

Analyse de la création de valeur
et des coûts cachés
des produits phytosanitaires de synthèse

Rapport de Recherche

25/11/2021

BASIC

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée par le BASIC pour le compte de Pollinis et du CCFD-Terre Solidaire

Nous remercions les personnes qui ont contribué au projet par le temps d'entretien qu'ils/elles auront bien voulu nous accorder, ainsi que les personnes qui ont participé au Comité Scientifique de l'étude et/ou la relecture de documents, en particulier Philippe Baret de l'Université Catholique de Louvain en Belgique et Natacha Sautereau de l'Institut Technique de l'Agriculture Biologique (leur participation ne les engageant pas vis-à-vis du contenu des différents rapports et synthèse) :

CITATION DE CE RAPPORT

BASIC, Analyse de la création de valeur et des coûts cachés des pesticides de synthèse, 2021

Table des matières

Sigles et abréviations	7
Glossaire.....	8
Liste des figures.....	10
Introduction	14
1. Question de recherche, périmètre et méthodologie générale de l'étude	15
1.1. Questions de recherche	15
1.2. Périmètre (produits, géographie, chaîne de valeur)	15
1.3. Méthodologie.....	17
2. La création de valeur liée aux pesticides.....	19
2.1. Historique du secteur des pesticides	19
2.1.1. Les piliers de la « révolution agricole » du 20 ^{ème} siècle	19
2.1.2. Une transformation permise par le développement d'un système technique, économique et politique	22
2.1.3. Les impacts positifs pour la société	24
2.1.3.1. Les rendements agricoles	24
2.1.3.2. La visibilité du revenu des producteurs et le pouvoir d'achat des consommateurs	26
2.1.3.3. Les emplois	27
2.2. La valeur créée par le secteur des pesticides, en Europe et dans le monde.....	28
2.2.1. La consommation de pesticides à usage agricole dans le monde	28
2.2.2. La consommation de pesticides à usage agricole dans l'Union Européenne (UE).....	34
2.2.3. La fabrication de pesticides dans l'Union Européenne (UE)	37
2.2.4. Analyse des acteurs mondiaux et de leur modèle économique	39
2.2.4.1. Panorama de la chaîne de valeur des pesticides de synthèse et des acteurs associés	39
2.2.4.2. Les acteurs intégrés et leur modèle économique	42
2.2.4.3. Les acteurs spécialisés	49
2.2.4.4. Chiffres d'affaires des principaux acteurs du secteur	50
3. Les questionnements qui pèsent sur le secteur des pesticides	51
3.1. Le modèle économique des fabricants de pesticides est de plus en plus sous pression et questionné.....	51
3.1.1. Une pression économique générée par le durcissement des réglementations publiques et le développement des pesticides génériques.....	51
3.1.2. Un modèle économique de plus en plus questionné	55
3.1.3. Vers une transformation en profondeur du secteur qui pose question	59
3.2. Des impacts positifs pour la société à relativiser à l'aune des enjeux actuels	62
3.2.1. Les rendements agricoles.....	62
3.2.3. Les revenus des agriculteurs et le pouvoir d'achat des consommateurs	65
3.2.2. La sécurité et la souveraineté alimentaire	73
3.2.4. Les emplois.....	77
3.2.5. La lutte contre le dérèglement climatique et la protection de la biodiversité	78

4.	Les impacts négatifs des pesticides.....	79
4.1.	Des pesticides présents dans l'environnement.....	79
4.1.1.	Fuites à l'étape de fabrication	80
4.1.2.	Présence dans l'environnement consécutive à l'utilisation des pesticides	80
4.1.3.	Émissions lors de l'élimination des pesticides et de leurs contenants	83
4.1.3.1.	Fin de vie des substances	83
4.1.3.2.	Fin de vie des contenants	83
4.2.	Les impacts des pesticides sur la biodiversité.....	84
4.2.1.	Exposition de la faune et la flore aux pesticides.....	84
4.2.2.	Les impacts des pesticides sur la faune et la flore	85
4.2.2.1.	Impacts immédiats d'une exposition aux pesticides.....	85
4.2.2.2.	Impacts en chaîne des pesticides au sein des écosystèmes.....	87
4.2.2.3.	Autres facteurs de pression sur la biodiversité	89
4.3.	Les impacts des pesticides sur la santé humaine	90
4.3.1.	Exposition de la population humaine aux pesticides.....	90
4.3.1.1.	Exposition de la population générale	91
4.3.1.2.	Exposition des utilisateurs professionnels de pesticides.....	91
4.3.2.	Les impacts des pesticides sur la santé humaine.....	92
4.3.2.1.	Les impacts des pesticides sur la santé des travailleurs agricoles.....	92
4.3.2.2.	Les impacts des pesticides sur la santé des consommateurs.....	93
4.4.	Les impacts des pesticides sur le dérèglement climatique	94
4.5.	Données disponibles sur les impacts des pesticides dans l'UE	94
4.5.1.	Présence des pesticides dans les milieux (eau, air, sol) de l'Union européenne.....	94
4.5.2.	Impacts recensés sur la biodiversité dans l'Union Européenne	97
4.5.3.	Données sur l'exposition des utilisateurs professionnels : le cas de la France.....	101
4.6.	Les impacts des pesticides dans les pays du Sud	102
5.	Les coûts sociétaux et les bénéfices liés à l'usage des pesticides fabriqués et utilisés dans l'UE.....	107
5.1.	Introduction méthodologique sur l'approche des coûts sociétaux	107
5.2.	Récapitulatif des résultats obtenus.....	108
5.2.1.	Coûts sociétaux et bénéfices à l'échelle française.....	108
5.2.2.	Coûts sociétaux et bénéfices à l'échelle européenne.....	109
5.3.	Les coûts sociétaux attribuables à l'usage des pesticides.....	111
5.3.1.	Les coûts sociétaux liés à la régulation des pesticides.....	111
5.3.1.1.	Vision globale des réglementations liées aux pesticides.....	111
5.3.1.2.	Estimation des coûts sociétaux de la régulation des pesticides.....	111
5.3.1.3.	Limites des réglementations existantes au niveau de l'UE	112
5.3.2.	Les coûts sociétaux liés aux soutiens publics directs au secteur des pesticides.....	114
5.3.2.1.	La réduction du taux de TVA sur les pesticides	114
5.3.2.2.	Les subventions publiques aux fabricants de pesticides	115

5.3.3.	Les coûts sociétaux liés aux impacts attribuables aux pesticides	115
5.3.3.1.	Estimation des coûts sociétaux du traitement de l'eau potable	116
5.3.3.2.	Estimation des coûts sociétaux du traitement des maladies professionnelles liées aux pesticides (Parkinson, hémopathies malignes)	118
5.3.3.3.	Estimation des coûts sociétaux des émissions de gaz à effet de serres des pesticides	119
5.4.	Les coûts sociétaux attribuables seulement en partie aux pesticides	119
5.4.1.	Les coûts sociétaux liés aux soutiens publics à l'agriculture qui bénéficient indirectement au secteur des pesticides	119
5.4.2.	Les coûts sociétaux liés aux impacts attribuables seulement en partie aux pesticides.....	121
5.4.2.1.	Dépenses des administrations publiques pour la protection de la biodiversité	121
5.4.2.2.	Coûts de traitement des maladies de la population générale pour lesquelles un lien avec les pesticides est suspecté.....	121
5.4.2.3.	Le coût des mesures palliatives du traitement de l'eau	122
5.5.	Les coûts sociétaux non estimables monétairement	122
5.5.1.	Les coûts sociétaux non estimables pour des raisons de disponibilités de données	122
5.5.1.1.	Plans d'action nationaux	122
5.5.1.2.	Coûts de la recherche publique.....	123
5.5.1.3.	Coûts environnementaux et sanitaires de l'incinération des déchets	123
5.5.1.4.	Perte de rendements économiques du fait du déclin des pollinisateurs	124
5.5.2.	Les coûts sociétaux non estimables pour des raisons méthodologiques	124
5.5.2.1.	Coûts de l'atteinte aux services écosystémiques	124
5.5.2.2.	Coûts de la consommation d'eau en bouteille par peur de présence de pesticides.....	125
5.5.2.3.	Pertes de vie humaine	125
5.5.2.4.	Surcoûts des produits issus de l'agriculture biologique	125
5.6.	Les bénéfices liés à l'usage des pesticides	125
5.6.1.	Bénéfices directs générés par l'usage des pesticides de synthèse en agriculture.....	125
5.6.1.	Bénéfices indirects dont la quote-part attribuable aux pesticides de synthèse utilisés en agriculture n'est pas calculable.....	126
6.	Conclusion : le bilan sociétal du secteur	128
A.	Annexes méthodologiques.....	132
a.	Tableau récapitulatif des principales réglementations.....	132
b.	Fonctionnement des autorisations de mise sur le marché des pesticides.....	134
c.	Aides publiques contribuant indirectement à soutenir l'usage des pesticides ainsi que des engrais, des variétés améliorées et du machinisme agricole.....	135
d.	Estimation des coûts sociétaux	136
	Estimation des coûts sociétaux liés à la régulation des pesticides	136
	Estimation des coûts sociétaux liés aux soutiens publics directs au secteur des pesticides	136
	Estimation des coûts sociétaux liés aux impacts attribuables aux pesticides.....	137
	Règlementations et politiques publiques existantes.....	137
	Estimation des coûts sociétaux... ..	139

Estimation des coûts sociétaux liés aux soutiens publics qui bénéficient indirectement au secteur des pesticides	142
Rappel sur la Politique agricole commune (PAC)	142
Une estimation possible des coûts sociétaux liés au soutien financier public des agriculteurs	142

Sigles et abréviations

AEE	Agence européenne de l'environnement
AESN	Agence de l'eau Seine Normandie
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
CCE	Cour des comptes européenne
CDB	Convention sur la diversité biologique
CE	Commission européenne
CGDD	Commissariat général au développement durable
CIRAD	Centre de coopération international en recherche agronomique pour le développement
CLP	Classification, labelling and packaging (classification, étiquetage, emballage)
COP21	Conférence de Paris sur les changements climatiques
DDT	Dichlorodiphényltrichloroéthane
ECHA	Agence européenne des produits chimiques
ECPA	European Crop Protection Agency
EEE	Espèces exotiques envahissantes
EFSA	Agence européenne de sécurité des aliments
ETP	Equivalent temps plein
FAO	Food and Agriculture Organization
GES	Gaz à effet de serre
HCH	Hexachlorocyclohexane
ICHN	Indemnité compensatoire de handicap
IEEP	Institute for European Environmental Policy
IFT	Indicateur de fréquence de traitements
INERIS	Institut national de l'environnement industriel et des risques
INRA	Institut national de la recherche agronomique
INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale
IPBES	Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services
IPES FOOD	International Panel of Experts on Sustainable Food Systems
LNH	Lymphome non hodgkinien
MAEC	Mesures agroenvironnementales et climatiques
MSA	Mutualité sociale agricole
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OGM	Organisme génétiquement modifié
OMS	Organisation mondiale de la santé
PAC	Politique agricole commune
PREPA	Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques
REACH	Registration, Evaluation, Authorization and restriction of CHemicals
RICA	Réseau d'Information comptable agricole
TVA	Taxe sur la valeur ajoutée
UE	Union européenne
UTA	Unité de travail annuelle

Glossaire

Bioaccumulation : phénomène d'accumulation de molécules chimiques ou de substance toxiques dans un organisme vivant, résultant d'une accumulation des produits chimiques à une vitesse supérieure à la capacité qu'a l'organisme de la métaboliser. La notion de bioaccumulation recouvre celle de la *bioconcentration* (accumulation d'une substance dans un corps à une concentration supérieure à celle du milieu), même si dans le langage courant on associe surtout la bioaccumulation au phénomène de *biomagnification* (accumulation d'une substance à des concentrations de plus en plus élevées au fur et à mesure qu'on remonte dans la chaîne trophique).

Biocontrôle : Utilisation des organismes vivants ou substances naturelles pour prévenir ou réduire les dommages causés par des organismes nuisibles (ravageurs, plantes adventices et pathogènes).

Biodiversité : Variabilité des organismes vivants issus de toutes les sources y compris les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques, ainsi que les complexes écologiques dont ils font partie. La biodiversité comprend la variation dans les caractéristiques génétiques, phénotypiques, phylogénétiques et fonctionnelles des organismes, ainsi que les variations d'abondance et de distribution des espèces, des communautés biologiques et des écosystèmes dans le temps et dans l'espace.

Demi-vie environnementale : Laps de temps nécessaire pour qu'une concentration, une masse ou l'activité d'un agent chimique ou physique soit diminuée de moitié dans un milieu donné, comme le sol, l'eau de surface ou l'air. Exemple : la demi-vie de l'activité biochimique du DDT dans l'environnement est d'environ 15 ans.

Dérive : Transport par voie aérienne de gouttelettes ou de vapeurs de pesticides hors de la zone ciblée par le traitement.

Écosystème : Complexe dynamique de communautés végétales, animales, champignons et de micro-organismes et leur environnement abiotique (énergie, air, eau, compartiment minéral du sol) interagissant en tant qu'unité fonctionnelle.

Effet létal (pl. effets létaux) : Effets qui induisent la mort d'un organisme exposé à une ou plusieurs substance(s) toxique (s), généralement dans un pas de temps court.

Effet sublétal (pl. effets sublétaux) : Effets biologiques, physiologiques, démographiques ou comportementaux sur les individus ou les populations qui survivent, du moins dans un premier temps, à une exposition à une ou plusieurs substance(s) toxique(s).

Épandage : Action de répandre dans les champs des matières présentant un intérêt agronomique.

Érosion éolienne : Mouvement du sol causé par l'action du vent.

État chimique des eaux de surface et souterraines : État de l'eau défini par des limites de concentration de certains polluants selon les EQS (standard de qualité environnementale défini par la directive EQS). Pour les pesticides, les EQS sont de 0.1ug/l pour chaque pesticide et 0.5 ug/l au total.

État écologique des eaux de surface : État de l'eau défini par la qualité de la structure et du fonctionnement des écosystèmes des eaux de surface.

Eutrophisation : Apport en excès de substances nutritives (nitrates et phosphates) dans un milieu aquatique pouvant entraîner la prolifération des végétaux aquatiques (parfois toxiques).

Habitat : Endroit ou type de site où un organisme ou une population est naturellement présent. Le terme habitat s'utilise également pour désigner les attributs environnementaux requis par une espèce particulière ou sa niche écologique.

Lixiviation : Percolation lente de l'eau à travers le sol permettant la dissolution des matières solides qui y sont contenues.

Métabolite : Molécule issues de la dégradation partielle ou totale de matières actives, qui se forme suite à des réactions chimiques se produisant via le métabolisme de la plante, des ravageurs ou du sol.

Monoculture : Cultivation d'un seul produit agricole sur une surface donnée : parcelle, exploitation agricole, jardin, forêt... Se dit également de la succession interannuelle d'une même culture sur une même surface (exemple : culture d'un blé après un blé, ou d'un maïs après un maïs, sur la même parcelle).

Néonicotinoïde : Catégorie d'insecticides neuro-actifs et systémiques dont la structure chimique s'apparente à celle de la nicotine, développés dans les années 1980 et 1990. Les néonicotinoïdes font actuellement l'objet de restrictions et d'interdictions dans l'Union européenne, notamment en raison des risques avérés pour les *pollinisateurs**.

Nuisible : Plantes, animaux, champignons ou autres organismes qui se développent dans des milieux où ils incommode l'homme : par exemple dans les champs cultivés, les vergers, les forêts, les jardins, le bétail, les habitations...

Percolation : Mouvement de l'eau traversant lentement un terrain perméable.

Pesticide : Substance utilisée dans le but d'éliminer des organismes vivants *nuisibles**. Un pesticide peut être un produit chimique naturel, un produit chimique de synthèse, ou un agent biologique. Il peut s'attaquer aux plantes (herbicides), champignons (fongicides), insectes (insecticide), mollusques (molluscicide), rongeurs (rodenticide), bactéries (antibiotiques)...

Pesticide de contact : Pesticide dont l'action résulte d'un contact direct avec la surface extérieure du corps de l'organisme cible, habituellement sur un pas de temps court. Cette notion peut aussi désigner un pesticide qui, une fois appliqué à la surface d'un organisme, reste sur cette surface (par opposition à un *pesticide systémique**, qui une fois épandu se diffuse dans les compartiments aqueux de l'organisme).

Pesticide systémique : Pesticide incorporé et distribué de manière systémique dans un organisme et ayant une action résiduelle sur le temps long. Se dit notamment des herbicides et insecticides appliqués aux plantes et, en raison de leur solubilité dans l'eau, se diffusent dans la plante depuis le site de contact jusqu'à d'autres organes : feuilles, racines, tiges, nectar, pollen...

Pollinisateur : Agent transportant du pollen, réalisant ainsi la reproduction sexuée des plantes à fleurs. Le terme pollinisateur s'utilise le plus souvent pour désigner les organismes vivants (insectes, oiseaux, chauve-souris...), mais *stricto sensu* il comprend également les agents non-vivants (air, eau par exemple).

Remembrement : Regroupement de parcelles de terre afin de constituer un domaine agricole d'un seul tenant

Rétention : Action de retenir ; ici cela fait référence à l'eau retenue dans le sol.

Ruissellement : Écoulement des eaux à la surface de la terre, notamment à la surface des sols.

Sécurité alimentaire : Concept défini par l'accès de tous les individus d'une population à une alimentation de qualité et en quantité suffisante pour satisfaire leurs besoins fondamentaux. Ce concept intègre les notions de droit, justice et risque alimentaires. Dans une conception agroécologique, il implique de construire des systèmes alimentaires durables et résilients.

Toxicité aiguë : Effets néfastes qui se manifestent après une exposition unique (ou sur quelques heures/quelques jours) à une forte concentration de substance. Elle est le plus souvent mesurée par la LD₅₀ = dose administrée qui tue la moitié des sujets ou la LC₅₀ = la concentration dans le milieu qui induit la mort de la moitié des sujets en une seule exposition.

Toxicité chronique : Effets néfastes qui se manifestent après une exposition répétée, sur la longue durée, à une faible concentration de substance. Elle est déterminée à partir de la dose sans effet, soit la dose journalière admissible en termes de résidus de PPP testés sur les animaux à laquelle on applique un facteur de 10 pour extrapoler aux êtres humains.

Volatilisation : Processus physico-chimique par lequel un composé est transféré de la phase solide ou liquide vers la phase gazeuse.

Liste des figures

Figure 1. Définition des pesticides. Source : Ministère de l’agriculture et de l’alimentation	16
Figure 2. Schéma des chaînes de valeur analysées dans le cadre de la présente étude. Source : BASIC	16
Figure 3. Principales sources consolidées dans la présente étude de la filière café, de ses impacts et coûts sociétaux. Source : BASIC	18
Figure 4. Production totale d’ammoniac dans le monde 1945-2012.....	20
Figure 5. Nombre total de substances actives disponibles à l’échelle mondiale depuis 1950 et volumes de substances actives consommés mondialement depuis 1980 Source: Phillips McDougall. Evolution of the Crop Protection Industry since 1960, 2018.	21
Figure 6. Évolutions des surfaces totales cultivées, de la production, de la population mondiale et des rendements depuis 1960.....	24
Figure 7. Pertes de production avec et sans usage de pesticides de synthèse pour les principales cultures végétales	25
Figure 8. Part des dépenses des ménages consacrée à l'alimentation 1960-2018.....	26
Figure 9. Nombre d’employés - en nombre de personnes – dans l’industrie des pesticides en Europe, et chez ses fournisseurs.....	27
Figure 10. Nombre d’employés directs - en nombre de personnes – dans l’industrie des pesticides par pays européen.....	27
Figure 11. Ventes mondiales de pesticides à usage agricole 2000-2019.	28
Figure 12. Marché mondial et marché européen des pesticides à usage agricole en 2019	28
Figure 13. Ventes mondiales de pesticides à usage agricole par région 2006-2016.....	29
Figure 14. Croissance 2013-2018 des ventes de pesticides à usage agricole par pays. Source: AgbioInvestor (Phillips, M. W. A. Agrochemical Industry Development, Trends in R&D and the Impact of Regulation. Pest Management Science 2019).....	29
Figure 15. Exportations mondiales de pesticides à usage agricole par pays de provenance 1961-2016	30
Figure 16. Part de la production mondiale de pesticides (en volume total) réalisée en Chine et en Inde 2012-2018	30
Figure 17. Ventes totales de pesticides à l’export de l’Inde et la Chine entre 2000 et 2019 (en millions de dollars)	31
Figure 18. Ventes totales de pesticides à l’export de l’Inde et la Chine en 2018 par pays de destination (en millions de dollars)	31
Figure 19. Importations mondiales de pesticides à usage agricole par pays de destination 1961-2016.....	32
Figure 20. Ventes mondiales de pesticides à usage agricole par produit commercialisé 2000-2019 et ventes mondiales de semences OGM et traditionnelles sur la même période. Source : BASIC, d’après les données de Philips McDougall/IHS Markt	33
Figure 21. Ventes de pesticides totales en millions de dollars par produit agricole concerné par l’usage 1961-2016 (note F&V = Fruits & Vegetables). Source: Philips McDougall (Phillips McDougall. The Global Agrochemical Market Trends by Crop, 2017)	33
Figure 22. Ventes de pesticides par produit agricole concerné par l’usage 1961-2016	34
Figure 23. Ventes de pesticides à usage agricole par pays en Europe en 2017	34
Figure 24. Ventes de pesticides à usage agricole par pays dans l’UE 1989- 2017.	35
Figure 25. Ventes de pesticides par hectare et par pays dans l’UE 1989- 2017. Source : BASIC, base sur les données du RICA de l’UE.....	35
Figure 26. Niveau moyen d’application de substances actives dans le monde depuis les années 1950 (en g/ha)	36
Figure 27. Evolution des IFT en Allemagne (à gauche) et en France (à droite) depuis les années 1990-2000	36
Figure 28. Chiffres d’affaires « sortie d’usine » en 2017 des fabricants de pesticides dans les principaux pays de production de l’Union Européenne (en millions d’euros). Source : BASIC, d’après les données de l’enquête	

européenne Prodcum retraitées par J. Bedford and A. Logan et publiées par Oxford Economics en 2019 (« The economic impact of the crop protection industry »)	37
Figure 29. Principaux imports-exports intra-européens de pesticides en 2018 (supérieurs à 100 millions d'euros, les flèches étant proportionnels aux montants). Source : BASIC, d'après les données d'UN Comtrade	38
Figure 30. Principales usines de production de pesticides en Europe en 2001 (année la plus récente identifiée pour cette donnée). Source : BASIC, d'après les données de l'Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority	39
Figure 31. Schéma de la chaîne de valeur des pesticides de synthèse	39
Figure 32. Schématisation des réseaux de distribution des pesticides et semences en Europe de l'Ouest.	40
Figure 33. Principaux acteurs du secteur des pesticides de synthèse en fonction de leur positionnement sur la chaîne de valeur	41
Figure 34. Panorama des acteurs leaders du secteur des pesticides en 1990, 1996, 2002, 2008 et 2018	43
Figure 35. Principales fusions-acquisitions dans le secteur des pesticides en 2017-18. Source : Clairfield International, 2018.....	43
Figure 36. Chiffres d'affaires des activités semences et pesticides de Bayer, Syngenta, Corteva et BASF	44
Figure 37. Analyse financière de l'entreprise Syngenta. Source : BASIC, sur la base des rapports annuels financiers publiés par l'entreprise et des travaux de la Commission Européenne sur la fusion ChemChina/Syngenta (Merger Procedure 139/2004)	45
Figure 38. Analyse financière de l'entreprise Bayer. Source : BASIC, sur la base des rapports annuels financiers publiés par l'entreprise et des travaux de la Commission Européenne sur la fusion ChemChina/Syngenta (Merger Procedure 139/2004)	46
Figure 39. Analyse financière de l'entreprise BASF. Source : BASIC, sur la base des rapports annuels financiers publiés par l'entreprise et des travaux de la Commission Européenne sur la fusion ChemChina/Syngenta (Merger Procedure 139/2004)	47
Figure 40. Analyse financière de l'entreprise Corteva. Source : BASIC, sur la base des rapports annuels financiers publiés par l'entreprise et des travaux de la Commission Européenne sur la fusion ChemChina/Syngenta (Merger Procedure 139/2004)	48
Figure 41. Chiffres d'affaires des principaux acteurs du secteur des pesticides en 2014, 2016 et 2017 (en millions de dollars)	50
Figure 42. Principaux produits utilisés en agriculture aux Etats-Unis en 1968 et 2016 (en volume).....	51
Figure 43. Investissements (en millions de dollars) et nombre d'années nécessaires pour le développement d'un nouveau pesticide entre 1995 et 2010-14. Source: BASIC, d'après Phillips McDougall. Evolution of the Crop Protection Industry since 1960, 2018	52
Figure 44. Dépenses R&D du secteur privé dans le domaine alimentaire 1990-2014 (en millions de dollars courants) Note : « Crop Protection » correspond au développement de pesticides. Source: BASIC, d'après les données de Fuglie, K. The Growing Role of the Private Sector in Agricultural Research and Development World-Wide. Global Food Security 10, 29-38, 2016.....	52
Figure 45. Nombre de nouvelles substances actives introduites sur le marché par décennie depuis les années 1950	53
Figure 46. Parts de marché des pesticides sous brevet, génériques sous propriété intellectuelle et tombés dans le domaine public au niveau mondial 2000-2016. Source: PhillipCapital. Agriculture Inputs: On Course for Secular and Structural Growth, 2019	53
Figure 47. Parts de marché et prix au kilo des pesticides sous brevet (patented), en transition, génériques et des substances de base au niveau mondial en 2016. Source: BASIC, d'après CropLife, 2017	54
Figure 48. Investissements (en millions de dollars) et nombre de composés aux différents stades de développement de nouveaux pesticides. Source : Syngenta. Our Industry, 2016.....	55
Figure 49. Chiffre' d'affaires et parts de marché des acteurs intégrés du secteur des pesticides en 2014, 2016 et 2017 Source : BASIC, d'après les données de Philipps McDougall et AgbioInvestor	55
Figure 50. Parts de capital des principales entreprises du secteur alimentaire détenues par les 5 plus grands gestionnaires d'actifs mondiaux au 31/12/2016. Source: BASIC d'après Clapp, 2019	56

Figure 51. Dépenses de lobbying des entreprises du secteur des pesticides en 2018/2019. Source: BASIC d'après les données du registre européen sur la transparence du lobbying.....	57
Figure 52. Pays ayant voté pour ou contre le renouvellement de la licence du glyphosate pour 5 ans. Source: Le Monde, 2017.....	58
Figure 53. Carte mondiale des tendances d'évolution des rendements de maïs (a), riz (b), blé (c) et soja (d). Source : Ramankutty N., Ray D.K., Mueller N.D., West P.C., Foley J A. Recent Patterns of Crop Yield Growth and Stagnation. Nature Communication, 2012.....	62
Figure 54. Chronologie des principales épidémies dans les systèmes de culture et d'élevage spécialisés. Source : IPES Food. From University to Diversity: A Paradigm Shift from Industrial Agriculture to Diversified Agroecological Systems, 2016.....	63
Figure 55. Années de commercialisation et d'observation des premières résistances aux principaux herbicides.....	63
Figure 56. Nombre d'espèces résistantes depuis 1955 pour 5 des principaux herbicides commercialisés (à gauche).....	64
Figure 57. Extension géographique de la résistance au glyphosate aux Etats-Unis depuis 2000.....	64
Figure 58. Dépenses moyennes de pesticides par hectare dans les principaux pays agricoles de l'Union Européenne en 1995-1997 et en 2015-2017. Source: BASIC, d'après les statistiques du RICA européen.....	65
Figure 59. Revenu brut moyen des exploitations agricoles/hectare hors subventions publiques dans les principaux Etats Membres agricoles de l'Union Européenne en 1995-1997 et en 2015-2017. Source: BASIC, d'après les statistiques du RICA européen.....	66
Figure 60. Revenu brut moyen agricole par exploitation hors subventions publiques divisé par les dépenses moyennes en pesticides dans les principaux États membres agricoles de l'Union européenne en 1995-1997 et 2015-2017.....	66
Figure 61. Indice des prix moyen des produits agricoles dans les principaux Etats Membres de l'Union Européenne entre 1995 et 2017. Source: BASIC, sur la base des statistiques d'Eurostat.....	67
Figure 62. Indice des dépenses moyennes des exploitations agricoles dans les principaux Etats Membres de l'Union Européenne entre 1995 et 2017. Source: BASIC, d'après les statistiques du RICA européen.....	67
Figure 63. Pays, systèmes agricoles, critères de bénéfices économiques et résultats connexes analysés en 2019 par l'équipe de recherche coordonnée par Jan Douwe van der Ploeg. Source: J.D. van der Ploeg et al., Journal of Rural Studies, 2019.....	68
Figure 64. Estimation des coûts et des avantages de la conversion à l'agriculture biologique en France.....	69
Figure 65. Indice des prix des matières premières agricoles cotées internationalement en bourse.....	70
Figure 66. Indice des prix alimentaires (niveau des prix à la consommation) entre 1961 et 2018. Source: FAO.....	70
Figure 67. Répartition de la valeur dans les chaînes de valeur alimentaires en 1995 (évolution, 1995-2011).....	71
Figure 68. Évolution de la répartition de la part des agriculteurs dans la valeur ajoutée des chaînes de valeur mondiales de l'alimentation, 1995 à 201. Source: G. Gereffi and A. Abdulsaman, 2017.....	72
Figure 69. French Food Euro breakdown in 2016.....	73
Figure 70. Évolution du taux de prévalence de la sous-nutrition et du nombre de personnes qui en souffrent dans le monde depuis 2005, et projections à 2030. Source : FAO, The State of Food Security and Nutrition in the World, 2020 (http://www.fao.org/hunger/en/).....	74
Figure 71. Relation entre les rendements céréaliers mondiaux moyens (indicateur de la productivité agricole), le prix et la disponibilité des aliments. Les codes couleur représentent la "normale" ou la "tendance" (bleu), la crise pétrolière des années 1970 (rouge) et la période de la flambée des prix alimentaires de 2007 (vert). Source: Benton TG, Bailey R. (Global Sustainability journal, 2019).....	74
Figure 72. Relation entre les rendements céréaliers mondiaux moyens (en tant qu'indicateur de la productivité agricole), le gaspillage alimentaire et l'obésité. Les codes couleur représentent la "normale" ou la "tendance" (bleu), la crise pétrolière des années 1970 (rouge) et la période de la flambée des prix alimentaires de 2007 (vert). Source: Benton TG, Bailey R. (Global Sustainability journal, 2019).....	75
Figure 73. Nombre total de calories alimentaires produites et disponibles par personne dans le monde, et estimations des pertes et inefficacités associées Source: Lundqvist, J., de Fraiture, C., Molden, D., Saving water: from field to fork: curbing losses and wastage in the food chain, 2008.....	76

Figure 74. Nombre d'emplois dans l'agriculture entre 1955 et 2018 en France (FRA), Allemagne (DEU) et Etats-Unis (USA)	77
Figure 75. Les impacts des pesticides, Source : BASIC	79
Figure 76. Mécanismes naturels de transport des pesticides, Source : INRA CEMAGREFF, rapport d'expertise, 2005	81
Figure 77. Demi-vie des pesticides (5 plus élevées et 5 plus faibles), Source : DiBartolomeis, 2019	83
Figure 78. Les impacts des pesticides sur les espèces sauvages, depuis le niveau infra-individuel jusqu'aux impacts sur les écosystèmes. Source : Kohler et al, 2013	88
Figure 79. Nombre de masses d'eau en Europe pour lesquelles les pesticides ont empêché d'atteindre le bon état chimique, Source : European Environment Agency. Chemicals in European Waters: Knowledge Developments; 2018.	95
Figure 80. Nombre de résidus de pesticides dans les sols agricoles de l'UE, Source : SILVA et al., 2019	96
Figure 81. Évolution des indicateurs d'abondance de tous les oiseaux, des oiseaux forestiers et des oiseaux agricoles dans l'union européenne, 1980 à 2018 (indice 1980 = 100%). Source : Agence européenne de l'environnement, 2020.....	98
Figure 82. Évolution de la charge toxique pour les abeilles au Royaume-Uni de 1990 à 2015 et des principales familles de pesticides impliqués.	100
Figure 83. Expositions professionnelles en agriculture, Source : LEBAILLY, Étude pestexpo, 2009.....	101
Figure 84. Ventes de pesticides dangereux par CropLife dans les pays à hauts vs faibles revenus. Source : Public Eye, 2019.....	103
Figure 85. Exportations de pesticides interdits depuis l'UE en 2018. Source : Public Eye, 2020	104
Figure 86. Les coûts sociétaux engendrés es pesticides en France. Source : BASIC	108
Figure 86. Les bénéfices générés via l'usage de pesticides agricoles en France. Source : BASIC.....	109
Figure 86. Les coûts sociétaux des pesticides. Source : BASIC.....	110
Figure 87. Dates de publication des études portant sur les impacts des néonicotinoïdes sur les abeilles de 1992 à 2015.	113
Figure 88. Taux de TVA appliqué aux pesticides dans l'Union européenne.	114
Figure 89. Règlementations permettant d'estimer les coûts sociétaux liés aux impacts des pesticides Source : BASIC.....	115
Figure 90. Surcoûts et pertes financiers évalués et attribués aux pollutions agricoles diffuses (budgets annuels).	117
Figure 91. Subventions perçues par les agriculteurs de l'Union européenne.....	120
Figure 92. Evolution des subventions perçues par les agriculteurs de l'Union européenne.	120
Figure 93. Part des subventions perçues dans le revenu moyen des fermes de l'Union européenne 1995-2017	120
Figure 95. Schéma récapitulatif des coûts sociétaux et des bénéfices directement liés aux pesticides de synthèse à usage agricole analysés dans le cadre de l'étude à l'échelle européenne. Source : BASIC.....	130

Introduction

La présence croissante des pesticides dans notre quotidien est intrinsèquement liée à la révolution agricole opérée au 20^{ème} siècle qui a diffusé aux quatre coins du monde un nouveau paradigme. Fortement soutenu par les pouvoirs publics dans le but revendiqué d'améliorer la souveraineté alimentaire mondiale, ce paradigme s'appuie sur 4 piliers interdépendants¹ : les machines agricoles motorisées et industrialisées, les engrais de synthèse, les semences hybrides, et donc l'utilisation généralisée des pesticides de synthèse.

Mais si l'augmentation des rendements associée à la mise en place de ce système a longtemps servi de justification à un usage systémique des pesticides, la question de leurs impacts négatifs est progressivement devenue incontournable dans le débat et les politiques publiques.

A tel point que le président Macron s'est engagé, en ouverture du dernier congrès de l'UICN, à profiter de la présidence française de l'UE en 2022 pour défendre une sortie accélérée des pesticides². Une prise de position théoriquement plus radicale que celle de l'Union européenne, qui s'est fixée un objectif de réduction de 50 % de l'utilisation des pesticides dans ses Etats membres d'ici 2030³.

Pourtant, ces ambitions sont loin de faire l'unanimité au sein des filières agricoles et alimentaires. Les syndicats agricoles majoritaires et les lobbys de l'agro-industrie, mettent en avant les avantages économiques liés à la production et à l'utilisation des pesticides, ainsi que les risques et pertes économiques potentiellement associés à leur réduction⁴.

Le débat entre anti et pro pesticides bat son plein, d'autant que l'accès aux données économiques sur ces produits reste compliqué : rares sont les chiffres publiés par l'industrie, et le secret professionnel qui les entoure rend difficile, voire impossible, toute vérification.

Dans ce contexte, l'objectif principal de notre recherche a consisté à objectiver autant que possible les différents arguments économiques du débat, tout en intégrant à cette analyse les enjeux socio-environnementaux liés à l'usage des pesticides.

Au moment où les principales politiques publiques européennes en la matière sont en cours de discussion ou d'arbitrage (Politique agricole commune, Directive pesticides...), nous espérons que les résultats permettront d'alimenter le débat public sur ces questions et d'élaborer des recommandations cohérentes avec les grands enjeux sociaux et environnementaux des années à venir.

¹ Tassel, P. M. La « Troisième Révolution Agricole » : une révolution épistémologique ? 2018

² https://www.lemonde.fr/planete/article/2021/09/03/aires-de-protection-en-mediterranee-pesticides-les-promesses-d-emmanuel-macron-a-l-uicn_6093349_3244.html et <https://www.lefigaro.fr/sciences/ue-vers-une-initiative-forte-pour-sortir-des-pesticides-annonce-macron-20210903> consultés le 21 octobre 2021

³ https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/actions-being-taken-eu/farm-fork_en consulté le 21 octobre 2021

⁴ <https://www.arc2020.eu/farm-2-fork-eu-has-caved-to-eco-lobby-complains-big-ag/> consulté le 21 octobre 2021

1. Question de recherche, périmètre et méthodologie générale de l'étude

1.1. Questions de recherche

Étapes de la recherche	Principales questions de recherche
1. Analyse de la valeur créée par les produits phytosanitaires	<ul style="list-style-type: none">• Analyse de la chaîne de valeur des produits phytosanitaires de synthèse à usage agricole en Europe : quels sont les flux économiques, les principaux acteurs et leurs parts de marché, leurs modèles économiques et leurs modes de gouvernance, le mode de structuration du secteur et de la chaîne de valeur, l'impact du contexte réglementaire ?• Combien d'emplois directs et indirects sont liés au secteur ?• Quelle est la valeur économique créée par l'usage des produits phytosanitaires pour l'ensemble du système alimentaire et ses parties prenantes ? Qui la capte ?
2. Analyse des impacts et coûts reportés sur la société liés à la fabrication et l'usage des produits phytosanitaires	<ul style="list-style-type: none">• A combien s'élèvent les subventions publiques directes et indirectes au secteur ?• Quels sont les différents impacts (environnementaux, sociaux, sanitaires) des produits phytosanitaires de synthèse sur l'ensemble des maillons du système alimentaire (production, usage, fin de vie) ? Quels indicateurs permettent de les mesurer et quels résultats quantifiés sont disponibles ?• A combien peut-on estimer les coûts sociétaux liés aux impacts des produits phytosanitaires de synthèse : coûts des dommages, dépenses d'atténuation, d'adaptation et/ou de réparation supportées par la société (Etat, sécurité sociale, individus...) ?

1.2. Périmètre (produits, géographie, chaîne de valeur)

Les pesticides sont définis par l'IPBES comme des **substances utilisées dans le but d'éliminer des organismes vivants nuisibles**. Un pesticide peut être un produit chimique naturel, un produit chimique de synthèse, ou un agent biologique. Les biocides ainsi que les produits phytopharmaceutiques naturels ou les produits de biocontrôle ne font pas partie du périmètre de l'étude. **Cette étude concerne spécifiquement les produits qui sont appelés « phytosanitaires⁵ de synthèse »**. De plus, nous restreignons le périmètre aux produits **utilisés pour l'agriculture**, qui représentent la majorité du marché des pesticides. Les pesticides utilisés pour usage domestique ont représenté entre 10% et 13% du marché mondial de l'ensemble des pesticides entre 2000 et 2018⁶ (ils sont interdits en France depuis 2019 pour les jardiniers amateurs et depuis 2017 pour l'entretien des espaces verts, forêts et voirie par les organismes publics⁷).

⁵ Phytopharmaceutique et phytosanitaire sont considérés comme des synonymes.

⁶ Phillips McDougall. *Evolution of the Crop Protection Industry since 1960*, 2018.

⁷ Loi Labbé n° 2014-110 du 06/02/2014 modifiée par l'article 68 de la LTE - Loi n° 2015-992 du 17/08/2015.

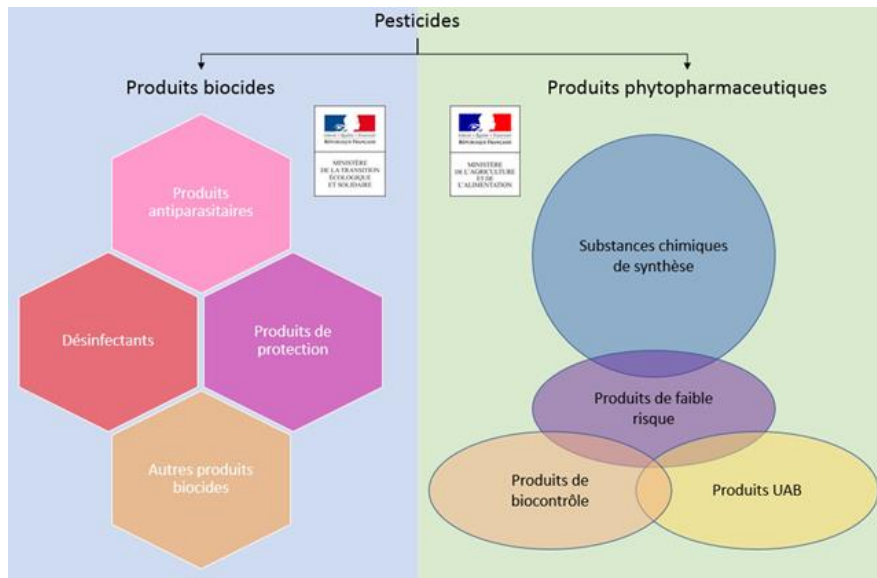


Figure 1. Définition des pesticides. Source : Ministère de l'agriculture et de l'alimentation

Par simplification, nous utiliserons le terme « pesticide » dans la suite du rapport pour faire référence aux produits phytosanitaires de synthèse⁸.

Concernant l'analyse de la création de valeur, l'étude est à l'échelle mondiale avec un focus particulier sur l'Union Européenne et l'analyse des principales tendances pour les autres régions du monde.

Concernant et l'estimation d'un côté des gains pour la société et de l'autre des impacts environnementaux et sanitaires, l'étude est à l'échelle mondiale ; **concernant les coûts générés sur la société qui découlent des impacts précédents,** l'étude se concentre sur l'Union européenne où des données suffisantes sont a priori accessibles (l'analyse reste qualitative pour les pays hors UE).

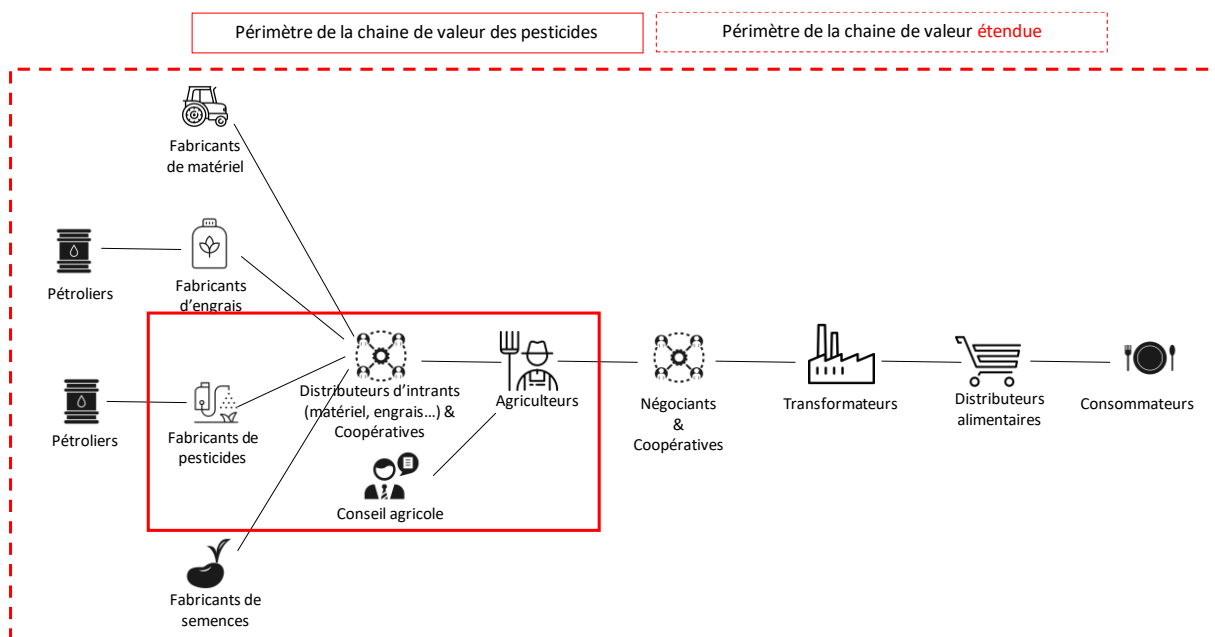


Figure 2. Schéma des chaînes de valeur analysées dans le cadre de la présente étude. Source : BASIC

⁸ Ce choix de simplification est entre autres lié aux visions implicites des termes « phytosanitaire » et « phytopharmaceutique » qui renvoient au champ médical et de la santé, alors que les produits étudiés relèvent d'un tout autre usage et d'un autre secteur.

