Européenne.

Le règlement (CE) N°1107/2009 est actuellement favorable aux substances de biocontrôle, du fait du durcissement des critères toxicologiques et écotoxicologiques et par le biais de la création des catégories des substances de base et des substances à faibles risques.

Cependant, la réglementation n'a pas toujours été favorable aux substances de biocontrôle. Avec l'entrée dans l'Union Européenne et la mise en place de la directive 91/414/CE (homogénéisation des SA phytosanitaires), des substances d'origine naturelle ont été écartées et interdites parce qu'elles n'étaient pas assez rentables ou parce que les frais d'approbation étaient trop élevés pour les demandeurs (Matyjaszczyk, 2011). De plus, les critères ayant été initialement pensés pour des SA chimiques, certaines substances comme les microorganismes ont pu avoir des difficultés à obtenir leur approbation (Alabouvette et al., 2006). Actuellement, plusieurs Guidelines ont été mises en place pour aider l'approbation de ces substances comme les micro-organismes (SANCO/12545/2014-rev.2) ou les substances d'origine végétale (SANCO/11470/2012-rev.8), disponibles sur le site de la Commission Européenne. [21]

D. Problématique

Le marché du biocontrôle augmente, cependant il n'existe pas de chiffres précis sur l'évolution des substances actives en UE. C'est pourquoi il a été décidé de quantifier cette augmentation depuis la mise en place du règlement (CE) N°1107/2009. Il s'agit de comprendre si la croissance du biocontrôle est principalement basée sur l'augmentation du nombre de produits ou si elle se fonde également sur une augmentation du nombre de substances actives.

Plusieurs hypothèses de base ont été posées :

- Le nombre de substances de biocontrôle augmente.
- Le nombre de substances chimiques diminue.
- La toxicité des substances diminue.

Problématique :

Etude de l'évolution du règlement 540/2011 depuis son entrée en vigueur : quelle progression depuis 2011 et quelles perspectives pour les substances actives utilisées en biocontrôle ?

- Quelles évolutions qualitatives et quantitatives ?
- Quels types de substances sont le plus susceptibles d'être homologuées dans le futur ?
- Quels obstacles au développement des substances du biocontrôle ?

Pour répondre à cette problématique nous allons dans un premier temps extraire et analyser les données de la version consolidée du Règlement d'exécution (UE) No 540/2011, afin de connaître l'évolution des différents types de substances de biocontrôle. Dans un second temps, l'UE Pesticides Database sera utilisée pour récupérer les fonctions des différentes substances, et Ephy pour recueillir les différents usages de ces substances. Grâce à tous ces éléments, nous pourrons tout d'abord discuter de l'évolution des substances de biocontrôle, puis de leurs perspectives d'avenir et enfin des différents obstacles qui pourraient se présenter à elles.

La période étudiée sera de la mise en place du Règlement d'exécution (UE) No 540/2011 fin mai 2011 à juin 2018, soit une période de 7 ans, et détaillée par semestre.

II. Matériel et méthodes

A. Récupération des données des substances actives

1. Classification des différentes substances

La première étape a été de classer les substances en différentes catégories de biocontrôle, en se basant sur la définition de l'article L253-6 du code rural et de la pêche maritime. Ces substances ont été divisées en catégories et en subdivisions pour pouvoir effectuer une analyse plus précise par la suite. Les différents types de substances sont :

- Les microorganismes, divisés en bactéries, champignons et virus. Les souches approuvées de manières simultanées n'ont pas été différenciées.
- Les substances d'origine naturelle sont d'origine :
 - Végétale : y compris les composants pris individuellement comme par exemple le thymol
 - Animale : les répulsifs pour les animaux (hors insectes) et le Chlorhydrate de chitosan (éliciteur).
 - Minérales : substances qui peuvent être trouvées à l'état naturel
 - Microbienne : produites par des champignons ou des bactéries
 - Biosourcée : dont l'origine est naturelle mais difficilement classifiable (exemple : CO₂).

Remarques : Les subdivisions « microbienne » et « biosourcée » ne sont pas mentionnées dans la réglementation mais permettent de classer plus aisément les substances d'origines naturelles. Les substances naturelles synthétisées chimiquement sont prises en compte.

- Les substances sémi-chimiques (médiateurs chimiques) ont été divisées en deux catégories (Norin, 2007) :
 - Pheromones : « *Une phéromone est une substance produite par un être vivant et qui interagit avec un autre être vivant de la même espèce* ». [22]
 - Substances allélochimiques : « *Contrairement aux phéromones qui sont des substances intraspécifiques c'est-à-dire qui permettent des interactions entre individus de même espèce, les substances allélochimiques conduisent à des interactions entre individus d'espèces différentes, ce sont des substances interspécifiques* ». [22]

Cette classification permet une étude plus fine des substances de biocontrôle. Cette étape est importante car elle détermine les résultats futurs en fonction du classement de telle ou telle substance. Elle peut être sujette à débat, comme par exemple avec le cuivre qui est d'origine minérale mais qui n'est pas toujours considéré comme une substance de biocontrôle à cause de ces caractéristiques toxicologiques et écotoxicologiques, ou encore avec le fait de considérer une substance à la base trouvable dans la nature mais synthétisée pour sa commercialisation comme une substance de biocontrôle (exemple : le phosphonate de disodium : existence dans les explosions volcaniques).

2. Extraction des données

a) *Substances actives ayant été approuvées*

La version consolidée du Règlement d'exécution (UE) No 540/2011 a permis de récupérer l'ensemble des règlements d'exécution le modifiant depuis sa mise en application en 2011. Ces règlements d'exécution ont permis de réaliser l'historique pour toutes les substances actives (chimiques et de biocontrôle) ayant été approuvées en UE depuis son entrée en vigueur. Ils permettent de connaître leur évolution dans le règlement, mais également leurs éventuelles prolongations, leurs renouvellements ou non, et les nouvelles approbations.

Certaines substances sont classées en groupe comme les SCLP (Straight Chain Lepidopteran Pheromones), ce qui implique que c'est le groupe de substances dans son ensemble qui est concerné par le règlement d'exécution (pour un renouvellement par exemple). Cependant, de nouvelles substances peuvent être approuvées au sein de ces groupes sans pour autant avoir de règlement d'exécution. Il faut donc chercher le règlement spécifique au groupe de substances pour déterminer leur évolution.

Les usages de ces substances ont été récupérés par deux moyens :

- Utilisation de la base Ephy [23] pour trouver les usages des produits correspondant aux différentes substances actives, et donc tous les usages attribués à une substance.
- Utilisation des Review Report, disponibles sur l'UE Pesticides Database [24] pour les usages des substances qui n'étaient plus approuvées ou sans produits correspondant.

Pour assurer une répartition standard des usages des différentes substances, les usages du Catalogue des usages Français ont été classés dans les différentes filières (DGAL/SDQPV, 2015). Ce « guide » a ensuite été utilisé pour déterminer dans quelle filière une substance a été utilisée en fonction de ses usages.

Les fonctions des substances actives, les LMR, les informations toxicologiques (ADI, ARfD et AOEL) et les mentions de danger (qui peuvent donner des informations sur les risques induits par les substances) ont été récupérés sur l'UE Pesticides Database [24]. Les DL₅₀ ont été récupérées sur « PPDB : Pesticide Properties DataBase » [25] et « BPDB : Bio-Pesticides DataBase » [26] de l'Université de Hertfordshire. Certaines DL₅₀ n'étant pas disponibles, des approximations ont pu être effectuées selon le type de substance.

Remarque : Il existe une liste française des produits de biocontrôle, néanmoins elle est limitée par des critères de risques et environnementaux, du fait des avantages qu'elle octroie (Articles L253-5 et L253-7 du code rural) et référence les produits au niveau français et non les substances actives (niveau européen). Elle n'aurait donc pas pu servir de base pour ce travail, d'autant que certaines substances de biocontrôle n'ont pas de produits autorisés en France

b) *Substances actives n'ayant jamais été approuvées*

L'UE Pesticides Database [24] a été utilisée pour trouver les substances actives n'ayant jamais été autorisées depuis l'entrée en vigueur du règlement d'exécution (UE) N° 540/2011 mais qui ont candidaté pour approbation. Plusieurs étapes ont été suivies afin de récupérer cette liste de substances :

- 1) Récupérer toutes les substances non approuvées dans l'Union Européenne sur l'UE Pesticides Database grâce à une option de tri de cette base de données.
- 2) Trier les substances qui n'ont jamais été approuvées de celles qui l'ont été.
- 3) Trier les substances selon les différentes catégories et subdivisions.
- 4) Répertoire les raisons de non-approbation
- 5) Analyser les données.

Tableau 2 : Colonnes de la base de données principale

Colonne	Question/utilité
Numéro d'entrée	Ordre d'entrée dans la base de données, permet de réinitialiser facilement la base de données.
Partie	Classification dans le règlement
Numéro d'enregistrement	
Nom commun français	-
Nom commun anglais	
Classe	Classification des substances actives
Type	
Fonction (Insecticide, fongicide...)	Quelle est l'évolution des fonctions au cours du temps ?
Filières : Viticulture, Arboriculture, ...	Quelle est l'évolution des usages au cours du temps ?
CPS	Quelle est l'évolution des CPS au cours du temps ?
UAB	Quelle est l'évolution des substances autorisées en AB au cours du temps ?
Biocontrôle	Pour les formules Excel
Renouvellement	Nombre de renouvellements pour chaque substance
Nombre de prolongation par substance active	Nombre de prolongations pour chaque substance
Approuvée ?	Pour les formules Excel
RMS	Pays rapporteurs et co-rapporteur pour chaque substance
Co-RMS	
EU database	Lien vers l'UE Database
1) Dates de 2011 à 2023 (pas de temps 6 mois)	Evolution des substances (approbation, fin de période d'approbation...)
2) Dates de 2011 à 2018 (pas de temps 6 mois)	Evolution des substances dans les différentes parties du règlement
3) Dates de 2011 à 2033	Dates précises des approbations, renouvellements...

B. Création de la base de données

Plusieurs fichiers ont été créés pour une gestion plus optimale des données récupérées.

1. Fichier principal

Une majorité des données récupérées ont été entrées dans un tableur Excel pour être analysées et répondre aux différentes questions posées, comme le montre le Tableau 2 : Colonnes de la base de données principale. Ce fichier regroupe toutes les substances approuvées à la mise en place du règlement d'exécution (UE) N°540/2011 et nouvellement approuvées. Il permet de suivre l'évolution dans le temps des différentes substances, filières (obtenues grâce aux usages), fonctions, LMR... et d'analyser ces données. Un pas de temps de 6 mois a été décidé : c'est un compromis entre un pas de temps d'une année (qui n'apporte pas assez de précisions) et tous les mois (ce qui aurait augmenté la taille du tableur de manière disproportionnée).

Des options de tris ont été mises en place pour toutes les colonnes, elles permettent de répondre rapidement à des questions annexes, comme par exemple le nombre de micro-organismes utilisés comme fongicides en 2014.

Cette base de données est presque entièrement automatisée, les changements dans la feuille principale sont pris en compte dans toutes les formules des feuilles annexes. Cela permet de changer très facilement les données du tableau, ce qui rend aisé son remplissage au cours du temps et l'obtention de résultats immédiats, y compris graphiques.

2. Fichiers secondaires

Un second fichier est utilisé pour suivre les différentes mises à jour du fichier principal à travers les parutions au cours du temps des différents règlements d'exécution : il référence les dates, numéros et actions de ces différents règlements. Il permet de connaître le niveau de mise à jour du fichier principal.

Les substances qui n'ont jamais été approuvées ont été répertoriées dans un autre fichier Excel et analysées. Chaque étape décrite plus haut correspond à une feuille du classeur Excel, ce qui permet de revenir en arrière et vérifier les résultats.

Les informations toxicologiques et les mentions de danger ont été regroupées dans un fichier à part. Ce fichier contient également les caractéristiques utiles tirées du fichier principal afin de pouvoir effectuer des recoupements et des tris.

Pour finir un mode d'emploi de la base de données a été réalisé. Il permettra à une ou plusieurs autres personnes de pouvoir prendre en main la base de données et pouvoir continuer à la tenir à jour dans le futur.

Figure 11 : Comparaison du nombre de SA chimique et de biocontrôle entre 2011 et 2018

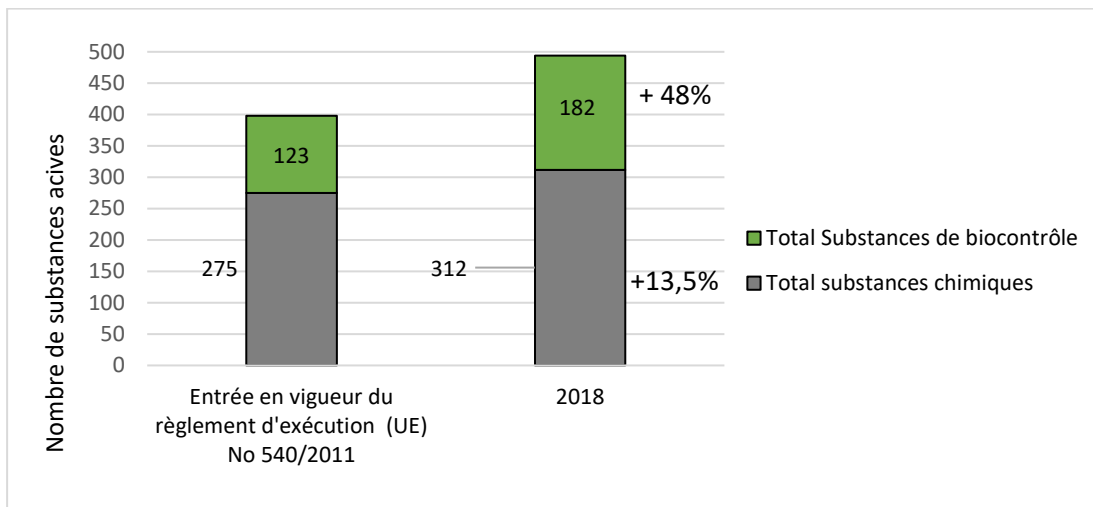


Figure 12 : Evolution du nombre de SA au cours du temps

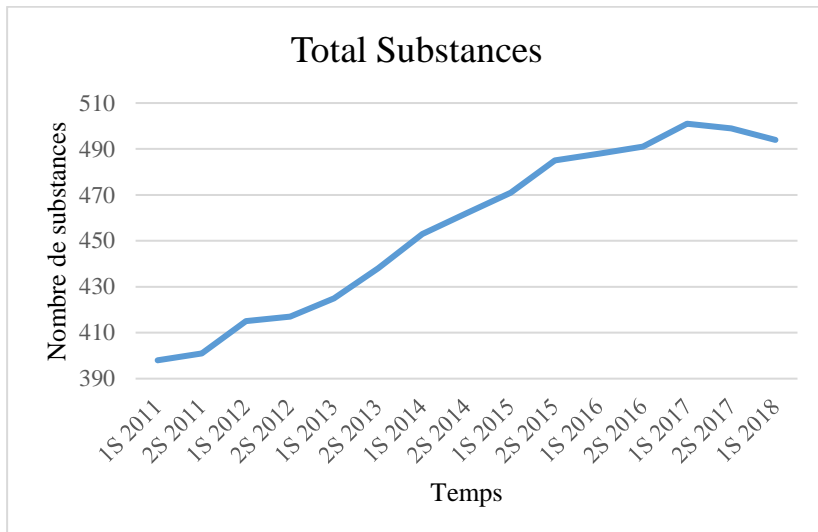
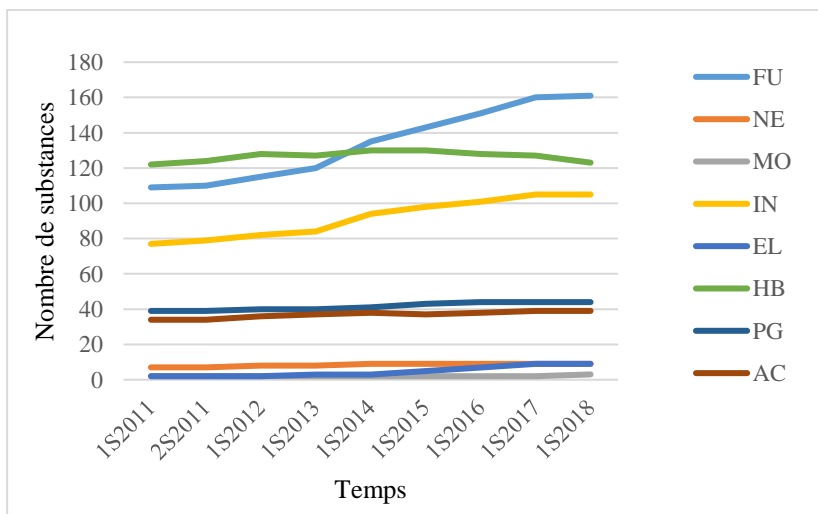


Figure 13 : Evolution des fonctions des SA



III. Résultats

A. Des substances phytosanitaires en évolution

1. Des substances actives en général

Le nombre de SA a augmenté depuis l'entrée en vigueur du règlement 540/2011 (25 mai 2011) au 31 juin 2018, passant de 398 à 494, soit une hausse de 24%. Comme le montre la Figure 11, l'augmentation du nombre de substances a été différente entre les substances chimiques (+13,5%) et les substances de biocontrôle (+48%). 34 substances n'ont pas été renouvelées, dont 6 substances de biocontrôle (3 substances naturelles d'origine végétale, 2 phéromones et 1 virus). L'évolution du nombre de substances totales a été relativement homogène dans le temps de 2011 à 2017 mais on observe une stabilisation voire une diminution progressive depuis cette date, comme indiqué par la Figure 12.

Les principales fonctions des substances ont également été répertoriées : fongicides (FU), nématicides (NE), molluscicides (MO), insecticides (IN), éliciteurs (EL), herbicides (HB), régulateur de croissance des plantes (PG) et acaricides (AC) et leur évolution est montrée par la Figure 13. On observe que toutes les catégories ont augmenté. Celles qui ont le plus évolué sont les fongicides (+ 52 SA) et les insecticides (+ 28 SA). Les éliciteurs (+7 SA), les régulateurs de croissance des plantes (+5 SA) et les acaricides (+5 SA) ont augmenté de manière plus légère. Les nématicides (+2 SA), les herbicides (+1 SA) et les molluscicides (+1 SA) n'ont presque pas évolué.

Les SA actuellement en Pending (c'est-à-dire en attente de décision) sont au nombre de 37, dont 19 substances de biocontrôle. Elles sont composées de 5 bactéries, 6 champignons, 2 virus, 1 substance naturelle d'origine microbienne, 4 substances naturelles d'origine végétale et 1 phéromone.

La liste des substances candidates à la substitution a été mise en place par le Règlement d'Exécution (UE) 2015/408 et contenait 77 SA. La partie des substances candidates à la substitution est apparue en novembre 2015 (partie E) avec le Règlement d'exécution (UE) n° 2015/2105. Leur nombre est resté relativement stable : au premier semestre 2018 elles étaient au nombre de 70. 8 de ces substances n'ont pas été renouvelées, mais 2 nouvelles sont apparues.