Concernant le périmètre de la chaîne de valeur à analyser, la difficulté principale de l'étude réside dans l'imbrication très forte de la chaîne de valeur spécifique des pesticides (depuis leur fabrication jusqu'aux agriculteurs) avec celle plus étendue de l'ensemble du système alimentaire, depuis la fabrication et la fourniture des autres intrants (matériel, engrais, semences...) jusqu'au consommateur final.

Pour répondre à cet enjeu, la première partie de l'étude sur la création de valeur commence par analyser la chaîne de valeur étendue de l'alimentation pour mieux identifier le rôle spécifique qu'y joue la chaîne de valeur des pesticides et ses apports, avant d'analyser plus spécifiquement cette dernière et ses acteurs clés.

Sur cette base, l'étude des impacts environnementaux et sanitaires liés aux pesticides, et des coûts sociétaux associés, se concentre sur les effets de la chaîne de valeur spécifique des pesticides sur les parties prenantes du système alimentaire de manière plus globale.

1.3.Méthodologie

L'analyse s'appuie sur le travail de Recherche et Développement du Basic en matière d'étude des chaînes de valeur, d'évaluation de leurs impacts économiques, sociaux, sanitaires et environnementaux, et d'estimation des coûts sociétaux associés. Des éléments méthodologiques détaillés sur ces derniers sont fournis dans l'annexe méthodologique du présent rapport.

Afin de recomposer le fonctionnement et l'évolution du secteur des pesticides, **l'étude s'appuie sur une analyse socioéconomique de type analyse des chaînes de valeur.**

Le concept de « chaîne de valeur » est proche de celui de « filière » et désigne à la fois un ensemble d'activités économiques interdépendantes et un groupe d'acteurs économiques liés entre eux depuis la production de matière première jusqu'à la consommation finale des produits⁹. **L'analyse de ces chaînes de valeur s'appuie sur plusieurs dimensions clés :**

- Les marchés de consommation, l'évolution de la demande et des dépenses des consommateurs
- Le contexte socio-économique et l'évolution de l'offre
- Les chiffres d'affaires et les modèles économiques des acteurs de la chaîne
- les institutions de régulations (les marchés, les autorités publiques, les systèmes d'information),
- les jeux de pouvoirs (ou rapports de forces),
- ...

En vis-à-vis, nous avons identifié et estimé à chaque fois que c'était possible les impacts sociaux, sanitaires et environnementaux associés à chaque maillon de la chaîne de valeur des pesticides (depuis leur fabrication jusqu'à leur consommation), et pour chacun des territoires concernés inclus dans le périmètre de l'étude. **Par impact, nous entendons :**

*L'ensemble des changements durables ou significatifs
...positifs et négatifs, directs et indirects, prévus et imprévus, intentionnels et involontaires
...sur les écosystèmes et l'environnement, les individus et les communautés
...au niveau local, régional et/ou mondial...
...qui sont provoqués par une ou plusieurs activités, politiques, produits ou services.
...au-delà de ce qui serait arrivé toutes choses égales par ailleurs¹⁰.*

Sur la base des études d'impact passées en revue, **nous avons analysé les interactions qui relient les différents types d'impacts entre eux, et cherché à identifier les effets en cascade** et les processus cumulatifs.

⁹ Gereffi, Humphrey & Sturgeon, The Governance of Global Value Chains. Review of International Political Economy, 12 (1), 78-104, 2005

¹⁰ D'après Roche, Clarck, Impact Assessment for Development Agencies, Oxfam, 1999

Nous avons prolongé cette recherche par une identification et une estimation des « coûts sociétaux » associés à ces impacts, et d'en donner une estimation monétaire quand les données suffisantes étaient disponibles.

Cette analyse s'appuie sur le cadre conceptuel développé par l'économiste K. W. Kapp qui définit les coûts sociétaux comme « *l'ensemble des pertes et dépenses, directes et indirectes, présentes et futures, qui sont supportées par des tiers ou la collectivité dans son ensemble du fait des impacts sociaux, sanitaires et environnementaux des modes de production [et de consommation]* » et qui auraient pu être évités. »¹¹

Le cadre des coûts sociétaux présente plusieurs avantages :

- il repose sur une **comptabilisation des pertes et dépenses réelles** – constatées, planifiées ou prévisibles – et non sur une évaluation théorique de valeurs sociales ou environnementales.
- il est par nature **cumulatif**, les différentes dépenses prises en charges par des tiers et la collectivité étant additionnées sans compensation possible entre les dimensions sociales et environnementales, des créations d'emploi ne peuvent compenser les dépenses liées à la pollution de l'eau par exemple.
- il utilise la **monnaie comme unité de compte commune**.

Thème	Publications Académiques	Articles de presse	Rapports d'institutions et autres acteurs
<i>Régulation / réglementation</i>	9	-	38
<i>Analyse économique du secteur des pesticides</i>	34	45	192
<i>Impacts environnementaux</i>	149	11	108
<i>Impacts sanitaires</i>	88	13	56

Figure 3. Principales sources consolidées dans la présente étude de la filière café, de ses impacts et coûts sociétaux. Source : BASIC

Afin de mener à bien ces analyses de chaîne de valeur des pesticides, des impacts et des coûts sociétaux associés, nous avons collecté et analysé plus de 743 documents publiés par la recherche académique, les institutions nationales et internationales, des acteurs de la société civile, des entreprises et des journalistes (cf. le tableau ci-dessus qui récapitule les principales sources).

L'analyse de ces documents a été complétée par :

- La collecte et le traitement de données statistiques issues des bases de données publiques nationales, européennes et internationales (UN Comtrade, Enquête Prodcom d'Eurostat, RICA européen...)
- La tenue d'une douzaine d'interviews d'experts et d'acteurs clés (fabricants, chercheurs, acteurs de la société civile)

¹¹ K. W. Kapp, The Social Costs of Business Enterprise, 1963»

2. La création de valeur liée aux pesticides

2.1. Historique du secteur des pesticides

2.1.1. Les piliers de la « révolution agricole » du 20^{ème} siècle

C'est au tournant du 20^{ème} siècle qu'a démarré la transformation la plus importante et la plus rapide de l'agriculture mondiale depuis son invention. Elle a été initiée aux Etats-Unis et en Europe, grâce à **l'élaboration puis la diffusion à grande échelle de 4 innovations technologiques majeures**¹² :

- **Les machines agricoles motorisées et industrialisées**, au premier rang desquels les tracteurs apparus dans les années 1910, dans le sillage du succès de la production en masse d'automobiles (Henry Ford ayant commercialisé l'un des premiers modèles en grande série aux Etats-Unis, le 'Fordson')¹³.
- **Les engrais de synthèse**, dont la production fut permise par l'invention en Allemagne par Fritz Haber et Carl Bosch de la technique de fixation de l'azote de l'air et du procédé de fabrication industrielle d'ammoniac. Cette dernière fut d'abord opérationnalisée par l'entreprise BASF à partir de 1912 pour la fabrication d'explosifs à grande échelle, utilisés pendant la première et surtout la deuxième guerre mondiale. Les premiers engrais chimiques de synthèse commencèrent à être produits après l'armistice de 1918 dans les différents pays européens ainsi qu'aux Etats-Unis (en particulier par l'entreprise DuPont). Ils ont entraîné un changement radical du mode d'agriculture grâce à l'augmentation du taux d'azote disponible pour les plantes dans les sols, et les hausses de rendements qui en ont résulté¹⁴.
- **Les pesticides organiques de synthèse**, apparus suite à la découverte à la fin des années 1930 des propriétés insecticides du DDT¹⁵ par le chercheur Paul Hermann Müller qui travaillait à Bâle pour l'industriel suisse Geigy (entreprise qui donna naissance à Novartis dans les années 1990, puis Syngenta en 2000). Ce produit alors considéré comme « miracle » a été utilisé dès les années 1940 pour lutter contre les poux dans l'armée et pour éradiquer le typhus de Naples, avant d'être utilisé en agriculture et d'ouvrir la voie aux composés organochlorés. A la même époque les premiers insecticides organophosphorés ont été développés en Allemagne à partir des gaz de combat neurotoxiques sarin et tabun qui avaient été utilisés à grande échelle pendant la seconde guerre mondiale, ainsi que le tristement célèbre Zyklon B, à l'origine un insecticide à base d'acide cyanhydrique utilisé contre les poux et les ravageurs des récoltes (tous ont été initialement fabriqués par le conglomerat I.G. Farben, constitué en 1925 par la fusion des sociétés BASF, Bayer, Agfa et Hoechst qui ont repris leur indépendance en 1952 suite au démantèlement du groupe)¹⁶. Aux Etats-Unis, toujours dans les années 1940, l'entreprise DuPont de Nemours a mis au point d'autres catégories d'insecticides et de régulateurs de croissance, et surtout, grâce à la découverte des propriétés herbicides de deux produits de synthèse (nommés 2,4-D et 2,4,5-T), l'armée américaine a lancé le développement de l'herbicide appelé 'agent orange' dans le but de détruire les cultures ennemies par pulvérisation aérienne, dont la fabrication à grande échelle fut confiée aux entreprises Monsanto et Dow Chemical dès cette époque (et qui fut notamment utilisé massivement pendant la guerre du Viet Nam)¹⁷.
- **La sélection scientifique des semences et la création des semences hybrides** ont été rendues possibles par le développement de la biologie de l'hérédité au début du 20^{ème} siècle suite à la redécouverte des « Lois de Mendel ». Ces dernières, en décrivant les mécanismes de transmission et de distribution de caractères dans les lignées de végétaux, ont permis de cibler de manière méthodique les gènes porteurs des traits souhaités. Elles ont été à l'origine de l'invention du maïs hybride aux Etats-Unis dans

¹² Takezawa, S. From Agribusiness to Food Democracy, 2019

¹³ Olmstead, A. L.; Rhode, P. W. Reshaping the Landscape: The Impact and Diffusion of the Tractor in American Agriculture, 1910–1960. 2001

¹⁴ Keen, C. The Haber-Bosch Process and Its Implications. Maryland Humanities 2010

¹⁵ dichlorodiphényltrichloroéthane

¹⁶ Bertomeu-Sánchez, J. R. Introduction. Pesticides: Past and Present. HoST - Journal of History of Science and Technology 2019, 13 (1), 1–27

¹⁷ Ibid.

les années 1930, qui a représenté une rupture technologique majeure permettant de générer, à partir de deux lignées pures, un produit toujours identique, aux rendements plus élevés en cas d'apport d'azote et d'autres nutriments, et qui contraint l'agriculteur à racheter chaque année de nouvelles semences en raison des effets de consanguinité¹⁸. Des développements similaires se déroulèrent à la même époque sur les races d'animaux d'élevage afin d'améliorer leur productivité, d'accélérer leur reproduction et ainsi de baisser les coûts de production¹⁹.

Ces 4 facteurs clés de transformation de l'agriculture ont été pour la première fois promus de manière conjointe aux Etats-Unis à travers la politique du New Deal impulsée par Roosevelt en 1933, qui considérait l'amélioration de la productivité agricole comme un élément clé de la reconstruction de l'économie américaine²⁰.

C'est surtout à la sortie de la seconde guerre mondiale – face aux besoins de reconstruire les pays ravagés par le conflit, de nourrir leurs populations dans un contexte de « manque de bras » dans les campagnes et de « boom » des naissances, et enfin de relancer leurs économies – que ces facteurs de transformation de l'agriculture ont été déployés à grande échelle à travers des politiques d'État, en premier lieu en Europe (à travers le plan Marshall) ainsi qu'au Japon. **Ces politiques publiques se sont fixées pour objectif principal d'accroître la production agricole en augmentant la productivité du sol et celle du travail agricole**²¹.

Elles ont bénéficié du contexte de sortie de guerre pour mettre au profit de l'agriculture les investissements militaires massifs réalisés pendant le conflit mondial : usines et stocks d'ammoniac destinés à la fabrication d'explosifs reconvertis pour la production d'engrais à base de nitrates, usines et stocks d'armes chimiques reconvertis en biocides agricoles, usines de fabrication d'engins militaires reconverties dans le machinisme agricole et forestier...²²

Cette dynamique initiée en 1945 en Europe et au Japon s'est ensuite étendue à partir des années 1960 à la plupart des pays du globe, avec des spécificités régionales et l'ajout de l'irrigation comme facteur complémentaire de transformation, en particulier en Inde où cette dynamique prit le nom de « révolution verte ». Elle a ainsi permis d'accroître très fortement les surfaces cultivées et la production agricole, éloignant les pénuries et les famines dans de nombreuses zones du monde²³.

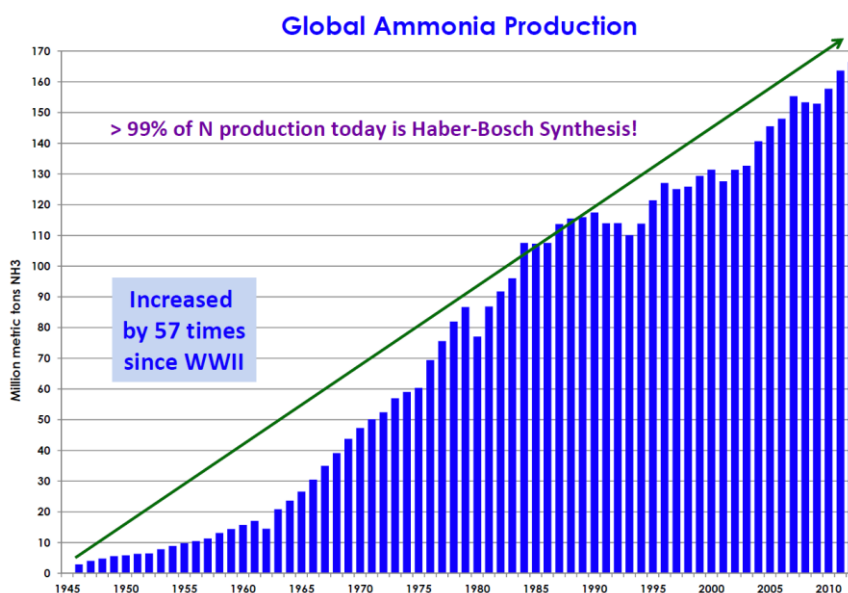


Figure 4. Production totale d'ammoniac dans le monde 1945-2012.

Source: The Fertilizer Institute. *The History of Ammonia to 2012*, based on US Geological Survey, IFA and Smil

¹⁸ Bonneuil, C.; Thomas, F.; Petitjean, O. *Semences, une histoire politique: amélioration des plantes, agriculture et alimentation en France depuis la Seconde Guerre mondiale*; Éditions Charles Léopold Mayer, 2012

¹⁹ Tassel, P. M. La « Troisième Révolution Agricole » : une révolution épistémologique ? 2018

²⁰ Takezawa, S. *From Agribusiness to Food Democracy*, 2019

²¹ Tassel, P. M. La « Troisième Révolution Agricole » : une révolution épistémologique ? 2018

²² Ibid.

²³ Griffon, M. Vers une septième révolution agricole ?, *Revue Projet*, 2013

Figure 1: Total number of active ingredients available globally

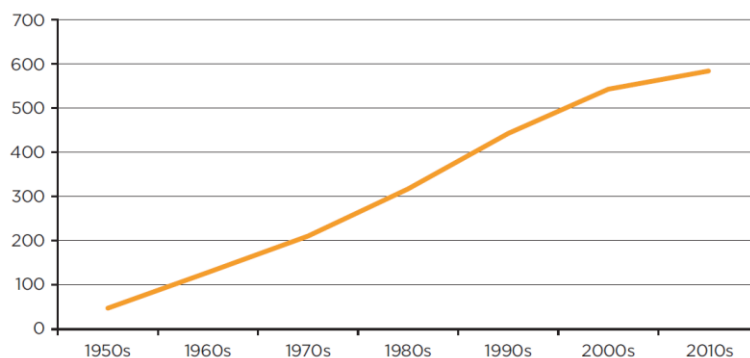


Figure 11: Crop protection volume, tonnes of active ingredient

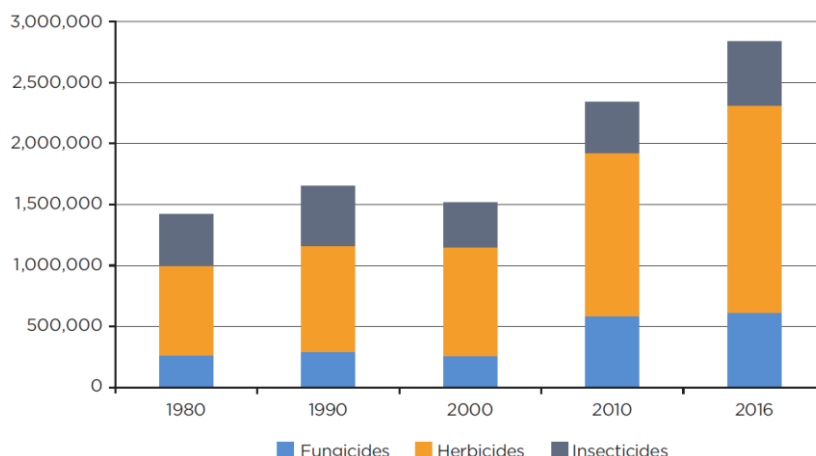


Figure 5. Nombre total de substances actives disponibles à l'échelle mondiale depuis 1950 et volumes de substances actives consommés mondialement depuis 1980 Source: Phillips McDougall. Evolution of the Crop Protection Industry since 1960, 2018.

Les graphiques précédents illustrent l'ampleur des transformations à l'échelle mondiale depuis la fin de la seconde guerre mondiale, en prenant pour exemple les intrants chimiques utilisés en agriculture :

- **La production globale d'ammoniac** a ainsi été multipliée par 57 depuis la seconde guerre mondiale,
- **Le nombre total de substances actives de pesticides** disponibles à l'échelle mondiale a été multiplié par 13 depuis 1950 (leur rythme d'introduction s'étant ralenti depuis une vingtaine d'année en raison du durcissement de la réglementation en Europe et aux Etats-Unis²⁴), et les volumes totaux de pesticides consommés dans le monde ont presque doublé rien qu'entre 1980 et 2016.

Depuis les années 1990, de nouvelles innovations technologiques ont contribué à la dynamique de transformation agricole : le développement de **techniques culturales simplifiées** comme le semis direct qui visent à limiter les travaux agricoles (et donc le recours aux énergies fossiles et les émissions de gaz à effet de serre associées), et surtout **l'approche biotechnologique des semences**²⁵.

Cette dernière approche a permis la mise au point de deux catégories d'organismes génétiquement modifiés (OGM) dits « de première génération » :

- **Les OGM conçus pour pouvoir tolérer un herbicide**, qui représentent actuellement environ 63% des plantes transgéniques commercialisées dans le monde. Le premier d'entre eux fut un soja mis au point par la société Monsanto : étant résistant à la molécule de glyphosate contenue dans le Round Up, ce produit connut un succès commercial majeur car il permettait à l'agriculteur qui l'utilisait d'avoir recours à un seul herbicide et de faciliter la gestion des épandages sur les cultures. L'entreprise Bayer lui emboîta le pas en créant des OGM résistants au glufosinate (maïs, soja, lin, coton, luzerne, riz, betterave sucrière, canola)²⁶. Plus

²⁴ <https://ec.europa.eu/assets/sante/food/plants/pesticides/lop/index.html> consulté le 12 octobre 2020

²⁵ Tassel, P. M. La « Troisième Révolution Agricole » : une révolution épistémologique ? 2018

²⁶ Ibid.

récemment, le développement de résistances des adventices au Roundup dans les cultures OGM aux Etats-Unis a conduit à la commercialisation de variétés tolérantes au dicamba et au 2,4D²⁷. On peut également inclure dans cette catégorie des variétés non encore considérées réglementairement comme des OGM mais obtenues par mutagenèse²⁸.

- **Les OGM conçus pour pouvoir produire leurs propres insecticides**, qui représentent environ 16% des plantes transgéniques commercialisées dans le monde. Ces plantes sont appelées « Bt », du nom de la bactérie²⁹ dont elles sont en mesure de produire les toxines, laquelle sécrète naturellement jusqu'à une vingtaine de toxines insecticides différentes qui s'attaquent à certaines familles d'insectes. La première d'entre elles fut également commercialisée par Monsanto, il s'agissait d'un maïs (MON810) rapidement suivi de variétés transgéniques de coton, betterave, pomme de terre, tomate, soja, colza...³⁰

Plus récemment, les innovations ont porté sur des OGM dits de « deuxième génération » qui poursuivent d'autres objectifs : le bénéfice nutritionnel (comme le « riz doré » qui auto-produit de la vitamine A), la résistance aux virus et aux contraintes de l'environnement (sols salés, gel, stress hydriques...). Sont inclus dans cette catégorie les nouveaux OGMs issus du « forçage génétique ». La plupart de ces OGM sont encore en cours d'élaboration et ne sont donc pas encore commercialisés ni cultivés³¹.

À l'heure actuelle, on estime que les cultures OGM recouvriraient environ 12% des terres arables au niveau mondial (i.e. 160 millions d'hectares), principalement aux États-Unis, Brésil, Argentine, Inde et Canada³².

2.1.2. Une transformation permise par le développement d'un système technique, économique et politique

La transformation des systèmes agricoles depuis le milieu du 20^{ème} siècle est le fruit de l'articulation étroite et des synergies entre les facteurs précédemment cités – généralisation de la mécanisation, de l'utilisation d'engrais, de l'utilisation de pesticides chimiques, sélection des semences dont les variétés hybrides et plus récemment les OGM – **qui ont engendré un processus d'innovation continue et de gains cumulatifs**³³.

D'un côté, l'usage de tracteurs, et plus globalement la **dynamique de mécanisation**, se sont généralisés parallèlement à une **grande politique de remembrement** promue par les pouvoirs publics depuis la fin de la seconde guerre mondiale et de manière accélérée depuis les années 1960. L'objectif affiché des gouvernements était de rationaliser les espaces agricoles tout en y facilitant la circulation des engins mécanisés³⁴.

Cet agrandissement de la taille des exploitations a été **de pair avec leur spécialisation dans un petit nombre de productions** (jusqu'à la quasi-monoculture par endroits), laquelle a été rendue possible par l'utilisation d'engrais de synthèse et de variétés hybrides qui les assimilent mieux. Ces 2 innovations ont permis de supprimer la nécessité de rotations longues des cultures et plus globalement de connexion entre élevage et cultures³⁵.

En a découlé une **pression accrue et persistante des maladies** et des ravageurs (du fait de la dynamique de spécialisation des cultures et des élevages dans des régions entières) **que l'usage croissant de pesticides** (et de médicaments pour les animaux) **a permis de contrôler** voire de juguler en partie, lequel s'est accompagné du développement de matériels et d'équipements de plus en plus élaborés pour épandre et pulvériser les produits³⁶.

²⁷ <https://www.ers.usda.gov/amber-waves/2019/october/the-use-of-genetically-engineered-dicamba-tolerant-soybean-seeds-has-increased-quickly-benefiting-adopters-but-damaging-crops-in-some-fields/> consulté le 12 octobre 2020

²⁸ cf. ANSES, Utilisation des variétés rendues tolérantes aux herbicides cultivées en France, 2020

C'est le cas notamment en France pour des variétés de colza et de tournesol tolérantes à la famille des inhibiteurs de l'acétolactate synthase (ALS) obtenues par mutagenèse

²⁹ bacillus thuringiensis

³⁰ Ibid.

³¹ Ibid.

³² Ibid.

³³ Griffon, M. Vers une septième révolution agricole ?, Revue Projet, 2013

³⁴ Tassel, P. M. La « Troisième Révolution Agricole » : une révolution épistémologique ? 2018

³⁵ Ibid.

³⁶ Aubert, C. Les engrais azotés, providence devenue poison. Le Monde diplomatique. 2018

Plus récemment, le développement d'OGM résistants aux herbicides ou sécrétant leurs propres insecticides sont venus renforcer encore l'articulation entre ces différents facteurs³⁷.

Ce processus cumulatif a ainsi engendré le **développement et la prédominance** (sur les continents européen, américain, asiatique et de plus en plus africain) **de systèmes de production agricoles dépendants de l'intégration de ces différents facteurs**, même si leurs degrés d'utilisation respectifs peuvent varier d'un système à l'autre³⁸.

Les changements intervenus au 20^{ème} siècle ne concernent pas seulement les systèmes agricoles : il s'agit plus globalement d'une transformation du système économique et politique dans lequel s'inscrit l'agriculture.

Au niveau économique, les grandes transformations agricoles qui ont eu lieu depuis le milieu du 20^{ème} siècle ont permis d'insérer **le monde agricole dans un système industriel en plein essor, et plus largement dans un système économique régi par les impératifs** de concurrence, de maximisation des profits, d'accumulation du capital et de réduction des coûts du travail qui s'est progressivement mondialisé³⁹.

Depuis les années 1990, l'ouverture des frontières et la mise en concurrence des agriculteurs ont créé une pression croissante vers l'accroissement des rendements pour rester compétitifs. Cette évolution a **accélééré la dynamique de modernisation technique engagée par les Etats** (mécanisation, utilisation d'engrais de synthèse, de pesticides et de nouvelles variétés), notamment la dynamique d'augmentation de la taille des exploitations et la spécialisation des fermes afin d'atteindre d'importantes économies d'échelle et de gamme, et baisser le plus possible les coûts de production par unité produite. Cette **dynamique s'est trouvée auto-entretenu**e par le besoin croissant d'investissements en capitaux dans les fermes et par les politiques publiques (remembrement, aide à l'investissement...) menées par les gouvernements depuis plusieurs décennies dans la plupart des pays du monde⁴⁰. Par effet d'entraînement, **des régions agricoles entières se sont spécialisées en « bassins de production » dédiés**, et les progrès dans le domaine de la logistique et des transports, et surtout la mondialisation des marchés agricoles impulsée à partir des années 1980, ont encore amplifié ce phénomène⁴¹.

En s'insérant dans ce système économique de plus en plus mondialisé et ouvert à la concurrence dans le cadre de l'Organisation Mondiale du Commerce, l'agriculture a ainsi fait de la recherche des volumes de production et de l'amélioration de la productivité ses objectifs primordiaux.⁴²

De fait, les ressources agricoles sont devenues un enjeu économique de premier plan, donc un enjeu de puissance politique, ce qui se reflète par l'importance des politiques publiques qui ont accompagné et financé massivement ces transformations, depuis le New Deal et le plan Marshall américains dans les années 1930 et 1940, en passant par la politique agricole européenne initiée depuis les années 1960⁴³.

Alors que les États étaient peu intervenus dans l'économie agricole lors des siècles précédents, la transformation du monde agricole impulsée au milieu du 20^{ème} siècle s'est engagée alors qu'ils étaient à l'apogée de leur intervention économique, motivés par la volonté de reconstruction et par le consensus keynésien d'après-guerre⁴⁴. **À titre d'illustration de l'ampleur de ces politiques, on peut estimer les dépenses cumulées du budget de la Politique Agricole Commune (PAC) à plus de 1 600 milliards d'euros (courants) sur la seule période 1979-2019**⁴⁵, sans compter les subventions nationales complémentaires mises en œuvre par les différents États Membres de l'Union Européenne, ni les allègements de charges opérés par les États membres. **Pour avoir une vision d'ensemble, il faudrait y rajouter les investissements publics antérieurs** - dans la recherche publique et les infrastructures industrielles - réalisés par les différents États dans un objectif tout d'abord militaire à l'occasion des deux guerres mondiales et qui ont permis de développer les technologies aujourd'hui largement répandues en agriculture (engrais et pesticides de synthèse, machinisme...).

³⁷ Tassel, P. M. La « Troisième Révolution Agricole » : une révolution épistémologique ? 2018

³⁸ Griffon, M. Vers une septième révolution agricole ?, Revue Projet, 2013

³⁹ Tassel, P. M. La « Troisième Révolution Agricole » : une révolution épistémologique ? 2018

⁴⁰ IPES Food. From University to Diversity: A Paradigm Shift from Industrial Agriculture to Diversified Agroecological Systems, 2016

⁴¹ Ibid.

⁴² Tassel, P. M. La « Troisième Révolution Agricole » : une révolution épistémologique ? 2018

⁴³ Ibid.

⁴⁴ Ibid.

⁴⁵ BASIC, d'après les données de la Direction Générale pour l'Agriculture et le Développement Rural de la Commission Européenne

Mais en érigeant le libre-échange et l'ouverture des marchés à la mondialisation en principes prioritaires, les politiques publiques plus récentes ont progressivement remplacé les politiques économiques plus interventionnistes, ce qui n'a pas empêché la poursuite des soutiens publics à la transformation de l'agriculture (comme exposé ci-dessus à travers l'exemple de la PAC), le fonctionnement des marchés mondialisés et les investissements privés entretenant les mêmes dynamiques que les politiques publiques d'après-guerre⁴⁶.

2.1.3. Les impacts positifs pour la société

Comme décrit dans l'historique, les systèmes agricoles modernes reposent – dans des proportions variables – sur 4 facteurs clés étroitement articulés : mécanisation, utilisation d'engrais et de pesticides de synthèse, utilisation de variétés hybrides et d'OGM. **Il est donc très difficile, voire impossible, d'isoler l'impact spécifiquement attribuable aux pesticides par rapport aux autres composantes du système.**

Les sections suivantes investiguent donc la valeur ajoutée engendrée par les systèmes de production agricoles qui combinent ces 4 facteurs. L'apport spécifique des pesticides de synthèse n'a pu être examiné que pour le premier enjeu des rendements, dont découlent la plupart des autres avantages, avérés ou perçus.

2.1.3.1. Les rendements agricoles

Le principal objectif de la dynamique de « modernisation » du monde agricole soutenue par les pouvoirs publics à partir de l'après-guerre était **l'augmentation des rendements agricoles et des volumes produits à l'échelle internationale, dans le but de répondre à la croissance des besoins alimentaires mondiaux.**

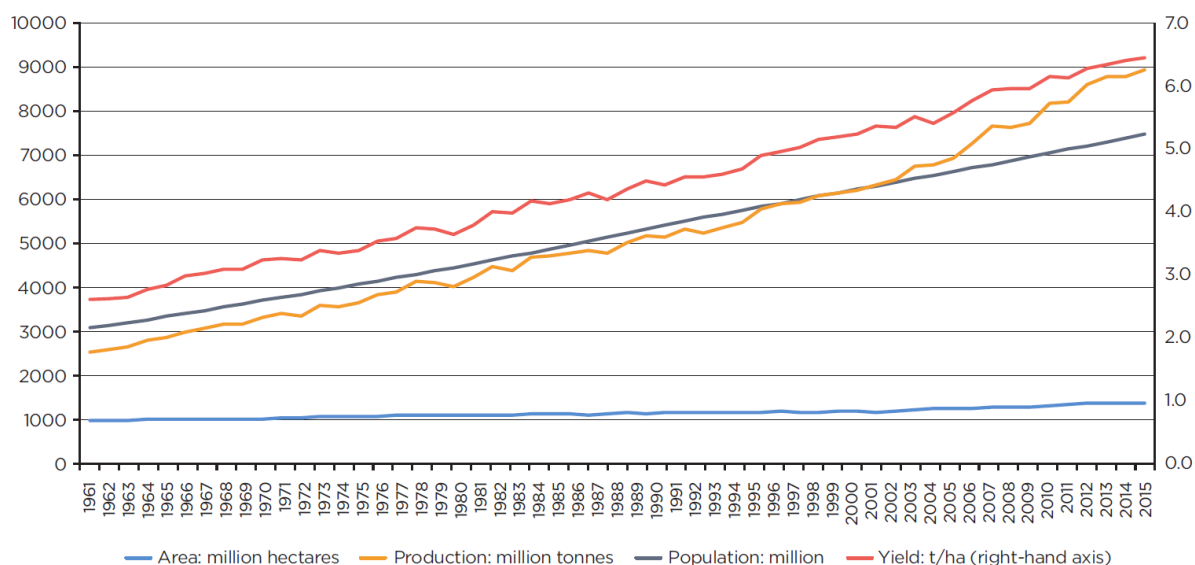


Figure 6. Évolutions des surfaces totales cultivées, de la production, de la population mondiale et des rendements depuis 1960
Source: Phillips McDougall, Evolution of the Crop Protection Industry since 1960, 2018

Comme illustré ci-dessus sur la période 1960-2016, le développement des systèmes de production agricole reposant sur l'usage combiné de machines, d'engrais, de pesticides et de variétés hybrides/OGM a eu des retombées positives indéniables en la matière : alors que les surfaces cultivées ont augmenté de 50%, les rendements moyens globaux ont plus que doublé (passant de 2,5 tonnes/hectare à 6,5 tonnes/hectare), permettant ainsi une multiplication par 3,4 de la production végétale agricole mondiale (de 2588 millions de tonnes en 1960 à 8923 millions de tonnes en 2016)⁴⁷.

⁴⁶ Tassel, P. M. La « Troisième Révolution Agricole » : une révolution épistémologique ? 2018

⁴⁷ Phillips McDougall. Evolution of the Crop Protection Industry since 1960, 2018

Ce faisant, la production agricole a évolué plus rapidement que la population mondiale qui a un peu plus que doublé sur la même période, passant de 3 à 7 milliards d'habitants. Cette divergence s'explique en partie par la croissance de la consommation de produits carnés qui nécessite un surcroît de production végétale pour l'alimentation du bétail, par l'augmentation de la part des cultures qui ne servent pas à l'alimentation (textiles, agrocarburants, matériaux de construction...), ainsi que par l'augmentation de la consommation alimentaire moyenne par individu au niveau mondial.

Comme décrit dans la partie précédente, **cette évolution n'est pas seulement liée aux 4 facteurs** de la « modernisation » agricole, **mais aussi à la dynamique de spécialisation des fermes et d'augmentation progressive de leur taille** qui ont permis d'en maximiser la productivité grâce à la réalisation d'importantes économies d'échelle.

D'après les Nations Unies, l'enjeu de la sécurité alimentaire reste d'actualité à l'échelle internationale d'ici 2050. À cette date, la population mondiale devrait **atteindre 9,2 milliards, ce qui nécessiterait une augmentation supplémentaire de 60% de la production agricole mondiale, rendant ainsi l'enjeu de productivité toujours aussi pressant**⁴⁸.

Comme évoqué en introduction de la section, il est **difficile d'isoler l'effet spécifique des pesticides de synthèse dans les évolutions décrites précédemment**, en particulier concernant l'augmentation des rendements agricoles. Des chercheurs de l'université de Bonn en Allemagne ont néanmoins **essayé d'analyser statistiquement l'impact spécifique des pesticides dans le cas de systèmes agricoles spécialisés** reposant également sur l'usage d'engrais de synthèse, de variétés à haut rendement et de machines agricoles⁴⁹.

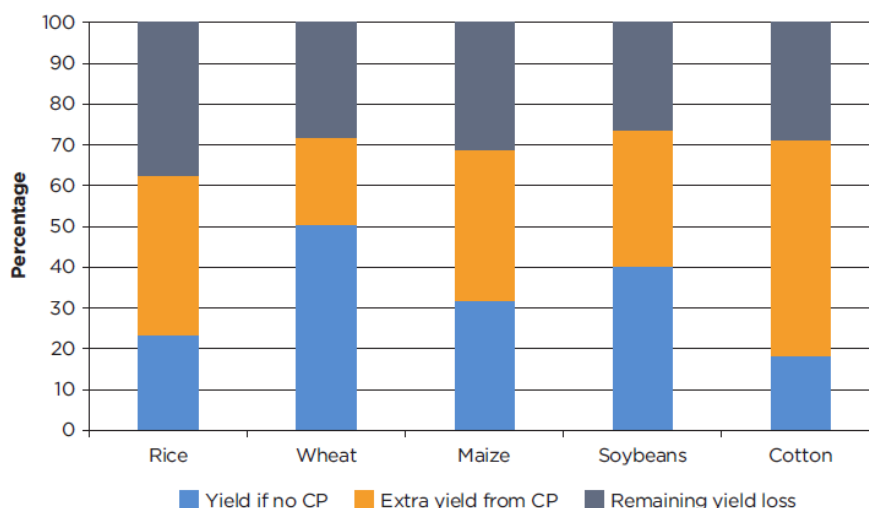


Figure 7. Pertes de production avec et sans usage de pesticides de synthèse pour les principales cultures végétales
 Source: Phillips McDougall. Evolution of the Crop Protection Industry since 1960, 2018 (based on Oerke, 2006)
 Note : CP = Crop Protection (i.e. usage de pesticides de synthèse)

Leurs recherches ont abouti à la conclusion que l'arrêt de l'usage des pesticides de synthèse induirait des pertes de rendements allant de 20% à 50% sur les principales cultures étudiées : riz, blé, maïs, soja et coton (voir ci-dessus)⁵⁰. Cependant, comme spécifié dans leur publication, ces estimations sont faites « à système de production agricole constant ». Autrement dit, **ces estimations mettent surtout en lumière le rôle de « clé de voute » joué par les pesticides dans les systèmes spécialisés « modernes »**, car ces derniers sont particulièrement vulnérables aux maladies et ravageurs, et l'arrêt de l'usage des pesticides de synthèse y engendre des impacts directs importants sur les rendements obtenus⁵¹.

⁴⁸ FAO. Save and grow: A policymaker's guide to the sustainable intensification of smallholder crop production. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011

⁴⁹ Oerke, E. -c. Crop Losses to Pests, 2006

⁵⁰ Ibid.

⁵¹ Ibid.

2.1.3.2. La visibilité du revenu des producteurs et le pouvoir d'achat des consommateurs

Au niveau des agriculteurs, comme décrit précédemment, la dynamique de modernisation technique initiée à partir du milieu du 20^{ème} siècle **leur a permis de faire des gains de productivité sans précédent** (à titre d'exemple, les rendements moyens mondiaux du blé, du maïs et du riz ont été multipliés par 2,5 à 3 depuis 1960⁵²).

Aujourd'hui, dans bon nombre de pays, **l'usage de pesticides de synthèse** semble être considéré comme un facteur de sécurisation des volumes de production par les **agriculteurs qui y voient un moyen de limiter le niveau d'incertitudes économiques** dont ils souffrent (en particulier dans une période de volatilité accrue des cours mondiaux des matières premières agricoles depuis le milieu des années 2000⁵³).

Cet intérêt des agriculteurs semble d'autant plus prononcé que les pesticides de synthèse représentent un coût modique pour eux : de 1% à 6% de leurs charges en Europe d'après le RICA (à comparer aux investissements qui seraient nécessaires pour changer de système de production, et aux risques potentiellement encourus)⁵⁴.

À l'autre bout de la chaîne alimentaire, les consommateurs semblent avoir été les grands gagnants puisque la part moyenne du budget des ménages consacrée à l'alimentation a fortement baissé sur les dernières décennies.

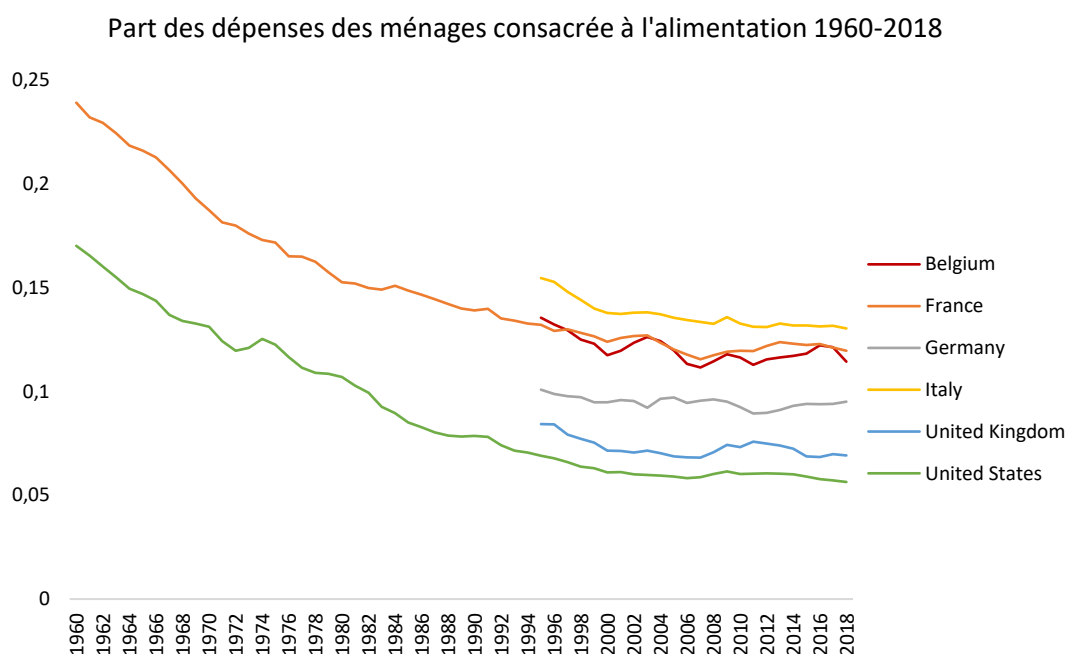


Figure 8. Part des dépenses des ménages consacrée à l'alimentation 1960-2018

Source: BASIC, base sur les données de l'OCDE (<https://stats.oecd.org/Index.aspx?QueryId=98013#>)

À titre d'illustration, la part du budget des ménages allouée à l'alimentation a été divisée par 2 en France depuis 1960 et par 3 aux Etats-Unis sur la même période (voir ci-dessus). Cependant, **ce résultat est à relativiser car la baisse de cette part du budget ne signifie pas forcément que les dépenses annuelles alimentaires des ménages ont baissé en valeur absolue** (i.e. en euros). La France illustre bien ce phénomène, ces dépenses étant passées de 2778 euros par personne en 1990 à 3135 euros par personne en 2015 (en monnaie constante corrigée de l'inflation)⁵⁵. Ainsi, la baisse de la part du budget allouée à l'alimentation est essentiellement due à la croissance plus rapide des autres dépenses, en particulier celles liées au logement et à la santé, plutôt qu'à une baisse des dépenses alimentaires, et ce dans la plupart des pays.

⁵² Phillips McDougall. Evolution of the Crop Protection Industry since 1960, 2018 (sur la base des données FAO et USDA)

⁵³ IPES Food. From University to Diversity: A Paradigm Shift from Industrial Agriculture to Diversified Agroecological Systems, 2016

⁵⁴ BASIC, d'après les données du RICA européen

⁵⁵ ADEME, Le Basic, ASCA, Analyse des enjeux économiques et sociaux d'une alimentation plus durable. Volet 2 « Analyse de la valeur socio-économique de l'alimentation, et sa répartition », 2017

2.1.3.3. Les emplois

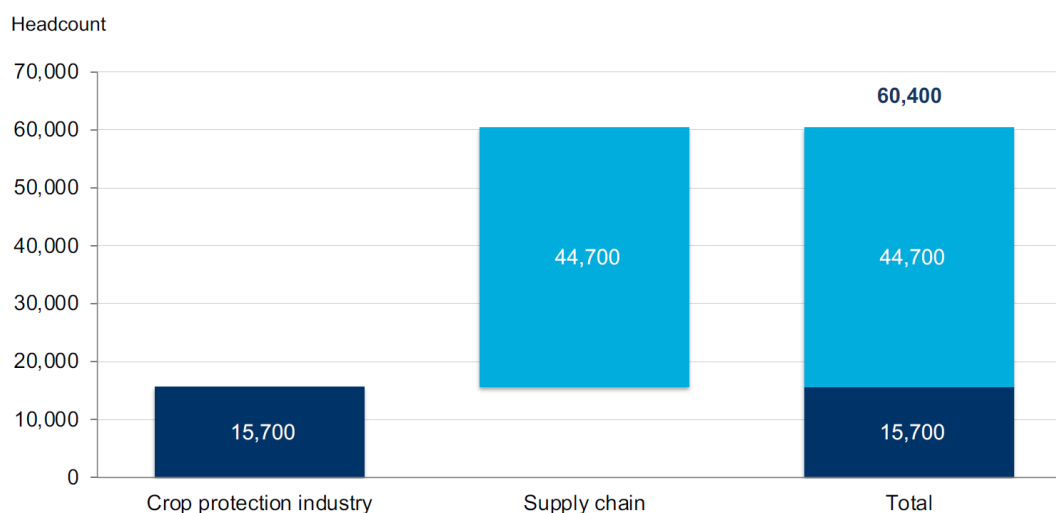


Figure 9. Nombre d'employés - en nombre de personnes – dans l'industrie des pesticides en Europe, et chez ses fournisseurs
Source: J. Bedford et A. Logan, *The Economic Impact of the Crop Protection Industry*, 2019 (basé sur les données d'Eurostat)

D'après une étude publiée par Oxford Economics en 2019 qui se base sur les données d'Eurostat (voir ci-dessus), **le secteur des pesticides de synthèse représente environ 15 700 emplois dans l'Union Européenne**. Si l'on prend en compte les emplois induits chez les fournisseurs de ces fabricants situés dans l'Union Européenne, on atteindrait selon cette étude un total de 60 400 emplois en Europe.



Figure 10. Nombre d'employés directs - en nombre de personnes – dans l'industrie des pesticides par pays européen
Source: J. Bedford et A. Logan, *The Economic Impact of the Crop Protection Industry*, 2019 (basé sur les données d'Eurostat)

Selon la même étude (voir ci-dessus), **les principaux pays européens où sont situés les effectifs de l'industrie des pesticides** sont par ordre décroissant : l'Allemagne (13 400 employés), l'Espagne (8 600), la France (8 200), l'Italie (5 100), la Pologne (4 300) et le Royaume-Uni (3 400).

2.2. La valeur créée par le secteur des pesticides, en Europe et dans le monde

Ayant la trajectoire historique de « modernisation » de l'agriculture enclenchée depuis 1945, **la partie qui suit se concentre sur l'analyse économique du secteur des pesticides de synthèse et biopesticides sur les dernières décennies, et sur l'étude du modèle économique de leurs fabricants.**

2.2.1. La consommation de pesticides à usage agricole dans le monde

Le marché mondial des pesticides utilisés en agriculture a représenté en 2020 un chiffre d'affaires annuel d'environ 53 milliards d'euros (61 milliards de dollars). La majorité des ventes de produits est transfrontalière (i.e. ne se fait pas à l'intérieur des pays) : les imports-exports mondiaux se sont élevés en 2019 à environ 32 milliards d'euros soit plus de 60% des ventes totales.

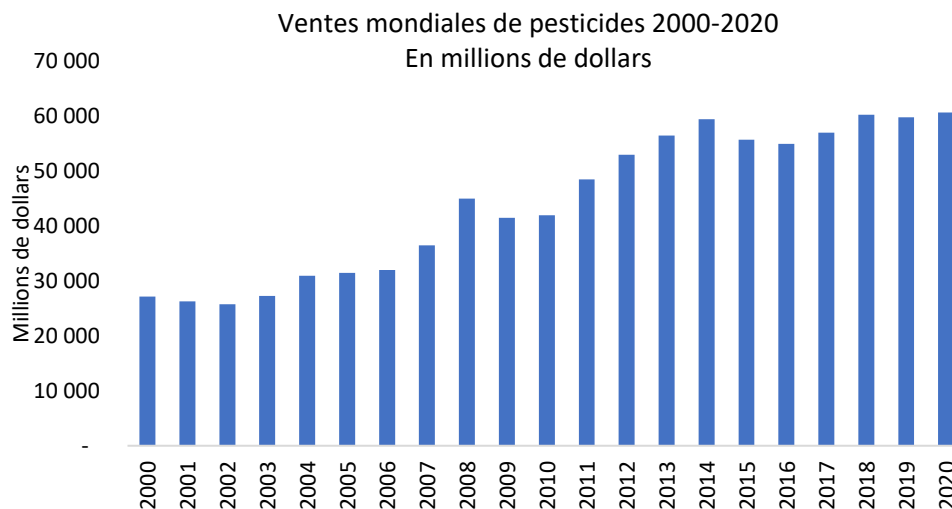


Figure 11. Ventes mondiales de pesticides à usage agricole 2000-2019.
Source: BASIC, basé sur les données de Philips McDougall et IHS Markit

Sur ce total, **l'Union Européenne représente est l'un des plus gros marchés, avec des ventes d'environ 12 milliards d'euros en 2019, et la plus grosse région exportatrice au monde avec 5,8 milliards d'euros la même année.**

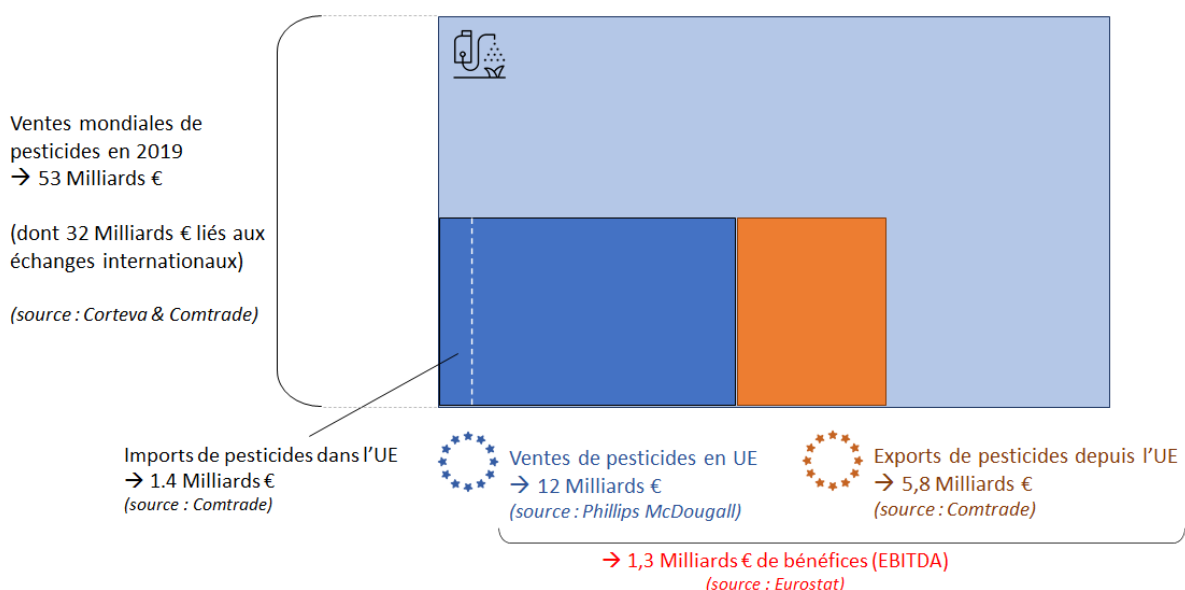


Figure 12. Marché mondial et marché européen des pesticides à usage agricole en 2019
Source: BASIC, basé sur les données de Comtrade, Philips McDougall et Corteva

En 20 ans, **le marché international des pesticides à usage agricole a doublé**, passant de 28 milliards de dollars (i.e. 30 milliards d'euros) en 2000 à environ 59 milliards de dollars (i.e. 52 milliards d'euros) en 2019.

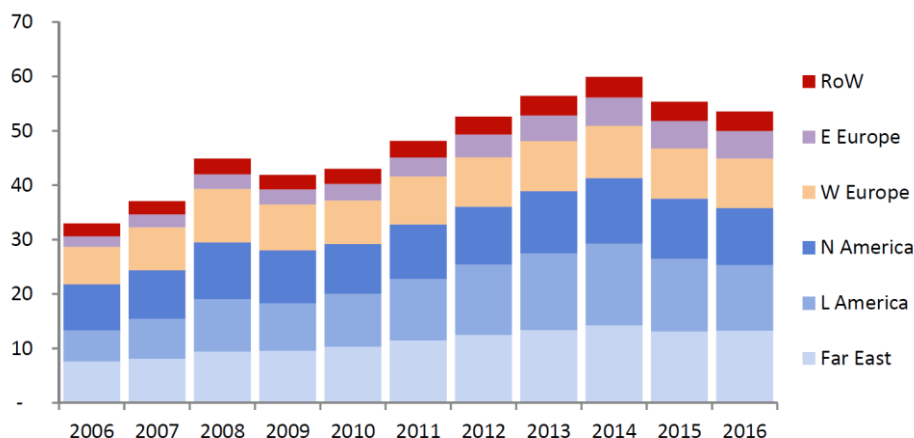


Figure 13. Ventas mundiales de pesticides à usage agricole par région 2006-2016

Source: Bloomberg & PhillipCapital Research (PhillipCapital. Agriculture Inputs: On Course for Secular and Structural Growth, 2019)

Sur ce marché, l'Europe longtemps première région de ventes dans le monde voit sa place s'éroder au profit de l'Amérique Latine, et de l'Extrême Orient, en particulier la Chine et l'Inde (cf. graphique ci-dessus).

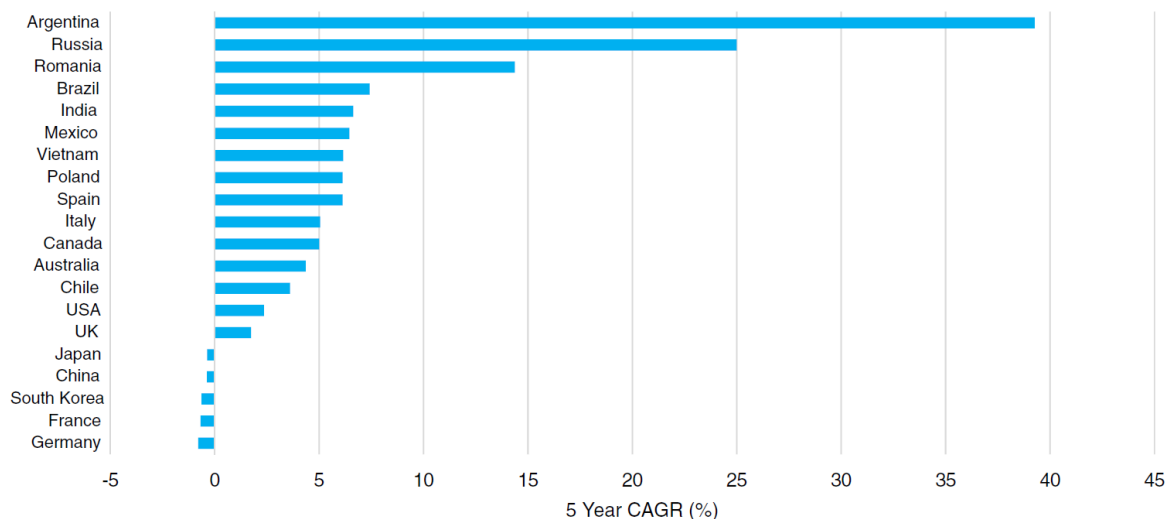


Figure 14. Croissance 2013-2018 des ventes de pesticides à usage agricole par pays. Source: AgbioInvestor (Phillips, M. W. A. Agrochemical Industry Development, Trends in R&D and the Impact of Regulation. Pest Management Science 2019)

Si l'on regarde l'évolution des ventes de pesticides à usage agricole entre 2013 et 2018, les taux de croissance les plus élevés ont principalement concernés l'Amérique Latine et l'Europe de l'Est : l'Argentine a ainsi connu un taux de croissance de presque 40% en 5 ans, suivi de la Russie (+25%), de la Roumanie (+15%) et du Brésil (+7%)⁵⁶.

A noter que d'après les données de la FAO, **le Brésil est le 3^{ème} plus gros utilisateur au monde de pesticides pour l'agriculture** (après la Chine et les Etats-Unis) **et l'Argentine est juste derrière**, au 4^{ème} rang mondial⁵⁷.

Dans ce contexte, **les exportations mondiales de pesticides ont triplé en valeur depuis 20 ans** : elles sont passées de 10 milliards d'euros en 2000 à 32 milliards en 2019⁵⁸.

⁵⁶ Phillips, M. W. A. Agrochemical Industry Development, Trends in R&D and the Impact of Regulation. Pest Management Science 2019 À noter que pour la France, les ventes de pesticides ont augmenté de 20% sur une période plus longue de 12 ans (2006-2018),

⁵⁷ Phillips, M. W. A. Agrochemical Industry Development, Trends in R&D and the Impact of Regulation. Pest Management Science 2019 À noter que pour la France, les ventes de pesticides ont augmenté de 20% sur une période plus longue de 12 ans (2006-2018),

⁵⁸ La FAO répertorie annuellement le tonnage de substances actives utilisé en agriculture dans chaque pays du monde. Les données sont disponibles sur FAOSTAT <https://www.fao.org/faostat/en/#data/RP/visualize> consulté le 10 octobre 2021

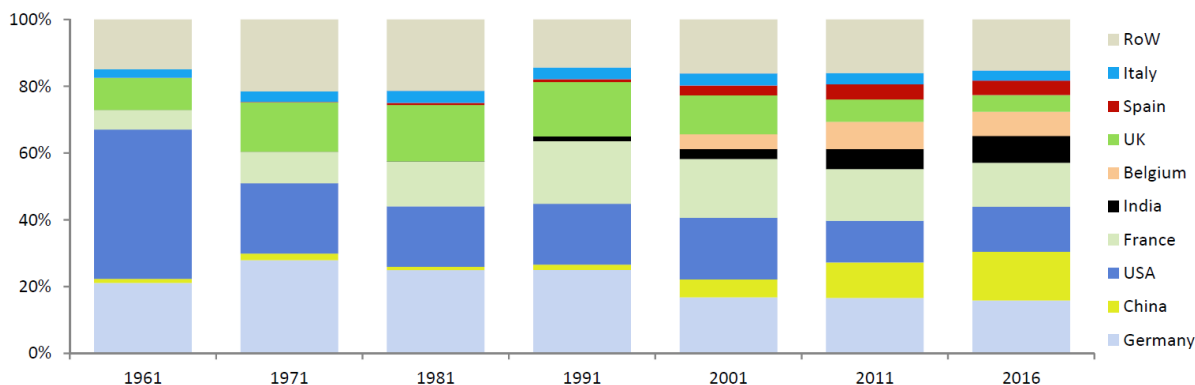


Figure 15. Exportations mondiales de pesticides à usage agricole par pays de provenance 1961-2016

Source: UN & PhillipCapital Research (PhillipCapital. Agriculture Inputs: On Course for Secular and Structural Growth, 2019)

Les statistiques de plus long terme (depuis les années 1960) montrent que **l'Europe a ravi la première place aux Etats-Unis à partir des années 1970**. L'Allemagne est le premier exportateur européen, suivie de la France qui est fait désormais jeu égal avec les Etats-Unis. Le Royaume-Uni, qui tenait la troisième place mondiale jusque dans les années 1980, s'est fait dépasser par la France dans les années 1990 puis plus récemment par la Belgique et l'Espagne.

Deux nouveaux acteurs de poids – la Chine et l'Inde – sont arrivés sur le marché international des exportations de pesticides à usage agricole depuis le début des années 2000, **traduisant ainsi le déplacement en cours de la production vers des pays à plus bas coûts de production, suivant en cela la tendance plus ancienne de l'industrie pharmaceutique**⁵⁹. En 2018, la Chine est devenue le premier exportateur mondial avec plus de 5 milliards de dollars d'exports, reléguant l'Allemagne à la seconde place avec 4,6 milliards de dollars.

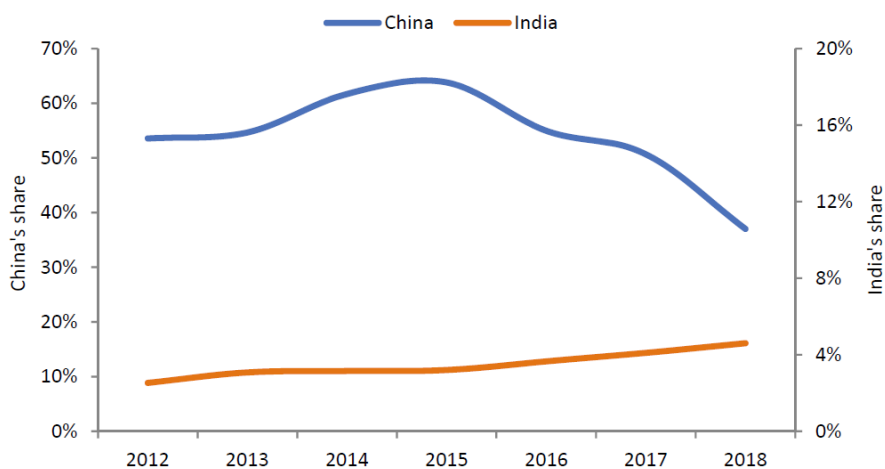


Figure 16. Part de la production mondiale de pesticides (en volume total) réalisée en Chine et en Inde 2012-2018

Source: PhillipCapital. Agriculture Inputs: On Course for Secular and Structural Growth, 2019

La tendance à la délocalisation des capacités de production des pesticides en Asie n'est apparemment pas nouvelle : **en 2012 déjà la Chine produisait plus de la moitié des volumes totaux de pesticides fabriqués dans le monde** (voir ci-dessus). D'après les acteurs chinois du secteur, la fabrication de pesticides en Chine dépasserait aujourd'hui les 3,7 millions de tonnes annuelles, dont plus de la moitié est exportée⁶⁰. De son côté, l'Inde représente environ 5% de la production mondiale de pesticides en volume, un chiffre en croissance constante depuis 2012, dont 50% est exportée à l'étranger comme pour la Chine⁶¹.

⁵⁹ PhillipCapital. Agriculture Inputs: On Course for Secular and Structural Growth, 2019

⁶⁰ <http://news.agropages.com/News/Detail-34200.htm> consulté le 14 octobre 2020

⁶¹ FICCI, Report on Indian Chemicals & Petrochemical Industry, India Chem 2016

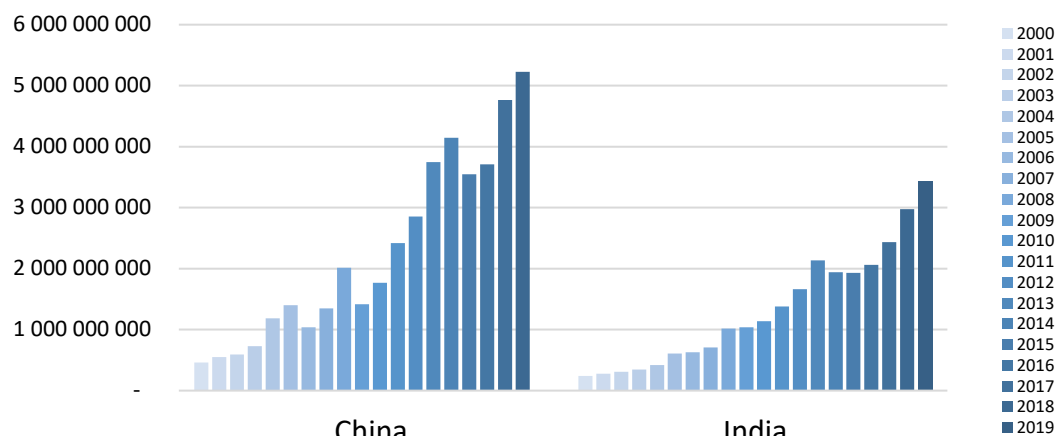


Figure 17. Ventés totales de pesticides à l'export de l'Inde et la Chine entre 2000 et 2019 (en millions de dollars)
 Source : BASIC, à partir des données de la base UN Comtrade

Les exportations de pesticides depuis la Chine ont connu une évolution quasi exponentielle depuis 20 ans, la valeur des ventes à l'export ayant décuplé entre 2000 et 2019, dépassant désormais les 5 milliards de dollars annuels, soit plus de 15% des exportations mondiales. Quant à l'Inde, elle est en train de suivre une évolution similaire et de rattraper la Chine, ses ventes de pesticides à l'export ayant été multipliées par 14 depuis l'an 2000 pour atteindre 3,4 milliards de dollars en 2019.

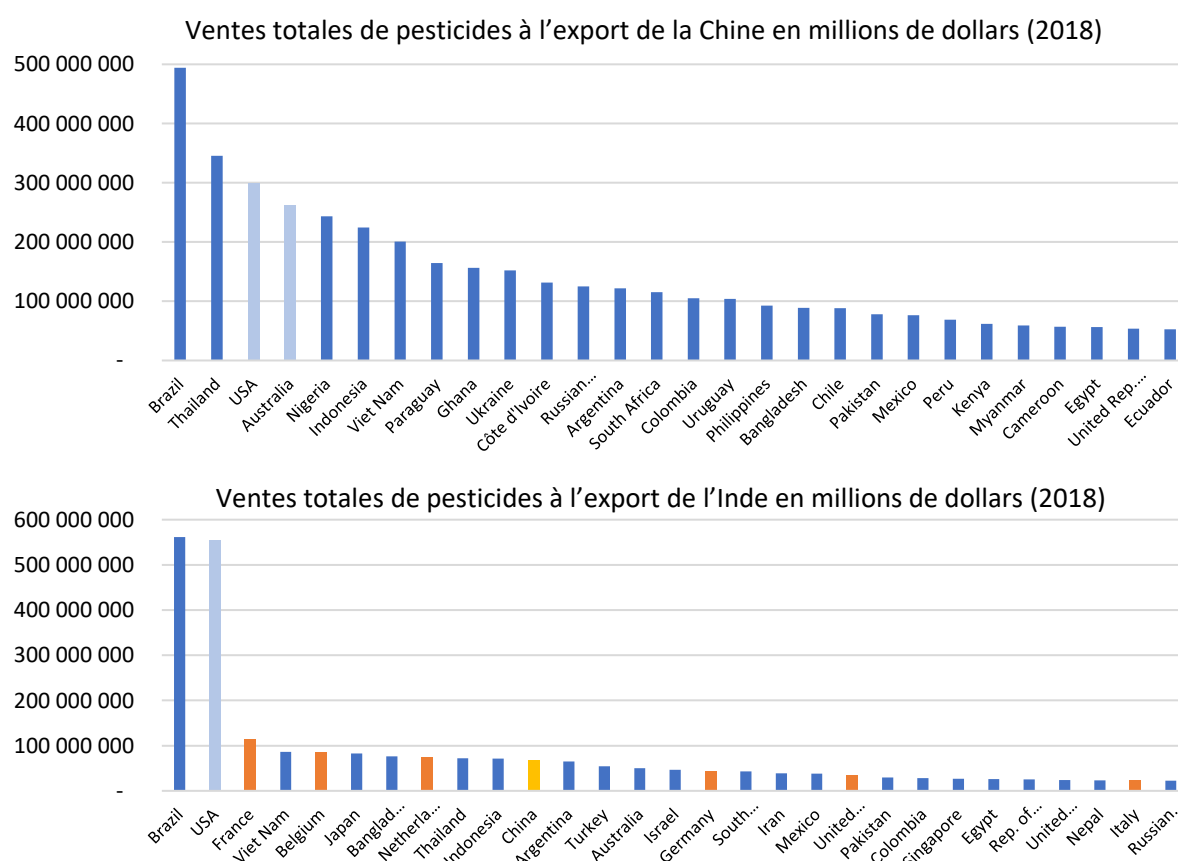


Figure 18. Ventés totales de pesticides à l'export de l'Inde et la Chine en 2018 par pays de destination (en millions de dollars)
 Source : BASIC, à partir des données de la base UN Comtrade

Si la Chine et l'Inde ont en commun d'exporter leurs pesticides en premier lieu vers le Brésil, les 2 pays diffèrent significativement en termes de débouchés internationaux (cf. graphiques ci-avant) :

- la Chine exporte ses pesticides à destination de nombreux pays émergents ainsi que vers les USA et l'Australie, pays qui ont tous en commun de s'être positionnés sur un modèle d'agro-export de denrées agricoles en masse,
- l'Inde a comme principaux clients le Brésil et les USA qui représentent à eux seuls la moitié de ses ventes à l'export de pesticides, suivis d'un grand nombre de pays achetant de plus petits volumes situés un peu partout dans le monde, dont les principaux pays européens fabricants de pesticides : France, Belgique, Allemagne, Royaume-Uni et Italie.

Ces chiffres de ventes à l'export regroupent tout autant des ventes de produits finis que de produits intermédiaires pouvant servir de base pour formuler et fabriquer des produits finis. Ainsi les chiffres d'export détaillés ci-dessus peuvent s'expliquer par le fait **que l'Inde joue un rôle croissant de « fabricant intermédiaire sous contrat » dans les chaînes mondialisées de fabrication de pesticides⁶², alors que la Chine s'est principalement positionnée sur le secteur des pesticides génériques où ses entreprises vendent des produits finis⁶³** (pour plus d'informations, voir la section 2.2.4.3 ci-après sur les acteurs spécialisés du secteur des pesticides). Ces informations sont corroborées par une enquête menée en 2017 par la Direction Générale Santé et Sécurité Alimentaire de la Commission Européenne auprès de fabricants de pesticides implantés dans l'UE. Les remontées d'informations obtenues par la DG Santé indiquaient que **la majorité des substances actives contenues dans les pesticides vendus en Europe est aujourd'hui fabriquée en dehors de l'UE, et que c'est aussi de plus en plus le cas des formulations** servant de base aux pesticides⁶⁴.

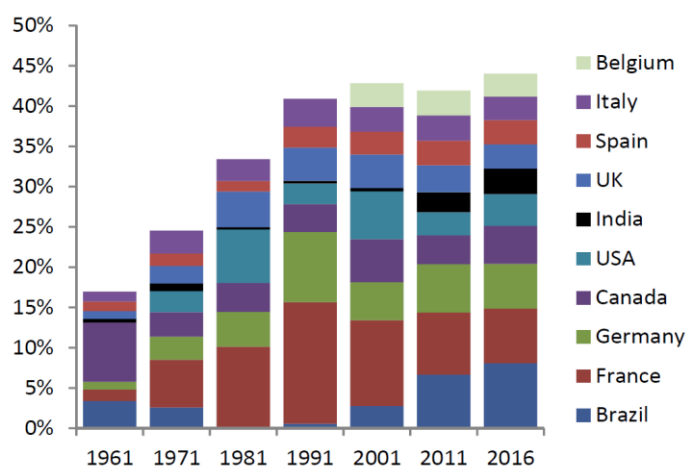


Figure 19. Importations mondiales de pesticides à usage agricole par pays de destination 1961-2016

Source: UN & PhillipCapital Research (PhillipCapital. Agriculture Inputs: On Course for Secular and Structural Growth, 2019)

En matière d'importations, l'Europe se positionne au premier rang mondial, représentant près de 25% de la valeur totale. En son sein, la première place est tenue par la France, suivie par l'Allemagne, le Royaume-Uni, l'Espagne, l'Italie et la Belgique. La majorité de ces importations est en fait intra-européenne et s'explique par l'interconnexion des unités de fabrication industrielle de pesticides en Europe (cf. chapitre 2.2.3. ci-après).

Hors Europe, **deux pays importateurs ont émergé fortement depuis le début des années 2000 : le Brésil et l'Inde**, en raison de leur déficit de production nationale de pesticides par rapport à leur niveau de consommation (en particulier le Brésil qui fabrique très peu de produits en interne et importe l'essentiel de sa consommation).

⁶² FICCI, Report on Indian Chemicals & Petrochemical Industry, India Chem 2016

⁶³ interview with the head of China Crop Protection Industry Association in China Agrochemicals, mars 2017

⁶⁴ European Commission; Directorate-General for Health and Food Safety. Controls on the Marketing and Use of Plant Protection Products: Overview Report, 2017

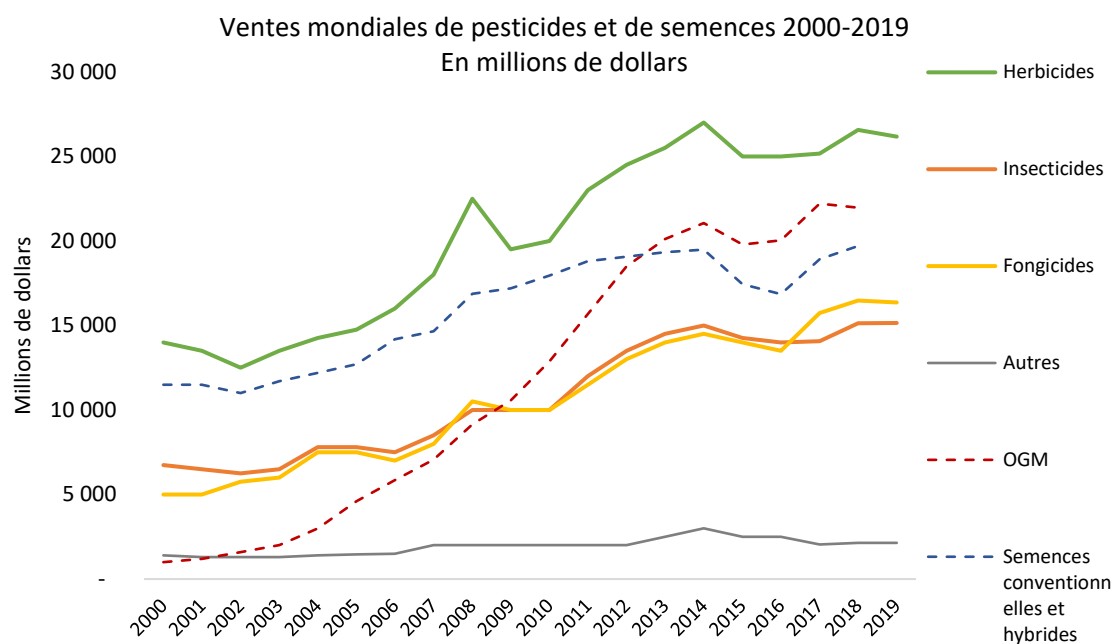


Figure 20. Ventes mondiales de pesticides à usage agricole par produit commercialisé 2000-2019 et ventes mondiales de semences OGM et traditionnelles sur la même période. Source : BASIC, d'après les données de Philips McDougall/IHS Markt

En matière de produits commercialisés, les herbicides tiennent la 1^{ère} place au niveau international depuis plus de 20 ans, représentant à eux seuls environ la moitié des ventes. Ils sont suivis par les insecticides et les fongicides à parts à peu près égales. À noter depuis le début des années 2000 la **corrélation étroite entre la hausse des ventes de pesticides et celle des OGM qui ont dépassé les ventes de semences traditionnelles au niveau mondial depuis 2013, ce qui reflète le couplage technologique entre ces 2 types de produits** (cf. section 2.1.1).⁶⁵

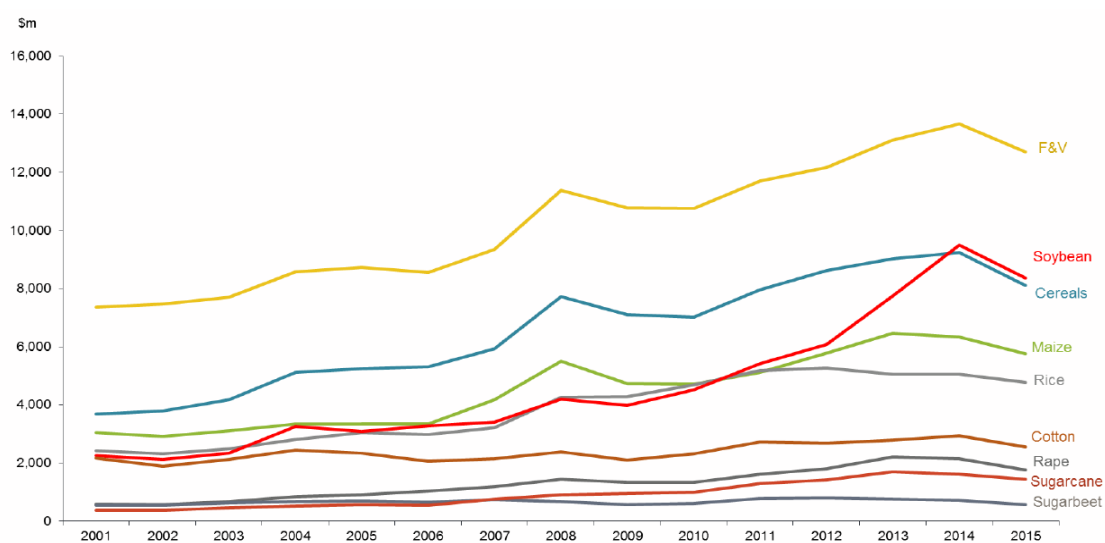


Figure 21. Ventes de pesticides totales en millions de dollars par produit agricole concerné par l'usage 1961-2016 (note F&V = Fruits & Vegetables). Source: Philips McDougall (Phillips McDougall. The Global Agrochemical Market Trends by Crop, 2017)

En termes de produits agricoles auxquels sont destinés les pesticides vendus à l'échelle internationale, **les fruits et légumes représentent à eux seuls environ un tiers des usages**, suivis des céréales, du soja, du riz et du maïs qui à eux quatre représentent presque la moitié des usages de pesticides. Parmi les évolutions notables des 20 dernières années, **on observe la montée en puissance du soja qui est devenu la 2^{ème} production agricole la plus utilisatrice de pesticides dans le monde** en raison de la forte augmentation des surfaces totales cultivées.

⁶⁵ Nishimoto, R. Global Trends in the Crop Protection Industry. J Pestic Sci, 44 (3), 141-147, 2019

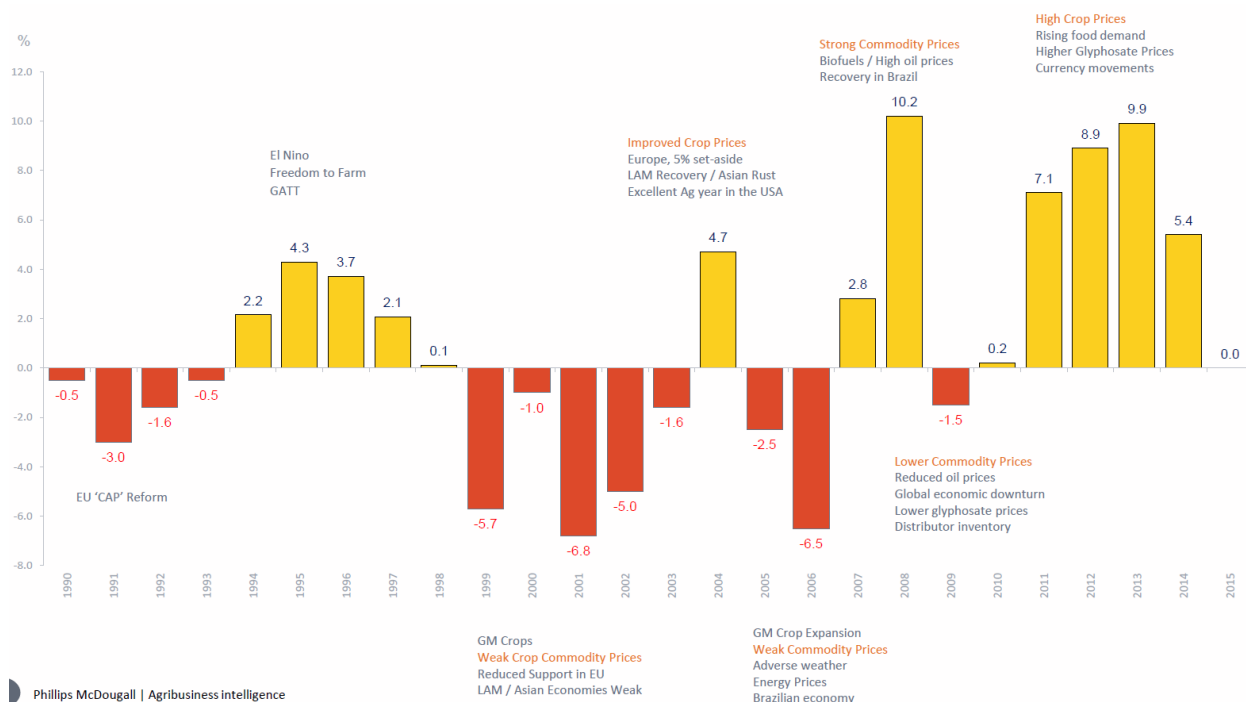


Figure 22. Ventas de pesticidas por producto agrícola concernido por el uso 1961-2016
 Source: Philips McDougall (Philips McDougall. The Global Agrochemical Market Trends by Crop, 2017)

Au-delà des évolutions structurelles, les analyses des experts du secteur des pesticides (voir ci-dessus) tendent à montrer que **les tendances conjoncturelles sont principalement liées à l'évolution des prix des matières agricoles sur le marché mondial** (la consommation de pesticides étant à la hausse quand ces derniers le sont aussi, et vice-versa) et dans une moindre mesure au contexte économique plus général et au contexte réglementaire lié aux produits concernés.

2.2.2. La consommation de pesticides à usage agricole dans l'Union Européenne (UE)

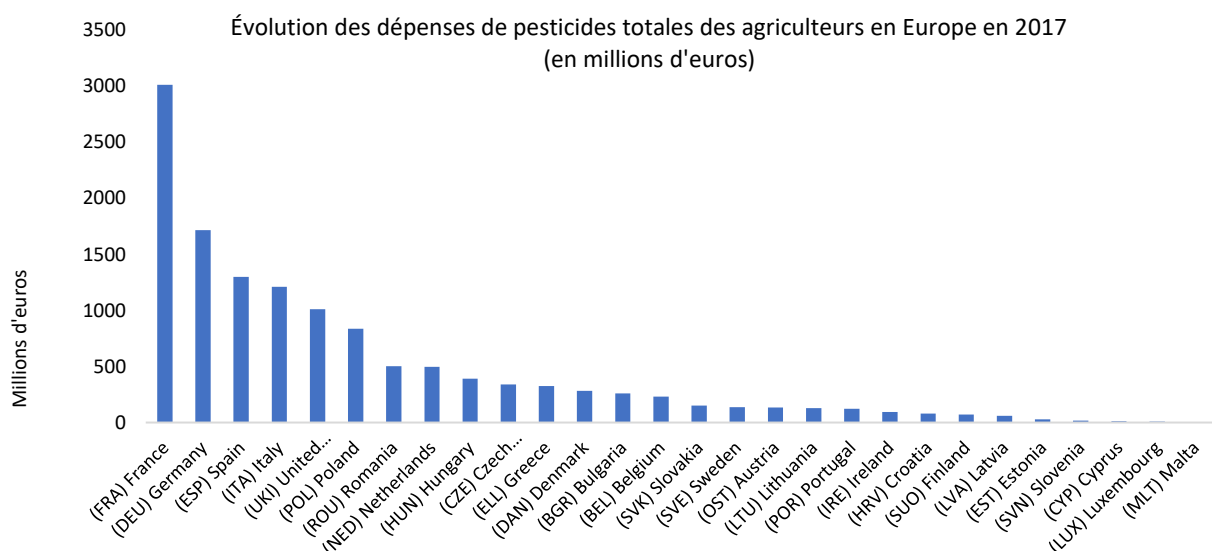


Figure 23. Ventas de pesticidas à usage agricole par pays en Europe en 2017
 Source : BASIC, base sur les données du RICA européen

Au sein de l'UE, les données du RICA (Réseau d'Information Comptable Agricole) montrent que **la France est de loin le premier marché des pesticides à usage agricole** avec une valeur totale estimée à 3 milliards d'euros en 2017, soit un quart des ventes totales. Elle est suivie par **l'Allemagne, l'Espagne, l'Italie, le Royaume-Uni et la Pologne qui représentent à eux cinq 50% du marché européen**, soit 6 milliards d'euros de ventes en 2017.

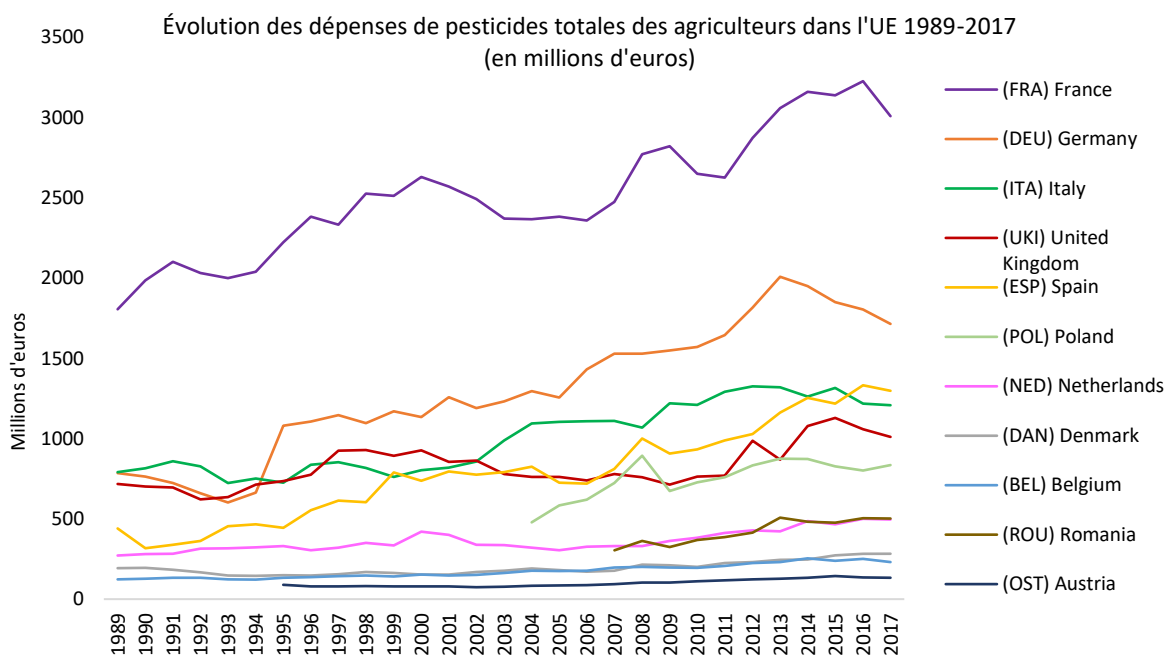


Figure 24. Ventas de pesticides à usage agricole par pays dans l'UE 1989- 2017.
 Source : BASIC, base sur les données du RICA de l'UE

Sur les 30 dernières années, ce classement a peu évolué. Les seules exceptions sont la montée en puissance de l'Allemagne et celle de l'Espagne, et comparativement la relative stagnation du Royaume-Uni.