Figure 14 : Prévisions du dépassement par les substances de biocontrôle des substances chimiques

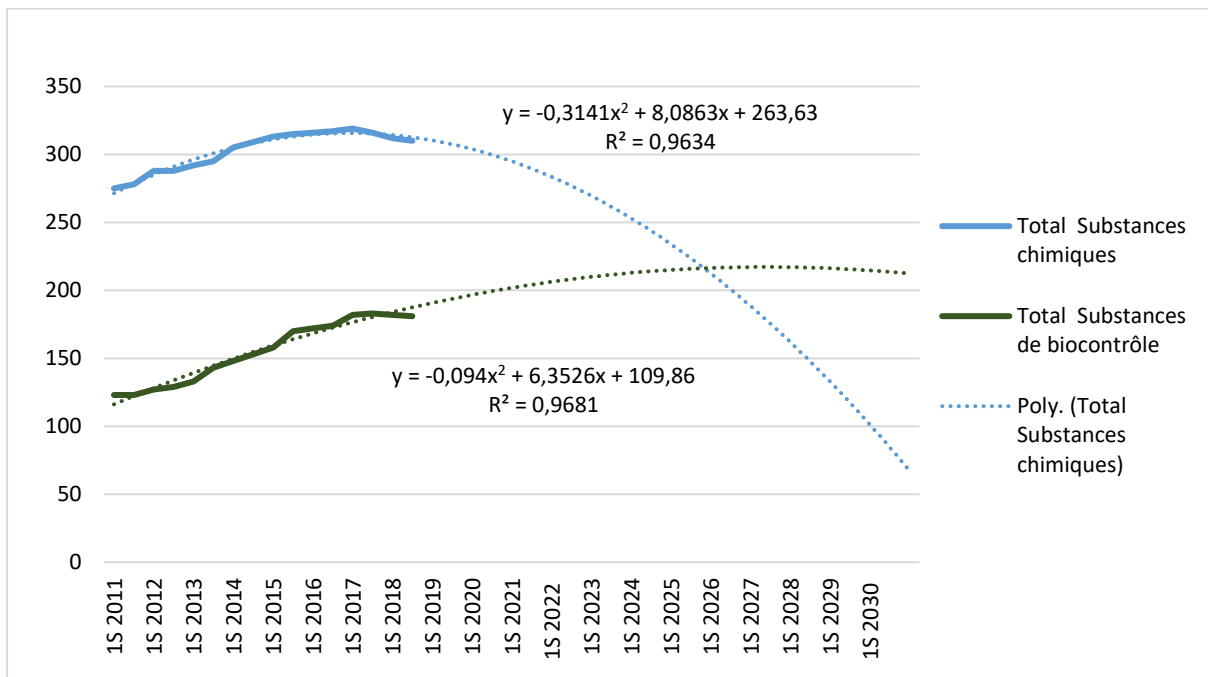
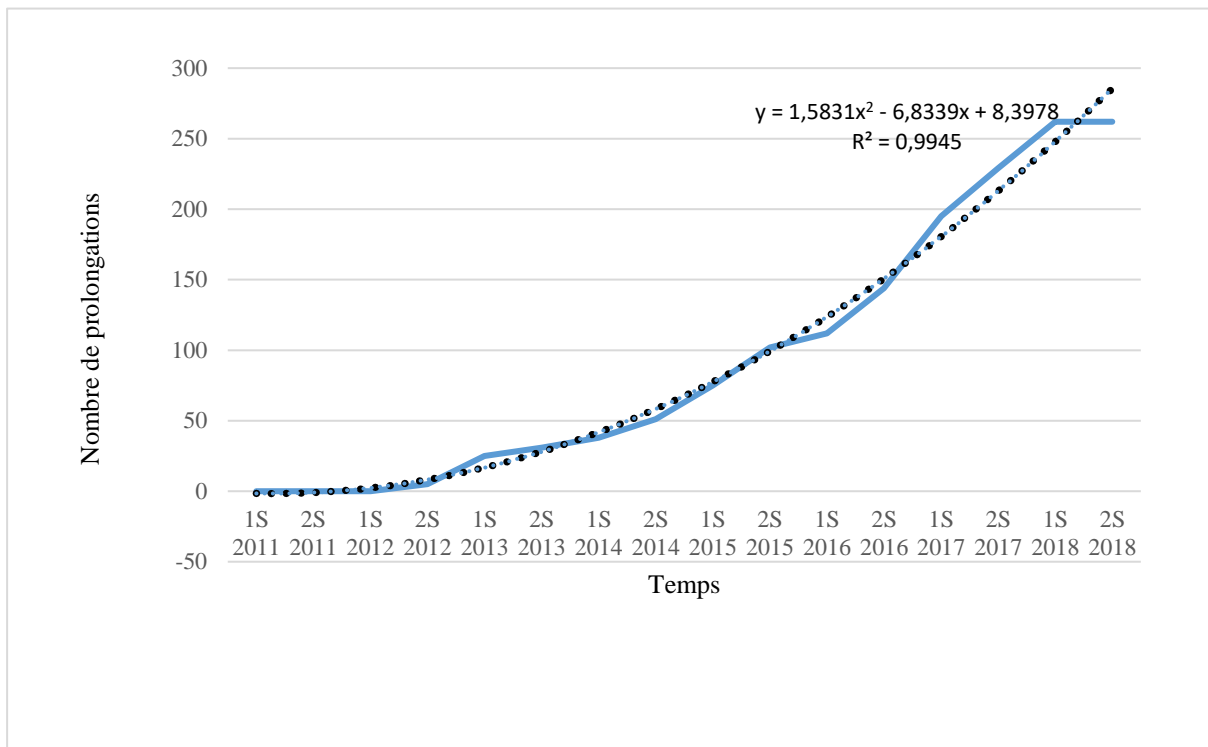


Figure 15: Prolongations des SA (courbe cumulée)



D'après la Figure 14, le moment où le nombre de substances de biocontrôle dépassera le nombre de substances chimiques serait vers 2026. Les deux courbes suivent des lois polynomiales avec des R^2 proches de 1.

Ce résultat est à prendre comme une indication de ce qui pourrait se passer : elle est réalisée de manière mathématique sans prendre en compte les particularités de chaque substance, et ne considère pas les changements éventuels de réglementation ou les interdictions soudaines de certaines substances ou groupe de substances.

Lors de l'étude des règlements d'exécution, les prolongations des périodes des substances ont été répertoriées. La courbe cumulée de ces prolongations suit une courbe polynomiale d'ordre 2 avec un R^2 très proche de 1, comme le montre la Figure 15. Actuellement, la moitié des substances a été prolongée (266), avec en moyenne 0,73 prolongations par substance (en prenant en compte la totalité des prolongations qui vont jusqu'en 2021). Les premiers renouvellements de substances ont eu lieu en 2012, mais le nombre de substances arrivant en fin de période d'approbation est actuellement très important (19 en cette fin 2018, 125 en 2019 et 73 en 2020) et qu'au maximum 26 substances ont été traitées (renouvellement et non-renouvellement) en 2017.

Figure 16 : Evolution du nombre de substances de biocontrôle au cours du temps

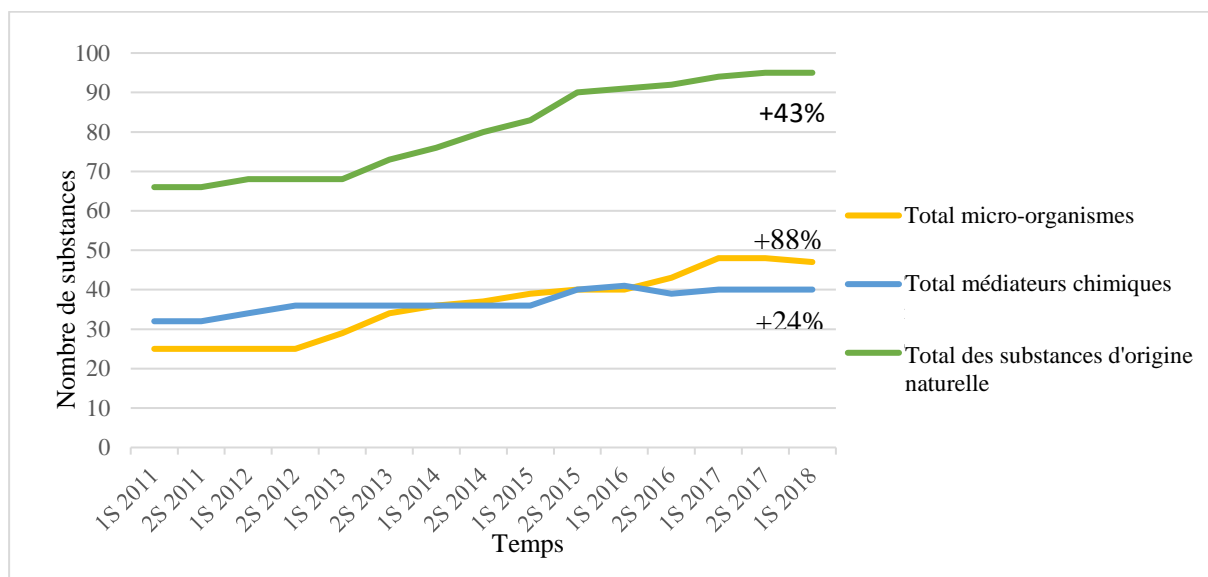


Figure 17 : Progression en % du biocontrôle

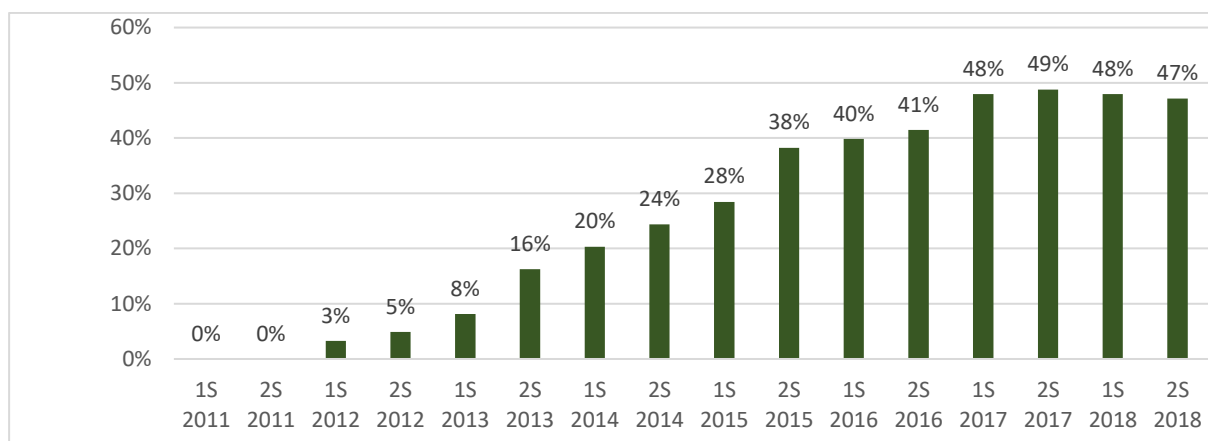
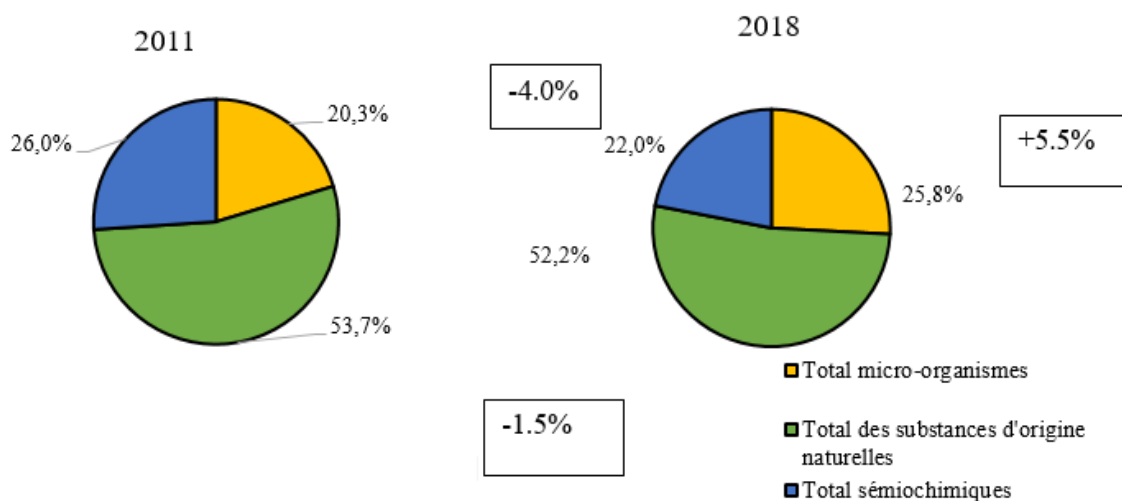


Figure 18 : Comparaison des proportions des catégories de biocontrôle entre 2011 et 2018



2. Des substances de biocontrôle

Les substances de biocontrôle ont augmenté de 48% entre le premier semestre 2011 et le premier semestre 2018. Cependant, l'évolution n'a pas été la même suivant les catégories, comme le montre la Figure 16. La croissance semble connaître une stabilisation depuis 2017 comme le montre la Figure 17. La croissance du nombre de substances de biocontrôle a été progressive, sans pic particulier.

Le nombre de micro-organismes est passé de 25 à 45, celui de substances d'origine naturelle de 65 à 93 et le nombre de substances sémiachimiques de 33 à 41. Les proportions ont légèrement évolué comme le montre la Figure 18. Les substances d'origine naturelles sont passées de 52,8% du total des substances de biocontrôle à 51,6% (-1,2%), et les substances sémiachimiques (médiateurs chimiques) de 26,8% à 22,5% (-4,3%). Les micro-organismes qui sont passés de 20,3% à 25,8% (+5,5%) constituent le plus gros changement.

Toutes les substances à faible risque répondent actuellement à la définition du biocontrôle. 8 substances ont été approuvées directement sous ce statut, 4 ont été renouvelées et placées dans la partie D. Cette partie est majoritairement composée de micro-organismes (4 champignons, 3 virus, 1 bactérie) et de substances d'origine naturelle (1 végétale, 1 minérale, 1 microbienne et 1 biosourcée). Les substances à faible risque correspondent à la fin du premier semestre 2018) à 6,6% du total des substances de biocontrôle, et 13,6% du nombre de substances approuvées depuis 2011.

Actuellement, 19 substances de base sont approuvées dont 18 répondent à la définition du biocontrôle. Cette partie C est composée de substances approuvées depuis 2011, de 10 substances d'origine végétale, 2 d'origine animale, 5 d'origine minérale et d'une substance sémiachimiques. Elles correspondent à 9,9% du total des substances de biocontrôle et 30,5 % des substances de biocontrôle approuvées depuis 2011.

Remarques : La liste de biocontrôle française représente 66 % des substances de biocontrôle référencées dans la base de données européenne.

Figure 19 : Evolution du nombre de substance de biocontrôle par sous-division

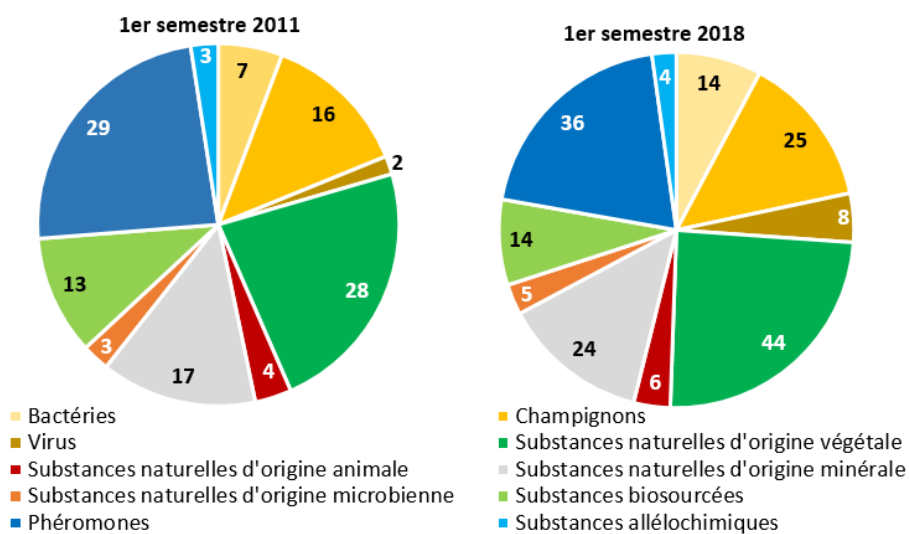


Figure 20 : Evolution du nombre de substances de biocontrôle par fonction

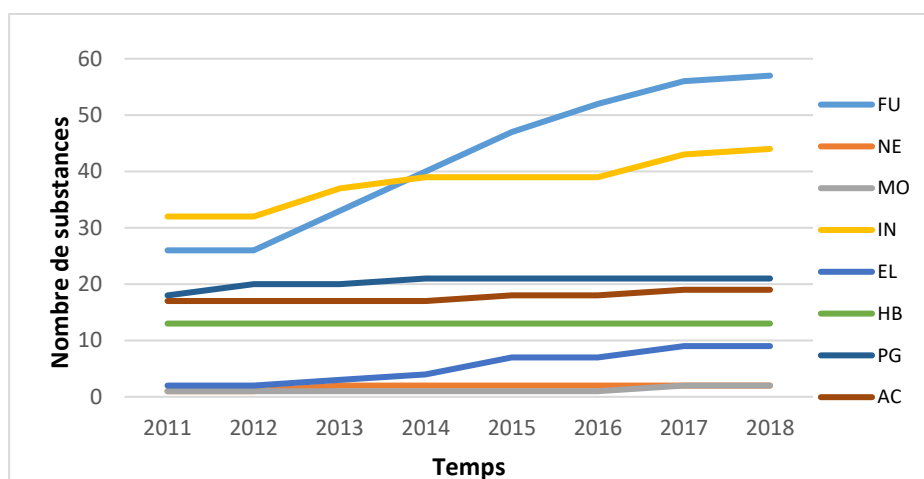
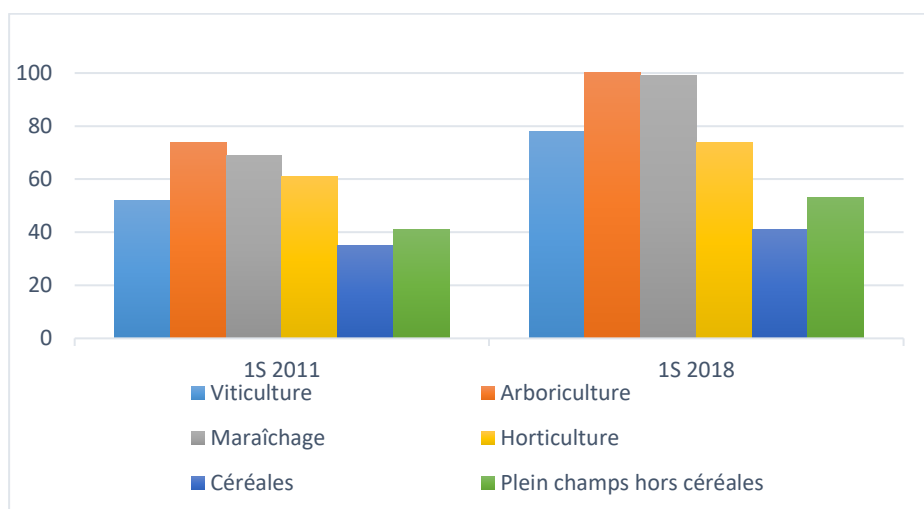


Figure 21 : Comparaison du nombre de substances de biocontrôle utilisables par filière



Le détail des sous-divisions des catégories de biocontrôle est visible sur la Figure 19.