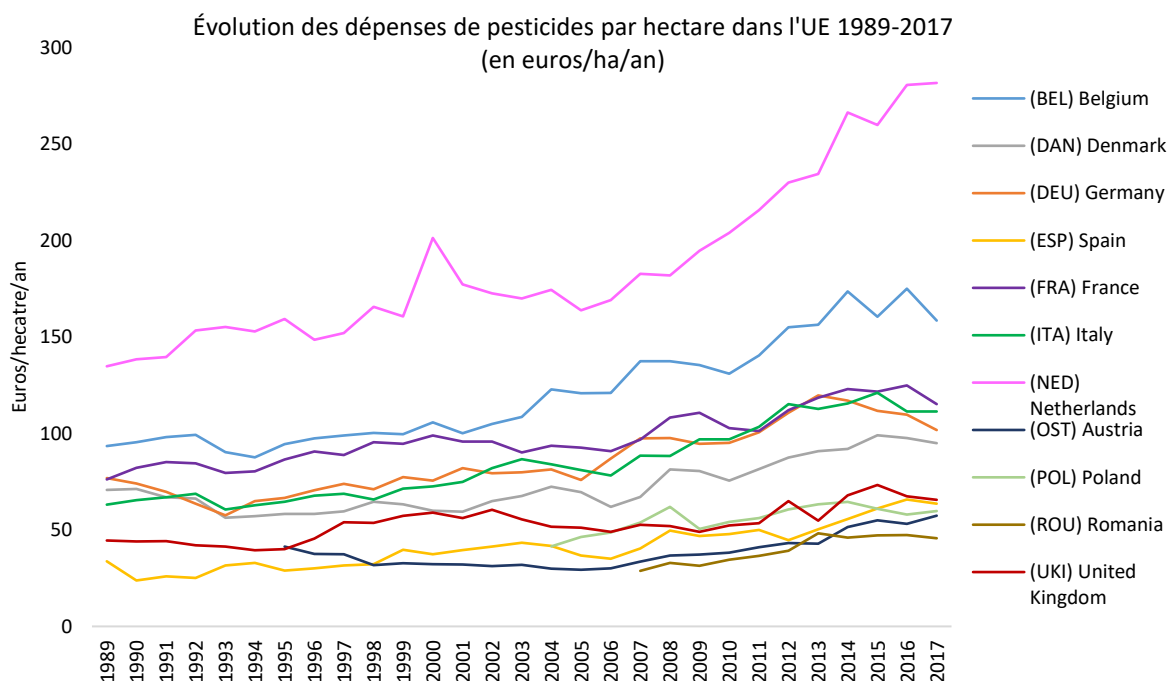


Figure 25. Ventas de pesticides par hectare et par pays dans l'UE 1989- 2017. Source : BASIC, base sur les données du RICA de l'UE

L'analyse des dépenses de pesticides par hectare, qui permet de corriger les différences de surfaces agricoles totales en fonction des pays, révèle quant à elle une tout autre image : **les agriculteurs hollandais apparaissent comme les plus gros utilisateurs, avec des dépenses 2 à 3 fois plus élevées** (environ 280 euros par hectare en 2017) que ceux des autres principaux pays agricoles européens. **Ils sont suivis des agriculteurs belges** (avec 150 euros par hectare en 2017), puis des agriculteurs français, italiens et allemands qui dépenses près d'un tiers de moins en pesticides (soit environ 100 à 115 euros par hectare en 2017). Sous cet angle d'analyse, les agriculteurs polonais sont les sixièmes plus utilisateurs, en forte progression depuis le début des années 2000.

Encadré : la limite des indicateurs de consommation de pesticides

La principale limite de l'analyse de la consommation de pesticides en valeur est qu'elle est potentiellement biaisée par les différences de marges et de taxes entre les différents pays. À titre d'illustration, les interviews menées avec des experts du secteur indiquent que les marges nettes des distributeurs de pesticides seraient 2 fois plus élevées en France (de l'ordre de 35% à 40%) par comparaison avec l'Allemagne (de l'ordre de 18%), ce qui explique une partie de la différence des tailles de marché et des niveaux de dépense observés⁶⁶.

Par ailleurs, les politiques de TVA sur les pesticides sont très différenciées suivant les pays, avec des taux parfois réduits de 50% à 80% par rapport au taux standard (voir le chapitre 4 pour plus de détails), ce qui peut expliquer une autre part des différences observées. Dans ce contexte, un indicateur souvent utilisé pour analyser la consommation de pesticides est celui du volume de substances actives commercialisé.

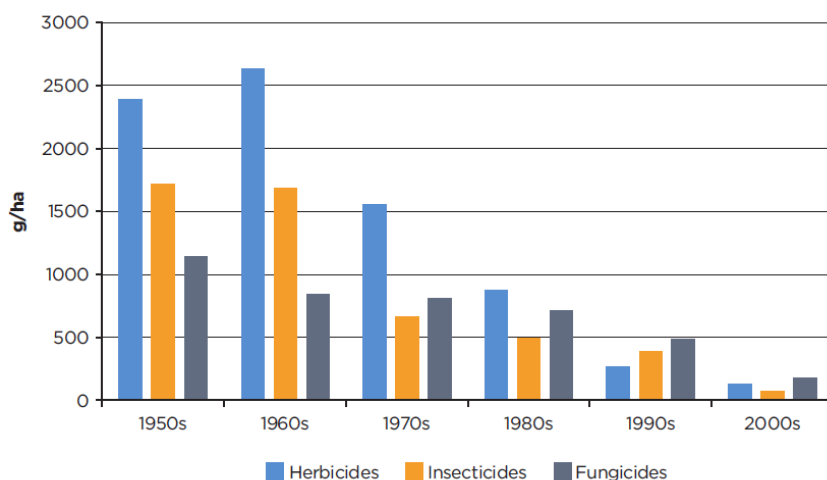


Figure 26. Niveau moyen d'application de substances actives dans le monde depuis les années 1950 (en g/ha)
Source: Phillips McDougall. Evolution of the Crop Protection Industry since 1960, 2018

Cependant, comme illustré ci-dessus, les innovations technologiques des fabricants de pesticides leur ont permis de développer au fil du temps de nouvelles substances efficaces à des doses plus en plus faibles, ce qui peut grandement biaiser l'analyse des chiffres de ventes de substances actives en volume⁶⁷.

Pour dépasser cette limite, un autre indicateur a été mis au point depuis les années 1980-1990, c'est l'indice de fréquence de traitement (IFT). Il mesure la quantité de produit nécessaire pour obtenir l'effet désiré sur la culture en nombre de « doses de référence » normalisées par le fabricant.

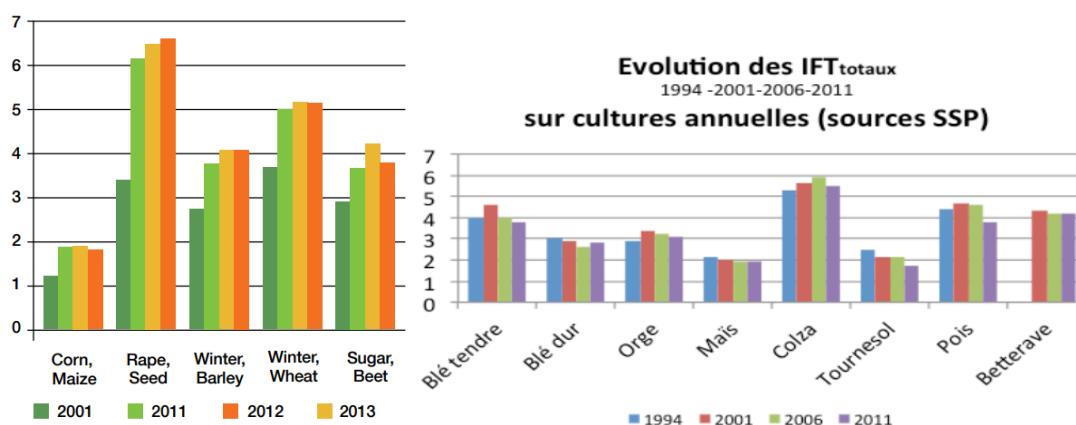


Figure 27. Evolution des IFT en Allemagne (à gauche) et en France (à droite) depuis les années 1990-2000
Source: Phillips McDougall. Evolution of the Crop Protection Industry since 1960, 2018.

⁶⁶ Interview avec un expert du secteur des pesticides réalisée le 10 août 2020

⁶⁷ Phillips McDougall. Evolution of the Crop Protection Industry since 1960, 2018

Les données disponibles pour l'Allemagne (voir ci-dessus) tendent à montrer une évolution des IFT assez proche de celle des dépenses de pesticides par hectare (i.e. une augmentation de l'ordre de 50% depuis 2001). Concernant la France, l'évolution des IFT (voir ci-dessus) paraît en revanche beaucoup plus stable que celle des dépenses par hectare illustrée à la page précédente (ces dernières avaient augmenté de l'ordre de 25% entre 1994 et 2011).

Cet indicateur n'est néanmoins pas exempt de limites et il serait nécessaire, pour aller plus loin, de pouvoir disposer d'un indicateur fiable et uniformisé permettant d'apprécier de manière physique les quantités de produits utilisées et les enjeux sanitaires et environnementaux associés (pour plus de détails, voir la partie 3. Sur les impacts des pesticides).

2.2.3. La fabrication de pesticides dans l'Union Européenne (UE)

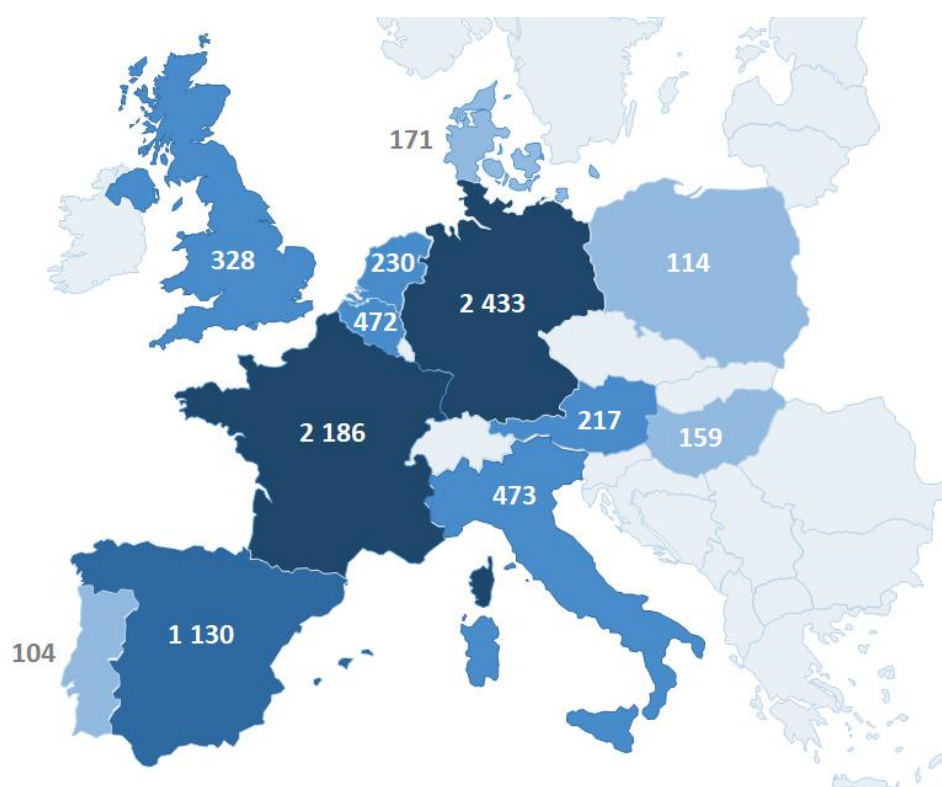


Figure 28. Chiffres d'affaires « sortie d'usine » en 2017 des fabricants de pesticides dans les principaux pays de production de l'Union Européenne (en millions d'euros). Source : BASIC, d'après les données de l'enquête européenne Prodcum retraitées par J. Bedford and A. Logan et publiées par Oxford Economics en 2019 (« The economic impact of the crop protection industry »)

En vis-à-vis de cette consommation de pesticides, les principaux lieux de fabrication industrielle des pesticides sont concentrés en Allemagne et en France qui représentent à eux seuls plus de la moitié des ventes « sortie d'usine » de pesticides dans l'Union Européenne (cf. carte ci-dessus). Ils sont suivis de la Belgique et de l'Espagne qui totalisent 25% de ces ventes. Le reste se répartit essentiellement entre l'Italie, le Royaume-Uni, les Pays-Bas, l'Autriche, le Danemark et la Pologne, par ordre décroissant.

Cette **répartition géographique de la fabrication est à mettre en vis-à-vis de celle des dépenses de pesticides par les agriculteurs** détaillée au chapitre précédent (2.2.2.) :

- La France, l'Allemagne, l'Espagne et l'Italie et le Royaume-Uni ressortent ainsi comme les principaux marchés de consommation et les principaux lieux de fabrication des pesticides en Europe,

- La Belgique et la Hollande, autres grands pays de fabrication industrielle des pesticides, se caractérisent par un niveau de dépenses de pesticides par hectare très supérieur aux autres pays européens, et en forte croissance, même si la taille globale de leur marché est plus réduite.

Ces observations montrent les **liens étroits qui unissent le niveau de développement de l'industrie des pesticides et le niveau de consommation de ses produits par les agriculteurs en Europe**. Ces liens témoignent de potentielles synergies entre les deux :

- d'un côté, les fabricants de pesticides peuvent avoir intérêt à concevoir leurs produits en proximité des agriculteurs pour comprendre au plus près leurs besoins et y tester leurs solutions⁶⁸,
- de l'autre, les agriculteurs ont un accès potentiellement plus rapide et facilité aux dernières innovations en matière de pesticides, et peuvent être plus enclins à les utiliser du fait de la promotion par les réseaux de distribution mis en place de longue date par les fabricants⁶⁹.

Ces synergies permettent surtout d'éclaircir l'évolution historique du secteur en Europe, la libéralisation du commerce de pesticides et la mondialisation des chaînes de valeur associées ayant eu tendance à relativiser ces synergies sur les 2-3 dernières décennies (pour plus de détails, voir le chapitre 7 sur les pays hors UE).

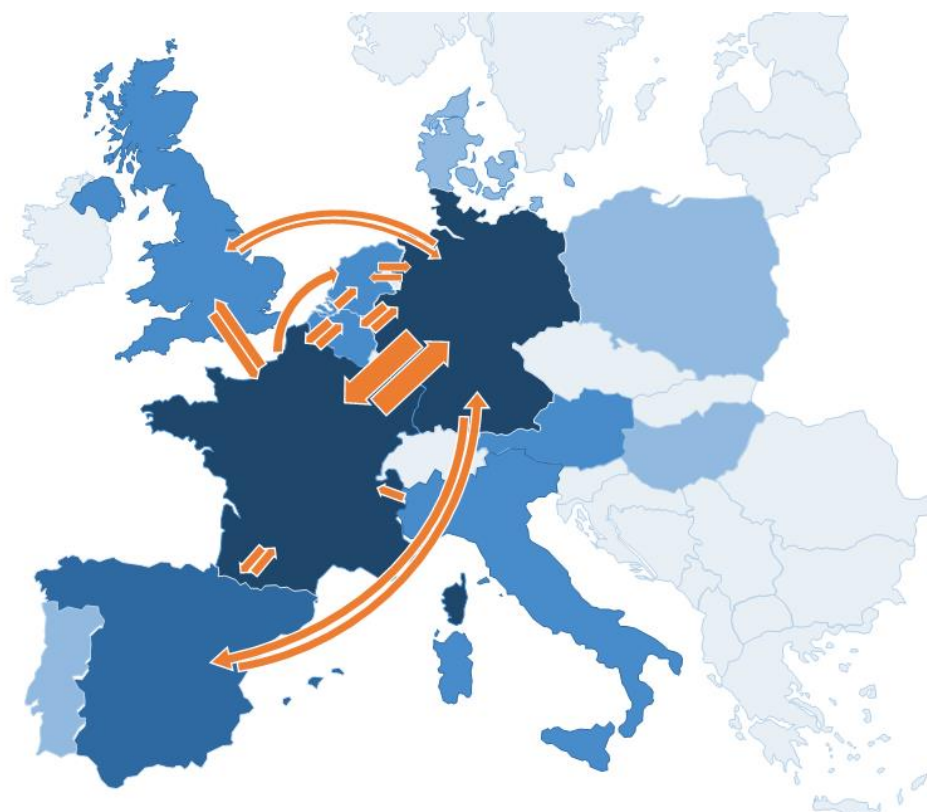


Figure 29. Principaux imports-exports intra-européens de pesticides en 2018 (supérieurs à 100 millions d'euros, les flèches étant proportionnelles aux montants). Source : BASIC, d'après les données d'UN Comtrade

Au-delà, l'analyse des imports-exports de pesticides au sein de l'Union Européenne montre une **importante interconnexion des flux entre les principaux pays européens de production**. Ainsi, les échanges entre l'Allemagne et la France s'élèvent à plus de 500 millions d'euros par an, et les montants d'importations de pesticides de ces 2 pays équivalent à la moitié de leur production nationale en valeur. Il en va de même en proportion pour les autres grands pays de fabrication de pesticides situés en Europe : Belgique, Espagne, Pays Bas et Royaume-Uni. Ces échanges sont a priori liés à la combinaison de 2 facteurs : la **spécialisation géographique de la fabrication** de certains produits finis dans des pays particuliers, et les **modes d'intégration verticale de l'industrie** qui fabrique potentiellement dans des pays différents les produits intermédiaires et les produits finis.

⁶⁸ Interview avec un expert du secteur des pesticides réalisée le 10 août 2020

⁶⁹ Interview avec un expert du secteur des pesticides réalisée le 10 août 2020

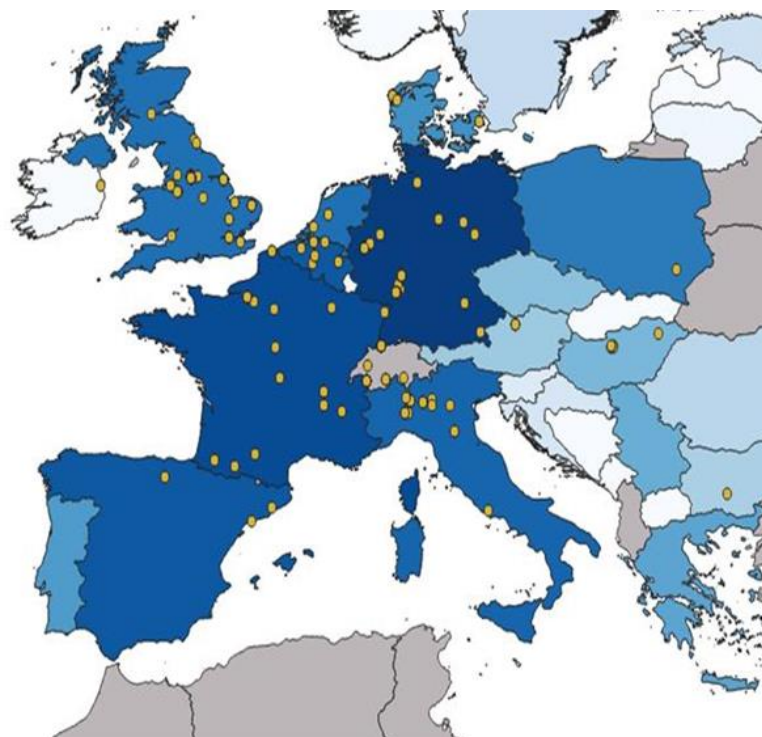


Figure 30. Principales usines de production de pesticides en Europe en 2001 (année la plus récente identifiée pour cette donnée).
Source : BASIC, d'après les données de l'Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority

Cette imbrication des unités de fabrication de pesticides à l'échelle européenne est **en grande partie le reflet des mouvements de fusion-acquisition et de concentration des industriels du secteur** qui sont détaillés dans le chapitre 2.2.4.2. ci-après. L'exemple le plus illustrant est l'acquisition en 2008 de l'industriel français Aventis CropScience par le conglomérat allemand Bayer qui a donné naissance au groupe Bayer ScienceCrop dont les capacités industrielles européennes sont situées majoritairement en Allemagne et en France.

2.2.4. Analyse des acteurs mondiaux et de leur modèle économique

2.2.4.1. Panorama de la chaîne de valeur des pesticides de synthèse et des acteurs associés

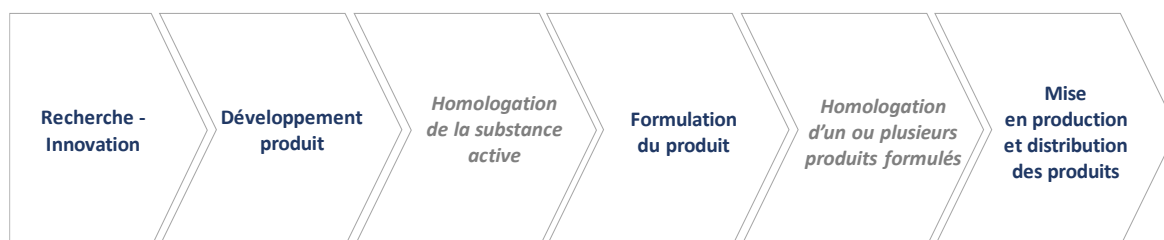


Figure 31. Schéma de la chaîne de valeur des pesticides de synthèse

Source : BASIC, d'après European Commission. Merger Procedure Regulation 139/2004: ChemChina/Syngenta. 2017

La chaîne de valeur des pesticides de synthèse, depuis leur conception initiale jusqu'à leur commercialisation aux agriculteurs comprend 6 étapes clés (cf. schéma ci-dessus)⁷⁰ :

1. **Le processus de « recherche-innovation »** consiste à synthétiser des nouvelles molécules qui seront candidates pour être des substances actives. Ces molécules sont analysées en détail pour déterminer leur activité biologique. Celles qui obtiennent les meilleurs résultats en termes d'efficacité, de propriétés toxicologiques et environnementales sont sélectionnées pour passer à l'étape suivante de développement.

⁷⁰ European Commission. Merger Procedure Regulation 139/2004: Chemchina/Syngenta. 2017

- .2. **Le « développement produit »** comprend des tests de sécurité supplémentaires, des tests de formulation utilisant la nouvelle substance active, l'étude du développement biologique de la substance active pour analyser son action contre différents ravageurs et dans différentes situations environnementales, et une évaluation plus approfondie du profil réglementaire de la substance. Les résultats de ces études de développement sont ensuite soumis à l'approbation réglementaire conformément à la législation européenne pertinente.
- .3. Dans un premier temps, **une substance active doit être homologuée** en vertu du règlement-cadre spécifique sur la protection des végétaux (pour plus de détails sur la réglementation, voir le chapitre 4. Ci-après). En cas d'approbation, une substance active est valable dans tous les États membres de l'UE pour une période maximale de 10 ans. Un renouvellement de l'agrément est possible pour une période maximale de 15 ans à condition de toujours respecter les exigences, et si ce n'est pas le cas, un délai de grâce de 18 mois maximum est accordé pour retirer du marché ou céder les stocks existants. Les substances actives soumises dans le cadre de l'homologation réglementaire bénéficient d'une protection des données pendant 10 ans (ou 30 mois pour les cas de renouvellement d'autorisation), pendant lesquels elles ne peuvent pas être utilisées par d'autres acteurs.
- .4. Une fois qu'une nouvelle substance active est homologuée conformément aux exigences réglementaires, **une formulation finale est mise au point**, basée sur une substance active unique ou sur une association de substances actives, qui peuvent être mélangées avec des adjuvants ou additifs tels que des phytoprotecteurs, des synergistes et des coformulants. L'homologation du produit formulé au niveau de l'État membre est requise pour que le produit puisse être vendu aux clients.
- .5. **Les produits phytopharmaceutiques formulés contenant la substance active (seule ou en association) doivent être autorisés pour chaque pays dans lequel ils vont être commercialisés.** Dans l'Union Européenne, cette obligation concerne chaque État membre, conformément au règlement CE n°1107/2009 (pour plus de détails sur la réglementation, voir le chapitre 4. Ci-après). Ce règlement comprend une procédure de reconnaissance mutuelle en vertu de laquelle les produits formulés qui ont été autorisés par un État membre doivent être autorisés par d'autres États membres, où les conditions agricoles, phytosanitaires et environnementales (y compris climatiques) sont comparables. Le règlement définit trois zones en Europe sur la base de conditions homogènes (appelé «système zonal»). Le processus complet d'homologation peut prendre entre 3 et 5 ans entre le dépôt initial d'une demande pour une substance active et l'autorisation d'un produit phytopharmaceutique formulé contenant cette dernière.
- .6. **Le(s) produit(s) formulé(s) est (sont) ensuite mis en fabrication et distribué(s)** aux agriculteurs via des canaux de distribution établis.

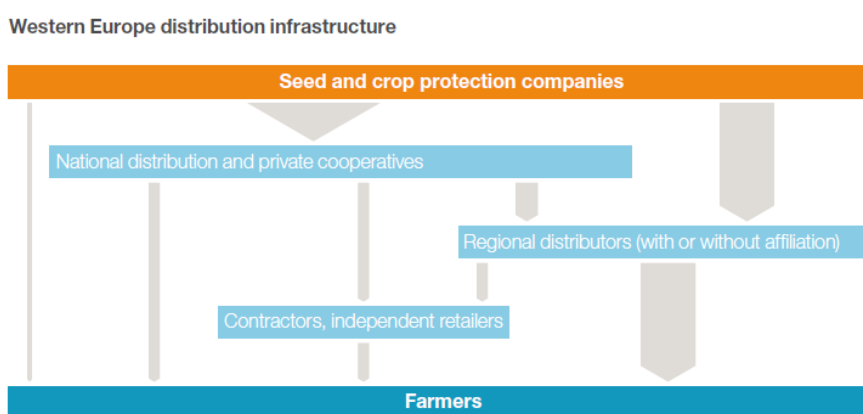


Figure 32. Schématisation des réseaux de distribution des pesticides et semences en Europe de l'Ouest.
Source : Syngenta. Our Industry, 2016

En Europe de l'Ouest, les produits phytosanitaires sont vendus la plupart du temps à des distributeurs non exclusifs qui les revendent ensuite à des détaillants ou directement aux agriculteurs, ou à des coopératives agricoles qui les revendent à leurs producteurs membres.

Les réseaux de distribution diffèrent d'un pays à l'autre en fonction de l'historique et des modes d'organisation du secteur agricole. Ils peuvent être plus ou moins atomisés ou concentrés. À titre d'exemple, en France, même si les réseaux de distribution sont assez fragmentés, il est estimé que près de 2/3 des pesticides de synthèse dans la filière céréalière serait négocié de manière groupée par In-Vivo pour le compte des coopératives agricoles⁷¹, avant que ces dernières les revendent aux agriculteurs, ce qui fait de la France un cas très particulier en Europe (notamment par rapport à l'Allemagne et aux pays Nordiques où les réseaux de distribution sont beaucoup moins concentrés)⁷².

Il existe **2 grandes catégories d'acteurs économiques dans le secteur des pesticides de synthèse**, en fonction du degré d'intégration de leurs activités le long de la chaîne de valeur exposée précédemment⁷³.

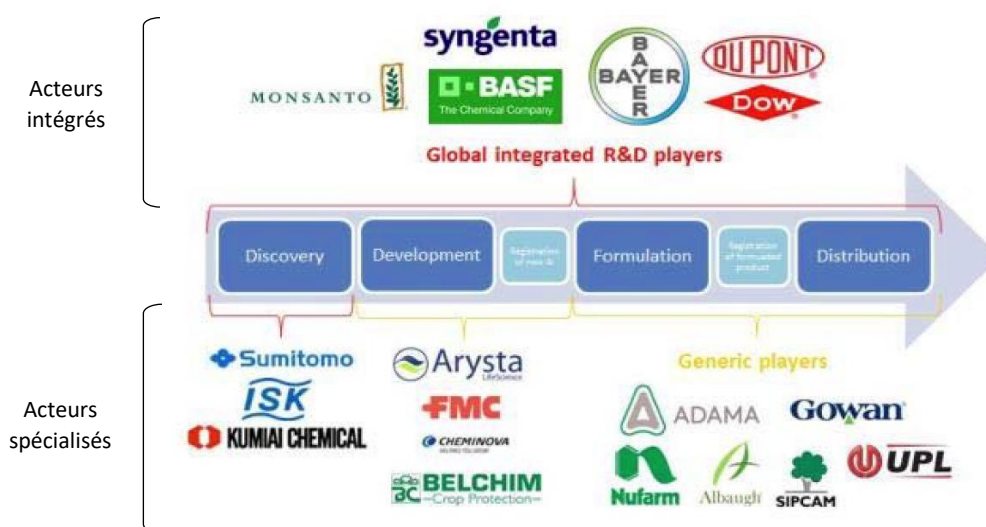


Figure 33. Principaux acteurs du secteur des pesticides de synthèse en fonction de leur positionnement sur la chaîne de valeur
Source : European Commission. Merger Procedure Regulation 139/2004 : Chemchina/Syngenta. 2017

La première rassemble les acteurs intégrés, entreprises agrochimiques qui sont actives à toutes les étapes de la chaîne de valeur et à l'échelle mondiale. Ils sont au nombre de 4 :

- **Syngenta** (aujourd'hui racheté par ChemChina, entreprise publique chinoise qui deviendra en 2020 le plus gros conglomérat mondial dans le secteur de la chimie suite à sa fusion avec Sinochem),
- **Bayer Crop Science** (qui intègre désormais Monsanto),
- **Corteva** (issu de la fusion entre les divisions agrochimie de Dow et Dupont),
- **BASF**.

Ces acteurs ont la capacité d'entreprendre la recherche-innovation (« discovery »), le développement et l'homologation des substances actives, la formulation et l'homologation de produits finis, jusqu'à leur distribution finale aux clients (distributeurs, coopératives, agriculteurs...) ⁷⁴. Le portfolio de produits de ces entreprises se caractérise par la **présence de substances actives brevetées à haute valeur, comme par exemple le glyphosate qui représentait à lui seul un marché de 6 milliards de dollars en 2018**, soit un quart des ventes mondiales d'herbicides⁷⁵. Ces acteurs intégrés disposent également souvent d'importantes équipes de vente et fournissent des conseils et un accompagnement direct et personnalisé aux agriculteurs par des experts (seule la France a pour l'instant imposé la séparation de ces activités par voie réglementaire⁷⁶).

La seconde catégorie rassemble les acteurs du secteur qui sont spécialisés sur une partie de la chaîne de valeur. Ils peuvent être regroupés en plusieurs ensembles :

⁷¹ Interview avec un expert du secteur des pesticides réalisée le 10 août 2020

⁷² Syngenta. Our Industry, 2016.

⁷³ European Commission. Merger Procedure Regulation 139/2004: Chemchina/Syngenta. 2017

⁷⁴ Ibid.

⁷⁵ IHSMarkit. Adjuvants and Additives; 2020

⁷⁶ <https://agriculture.gouv.fr/produits-phytosanitaires-separation-de-la-vente-et-du-conseil-partir-du-1er-janvier-2021> vu le 15/10/2020.

- **Les acteurs uniquement impliqués dans le premier maillon de la chaîne, c'est à dire dans la recherche de nouvelles substances actives** mais qui ne s'engagent pas ensuite dans leur développement. Cette catégorie comprend des sociétés telles que Sumitomo Chemical Co. Ltd., Nihon Nohyaku Co. Ltd., Kumiai Chemical Industry Co. Ltd., Ishihara Sangyo Kaisha et Mitsui Chemicals Inc.⁷⁷. Ces acteurs sont la plupart du temps impliqués dans certains segments de marché spécifiques, et ne sont généralement pas en concurrence avec les entreprises intégrées décrites précédemment (sauf pour Sumitomo Chemical qui a commencé à racheter des usines de production à des acteurs du « générique » - voir ci-dessous)⁷⁸.
- **Les acteurs du « générique », qui représentent la plus grande part des acteurs spécialisés, sont des entreprises agrochimiques non impliquées dans les deux premières étapes de la chaîne de valeur.** Elles n'entreprennent aucune (ou peu) d'activités de recherche pour la mise au point de nouvelles substances actives. Elles produisent des substances actives qui sont hors brevet (soit pour leur propre usage, soit pour le compte d'autres industriels) et/ou développent et homologuent des produits formulés basés sur des substances actives dont les brevets sont tombés dans le domaine public⁷⁹. Leurs activités sont ainsi largement tributaires de l'accès aux substances actives initialement développées par les acteurs impliqués dans l'amont de la chaîne. **Ces acteurs du générique sont à l'origine d'une concurrence croissante sur les prix et les coûts au sein du secteur des pesticides de synthèse**⁸⁰. Ce groupe d'acteurs peut être subdivisé en 3 familles, en fonction de leur positionnement sur la chaîne de valeur :
 - **Les producteurs de substances actives génériques** sont des acteurs basés principalement en Inde et en Chine qui n'essaient généralement pas de commercialiser ni d'obtenir par eux-mêmes l'homologation de produits en dehors de leur pays d'origine. Ils sont de simples fabricants qui se concentrent sur la production de substances actives qu'ils vendent à d'autres industriels qui réalisent leur(s) propre(s) formulation(s) et se chargent ensuite de l'homologation et de la commercialisation de leurs produits.⁸¹
 - **Les « pure players » comme par exemple Nufarm, Gowan, Albaugh, Sipcam ou Belchim**, sont des acteurs qui opèrent généralement dans des régions spécifiques ou un petit nombre de pays et qui se concentrent sur la production de « copies conformes » de produits très connus (aussi appelés « me too ») ou de versions peu différenciées de ces produits. Ils les vendent ensuite soit directement sous leur propre marque à des clients finaux (coopératives, agriculteurs...), soit en « marque blanche » à des distributeurs qui se chargent de les commercialiser à des clients finaux sous leur marque privée.⁸²
 - **Les acteurs du générique « différencié » comme par exemple Adama** (aujourd'hui propriété de ChemChina, leader chinois et numéro un mondial de la chimie⁸³), **Arysta** (aujourd'hui propriété d'UPL, la plus grosse entreprise d'agrochimie indienne⁸⁴) **ou FMC/Cheminova** opèrent quant à eux à l'échelle internationale. Ils tentent de se différencier des acteurs génériques « pure players » en créant, en complément de leur production de « copies conformes » (ou « me too »), des alternatives de formulations et de mélanges de substances actives qui ne sont pas de simples copies et qui entendent offrir des bénéfices supplémentaires par rapport aux produits existants déjà disponibles sur le marché.⁸⁵

2.2.4.2. Les acteurs intégrés et leur modèle économique

Les 4 entreprises ayant verticalement intégré l'ensemble des métiers de la chaîne de valeur des pesticides – Syngenta, Bayer, Corteva et BASF – sont les leaders incontestés du secteur, possédant à eux 4 plus des 2/3 des parts de marché mondiales.

⁷⁷ European Commission. Merger Procedure Regulation 139/2004: Chemchina/Syngenta. 2017

⁷⁸ Ibid.

⁷⁹ Ibid.

⁸⁰ Ibid.

⁸¹ Ibid.

⁸² Ibid.

⁸³ <https://cen.acs.org/business/mergers-acquisitions/Merger-Sinochem-ChemChina-long-rumored/98/i35> consulté le 15 octobre 2020

⁸⁴ FCCI, Report on Indian Chemicals & Petrochemical Industry, India Chem 2018

⁸⁵ Ibid.

1990	1996	2002	2008	2016-18
Ciba-Geigy (Suisse)	Novartis (Suisse)	Syngenta (Suisse)		Syngenta/ChemChina (Chine)
Sandoz (Suisse)				
Astra (Suède)	Astra-Zeneca (UK)			
ICI (UK)				
Adama (Israël)				
Bayer (Allemagne)	AgrEvo (Allemagne)	Aventis CropScience (France)	Bayer CropScience (Allemagne)	Bayer CropScience (Allemagne)
Schering (Allemagne)				
Hoechst (Allemagne)				
Rhône Poulenc (France)				
Monsanto (USA)				
Rohms & Haas (USA)	Dow Chemical (USA)	Dow Chemical (USA)		Corteva (USA)
Eli-Lilly (USA)				
Dow Chemical (USA)				
DuPont (USA)				
BASF (Allemagne)				BASF (Allemagne)
ACC / American Home Products (USA)				

Figure 34. Panorama des acteurs leaders du secteur des pesticides en 1990, 1996, 2002, 2008 et 2018

Source: BASIC, d'après IPES Food (Too big to feed: Exploring the impacts of mega-mergers, consolidation and concentration of power in the agri-food sector, 2017) et Umetsu & Shirai (Development of Novel Pesticides in the 21st Century. J. Pestic. Sci. 45, 2020)

Ces 4 entreprises leaders se sont constituées sur les 25 dernières années, en grande partie par le biais de fusions-acquisitions d'ampleur croissante (cf. tableau ci-dessus)⁸⁶ :

- **Syngenta** est issu de la fusion de Novartis (lui-même le résultat d'une fusion entre Ciba Geigy et Sandoz) et d'Astra-Zeneca (issu du rapprochement entre Astra et ICI). En 2018, il a été racheté par le conglomérat chinois **ChemChina** qui avait auparavant racheté le fabricant de génériques Adama.
- **Bayer** a racheté en 2002 Aventis qui était lui-même issu de fusions successives entre Schering, Hoescht et Rhône Poulenc, avant d'acquérir **Monsanto** en 2018.
- **Dow Chemical** a acheté successivement Eli-Lilly puis Rohms & Haas, avant de fusionner ses activités de pesticides avec celles de **DuPont** pour donner naissance à **Corteva** en 2017 (suite à la fusion de l'ensemble des activités de Dow Chemical et DuPont, soit la plus grande de l'histoire du secteur de la chimie, qui a obligé ces 2 entreprises à se séparer de leur activité de pesticides).
- **BASF** est, parmi les 4 leaders, l'entreprise qui a eu le moins recours à des fusions-acquisitions (ACC en 1994).

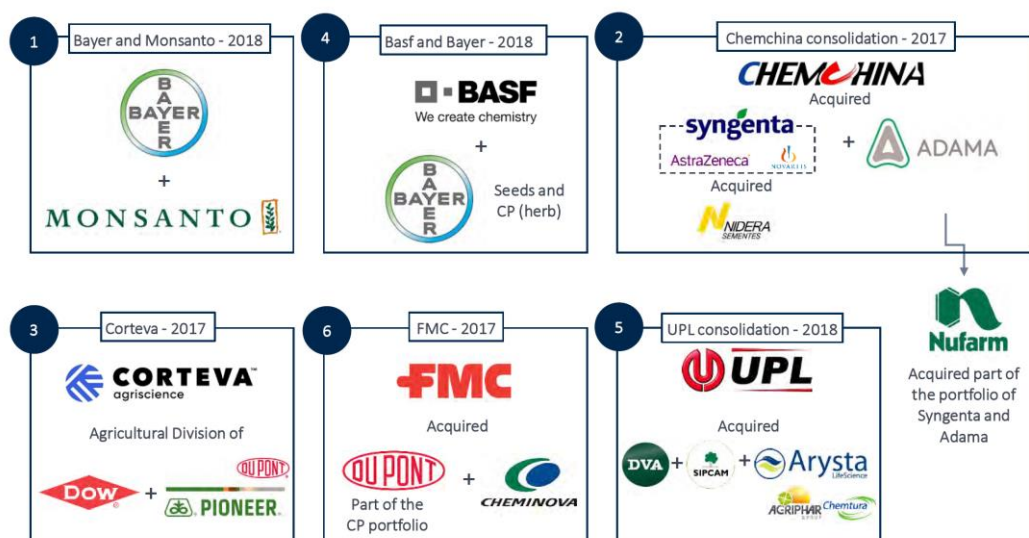


Figure 35. Principales fusions-acquisitions dans le secteur des pesticides en 2017-18. Source : Clairfield International, 2018

⁸⁶ IPES Food, Too big to feed: Exploring the impacts of mega-mergers, consolidation and concentration of power in the agri-food sector, 2017
Umetsu, N.; Shirai, Y. Development of Novel Pesticides in the 21st Century. J. Pestic. Sci., 45 (2), 54–74, 2020

Ces fusions-acquisitions se sont même accélérées depuis 2017 (voir schéma ci-dessus), donnant lieu à des rétrocessions d'activités entre les leaders du secteur qui ont été exigées par les autorités de la concurrence en Europe et aux Etats-Unis en raison des niveaux très élevés de concentration atteints. Parmi les cas le plus emblématiques, la revente par Bayer de sa division agriculture numérique à BASF à cause du rachat de Monsanto, ou la revente par Dupont de son département de recherche & développement de pesticides à FMC dans le contexte de la création de Corteva.

Résultat de cette dynamique : **alors qu'en 1990 le secteur comptait 16 sociétés indépendantes** représentant conjointement près de **80% du marché des pesticides**, en 2020, les leaders du marché ne sont plus que **4** et représentent une **part de marché cumulée d'environ 67%**. Au-delà des pesticides, ces 4 entreprises ont également **développé des activités dans le secteur des semences agricoles (par croissance interne et rachats externes) jusqu'à en devenir également les leaders incontestés avec près de 60% de parts de marché**⁸⁷.

Cette évolution reflète plus généralement la dynamique d'intégration des activités de pesticides et semences du fait des fortes synergies entre elles. Alors que dans les années 1980, les activités semencières étaient surtout détenues par des groupes pétroliers – notamment Shell – en raison de leur forte rentabilité qui les rendaient attractives comme placement financier, **le développement des biotechnologies à partir des années 1990 et l'évolution des lois sur la propriété intellectuelle ouvrant la porte au brevetage du vivant ont déclenché leur rachat progressif par des leaders mondiaux des industries chimiques et pharmaceutiques** (au premier rang desquels Bayer, BASF, Dow et DuPont)⁸⁸.

Les synergies entre les activités de semences et de pesticides ont montré toute leur force à travers la commercialisation des OGM dits de « première génération », résistants à certains herbicides ou produisant leurs propres insecticides (cf. section 2.1.1.), qui ont permis de soutenir la croissance conjointe des ventes dans les deux secteurs (cf. section 2.3.1.).

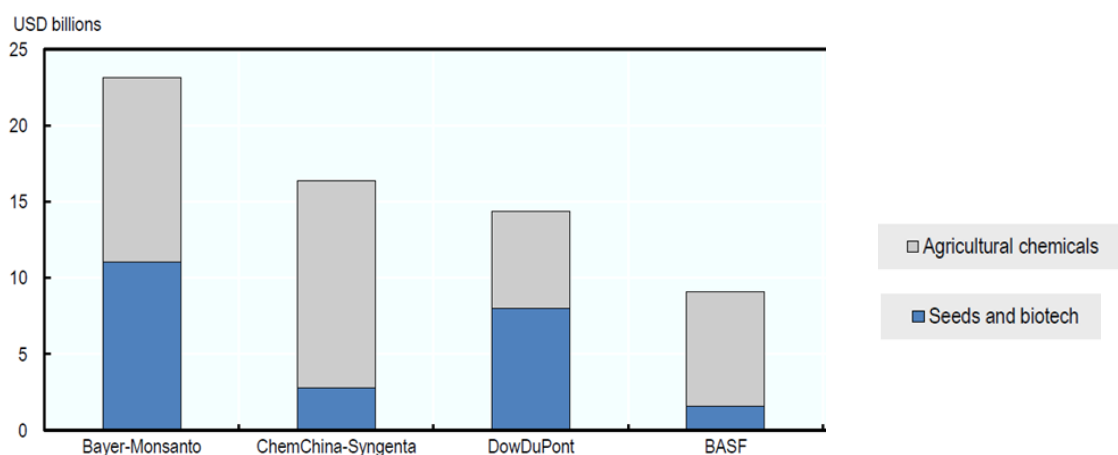


Figure 36. Chiffres d'affaires des activités semences et pesticides de Bayer, Syngenta, Corteva et BASF
Source : European Commission. Merger Procedure Regulation 139/2004 : ChemChina/Syngenta. 2017

Aujourd'hui, comme illustré ci-dessus, **les activités semencières pèsent entre 25% et plus de 50% du chiffre d'affaires des activités « agricoles » de Bayer, Syngenta, Corteva (DuPont-Dow) et BASF** (ce dernier étant le dernier groupe à avoir investi dans ces activités en rachetant en 2017 la division semences de Bayer qui était contraint par les autorités de la céder afin de pouvoir finaliser le rachat de Monsanto)⁸⁹.