Le nombre des fonctions (insecticides, fongicides, etc.) a varié avec l'évolution des substances de biocontrôle, comme le montre la Figure 20. Les fongicides (FU) ont le plus augmenté, passant de 26 à 57 substances (+119%), suivi des insecticides (IN), de 32 à 46 substances (+ 44%) et des éliciteurs (EL), de 2 à 9 substances (+350%). Les acaricides (AC) et les régulateurs de croissance des plantes (PG) se sont très légèrement développés, passant respectivement de 17 à 19 substances (+12%) et de 18 à 21 substances (+17%). Les molluscicides (MO) et les nématocides (NE) ont très peu évolué, passant de 1 à 2 substances. Les herbicides (HB) n'ont pas connu d'évolution, restant à 13 substances. Les abréviations utilisées sont celles de l'European Pesticides Database.

Les filières (obtenues à partir des usages) n'ont pas connu de changements majeurs comme le montre la Figure 21. L'arboriculture est la filière avec le plus de substances de biocontrôle disponibles et les céréales la filière la moins pourvue. Toutes les filières ont vu leur nombre de substances utilisables augmenter : de 52 à 78 pour la viticulture (+50%), de 69 à 99 pour le maraîchage (+43%), de 74 à 103 pour l'arboriculture (+39%), de 41 à 53 pour les cultures de pleins champs hors céréales (+29%), de 61 à 74 pour l'horticulture (+21%) et de 35 à 41 pour les céréales (+17%).

Tableau 3 : Mentions de danger des substances actives phytosanitaires

H220	Gaz extrêmement inflammable
H226	Liquide et vapeurs inflammables
H260	Dégage au contact de l'eau, des gaz inflammables qui peuvent s'enflammer spontanément
H271	Peut provoquer un incendie ou une explosion ; comburant puissant
H300	Mortel en cas d'ingestion
H301	Toxique en cas d'ingestion
H302	Nocif en cas d'ingestion
H310	Mortel par contact cutané
H311	Toxique par contact cutané
H312	Nocif par contact cutané
H314	Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves
H315	Provoque une irritation cutanée
H317	Peut provoquer une allergie cutanée
H318	Provoque des lésions oculaires graves
H319	Provoque une sévère irritation des yeux
H330	Mortel par inhalation
H331	Toxique par inhalation
H332	Nocif par inhalation
H334	Peut provoquer des symptômes allergiques ou d'asthme ou des difficultés respiratoires par inhalation
H335	Peut irriter les voies respiratoires
H336	Peut provoquer somnolence ou des vertiges
H340	Peut induire des anomalies génétiques
H341	Susceptible d'induire des anomalies génétiques
H351	Susceptible de provoquer le cancer
H360	Peut nuire à la fertilité ou au fœtus
H361	Susceptible de nuire à la fertilité ou au fœtus
H362	Peut être nocif pour les bébés nourris au lait maternel
H370	Risque avéré d'effets graves pour les organes
H372	Risque avéré d'effets graves pour les organes
H373	Risque présumé d'effets graves pour les organes
H400	Très toxique pour les organismes aquatiques
H410	Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme
H411	Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme
H412	Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme
H413	Peut être nocif à long terme pour les organismes aquatiques

B. Mentions de dangers et toxicité

1. Substances en général

Les LMR (cf. Annexe III : Description du contenu des annexes du règlement 396/2005) n'ont pas évolué en nombre (197), tandis que l'annexe V a gagné 14 substances (72 actuellement), l'annexe III, 39 (108 actuellement) et l'annexe IV, 43 (117 actuellement).

Le nombre total de mentions de danger n'a que très peu évolué : 772 mentions de danger ont été répertoriées à la mise en place du règlement (CE) 1107/2009 contre 761 au premier semestre 2018. Seulement 7% des mentions de danger sont dues aux SA de biocontrôle, les variations sont donc dues principalement aux substances chimiques. Le maximum d'augmentation des mentions de danger est de 5 mentions H317 (peut provoquer une allergie cutanée) et de diminution de 4 mentions H351 (susceptible de provoquer le cancer). H400 et H410 ont tous les deux eu 2 substances supplémentaires. Les mentions de dangers sont visibles dans le Tableau 3 : Mentions de danger des substances actives phytosanitaires.

Au premier semestre 2011, il y avait 2,6 mentions de danger par substance chimique ; au premier semestre 2018 il y en a 2,3. Les substances chimiques nouvellement approuvées ont apporté 94 mentions de dangers, pour 37 nouvelles substances, soit 2,5 mentions de dangers par substances. Les substances chimiques non-renouvelées (au nombre de 26) ont retiré en tout 100 mentions de danger (soit environ 4 par substances), dont 19 H400 (très toxique pour les organismes aquatiques) 18 H410 (toxique pour les organismes aquatiques), 7 H351 (susceptibles de provoquer le cancer) et 6 H302 (nocif en cas d'ingestion).

L'analyse des ADI, ARfD et AOEL montre que l'ADI moyenne de toutes les substances a augmenté entre 2011 et 2018 (2,4 à 3) tandis que l'ARfD et l'AOEL ont diminué (respectivement 1,6 à 1,5 et 22,1 et 15,0). Il est à noter que toutes les substances n'ont pas ces valeurs déterminées (par manque de données) ou tout simplement que ces valeurs ne sont pas applicables (comme pour les substances sémiocchimiques par exemple). La moyenne des DL₅₀ n'a que très peu bougé, passant d'environ 3065 à 3085 mg/kg.

2. Substances de biocontrôle

Seul 7% des mentions de danger sont dues à des substances de biocontrôle et elles ne concernent que les substances naturelles d'origine végétale, minérale et microbienne. Le reste des substances de biocontrôle n'a pas de mention de danger répertoriées. La catégorie la plus concernée est celle des substances naturelles d'origine minérale, principalement à cause des composés de cuivre.

Les substances sémiocchimiques, micro-organismes, substances naturelles d'origine animale et biosourcée n'ont pas d'ADI, d'ARfD et d'AOEL. De plus, ces indicateurs ne semblent que peu représentatifs car les substances de biocontrôle sont composées à 9,9% de substances de base et à 6,6% pour les substances à faible risque, qui n'ont pas d'ADI, d'ARfD et d'AOEL (à l'exception du phosphate ferrique qui possède une ADI de 0,8 et un AOEL de 0,4). Cela diminue encore la représentativité de ces indicateurs.

Il y a eu très peu de variation entre les moyennes des DL₅₀ (rat) pour toutes les catégories de substances de biocontrôle (au maximum 200 mg/kg pour des valeurs autour de 2600 mg/kg pour les substances naturelles (augmentation), 2800 mg/kg pour les micro-organismes (diminution) et 4600 (diminution) mg/kg pour les médiateurs). 2 substances naturelles ont une DL₅₀ en-dessous de 100 mg/kg : l'abamectine et l'emamectine.

Figure 22 : Poster pour PO2N 2018 (non publié)



La problématique des résidus en protection des plantes : préférer les substances sans LMR !

CHARON Mathilde, ROBIN Diane, MARCHAND Patrice*

ITAB, Institut Technique de l'Agriculture Biologique
149 rue de BERCY, 75595 PARIS CEDEX 12
*patrice.marchand@itab.asso.fr

RÉSUMÉ

La gestion quotidienne des résidus de produits phytosanitaires est un problème général pour les producteurs et/ou les exportateurs de denrées alimentaires. Les pesticides autorisés par le règlement phytosanitaire européen CE n°1107/2009 (RCE 1107/2009) sont affectés d'une limite maximale de résidus (LMR). Celle-ci est gérée par la Commission Européenne et déclinée dans le Règlement n°396/2005. Les LMR des substances nouvellement approuvées¹ sont fixées dans l'Annexe I, avec une valeur par défaut de 0,01 mg/kg (sauf si elles ont été considérées et calculées lors de l'approbation et affectées dans l'une des 6 autres Annexes : I à VII). L'Annexe IV est une des annexes à privilégier dans le choix des substances à utiliser par les producteurs : en effet elle confère à la substance une absence de LMR pour des substances à très faibles impacts potentiels [substances à faibles risques (Art. 22 du RCE 1107/2009), substances de base (Art. 23 du RCE 1107/2009), microorganismes...].

LES SUBSTANCES SANS LMR

Les substances sans LMR sont définies dans l'Annexe IV du Règlement CE n°396/2005. Elles sont divisées en 3 catégories : les substances à faible risque, les substances de base et les substances de biocontrôle.² Le nombre de substances affectées par cette absence de LMR et donc l'absence de recherche de résidus est en constante augmentation depuis la publication du Guideline SANCO/11188/2013.

Exemples de substances de base

Denrées alimentaires



Bière
Huile de tournesol
Sel

Extraits de plantes



Graines de moutarde
Prêle
Ortie

BIOCONTRÔLE

Le biocontrôle est l'ensemble des méthodes de protection des plantes qui utilisent des mécanismes naturels dans le cadre de la lutte intégrée. Cela comprend des macro-organismes, s'inscrivant dans la lutte biologique, ainsi que des produits phytopharmaceutiques.

Ces derniers peuvent être des **micro-organismes** (*Bacillus thuringiensis*, virus de la granulose de *Cydia pomonella*), des **médiateurs chimiques** utilisés dans les pièges (E,E-8,10-dodécadiène-1-ol) et des **substances naturelles** qu'elles soient d'origine animale (poudre de corne), végétale (huiles essentielles) ou minérale (soufre). La grande majorité des substances approuvées dans l'Annexe IV sont des produits de biocontrôle.

SUBSTANCES de BASE

L'article 23 du Règlement CE n°1107/2009 définit les substances de base : elles ne doivent pas être des perturbateurs endocriniens, ne doivent pas avoir d'effets toxiques ni être préoccupantes. Ces substances sont approuvées pour une durée illimitée (pas de renouvellement), la procédure d'approbation est simplifiée et elles ne nécessitent pas d'autorisation pour leur utilisation. Elles englobent l'ensemble des catégories de biocontrôle et sont toutes sans LMR. Les modes d'action privilégiés pour cette catégorie sont non biocontrôle et donc non toxiques, mais fonctionnent souvent comme des leurreurs.

Tableau 2. Substances de base.^{2,3,4,5}

Année	Substance active	Statut	MOA	URB	Catégorie
2014	<i>Equisetum arvense</i> L.	A, V	F	☑	Substance naturelle
	Chlorhydrate de chitosane	A, An	E	☑	Substance naturelle transformée
	Saccharose	A, V	E	☑	Substance naturelle
2015	Hydroxyde de calcium	A, M	F	☑	Substance naturelle
	<i>Salix cortex</i>	V	F	☑	Substance naturelle
	Vinaigre	A, V	F	☑	Substance naturelle transformée
	Lécithines	A, V	F	☑	Substance naturelle
	Fructose	A, V	E	☑	Substance naturelle
2016	Bicarbonate de sodium	A, M	F	☑	Substance naturelle
	Phosphate diammonique	A, M	I	☑	Substance naturelle
	Lactosérum	A, An	F	☑	Substance naturelle
	Huile de tournesol	A, V	I, F	☑	Substance naturelle
2017	Peroxyde d'hydrogène	C	F, B	☑	Substance chimique
	<i>Urtica</i> spp.	A, V	F, I	☑	Substance naturelle
	Charbon argileux	A, M	F	☑	Substance naturelle
	Chlorure de sodium/sel de mer	A, M	F	☑	Substance naturelle
	Poudre de graines de moutarde	A, V	E	☑	Substance naturelle transformée
	Bière	A, V	M	☑	Substance naturelle transformée
	2018	Talc E553b	A, M	F	☑

Légende : Mode d'action (MOA) : F : fongicide ; I : insecticide ; M : molluscicide ; N : nématicide ; E : éliciteur ; Statut réglementaire (Reg.) : A : approbation initiale ; R : renouvellement ; Statut en agriculture biologique (AB) : URB

SUBSTANCES A FAIBLE RISQUE

Les substances à faible risque sont définies dans l'article 22 du Règlement CE n°1107/2009. Elles dépendent aux critères de non persistance, de faible bioconcentration et ne doivent pas être des perturbateurs endocriniens. Ces substances sont approuvées pour une durée de 15 ans contre 10 ans pour les autres (classiques). Il existe actuellement deux catégories : les microorganismes et les substances naturelles. Elles sont toutes sans LMR, jusqu'à présent.^{6,10}

Tableau 1. Substances à faible risque en protection des plantes.^{6,7}

Année	Substance active	MOA	Reg.	URB	Catégorie
2015	<i>Isaria fumorosea</i> , souche Apopka 97	I	R	URB	Microorganisme
	COS-OGA	F	A	☑	Substance naturelle
	Cerevisiane	E	A	☑	Substance naturelle
	Phosphate ferrique	M	R	☑	Substance naturelle
2016	Virus de la mosaïque du pépino, souche CH2, isolat 1906	E	A	☑	Microorganisme
	<i>Trichoderma atroviride</i> SC1	F	A	☑	Microorganisme
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> LAS02	F	A	☑	Microorganisme
	Virus de la mosaïque du pépino, isolat VX1	F	A	☑	Microorganisme
	Virus de la mosaïque du pépino, isolat VC1	F	A	☑	Microorganisme
2017	<i>Bacillus amyloqueliciens</i> , souche FZB24	F	A	☑	Microorganisme
	<i>Coniothyrium minitans</i> , souche CONM/91-08	F	R	☑	Microorganisme
	Laminarine	E	R	☑	Substance naturelle
2018	<i>Pasteuria nishizawae</i> Pn1	N	A	☑	Microorganisme
	<i>Ampelomyces quisqualis</i> strain AQ10	F	R	☑	Microorganisme

Légende : Mode d'action (MOA) : F : fongicide ; I : insecticide ; M : molluscicide ; N : nématicide ; E : éliciteur ; Statut réglementaire (Reg.) : A : approbation initiale ; R : renouvellement ; Statut en agriculture biologique (AB) : URB

Conclusion

Les substances sans LMR sont des substances à très faible impact pour l'environnement et sont donc des leviers importants à valoriser dans le cadre de la lutte intégrée. De nombreuses cultures sont concernées : les céréales, l'arboriculture, le maraîchage, la viticulture ainsi que les plantes d'ornementation. Ces substances ont également de nombreux usages. Les principaux sont fongicide et insecticide, mais elles peuvent aussi être herbicide, attractante, molluscicide ou encore stimulant des défenses des plantes. Certaines ne sont pas bioicides mais agissent comme fongifuge, insectifuge ou bien comme leurre. Elles représentent l'avenir du biocontrôle pour l'agriculture conventionnelle et biologique ainsi que pour les espaces verts.

1^{er} Congrès International de Protection des Plantes dans les Agroécosystèmes Méditerranéens, Montpellier, France, 16-20 juillet, 2018

References

1. Règlement (CE) n° 540/2011 de la Commission du 25 mai 2011 portant application du règlement (CE) n° 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil, en ce qui concerne la liste des substances actives approuvées.
2. Marchand PA. Basic Substances: An approval opportunity for Low Concern Natural Products under EU pesticide regulation. *Pest Management Science*, 2015, 71(9):1197-1200.
3. Marchand PA. Basic substances under EC 1107/2009 phytochemical regulation: experience with non-bioactive and food products as biorationals. *Journal of Plant Protection Research*, 2016, 56(3):312-318.
4. Marchand PA. Basic Substances under EU Pesticide Regulation: an opportunity for Organic Production? *Organic Farming*, 2017, 1(1):18-25.
5. Marchand PA. Basic substances as renewable and affordable crop protection products. *Chronicle of Bioresource Management*, 2017, 1(2):095-096.
6. Marchand PA. Basic and low risk substances under European Union pesticide regulations: A new choice for biorationals portfolio of small and medium-sized enterprises. *Journal of Plant Protection Research*, 2017, 57(6), pp. 386 in print <https://doi.org/10.5151/jppr.2017.0026>
7. Marchand PA. Novel plant protection regulation: new perspectives for Organic Production? *Organic Farming*, 2018.
8. EC Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food laws establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety.
9. EU. European pesticide database, available from <https://ec.europa.eu/food/pesticides/pesticides-database/> (Accessed: Feb. 3, 2018).
10. EU. Regulation (EU) No 2017/1432 of the European Parliament and of the Council of 7 August 2017 amending Regulation (EC) No 1107/2009 concerning the placing of plant protection products on the market as regards the criteria for the approval of low-risk active substances.

62% des substances de biocontrôle n'ont pas de LMR (annexe IV), contrairement aux substances chimiques qui n'ont que 1% de substances sans LMR. Au total, 24% des substances sont sans LMR. Les substances sémiachimiques ont toutes leur LMR en annexe V. Les micro-organismes ont leur LMR dans l'annexe IV (77%) et V. Les substances naturelles ont 82% de leur LMR en annexe IV.

Un poster a été réalisé pour une conférence (annulée par les organisateurs) démontrant les avantages de l'utilisation des substances à faibles risques et des substances de base pour leur absence de LMR, ces catégories étant majoritairement constituées de substances de biocontrôle (Figure 22).

3. Substances de biocontrôle jamais approuvées ou retirées

26 SA ayant candidatées pour l'approbation sans l'obtenir ont été répertoriées. Parmi elles, la moitié est des substances de biocontrôle, dont 12 des substances naturelles d'origine végétale. Sur ces 12, 10 ont candidaté en tant que substances de base. La dernière substance est un micro-organisme.

Les Report Review ont été analysés pour 9 de ces 12 substances, incluant les micro-organismes (3 Report Review n'étaient pas disponibles). Pour tous ces rapports, l'EFSA a estimé qu'il manquait des données : sur la santé humaine (pour 9 des substances), sur les organismes aquatiques (pour 1 substance), sur la santé animale (pour 8 substances) et sur l'environnement (pour 3 substances). Pour 7 d'entre eux des problèmes potentiels ont été soulevés : risques pour les travailleurs, pour les consommateurs et pour les organismes non-cibles. Très peu de détails sont disponibles à l'exception de 2 substances : *Achillea millefolium* L. (exposition à des huiles essentielles, alpha et beta-thujone, eugenol, etc.) et Potassium

Les substances de biocontrôle non-renouvelées sont au nombre de 6 : 1 virus, 3 substances naturelles d'origine végétale et 2 phéromones. Le virus n'a pas été renouvelé pour des raisons inconnues (par de règlement pour signaler son retrait). Les 2 phéromones n'ont pas été renouvelées parce que le demandeur n'a pas soumis les informations demandées, de même que pour le Méthylnonylcétone (répulsif pour animaux). Les substances Tallol brut et Brai de Tallol n'ont pas été renouvelées suite à des problèmes d'équivalence entre la substance vendue et la substance utilisée dans le dossier toxicologique.

IV. Discussion

A. Des évolutions disparates....

1. Des évolutions diverses selon les catégories du biocontrôle

Les catégories de biocontrôle ont toutes augmenté en volume, cependant les évolutions ont été plus ou moins importantes selon les catégories.

a) *Les substances d'origine naturelle*

Les substances d'origine naturelle ont augmenté de 94 substances, ce qui constitue en nombre la plus forte augmentation. 17 des 19 substances de base font partie de cette catégorie et ont participé à cette croissance.