Cette stratégie leur permet d'atteindre un **haut niveau de profitabilité**, avec des ratios de bénéfices sur chiffres d'affaires allant de 10% à 20%⁹⁰, soit près de 50% au-dessus de la moyenne européenne de l'industrie manufacturière.

⁸⁷ IPES Food, Too big to feed: Exploring the impacts of mega-mergers, consolidation and concentration of power in the agri-food sector, 2017

⁸⁸ Ibid.

⁸⁹ Agribusiness Consulting. Analysis of Sales and Profitability within the Seed Sector, 2019

⁹⁰ Ce ratio est calculé en divisant les bénéfices réalisés avant paiement des impôts et du remboursement de la dette par le chiffre d'affaires de la même année. Nous l'avons calculé pour chacune des 4 entreprises sur la base de leur rapport financier 2018 et comparé avec les

Au-delà de ces points communs, chacune de ces 4 entreprises a des spécificités (notamment en termes d'implantation géographique qui expliquent en partie les flux d'imports-exports européens de pesticides documentés au 2.2.3) et en matière de modèles économiques qui sont analysés successivement ci-après.

SYNGENTA

Création de l'entreprise : 2000

Nationalité : Suisse  , groupe Chinois 

Chiffres d'affaire (groupe, 2018) : 53Md€

Valorisation : 40Md€ (2017)

Actionnariat :

- Non cotée en bourse depuis 2017
- Propriété à 100% de ChemChina depuis 2017
- ChemChina : entreprise publique chinoise

Syngenta, 2019 :

Chiffre Affaires : 13,5 Md\$

Cost of good sold : 7,3Md\$ (54%)

Marketing and distribution : 2,2Md\$ (16%)

R&D : 0,9Md\$ (7%)

EBIT : 1,5Md\$ (11%)

Charges financières : 0,46Md\$ (3%)

Impôts : 0,047Md\$ (0,3%)

Total du bilan : 22 Md\$

Capitaux propres : 4,3Md\$ (20%)

Actif physique : 3,2Md\$ (15%)

Actif intangible : 4,6Md\$ (21%)
dont goodwill : 2,2Md\$ (10%)

Actif courant : 12,5Md\$ (57%)

Ressources humaines (Syngenta) :

28 000 employés, dont :

EMEA : 12 000

North America : 4 000

Asia : 6 500

Latin America : 5 800

Implantation géographique CA

(Syngenta) :

Europe, ME, A : 29%

North America : 25%

Asia : 15%

Latin America : 31%

Actionnariat

100% ChemChina, entreprise publique chinoise

Figure 37. Analyse financière de l'entreprise Syngenta. Source : BASIC, sur la base des rapports annuels financiers publiés par l'entreprise et des travaux de la Commission Européenne sur la fusion ChemChina/Syngenta (Merger Procedure 139/2004)

Comme exposé précédemment, Syngenta est une entreprise récente, issue de la fusion des groupes Novartis et Astra-Zenaca, eux-mêmes étant le résultat de fusion de plusieurs entreprises historiques du secteur des pesticides. En 2017, cette entreprise suisse a été rachetée par le leader chinois de l'industrie chimique, ChemChina, rachat qui s'explique par la recherche de synergies entre les activités de fabrication des pesticides et d'autres produits chimiques : fortes similarités des processus d'homologation entre ces secteurs, et plus largement de leurs modèles économiques, cycles de rentabilité des différents produits commercialisés pouvant se compenser au fil du temps...⁹¹

L'entreprise ChemChina étant détenue directement par l'État chinois, elle n'est pas cotée en bourse et il n'y a pas d'informations publiques disponibles sur le reste de ses activités dans le domaine de la chimie. Si l'on se base sur les dernières données disponibles sur Syngenta, la rentabilité du groupe apparaissait 2 fois plus faible que celle de la division agricole de Bayer en 2018 (11% contre 22%) et aucune information n'est disponible sur la branche agrochimie de l'entreprise⁹².

Le capital de Syngenta est désormais entièrement détenu par ChemChina, et donc par l'État chinois⁹³.


estimations du même indicateur pour l'ensemble de l'industrie manufacturière de l'Union Européenne réalisée par Eurostat (<https://ec.europa.eu/eurostat/fr/data/database>)

⁹¹ BASIC, sur la base des rapports annuels financiers publiés par l'entreprise et European Commission. Merger Procedure Regulation 139/2004: ChemChina/Syngenta. 2017

⁹² Ibid.

⁹³ Ibid.

BAYER

Création de l'entreprise : 1863 
 Nationalité : Allemande
 Chiffres d'affaire : 43,5Md€
 Valorisation : 71Md€
 Actionnariat : Cotée en bourse

Groupe, 2018 :

Chiffre Affaires : 36 Md€
 Masse salariale : 10,7Md€ (29%)
 EBIT : 3,4 Md€ (10%)
 Charges financières : 2,5Md€ (7%)
 Impôts : 0,5Md€ (1%)
 Dividendes : 2,6Md€ (7%)

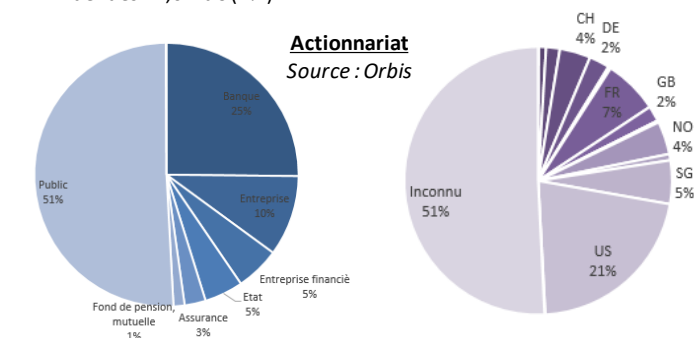
Total du bilan : 126 Md€
 Capitaux propres : 47Md€ (37%)
 Actif physique : 12Md€ (10%)
 Actif intangible : 74Md€ (58%)
 dont goodwill : 39Md€ (30%)
 Actif courant : 32Md€ (25%)

Ressources humaines (groupe) :

106 000 employés
 39% production
 36% distribution
 15% R&D
 9% Administration

Actionnariat

Source : Orbis



Crop Science, 2018 :

Chiffre Affaires : 14,2 Md€
 EBIT : 3,1 Md€ (22%)
 Amortissement & Dépréciation : 1,3Md€ (10%)
 R&D : 1,9Md€ (13%)

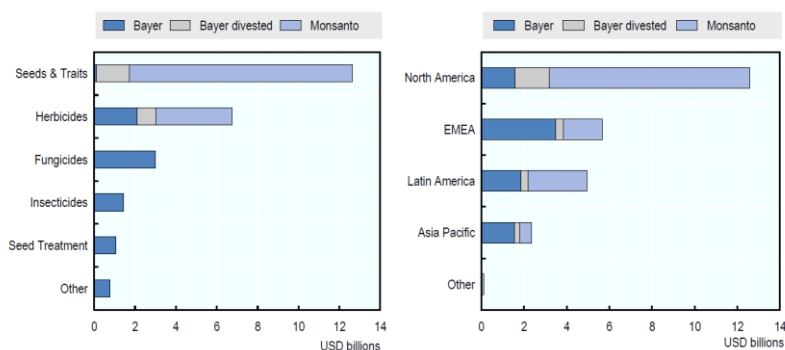


Figure 38. Analyse financière de l'entreprise Bayer. Source : BASIC, sur la base des rapports annuels financiers publiés par l'entreprise et des travaux de la Commission Européenne sur la fusion ChemChina/Syngenta (Merger Procedure 139/2004)

Bayer est l'un des leaders historiques du secteur des pesticides, dont la croissance repose en grande partie sur les rachats successifs d'entreprises. La division agricole (« Crop Science ») qui regroupe les activités pesticides et semences représente un peu plus de 45% du chiffre d'affaires total, le reste étant constitué des activités pharmaceutiques et liées à la santé humaine. Les synergies entre activités pesticides et pharmaceutiques s'expliquent par les fortes similarités des processus d'homologation entre les 2 secteurs, et plus largement par la similarité de leur modèle économique (ampleur des investissements et du temps nécessaire au développement de nouveaux produits dont l'exploitation est protégée par brevet pendant 10 à 20 ans avant de tomber dans le domaine public, permettant ainsi la fabrication de « génériques »)⁹⁴.

D'après les comptes publiés par Bayer, la rentabilité de la division agricole⁹⁵ était 2 fois supérieure à celle du reste du groupe en 2018 (22% contre 10%), avec des effets de cycle au fil du temps. La part importante de capital immatériel s'explique par le poids des brevets et des acquisitions successives d'entreprises externes. Le plus gros actionnaire connu est le fonds d'investissement BlackRock. Les dividendes versés en 2018 représentent 7% du chiffre d'affaires, un niveau élevé par rapport à la moyenne des indices boursiers de l'UE⁹⁶. En juillet 2020, Bayer a proposé de verser 11 milliards de dollars, soit 4 fois son résultat net annuel, pour mettre fin aux procédures lancées par 100 000 américains ayant souffert d'un cancer qu'ils imputent à leur exposition au Roundup⁹⁷

⁹⁴ BASIC, sur la base des rapports annuels financiers publiés par l'entreprise et European Commission. Merger Procedure Regulation 139/2004: Chemchina/Syngenta. 2017

⁹⁵ La rentabilité de l'activité est mesurée par le ratio entre les bénéfices qu'elle génère avant paiement des impôts et des intérêts d'emprunts et le chiffre d'affaires de ses ventes de produits et services.

⁹⁶ BASIC, Évolution de la répartition de la valeur au sein du CAC 40. Données et analyse (2008-2018), 2020

⁹⁷ <https://www.nytimes.com/2020/07/07/business/roundup-lawsuit-settlement.html> consulté le 15 octobre 2020

BASF

Création de l'entreprise : 1865

Nationalité : Allemande 

Chiffres d'affaire : 59 Md€

Valorisation : 61 Md€

Actionnariat : Cotée en bourse

Groupe, 2019 :

Chiffre Affaires : 59 Md€

Cost of sales : 43Md€ (73%)

Selling expense : 8Md€ (13,5%)

R&D : 2,1Md€ (3%)

Masse salariale : 11Md€ (18%)

EBIT : 3,3 Md€ (5%)

Charges financières : 0,3Md€ (0,5%)

Impôts : 0,8Md€ (1%)

Dividendes : 2,9Md€ (5%)

Total du bilan : 87 Md€

Capitaux propres : 42Md€ (48%)

Actif physique : 22Md€ (25%)

Actif intangible : 15Md€ (17%)

dont goodwill : 39Md€ (49%)

Actif courant : 31Md€ (35%)

Ressources humaines (groupe) :

117 000 employés, dont

Europe : 72 000 (61%)

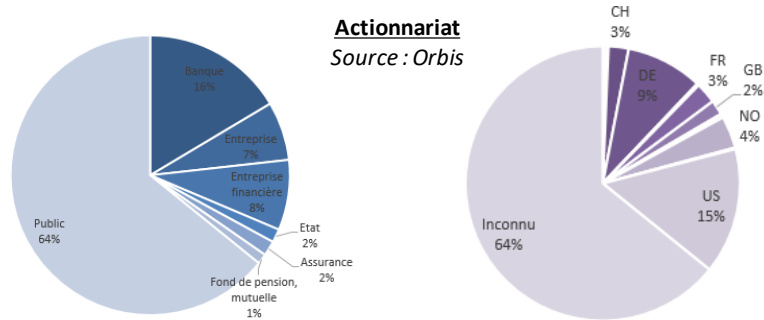
North America : 19 000

Asia Pacific : 19 000

South America, Africa, ME : 7000

Actionnariat

Source : Orbis



Agricultural Solutions, 2019 :

CA : 7,8 Md€

EBIT : 1,1Md€ (14%)

Amortissement & Dépréciation : 0,7Md€ (10%)

R&D : 0,9Md€ (12%)

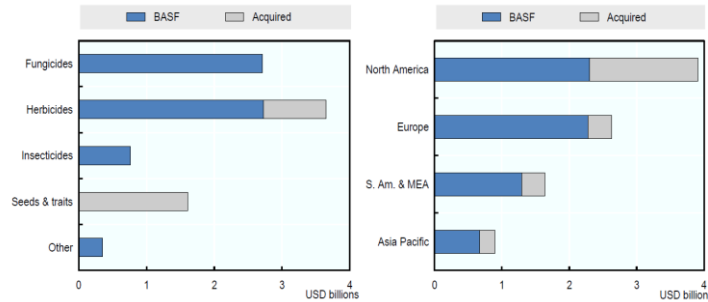


Figure 39. Analyse financière de l'entreprise BASF. Source : BASIC, sur la base des rapports annuels financiers publiés par l'entreprise et des travaux de la Commission Européenne sur la fusion ChemChina/Syngenta (Merger Procedure 139/2004)

BASF est un groupe allemand très diversifié présent à la fois dans les activités agricoles (pesticides et semences), la chimie, les plastiques, les colorants industriels, les produits dérivés du pétrole et du gaz, les produits de soins et d'entretien, les produits de nutrition. C'est l'un des leaders européens de l'industrie chimique⁹⁸.

Comme dans le cas de ChemChina, l'intégration de ses activités agricoles (« Agricultural Solutions ») avec ses autres activités de chimie s'explique par les fortes similarités des processus d'homologation entre les secteurs, et plus largement de leurs modèles économiques, les cycles de rentabilité des différents produits chimiques commercialisés se compensant au fil du temps pour générer une rentabilité moins volatile.⁹⁹

D'après les comptes publiés par l'entreprise, la rentabilité de la division agricole était près de 3 fois supérieure à celle du reste du groupe en 2018 (environ 14% contre 5% au global)¹⁰⁰. Comme pour Bayer, le plus gros actionnaire connu est le fonds d'investissement BlackRock et le niveau de dividendes est assez élevé, atteignant 5% du chiffre d'affaires en 2018¹⁰¹.

⁹⁸ BASIC, sur la base des rapports annuels financiers publiés par l'entreprise et European Commission. Merger Procedure Regulation 139/2004: Chemchina/Syngenta. 2017


⁹⁹ Ibid.

¹⁰⁰ Ibid.

¹⁰¹ Ibid.

CORTEVA

Création de l'entreprise : 2019

Nationalité : USA 

Chiffres d'affaire : 12,7Md€

Valorisation : 22Md€

Actionnariat : Cotée en bourse

Groupe, 2017 :

Chiffre Affaires : 14 Md\$

Cost of goods sales : 8Md\$ (57%)

R&D : 1,5Md\$ (10%)

EBIT : 1Md\$ (7%)

Total du bilan : 42 M€

Capitaux propres : 24M€ (57%)

Actif physique : 5M€ (12%)

Actif intangible : 22M€ (52%)

Actif courant : 13M€ (31%)

Ressources humaines (groupe) :

21 000 employés

Actionnariat

Source : Orbis

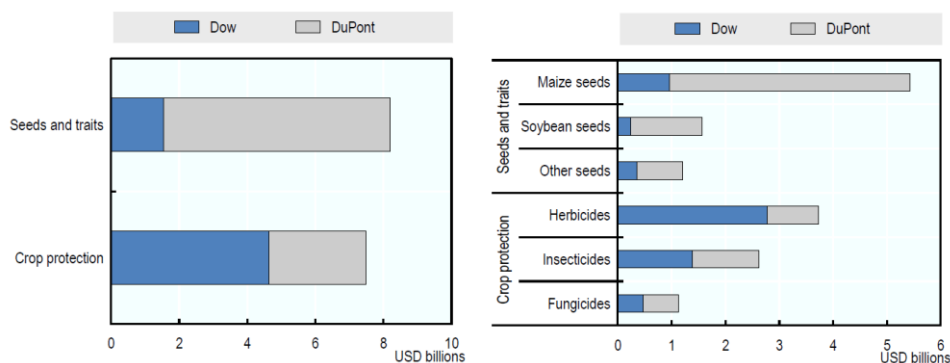
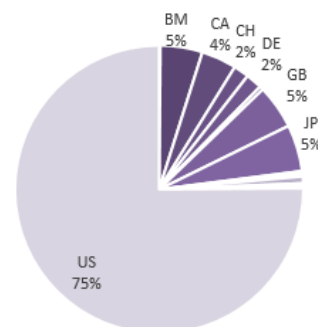
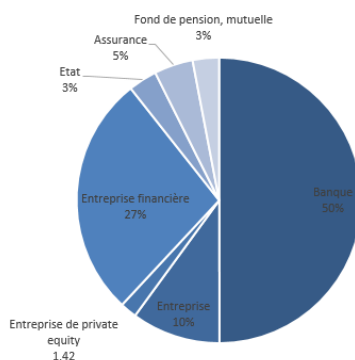


Figure 40. Analyse financière de l'entreprise Corteva. Source : BASIC, sur la base des rapports annuels financiers publiés par l'entreprise et des travaux de la Commission Européenne sur la fusion ChemChina/Syngenta (Merger Procedure 139/2004)

Comme pour Syngenta, Corteva est une entreprise récente qui résulte de la fusion entre les leaders américains de la chimie Dow Chemical et DuPont, la plus importante de l'histoire de ce secteur, qui a imposé à ces derniers de se désengager de certaines activités. Les activités agricoles respectives de ces 2 entreprises ont été rendues indépendantes pour éviter un abus de position dominante sur certains marchés et ont fusionné en 2018 pour donner naissance à la société Corteva. La dynamique d'évolution de cette entreprise va ainsi à l'inverse de celle des 3 autres groupes analysés précédemment (Bayer, BASF et Syngenta) : plutôt que d'intégrer différentes activités dans le secteur de la chimie ou des produits pharmaceutiques, elle a décidé de se recentrer sur les activités de pesticides et semences (reste à voir si les performances financières seront à la hauteur malgré les moindres synergies et compensations entre effets de cycle des produits).¹⁰²

D'après les informations financières publiées par le groupe, la rentabilité de ses activités apparaissait 2 fois plus faible que celle des divisions agricoles de Bayer et BASF en 2018. Comme pour Bayer, la part importante de capital immatériel s'explique par le poids des brevets et des acquisitions successives d'entreprises. Le plus gros actionnaire connu est le fonds d'investissement Vanguard¹⁰³.

¹⁰² BASIC, sur la base des rapports annuels financiers publiés par l'entreprise et European Commission. Merger Procedure Regulation 139/2004: ChemChina/Syngenta. 2017

¹⁰³ Ibid.

2.2.4.3. Les acteurs spécialisés

En vis-à-vis de l'évolution des stratégies des fabricants intégrés de pesticides européens et américains, **deux tendances structurelles ont pris de l'importance en Asie, et concernent principalement les acteurs spécialisés du secteur :**

- 1) **le déplacement de la fabrication de pesticides vers la Chine et l'Inde,**
- 2) **la montée en puissance des acteurs du « générique différencié »** (cf. section 2.3.3.1.) qui concurrencent de manière croissante les entreprises intégrées historiques (Bayer, BASF...).

La montée en puissance des capacités de production de pesticides en Asie n'est pas nouvelle : en 2012 déjà la Chine produisait plus de la moitié des volumes totaux de pesticides fabriqués dans le monde (cf. chapitre 2.2.1.).

Réalisée essentiellement par des acteurs spécialisés, cette production est destinée :

- **prioritairement aux marchés asiatique et latinoaméricain**, en grande partie sous forme de pesticides génériques,
- mais aussi **exportée pour plus d'un quart des volumes aux Etats-Unis, et dans une moindre mesure en Europe**, sous forme de substances intermédiaires servant à fabriquer des produits finis¹⁰⁴.

Depuis quelques années, on assiste à **la montée en puissance d'entreprises asiatiques spécialisées dans le « générique différencié »** (cf. section 2.3.3.1.), lesquelles ont commencé à adopter des **stratégies de fusions-acquisitions inspirées de celles des leaders du marché afin d'intégrer verticalement les maillons de la chaîne**, prélude à une potentielle restructuration en cours du secteur. Ces stratégies ont par ailleurs été facilitées par les mouvements de fusion-acquisition des leaders eux-mêmes, car elles les ont obligés à revendre une partie de leurs activités à de plus petits acteurs pour obtenir le feu vert des autorités de régulation et éviter les situations d'abus de position dominante sur le marché¹⁰⁵.

Plusieurs exemples sont emblématiques de ce phénomène :

- **En 2011, le conglomérat chinois ChemChina a racheté l'entreprise israélienne Adama**, spécialiste du marché des pesticides génériques, puis d'autres fabricants chinois de génériques, Hubei Sanonda Ltd. et Huifeng¹⁰⁶, avant d'intégrer l'ensemble de ces activités ensemble.
- **En février 2019, le conglomérat chimique indien UPL**, spécialisé dans la fabrication des génériques, a racheté Arysta Life Science, acteur spécialisé dans la recherche et développement de nouvelles substances actives¹⁰⁷, après avoir fait l'acquisition de Sipcam-Oxon et DVA en 2018¹⁰⁸.
- **En avril 2020, Sumitomo Chemical**, acteur spécialisé dans le développement de substances actives et de formulation de pesticides a acquis 4 usines de fabrication de pesticides qui appartenaient au fabricant australien Nufarm situées au Brésil, Argentine, Chili et Colombie¹⁰⁹.

Parallèlement, en Chine, des évolutions importantes sont en cours. Du fait de l'accumulation des accidents survenant dans les usines chinoises, l'importance de la production illégale de pesticides dans le pays (estimée à 30% du marché¹¹⁰) ainsi que la montée des problèmes environnementaux, le **gouvernement chinois a décidé de durcir les règles de sécurité. Il s'est fixé pour objectif de faire fermer 30% des usines pour non-respect des normes, favorisant ainsi la concentration de son industrie, et d'arrêter la croissance des volumes de pesticides utilisés dans le pays**¹¹¹. Par effet de conséquence, **la production de substances actives et de substances de base à bas coûts est en train de se déplacer dans de nouveaux pays plus favorables, notamment en Inde**¹¹².

¹⁰⁴ PhillipCapital. Agriculture Inputs: On Course for Secular and Structural Growth, 2019

¹⁰⁵ AgriBusiness Global, Février 2018

¹⁰⁶ <https://www.agribusinessglobal.com/markets/asia/china-agrichemicals-market-a-new-era-is-shaping-the-supply-chain/> consulté le 16 octobre 2020

¹⁰⁷ PhillipCapital. Agriculture Inputs: On Course for Secular and Structural Growth, 2019

¹⁰⁸ Clairfield International, Agribusiness Presentation, 2018

¹⁰⁹ Ibid.

¹¹⁰ OECD, New Digital Technologies to Tackle Trade in Illegal Pesticides; OECD Trade and Environment Working Papers, 2020

¹¹¹ interview with the head of China Crop Protection Industry Association in China Agrochemicals, mars 2017.

¹¹² FICCI, Report on Indian Chemicals & Petrochemical Industry, India Chem 2016 ; Agropages, Agribusiness Magazine, June 2020

2.2.4.4. Chiffres d'affaires des principaux acteurs du secteur

Ces évolutions se retranscrivent dans les chiffres d'affaires des différents acteurs du secteur des pesticides de synthèse utilisés en agriculture, lesquels sont détaillés ci-dessous .

Chiffres d'affaires des principaux acteurs du secteur des pesticides en 2014, 2016, 2017 et 2020
(en millions de dollars)

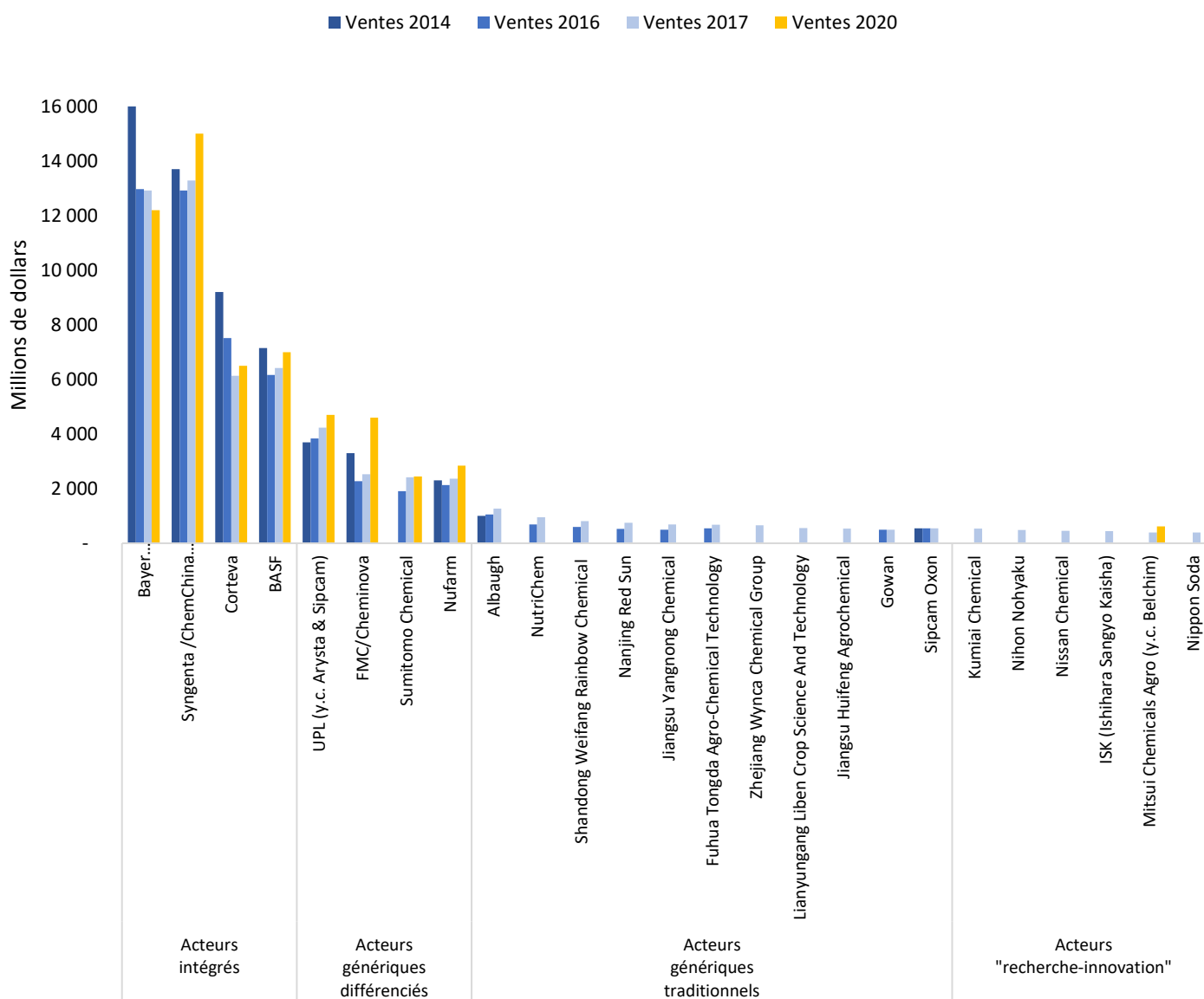


Figure 41. Chiffres d'affaires des principaux acteurs du secteur des pesticides en 2014, 2016 et 2017 (en millions de dollars)

Source: BASIC, d'après les données de Philipps McDougall, AgbioInvestor, AgrochemEx, Phillips Capital & CCPIA, Adama, Sumitomo et Nufarm

3. Les questionnements qui pèsent sur le secteur des pesticides

Le chapitre précédent a permis d'éclairer la place des pesticides dans la transformation plus globale – et radicale – qu'a connue l'agriculture depuis le milieu du 20^{ème} siècle. Il a également permis d'étudier la valeur générée par cette transformation pour la société, puis d'analyser plus en détail le secteur des pesticides à l'échelle internationale comme européenne.

Malgré le succès économique de ce secteur et de ses principaux acteurs, des évolutions en cours viennent le questionner de plus en plus fortement :

- **tout d'abord, les pressions économiques croissantes** vécues par les fabricants de pesticides, en particulier les 4 leaders mondiaux, qui font surgir des **questionnements de fond sur leur modèle économique**,
- **parallèlement, les limites des bénéfices apportés par l'usage de pesticides**, et plus largement des 4 composantes de la « modernisation » agricole, qui **se font de plus en plus jour**.

3.1. Le modèle économique des fabricants de pesticides est de plus en plus sous pression et questionné

3.1.1. Une pression économique générée par le durcissement des réglementations publiques et le développement des pesticides génériques

L'une des principales évolutions du secteur des pesticides sur les 20 dernières années est le **durcissement de la réglementation publique d'homologation des pesticides qui a généré une pression accrue sur le modèle économique des fabricants**.

En effet, elle a eu pour première conséquence de retirer du marché un nombre croissant de produits du fait de leurs impacts sanitaires et environnementaux, soit en les interdisant, soit parce qu'ils n'ont pas réussi à remplir les nouveaux critères d'homologation.

Top 10 products in 1968	Top 10 products in 2016
Atrazine	Glyphosate
Toxaphene - <i>banned</i>	Metolachlor
DDT - <i>banned*</i>	Pyraclostrobin
2,4-D	Mesotrione
Methyl parathion - <i>banned</i>	Thiamethoxam
Aldrin - <i>banned</i>	Acetochlor
Trifluralin	Azoxystrobin
Propachlor	Atrazine
Dinoseb - <i>banned</i>	Abamectin
Chloramben - <i>banned</i>	Clothianidin

Figure 42. Principaux produits utilisés en agriculture aux Etats-Unis en 1968 et 2016 (en volume)

Source: Phillips McDougall. *Evolution of the Crop Protection Industry since 1960, 2018*

Ainsi, aux Etats-Unis, plus de 60 substances actives ont été retirées du marché en 50 ans, dont 6 des 10 produits finis les plus vendus en 1968. Au sein de l'UE, suite à l'instauration de la directive 414/1991 puis surtout du règlement 1107/2009, le nombre de substances actives autorisées est passé de 1000 à 400¹¹³.

¹¹³ <https://ec.europa.eu/assets/sante/food/plants/pesticides/lop/index.html> consulté le 15 octobre 2020

Ces évolutions ont généré des **pertes importantes de revenus pour les fabricants**¹¹⁴ qui ont été **aggravées par les phénomènes croissants de résistance** aux pesticides (cf. 2.2.1.2.).

Elles ont également eu pour corollaire d'accroître fortement les **coûts de recherche et développement et d'homologation** pour les fabricants de pesticides.

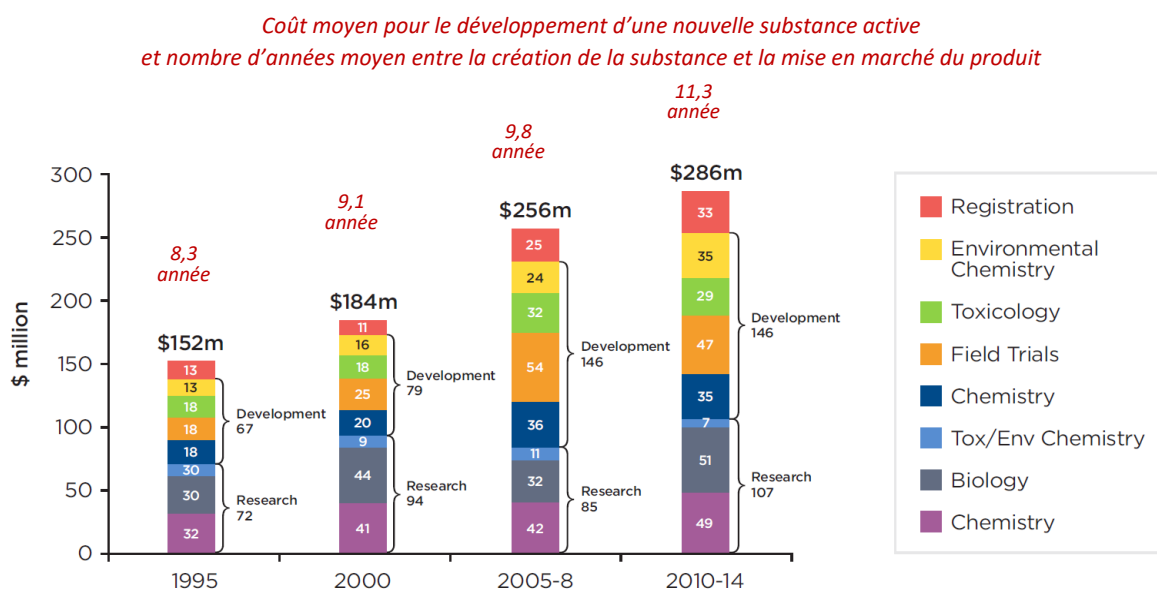


Figure 43. Investissements (en millions de dollars) et nombre d'années nécessaires pour le développement d'un nouveau pesticide entre 1995 et 2010-14. Source: BASIC, d'après Phillips McDougall. Evolution of the Crop Protection Industry since 1960, 2018

Les estimations menées en 2016 par le bureau d'étude Phillips McDougall montrent ainsi que **les coûts moyens de développement et d'homologation d'une nouvelle substance active auraient presque doublé en 20 ans**, passant de 152 millions de dollars en 1995 à 286 millions de dollars en 2014. Quant au temps moyen nécessaire entre la création d'une nouvelle substance active et la première mise en marché d'un pesticide formulé, il est passé sur la même période de 8,3 années à 11,3 années.¹¹⁵

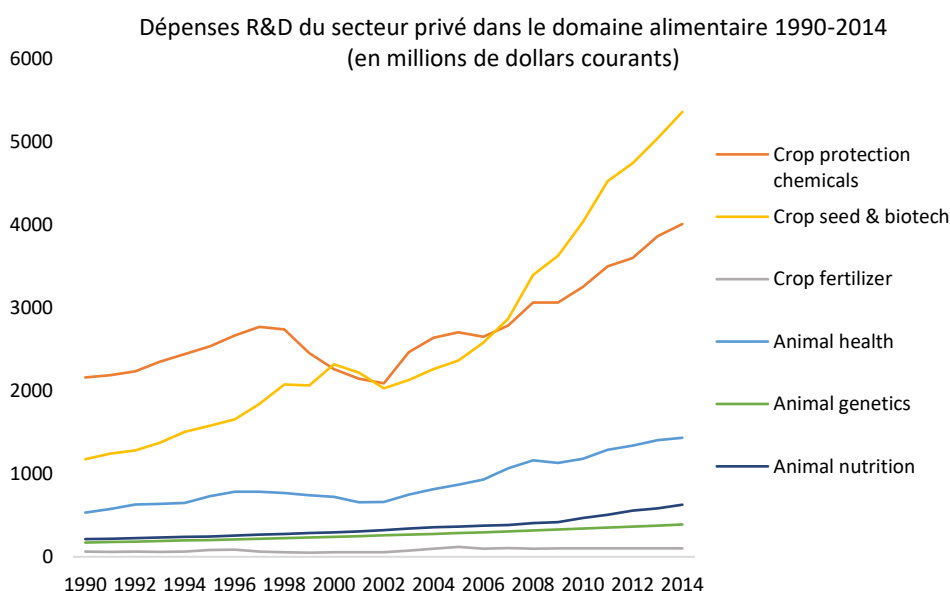


Figure 44. Dépenses R&D du secteur privé dans le domaine alimentaire 1990-2014 (en millions de dollars courants)
Note : « Crop Protection » correspond au développement de pesticides. Source: BASIC, d'après les données de Fuglie, K. The Growing Role of the Private Sector in Agricultural Research and Development World-Wide. Global Food Security 10, 29-38, 2016

¹¹⁴ Phillips McDougall. Evolution of the Crop Protection Industry since 1960, 2018

¹¹⁵ Ibid

Reflète de cette évolution, les **dépenses totales de recherche et développement (R&D) des acteurs privés du secteur des pesticides – principalement les fabricants intégrés – ont doublé entre 2002 et 2014**, passant de 2 à 4 milliards de dollars d'investissement annuel (voir ci-dessus). Si on y ajoute le triplement observé des dépenses de R&D privées dans le domaine des semences sur la même période (du fait du développement des OGM), les 4 leaders du secteur – Bayer, Syngenta, Corteva et BASF – ont apparemment opéré une hausse sans précédent de leurs investissements depuis le début des années 2000.¹¹⁶

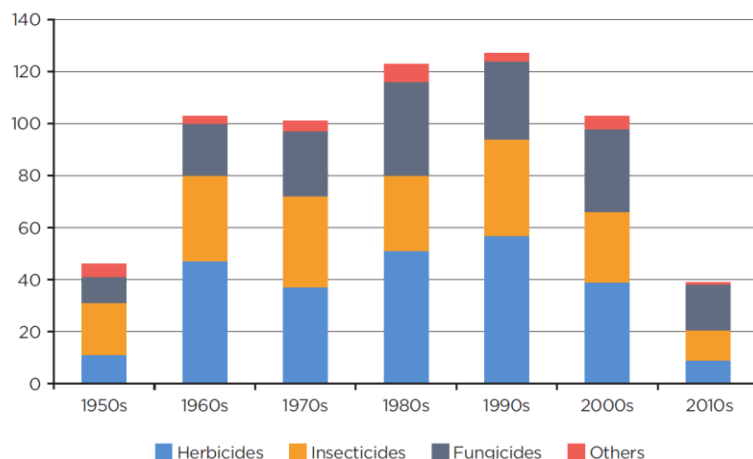


Figure 45. Nombre de nouvelles substances actives introduites sur le marché par décennie depuis les années 1950
Source: Phillips McDougall. *Evolution of the Crop Protection Industry since 1960, 2018*

Ce durcissement de la réglementation, principalement en Europe et aux Etats-Unis, a également eu pour conséquence une **baisse tendancielle de l'introduction de nouvelles substances actives sur le marché qui a atteint un point bas historique dans les années 2010** (plus faible que dans les années 1950 et divisé par 3 par rapport au point haut des années 1980 et 1990 – cf. ci-dessus)¹¹⁷.

Une analyse détaillée du taux d'introduction des composés phytosanitaires montre un schéma plus complexe. La baisse du nombre de nouveaux herbicides observée depuis les années 1990 est la principale source du déclin perçu dans les chiffres globaux. Si l'on exclut les herbicides, l'innovation en termes de fongicides et d'insecticides a été par contre relativement constante quand elle est mesurée par le nombre de composés représentant une nouvelle classe chimique (First-in-Class). Ainsi, la découverte et le développement de nouvelles substances actives pour la protection des cultures se poursuivent, malgré les nombreux défis et changements auxquels est confrontée l'industrie¹¹⁸.

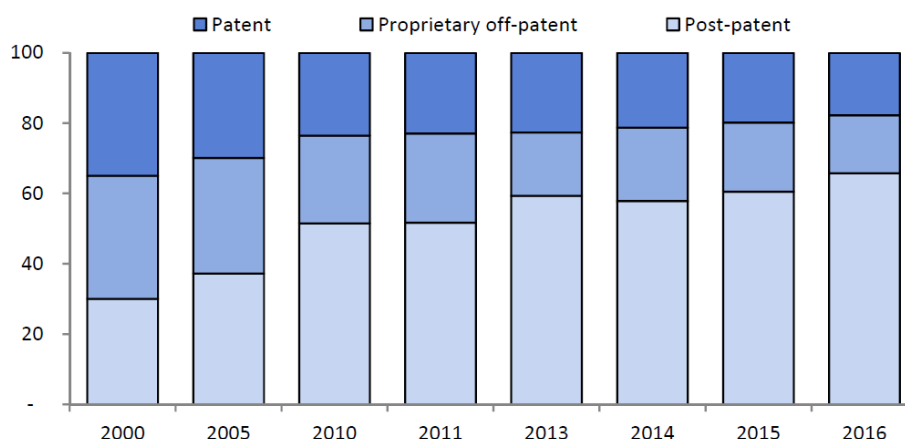


Figure 46. Parts de marché des pesticides sous brevet, génériques sous propriété intellectuelle et tombés dans le domaine public au niveau mondial 2000-2016. Source: PhillipCapital. *Agriculture Inputs: On Course for Secular and Structural Growth, 2019*

¹¹⁶ Ibid.

¹¹⁷ Ibid.

¹¹⁸ T.C. Sparks et R.J. Bryant, Crop Protection Compounds – Trends and Perspective. *Pest Management Science* 2021, 77 (8), 3608–3616. <https://doi.org/10.1002/ps.6293>.

Ce phénomène s'est retranscrit dans les chiffres de vente des pesticides à l'échelle internationale. Les données disponibles montrent ainsi que **la part de marché des pesticides protégés par des brevets a été divisée par 2 au niveau mondial entre 2000 et 2016** (passant de 35% à 20%), de même que la catégorie intermédiaire des pesticides dont la substance active est tombée dans le domaine public mais dont la formulation fait l'objet d'une propriété intellectuelle (en raison des additifs et adjuvants utilisés, d'une association avec des OGM brevetés...). **En vis-à-vis, les pesticides génériques sans propriété intellectuelle (et des substances de base) ont vu leur part de marché plus que doubler**, de moins de 30% en 2000 à près de 65% en 2016 (cf. ci-dessus).¹¹⁹

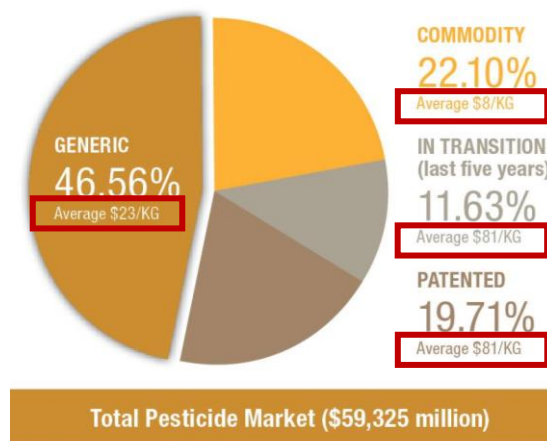


Figure 47. Parts de marché et prix au kilo des pesticides sous brevet (patented), en transition, génériques et des substances de base au niveau mondial en 2016. Source: BASIC, d'après CropLife, 2017¹²⁰

Cette évolution génère une **pression économique croissante sur les entreprises du secteur, du fait des différentiels de valorisation** entre les différents types de produits : ainsi, à l'échelle mondiale en 2016¹²¹ :

- **le prix moyen au kilo des produits génériques** (qui totalisent 46,56% des ventes de pesticides) **est près de 4 fois plus faible que celui des produits sous brevets** (23 dollars/kg contre 81 dollars/kg),
- **le prix moyen au kilo des substances de base**, qui représentent 22,1% du marché des pesticides, **est 10 fois plus faible que celui des produits sous brevets** (8 dollars/kg contre 81 dollars/kg).

Cette évolution explique potentiellement aussi le déplacement observé depuis près de 2 décennies d'une grande part de la fabrication de pesticides vers l'Asie, principalement en Chine et plus récemment en Inde, en raison d'une conjonction de plusieurs facteurs¹²² :

- **la recherche de bas prix par les agriculteurs**, nourrie par le développement des produits génériques vendus à des prix inférieurs aux produits sous brevet,
- **la recherche de baisse des coûts de fabrication de la part des leaders** du marché afin de maintenir leur rentabilité,
- **les importants soutiens financiers accordés par le gouvernement chinois à son industrie agrochimique**,
- **les règles de sécurité et de protection de l'environnement plus faibles en Chine et en Inde qu'en Europe** pour la fabrication de pesticides.

Résultat : plus de 40% des volumes mondiaux de pesticides sont désormais fabriqués en Chine (cf. section 2.2.1.) par des fabricants **de produits intermédiaires et de pesticides génériques** (cf. section 2.2.4.3.) **qui concurrencent de plus en plus les entreprises historiques du secteur** et commencent à adopter les mêmes stratégies qu'eux en termes de fusions-acquisitions.

¹¹⁹ PhillipCapital. Agriculture Inputs: On Course for Secular and Structural Growth, 2019

¹²⁰ <https://www.croplife.com/management/rebound-crop-protection-industry-seen-2017/> consulté le 15 octobre 2020

¹²¹ Ibid.

¹²² PhillipCapital. Agriculture Inputs: On Course for Secular and Structural Growth, 2019

3.1.2. Un modèle économique de plus en plus questionné

Cette pression concurrentielle touche plus particulièrement les **fabricants de pesticides verticalement intégrés** (Bayer, Syngenta, Corteva et BASF) car **leur modèle économique et leur rentabilité reposent avant tout sur leur capacité à être le premier** acteur à mettre au point et commercialiser une nouvelle substance active sur le marché. En effet, **quand elles y parviennent, les taux de marge pratiqués sur les produits protégés par des brevets – et donc non copiables – peuvent aller jusqu’à 80%** (autrement dit, les coûts directs de fabrication de ces produits sont 5 fois plus faibles que leur prix de vente).¹²³

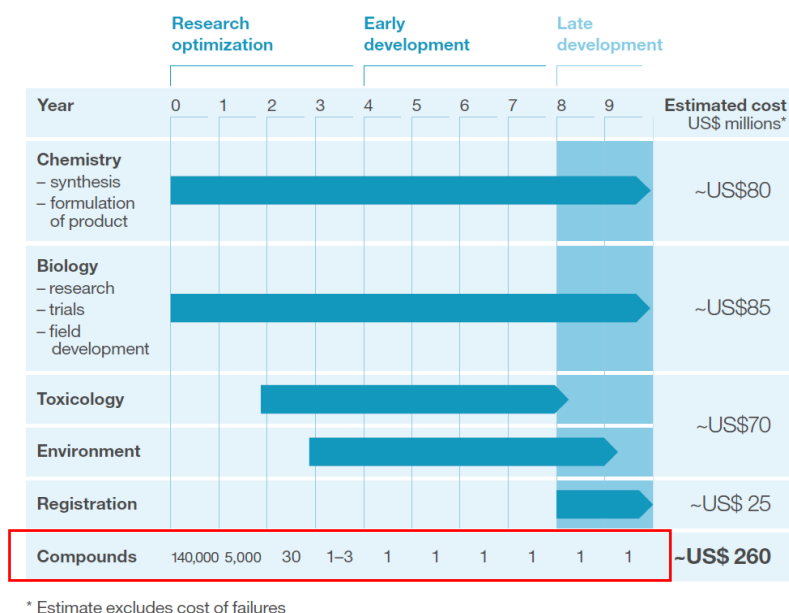


Figure 48. Investissements (en millions de dollars) et nombre de composés aux différents stades de développement de nouveaux pesticides. Source : Syngenta. Our Industry, 2016

Les bénéfices qu’elles tirent de la vente de ces produits leur permettent ainsi de **compenser les investissements effectués en amont, souvent à pure perte** puisque ces entreprises estiment qu’elles n’ont **en moyenne pas plus d’1 à 2 chances sur 100 000 qu’une nouvelle molécule qu’elles mettent au point réussisse à passer les différents tests jusqu’à la mise en marché finale** (voir ci-dessus)¹²⁴. Aujourd’hui, non seulement **le chiffre d’affaires des produits brevetés ne cesse de baisser, mais aussi celui des produits en transition** qui jouent un rôle clé pour maintenir un ascendant sur les fabricants de génériques.¹²⁵

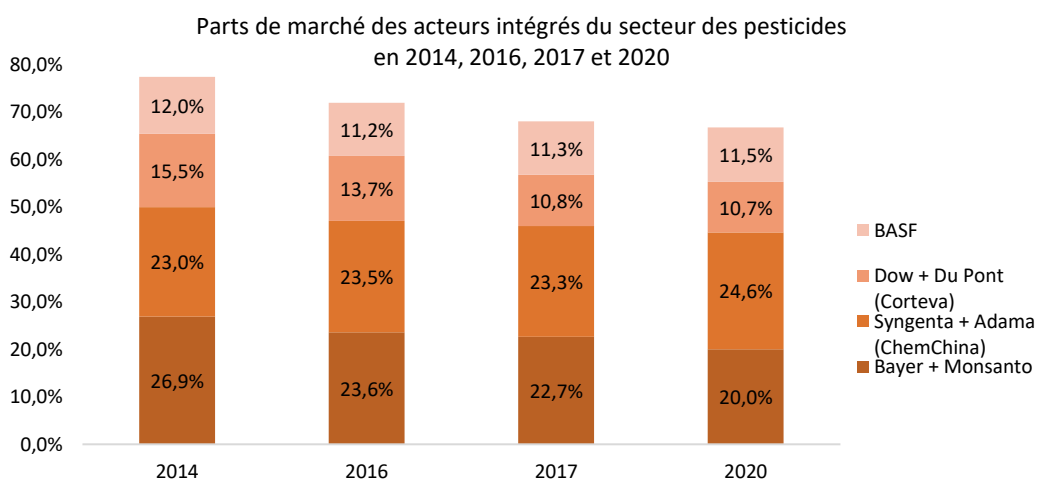


Figure 49. Chiffre d’affaires et parts de marché des acteurs intégrés du secteur des pesticides en 2014, 2016 et 2017. Source : BASIC, d’après les données de Philipps McDougall et AgbioInvestor

¹²³ Interview avec un expert du secteur des pesticides réalisée le 10 août 2020

¹²⁴ Syngenta. Our Industry, 2016

¹²⁵ Interview avec un expert du secteur des pesticides réalisée le 10 août 2020

Résultat de ces évolutions : les parts de marché combinées des 4 leaders mondiaux du secteur – Bayer, BASF, Syngenta et Corteva – ne cesse de s'éroder, **passant de 77,4% en 2014** (si on considère les chiffres d'affaires cumulés proforma prenant en compte les fusions réalisées jusqu'en 2019) **à 66,7% en 2020 soit une perte de plus de 10 points en l'espace de 6 ans, et ce malgré** les opérations de fusion-acquisition sans précédent qui ont été menées sur la période. Plus problématique, c'est même leur chiffre d'affaires combiné qui est en baisse, **passant de 46 milliards de dollars en 2014 à un peu plus de 40 milliards de dollars en 2020** (voir section 2.2.4.4).

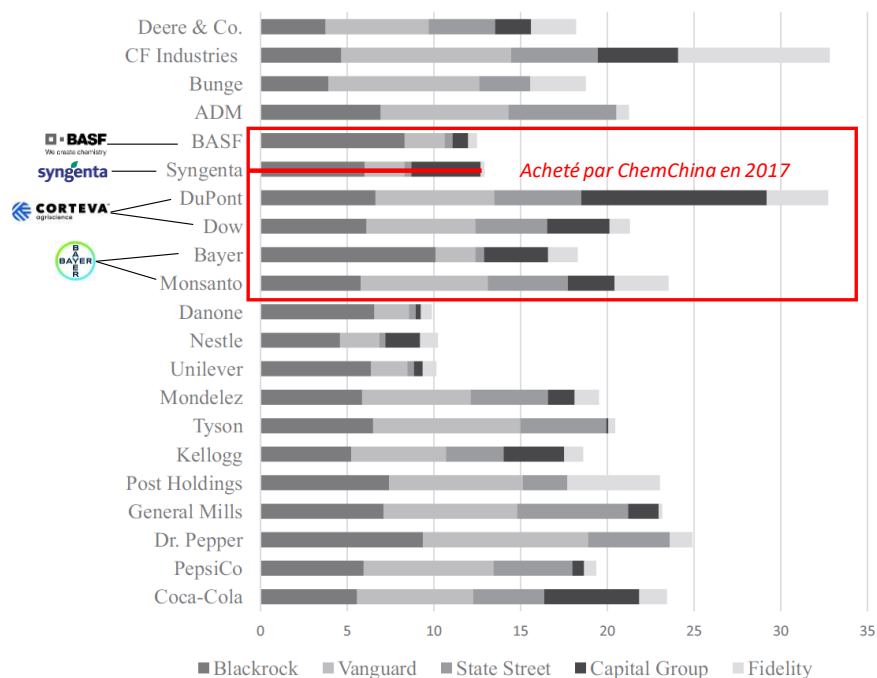


Figure 50. Parts de capital des principales entreprises du secteur alimentaire détenues par les 5 plus grands gestionnaires d'actifs mondiaux au 31/12/2016. Source: BASIC d'après Clapp, 2019 ¹²⁶

Ces entreprises se sont ainsi retrouvées ces dernières années **prises en étau entre d'un côté des coûts de R&D croissants avec de moins en moins de produits brevetés mis en marché, et de l'autre une exigence constante de rentabilité des capitaux investis par leurs actionnaires**, en particulier de la part des **grands fonds de gestion d'actifs – Blackrock, Vanguard, State Street, Capital Group et Fidelity – qui possèdent de 12% à plus de 30% de leur capital** (pour Syngenta, jusqu'au rachat par ChemChina)¹²⁷.

Du fait de cette importante présence au capital, et de la liquidité accrue des marchés boursiers internationaux qui leur permet de faire migrer facilement leurs fonds d'une entreprise à l'autre partout dans le monde, **ces gestionnaires d'actifs, et leurs exigences de retour sur investissement, peuvent ainsi fortement peser sur les choix des dirigeants des fabricants de pesticides** si ces derniers ne veulent pas les voir partir vers des entreprises plus rentables, protéger leurs cours de bourse, et avec lui, maintenir leur niveau de rémunération variable¹²⁸.

Cet effet est potentiellement amplifié par la présence **des mêmes fonds d'investissement dans le capital des fabricants de pesticides et dans celui de la plupart des grands groupes du secteur alimentaire** (cf. ci-dessus), les mettant ainsi potentiellement en concurrence pour réaliser des niveaux de profitabilité comparables¹²⁹.

Cette pression s'est récemment traduite par des décisions concrètes **au sein des entreprises intégrées de pesticides** : en 2017, Corteva a ainsi opéré des coupes significatives dans ses dépenses de Recherche & Développement afin de réduire les doublons et « d'optimiser » l'organisation de ses équipes issues de la fusion

¹²⁶ Clapp, J. The Rise of Financial Investment and Common Ownership in Global Agrifood Firms. Review of International Political Economy 26, 2019

¹²⁷ Ibid.

¹²⁸ BASIC, Evolution de la répartition de la valeur au sein du CAC 40 (2009-2018), 2020

¹²⁹ Cf. Clapp, J. The Rise of Financial Investment and Common Ownership in Global Agrifood Firms, 2019 op. cit.

Les principaux gestionnaires d'actifs sont ainsi également fortement présents au capital de fabricants de machines agricoles (Deere & Co), d'engrais (CF Industries), entreprises de sélection animale (Tyson), négociants (ADM, Bunge), industriels de l'agroalimentaire (Nestlé, Danone, Unilever, Mondelez, Kellogg, General Mills) et des boissons (PepsiCo, Coca-Cola, Dr Pepper)

entre Dow et DuPont¹³⁰, conduisant au départ de centaines d'employés de R&D¹³¹. Des orientations similaires sont en cours au sein de Bayer suite au rachat de Monsanto en 2018¹³².

Autre réaction développée pour faire face aux pressions économiques croissantes : **les activités de lobbying et d'influence auprès des décideurs publics visant à freiner le durcissement des réglementations et défendre leurs intérêts économiques**. Les dernières données disponibles concernant les dépenses réalisées en la matière par les leaders du secteur vis-à-vis des autorités publiques en Europe sont les suivantes¹³³ :

Entreprise (année de déclaration)	Dépenses totales de lobbying déclarées	Type de budget (interne/externe)	Détail des projets/thèmes traités
Bayer (2019)	entre 4 250 000 € et 5 000 000 € (dont 300 000 € à 400 000 € en France)	– budget propre : 200 000 € à 300 000 € – budget prestations : 3 250 000€ à 3 500 000€ à Boury Tallon & associés	– Demander que l'évaluation des produits phytopharmaceutiques repose sur des critères scientifiques. – Sensibiliser les pouvoirs publics aux conséquences socioéconomiques de l'interdiction de la production en France et de l'exportation de certains produits phytosanitaires (Art 83 Loi Egalim)
BASF (2019)	entre 3 000 000 € et 3 250 000 € (dont 200 000 € à 300 000 € en France)	– budget propre : 300 000 € à 400 000 € – budget prestations : 1 250 000€ à 1 500 000€ à Rivingtion	– Partage de données confirmant la sécurité pour l'homme et l'environnement de substances phytopharmaceutiques BASF. – Vérification de la cohérence de la feuille de route du gouvernement sur la sortie progressive des produits phytopharmaceutiques avec la réglementation européenne.
Syngenta (2018)	entre 1 500 000 € et 1 750 000 €	–	–
Corteva (2019)	entre 900 000 € et 1 000 000 € (dont 50 000 à 75 000 € en France via Dow AgroSciences)	– budget propre : 50 000 € à 75 000 € – budget prestations : 800 000€ à 900 000€ à Rivingtion	– Soutien à la disposition visant à abroger la mesure interdisant la production, le stockage, et la circulation de produits phytopharmaceutiques non approuvés au niveau européen – Défense de substance active et de produits phytopharmaceutiques

Figure 51. Dépenses de lobbying des entreprises du secteur des pesticides en 2018/2019. Source: BASIC d'après les données du registre européen sur la transparence du lobbying

Les documents internes révélés depuis 2017 dans le cadre des « Monsanto Papers » ont mis en lumière certaines de ces activités les plus problématiques, et les enjeux économiques qui les motivent : absence d'étude d'impact sanitaire de la formulation du Roundup par Monsanto (seule la molécule de glyphosate ayant été testée), arrêt du financement d'études qui auraient révélé des impacts sanitaires négatifs du glyphosate, accusation de « ghost-writing » d'articles scientifiques par des employés de l'entreprise...¹³⁴

¹³⁰ Cf. Clapp, J. The Rise of Financial Investment and Common Ownership in Global Agrifood Firms, 2019 op. cit.

¹³¹ <https://chemical-materials.elsevier.com/chemical-rd/rd-layoffs-dow-dupont-room-agile-competitors/> consulté le 15 octobre 2020

¹³² <https://blogs.sciencemag.org/pipeline/archives/2018/11/30/big-cuts-at-bayer> consulté le 15 octobre 2020

¹³³ Les données de dépenses de lobbying ont été obtenues par une recherche extensive sur le portail du registre européen sur la transparence du lobbying <https://ec.europa.eu/transparencyregister/public/consultation/displaylobbyist.do?id=3523776801-85> et son homologue français, tous deux consultés le 7 octobre 2020. La recherche a été faite sur ces 2 sites en utilisant les noms de l'ensemble des filiales de Bayer, BASF, Syngenta et Corteva déclarées dans leur dernier rapport annuel financier, ainsi qu'en utilisant des mots clés complémentaires (« pesticides »...).

¹³⁴ <https://corporateeurope.org/en/food-and-agriculture/2018/03/what-monsanto-papers-tell-us-about-corporate-science> consulté le 15 octobre 2020

Parmi les révélations des « Monsanto Papers » on peut noter l'arrêt des recherches du bureau d'études hollandais TNO et du toxicologue britannique James Parry, ainsi que les accusations de ghost-writing des articles de Williams Kroes & Munro (2000) et Kier & Kirkland (2013)

Plus récemment, suite à la révélation dans la presse française en 2019 que des dizaines de personnalités avaient été illégalement « fichées » suivant leur positionnement sur le glyphosate¹³⁵, une enquête interne commanditée par Bayer a révélé que si cette pratique n'était pas illégale, elle avait concerné toute l'Europe et coûté au total 14,5 millions d'euros (versé à la société de lobbying FleishmanHillard) soit 10 fois plus que les montants officiellement déclarés au registre officiel de transparence sur le lobbying de l'Union Européenne¹³⁶. Ce cas de désinformation manifeste a abouti à une remise à jour des lignes directrices du registre européen (suite à une plainte soumise par Corporate Europe Observatory auprès de son secrétariat)¹³⁷.

Ces pratiques sont à mettre en vis-à-vis des décisions prises par les pouvoirs publics européens concernant les renouvellements d'autorisations de pesticides. Là encore, le cas du glyphosate illustre l'existence de liens problématiques entre l'industrie des pesticides et les autorités de régulation, et le fait que ces dernières internalisent dans leurs décisions publiques les pressions économiques et financières du secteur¹³⁸.

Ainsi, en 2015, une étude de l'organisation environnementale BUND a révélé l'existence de **conflits d'intérêt au sein de l'Institut Fédéral Allemand pour l'Évaluation du Risque (BfR)** : le chef de son département chargé de l'évaluation du glyphosate avait travaillé pour des instituts financés par l'industrie chimique, et son « comité pesticides » comptait 2 employés de BASF et un employé de Bayer parmi ses membres¹³⁹. Au niveau européen, en 2017, alors que le gouvernement allemand avait initialement déclaré vouloir s'abstenir lors de la réunion du comité ministériel en charge de décider du renouvellement de l'autorisation du glyphosate, **le ministre allemand de l'agriculture et de l'alimentation, Christian Schmidt, a voté pour à la dernière minute, permettant ainsi de faire basculer la décision du comité d'une seule voix en faveur de la ré-autorisation du glyphosate pour 5 ans**¹⁴⁰.



Figure 52. Pays ayant voté pour ou contre le renouvellement de la licence du glyphosate pour 5 ans. Source: Le Monde, 2017¹⁴¹

Cette décision s'est faite alors que l'entreprise allemande Bayer était en pleine procédure de rachat de Monsanto, le développeur historique du glyphosate, et dans un contexte où l'Allemagne est le premier pays européen fabricant de pesticides, le second marché de consommation de ces produits et au 5^{ème} rang de l'UE en matière de dépenses de pesticides par hectare (cf. chapitres 2.2.2. et 2.2.3.). **Ces différents éléments illustrent ainsi l'importance des enjeux économiques pesant sur les autorités allemandes au moment de faire ses choix** concernant les autorisations de pesticides. Il en va de même pour d'autres pays européens, comme le montrent

¹³⁵ https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/05/09/fichier-monsanto-des-dizaines-de-personnalites-classees-illegalement-selon-leur-position-sur-le-glyphosate_5460190_3244.html consulté le 15 octobre 2020

¹³⁶ <https://corporateeurope.org/en/2020/05/hidden-contracts-corporate-lobby-spending-eu-member-states-spotlight> consulté le 15 octobre 2020

¹³⁷ Ibid.

¹³⁸ Corporate Europe Observatory; LobbyControl e.V. Tainted Love: Corporate Lobbying and the Upcoming German EU Presidency; 2020

¹³⁹ Ibid.

¹⁴⁰ Ibid.

¹⁴¹ https://www.lemonde.fr/europe/article/2017/11/27/la-commission-europeenne-autorise-l-utilisation-du-glyphosate-jusqu-en-2022_5221037_3214.html consulté le 15 octobre 2020

les autres pays ayant voté en faveur de la ré-autorisation du glyphosate qui sont parmi les plus importants marchés de consommation et de fabrication de pesticides : Royaume-Uni, Espagne, Pays-Bas, Danemark, Pologne (cf. chapitres 2.2.2. et 2.2.3.), seules la France, la Belgique et l'Italie faisant exception (cf. carte ci-dessus).

3.1.3. Vers une transformation en profondeur du secteur qui pose question

Au-delà de ces postures réactives, les leaders mondiaux du secteur développent des stratégies proactives pour transformer leur modèle économique et s'extraire de la pression financière qu'ils subissent.

Le développement de l'agriculture numérique se présente ainsi comme l'une des principales voies d'évolution du business model des fabricants intégrés de pesticides, comme le montre l'exemple de Bayer, entreprise la plus avancée dans ce domaine. Sa stratégie de développement s'est construite en 2 temps¹⁴² :

- **tout d'abord par le biais de partenariats**, notamment en 2016 avec Planetary Resources, entreprise du secteur aérospatial spécialisée dans l'imagerie satellitaire, afin de développer une plateforme de conseil agricole sur l'usage de pesticides utilisant les données météorologiques, de biomasse et de rendements¹⁴³.
- **puis en 2017 via le rachat de Monsanto, un investissement motivé par l'avance que ce dernier avait accumulé en matière d'agriculture de précision grâce à l'acquisition de nombreuses start-ups** (plus d'1,2 milliards de dollars dépensés depuis 2012) : l'équipementier américain Precision Planting (leader des capteurs agricoles et de la transmission de données), la plateforme numérique Climate Corporation (leader mondial du conseil agricole en ligne via des applications sur tablettes, utilisées sur près d'un tiers des surfaces agricoles aux USA), 640 Labs (entreprise spécialisée dans les technologies GPS et sans fil pour l'agriculture), VitalFields (éditeur européen de logiciels de gestion pour exploitations agricoles), Hydrobio (entreprise spécialisée dans l'analyse des données d'irrigation)...¹⁴⁴

L'objectif de cette stratégie est de **combinaison l'offre de pesticides et de semences existante avec les nouveaux outils de collecte de données numérisées** via des capteurs installés dans les champs et sur les machines agricoles, et via l'usage de drones et de satellites permettant de mesurer l'état des sols, les besoins en eau et en fertilisants des plantes, les besoins en nourriture des animaux... Ainsi, grâce à la récolte d'un grand nombre de données géolocalisées et à leur mise à disposition via des applications sur ordinateur et smartphone, l'objectif est de **remplacer l'observation de l'environnement naturel et le savoir empirique et intuitif des agriculteurs par des logiciels et des systèmes d'intelligence artificielle qui analysent en permanence les données récoltées et les croisent avec d'autres informations externes (prévisions météorologiques locales, etc.) pour indiquer aux agriculteurs « les bonnes quantités de produits à utiliser au bon endroit et au moment précis nécessaire », et ainsi optimiser les performances de leurs exploitations.**¹⁴⁵

Par ce biais, **les leaders du secteur des pesticides et des semences cherchent à transformer leur modèle de fabricants industriels en un modèle de prestataire de services complets dématérialisés de conseil agricole** leur permettant de court-circuiter les réseaux historiques de vente des pesticides via la connexion directe avec les agriculteurs, **dans le but de capter plus de valeur et de retrouver un haut niveau de profitabilité.** Ce repositionnement stratégique permet par ailleurs à ces entreprises de **bénéficier d'importantes synergies d'échelle, la taille croissante de leurs plateformes numériques créant de hautes barrières à l'entrée** pour les concurrents émergents, tout en se présentant comme étant à la pointe de la réponse aux enjeux environnementaux (via l'optimisation de l'usage des intrants agricoles). **Le marché de ces différentes technologies à destination de l'agriculture s'élèverait déjà à 4 milliards d'euros par an au niveau mondial.**¹⁴⁶

Les leaders du secteur des pesticides sont les acteurs les plus influents de ce marché, renforçant de ce fait leur position dans les filières alimentaires. Le fort développement de ces nouvelles technologies numériques en agriculture fait peser un **risque accru de perte d'autonomie de décision des producteurs.**¹⁴⁷

¹⁴² Friends of the Earth USA, Open Markets Institute et SumOfUs, Bayer-Monsanto Merger: Big Data, Big Agriculture, Big Problems, 2017.

¹⁴³ Ibid.

¹⁴⁴ Ibid.

¹⁴⁵ BASIC et Fondation Carasso, Enjeux et problématiques de la numérisation dans les filières agricoles et alimentaires, 2021

¹⁴⁶ Ibid.

¹⁴⁷ Ibid.

De surcroît, ces technologies ont tendance à **amplifier les inégalités au sein du monde agricole**, les producteurs qui les adoptent étant pour l'essentiel ceux qui¹⁴⁸ :

- bénéficient d'une bonne accessibilité des réseaux et d'une connectivité suffisante,
- ont les exploitations les plus grandes qui leur permettent d'amortir les investissements élevés associés,
- sont engagés dans des collaborations avec des centres de recherche,
- sont les plus qualifiés, se sentent à l'aise avec l'utilisation de ces nouvelles technologies et en sont déjà en partie dotés (plus un agriculteur est doté d'outils numériques, plus il a tendance à en acquérir de nouveaux dans un cercle autoentretenu d'adoption cumulative).

En permettant une plus forte déconnexion entre les agriculteurs et leur environnement naturel de travail, **ces nouveaux outils numériques accélèrent à leur tour la dynamique d'agrandissement des fermes** : le propriétaire n'a plus besoin de se déplacer sur l'ensemble de son exploitation grâce aux équipements autonomes qu'il peut piloter depuis son bureau, il peut gérer un plus grand nombre d'employés dont le travail peut être contrôlé à distance, et il est incité à accroître son chiffre d'affaires pour rentabiliser les coûts fixes de ses investissements dans le numérique.¹⁴⁹

Au niveau environnemental et social, ces avancées numériques sont **certaines porteuses de promesses de réduction des impacts** (émissions de gaz à effet de serre, usage de pesticides de synthèse...) et de la pénibilité du travail. Cependant, elles **se focalisent le plus souvent sur l'optimisation des performances** pour permettre aux acteurs de baisser leurs coûts pour chaque euro de valeur créée¹⁵⁰. Même si des réductions d'impacts par euro de valeur produite peuvent en être attendus, **les dégradations actuelles au niveau environnemental comme social exigent de diminuer les impacts de manière absolue et non relative** pour rester en-deçà des différents seuils de durabilité¹⁵¹. Pour ce faire, il s'agit de rendre possible les changements de modèles de production, car **l'amélioration des performances des modèles existants n'a pour l'instant pas démontré qu'elle pouvait générer des bénéfices environnementaux à la hauteur des enjeux**¹⁵². En témoignent les travaux du Joint Research Center de la Commission Européenne qui montrent que les technologies d'application à taux variable des intrants (VRT) – les plus utilisées à l'heure actuelle dans l'agriculture numérique – ne réduiraient les émissions de gaz à effet de serre que de 0,3% à 1,5% si elles étaient généralisées en Europe¹⁵³.

Ces tendances d'évolution ne sont pas seulement présentes en Europe, mais tout autant voire plus en Chine où le gouvernement a initié depuis 2015 une vague de fusions entre sociétés publiques de la chimie, dans le but de **faire émerger un champion national sous contrôle d'État**. Il a ainsi donné naissance à l'entreprise ChemChina qui est en train de devenir le **leader mondial incontesté de la chimie – en particulier de l'agrochimie** – via sa fusion en cours avec SinoChem, autre poids lourd du secteur¹⁵⁴.

Ces restructurations diligentées par l'Etat chinois ont été de pair avec le développement d'une industrie verticalement intégrée, depuis la production de molécules de base, la synthèse de substances actives, la mise au point de formulations, la fabrication des produits finis¹⁵⁵ **et le développement de nouvelles technologies numériques et génétiques en lien étroit avec les universités et la recherche publique**¹⁵⁶.

Les principaux acteurs de ce tissu économique sont concentrés dans l'est de la Chine, dans les provinces du Jiangsu, du Shandong, du Henan et du Zhejiang qui représentent plus de 70% de la production nationale et un

¹⁴⁸ Ibid.

¹⁴⁹ Ibid.

¹⁵⁰ Ibid.

¹⁵¹ Ibid.

¹⁵² Ibid.

¹⁵³ Joint Research Centre of the European Commission. The Contribution of Precision Agriculture Technologies to Farm Productivity and the Mitigation of Greenhouse Gas Emissions in the EU, 2019.

¹⁵⁴ Lyer S., Liu L., Taylor B., Tiwan S., Agrochemical Industry in China: From Self-Reliance to Export to Discovery & Development. Grainews. 2020

<https://www.agribusinessglobal.com/markets/asia/china-agricchemicals-market-a-new-era-is-shaping-the-supply-chain/> consulté le 8 juin 2021

<https://www.chemistryworld.com/news/government-clears-merger-of-sinochem-and-chemchina/4013530.article> consulté le 8 juin 2021

<https://www.yicai.com/news/sinochem-chemchina-merge-to-form-world-biggest-chemical-giant-> consulté le 8 juin 2021

¹⁵⁵ interview with the head of China Crop Protection Industry Association in China Agrochemicals, mars 2017

¹⁵⁶ Ibid.

chiffre d'affaires annuel cumulé de plus de 16,5 milliards de dollars (soit 20% à 30% de plus que celui des entreprises de l'Union Européenne)¹⁵⁷.

Un pas supplémentaire s'est amorcé en 2016, quand ChemChina a racheté l'un des leaders mondiaux de la fabrication intégrée de pesticides, le groupe suisse Syngenta, puis fusionné l'ensemble de ses activités avec celles d'Adama et de Sinochem¹⁵⁸, afin de former un leader mondial présent à la fois sur le développement de nouveaux pesticides sous brevet et sur la fabrication de génériques.

Ce choix stratégique dépasse le domaine de la fabrication de pesticides : il permet à ChemChina de se positionner sur le secteur de l'agriculture numérique en plein essor, mais aussi et surtout sur celui des nouvelles technologies du génie génétique dont Syngenta est l'un des acteurs les plus avancés.

Cette opération semble faire partie d'une stratégie politique plus large portée par l'État chinois : en 2018, les universités publiques chinoises ont publié 2 fois plus d'articles scientifiques sur ces technologies génétiques que les Etats-Unis, deuxième pays le plus actif en la matière au niveau mondial, et le gouvernement chinois investit chaque année environ 2 fois plus de fonds publics pour la recherche agronomique que son homologue américain (environ 10 milliards de dollars en 2013, année la plus récente où des statistiques sont disponibles)¹⁵⁹.

Ces nouvelles technologies de génie génétique (CRISPR-Cas9 (développé initialement dans le secteur médical), mutagenèse par réparation dirigée à l'aide d'oligonucléotides (ODM), nucléase type doigt de zinc ZFN...) permettent de développer de nouvelles semences en ciblant et en modifiant de manière spécifique un ou plusieurs gènes de l'ADN des plantes, et de passer ces modifications à l'ensemble de leurs descendants¹⁶⁰.

Contrairement aux OGMs de première et deuxième génération, ces modifications n'ont pas pour but de lutter contre les ravageurs par le biais de semences résistantes aux herbicides ou sécrétant leurs propres insecticides, mais de **développer des plants plus résistants aux stress environnementaux : pics de températures, périodes de sécheresse, salinisation des sols...**¹⁶¹ Ces plants peuvent ensuite être intégrés à l'offre de service d'agriculture de précision pour prescrire leur usage en fonction des conditions climatiques repérées par capteurs.

Dans une décision de 2018, la Cour Européenne de Justice a considéré que les semences obtenues via ces nouvelles technologies sont des OGM qui nécessitent d'être soumis à la réglementation en vigueur en la matière, alors qu'aux Etats-Unis, le département américain de l'Agriculture (USDA) les exempte de la réglementation couvrant les OGM au motif qu'elles n'ont pas été produites par transfert d'ADN d'autres espèces¹⁶².

Au-delà de l'adaptation aux conditions climatiques, ces technologies génétiques **permettent d'imaginer pouvoir éradiquer certaines espèces classées comme « ravageurs » en rendant stériles des lignées entières**, générant d'importantes controverses en termes d'éthique et de potentielles conséquences sur les écosystèmes¹⁶³.

¹⁵⁷ <http://www.cnchemicals.com/Press/90274-CAC%20Shanghai%202018:%20Overview%20of%20China%E2%80%99s%20agrochemicals%20market.html> consulté le 16 octobre 2020

¹⁵⁸ <https://www.adama.com/en/about-adama/our-history> consulté le 16 octobre 2020

¹⁵⁹ <https://www.sciencemag.org/news/2019/07/feed-its-14-billion-china-bets-big-genome-editing-crops> consulté le 16 octobre 2020

¹⁶⁰ Courtier-Orgogozo, V.; Morizot, B.; Boëte, C. Agricultural Pest Control with CRISPR - based Gene Drive: Time for Public Debate: Should We Use Gene Drive for Pest Control? EMBO Reports, 2017

et <https://corporateeurope.org/en/food-and-agriculture/2018/05/embracingnature> consulté le 16 octobre 2020

¹⁶¹ Nishimoto, R. Global Trends in the Crop Protection Industry. J Pestic Sci, 44 (3), 141–147, 2019

¹⁶² <https://www.sciencemag.org/news/2019/07/feed-its-14-billion-china-bets-big-genome-editing-crops> consulté le 16 octobre 2020

¹⁶³ Courtier-Orgogozo, V.; Morizot, B.; Boëte, C. Agricultural Pest Control with CRISPR - based Gene Drive: Time for Public Debate: Should We Use Gene Drive for Pest Control? EMBO Reports, 2017

3.2. Des impacts positifs pour la société à relativiser à l'aune des enjeux actuels

3.2.1. Les rendements agricoles

Comme décrit dans le chapitre 2, la dynamique de modernisation technique de l'agriculture engendrée par l'utilisation de pesticides de synthèse, mais aussi d'engrais de synthèse, de variétés issues de la sélection dont les variétés hybrides et OGM et de recours à la mécanisation, a permis des gains de productivité sans précédent à partir du milieu du 20^{ème} siècle. Ces derniers sont intrinsèquement liés à la dynamique de spécialisation des fermes et d'augmentation progressive de leur taille qui ont permis d'en maximiser la productivité grâce à la réalisation d'importantes économies d'échelle.

Cela étant, les gains de rendements agricoles observés dans ces systèmes spécialisés ne sont pas inatteignables via d'autres pratiques. Ainsi, les études récentes portant sur des systèmes diversifiés ne reposant pas sur les facteurs de modernisation technologique (machines, engrais, pesticides, variétés hybrides/OGM) révèlent que ces derniers sont plus productifs en biomasse totale lorsque l'on prend en compte l'ensemble des volumes produits sur les différentes cultures (plutôt que les rendements spécifiques de chacune)¹⁶⁴.

Ces recherches montrent ainsi que moins de terres agricoles seraient nécessaires pour produire les mêmes quantités de produits agricoles en polyculture et en cultures associées qu'en monoculture (mais cela nécessiterait des changements complets de systèmes de production agricole)¹⁶⁵. Au-delà des enjeux de volumes, c'est aussi la question des rendements nutritionnels qui devrait être prise en considération dans la comparaison avec les systèmes en quasi-monoculture.

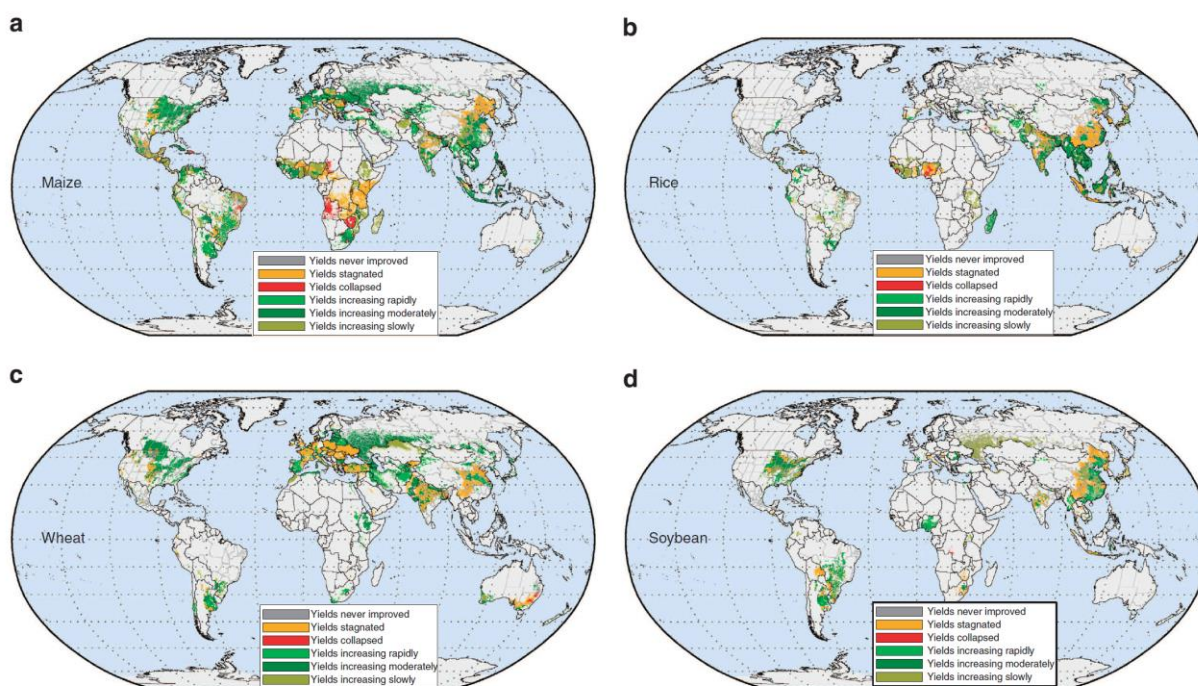


Figure 2 | Global maps of current crop yield trends. At each political unit where (a) maize, (b) rice, (c) wheat and (d) soybean crop yields were tracked globally, we determined the status of their current yield trend. The trends were divided into the six categories and colour coded. We show in the maps only those areas in the political unit where the crop was harvested.

Figure 53. Carte mondiale des tendances d'évolution des rendements de maïs (a), riz (b), blé (c) et soja (d). Source : Ramankutty N., Ray D.K., Mueller N.D., West P.C., Foley J.A. Recent Patterns of Crop Yield Growth and Stagnation. Nature Communication, 2012

¹⁶⁴ Prieto, I., Violle, C., Barre, P., Durand, J.-L., Ghesquiere, M., Litrico, I., Complementary effects of species and genetic diversity on productivity and stability of sown grasslands. Nature Plants 1, 2015

Picasso, V.D., Brummer, E.C., Liebman, M., Dixon, P.M., Wilsey, B.J. Crop species diversity affects productivity and weed suppression in perennial polycultures under two management strategies. Crop Science 48, 2015

Cardinale, B.J., Wright, J.P., Cadotte, M.W., Carroll, I.T., Hector, A., Srivastava, D.S., Loreau, M., Weis, J.J. Impacts of plant diversity on biomass production increase through time because of species complementarity. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A., 2007

¹⁶⁵ IPES Food. From University to Diversity: A Paradigm Shift from Industrial Agriculture to Diversified Agroecological Systems, 2016

Au-delà, des recherches menées depuis 2 décennies ont montré que les rendements des principales cultures ayant fait l'objet de la dynamique de « modernisation » agricole ont commencé à stagner dans plusieurs régions du monde, comme l'illustrent les exemples du maïs au Kansas et du riz à Hokkaido¹⁶⁶. Une méta-analyse de l'évolution des rendements dans le monde de 1961 à 2008 (voir carte ci-dessus) a révélé que dans 24% à 39% des zones de culture de maïs, de riz, de blé et de soja au niveau mondial, les rendements ne se sont pas améliorés, ont fini par stagner voire ont baissé (après une période de gains initiaux)¹⁶⁷.

Ces résultats semblent être attribuables à de multiples facteurs, notamment le changement climatique, la dégradation des terres, la perte de biodiversité et de fonctions écosystémiques associées (cf. chapitre 4 sur les impacts liés aux pesticides), les phénomènes de résistance (cf. chapitre 3.1.2. ci-après) ; la plupart de ces phénomènes - hormis le dérèglement climatique - découlant de la dynamique de spécialisation et d'uniformisation des systèmes de production engendrée par la « modernisation » agricole¹⁶⁸.

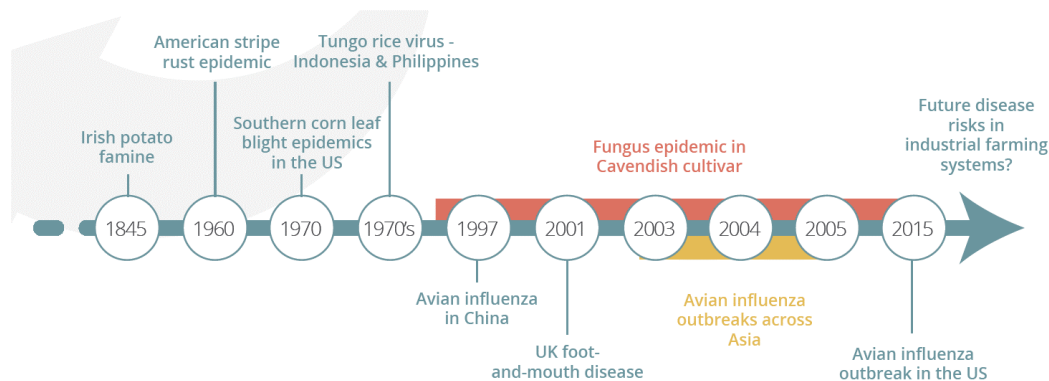


Figure 54. Chronologie des principales épidémies dans les systèmes de culture et d'élevage spécialisés. Source : IPES Food. From University to Diversity: A Paradigm Shift from Industrial Agriculture to Diversified Agroecological Systems, 2016

Cette dynamique d'uniformisation fait de surcroît peser des risques d'épidémies à grande échelle, comme le montrent les principaux épisodes survenus depuis les années 1960 (voir illustration ci-dessus)¹⁶⁹.

Si des leçons ont été tirées de ces crises, les systèmes spécialisés restent vulnérables comme le montre l'exemple récent de la banane Cavendish. Cette variété, qui représente plus de 80% des bananes exportées dans le monde, est actuellement menacée de disparition, comme avant elle la Gros Michel, par une nouvelle souche du champignon *Fusarium* qui est parvenue à devenir résistante à tous les pesticides utilisés dans les plantations¹⁷⁰.

Ce cas n'est pas isolé, comme le montrent les travaux académiques menés depuis plusieurs décennies sur les phénomènes de résistance.

Nom de l'herbicide	Année de mise en marché	Année d'observation des premières résistances
2,4-D	1945	1954
Dalapon	1953	1962
Atrazine	1958	1968
Picloram	1963	1988
Trißuralin	1963	1988
Triallate	1964	1987
Diclofop	1980	1987

Figure 55. Années de commercialisation et d'observation des premières résistances aux principaux herbicides
Source : Palumbi, S. R. Humans as the World's Greatest Evolutionary Force, Science 293, 1786–1790, 2001

¹⁶⁶ Ibid.

¹⁶⁷ Ray, D. K.; Ramankutty, N.; Mueller, N. D.; West, P. C.; Foley, J. A. Recent Patterns of Crop Yield Growth and Stagnation. Nature Communication, 2012

¹⁶⁸ Ibid. et <https://undocs.org/A/HRC/34/48> consulté le 16 octobre 2020

¹⁶⁹ IPES Food. From University to Diversity: A Paradigm Shift from Industrial Agriculture to Diversified Agroecological Systems, 2016

¹⁷⁰ IPES Food. From University to Diversity: A Paradigm Shift from Industrial Agriculture to Diversified Agroecological Systems, 2016 et <https://www.nature.com/articles/s41893-019-0450-8> consulté le 16 octobre 2020

Ainsi des résistances avaient été observées sur les 7 principaux herbicides utilisés en l'an 2000, environ une à deux décennies après leur introduction (voir tableau ci-dessus). En ce qui concerne les ravageurs, ils ont développé des résistances aux insecticides en une décennie, et les bactéries ont donné naissance à des souches résistantes dans les 1 à 3 ans qui ont suivi la commercialisation des principaux antibiotiques¹⁷¹. C'est ce qui fait dire à ces chercheurs que « Chaque outil de défense sème les graines évolutives de sa propre disparition »¹⁷².