La moitié des substances d'origine naturelle sont d'origine végétale (47 sur 94 substances). Elles pourraient encore augmenter dans le futur avec la modification des critères des substances à faible risque, ce qui permettrait à certaines substances de candidater (règlement (UE) 2017/1432). Dans les substances d'origine naturelle, ce sont les substances d'origine végétale qui semblent montrer le plus gros potentiel de développement, du fait de leur croissance actuelle et de la possibilité de les approuver en tant que substances de base pour certaines. Des substances non approuvées en Europe sont utilisées en Suisse [27] (extrait de quassia, éthoxylate d'huile de ricin) et aux USA [28] (Cedarwood oil, Citral, Eucalyptus oil, Extract of *Reynoutria sachalinensis*, etc.).

Les substances d'origine minérale (actuellement 24 substances) ont un avenir incertain : les composés de cuivre (6 substances) sont actuellement controversés (candidats à la substitution, [24]). Ils pourraient être amenés à disparaître dans un futur proche ou être ré-approuvés pour un maximum de 7 ans avec des quantités autorisées plus faibles que précédemment. Néanmoins, l'approbation du Talc (règlement d'exécution (UE) N°2018/691) ouvre la voie à l'approbation de nouvelles barrières physiques minérales comme les zéolites (De Smedt et al., 2015) qui pourraient alors demander leur approbation (éventuellement en tant que substances de base).

Les substances d'origine biosourcée (12 substances) sont les moins prévisibles car elles regroupent des substances extrêmement différentes allant du gaz (CO₂) à des acides gras présents dans de nombreux organismes vivants. C'est une catégorie qui n'a que peu évolué et qui n'évoluera sans doute qu'au compte-goutte au cours du temps.

Les substances d'origine animale approuvées avant 2011 servent de répulsifs, tandis que les 2 substances approuvées par la suite sont utilisées comme éliciteur et fongicide. Si d'autres substances répulsives se présentent (comme les Putrescent Whole Egg Solids autorisés aux USA [28]), elles candidateront sans doute en tant que substance de base, du fait de leur nombre limité d'usages (principalement contre les cervidés) et à leur taille de marché réduite. Cette catégorie de substances n'évolue que très peu au cours du temps. Une piste potentielle peut être un insecticide à base de peptide de venin d'araignée qui a été récemment autorisé aux USA (GS-omega/kappa-Hctx-Hv1a, [28]), et qui est considéré comme ayant une toxicité très basse envers les organismes non-cibles (California Environmental Protection Agency, 2015).

Les substances d'origine microbienne (5 substances au total) ont légèrement progressé avec 2 substances (Cerevisane et Emamectine). ABE IT56, actuellement en Pending sur l'European Pesticides Database [24] pourrait augmenter le nombre total dans un futur proche. Cependant, il semble que l'augmentation au cours du temps de ce type de substance reste faible.

b) *Les micro-organismes*

Ce sont les substances qui ont le plus progressé proportionnellement à leur état initial, pour plusieurs raisons. Elles étaient peu nombreuses à l'origine : 25 comparées à 65 substances d'origine naturelle et 31 substances sémiologiques, ce qui augmente mécaniquement le pourcentage de croissance. Néanmoins, d'autres facteurs sont à prendre en compte comme l'amélioration des techniques de laboratoire qui a permis une réduction des coûts et du temps nécessaire à identifier un candidat (Glare et al., 2012) ou tout simplement les caractéristiques intrinsèques des micro-organismes. En effet, leurs actions multiples (régulation des ravageurs, aide à la nutrition) (Glare et al., 2012), leur toxicité plus faible et leur plus grande sélectivité comparée à certaines substances chimiques (Kachhawa, 2017) ont également pu influencer l'intérêt pour ces substances et leur développement. L'apparition d'un Guideline (SANCO/12545/2014-rev.2, [21]) les concernant spécifiquement a également pu jouer. Les micro-organismes vont continuer à se développer au cours des prochaines années, comme le montre le nombre de micro-organismes dans le Pending (12 actuellement). [24]

Leur grand nombre de modes d'actions : parasitisme, antibiose, compétition pour les nutriments, Résistance Systémique Induite (RSI) pour les bactéries et champignons (Alabouvette et al., 2006) et leur spécificité à une espèce et l'absence d'impact négatif sur les organismes non-cibles pour les virus (Del Rincón-Castro et Ibarra, 2011) laissent à penser que la croissance de cette catégorie de substances de biocontrôle va continuer. D'autres espèces (ex : *Beauveria brongniartii* utilisé en Suisse [27] mais non autorisée en UE) ou genre (ex : *Muscodora albus* utilisé aux USA [28]) de micro-organismes sont déjà à l'œuvre dans d'autres pays. Des recherches sur les virus sont en cours, comme par exemple pour lutter contre *Drosophila suzukii* (Carrau et al., 2018).

Toutefois, il existe des obstacles au développement des micro-organismes : leur utilisation sur le terrain par les producteurs requiert des compétences spécifiques pour qu'ils soient efficaces, et le prix de leur approbation peut être dissuasif pour les entreprises suivant les usages et la taille du marché visé (Glare et al., 2012).

c) *Les médiateurs chimiques (substances sémiologiques)*

Les substances sémiologiques ont progressé de 29% depuis 2011. Elles possèdent plusieurs avantages par rapport aux insecticides classiques : moins de résidus sur les cultures (sont utilisées dans des pièges) par rapport aux insecticides classiques et une possibilité de diminution de l'usage des insecticides persistants ou à large spectre (Suckling, 2015). De plus, les phéromones sont spécifiques à une espèce et n'affectent pas les auxiliaires. Ils sont utilisés dans plusieurs buts (surveillance, piégeage de masse, confusion sexuelle) (Witzgall et al., 2010).

Leur développement peut être en partie dû à la mise en place des Guidelines SANCO/2633/08 18 et SANTE/12815/201416 utilisées pour faciliter l'approbation de ce type de substance. [21] Leur mode d'action peu dangereux pour l'environnement pourrait leur permettre de continuer à croître dans un futur proche. Des phéromones pourraient être approuvées dans le futur pour lutter contre l'arrivée d'espèces invasives de lépidoptères *Orgyia pseudotsugata* ou *Neoleucinodes elegantalis*, tous deux des lépidoptères référencés sur la liste A1 de l'EPPO. [29]

Néanmoins, comme pour les micro-organismes, des obstacles persistent. Le désavantage d'être aussi spécifique est que la taille du marché peut être très réduite et rendre les substances non profitables pour les entreprises du fait du coût de l'approbation (New AG International, 2016). De plus, elles ne sont pas forcément faciles à synthétiser, ce qui peut compliquer leur production, leur commercialisation et augmenter le coût de revient (Birkett et Pickett, 2003).

D'autre part, ces substances peuvent être chères par rapport au bénéfice pour les producteurs et demander des compétences spécifiques pour être utilisées correctement (New AG International, 2016).

2. Une évolution générale positive

Deux des hypothèses de départ étaient que les substances de biocontrôle avaient augmenté tandis que les substances chimiques avaient diminué, du fait de l'action du règlement (CE) N° 1107/2009. Si la première hypothèse s'est révélée exacte, ce n'est pas le cas pour la deuxième. Toutes les substances ont augmenté, avec une très nette différence en faveur des substances de biocontrôle.

Le nombre de substances actives n'a pas connu de changement brutal, la croissance a été relativement stable au cours du temps, mais on peut observer un ralentissement depuis 2017. Les premiers renouvellements de substances ont eu lieu dès 2012, mais une partie des substances actives (19 en cette fin 2018, 125 en 2019, 73 en 2020) voient leur fin de période d'approbation arrivée, ce qui peut expliquer un ralentissement des nouvelles approbations.

Les mentions de danger ont légèrement diminué alors que le nombre de substances actives a augmenté (+24%). Une majorité des substances nouvellement approuvées (59 sur 96) appartiennent au biocontrôle, dont une grande partie n'est pas concernée par les mentions de dangers (substances sémiocchimiques, micro-organismes, etc.).

Les mentions de danger sont passées de 722 à 716 pour les substances chimiques. Les substances chimiques retirées avaient en moyenne 4 mentions de danger contre 2,5 pour celles nouvellement approuvées ce qui est inférieur à la moyenne du 1^{er} semestre 2011 mais supérieur à celle du 1^{er} semestre 2018. 2 mentions de danger en particulier retiennent l'attention : H400 et H410, qui ont légèrement augmentés bien qu'un grand nombre des substances retirées comportaient ces mentions de danger. Un peu moins de la moitié des nouvelles substances chimiques sont concernées. On peut en déduire que la diminution du nombre de mentions de danger est surtout dû au retrait de certaines substance chimiques. La dangerosité des substances a légèrement diminué selon cet indicateur.

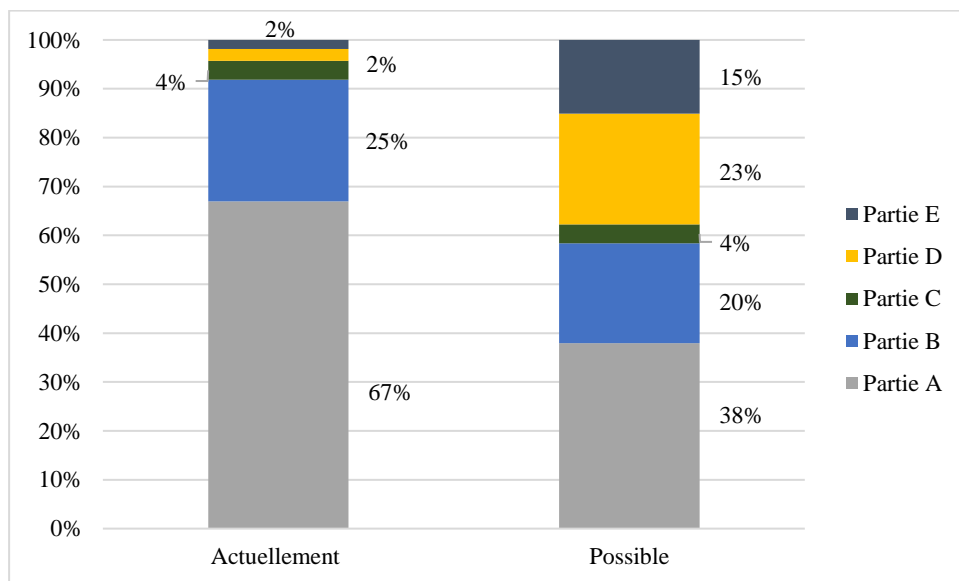
Les substances concernées par les ADI, AOEL et ARfD sont les substances chimiques et certaines substances naturelles. En moyenne la dose qui peut être ingérée par le consommateur quotidiennement a augmenté (ADI), ce qui implique une diminution de la toxicité chronique des substances actives (attention, elle ne prend pas en compte les effets synergistes avec d'autres molécules) que ce soit en conséquence de l'approbation ou du non-renouvellement. La dose qui peut être ingérée par le consommateur sur courte période (ARfD) n'a quasiment pas évolué. En revanche, la dose à laquelle peut être exposé un opérateur (AOEL) a significativement baissé : on peut émettre l'hypothèse que cela pourrait être dû à un renforcement de la sécurité pour les manipulateurs. La DL₅₀ des substances a légèrement augmenté ce qui tendrait à montrer que la toxicité a un peu diminué.

3. Un impact certain de la réglementation

a) *Substances de base*

Les substances de base ont joué un rôle important dans l'évolution des substances de biocontrôle (32% des nouvelles substances de biocontrôle). Les prérequis pour être une substance de base sont mentionnés dans l'Annexe II : Critères d'approbation des substances actives. Ils ont plusieurs avantages qui peuvent expliquer leur importance dans les substances de biocontrôle. Leur dossier est simplifié par rapport à celui des autres substances, donc avec un coût moindre, dû au fait qu'il s'agit de substances qui sont déjà commercialisées

Figure 23 : Nombre potentiel de substances à faible risques et Candidates à la Substitution



pour une utilisation autre que phytosanitaire (article 23 du règlement 1107/2009). Elles sont approuvées pour une durée illimitée et ne nécessitent donc pas de repasser tous les 7, 10 ou 15 ans pour être réévaluées devant la commission européenne. Cela a permis à des substances traditionnelles comme le purin de prêle (*Equisetum arvense L.*) ou le purin d'ortie (*Urtica spp*) d'être approuvées

Toutefois, comme pour les autres types de substances, des obstacles existent. Elles ne proviennent généralement pas des entreprises agro pharmaceutiques (16 sur les 20 approuvées ont été déposées par l'ITAB), et les entreprises commercialisant déjà les substances n'ont pas forcément le désir, l'expertise ou l'argent nécessaire pour réaliser le parcours administratif pour l'approbation de leur substance en substance active (Marchand, 2018). De plus comme elles ne sont pas placées sur le marché en tant que produit phytosanitaire (article 23 du règlement (CE) N°1107/2009) les entreprises n'ont pas forcément d'intérêt à proposer ces substances.

b) Substances à faible risques

Ces substances ont eu un impact non négligeable depuis le renouvellement de la première substance à faible risque, *Isaria fumosorosea strain Apopka 97*, en février 2015 (règlement d'exécution (UE) n° 2015/306). Le raisonnement n'est pas exactement le même pour les substances de base. Leur catégorie est déterminée au moment de leur approbation (pour rappel elles suivent le même parcours que les autres substances). Cela n'a donc pas d'impact sur le coût total dossier, même si certains frais peuvent être réduits par certains états membres et que certaines parties peuvent être réduites suivant le type de substance. L'avantage principal de ce type de substances est leur durée d'approbation de 15 ans au lieu de 10 (Marchand, 2018). Récemment, une liste d'une centaine de substances susceptibles d'être considérées comme à faibles risques et donc de passer en partie D lors de leur renouvellement est parue (Communication de la Commission (2018/C 265/02)). Cela déplacerait une centaine de substances en partie D (Figure 23).

c) Substances Candidates à la substitution

La mise en place des substances candidates à la substitution a permis de mettre en lumière les principales substances problématiques encore approuvées. Sur le long terme, ce sont des substances qui devraient normalement être remplacées voire interdites. Cependant, 2 nouvelles substances actives ont été approuvées directement en tant que Candidates à la Substitutions (Flumétaline et Benzovindiflupyr) (Partie E), et certaines ont été renouvelées (la dernière en date est le Propyzamide) ce qui laisse à présager que le remplacement de la totalité de ces substances va prendre encore quelques années. La Figure 23 montre l'importance que ces substances ont.

Cette catégorie de substance n'a que peu d'impact sur le biocontrôle. Les seules substances de biocontrôle dans cette catégorie sont les composés de cuivre. Ils passeront à la mise au vote prochainement.

B. ...Entrainant des perspectives intéressantes...

1. Fonctions et filières

a) Fonctions

Les substances de biocontrôle ont majoritairement des fonctions d'insecticides et de fongicides, ce qui correspond aux usages les plus fréquents des produits phytosanitaires après les herbicides (Zhang et al., 2011). Très peu de substances sont herbicides (13 seulement).



EUROPEAN COMMISSION
HEALTH & CONSUMER PROTECTION DIRECTORATE-GENERAL

Directorate E - Food Safety: plant health, animal health and welfare, international questions
E1 - Plant health

Sanco/1003/2000 rev. 3
21/06/2001

DRAFT working document

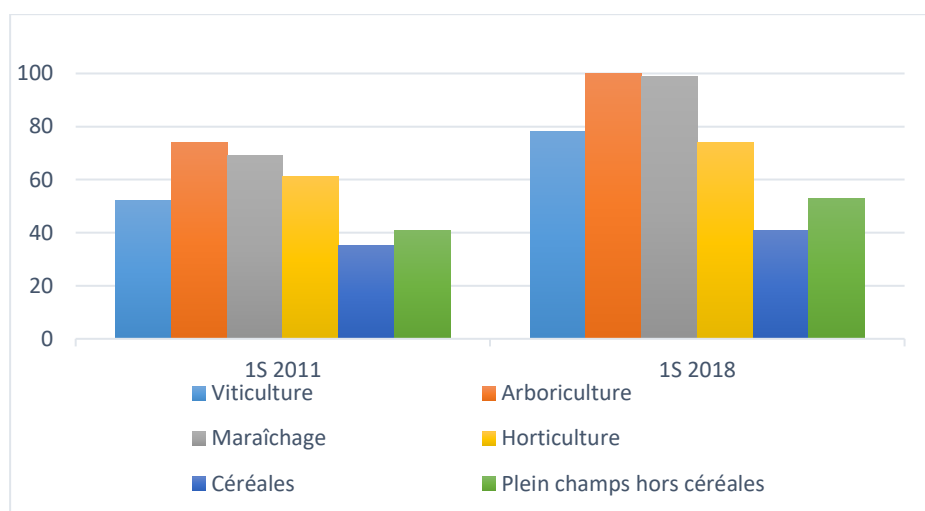
Considerations

Plant strengtheners are PPP for which until now in many member states no applications for approval have been submitted. The applicants have given several reasons for the non submission:

- doubt about the legal aspects of plant strengthener, covered by Directive 91/414/EEC or not;
- the high costs of an application for a plant strengthener in relation to the limited use;
- the nature of the products and the expected low risk profile of most of the plant strengtheners;

The Commission and the Member States find it a matter of importance that plant strengtheners are authorised within the EU as soon as possible as plant protection products.

Figure 25: Comparaison du nombre de substances de biocontrôle utilisables par filière



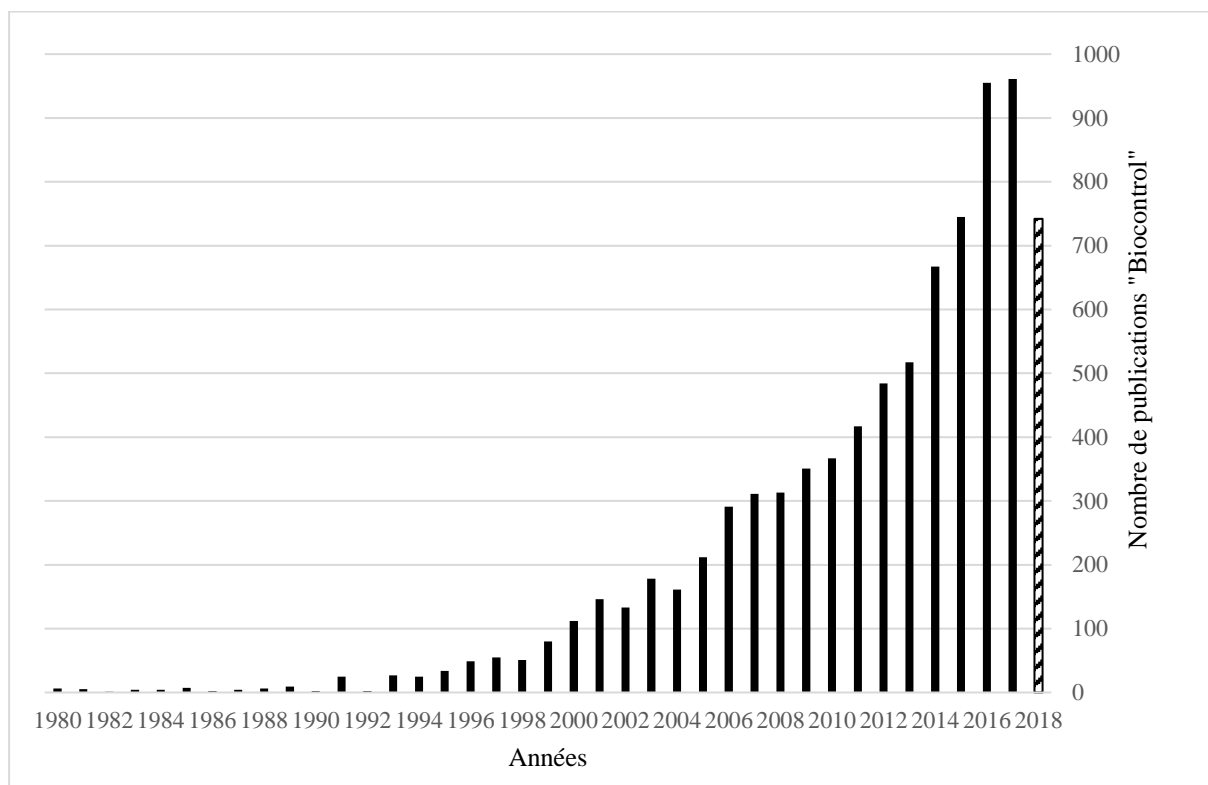
L'hypothèse la plus probable est que les substances de biocontrôle suivent les besoins du marché et peuvent se substituer du moins en partie aux substances d'origine chimique. Les éliciteurs, qualifiés produits de protection des plantes (Figure 24), ont connu une croissance significative car cette catégorie est relativement nouvelle. Les SA étaient précédemment des substances « biocides », les éliciteurs sont donc une nouvelle opportunité (le premier éliciteur, l'Heptamaloxyloglucan, a été approuvé *de novo* le 1^{er} juin 2010 (règlement d'exécution (UE) N° 540/2011)). Néanmoins, le problème le plus important concerne les herbicides, surtout avec des controverses comme celle du glyphosate, l'apparition de résistances aux différentes substances (plus de 400 référencées) et le fait qu'il n'y ait eu aucune nouvelle substance avec un mode d'action différents ces 30 dernières années (Heap, 2013). De plus, aucun herbicide n'a été approuvé depuis l'entrée en vigueur du règlement (CE) 1107/2009. Actuellement, les substances de biocontrôle ne constituent pas une solution viable pour se substituer, même en partie, aux substances chimiques « classiques ». D'autres outils de la lutte intégrée devront jouer ce rôle, à moins que des bioherbicides (micro-organismes) ne soient mis au point et permettent de répondre en partie à la problématique. Ces bioherbicides semblent être une piste intéressante de recherche car s'ils aboutissent ils permettraient de réduire l'impact environnemental. Cependant la sélection des candidats, l'efficacité au champ et leur rendement commercial sont des obstacles majeurs. Ils pourraient à long terme être une option pour lutter contre les adventices dans le futur (Harding et Raizada, 2015).

b) Filière

Le maraîchage est l'usage le plus important pour les substances de biocontrôle (Figure 25). Cela peut être expliqué par le fait que les légumes sous serres (comme les tomates et les concombres) sont pris en compte. Dans ces conditions contrôlées, les solutions de biocontrôle sont plus faciles à mettre en place que dans les autres types de culture « *The controlled environment of greenhouses, the high value of the crops, and the limited number of registered fungicides offer a unique niche for the biological control of plant diseases* » (Paulitz et Bélanger, 2001). Le manque de SA pour les usages mineurs et les cultures spécialisées, la problématique des résidus de produits phytosanitaires ainsi que le fait qu'un certain nombre de ces cultures sont dépendantes des pollinisateurs et qu'il y a apparition des résistances ont également pu avoir une influence positive sur l'évolution des substances de biocontrôle en maraîchage (Lamichhane et al., 2017). Le même raisonnement peut être appliqué aux usages horticoles dans une certaine mesure, qui ont également connu une augmentation. Néanmoins, une hypothèse pourrait expliquer cette plus faible augmentation : les usages en horticultures sont considérés quasiment tous comme mineurs (DGAL/SDQPV, 2015), et donc avec un marché moins conséquent, et représente dès lors une moins grande attractivité financière.

L'arboriculture a des caractéristiques qui avantagent l'utilisation de solutions de biocontrôle en règle générale. Ce sont des plantes vivaces, formant un habitat multi-strates, ce qui augmente la biodiversité mais où les ravageurs et maladies peuvent revenir d'une année à l'autre (plus facilement que pour des cultures en rotation). Cela implique un besoin de protection constante (Simon et al., 2010) et une nécessité de préserver un équilibre dans le système : l'emploi de certaines substances de biocontrôle (comme les substances sémi-chimiques) semble tout indiquer. La viticulture est également une culture pérenne, avec des caractéristiques relativement similaires. De plus, la viticulture (comme d'autres cultures spécialisées) fait face à une baisse du nombre de produits de protection « classiques » autorisés (Lamichhane et al., 2017). Tous ces faits pourraient expliquer l'augmentation des substances de biocontrôle autorisées.

Figure 26 Nombre de publication "Biocontrol" au cours du temps (PubMed)



Les cultures en plein champs (comprenant les céréales) semblent présenter plus de difficultés pour le développement des substances de biocontrôle. L'hypothèse principale est que les substances chimiques actuelles couvrent les besoins les plus importants de ces cultures et sont disponibles à des faibles coûts. Cependant, des solutions manquent actuellement pour lutter contre certains ravageurs et maladies (Lamichhane et al., 2017), les solutions de biocontrôle pourraient donc se développer pour des besoins bien particuliers sur ce type de culture. Il faut néanmoins noter que les substances de biocontrôle ne remplacent pas forcément les usages des substances chimiques, et ne sont donc pas à considérer systématiquement comme des solutions de remplacement telles quelles à mettre en œuvre.

Remarque : les usages des substances qui ont été récupérés sont les usages français et l'évolution des usages de chaque substance au cours du temps n'a pas été prise en compte. Il y a donc un biais dans l'analyse. Toutefois, elle permet d'avoir un bon aperçu de l'évolution de la distribution des usages dans les filières.

2. Les substances non-approuvées et non-renouvelées

La moitié des 26 substances non approuvées *de novo* depuis l'entrée en vigueur du règlement d'exécution (UE) No 540/2011 étaient des substances de biocontrôle, dont une majorité de substances de base (10 d'entre elles). Les reproches faites à ces substances étaient le manque d'information, sachant qu'un dossier de substance de base est majoritairement réalisé à partir de recherches bibliographiques (ITAB, 2012) : le pétitionnaire ne peut donc pas forcément fournir toutes les informations que la Commission juge nécessaires lors de l'envoi des questions et des commentaires.

Du fait du coût moins élevé des substances de base, certaines entreprises pourraient être tentées de faire passer leur substance, si tant est qu'elle soit suffisamment « naturelle », en substance de base car les coûts d'approbation sont bien moindres pour les substances de base. Cependant, le taux d'échec d'approbation est plus élevé.

On peut émettre l'hypothèse que les phéromones non renouvelées n'ont sans doute pas été estimées rentables par rapport aux coûts à engager pour le renouvellement (avec des changements apportés par le règlement (EU) N° 844/2012), surtout avec des usages spécifiques. Les substances d'origine végétale n'ont pas été renouvelées pour des problèmes de conformité entre la substance utilisée sur le terrain et celle utilisée dans le dossier, ce qui ne permet pas de faire des déductions.

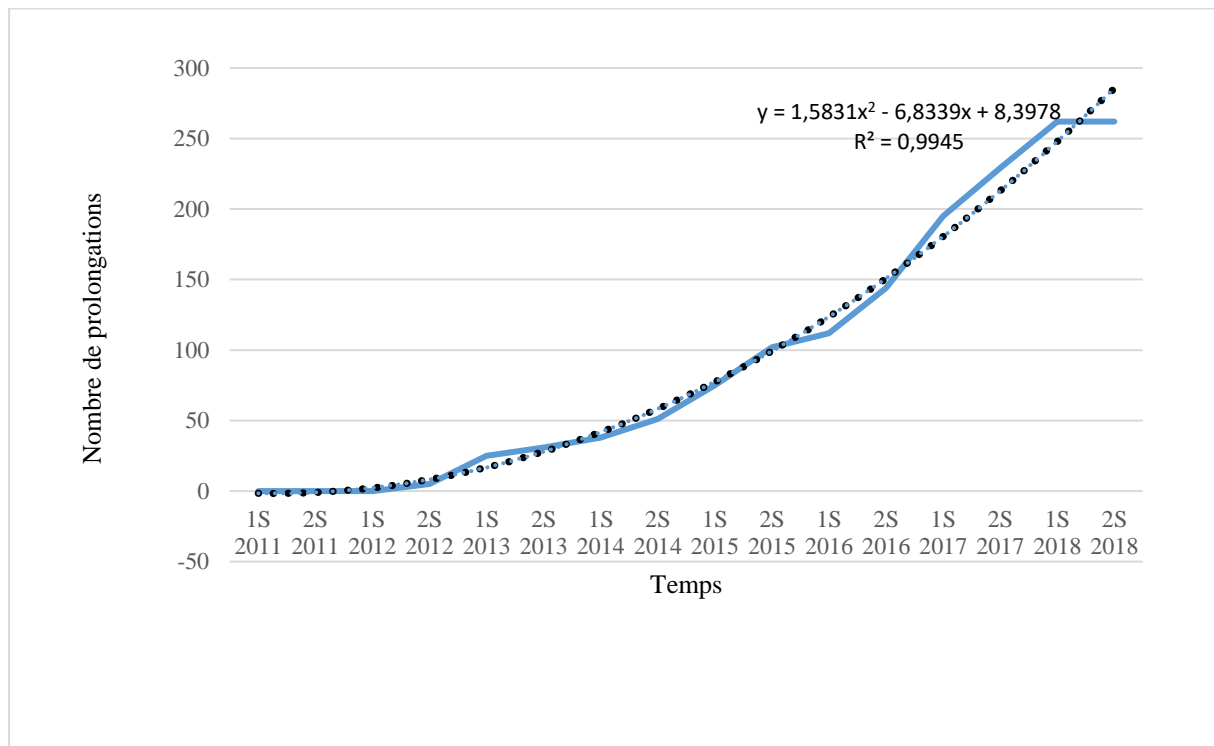
3. Avantages des substances de biocontrôle

a) Une recherche dynamique

Le biocontrôle est actuellement un sujet de recherche dynamique, comme le montre le nombre de publications contenant le terme « Biocontrol », passé de 112 en 2000 à 958 en 2017, [30] ce qui constitue une source de développement pour ces substances et produits (Figure 26).

En France, un groupement de recherche sur le biocontrôle (Consortium Biocontrôle) a été mis en place par 48 acteurs publics et privés [31] et de nombreux programmes de recherches sont actuellement en cours en France: XP-BC (mise en place de réseaux d'expérimentations sur le biocontrôle), Demeter (étude de la piste des « bio-olfacides), HerbiFun (étude des métabolites secondaires de champignons phytopathogènes pour trouver de nouveaux herbicides) , LABCOM NatInControl (substances naturelles pour le contrôle d'insectes nuisibles), etc.(Payen et Huyghe ; 2018) ESTIM. D'autres projets sont également mis en œuvre en Europe, comme OliveFlyBacteria (recherche de bactéries pour le contrôle de la mouche de l'olive) ou CarSlug (utilisation de Carabidés comme agents de contrôle des limaces). [32]

Figure 15: Prolongations des SA (courbe cumulée)



b) Des substances généralement moins nocives pour la santé et l'environnement

Les substances de biocontrôle sont perçues comme moins nocives pour la santé et l'environnement car d'origine « naturelle » ou ayant des mécanismes « naturels ». Il était cependant nécessaire dans cette étude de trouver des arguments allant de ce sens, ce qui a été fait par l'analyse des mentions de danger et données toxicologiques et éco-toxicologiques.

Les substances de biocontrôle, bien qu'ayant connu une plus forte croissance que les substances chimiques, ne sont responsables que de 7% des mentions de danger (seulement de 2 mentions de danger supplémentaires en 2011 et 2018).

Les micro-organismes ne sont pas concernés par les ADI, ARfD et AOEL. De plus, le temps de dégradation des insecticides chimiques est d'en moyenne 39,38 jours tandis qu'il n'est que de 6,49 jours pour les insecticides d'origine biologique, ce qui réduit les risques (Deravel, Krier et Jacques, 2014). De plus, la DL₅₀ moyenne est aux alentours de 2700 mg/kg, ce qui est considéré comme bas [25] [26] et elles n'ont pas de mentions de danger.

Les substances sémiocchimiques sont utilisées dans les pièges en très faibles quantités, elles ne sont pas pulvérisées sur les cultures, et ne sont pas concernées par les ADI, ARfD et AOEL. Les DL₅₀ sont faibles (autour de 4600 mg/kg). De plus, elles n'ont pas de mentions de danger référencées.

Seules certaines substances d'origine naturelles sont concernées par les ADI, ARfD et AOEL : les substances d'origine végétale, minérale et microbienne, ce qui ne rend pas significatif ces indicateurs pour cette catégorie. Les DL₅₀ sont faibles (autour de 2600 mg/kg). Les principales mentions de danger sont dues aux substances d'origine minérale et en particulier aux composés de cuivre.

En conséquence, selon ces indicateurs, en règle générale les substances de biocontrôle sont moins dangereuses pour la santé et l'environnement que les substances chimiques (avec des exceptions). Cependant, d'autres indicateurs pourraient être examinés pour aboutir à une conclusion plus définitive. De plus, il faut rappeler que l'on ne pourra jamais prédire tous les effets d'une substance active et que les coformulants des SA ne sont pas pris en compte dans cette étude.

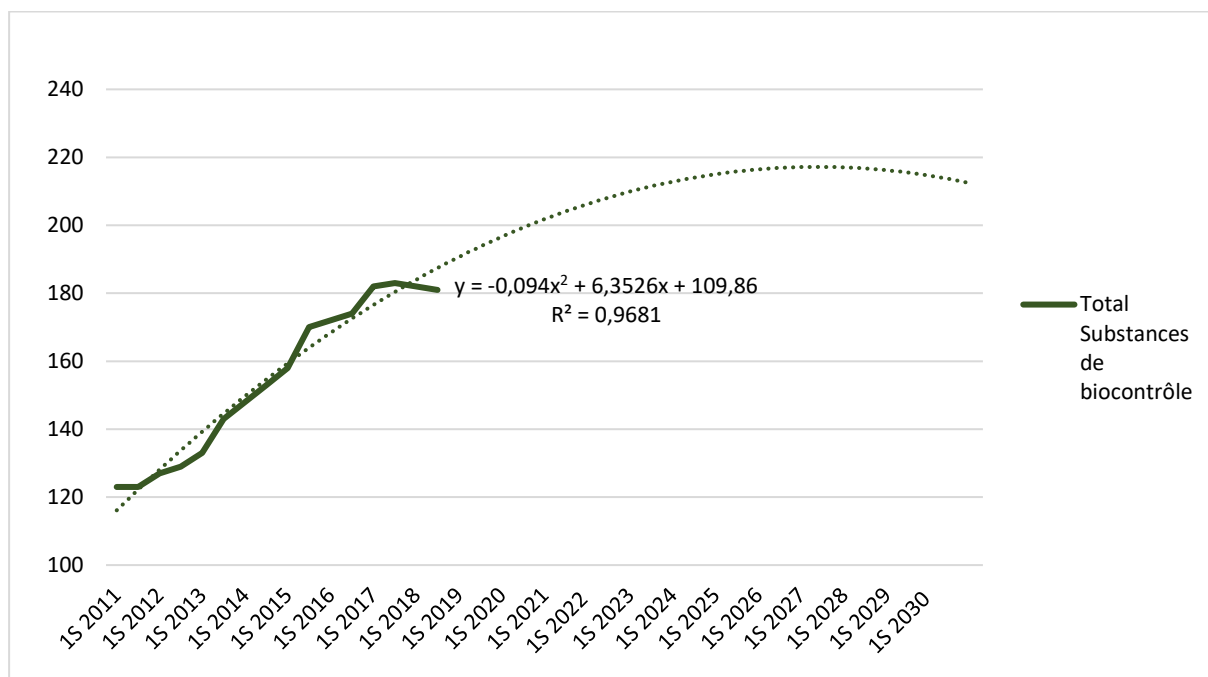
C. ...Mais avec un certain nombre d'obstacles

1. Un encombrement actuel du système rendant le futur difficilement prévisible

Le nombre substances total ainsi que le nombre de substances de biocontrôle se sont stabilisés depuis 2017. Cela peut être dû au fait qu'une partie des SA entre en renouvellement lors des 3 prochaines années (124 substances en 2019, 73 en 2020 et 77 en 2021). C'est un nombre très important de dossiers à traiter, ce qui induit en réaction une augmentation du nombre de prolongations par an (Figure 15). Initialement ; la fin des dernières périodes d'approbation était en 2021, mais avec les prolongations elle se situe actuellement en 2024 et se terminera probablement vers 2028.

Une autre des explications de l'augmentation du nombre de prolongations est le changement des règles pour les demandes d'approbation (règlement (EU) N°844/2012), ce qui entraîne du travail supplémentaire pour les pétitionnaires : pour pallier ce problème, la Commission a actuellement mis en place le programme AIR-3 (concerne les substances dont les périodes d'approbation vont du 1^{er} janvier 2013 au 1^{er} Décembre 2018). [33] D'autres programmes, Air-4 et Air-5 sont à suivre. Les substances qui ont de fortes chances de ne pas être renouvelées ainsi que celles qui pourraient être considérées comme des substances à faibles risques sont évaluées en priorité. [33] Cela pourrait permettre au biocontrôle de continuer de

Figure 27 : Prédiction de progression des substances de biocontrôle



progresser, bien qu'avec une croissance moindre si l'approbation des substances de base est ralentie.

2. Des obstacles éventuels sur le terrain

L'augmentation des substances de biocontrôle a été démontrée au niveau réglementaire et l'augmentation des parts de marché du biocontrôle (Ravensberg, 2015) semble montrer que ces substances et produits se font progressivement adopter par les producteurs sur le terrain. Au rythme actuel, les substances de biocontrôle devraient atteindre le nombre de 200 en 2021 (Figure 27). Cependant, des obstacles persistent :

Le premier obstacle pour leur mise en application sur le terrain est leur efficacité variable, de 40 à 50% en moyenne contre les 80% et plus pour les substances classiques (Chomienne et al., 2017), ce qui représente donc un risque pour le producteur. Cela a pour conséquences une gestion plus complexe et la nécessité de les utiliser dans le cadre de la PBI. Il y a également un écart entre la demande des producteurs, les substances de biocontrôle et les produits de biocontrôle disponibles sur le terrain (Lamichhane et al., 2017). De plus, des résistances aux substances de biocontrôle peuvent apparaître, comme par exemple des cas de résistance de *Cydia pomonella* au virus de la granulose ou de *Frankliniella occidentalis* au Spinosad (Siegwart, 2017).

Le coût élevé pour l'approbation et le renouvellement des substances actives (tests, expérimentations terrains, développement, taxes, etc.) en comparaison aux tailles de marché généralement accessibles aux substances de biocontrôle peuvent limiter le développement de ces solutions.

Enfin, il est important de rappeler que le biocontrôle est un outil complémentaire et pas un remplaçant des pesticides, et qu'il doit idéalement être utilisé au sein de la Protection Intégrée des Cultures (PIC) (Chomienne et al., 2017).

V. Conclusion

Cette étude a permis de répondre aux hypothèses de départ. Si le nombre de substances de biocontrôle a bien augmenté, il en est de même pour les substances chimiques, contrairement à l'hypothèse de départ. Cependant, il semblerait que le nombre de substance chimiques commence à diminuer, et le biocontrôle pourrait, s'il n'y a pas de changements réglementaires, dépasser le nombre de substances chimiques en 2026. Toutefois, un ralentissement des approbations est à prévoir et pourrait perturber en partie la croissance du biocontrôle. La toxicité des substances semble diminuer, selon les indicateurs utilisés, surtout si l'on prend en compte les substances de biocontrôle qui n'ont que très peu de mentions de danger et qui sont en grande partie non concernées par les ADI, ARfD et AOEL. Néanmoins, des études plus approfondies sur d'autres indicateurs toxicologiques et écotoxicologiques sont nécessaires pour pouvoir conclure de manière plus définitive.