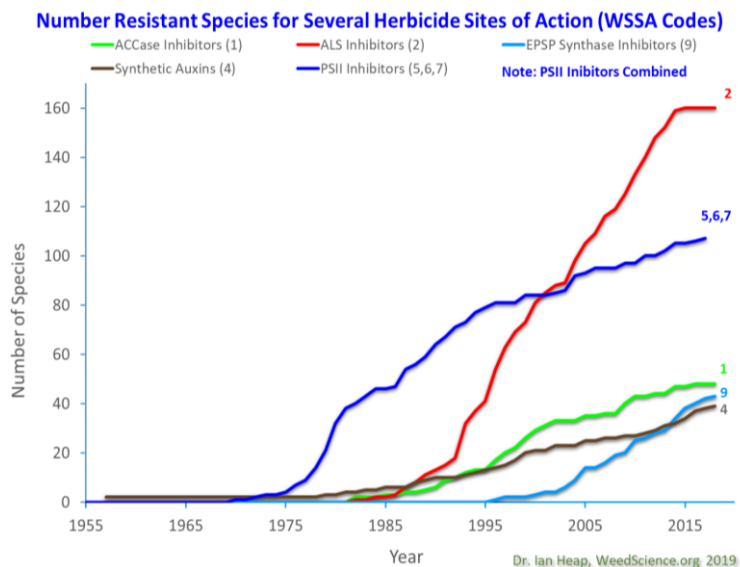


Figure 56. Nombre d'espèces résistantes depuis 1955 pour 5 des principaux herbicides commercialisés (à gauche)
Source : Heap, I. International Survey of Herbicide-Resistant Weeds by WSSA Code - <http://www.weedscience.org>

L'« International Survey of Herbicide-Resistant Weeds » est une enquête menée par des chercheurs dans plus de 80 pays sur les plantes résistantes aux principaux herbicides commercialisés dans le monde. Ses résultats, qui sont mis à la disposition du public sur le site <http://www.weedscience.org>, confirment la montée en puissance du nombre d'espèces résistantes, aussi bien pour les herbicides commercialisés dans les années 1970, que pour les plus récents mis en marché depuis le début des années 2000, à l'image des zones concernées par les résistances au glyphosate qui ne cessent de s'étendre aux Etats-Unis depuis l'année 2008 (cf. ci-dessous).

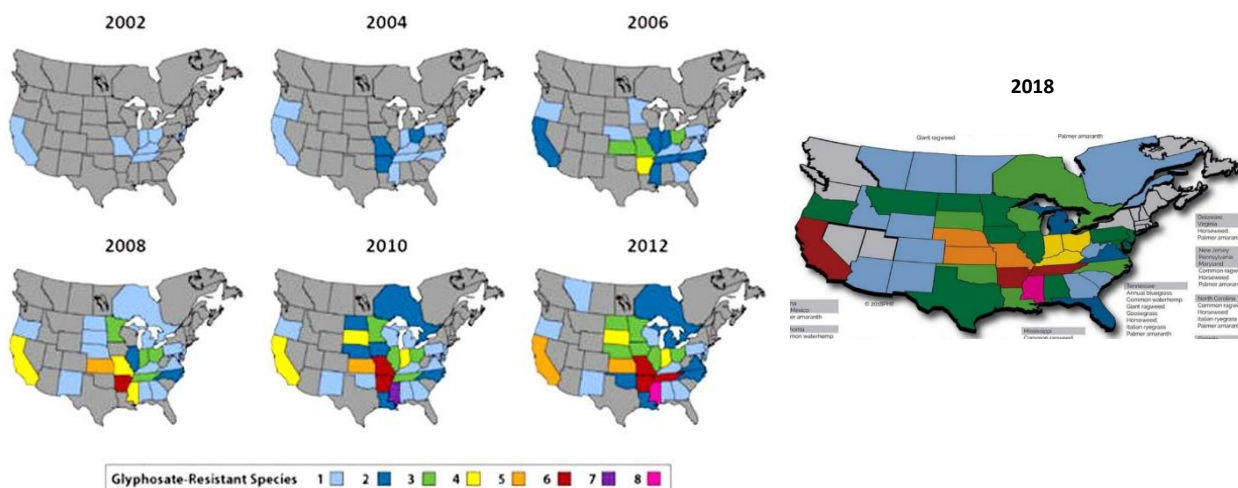


Figure 57. Extension géographique de la résistance au glyphosate aux Etats-Unis depuis 2000
Source : <https://www.ecowatch.com/monsanto-glyphosate-resistance-2449686645.html> et <https://www.pioneer.com/us/agronomy/glyphosate-resistance-weeds.html>

¹⁷¹ Tilman, D.; Cassman, K. G.; Matson, P. A.; Naylor, R.; Polasky, S. Agricultural Sustainability and Intensive Production Practices. Nature, 418 (6898), 671-677, 2002

¹⁷² Ibid.

3.2.3. Les revenus des agriculteurs et le pouvoir d'achat des consommateurs

Pour faire face à la montée de ces résistances, les agriculteurs ont accru significativement leur usage de pesticides sur les 20 dernières années afin de maintenir leurs rendements.

Afin de documenter cette problématique, nous avons investigué les dépenses des exploitations agricoles en matière de pesticides dans l'Union européenne (ce qui permet de pallier les limites et les biais des indicateurs de volume qui ne prennent pas en compte la concentration et la force d'action des produits utilisés).

Notre analyse est basée sur les statistiques du Réseau d'information comptable agricole (RICA). Cette base de données publique (<https://agridata.ec.europa.eu/extensions/FarmEconomyFocus/FarmEconomyFocus.html>) calcule et consolide les informations publiées périodiquement par la Commission Européenne sur le revenu annuel et le capital des exploitations agricoles. Elle décrit de manière très détaillée la situation économique des agriculteurs de l'ensemble de l'Union européenne, organisés en différents groupes (spécialisés dans les céréales, oléagineux et protéagineux, spécialisés dans l'élevage laitier ou l'élevage bovin-viandes, etc.). La pertinence de cette approche a été démontrée par un chercheur de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) et nous avons contrevérifié que ses résultats restaient valables sur la décennie écoulée¹⁷³.

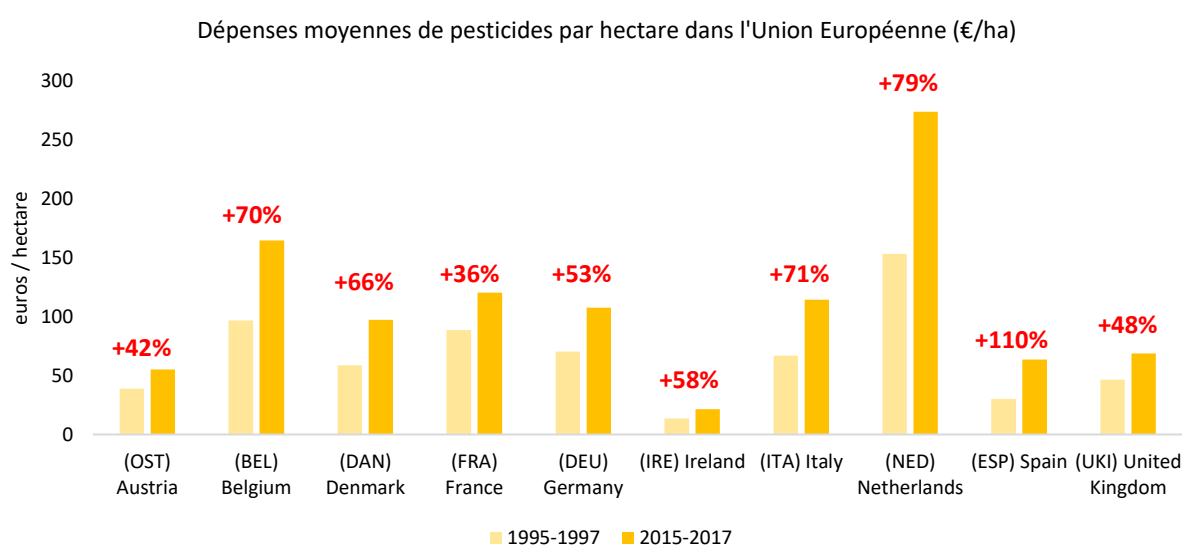


Figure 58. Dépenses moyennes de pesticides par hectare dans les principaux pays agricoles de l'Union Européenne en 1995-1997 et en 2015-2017. Source: BASIC, d'après les statistiques du RICA européen

Afin de corriger les différences de taille des exploitations entre les pays européens, nous avons calculé les dépenses en pesticides par hectare pour chaque pays. Comme l'illustre le graphique ci-dessus, on constate une **augmentation significative des dépenses de pesticides par hectare dans la quasi-totalité des principaux États Membres agricoles de l'Union européenne**. Entre 1995-1997 et 2015-2017, l'augmentation a ainsi été de +58% en Irlande à +110% en Espagne (à comparer avec l'augmentation beaucoup plus faible des rendements sur la même période qui, selon la FAO, a été de +1% à +20% pour les céréales et les légumes dans les différents pays d'Europe de l'Ouest)¹⁷⁴. Au-delà des différences potentielles de spécialisations agricoles entre les Etats membres analysés, ces résultats assez homogènes dans tous les pays amènent à s'interroger sur les impacts socio-économiques de cette évolution sur le revenu des agriculteurs.

¹⁷³ Butault J.P., L'utilisation des pesticides en France – état des lieux et perspective de réduction, 2011

En travaillant sur le cas de la France en 2011, il a prouvé que l'indicateur des dépenses en pesticides peut être utilisé comme un proxy de leur indice de fréquence de traitement (et donc de leur niveau d'utilisation), car ces deux indicateurs maintiennent une corrélation et un ratio relativement stables dans le temps pour les principales cultures. Pour vérifier ce point, nous avons reproduit la méthodologie de ce chercheur pour actualiser ses données et vérifier par recoupement que la corrélation est restée vraie au cours de la dernière décennie. Pour ce faire, nous avons utilisé les enquêtes réalisées par le Ministère de l'Agriculture français sur les indices de fréquence de traitement de différentes cultures en 2006, 2011, 2014 et 2017 ; nous avons ensuite estimé les dépenses en pesticides liées à ces différentes cultures en utilisant la base de données française du RICA et le modèle de régression linéaire développé par le chercheur français.

Nos résultats montrent une corrélation stable dans le temps pour la plupart des principales cultures de 2006 à 2011, particulièrement forte pour le blé panifiable et le maïs. Sur cette base, nous pouvons donc considérer que l'utilisation de l'indicateur de dépenses en pesticides peut servir de proxy pour leur fréquence de traitement.

¹⁷⁴ <http://www.fao.org/faostat/en/#data> consulté le 12 mai 2021.

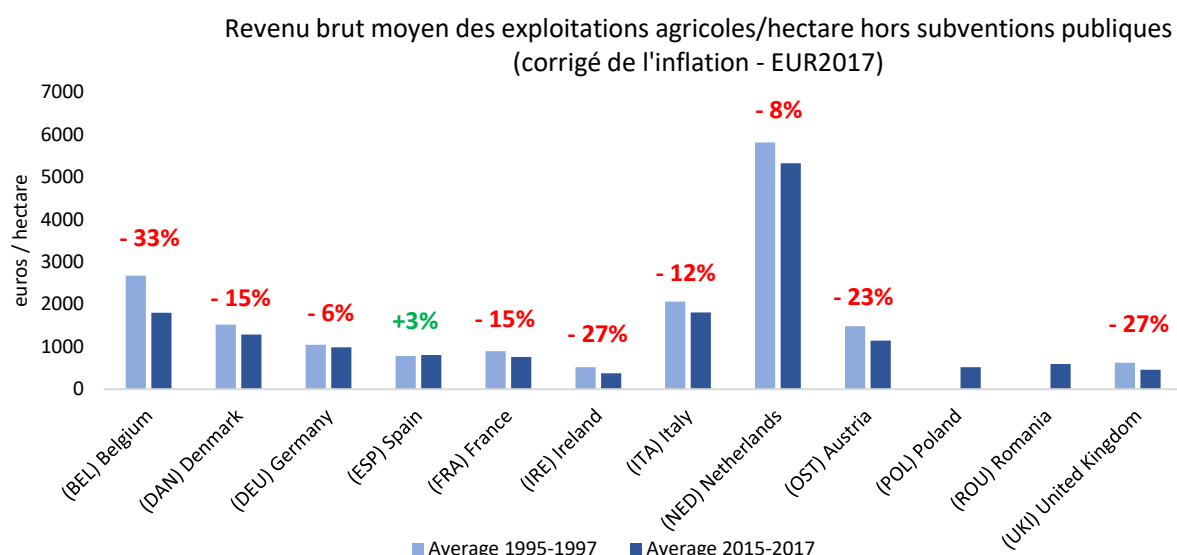


Figure 59. Revenu brut moyen des exploitations agricoles/hectare hors subventions publiques dans les principaux Etats Membres agricoles de l'Union Européenne en 1995-1997 et en 2015-2017. Source: BASIC, d'après les statistiques du RICA européen

Afin d'analyser la performance économique des exploitations agricoles à travers l'Europe, nous avons continué à utiliser les statistiques du RICA pour calculer leur revenu brut moyen sans subventions publiques par hectare. En effet, cet indicateur permet de compenser les différences de taille des exploitations entre les pays, et de documenter la capacité financière des agriculteurs à générer des revenus pour leurs ménages sans aide publique.

Les résultats contrastent fortement avec les chiffres fournis précédemment : **tous les principaux États membres agricoles de l'Union européenne présentent une baisse significative du revenu brut moyen agricole sans subvention**, allant de -6% en Allemagne à -33% en Belgique. La seule exception étant l'Espagne, dont le revenu brut par hectare a légèrement augmenté de 3 %. Ces résultats peuvent ensuite être corrélés avec les dépenses moyennes des exploitations agricoles en pesticides et en engrais afin d'analyser l'évolution de l'efficacité économique de l'utilisation des intrants agricoles depuis 1995.

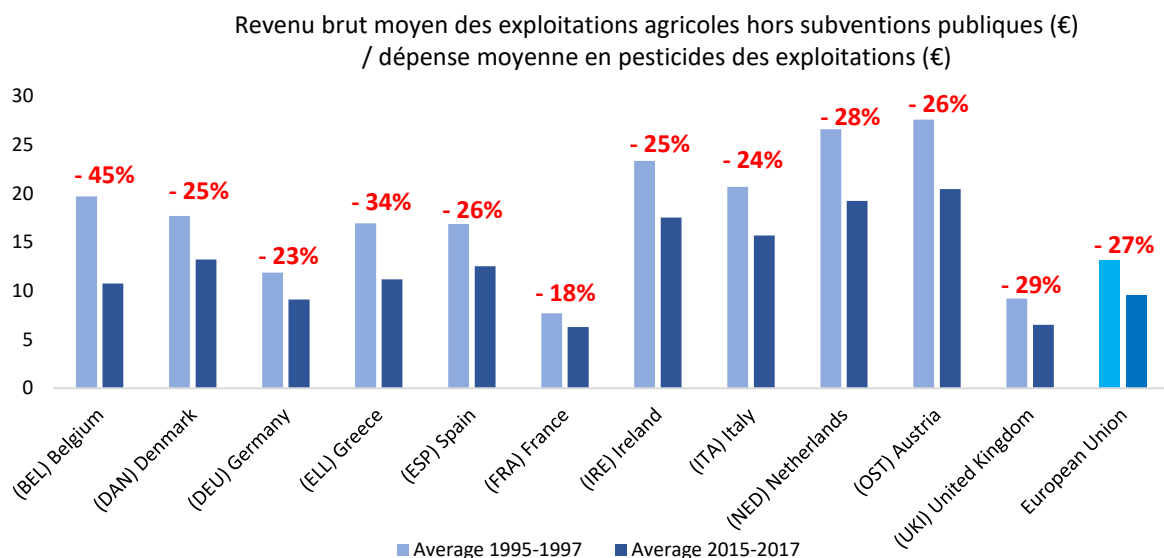


Figure 60. Revenu brut moyen agricole par exploitation hors subventions publiques divisé par les dépenses moyennes en pesticides dans les principaux États membres agricoles de l'Union européenne en 1995-1997 et 2015-2017. Source: BASIC, d'après les statistiques du RICA européen

Les données statistiques du RICA montrent une **diminution significative de l'efficacité économique de l'utilisation des pesticides par les exploitations agricoles européennes** : le revenu brut généré par les exploitations pour chaque euro de dépenses en pesticides a ainsi chuté de 27% dans l'Union européenne, avec

des baisses allant de -18% en France à -45% en Belgique. Compte tenu de cette dynamique économique, on peut émettre l'hypothèse que les agriculteurs européens se trouvent dans un cercle vicieux dans lequel ils dépensent de plus en plus d'argent en pesticides pour tenter de compenser la baisse des rendements (par rapport à la tendance historique), sans parvenir à juguler la diminution de leurs revenus.

Pour mieux comprendre cette situation, nous avons comparé l'évolution parallèle des prix agricoles calculés par Eurostat avec les dépenses des agriculteurs provenant de la base de données RICA.

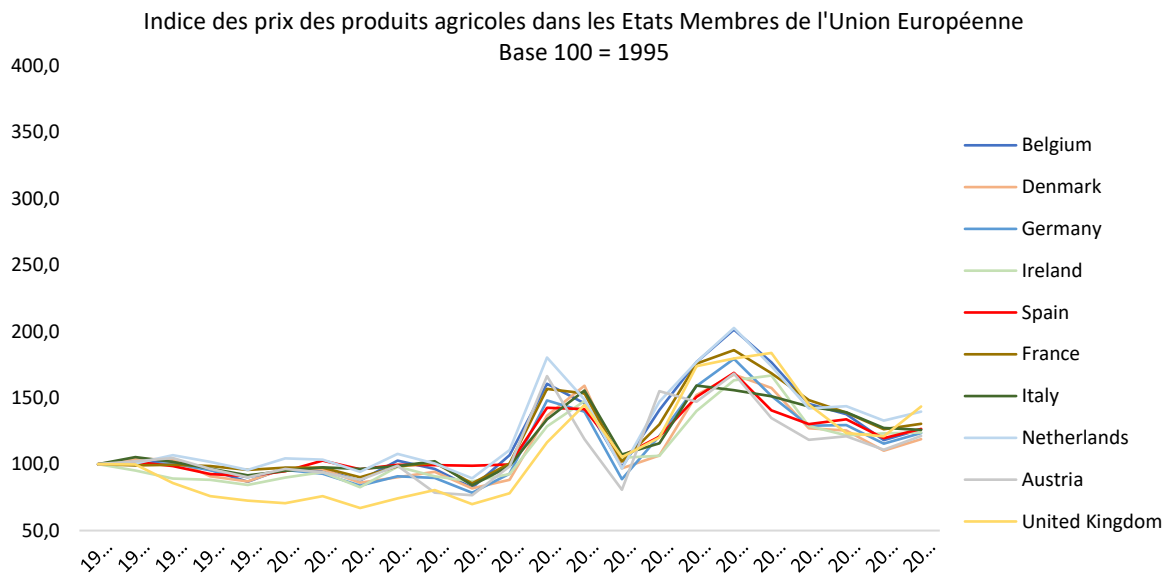


Figure 61. Indice des prix moyen des produits agricoles dans les principaux Etats Membres de l'Union Européenne entre 1995 et 2017. Source: BASIC, sur la base des statistiques d'Eurostat

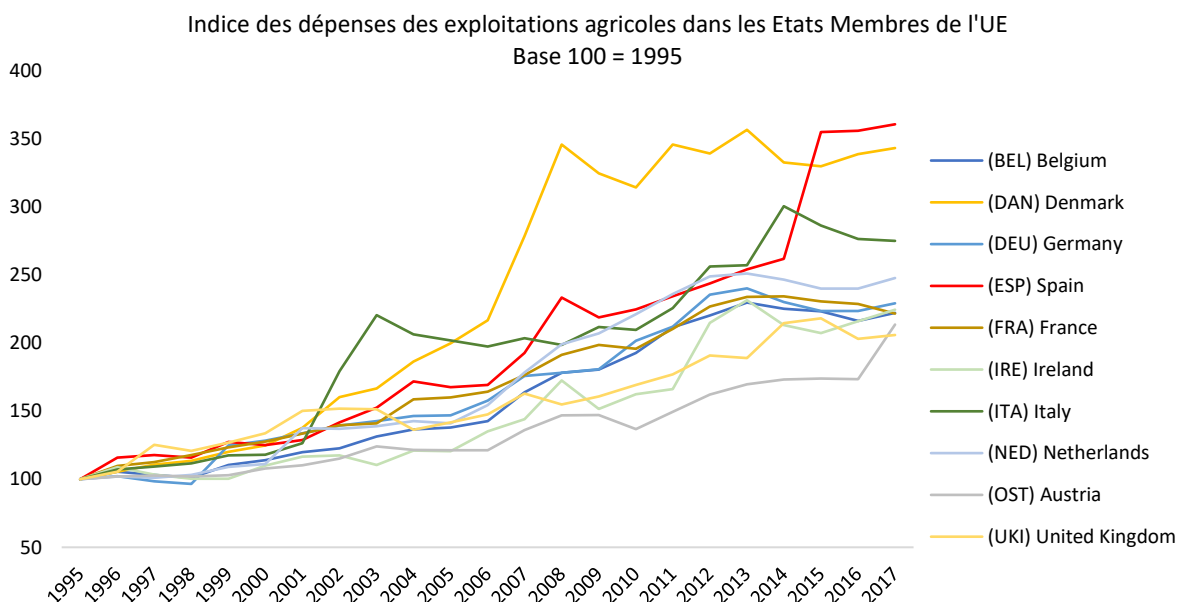


Figure 62. Indice des dépenses moyennes des exploitations agricoles dans les principaux Etats Membres de l'Union Européenne entre 1995 et 2017. Source: BASIC, d'après les statistiques du RICA européen

La comparaison entre les deux séries de données illustrées dans les graphiques ci-dessus permet d'apporter des éclairages complémentaires sur l'évolution du revenu des agriculteurs européens dans les principaux pays agricoles de l'UE. **Même si les prix agricoles moyens** (pour l'ensemble des cultures et des produits animaux) **ont augmenté de 30 % en moyenne** entre 1995 et 2017 dans tous les pays analysés (de +21 % en Autriche à +43 % aux Pays-Bas), **cette amélioration n'a pas été suffisante pour compenser le bond des charges des exploitations**, même en tenant compte de l'augmentation moyenne des rendements détaillée précédemment

En effet, comme l'indiquent les statistiques du RICA, **les charges moyennes des exploitations ont fortement augmenté entre 1995 et 2017 dans tous les principaux États membres agricoles européens : de +213 % en Autriche à +360 % en Espagne**. Cette évolution n'est pas seulement due à l'augmentation des dépenses en pesticides, mais aussi en machines, infrastructures des exploitations, dépenses en aliments pour animaux et en semences, remboursements d'emprunts, etc. Au-delà de cette divergence entre les dépenses toujours croissantes des exploitations et le niveau des prix agricoles, un autre problème crucial est celui de la volatilité des prix qui a également un impact négatif sur le revenu des agriculteurs (le cas du marché européen du lait depuis 2007 en étant la meilleure illustration).

Ces dynamiques ne sont pas inévitables, comme le démontrent plusieurs travaux de recherche récents. L'un des plus complets a été publié en 2019 dans le Journal of Rural Studies et mené par plus de 25 chercheurs de différentes universités et instituts publics européens¹⁷⁵. Cet article traite des **dimensions économiques des systèmes agricoles agroécologiques en Europe**, en s'appuyant sur des données empiriques provenant d'un large éventail de pays qui documentent les performances économiques de différents styles d'agriculture qui peuvent être décrits comme agroécologiques par nature (même s'ils ne se définissent pas nécessairement comme tels). L'éventail des pays, des systèmes d'agriculture agroécologique et des avantages économiques étudiés dans cette recherche sont énumérés dans le tableau ci-dessous.

Case	Criteria	AE compared to average
Netherlands, 'farming economically'	Labour income/100 kg of milk	+110%
Netherlands, Centre for Research in Dairy Farming (PR)	Employment generated at volume of production of 800,000 kg of milk	+100%
France, grassland-based farming	Family income/family worker	+73%
Germany, low concentrate feeding	Income per dairy cow	+60%
Switzerland, organic farming	Employment/farm	+27%
Italy, <i>Rossa reggiana</i>	Income per hour	+15%
Poland, dairy farming	Income according to level of self-provisioning for feed and fodder (0 compared to 51–99)	+53%
Ireland, beef and milk	Gross margins per hectare	increases in the order of 75–80% in a 3–4 year period
UK, sheep farming	Gross value added/ewe	+10%
Spain, Mediterranean crops	Gross Value Added	+35%
Belgium, no tillage crops	Decrease in workload	- 75 min/ha
	Decrease in machine costs	- 60 Euro/ha
Belgium, grass-based farming	Decrease in dependency on subsidies	Subsidies down from more than 60 to only 20% of VA
Portugal, vine growing	Fossil energy consumption/ha	- 30%

Figure 63. Pays, systèmes agricoles, critères de bénéfices économiques et résultats connexes analysés en 2019 par l'équipe de recherche coordonnée par Jan Douwe van der Ploeg. Source: J.D. van der Ploeg et al., *Journal of Rural Studies*, 2019

Cette recherche démontre que **tous les systèmes agroécologiques analysés génèrent des niveaux et une stabilité des revenus et des emplois qui sont, dans les circonstances actuelles, supérieurs à ceux générés par l'agriculture conventionnelle**. Un autre point intéressant qui ressort de cette analyse comparative est que les systèmes agroécologiques étudiés dépendent beaucoup moins des subventions que les systèmes agricoles conventionnels. Cela est dû en grande partie à la manière dont le système de subventions agricoles de l'UE est structuré, mais aussi à leur capacité de génération de revenus plus élevés de ces systèmes agroécologiques.

Une autre recherche importante dans le domaine a été menée par le panel international d'experts sur les systèmes alimentaires durables (IPES-Food) dans son étude "From Uniformity to Diversity : Un changement de paradigme de l'agriculture industrielle vers des systèmes agroécologiques diversifiés" publiée en 2016¹⁷⁶. Leurs travaux montrent que les études produisent de plus en plus de données sur les impacts positifs des systèmes agricoles diversifiés sur les revenus et les moyens de subsistance des agriculteurs :

- Une étude portant sur 55 cultures biologiques pratiquées sur cinq continents pendant 40 ans a révélé qu'en dépit de rendements plus faibles, l'agriculture biologique était nettement plus rentable (+22-35 %) que l'agriculture conventionnelle, les agriculteurs parvenant à capter des marchés à forte valeur ajoutée et obtenant des ratios bénéfices/coûts de 20 à 24 % supérieurs à ceux de l'agriculture conventionnelle¹⁷⁷.

¹⁷⁵ Jan Douwe van der Ploeg, et al., *Journal of Rural Studies*, 2019 <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.09.003>

¹⁷⁶ IPES Food, *From Uniformity to Diversity: A paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems*, 2016

¹⁷⁷ Crowder, D.W., Reganold, J.P., 2015. Financial competitiveness of organic agriculture on a global scale. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112, 7611–7616 et Reganold, J.P., Wachter, J.M., 2016. Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants* 2

- Une étude menée dans huit pays en 2014 a révélé que le nombre de cultures produites par une exploitation donnée est positivement corrélé au revenu des ménages, ainsi qu'à la diversité alimentaire¹⁷⁸.
- Une étude néerlandaise menée en 1999 a conclu que les systèmes d'agriculture mixte peuvent permettre d'augmenter de 25 % le revenu du travail par hectare sans accroître la pollution environnementale¹⁷⁹.

Tableau 3 – Estimation des coûts et bénéfices post-transition vers l'agriculture biologique (toutes subventions exclues)

Étude	Filière	Coûts et bénéfices €/ha/an			
		MB	MD	EBE	RC
Ecophyto R & D (INRA)	Centre Poitou	398 (+ 96 %)	385 (+ 274 %)	x	x
	Céréaliier Intensif				
	Midi-Pyrénées, Aquitaine, Languedoc	348 (+ 75 %)	331 (+ 170 %)	x	x
	Sud-Est	215 (+ 36 %)	227 (+ 4 %)	x	x
	Centre Poitou	207 (+ 50 %)	309 (+ 221 %)	x	x
	Céréaliier mixte Extensif				
	Midi-Pyrénées, Aquitaine, Languedoc	157 (+ 34 %)	255 (+ 131 %)	x	x
	Sud-Est	24 (+ 176 %)	151 (+ 51 %)	x	x
CERFRANCE Agri'Scopie Occitanie	Céréales	40 (+ 6 %)	-30 (- 20 %)	x	-70 (- 52 %)
CERFRANCE L'Observatoire économique	Lait	514 (+ 88 %)	241 (+ 225 %)	302 (+ 2 517 %)	142 (+ 51 %)
	Spécialisée viande bovine	- 197 (- 36 %)	-202 (- 109 %)	-178 (- 223 %)	-173 (- 124 %)
	Polyculture élevage viande bovine	123 (+ 28 %)	57 (+ 104 %)	177 (+ 5 900 %)	124 (+ 54 %)
	Cultures de vente (dont polyculture élevage hors monogastriques)	126 (+ 35 %)	97 (+ 86 %)	133 (+ 124 %)	133 (+ 37 %)
Dossier INSEE	Viticulture	x	x	2 506 (+ 72 %)	x
	Maraichage	x	x	594 (+ 29 %)	x
	Lait (€/L)	x	x	100 (+ 12 %)	x
CERFRANCE Adheo	Pas de distinction mais part importante d'exploitations en élevage	x	x	64 (+ 33 %)	x

MB = marge brute

MD = marge directe

EBE = excédent brut d'exploitation

RC = résultat courant

Lecture : le tableau présente les bénéfices ou les coûts globaux estimés post-transition en valeur (€/ha/an) et en pourcentage. Les bénéfices les plus importants en valeur sont estimés à partir du plus grand échantillon (échelle France métropolitaine) pour des exploitations viticoles. Ce gain d'EBE est estimé à 2 506 €/ha/an, soit plus de 4 fois celui estimé en maraichage et 25 fois celui estimé en bovins lait pour des échantillons couvrant la France métropolitaine également. Les bénéfices les plus faibles en valeur sont estimés pour les exploitations en polyculture élevage viande bovine de Bourgogne et de Franche-Comté. Certaines valeurs peuvent paraître surprenantes. On calcule par exemple un bénéfice global sur l'EBE en €/ha hors aides pour 2016 de 2 517 % en lait et de 5 900 % en polyculture élevage viande bovine. Cela s'explique par les performances économiques particulièrement basses des exploitations conventionnelles cette année-là, avec des résultats courants avant impôt négatifs : l'EBE hors aides PAC pour 2016 n'est que de 12 €/ha en conventionnel, contre 314 €/ha en bio pour les exploitations laitières de l'échantillon. En viande bovine polyculture élevage, ce même indicateur atteint 3 €/ha en conventionnel et 180 €/ha en bio. En d'autres termes, hors aides PAC, ces exploitations conventionnelles issues des échantillons dégagent très peu de valeur pour rémunérer l'exploitant, rembourser les annuités d'emprunt et constituer une réserve pour l'autofinancement. Notons que ce résultat est lié à l'année considérée (2016).

Figure 64. Estimation des coûts et des avantages de la conversion à l'agriculture biologique en France.

Source: France Stratégie, 2020

Plus récemment, une étude publiée en août 2020 par France Stratégie, le think tank des services du Premier ministre français, a montré que l'agriculture biologique est le modèle d'agriculture agroécologique le plus efficace en France d'un point de vue économique, ainsi qu'en termes d'exigences environnementales (voir les principaux résultats dans le tableau ci-dessus). Plus précisément, cette recherche montre que, bien que la moindre utilisation de pesticides et d'engrais de synthèse induise une baisse des rendements et que le désherbage mécanique nécessite une main-d'œuvre supplémentaire, ces coûts plus élevés sont compensés par des prix plus élevés sur le marché biologique, contrairement à la situation sur les marchés conventionnels¹⁸⁰. Outre la meilleure rentabilité de l'agriculture biologique, on observe une moindre dispersion et une meilleure stabilité des résultats entre les exploitations au sein des échantillons étudiés qui s'explique notamment par les prix moins volatils des produits qui sont liés aux contrats le plus souvent à plus long terme proposés aux agriculteurs sur les marchés biologiques.

Au-delà, l'analyse plus globale de la dynamique économique au sein du système alimentaire permet d'identifier d'autres facteurs structurels clés pouvant expliquer l'évolution du revenu des agriculteurs au cours des dernières décennies. Le plus important de ces facteurs est la déconnexion entre les prix agricoles en début de chaîne et les prix à la consommation en fin de chaîne.

¹⁷⁸ Pellegrini, L., Tasciotti, L., 2014. Crop diversification, dietary diversity and agricultural income: empirical evidence from eight developing countries. Canadian Journal of Development Studies / Revue canadienne d'études du développement 35, 211–227

¹⁷⁹ Bos & Van De Ven, 1999

¹⁸⁰ France stratégie, Les performances économiques et environnementales de l'agroécologie, August 2020

Indice des prix des matières premières agricoles cotées internationalement en bourse
Base 100 = 1900. Source : Jacks, 2019

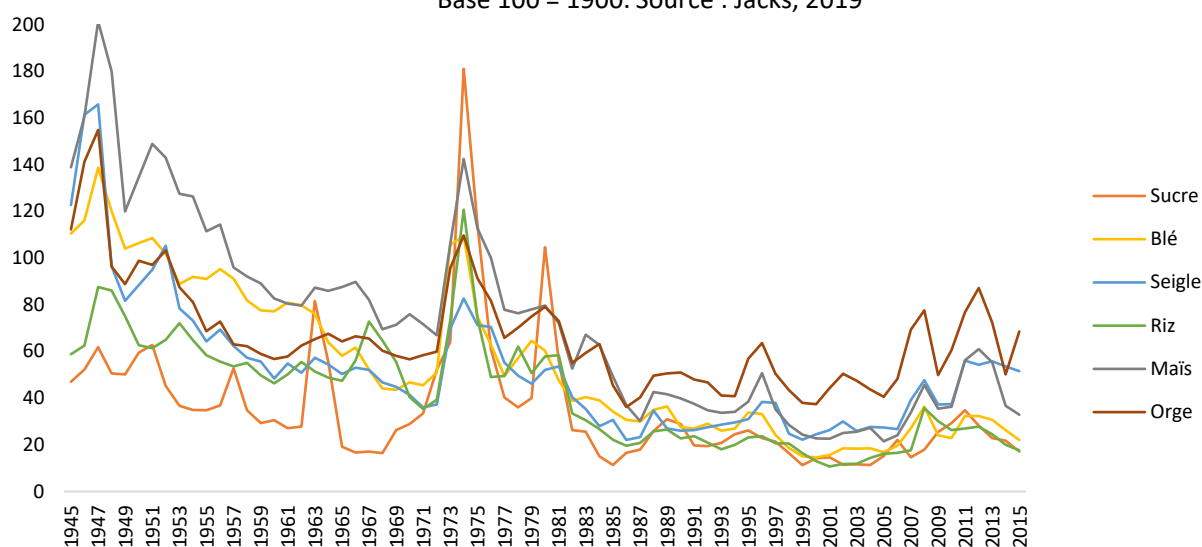


Figure 65. Indice des prix des matières premières agricoles cotées internationalement en bourse
Source: D. S. Jacks, *From Boom to Bust: A Typology of Real Commodity Prices in the Long Run*, 2019

La hausse très importante des rendements agricoles engendrée depuis le milieu du 20^{ème} siècle s'est accompagnée d'une baisse concomitante des cours mondiaux des produits concernés¹⁸¹, comme l'illustrent les travaux de David J. Jacks de l'Université S. Fraser : les prix moyens annuels (non corrigés de l'inflation) d'une tonne de blé, maïs, riz, seigle, orge et sucre ont été divisés par un facteur de 2 à 5 entre 1945 et 2015 (hormis les « pics » conjoncturels des périodes 1973-1980 et 2007-2013).

Ceci s'explique par la mise en concurrence des producteurs sur des marchés de matières premières agricoles de plus en plus standardisées à l'échelle internationale, qui a créé une pression économique croissante sur les agriculteurs. Pour rester compétitifs et maintenir leurs revenus, ces derniers se sont engagés dans une recherche constante d'économies d'échelle et de baisse de leurs coûts de production par unité de volume (en particulier via la spécialisation de leur production et l'augmentation de la taille de leur ferme)¹⁸².

Indice des prix alimentaires de la FAO

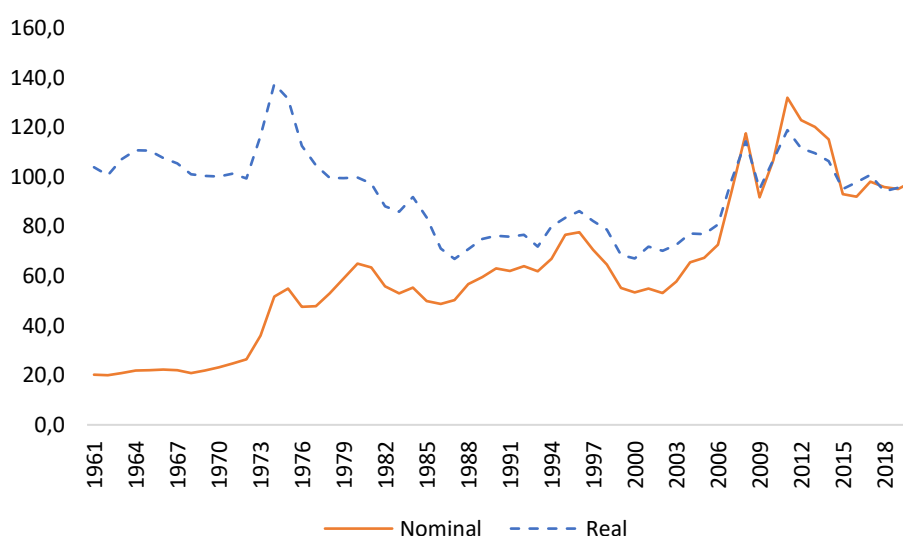


Figure 66. Indice des prix alimentaires (niveau des prix à la consommation) entre 1961 et 2018. Source: FAO

¹⁸¹ IPES Food. *From University to Diversity: A Paradigm Shift from Industrial Agriculture to Diversified Agroecological Systems*, 2016

¹⁸² Ibid.

Cette évolution des prix des produits agricoles contraste fortement avec l'évolution des prix alimentaires à la consommation mesurés chaque année par la FAO (cf. graphique ci-dessus). Afin de pouvoir comparer les prix à la consommation avec les prix agricoles, les deux sont exprimés en monnaie courante non corrigé de l'inflation (car les prix agricoles sont le plus souvent exprimés en dollars et ne peuvent pas être corrigés de l'inflation de manière significative du fait des grands écarts d'inflation entre les pays producteurs).

Ainsi, en monnaie courante, **les prix alimentaires à la consommation ont été multipliés par 5 depuis 1961 au niveau mondial alors que les prix des produits agricoles ont été divisés par 2 sur la même période**. Cette augmentation des prix à la consommation est principalement liée au développement des produits transformés et à la segmentation de l'offre par le biais du marketing et des caractéristiques « immatérielles » (image et notoriété de la marque, investissements publicitaires, etc.), cette évolution étant autant portée par les acteurs de l'industrie agroalimentaire que par ceux du secteur de la distribution¹⁸³.

Cette forte augmentation des prix alimentaires sur le long terme n'a été que faiblement ressentie par les consommateurs dans une majorité de pays, car elle a principalement suivi l'évolution de l'inflation nationale des différents pays.

Du côté des agriculteurs, la baisse substantielle des prix mondiaux des principales commodités agricoles indique que **les gains de productivité sans précédent de l'agriculture depuis 1945 ne leur ont pas bénéficié**. Par contraste, **ce sont les autres acteurs de la chaîne, notamment ceux de l'industrie agroalimentaire et de la grande distribution qui en ont majoritairement tiré les bénéfices** (et dans une certaine mesure aussi aux consommateurs)¹⁸⁴. Ce phénomène a notamment été démontré par les travaux de J-P Butault de l'INRA, qui a comparé l'évolution des prix agricoles et des prix alimentaires en France entre 1978 et 2005¹⁸⁵.

Plus récemment, cette **tendance a été confirmée à l'échelle mondiale par l'équipe de recherche** de G. Gereffi, responsable du Center on Globalization, Governance and Competitiveness de l'Université Duke¹⁸⁶.

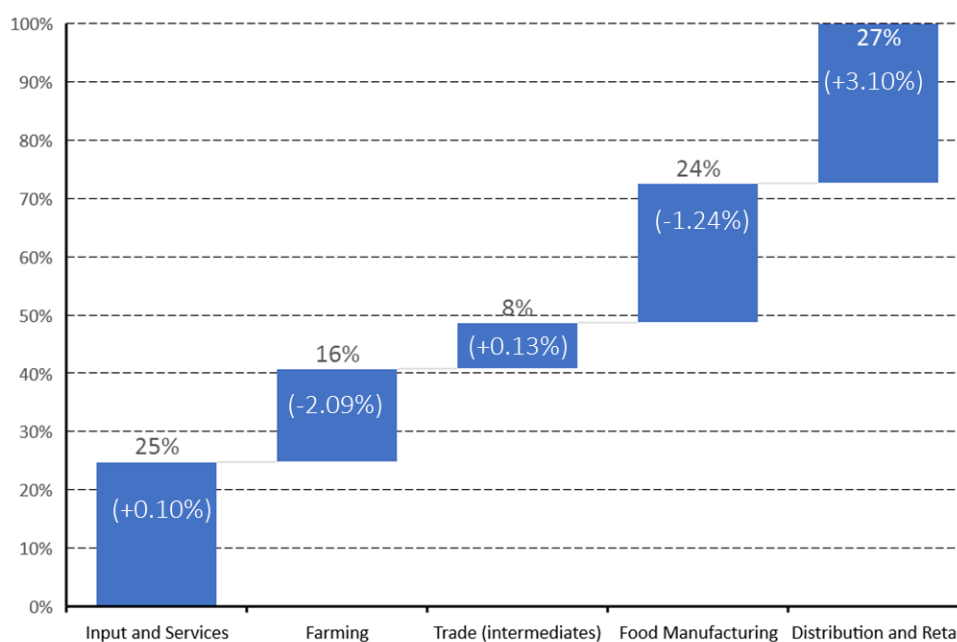


Figure 67. Répartition de la valeur dans les chaînes de valeur alimentaires en 1995 (évolution, 1995-2011)

¹⁸³ IPES Food, From Uniformity to Diversity: A paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems, 2016

¹⁸⁴ Ibid.

¹⁸⁵ Butault J.P., La relation entre prix agricoles et prix alimentaires. Revue française d'économie, 2008

¹⁸⁶ Le Centre sur la mondialisation, la gouvernance et la compétitivité (CGGC), affilié à l'Institut de recherche en sciences sociales de l'université de Duke, s'articule autour de l'utilisation de la méthodologie de la chaîne de valeur mondiale (CVM), développée par le directeur du Centre, Gary Gereffi. Le Centre met en œuvre cette méthodologie pour étudier les effets de la mondialisation sur divers sujets d'intérêt, notamment : la modernisation industrielle, la compétitivité internationale, l'environnement, la santé mondiale, l'ingénierie et l'esprit d'entreprise, et l'innovation dans l'économie mondiale de la connaissance. De plus amples informations sur le CGGC sont disponibles à l'adresse suivante : <http://www.cggc.duke.edu/>

Source: G. Gereffi and A. Abdulsaman, 2017

G. Gereffi et son équipe ont mené une enquête sur la **répartition de la valeur ajoutée dans les chaînes de valeur mondiales de l'agroalimentaire entre 1995 et 2011** en utilisant les tableaux d'entrées-sorties qui couvrent 40 pays, y compris tous les pays de l'UE 27 et 13 autres grandes économies avancées et émergentes¹⁸⁷. Au niveau mondial agrégé, **les agriculteurs ne représentaient que 16 % de la valeur ajoutée totale générée par les chaînes de valeur mondiales agroalimentaires en 1995 et leur part a encore diminué pour atteindre moins de 14 % en 2011**. Cette diminution de la part de valeur des agriculteurs contraste avec la trajectoire ascendante des segments pré- et post-agricoles qui se sont collectivement approprié 86% de la valeur totale en 2011. Le segment du commerce de détail est celui qui a le plus augmenté sa part de valeur, de plus de trois points de pourcentage par rapport à 1995, et représentait plus de 30 % de la valeur totale en 2011¹⁸⁸.