Les substances de biocontrôle ont augmenté, avec une croissance différente selon le type. Les micro-organismes ont connu la plus forte croissance, suivis des substances d'origine naturelle et enfin des substances sémi-chimiques. Néanmoins, des obstacles persistent comme le coût du dossier pour l'approbation communautaire ou leur efficacité variable sur le terrain. De plus, certaines filières (comme les céréales) et fonctions (comme les herbicides) des substances de biocontrôle n'ont pas connu de croissance importante et restent à développer. Les substances qui sont le plus susceptibles d'être homologuées dans le futur semblent être les micro-organismes qui peuvent prétendre aisément au statut de substance à faible risque et les substances qui peuvent être approuvées en tant que substance de base, malgré un risque de non-approbation plus élevé.

Cette étude montre une évolution positive pour les substances de biocontrôle. Toutefois ces résultats sont à relativiser. Aux USA, il y avait en 2011 plus de 202 substances de biocontrôle (Chandler, 2011) et leur liste en référence aujourd'hui 366 [28], soit une croissance de 80,7%. Il y a donc une marge de progression non négligeable pour les substances de biocontrôle en Europe.

Une des limites de cette étude est qu'elle cible exclusivement les substances actives et qu'elle n'est absolument pas représentative des produits accessibles aux producteurs. Pour continuer ce travail, des études plus approfondies pourraient être menées pour savoir dans quels pays chaque substance de biocontrôle est utilisée et ainsi pouvoir comparer le développement des substances de biocontrôle pays par pays.

Ce travail a constitué une partie de ce stage, et sera valorisé sous forme de publications, poster et conférence. L'ensemble du stage a constitué en une succession d'étapes toutes tournées vers le biocontrôle, et plus particulièrement vers sa réglementation. Ces textes réglementaires ont servi de base à l'ensemble du travail. Le quatrième pilier du biocontrôle n'a pas été oublié : une base de données des macro-organismes utilisés ou qui ont été utilisés en France pour du biocontrôle a également été constituée.

Liste bibliographique

Alabouvette C., Olivain C., Steinberg C., 2006. Biological control of plant diseases: the European situation. *European Journal of Plant Pathology*. Vol. 114(3), p. 329-341.

Andral B., Bessemoulin J.-C., Dutartre S., Galibert T. Évaluation du dispositif de délivrance du certificat individuel phytopharmaceutique [certiphyto]. Rapport n° 13132. [en ligne]. France : *Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt/CGAAER/CGEDD*, 2014, 79p. Disponible sur : < <http://agriculture.gouv.fr/evaluation-du-dispositif-de-delivrance-du-certificat-individuel-phytopharmaceutique-certiphyto> > (Consulté le 16/08/2018)

Bain C., Bernard J.-L., Fougeroux A. Histoire de la protection des cultures - de 1850 à nos jours. Paris : *Champ libre*, 2010, 255 p.

BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielle), Ministère de la Transition écologique et solidaire / Direction générale de la prévention des risques. Pollution du Rhin par des pesticides, le 1er novembre 1986, Schweizerhalle, Suisse. Fiche n°5187. [en ligne]. France : *ARIA*, 2006, 13 p. Disponible sur : < https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/wp-content/files_mf/FD_5187_schwizerhalle_1986_fr.pdf > (Consulté le 16/08/2018)

Birkett M., Pickett J., 2003. Aphid sex pheromones: from discovery to commercial production. *Phytochemistry*. Vol. 62(5), p.651-656.

Bonnefoy N. Pesticides : vers le risque zéro. Rapport d'information n° 42 (2012-2013). [en ligne]. Paris : *Mission commune d'information sur les pesticides*, 2012, 348 p. Disponible sur : < http://www.senat.fr/rap/r12-042-1/r12-042-1_mono.html#toc26 >

Cabidoche Y.-M., Achard R., Cattan P., Clermont-Dauphin C., Massat F., Sansoulet J., 2009. Long-term pollution by chlordecone of tropical volcanic soils in the French West Indies: A simple leaching model accounts for current residue. *Environmental Pollution*. Vol. 157(5), p.1697-1705.

Caldumbide C., Jaloux B., 2007. Présentation de la protection biologique intégrée. [en ligne]. *Plante&Cité*. Disponible sur : < https://www.plante-et-cite.fr/data/fichiers_ressources/pdf_fiches/synthese/fiche%20PBI.pdf > (Consulté le 16/08/2018).

California Environmental Protection Agency, 2015. Summary Of Toxicology Data GS-omega/kappa-Hctx-Hv1a. Chemical Code # 6089, Document Processing Number (DPN) 53181 SB 950 # NA. Disponible sur : < <https://www.cdpr.ca.gov/docs/risk/toxsums/pdfs/6089.pdf> > (Consulté le 26/08/2018)

Chandler D., Bailey A., Tatchell M., Davidson G., Greaves J., Grant W., 2011. The development, regulation and use of biopesticides for integrated pest management. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. Vol. 366(1573), p.1987-1998.

Carrau T., Hiebert N., Vilcinskas A., Lee K.-Z., 2018. Identification and characterization of natural viruses associated with the invasive insect pest *Drosophila suzukii*. *Journal of Invertebrate Pathology*. Vol.154, p.74-78. DOI :

Carson L. Printemps silencieux. Paris : *Le Livre de poche*, 1968, 320p.

Chomienne et al. ;J-P, Dutartre S, Larguier M, Pinçonnet D, Tessier R. Les produits de biocontrôle pour la protection des cultures. Report No.: 16055 p. 87 (2017).)

Coumans V., 2002. Notes sur l'ergotisme en Brabant au Moyen Âge, particulièrement à Oplinter. **[en ligne]**. *Revue belge de Philologie et d'Histoire*. Vol. 80(4), p. 1125-1141. Disponible sur : < https://www.persee.fr/doc/rbph_0035-0818_2002_num_80_4_4664 > (Consulté le 16/08/2018).

Dayan F. E., Cantrell C. L., Duke S.O., 2009. Natural products in crop protection. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. Vol. 17(12), p.4022-4034.

Deravel J., Krier F., Jacques P., 2014. Les biopesticides, compléments et alternatives aux produits phytosanitaires chimiques (synthèse bibliographique). *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*. Vol. 18(2), p.220-232.

De Smedt C., Someus E., Spanoghe P., 2015. Potential and actual uses of zeolites in crop protection. *Pest Management Science*. Vol. 71(10), p.1355-1367.

DGAL/SDQPV, 2015. Catalogue des Usages. Note de service DGAL/SDQPV/2015-253 du 10/03/2015. Disponible sur : < http://daaf.reunion.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Catalogue_des_usages_2015_cle0f118f-1.pdf > (Consulté le 23/08/2018)

DG Health and Food Safety. Overview report, Sustainable Use of Pesticides. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017, 25p. ISBN 978-92-79-52987-0

Del Rincón-Castro C., Ibarra J. Chapter: Entomopathogenic Viruses. Biological Control of Insect. **[en ligne]**. USA: *Studium Press LLC*, 2011, p.29-64 Disponible sur: < https://www.researchgate.net/publication/263765284_Entomopathogenic_Viruses > (Consulté le 26/08/2018)

Gatignol C., Etienne J.-C.. Pesticides et santé. Rapport n° 421 (2009-2010). **[en ligne]**. Paris : *Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques*, 2010, 262p. Disponible sur : < <http://www.senat.fr/notice-rapport/2009/r09-421-notice.html> > (Consulté le 16/08/2018).

Glare T., Caradus J., Gelernter W., Jackson T., Keyhani N., Köhl J., Marrone P., Morin L., Stewart A., 2012. Have biopesticides come of age? *Trends in Biotechnology*. Vol. 30(8), p.250-258.

Gould F., Brown Z., Kuzma J., 2018. Wicked evolution: Can we address the sociobiological dilemma of pesticide resistance? *Science*. Vol. 360(6390), p.728-732.

Gouli V., Gouli S., Marcelino J. Concise Illustrated Dictionary of Biocontrol Terms. Cambridge: *Academic Press*, 2015, 194p.

Groupe de travail Biocontrôle (France). Biocontrôle en protection des cultures: périmètre, succès, freins, espoirs. Paris : *Académie d'agriculture de France*, 2016, 116 p.

Harding D., Raizada M., 2015. Controlling weeds with fungi, bacteria and viruses: a review. **[en ligne]**. *Frontiers in Plant Science*. Vol.6, 659. Disponible sur: < <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2015.00659/full> > (Consulté le 26/08/2018)

Heap I., 2013. Global perspective of herbicide-resistant weeds. *Pest Management Science*. Vol.70(9), p.1306-1315.

Herth. Le bio-contrôle pour la protection des cultures, 15 recommandations pour soutenir les technologies vertes. Rapport au Premier ministre François Fillon. **[en ligne]**. France : *Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et de la Ruralité*, 2011, 156p.

Disponible sur : < <http://agriculture.gouv.fr/le-bio-controle-pour-la-protection-des-cultures-15-recommandations-pour-soutenir-les-technologies> > (Consulté le 17/08/2018)

ITAB, 2012. Constituer un dossier d'approbation d'une substance de base conformément au règlement (CE) n°1107/2009. **[en ligne]**. ITAB. Disponible sur : < <http://www.itab.asso.fr/downloads/com-intrants/guide-pnpp-substance-base.pdf> > (Consulté le 26/08/2018)

Jacob M. Les Français de plus en plus inquiets de la présence des pesticides dans leur alimentation. **[en ligne]**. *Euractiv*. 12 octobre 2017. Disponible sur: < <https://www.euractiv.fr/section/agriculture-alimentation/news/les-francais-de-plus-en-plus-inquiets-de-la-presence-des-pesticides-dans-leur-alimentation/> > (Consulté le 16/08/2018)

Kachhawa D., 2017. Microorganisms as a biopesticides. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. Vol.5(3), p. 468-473.

Kinealy C. This Great Calamity: The Irish Famine 1845-52. **[en ligne]**. Lanham: *Roberts Rinehart Pub*, 1995, 450 p. ISBN 9781570980343. Disponible sur: < https://books.google.fr/books/about/This_Great_Calamity.html?id=YqErAAAAYAAJ&redir_esc=y > (Consulté le 16/08/2018)

Kurenbach B., Marjoshi D., Amábile-Cuevas C., Ferguson G., Godsoe W., Gibson P., Heinemann J., 2015. Sublethal Exposure to Commercial Formulations of the Herbicides Dicamba, 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid, and Glyphosate Cause Changes in Antibiotic Susceptibility in *Escherichia coli* and *Salmonella enterica serovar Typhimurium*. *mBio*. Vol. 6(2), p. 9-15

Lamichhane J.-R., Bischoff-Schaefer M., Bluemel S., Dachbrodt-Saaydeh S., Dreux L., Jansen J.-P., Kiss J., Köhl J., Kudsk P., Malausa T., Messéan A., Nicot P.-C., Ricci P., Thibierge J., Villeneuve F., 2017. Identifying obstacles and ranking common biological control research priorities for Europe to manage most economically important pests in arable, vegetable and perennial crops. *Pest Management Science*. Vol. 73(1), p.14-21.

Leng P., Zhang Z., Pan G., Zhao M., 2011. Applications and development trends in biopesticides. *African Journal of Biotechnology*. Vol. 10(86), p.19864-19873

Lhoste J., Grison P. La phytopharmacie française, Chronique historique. Versailles : *Institut national de la recherche agronomique*, 1989, 279p.

Marchand P., Carrière J. Constituer un dossier d'approbation d'une substance de base conformément au règlement (CE) n°1107/2009. Paris : ITAB, 2012, 32p. Disponible sur : < <http://www.itab.asso.fr/downloads/com-intrants/guide-pnpp-substance-base.pdf> > (Consulté le 17/08/2018)

Marchand P., 2017. Basic and low-risk substances under European Union pesticide regulations: a new choice for biorational portfolios of small and medium-sized enterprises. **[en ligne]**. *Journal of Plant Protection Research*. Disponible sur: < <https://content.sciendo.com/view/journals/jppr/ahead-of-print/article-10.1515-jppr-2017-0056.xml> > (Consulté le 17/08/2018)

Marchand P. L'Homologation des Substances peu préoccupantes en PPP (Phyto). **[en ligne]**. Angers : ITAB. M2 PPEH, Cours, 2018, 33p. Disponible sur e-agrocampus Ouest.

Marchand P., 2018. Basic and low-risk substances under European Union pesticide regulations: a new choice for biorational portfolios of small and medium-sized enterprises.

[en ligne]. *Journal of Plant Protection Research*. Disponible sur : < <https://content.sciendo.com/view/journals/jppr/ahead-of-print/article-10.1515-jppr-2017-0056.xml> > (Consulté le 19/08/2018)

Matyjaszczyk E., 2011. Active Substances Used in Plant Protection in Poland after the European Union Accession. *Journal of Plant Protection Research*. Vol. 51(3), p.217-224.

Miles S., Brennan M., Kuznesof S., Ness M., Ritson C., Frewer L., 2004. Public worry about specific food safety issues. *British Food Journal*. Vol. 106(1), p. 9-22.

Ministère de l'Agriculture et de la Pêche. Note nationale d'alerte. Mineuse de la tomate : *Tuta absoluta* (Meyrick,1917). [en ligne]. France : *Ministère de l'Agriculture et de la Pêche*, 2008, 1p. Disponible sur : < http://fredonpdl.fr/iso_album/note_nationale_alerte_sral_tuta_absoluta.pdf > (Consulté le 16/08/2018)

Miquel G. La qualité de l'eau et l'assainissement en France, Annexe 44 - Les Pesticides Présentation Générale. Rapport de l'OPECST n° 215 (2002-2003). [en ligne]. Paris : *Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologique*, 2003, 195 p. Disponible sur : < <https://www.senat.fr/rap/102-215-2/102-215-238.html> > (Consulté le 16/08/2018)

Mnif W., Ibn Hadj Hassine A., Bouaziz A., Bartegi Aghleb., Thomas O., Roig B., 2011. Effect of Endocrine Disruptor Pesticides: A Review. *Environmental Research and Public Health*. Vol. 8(6), p. 2265-2303.

Multigner L., Rodrigue Ndong J., Giusti A., Romana M., Delacroix-Maillard H., Cordier S., Jégou B., Thomé J.-P., Blanchet P., 2010. Chlordecone exposure and risk of prostate cancer. *Journal of Clinical Oncology*. Vol. 28(21), p. 3457-3462.

New AG International, 2016.Semiochemicals, maybe the fastest growing segment of the pesticides market. [en ligne]. *New AG International*. Disponible sur: < <http://dunhamtrimmer.com/wp-content/uploads/2017/07/Prod-Trends-2.pdf> > (Consulté le 19/08/2018)

Norin T., 2007. Semiochemicals for insect pest management. *Pure and Applied Chemistry*. Vol. 79(12), p.2129-2136.

Oerke E.-C., Dehne H.-W., 2004. Safeguarding production—losses in major crops and the role of crop protection. *Crop Protection*. Vol. 23(4), p. 275-285.

Paulitz T., Bélanger R., 2001. Biological control in greenhouse systems. *Annual Review of Phytopathologie*. Vol.39 ; p.103-133.

Payen A., Huyghe C., 2018. Quelle organisation de la recherche pour apporter des solutions de biocontrôle à 5/10 ans ? . [en ligne]. Paris : *Colloque Biocontrôle*, 2018, 18 p. Disponible sur : < https://www.ibmafrance.com/wp-content/uploads/2018/02/180130_Christian_Huyghe_Colloque_IBMA_Biocontr%C3%B4le_2018.pdf > (Consulté le 26/08/2018)

Pelt J.-M. Cessons de tuer la terre pour nourrir l'homme ! Paris : *Fayard*, 2012, 201 p.

Potier D. Pesticides et agro-écologie, les champs du possible. Rapport au Premier Ministre Manuel Valls. [en ligne]. France : *Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt*, 2014, 252p. Disponible sur : < <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/144000775/index.shtml> > (Consulté le 16/08/2018).

- Pourardier G. Vous reprendrez bien un peu de pesticides ? Paris: *l'Archipel*, 2010, 227p.
- Ravensberg W., Crop protection in 2030: towards a natural, efficient, safe and sustainable approach. **[en ligne]**. Swansea University: *International Symposium*, 2015, 46p. Disponible sur: < <http://www.ibma-global.org/upload/documents/201509wrpresentationinswansea.pdf> > (Consulté le 16/08/2018).
- Shidrawi G.R., 1990. Le programme mondial OMS de surveillance de la résistance des vecteurs aux pesticides. **[en ligne]**. WHO Bulletin OMS. Vol. 68, p.537-543. Disponible sur: < <https://europepmc.org/backend/ptpmcrender.fcgi?accid=PMC2393189&blobtype=pdf> > (Consulté le 21/08/2018)Bo
- Sigwart M., 2017. Résistances de Lépidoptères et Diptères. Bordeaux : *Journées d'Échanges sur les Résistances aux produits de protection des plantes (JÉR 2017)*, 25p.
- Simon S., Bouvier J.-C., Debras J.-F.; Sauphanor B., 2010. Biodiversity and pest management in orchard systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. Vol. 30(1), p.139-152.
- Suckling D., 2015. Can we replace toxicants, achieve biosecurity, and generate market position with semiochemicals? **[en ligne]**. *Frontiers in Ecology and Evolution*. Disponible sur : < <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2015.00017/full> > (Consulté le 19/08/2018)
- United Nation, Department of Economic and Social Affairs. World Population Prospects: The 2017 Revision. **[en ligne]**. New-York: *United Nations*, 2017, 47p. Disponible sur: < https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/wpp2017_keyfindings.pdf > (Consulté le 16/08/2018)
- Villaverde J.J., Sevilla-Morán B., Sandín-España P., López-Goti C., Alonso-Prados J.L., 2014. Biopesticides in the framework of the European Pesticide Regulation (EC) No. 1107/2009. *Pest Management Science*. Vol. 70(1), p.2-5.
- Weydert C. *Drosophila suzukii*: situation nationale et Bilan du projet CASDAR. **[en ligne]**. Balandran : *Rencontres phytosanitaires fruits à noyau Ctifl/ DGAL-SDQPV*, 2016, 18 p. Disponible sur : < <http://www.ctifl.fr/DocPdf/Agenda/Presentation/479/9DSuzukiiSituationNationale.pdf?25/11/2016%20083945> > (Consulté le 16/08/2018).
- Van der Mark M., Brouwer M., Kromhout H., Nijssen P., Huss A., Vermeulen R., 2011. Is Pesticide Use Related to Parkinson Disease? Some Clues to Heterogeneity in Study Results. *Environmental Health Perspectives*. Vol. 120(3), p.340-347.
- Witzgall P., Kirsch P., Cork A., 2010. Sex Pheromones and Their Impact on Pest Management. *Journal of Chemical Ecology*. Vol.36(1), p.80-100
- World Health Organisation. Public Health, Impact of Pesticides Used in Agriculture. **[en ligne]**. Genève : *World Health Organisation*, 1990, 128p. Disponible sur: < <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/39772/9241561394.pdf?sequence=1&isAllowed=y> > (Consulté le 16/08/2018).
- Yang R. Z., Tang C. S., 1988. Plants Used for Pest Control in China: A Literature Review. *Economic Botany*. Vol. 42(3), p. 376-406.

Zhang W., Jiang F., Ou J., 2011. Global pesticide consumption and pollution: with China as a focus. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*. Vol.1(2), p.125-144.

Liste sitographique

[1] Agence Nationale de Sécurité Sanitaire Alimentation, Environnement, Travail, 2012. *Agritox*. Disponible sur : <<http://www.agritox.anses.fr/guides/guide-agritox.html> > (Consulté le 14/08/2018)

[2] Direction de l'information légale et administrative, 2018. *Vie Publique*. Disponible sur : <<http://www.vie-publique.fr/decouverte-institutions/union-europeenne/action/textes-juridiques/qu-est-ce-qu-directive.html> > (Consulté le 14/08/2018)

[3] Autorité européenne de sécurité des aliments, 2018. *EFSA, glossary*. Disponible sur : <<https://www.efsa.europa.eu/fr/glossary-taxonomy-terms> > (Consulté le 14/08/2018).

[4] Direction de l'information légale et administrative, 2018. *Vie Publique*. Disponible sur : <<http://www.vie-publique.fr/decouverte-institutions/union-europeenne/action/textes-juridiques/qu-est-ce-qu-reglement.html> > (Consulté le 14/08/2018)

[5] Office des Publications de l'Union Européenne, 2018. *Eur-Lex*. Disponible sur : <https://eur-lex.europa.eu/content/legis/avis_consolidation.html?locale=fr > (Consulté le 14/08/2018).

[6] Gallica, 2018. *Bouillie bordelaise Excelsior... pour le traitement des maladies cryptogamiques de la vigne et des arbres fruitiers... En vente chez M. : [affiche] / [Non identifié]. (1903). Affiche. Gallica. Disponible sur : <<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b53015740j> > (Consulté le 16/08/2018).*

[7] La Banque Mondiale, 2018. *Terres arables (hectares par personne)*. Disponible sur : <<https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/AG.LND.ARBL.HA.PC?view=chart> > (Consulté le 16/08/2018)

[8] Eurostat, Statistics Explained, 2015. *File:Occurrence and exceedance of selected pesticides (listed in Figure 1) in groundwater monitoring stations, 2010-2011.png*. Disponible sur: <[http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Occurrence_and_exceedance_of_selected_pesticides_\(listed_in_Figure_1\)_in_groundwater_monitoring_stations,_2010-2011.png](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Occurrence_and_exceedance_of_selected_pesticides_(listed_in_Figure_1)_in_groundwater_monitoring_stations,_2010-2011.png) > (Consulté le 16/08/2018)

[9] France Culture, 2014. *Printemps silencieux*. Disponible sur : <<https://www.franceculture.fr/oeuvre-printemps-silencieux-de-rachel-carson> >(Consulté le 16/08/2018)

[10] Santé Publique France, 2011. *Pesticides organophosphorés*. Disponible sur: <<http://invs.santepubliquefrance.fr/Dossiers-thematiques/Environnement-et-sante/Biosurveillance/Index-de-A-a-Z/P/Pesticides-organophosphores> > (Consulté le 16/08/2018)

[11] World Health Organisation, 2018. *List of Classifications, Volumes 1-122*. Disponible sur : <<https://monographs.iarc.fr/list-of-classifications-volumes/> > (Consulté le 16/08/2018)

[12] Actu Environnement, 2018. *Dictionnaire Environnement*. [Disponible sur : <<https://www.actu->

environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/organochlore.php4 > (Consulté le 16/08/2018)

[13] Alim'agri, 2017. *Utilisation du logo Ecophyto*. Disponible sur : < <http://agriculture.gouv.fr/utilisation-du-logo-ecophyto> > (Consulté le 16/08/2018).

[14] Ministère de la Transition écologique et solidaire, 2018. *Collectivités, jardiniers amateurs : en route vers le zéro pesticide*. Disponible sur : < <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/collectivites-jardiniers-amateurs-en-route-vers-zero-pesticide> > (Consulté le 16/08/2018).

[15] IFOAM, 2018. *Organic in Europe*. Disponible sur : < <https://www.ifoam-eu.org/sites/default/files/ifoamvis-package/index.html> > (Consulté le 16/08/2018).

[16] Académies des Biostimulants, 2018. *Distinction avec le biocontrôle*. Disponible sur : < <http://www.biostimulants.fr/produits-utilisation/definition/distinction-biocontrole/> > (Consulté le 16/08/2018).

[17] IBMA, 2018. *Le marché du biocontrôle*. Disponible sur : < <https://www.ibmafrance.com/biocontrole/> > (Consulté le 16/08/2018)

[18] ITAB, 2018. *Préparation Naturelle Peu Préoccupante (PNPP)*. Disponible sur : < <http://www.itab.asso.fr/activites/pnpp.php> > (Consulté le 16/08/2018)

[19] ECHA, 2018. *Processus d'évaluation des substances actives*. Disponible sur : < <https://echa.europa.eu/fr/regulations/biocidal-products-regulation/approval-of-active-substances/approval-of-active-substances/evaluation-process-for-active-substances> > (Consulté le 16/08/2018)

[20] ANSES, 2016. *Produits phytopharmaceutiques, un nouveau cadre réglementaire depuis juin 2011*. Disponible sur : < <https://www.anses.fr/fr/content/produits-phytopharmaceutiques-un-nouveau-cadre-r%C3%A9glementaire-depuis-juin-2011> > (Consulté le 16/08/2018).

[21] European Commission, 2018. *Guidelines on Active Substances and Plant Protection Products*. Disponible sur : < https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/approval_active_substances/guidance_documents_en > (Consulté le 17/09/2018)

[22] Gomez G., Académie de Montpellier, 2017. *Phéromones, Allomones, Kairomones et Synomones*. Disponible sur : < <https://sciences-physiques.ac-montpellier.fr/ABCDORGA/Famille6/PHEROMONES.htm#UNTROIS> > (Consulté le 17/08/2018)

[23] Ephy, 2018. *Index Substances Actives*. Disponible sur : < <https://ephy.anses.fr/lexique/substance/p> > (Consulté le 17/08/2018)

[24] European Commission, 2018. *EU Pesticides Database*. Disponible sur : < <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=activesubstance.selection&language=EN> > (Consulté le 17/08/2018)

[25] University of Hertfordshire, 2018. *PPDB: Pesticide Properties DataBase*. Disponible sur : < <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/atoz.htm> > (Consulté le 25/08/2018)

[26] University of Hertfordshire, 2018. *BPDB: Bio-Pesticides DataBase*. Disponible sur : < <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/bpdb/atoz.htm> > (Consulté le 25/08/2018)

- [27] Office Fédérale de l'Agriculture, Confédération Suisse, 2018. *Index des produits phytosanitaires – Substances actives*. Disponible sur : < <https://www.psm.admin.ch/fr/wirkstoffe> > (Consulté le 26/08/2018)
- [28] United States Environmental Protection Agency, 2018. *Biopesticide Active Ingredients*. Disponible sur : < <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/biopesticide-active-ingredients> > (Consulté le 26/08/2018)
- [29] European and Mediterranean Plant Protection Organization, 2017. *EPPO A1 List of pests recommended for regulation as quarantine pests*. Disponible sur : < https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/A1_list > (Consulté le 26/08/2018)
- [30] PubMed, 2018. *Best matches for biocontrol*. Disponible sur : < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=biocontrol> > (Consulté le 26/08/2018)
- [31] Consortium Biocontrôle, 2018. *Accueil*. Disponible sur : < <https://www6.inra.fr/consortium-biocontrôle/> > (Consulté le 26/08/18)
- [32] Community Research and Development Information Service, 2018. *Projects & Results*. Disponible sur : < https://cordis.europa.eu/projects/result_en?q=%27Biocontrol%27%20AND%20contenttype%3D%27project%27&p=2&num=10&srt=/project/contentUpdateDate:decreasing > (Consulté le 26/08/2018)
- [33] European Commission, 2018. *Renewal of approval*. Disponible sur : < https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/approval_active_substances/approval_renewal_en > (Consulté le 26/08/2018)

Textes règlementaires

Arrêté du 26 février 2015 établissant la liste des macro-organismes non indigènes utiles aux végétaux, notamment dans le cadre de la lutte biologique dispensés de demande d'autorisation d'entrée sur un territoire et d'introduction dans l'environnement. *Journal Officiel de la République Française* n°0094 du 22 avril 2015, p. 7077, texte n°34. Disponible sur : < <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2015/2/26/AGRG1502673A/jo/texte> > (Consulté le 16/08/2018)

Article L253-5 du Code rural et de la pêche maritime. *Journal officiel de la République française* (2014). Disponible sur : < <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006071367&idArticle=LEGIARTI000006583208&dateTexte=&categorieLien=cid> > (Consulté le 17/08/2018)

Article L253-6 du Code rural et de la pêche maritime. *Journal officiel de la République française* (2014). Disponible sur : < <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006071367&idArticle=LEGIARTI000006583210&dateTexte=&categorieLien=cid> > (Consulté le 16/08/2018)

Article L253-7 du Code rural et de la pêche maritime. *Journal officiel de la République française* (2014). Disponible sur : < <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006071367&idArticle=LEGIARTI000006583212&dateTexte=&categorieLien=cid> > (Consulté le 17/08/2018)

Communication de la Commission concernant une liste de substances actives susceptibles d'être considérées comme étant à faible risque et dont l'incorporation dans les produits phytopharmaceutiques est approuvée (2018/C 265/02). *Journal Officiel de l'Union Européenne* n°L.265 du 27 juillet 2018, p.8-11. Disponible sur : [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:52018XC0727\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:52018XC0727(01))

Décret n° 2012-665 du 4 mai 2012 révisant et complétant les tableaux des maladies professionnelles en agriculture annexés au livre VII du code rural et de la pêche maritime. *Journal Officiel de la République Française* n°0107 du 6 mai 2012, p. 8149, texte n° 42. Disponible sur : < <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000025804441&categorieLien=id> > (Consulté le 16/06/2018)

Directive 2009/128/CE du Parlement Européen et du Conseil du 21 octobre 2009 instaurant un cadre d'action communautaire pour parvenir à une utilisation des pesticides compatible avec le développement durable. *Journal officiel de l'Union Européenne* n° L. 309 du 24 novembre 2009, p. 71-86. Disponible sur : < <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX%3A32009L0128> > (Consulté le 16/08/2018)

Directive 79/117/CEE du Conseil, du 21 décembre 1978, concernant l'interdiction de mise sur le marché et d'utilisation des produits phytopharmaceutiques contenant certaines substances actives. *Journal Officiel de l'Union Européenne* n°L. 33 du 8 février 1979, p. 0036-0040. Disponible sur : < <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/ALL/?uri=CELEX:31979L0117> > (Consulté le 16/06/2018)

Directive 91/414/CEE du Conseil, du 15 juillet 1991, concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques. *Journal Officiel de l'Union Européenne* n° L 230 du

19/08/1991 p. 0001 – 0032. Disponible sur : < <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:31991L0414> > (Consulté le 14/08/2018)

Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte. *Journal Officiel de la République Française* n°0189 du 18 août 2015, p. 14263, texte n°1. Disponible sur : < <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000031044385> > (Consulté le 16/08/2018).

Règlement (CE) N° 1272/2008 du Parlement Européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) no 1907/2006. *Journal Officiel de l'Union Européenne* n° L.353 du 31 décembre 2008, p.1-1355. Disponible sur : < <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX%3A32008R1272> > (Consulté le 17/08/2018)

Règlement (CE) N° 396/2005 du Parlement Européen et du Conseil du 23 février 2005 concernant les limites maximales applicables aux résidus de pesticides présents dans ou sur les denrées alimentaires et les aliments pour animaux d'origine végétale et animale et modifiant la Directive 91/414/CEE du Conseil. *Journal Officiel de l'Union Européenne* n° L.70 du 16 mars 2005, p.1-16. Disponible sur : < <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/ALL/?uri=CELEX%3A32005R0396> > (Consulté le 17/08/2018)

Règlement (CE) N°1107/2009 du Parlement Européen et du Conseil du 21 octobre 2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques et abrogeant les directives 79/117/CEE et 91/414/CEE du Conseil. *Journal officiel de l'Union Européenne* n° L. 309 du 24 novembre 2009, p. 1–50. Disponible sur : < <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=celex%3A32009R1107> > (Consulté le 16/08/2018)

Règlement (UE) 2017/1432 de la Commission du 7 août 2017 modifiant le règlement (CE) no 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques en ce qui concerne les critères d'approbation des substances actives à faible risque. *Journal Officiel de l'Union Européenne* n°L.205 du 8 août 2017, p. 59-62. Disponible sur : < <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/ALL/?uri=CELEX:32017R1432> > (Consulté le 19/08/2018)

Règlement (UE) N° 283/2013 de la Commission du 1^{er} mars 2013 établissant les exigences en matière de données applicables aux substances actives, conformément au règlement (CE) no 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques. *Journal Officiel de l'Union Européenne* n° L.93 du 3 avril 2013, p.1-84. Disponible sur : < <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fr/TXT/?uri=CELEX:32013R0283> > (Consulté le 17/08/2018)

Règlement d'Exécution (UE) N° 2015/306 de la Commission du 26 février 2015 renouvelant l'approbation de la substance active *Isaria fumosorosea*, souche *Apopka 97*, conformément au règlement (CE) no 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques et modifiant l'annexe du règlement d'exécution (UE) no 540/2011 de la Commission. *Journal Officiel de l'Union Européenne* n° L.56 du 27 février 2015, p.1-5. Disponible sur : < <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/ALL/?uri=CELEX:32015R0306> > (Consulté le 17/08/2018)

Règlement d'Exécution (UE) N° 2015/408 de la Commission du 11 mars 2015 relatif à l'application de l'article 80, paragraphe 7, du règlement (CE) no 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques

et l'établissement d'une liste de substances dont on envisage la substitution. *Journal Officiel de l'Union Européenne* n° L.67 du 12 mars 2015, p. 18-22. Disponible sur : < <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:32015R0408> > [Consulté le 17/08/2018)

Règlement d'Exécution (UE) N° 2018/691 de la Commission du 7 mai 2018 portant approbation de la substance de base «talc E553B» conformément au règlement (CE) no 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques, et modifiant l'annexe du règlement d'exécution (UE) no 540/2011 de la Commission. *Journal Officiel de l'Union Européenne* n°L.117 du 8 mai 2018, p.6-8. Disponible sur : < <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:32018R0691> > (Consulté le 19/08/2018)

Règlement d'Exécution (UE) N° 462/2014 de la Commission du 5 mai 2014 portant approbation de la substance de base *Equisetum arvense* L., conformément au règlement (CE) no 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques, et modifiant l'annexe du règlement d'exécution (UE) no 540/2011 de la Commission. *Journal Officiel de l'Union Européenne* n° L.134 du 7 mai 2014, p. 28-31. Disponible sur : < <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/ALL/?uri=celex%3A32014R0462> > (Consulté le 17/08/2018)

Règlement d'Exécution (UE) N° 540/2011 de la Commission du 25 mai 2011 portant application du règlement (CE) no 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil, en ce qui concerne la liste des substances actives approuvées. *Journal Officiel de l'Union Européenne* n° L.153 du 11 juin 2011, p. 1-186. Disponible sur : < <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:32011R0540> > (Consulté le 16/08/2018).

Règlement d'Exécution (UE) N° 541/2011 de la Commission du 1^{er} juin 2011 modifiant le règlement d'exécution (UE) no 540/2011 portant exécution du règlement (CE) no 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil ce qui concerne la liste des substances actives approuvées. *Journal Officiel de l'Union Européenne* n° L.153 du 11 juin 2011, p. 187-188. Disponible sur : < <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX%3A32011R0541> > (Consulté le 17/08/2018).

Règlement d'Exécution (UE) N°2015/2105 de la Commission du 20 novembre 2015 portant approbation de la substance active flumétraline comme substance dont on envisage la substitution, conformément au règlement (CE) no 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques, et modifiant le règlement d'exécution (UE) no 540/2011 de la Commission. *Journal Officiel de l'Union Européenne* n° L.305 du 21 novembre 2015, p.31-34. Disponible sur : < <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?qid=1534490429469&uri=CELEX:32015R2105> > (Consulté le 17/08/2018)

Annexe I : Définitions du biocontrôle

«Biological control: the use of living organisms or their metabolic products to control noxious species.»(Gouli, Gouli et Marcelino, 2015).

« Les produits de bio-contrôle représentent un ensemble d'outils à utiliser, seuls ou associés à d'autres moyens de protection des plantes, pour la protection intégrée telle qu'elle figure dans l'approche européenne.

Nos amis canadiens parlent de « l'éco-gestion des insectes, des mauvaises herbes et des maladies des plantes ».

On distingue 4 principaux types d'agents de bio-contrôle

- Les macro-organismes auxiliaires (ou l'agresseur agressé) sont des invertébrés, insectes, acariens ou nématodes utilisés de façon raisonnée pour protéger les cultures contre les attaques des bio-agresseurs.
- Les micro-organismes (ou l'agresseur maîtrisé) sont des champignons, bactéries et virus utilisés pour protéger les cultures contre les ravageurs et les maladies ou stimuler la vitalité des plantes.
- Les médiateurs chimiques comprennent les phéromones d'insectes et les kairomones. Ils permettent le suivi des vols des insectes ravageurs et le contrôle des populations d'insectes par la méthode de confusion sexuelle et le piégeage.
- Les substances naturelles utilisées comme produits de bio-contrôle sont composées de substances présentes dans le milieu naturel et peuvent être d'origine végétale, animale ou minérale. » (Herth, 2011)

« Le biocontrôle peut donc être défini comme le regroupement de méthodes de protection des cultures utilisables par l'agriculteur ayant en commun :

- de résulter de la connaissance des interactions entre plante cultivée, bioagresseurs et autres organismes vivants du milieu naturel ;
- de favoriser, grâce à une action volontaire de l'agriculteur, la régulation des bioagresseurs à l'aide des agents vivants présents dans le milieu agricole local (parcelle, exploitation, microrégion) ;
- d'utiliser des agents de protection vivants ou issus du vivant pour mettre en place les mesures indirectes qui s'imposent pour une culture donnée ou les moyens directs d'intervention dont la mise en œuvre découle de l'observation de la culture en saison. » (Groupe de travail Biocontrôle (France), 2016)

Annexe II : Critères d'approbation des substances actives

Critères substances standards : extraits de l'annexe II du règlement (CE) N° 1107/2009 :

3.6. Incidence sur la santé humaine

« 3.6.1. Le cas échéant, une dose journalière admissible (DJA), un niveau acceptable d'exposition de l'opérateur (NAEO) et une dose aiguë de référence (DARf) sont établis. Lors de l'établissement de ces valeurs, une marge de sécurité appropriée d'au moins 100 est prévue en tenant compte de la nature et de la gravité des effets et de la vulnérabilité de certaines catégories spécifiques de la population. Lorsque l'on estime que l'effet critique revêt une importance particulière, par exemple des effets neurotoxiques ou immunotoxiques pour le développement, une marge de sécurité accrue est envisagée et appliquée si nécessaire. »

« 3.6.2. Une substance active, un phytoprotecteur ou un synergiste n'est approuvé(e) que si, sur la base de l'évaluation de tests de génotoxicité de niveau supérieur effectués conformément aux exigences en matière de données pour les substances actives, les phytoprotecteurs ou les synergistes et d'autres données et informations disponibles, notamment une analyse de la documentation scientifique examinée par l'Autorité, il/elle n'est pas – ou ne doit pas être – classé(e) mutagène de catégorie 1A ou 1B conformément aux dispositions du règlement (CE) no 1272/2008. »

« 3.6.3. Une substance active, un phytoprotecteur ou un synergiste n'est approuvé(e) que si, sur la base de l'évaluation de tests de carcinogénicité effectués conformément aux exigences en matière de données pour les substances actives, les phytoprotecteurs ou les synergistes et d'autres données et informations disponibles, notamment une analyse de la documentation scientifique examinée par l'Autorité, il/elle n'est pas – ou ne doit pas être - classé(e) cancérigène de catégorie 1A ou 1B conformément aux dispositions du règlement (CE) no 1272/2008, à moins que l'exposition de l'homme à cette substance active, ce phytoprotecteur ou ce synergiste contenu dans un produit phytopharmaceutique ne soit négligeable dans les conditions d'utilisation réalistes proposées, c'est-à-dire si le produit est mis en œuvre dans des systèmes fermés ou dans d'autres conditions excluant tout contact avec l'homme et si les résidus de la substance active, du phytoprotecteur ou du synergiste en question dans les denrées alimentaires et les aliments pour animaux ne dépassent pas la valeur par défaut fixée conformément à l'article 18, paragraphe 1, point b), du règlement (CE) no 396/2005. »

« 3.6.4. Une substance active, un phytoprotecteur ou un synergiste n'est approuvé(e) que si, sur la base de l'évaluation de tests de toxicité pour la reproduction effectués conformément aux exigences en matière de données pour les substances actives, les phytoprotecteurs ou les synergistes et d'autres données et informations disponibles, notamment une analyse de la documentation scientifique examinée par l'Autorité, il/elle n'est pas – ou ne doit pas être – classé(e) toxique pour la reproduction de catégorie 1A ou 1B conformément aux dispositions du règlement (CE) no 1272/2008, à moins que l'exposition de l'homme à cette substance active, ce phytoprotecteur ou ce synergiste contenu dans un produit phytopharmaceutique ne soit négligeable dans les conditions d'utilisation réalistes proposées, c'est-à-dire si le produit est mis en œuvre dans des systèmes fermés ou dans d'autres conditions excluant tout contact avec l'homme et si les résidus de la substance active, du phytoprotecteur ou du synergiste en question dans les denrées alimentaires et les aliments pour animaux ne dépassent pas la valeur par défaut fixée conformément à l'article 18, paragraphe 1, point b), du règlement (CE) no 396/2005. points 2 et 3 de l'annexe II. »

« 3.7. Une substance active, un phytoprotecteur ou un synergiste n'est approuvé que s'il n'est pas considéré comme un polluant organique persistant. Une substance qui satisfait aux trois critères énoncés aux points ci-dessous est un polluant organique persistant (POP).

3.7.1.1. Persistance. Une substance active, un phytoprotecteur ou un synergiste satisfait au critère de persistance lorsqu'il est prouvé que dans l'eau, le temps nécessaire à sa dégradation de 50 % (DT50) est supérieur à deux mois, que, dans le sol, il est supérieur à six mois ou que, dans les sédiments, il est supérieur à six mois.

3.7.1.2. Bioaccumulation. Une substance active, un phytoprotecteur ou un synergiste satisfait au critère de la bioaccumulation lorsqu'il est prouvé :

- Que le facteur de bioconcentration ou le facteur de bioaccumulation chez des espèces aquatiques est supérieur à 5 000 ou, en l'absence de données sur ces facteurs, que le facteur de répartition n-octanol/eau (log K_{ow}) est supérieur à 5, ou
- Que la substance active, le phytoprotecteur ou le synergiste suscite d'autres motifs de préoccupation, comme une bioaccumulation élevée dans d'autres espèces non ciblées ou une toxicité ou écotoxicité élevée.

3.7.1.3. Potentiel de propagation à longue distance dans l'environnement. Une substance active, un phytoprotecteur ou un synergiste satisfait au critère du potentiel de propagation à longue distance dans l'environnement lorsque :

- Les concentrations de la substance active, du phytoprotecteur ou du synergiste relevées en des lieux éloignés des sources de rejet sont potentiellement préoccupantes,
- Les données de surveillance indiquent qu'une propagation à longue distance de la substance active, du phytoprotecteur ou du synergiste par l'air, l'eau ou des espèces migratrices, avec un potentiel de transfert dans un environnement récepteur, peut s'être produite, ou
- Les propriétés de la substance active, du phytoprotecteur ou du synergiste du point de vue de son devenir dans l'environnement et/ou résultats de modèles démontrent qu'il peut être propagé dans l'environnement sur de longues distances par l'air, l'eau ou des espèces migratrices, et aboutir à un environnement récepteur en des lieux éloignés des sources de rejet. Dans le cas d'une substance, d'un phytoprotecteur ou d'un synergiste dont la propagation atmosphérique est importante, la valeur DT50 dans l'air doit être supérieure à deux jours.

3.7.2. Une substance active, un phytoprotecteur ou un synergiste n'est approuvé que s'il n'est pas considéré comme persistant, bioaccumulable et toxique (PBT). Une substance qui satisfait aux trois critères énoncés aux points ci-dessous est considérée comme substance PBT.

3.7.2.1. Persistance. Une substance active, un phytoprotecteur ou un synergiste satisfait au critère de persistance lorsque :

- La demi-vie dans l'eau de mer est supérieure à soixante jours,
- La demi-vie en eau douce ou estuarienne est supérieure à quarante jours,
- La demi-vie dans des sédiments marins est supérieure à cent quatre-vingts jours,
- La demi-vie dans des sédiments d'eau douce ou estuarienne est supérieure à cent vingt jours, où
- La demi-vie dans le sol est supérieure à cent vingt jours.

L'évaluation de la persistance dans l'environnement est fondée sur les données disponibles concernant la demi-vie, collectées dans les conditions appropriées, qui sont décrites par le demandeur.

3.7.2.2. Bioaccumulation. Une substance active, un phytoprotecteur ou un synergiste satisfait au critère de bioaccumulation lorsque le facteur de bioconcentration est supérieur à 2 000.

L'évaluation de la bioaccumulation est fondée sur les données concernant la bioconcentration mesurée chez des espèces aquatiques. Les données utilisées peuvent concerner des espèces d'eau douce et des espèces d'eau de mer.

3.7.2.3. Toxicité. Une substance active, un phytoprotecteur ou un synergiste satisfait au critère de toxicité lorsque :

- La concentration sans effet observé à long terme pour les organismes marins ou d'eau douce est inférieure à 0,01 mg/l,
- La substance est classée comme cancérigène (catégorie 1A ou 1B), mutagène (catégorie 1A ou 1B) ou toxique pour la reproduction (catégorie 1A, 1B ou 2) conformément au règlement (CE) no 1272/2008, où
- Il existe d'autres preuves d'une toxicité chronique, déterminée par les classifications : STOT RE 1 ou STOT RE 2 conformément au règlement (CE) no 1272/2008.

3.7.3. Une substance active, un phytoprotecteur ou un synergiste n'est approuvé que s'il n'est pas considéré comme une substance très persistante et très bioaccumulable (pnb). Une substance qui satisfait aux deux critères énoncés aux points ci-dessous est une substance vPvB.

3.7.3.1. Persistance. Une substance active, un phytoprotecteur ou un synergiste satisfait au critère « très persistant » lorsque :

- La demi-vie en eau de mer, eau douce ou eau estuarienne est supérieure à soixante jours,
- La demi-vie dans des sédiments d'eau de mer, d'eau douce ou d'eau estuarienne est supérieure à cent quatre-vingts jours, où
- La demi-vie dans le sol est supérieure à cent quatre-vingts jours.

3.7.3.2. Bioaccumulation. Une substance active, un phytoprotecteur ou un synergiste satisfait au critère « très bioaccumulable » lorsque le facteur de bioconcentration est supérieur à 5 000. »

Critères CPS : point 4 de l'annexe II du règlement (CE) N° 1107/2009 :

« 4. Une substance active est approuvée en tant que substance dont on envisage la substitution conformément à l'article 24 lorsqu'une des conditions suivantes est remplie :

- La dose journalière admissible (DJA), le niveau acceptable d'exposition de l'opérateur ou la dose aiguë de référence (DARf) qui s'y rapportent sont sensiblement inférieurs à ceux de la majorité des substances actives approuvées dans les groupes de substances/catégories d'utilisation,
- Elle satisfait à deux des critères prévus pour être considérée comme une substance PBT,
- Elle suscite des préoccupations liées à la nature des effets critiques (tels que des effets neurotoxiques ou immunotoxiques pour le développement) qui, combinés aux modes

d'utilisation et d'exposition concernés, créent des situations d'utilisation qui restent inquiétantes, par exemple un potentiel élevé de risque pour les eaux souterraines; même lorsqu'elles s'accompagnent de mesures de gestion des risques très restrictives (équipements de protection individuelle, zones tampons très étendues, etc.),

- Elle contient un pourcentage important d'isomères non actifs,
- Elle est ou doit être classée carcinogène de catégorie 1A ou 1B conformément aux dispositions du règlement (CE) no 1272/2008, lorsque la substance n'a pas été exclue en vertu des critères définis au point 3.6.3,
- Elle est ou doit être classée toxique pour la reproduction de catégorie 1A ou 1B conformément aux dispositions du règlement (CE) no 1272/2008, lorsque la substance n'a pas été exclue en vertu des critères définis au point 3.6.4,
- Si, sur la base de l'évaluation d'essais fondés sur des lignes directrices adoptées au niveau communautaire ou international ou d'autres données et informations disponibles, examinées par l'Autorité, elle n'est pas considérée comme ayant des effets perturbateurs endocriniens pouvant être néfastes pour l'homme lorsque la substance n'a pas été exclue en vertu des critères définis au point 3.6.5. »

Critères substances à faibles risques : point 5 Annexe II du règlement (CE) N° 1107/2009 :

«5. Substances actives à faible risque

5.1. Substances actives autres que les micro-organismes

5.1.1. Une substance active, autre qu'un micro-organisme, n'est pas considérée comme à faible risque si elle répond à l'une des conditions suivantes: a) elle est ou doit être classée conformément au règlement (CE) no 1272/2008 dans l'une des classes suivantes:

- cancérogène de catégorie 1 A, 1B ou 2,
- mutagène de catégorie 1 A, 1B ou 2,
- toxique pour la reproduction de catégorie 1 A, 1B ou 2,
- sensibilisant cutané de catégorie 1,
- lésions oculaires graves de catégorie 1,
- sensibilisant respiratoire de catégorie 1,
- toxicité aiguë de catégorie 1, 2 ou 3,
- toxique spécifique pour certains organes cibles, de catégorie 1 ou 2,
- toxique pour les organismes aquatiques, toxicité aiguë ou chronique de catégorie 1, sur la base d'essais normalisés appropriés,
- explosibles,
- corrosif pour la peau, de catégorie 1 A, 1B ou 1C; b) elle a été répertoriée en tant que substance prioritaire en vertu de la directive 2000/60/CE; c) elle est réputée être un perturbateur endocrinien; d) elle a des effets neurotoxiques ou immunotoxiques.

5.1.2. Une substance active, autre qu'un micro-organisme, n'est pas considérée comme à faible risque si elle est persistante (durée de demi-vie dans le sol supérieure à soixante jours) ou si son facteur de bioconcentration est supérieur à 100. Toutefois, une substance active présente naturellement qui ne correspond à aucun des points a) à d) du point 5.1.1 peut être considérée comme étant à faible risque même si elle est persistante (durée de demi-vie dans le sol supérieure à soixante jours) ou si son facteur de bioconcentration est supérieur à 100.

5.1.3. Une substance active, autre qu'un micro-organisme, émise et utilisée par les végétaux, les animaux et d'autres organismes à des fins de communication est considérée comme étant à faible risque lorsqu'elle ne correspond à aucun des points a) à d) du point 5.1.1.

5.2. Micro-organismes

5.2.1. Une substance active qui est un micro-organisme peut être considérée comme étant à faible risque, à moins qu'elle n'ait fait preuve, au niveau de la souche, de multiples résistances aux antimicrobiens utilisés en médecine humaine ou vétérinaire.

5.2.2. Les baculovirus sont considérés comme étant à faible risque, à moins qu'ils n'aient fait preuve, au niveau de la souche, d'effets néfastes sur les insectes non cibles.» 8.8.2017 L 205/62 Journal officiel de l'Union européenne FR »

Critères substances de base : article 23 du règlement (CE) N° 1107/2009 :

« Une substance de base est une substance active :

- Qui n'est pas une substance préoccupante ; et
- Qui n'est pas intrinsèquement capable de provoquer des effets perturbateurs sur le système endocrinien, des effets neurotoxiques ou des effets immunotoxiques ; et
- Dont la destination principale n'est pas d'être utilisée à des fins phytosanitaires, mais qui est néanmoins utile dans la protection phytosanitaire, soit directement, soit dans un produit constitué par la substance et un simple diluant ; et
- Qui n'est pas mise sur le marché en tant que produit phytopharmaceutique.

Pour l'application du présent règlement, une substance active qui répond aux critères des « denrées alimentaires » définis à l'article 2 du règlement (CE) no 178/2002 est considérée comme une substance de base. »

Annexe III : Description du contenu des annexes du règlement 396/2005

Annex I:

Article 4.1 : « Les produits, groupes de produits et/ou parties de produits visés à l'article 2, paragraphe 1, auxquels s'appliquent les LMR harmonisées sont définis à et couverts par l'annexe I selon la procédure visée à l'article 45, paragraphe 2. À l'annexe I figurent l'ensemble des produits pour lesquels des LMR sont établies ainsi que les autres produits pour lesquels il convient d'appliquer des LMR harmonisées, notamment compte tenu de la place qu'ils occupent dans le régime alimentaire des consommateurs ou dans les échanges commerciaux. Les produits sont classés par groupes de manière à permettre dans la mesure du possible l'établissement de LMR pour un groupe de produits similaires ou apparentés. »

Annex II:

Article 21.1 : « Les LMR applicables aux produits couverts par l'annexe I sont établies la première fois et insérées dans la liste figurant à l'annexe II conformément à la procédure visée à l'article 45, paragraphe 2, en y intégrant les LMR prévues conformément aux directives 86/362/CEE, 86/363/CEE et 90/642/CEE, compte tenu des critères visés à l'article 14, paragraphe 2, du présent règlement. »

Annex III:

Article 22.1: « Les LMR provisoires applicables aux substances actives dont l'inscription ou la non-inscription à l'annexe I de la directive 91/414/CEE n'a pas encore été décidée sont établies la première fois et insérées dans la liste figurant à l'annexe III du présent règlement, à moins qu'elles ne figurent déjà à l'annexe II, conformément à la procédure visée à l'article 45, paragraphe 2, compte tenu des informations fournies par les États membres, le cas échéant de l'avis motivé visé à l'article 24, des facteurs visés à l'article 14, paragraphe 2, et des LMR suivantes: »

Annexe IV:

Article 5.1 : « Les substances actives des produits phytopharmaceutiques évaluées conformément à la directive 91/414/CEE qui ne nécessitent pas de LMR, sont définies selon la procédure visée à l'article 45, paragraphe 2, du présent règlement et insérées dans la liste figurant à l'annexe IV du présent règlement, compte tenu des utilisations de ces substances actives et des éléments visés à l'article 14, paragraphe 2, points a), c) et d), du présent règlement. »

Annexe V:

Article 18.1.b : « 0,01 mg/kg en ce qui concerne les produits pour lesquels aucune LMR spécifique n'a été établie à l'annexe II ou à l'annexe III ou pour les substances actives ne figurant pas à l'annexe IV, à moins que des valeurs par défaut différentes soient fixées pour

une substance active selon la procédure visée à l'article 45, paragraphe 2, tout en tenant compte des méthodes analytiques de routine disponibles. Ces valeurs par défaut sont énumérées à l'annexe V. »

Annexe VI:

Article 20.2 : «Les facteurs de concentration ou de dilution spécifiques applicables à certaines opérations de transformation et/ou de mélange ou à certains produits transformés et/ou composites peuvent être ajoutés à la liste figurant à l'annexe VI, conformément à la procédure visée à l'article 45, paragraphe 2. »

Annexe VII:

Article 18.3 : «Par dérogation au paragraphe 1, les États membres peuvent autoriser sur leur propre territoire, après un traitement par fumigation postérieur à la récolte, les résidus de substance active qui dépassent les limites fixées aux annexes II et III pour un produit couvert par l'annexe I, lorsque ces combinaisons substance active/produit sont inscrites dans la liste figurant à l'annexe VII, pour autant que:

- a) ces produits ne soient pas destinés à la consommation immédiate;
- b) des contrôles appropriés soient en place pour veiller à ce que les produits ne puissent être mis à la disposition de l'utilisateur final ou du consommateur, lorsqu'ils sont fournis directement à ce dernier, tant que les résidus dépassent les limites maximales indiquées aux annexes II ou III;
- c) les autres États membres et la Commission aient été informés des mesures prises. »



Auteur(s) : Diane Robin

Date de naissance* : 07/06/1994

Nb pages : 88 Annexe(s) : 3

Année de soutenance : 2018

Titre français : Evolution des substances de biocontrôle approuvées depuis l'entrée en vigueur du règlement (CE) n° 1107/2009

Titre anglais : Evolution of approved biocontrol substances since the entry into force of REGULATION (EC) No 1107/2009

Résumé (1600 caractères maximum) :

La réglementation européenne des substances actives phytosanitaires a changé après l'entrée en vigueur du règlement (CE) 1107/2009. L'objectif de ce travail était d'étudier l'évolution des substances actives de biocontrôle depuis cet événement, et plus particulièrement par le biais du règlement d'exécution (UE) n°540/2011 : il s'agit de la liste des substances actives autorisées qui évolue au cours du temps. Les conclusions de cette étude montrent que toutes les catégories de biocontrôle ont augmenté : les micro-organismes ont enregistré la plus forte croissance, suivis des substances d'origine naturelle et enfin les médiateurs chimiques. Les insecticides et les fongicides ont le plus progressé. Les bio-herbicides qui ne sont pas développés. Le maraîchage et l'arboriculture sont les plus favorisés par le biocontrôle, contrairement aux céréales. Les micro-organismes et les substances de base ont impacté positivement cette évolution et semblent avoir le plus de perspectives. Le biocontrôle a donc progressé, conformément aux discours et aux attentes, mais il reste de grandes possibilités de développement.

Abstract (1600 caractères maximum) :

The EU regulation of crop protection active substances has changed since the entry into force of Regulation (EC) No 1107/2009. The goal of this work was to study the evolution of biocontrol active substances since 2011, by the mean of the Implementing Regulation (EU) No 540/2011: it is the list of active substances approved which change over time. The conclusions of this study show that all categories of biocontrol have increased: microorganisms demonstrate the greatest increase in growth, followed by increases in natural substances and semiochemicals. Insecticides and fungicides have undergone the greater increase, unlike herbicides which did not develop. The market gardening and the arboriculture are the sectors most favoured for biocontrol, in contrast to cereals. Microorganisms and Basic Substances have positively impacted biocontrol and seem to have the greater perspectives. Biocontrol has therefore progressed according to common hearsays and expectations, but there are still great opportunities for future development.

Mots-clés : règlement (CE) n° 1107/2009 ; substances de biocontrôle, règlement d'exécution (UE) n° 540/2011

Key Words : Regulation (EC) No 1107/2009, biocontrol substances, Implementing Regulation (EU) No 540/2011