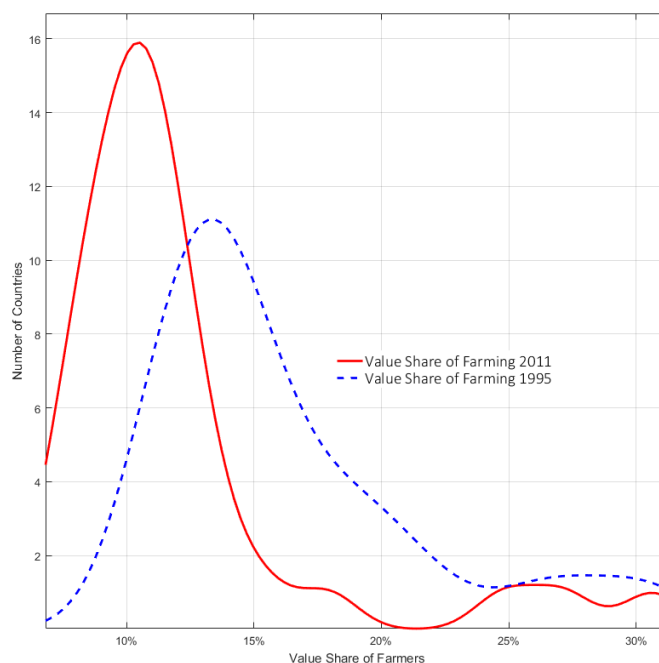


Figure 68. Évolution de la répartition de la part des agriculteurs dans la valeur ajoutée des chaînes de valeur mondiales de l'alimentation, 1995 à 2011. Source: G. Gereffi and A. Abdulsaman, 2017

Les parts de valeur des agriculteurs peuvent fortement varier, allant de 7% à 31% (cf. graphique ci-dessus). Par-delà ces différences, **la tendance à la baisse de la part de valeur des agriculteurs est presque universelle**, confirmée par le changement de forme et de position des courbes ci-dessus entre 1995 et 2011 (la courbe de 2011 présente un décalage vers la gauche qui confirme que la part de valeur des agriculteurs a diminué par rapport à 1995 sur l'ensemble de l'échantillon de pays).

Au niveau global, **cette diminution de la part de valeur des agriculteurs s'explique par plusieurs facteurs**¹⁸⁹ :

- **La consommation accrue de produits alimentaires ultra transformés, prêts à l'emploi et de grande marque** qui sont associés à une part agricole plus faible que les produits frais ou moins transformés,
- La place prise par les activités de "services" immatériel ou à forte intensité de connaissances qui sont à forte valeur ajoutée et essentiellement réalisées par les acteurs de l'aval (marques, distributeurs),

¹⁸⁷ La base de données du WIOD fournit une série chronologique de tableaux mondiaux d'entrées-sorties (WIOT) à partir de 1995. Elle couvre 40 pays, dont les 27 pays de l'UE et 13 autres grandes économies avancées et émergentes, à savoir l'Australie, le Brésil, le Canada, la Chine, l'Inde, l'Indonésie, le Japon, le Mexique, la Russie, la République de Corée, Taïwan, la Turquie et les États-Unis. Selon les statistiques du Fonds monétaire international (FMI), ces pays représentaient ensemble, en 2011, 85 % du produit intérieur brut mondial et 64 % de la population mondiale. Ils représentent également les marchés d'exportation de produits alimentaires de grande valeur au niveau mondial.

¹⁸⁸ G. Gereffi and A. Abdulsaman, Measurement In A World of Globalized Production What are potential drivers of "unequal" value distribution in agri-food value chains? Center on Globalization, Governance and Competitiveness, Duke University 2017

¹⁸⁹ Ibid.

- La place prise par les fonctions de service, telles que le développement de produits et le marketing réalisées en interne par les marques et distributeurs, lesquels ont préféré externaliser les activités industrielles les plus standardisées.

Cette dynamique économique a été démontrée dans le cas de la France par l'Observatoire de la Formation des Prix et des Marges des Produits Alimentaires, qui estime chaque année une mesure de l' « Euro alimentaire »¹⁹⁰.

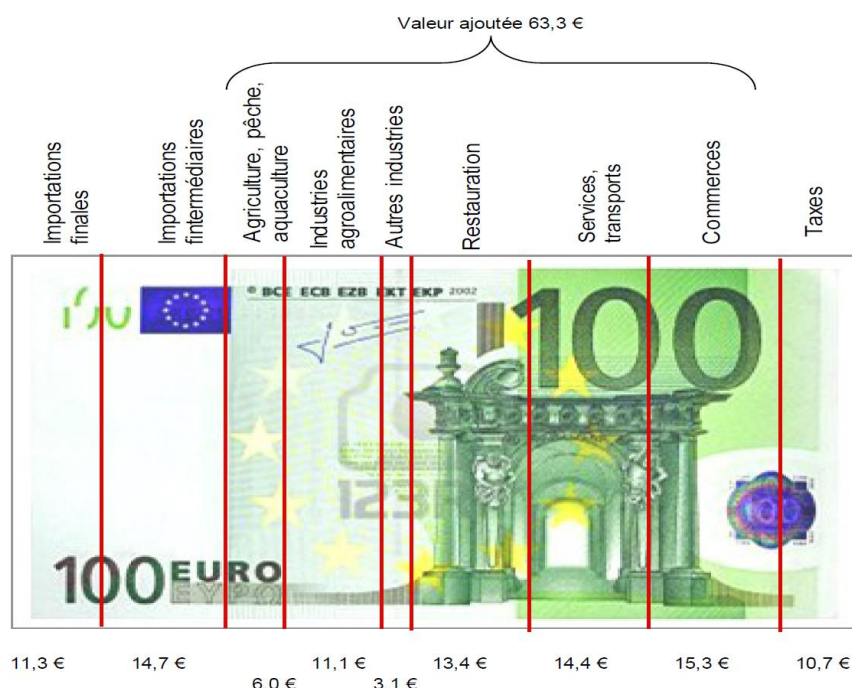


Figure 69. French Food Euro breakdown in 2016

Source: French Food Sector Price and Margin Formation Observatory, 2020

Sur 100 euros dépensés en alimentation à domicile par un consommateur français en 2016, 6 euros reviennent à l'agriculture française, 26 euros à l'importation de produits alimentaires, 10,7 euros de taxes et le reste correspond à la valeur créée par la transformation, le commerce de détail, la restauration et le transport¹⁹¹. De manière dynamique, **la part de l'euro revenant à l'agriculture française a diminué de plus de 30% depuis 1995**, alors que les autres composantes de l'euro alimentaire sont en hausse, à l'exception de la part de l'industrie qui a diminué de 17% (cf. graphique ci-dessus).

3.2.2. La sécurité et la souveraineté alimentaire

Dans le contexte de la baisse de la part de la valeur revenant aux agriculteurs dans les chaînes alimentaires, les estimations des Nations Unies démontrent que **la majorité des personnes souffrant de la faim dans le monde sont des agriculteurs**¹⁹².

Ainsi, en 2019, la FAO a estimé que 690 millions de personnes souffraient de sous-nutrition dans le monde, principalement localisées sur le continent africain et en Asie du Sud¹⁹³. Ce nombre a suivi une baisse de long terme depuis les années 1970, atteignant un **point bas en 2014, puis a de nouveau augmenté de 10 % depuis cette date** (voir le graphique ci-dessous).

¹⁹⁰ Observatoire de la Formation des Prix et des Marges des Produits Alimentaires, Rapport au Parlement, 2020

¹⁹¹ Ibid.

¹⁹² INRA, CIRAD. Comité Consultatif Commun d'éthique Pour La Recherche Agronomique, 2009

Borlaug N, Feeding a hungry world. Science 318(5849):359, 2007

¹⁹³ <https://www.who.int/news-room/detail/13-07-2020-as-more-go-hungry-and-malnutrition-persists-achieving-zero-hunger-by-2030-in-doubt-un-report-warns> consulté le 7 mai 2021

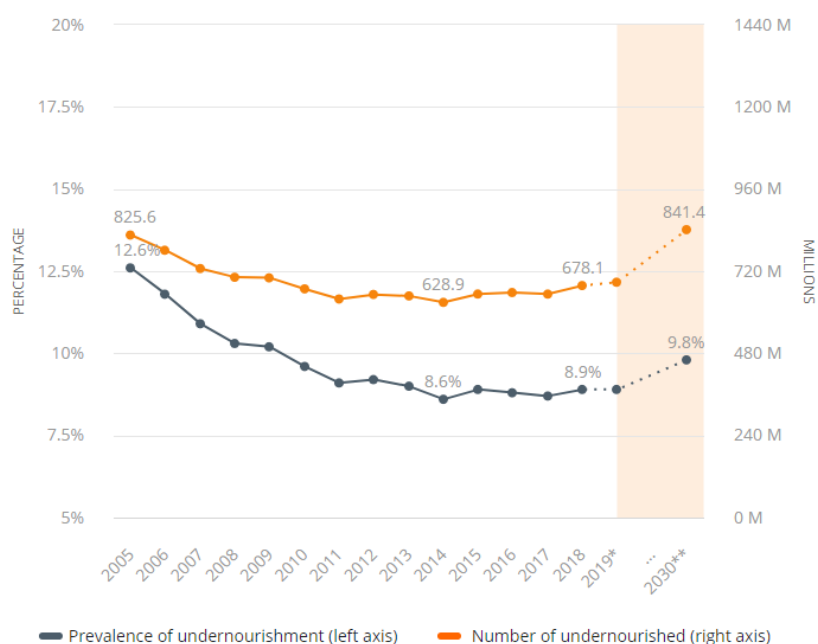


Figure 70. Évolution du taux de prévalence de la sous-nutrition et du nombre de personnes qui en souffrent dans le monde depuis 2005, et projections à 2030. Source : FAO, *The State of Food Security and Nutrition in the World, 2020* (<http://www.fao.org/hunger/en/>)

Ce chiffre pourrait dépasser les 840 millions de personnes en 2030 au vu des tendances observées fin 2019¹⁹⁴ (sans prendre en compte la crise actuelle du Covid qui pourrait engendrer entre 83 et 132 millions de personnes supplémentaires souffrant de la faim en 2020, du fait de la récession économique déclenchée par la pandémie¹⁹⁵). **Jusqu'en 2014**, les résultats positifs obtenus en matière de diminution de la sous-alimentation semblent corrélés aux investissements dans la croissance des rendements agricoles, associés à la libéralisation du commerce qui a permis d'accroître la compétitivité du marché et de faire en sorte que la nourriture devienne plus abondante et moins chère alors même que la population mondiale ne cessait d'augmenter¹⁹⁶.

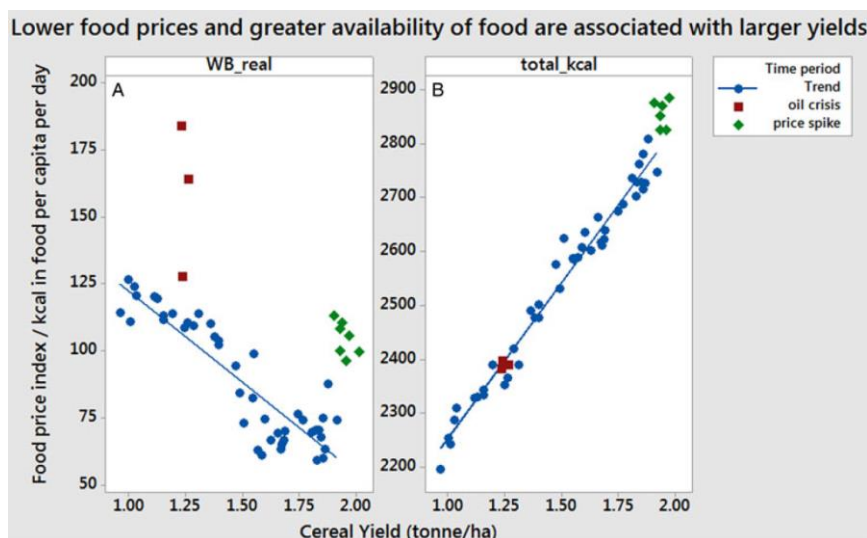


Figure 71. Relation entre les rendements céréaliers mondiaux moyens (indicateur de la productivité agricole), le prix et la disponibilité des aliments. Les codes couleur représentent la "normale" ou la "tendance" (bleu), la crise pétrolière des années 1970 (rouge) et la période de la flambée des prix alimentaires de 2007 (vert). Source: Benton TG, Bailey R. (*Global Sustainability journal*, 2019)

¹⁹⁴ FAO, *The State of Food Security and Nutrition in the World, 2020* - <http://www.fao.org/hunger/en/> consulté le 7 mai 2021

¹⁹⁵ <https://www.who.int/news-room/detail/13-07-2020-as-more-go-hungry-and-malnutrition-persists-achieving-zero-hunger-by-2030-in-doubt-un-report-warns> consulté le 7 mai 2021

¹⁹⁶ Ercsey-Ravasz, M., Toroczka, Z., Lakner, Z., & Baranyi, J. Complexity of the international agro-food trade network and its impact on food safety. *PLoS One*, 7(5), 2012

C'est ce qu'ont objectivé Tim Benton et Rob Bailey dans un article scientifique récent paru dans le Global Sustainability Journal de Cambridge University press, en se basant sur les données de la Banque mondiale et de FAOSTAT depuis les années 1970. Leur modèle économétrique à variable instrumentale montre ainsi que l'augmentation des rendements céréaliers est corrélée à la baisse du prix moyen des aliments et à l'augmentation des calories disponibles par personne au niveau mondial (cf. diagramme ci-dessous).

Selon ces chercheurs, ces corrélations sont le résultat de la **spécialisation croissante de l'agriculture mondiale, qui se concentre de plus en plus sur un petit nombre de cultures végétales** hautement productives, adaptées aux systèmes agricoles industriels et cultivées à grande échelle dans un nombre limité de régions. Ainsi, plus de 50 % des calories produites actuellement au niveau international proviennent du blé, du riz et du maïs, et ce chiffre atteint 76 % si l'on ajoute le sucre, l'orge, le soja, la palme et la pomme de terre¹⁹⁷.

D'après eux, cette évolution a engendré plusieurs conséquences néfastes, notamment¹⁹⁸ :

- **la croissance de la consommation d'aliments (ultra-)transformés non équilibrés**, les industriels agroalimentaires ayant formulé des quantités croissantes de produits dérivés de ces denrées agricoles abondantes, peu coûteuses et très caloriques,
- **la croissance rapide du secteur de l'élevage et la croissance associée de la consommation de viande et de produits laitiers**, grâce à l'augmentation de la disponibilité et de l'accessibilité financière des aliments pour animaux dérivés des cultures végétales de base, notamment le soja et les céréales secondaires,
- **le manque d'incitation économique à éviter le gaspillage alimentaire** vu le faible prix des aliments permis par la croissance des rendements et la concurrence mondiale.

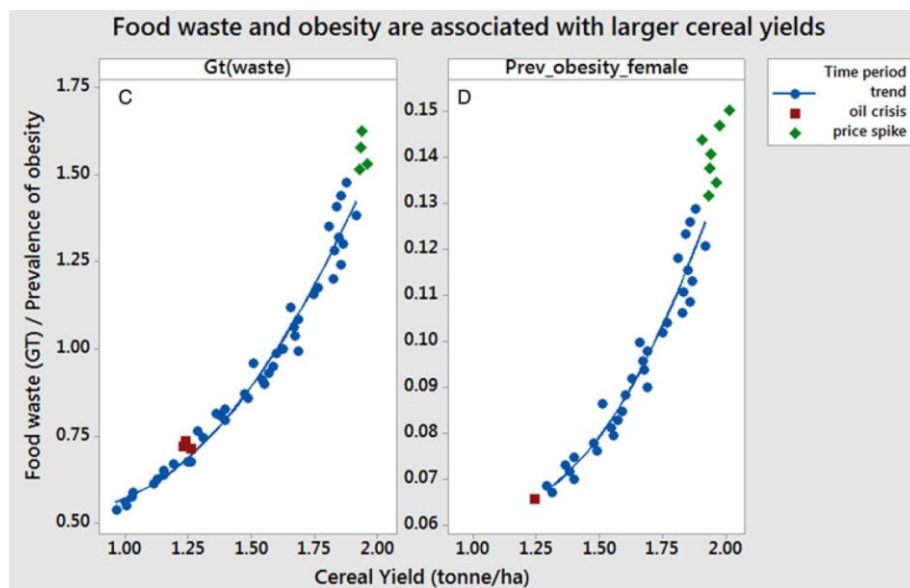


Figure 72. Relation entre les rendements céréaliers mondiaux moyens (en tant qu'indicateur de la productivité agricole), le gaspillage alimentaire et l'obésité. Les codes couleur représentent la "normale" ou la "tendance" (bleu), la crise pétrolière des années 1970 (rouge) et la période de la flambée des prix alimentaires de 2007 (vert). Source: Benton TG, Bailey R. (Global Sustainability journal, 2019)

Pour **objectiver ces tendances**, Tim Benton et Rob Bailey ont utilisé les données de deux autres études récentes sur l'obésité (NCD-RisC, 2016¹⁹⁹) et les déchets (Porter et al., 2016²⁰⁰) et ont démontré que²⁰¹ :

¹⁹⁷ T.G. Benton, R. Bailey, The paradox of productivity: agricultural productivity promotes food system inefficiency. Global Sustainability 2, e6, 1–8, 2019 <https://doi.org/10.1017/sus.2019.3>

¹⁹⁸ Ibid.

¹⁹⁹ NCD-RisC. Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19.2 million participants. The Lancet, 387(10026), 1377–1396, 2016

²⁰⁰ Porter, S. D., Reay, D. S., Higgins, P., & Bomberg, E. A half-century of production-phase greenhouse gas emissions from food loss and waste in the global food supply chain. Science of the Total Environment, 571, 721–729, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.07.041>

²⁰¹ T.G. Benton, R. Bailey, The paradox of productivity: agricultural productivity promotes food system inefficiency. Global Sustainability 2, e6, 1–8, 2019 <https://doi.org/10.1017/sus.2019.3>

- **à mesure que les rendements croissent, le nombre de personnes en surpoids et obèses augmente** (cf. schéma ci-dessus) car les calories deviennent moins chères et plus disponibles. L'accent mis sur la croissance des rendements pour réduire la faim contribue ainsi à la convergence des régimes alimentaires mondiaux vers des produits alimentaires plus uniformes qui sont fabriqués à partir d'un nombre limité de cultures végétales de base bon marché à forte densité énergétique plutôt que des fruits et légumes riches en nutriments mais plus coûteux.
- **à mesure que les rendements augmentent, le gaspillage croît encore plus rapidement** (cf. diagramme ci-dessus) en raison de la disponibilité d'aliments bon marché. En outre, l'utilisation croissante des cultures végétales pour l'alimentation des systèmes d'élevage intensif crée des inefficacités supplémentaires par le biais des pertes trophiques (aujourd'hui, plus de 30 % des calories mondiales sont ainsi utilisées comme aliments pour animaux).

En ce qui concerne les problématiques de qualité de l'alimentation, l'OMS estime que 39% de la population mondiale est en surpoids et que 13% est victime d'obésité, principalement sur le continent américain et dans les Caraïbes (à titre d'exemple plus de 50% de la population est obèse ou en surpoids au Brésil, et plus de 71% aux Etats-Unis) **ainsi qu'en Europe et dans le Pacifique**²⁰². De manière inquiétante, ces proportions ont plus que doublé depuis 1980, ce qui a fait dire à l'OMS en 2015 que l'obésité avait désormais atteint des niveaux épidémiques à l'échelle internationale et que **plus de la moitié de la population mondiale pourrait être atteinte de surpoids ou d'obésité d'ici 2030**²⁰³.

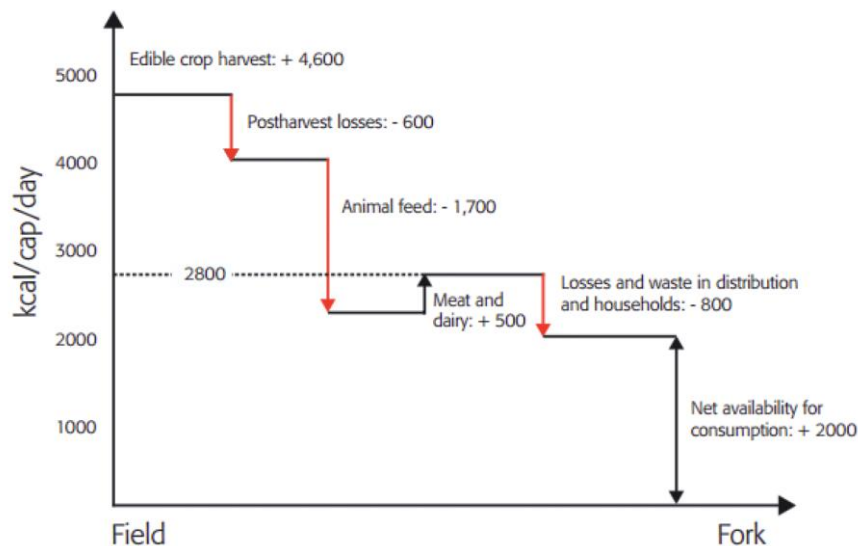


Figure 73. Nombre total de calories alimentaires produites et disponibles par personne dans le monde, et estimations des pertes et inefficacités associées Source: Lundqvist, J., de Fraiture, C., Molden, D., *Saving water: from field to fork: curbing losses and wastage in the food chain*, 2008

En ce qui concerne les enjeux de gaspillage, le monde **produit chaque année plus de 2 fois plus de calories via l'agriculture que ce qui est finalement disponible pour les consommateurs, l'écart s'expliquant par les pertes, le gaspillage et les inefficacités** (cf. ci-dessus)²⁰⁴. D'après Tim Benton et Rob Bailey, cette inefficacité systémique est **paradoxalement le résultat de la recherche d'efficacité au niveau des exploitations agricoles**. Si la priorité donnée aux rendements agricoles pouvait s'expliquer à une époque où le manque d'accès à la nourriture était un véritable problème, aujourd'hui, la malnutrition due à la surconsommation de calories touche davantage de personnes que la dénutrition .

²⁰² WHO (Organisation Mondiale de la Santé), Estimates of the Global Burden of Foodborne Diseases, 2015

Chan M., Obesity and diabetes: The slow-motion disaster. Keynote address at the 47th meeting of the National Academy of Medicine, 2016
NCD-RisC, Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014, The Lancet, 2016

Bahia L et al., The costs of overweight and obesity-related diseases in the Brazilian public health system: Cross-sectional study, 2012

²⁰³ WHO (Organisation Mondiale de la Santé), Estimates of the Global Burden of Foodborne Diseases, 2015

²⁰⁴ Ibid.

Pour faire face au défi alimentaire mondial (la population mondiale devant atteindre 9,2 milliards en 2050, ce qui nécessiterait une augmentation supplémentaire de 60% de la production agricole²⁰⁵), **à un moment où les rendements agricoles commencent à stagner dans plusieurs régions clés** (cf. section précédente), **la lutte contre les pertes et gaspillages et les changements de régimes alimentaires** (vers une réduction des produits issus de l'élevage) apparaissent donc comme **les leviers clés**²⁰⁶. **Bénéfice supplémentaire, l'évolution des régimes alimentaires** permettraient également de répondre aux enjeux de santé publique (en matière de lutte contre les maladies cardio-vasculaires et d'obésité) et de dérèglement climatique, comme le démontrent les travaux prospectifs récents issus du monde académique²⁰⁷. **Quant à la sous-nutrition**, comme démontré par le prix Nobel d'économie Amartya Sen, résoudre ce problème systémique requiert de **s'attaquer à sa cause principale qui n'est pas le manque de quantité de nourriture disponible, mais le fait que certaines populations sont en incapacité d'y accéder** en raison des inégalités de droits et de capacités qu'elles subissent, en particulier financières et politiques²⁰⁸.

3.2.4. Les emplois

Les 15 700 emplois directs existants dans le **secteur des pesticides de synthèse de l'Union Européenne** (60 100 emplois si l'on inclut ceux des fournisseurs) **sont à mettre en perspective avec la dynamique de disparition des emplois agricoles en Europe** et en Amérique du Nord depuis le milieu du 20^{ème} siècle qui est attribuable au processus de modernisation de l'agriculture dont les pesticides de synthèse ont été l'un des piliers, avec les engrais de synthèses, les variétés hybrides et la mécanisation/motorisation des exploitations²⁰⁹.

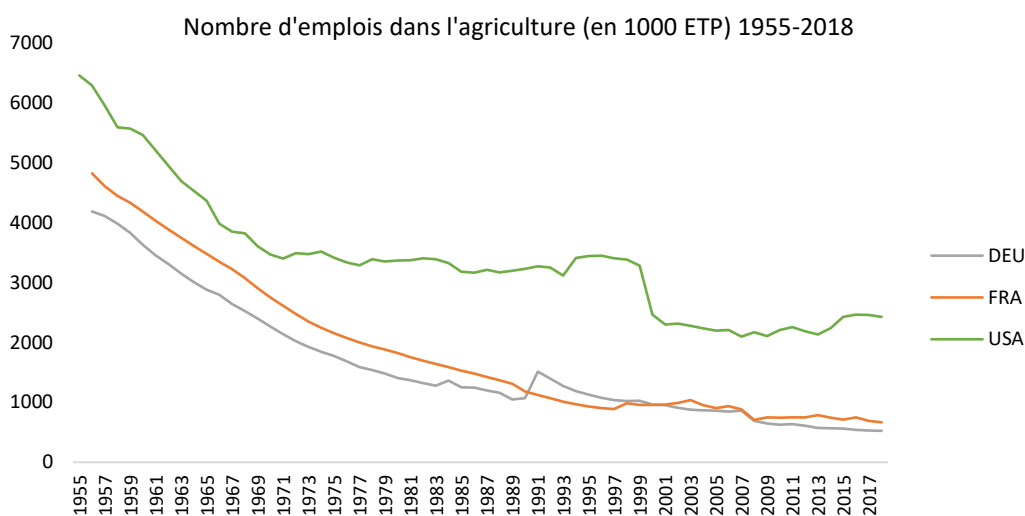


Figure 74. Nombre d'emplois dans l'agriculture entre 1955 et 2018 en France (FRA), Allemagne (DEU) et Etats-Unis (USA)
Source: BASIC, basé sur les données de l'OCDE (<https://data.oecd.org/emp/employment-by-activity.htm>)

D'après l'OCDE (cf. ci-dessus), le nombre d'emplois dans l'agriculture s'est effondré depuis 60 ans :

- En Allemagne, il est passé d'un peu plus de 4,1 millions en 1955 à 523 000 en 2018 (-87%)
- En France, il est passé d'un peu plus de 4,8 millions en 1955 à 665 000 en 2018 (-86%)
- Aux Etats-Unis, il est passé d'un peu plus de 6,4 millions en 1955 à environ 2,4 millions en 2018 (-66%)

²⁰⁵ FAO. Save and grow: A policymaker's guide to the sustainable intensification of smallholder crop production. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011

²⁰⁶ IPES Food. From University to Diversity: A Paradigm Shift from Industrial Agriculture to Diversified Agroecological Systems, 2016

²⁰⁷ Willett, W.; Rockström, J.; Loken, B.; Springmann, M.; Lang, T.; Vermeulen, S.; Garnett, T.; Tilman, D.; DeClerck, F.; Wood, A.; Jonell, M.; Clark, M.; Gordon, L. J.; Fanzo, J.; Hawkes, C.; Zurayk, R.; Rivera, J. A.; De Vries, W.; Majele Sibanda, L.; Afshin, A.; Chaudhary, A.; Herrero, M.; Agustina, R.; Branca, F.; Lartey, A.; Fan, S.; Crona, B.; Fox, E.; Bignet, V.; Troell, M.; Lindahl, T.; Singh, S.; Cornell, S. E.; Srinath Reddy, K.; Narain, S.; Nishtar, S.; Murray, C. J. L. Food in the Anthropocene: The EAT–Lancet Commission on Healthy Diets from Sustainable Food Systems. *The Lancet*, 393 (10170), 447–492, 2019.

²⁰⁸ Sen, A. *Poverty and Famines: an Essay on Entitlement and Deprivation*, Oxford, Clarendon Press, 1981

²⁰⁹ IPES Food. From University to Diversity: A Paradigm Shift from Industrial Agriculture to Diversified Agroecological Systems, 2016

L'ensemble de ces disparitions d'emplois ne sont pas attribuables aux seuls pesticides, mais plus largement à l'effet combiné des 4 transformations technologiques décrit précédemment. Ceci étant dit, il apparaît que **les créations d'emplois dans l'industrie chimique depuis les années 1950 sont largement inférieures aux pertes subies dans le secteur agricole** (plus de 7,5 millions d'emplois rien que pour l'Allemagne et la France).

La création de valeur engendrée dans le reste du système alimentaire (décrite dans la section précédente) n'a pas compensé cette baisse historique du nombre d'emplois agricoles, comme le montre l'exemple de la France (cf. ci-dessus) : d'après les statistiques de l'INSEE, le secteur des industries agroalimentaires n'a créé qu'environ 50 000 emplois entre 1950 et 2018 (dans un contexte de baisse de l'emploi manufacturier) et il ne ressort pas de création nette d'emplois dans la distribution en raison de l'impact négatif des grandes et moyennes surfaces sur les artisans-commerçants alimentaires.

3.2.5. La lutte contre le dérèglement climatique et la protection de la biodiversité

Une controverse existe autour de l'impact de l'agriculture intensive en termes d'utilisation de terres utilisées. L'argument sujet à débat est celui selon lequel **la modernisation technique de l'agriculture au 20^{ème} siècle** basée sur l'utilisation de pesticides et d'engrais de synthèses, de variétés améliorées et de machines agricoles **aurait eu des impacts positifs du fait de la forte augmentation des rendements qui aurait permis d'éviter de convertir d'importantes surfaces en terres agricoles**. À titre d'illustration, la production céréalière a doublé entre 1970 et 1975 alors que les surfaces cultivées n'ont augmenté que de 4% sur la même période, permettant ainsi « d'économiser » l'équivalent de 1,7 millions d'hectares²¹⁰.

Cette observation est le point de départ des stratégies de préservation des terres (ou « land sparing ») qui envisagent que la conservation de la biodiversité devrait se produire principalement dans des réserves protégées et considèrent que c'est le meilleur moyen de lutter contre le dérèglement climatique (même si cette stratégie s'appuie sur un usage renforcé d'engrais, de pesticides, de variétés hybrides ou OGM sur les parcelles agricoles). Pour être efficaces, ces stratégies doivent donc parvenir à limiter les impacts négatifs en proximité des zones intensivement cultivées (pour plus de détails, voir le chapitre 4 sur les impacts).

Cependant ces stratégies sont sujettes à débat car l'intensification de la production agricole tend par ailleurs à augmenter les marges bénéficiaires des exploitations, ce qui pourrait stimuler la production et entraîner l'expansion des terres cultivées. Les subventions publiques agricoles pourraient encore accentuer cette tendance. La limitation stricte de l'expansion agricole pour garantir que les terres sont effectivement épargnées pour la nature (notamment pour les protéger de la dynamique d'artificialisation), et gérées de manière appropriée pour maximiser la biodiversité, semble difficile à mettre en œuvre en pratique. En effet, en l'état actuel, l'agriculture intensive a des coûts de production plus faibles que l'agriculture extensive, conduisant à des prix de marché plus faibles et une demande plus élevée, appelant à ne pas limiter strictement l'expansion agricole²¹¹.

En contrepoint, les stratégies de partage des terres (ou « land sharing ») adoptent une perspective paysagère dans laquelle les terres agricoles fournissent également des ressources aux espèces et permettent leur migration entre les habitats naturels. Elles considèrent que la conservation de la biodiversité devrait s'étendre au-delà des réserves naturelles, permettant ainsi aux systèmes agricoles de bénéficier des processus écologiques et de s'appuyer sur les services écosystémiques pour réaliser des fonctions qui sont actuellement remplies par des intrants chimiques (comme le montrent les cultures de soja et de palmier à huile)²¹².

²¹⁰ IPES Food. From University to Diversity: A Paradigm Shift from Industrial Agriculture to Diversified Agroecological Systems, 2016

²¹¹ Desquilbet M, Dorin B, Couvet D, Land sharing ou land sparing pour la biodiversité : comment les marchés agricoles font la différence, Innov Agron 32:377–389, 2013

Desquilbet M, Dorin B, Couvet D, Land sharing vs land sparing to conserve biodiversity: how agricultural markets make the difference. Environ Model Assess, 2016

²¹² Salles, J.-M.; Teillard D'eyry, F.; Tichit, M.; Zanella, M. V., Land Sparing versus Land Sharing: An Economist's Perspective. Regional Environmental Change, 17 (5), 1455–1465. 2017

4. Les impacts négatifs des pesticides

Comme décrit au chapitre précédent, la réglementation publique de l'homologation des pesticides est en train de se durcir au fur et à mesure que les recherches scientifiques sur les impacts négatifs qu'ils engendrent en accumulent les preuves.

Pour bien comprendre ces **impacts des pesticides sur l'environnement et sur la santé**, que ce soit directement sur les êtres vivants ou via la contamination de leurs milieux de vie, nous avons :

1. investigué la manière dont les pesticides se retrouvent disséminés dans l'environnement,
2. étudié les différents vecteurs d'exposition aux pesticides et leurs impacts sur d'une part les êtres vivants et d'autre part les êtres humains.

Le schéma ci-après donne une vision d'ensemble et synthétique du résultat de nos recherches.

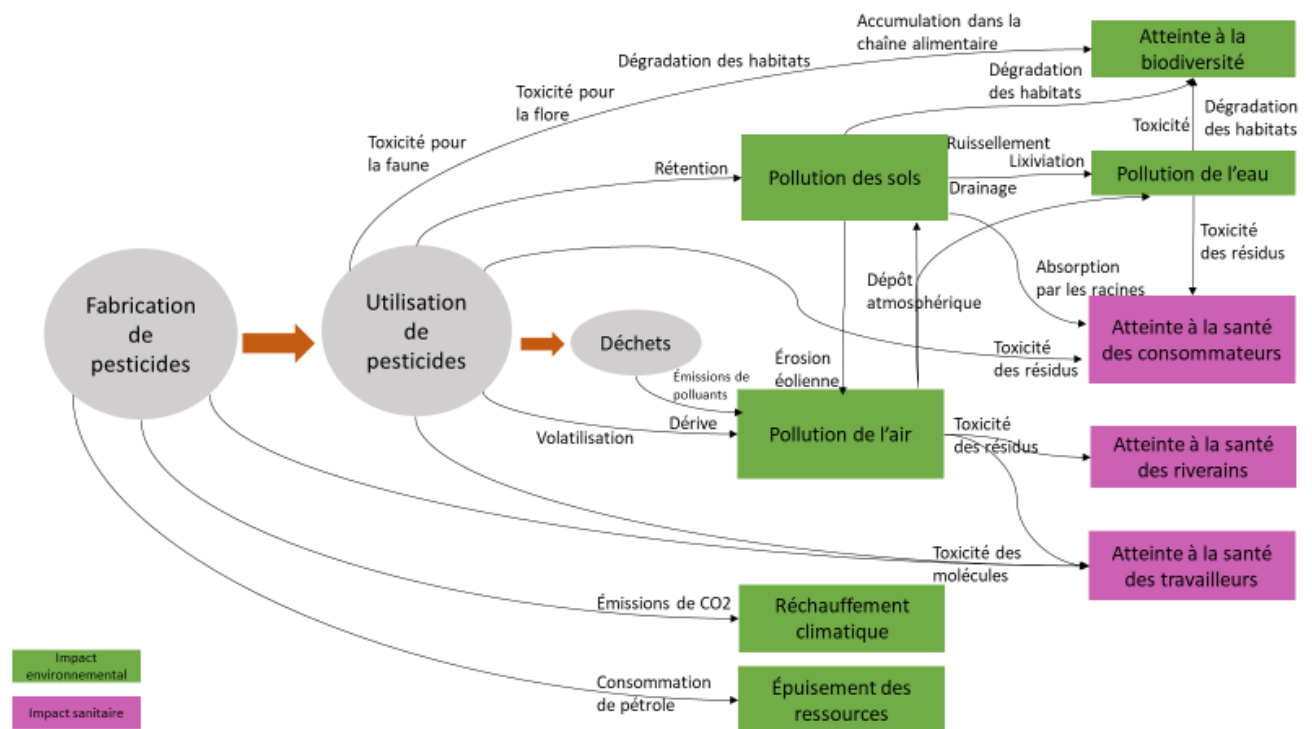


Figure 75. Les impacts des pesticides, Source : BASIC

4.1. Des pesticides présents dans l'environnement

Comprendre comment les pesticides sont présents dans l'environnement est une étape préalable à l'étude de l'exposition des êtres vivants et des impacts qui en découlent.

Notre revue de littérature montre que les pesticides peuvent se retrouver dans l'environnement à la suite de trois étapes : leur fabrication, leur utilisation et leur élimination.

4.1.1. Fuites à l'étape de fabrication

En cas d'explosion ou de combustion, des polluants aériens toxiques peuvent être émis et se diffuser dans l'air. De même en cas de fuite, les substances utilisées ou produites sur le site peuvent se disperser dans l'environnement aux alentours (dans l'eau et le sol mais également dans l'air).

Dans l'Union Européenne, la fabrication de pesticides est très contrôlée car elle implique des substances chimiques toxiques, cancérigènes et mutagènes, ce qui peut avoir de **lourdes conséquences en cas d'accident**²¹³. Face à ces risques majeurs, l'Union européenne a mis en place plusieurs directives, dites Seveso²¹⁴, soumettant tous sites de production industriels utilisant des substances chimiques ou pétrochimiques toxiques à une prévention stricte des risques d'accidents. Les sites de production de pesticides sont ainsi classés Seveso « seuil haut » du fait des quantités et du type de produits utilisés. **Les risques d'accident et de déversement de pesticides dans l'environnement y sont donc à priori réduits**²¹⁵, mais ils ne peuvent être totalement évités. Par exemple, en 2012 dans l'Eure, une combustion de pesticides lente sans flamme a été déclenché dans une usine de Syngenta²¹⁶ et en 2018, à Rouen dans une usine BASF, une fuite d'acide chlorhydrique a été détectée²¹⁷.

Il n'en va pas de même dans le reste du monde, en particulier dans les pays du Sud. En témoigne le cas de la Chine, premier fabricant mondial de pesticides (avec plus de 40% des volumes totaux), où **un tiers des volumes de pesticides produits est considérée comme illégale** car ne respectant pas les règles de sécurité instituées par le gouvernement²¹⁸. **Une proportion similaire est documentée en Inde**, pays de fabrication et d'exportation de pesticides génériques en plein essor²¹⁹. Cette situation engendre une **montée des problèmes environnementaux** liés au déversement des pesticides par les usines de fabrication **et des accidents à répétition**²²⁰, le dernier exemple en date étant l'explosion survenue en mars 2019 dans l'usine Tianjiayi Jiangsu Chemical située sur la côte Est du pays qui a fait 78 morts²²¹.

4.1.2. Présence dans l'environnement consécutive à l'utilisation des pesticides

Le cas le plus répandu de présence des pesticides dans les milieux naturels vient du fait de leur utilisation dans le cadre des travaux agricoles. Pour protéger les cultures des maladies, ravageurs et adventices (« mauvaises herbes »), les travailleurs agricoles épandent des pesticides selon différentes techniques :

- **Pulvérisation et autres applications liquides** : La plupart des pesticides utilisés sur les cultures sont formulés pour être dissous dans l'eau ou un autre solvant puis pulvérisés, déversés, injectés ou appliqués au pinceau sur le sol ou les parties aériennes des cultures²²².
- **Granulés** : Certains pesticides se vendent sous forme de granulés. Les granulés se posent à même le sol ou avec la graine au moment du semis, et se dissolvent progressivement sous l'effet de l'humidité.
- **Poudres** : Plus rarement, des pesticides sont vendus et épandus sous forme de poudres.
- **Traitement de semences** : L'enrobage des semences par une fine couche de pesticide, ou de pesticides en mélange, vise à la fois à prévenir les attaques précoces de maladies, bactéries ou animaux ravageurs et à protéger la plante une fois grande. Le produit est intégré par la plante pour être ensuite diffusé par les sèves jusque dans toutes ses parties aériennes (feuilles, fleurs...) tout au long de sa croissance.
- **Protection des récoltes** : Afin de les protéger des ravageurs, il arrive que la récolte ou le lieu de stockage soient pulvérisés, fumigés ou nettoyés avec des pesticides.

²¹³ Sénat, *Pesticides : vers le risque zéro*, Rapport d'information n°42, mission commune d'information sur les pesticides et leur impact sur la santé et l'environnement, 2012

²¹⁴ Directive 2012/18/UE du Parlement européen et du Conseil du 4 juillet 2012 concernant la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses, modifiant puis abrogeant la directive 96/82/CE du Conseil Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE

²¹⁵ Nous n'avons pas trouvé d'études permettant de quantifier la réduction des risques permise par ces directives.

²¹⁶ France3 Normandie, « Dans l'Eure, un incident s'est produit dans l'usine Syngenta, classée SEVESO », 15/10/2012 consulté le 29/07/20

²¹⁷ Le Parisien avec AFP, « Rouen : fuite de 100 kg d'acide chlorhydrique dans une usine BASF », 18/09/18 consulté en ligne le 29/07/20

²¹⁸ OECD, *New Digital Technologies to Tackle Trade in Illegal Pesticides*; OECD Trade and Environment Working Papers, 2020

²¹⁹ Ibid.

²²⁰ interview with the head of China Crop Protection Industry Association in China Agrochemicals, mars 2017.

²²¹ <https://www.business-humanrights.org/en/china-explosion-at-chemical-plant-in-yancheng-causes-78-deaths-and-more-than-600-injured> consulté le 11 août 2020

²²² Bateman et al, *Pesticide Application Methods*, 4th ed, 2014

Il est important de noter qu'une même culture peut faire l'objet de traitements multiples plus ou moins rapprochés. À titre d'exemple, les cultures industrielles de pommes reçoivent en moyenne 35 traitements par an²²³. Cela résulte du fait que l'agriculteur souhaite protéger une culture des différents types de nuisibles : les maladies, principalement évités avec les fongicides et bactéricides ; les animaux ravageurs et vecteurs de maladies, éliminés avec des insecticides, molluscicides, nématicides, ou rodenticides ; ou les adventices ou « mauvaises herbes », éliminés avec des herbicides. De plus, pour une même catégorie de nuisible, il peut s'avérer nécessaire d'utiliser plusieurs principes actifs en même temps. Il s'agit notamment d'une technique conseillée pour pallier l'apparition des résistances aux pesticides dans les organismes cibles²²⁴. Cette utilisation conjointe de substances multiples est soupçonnée d'agir de manière nocive sur les organismes non-cibles au même titre que les organismes cibles.

Une fois appliqué sur une culture, un pesticide peut rester immobilisé sur la surface traitée, c'est l'un des moyens par lesquels des résidus de pesticides peuvent se retrouver sur les aliments consommés par l'homme. Si le pesticide est un pesticide dit **systémique**, alors il sera **incorporé progressivement dans les tissus de l'organisme traité**²²⁵.

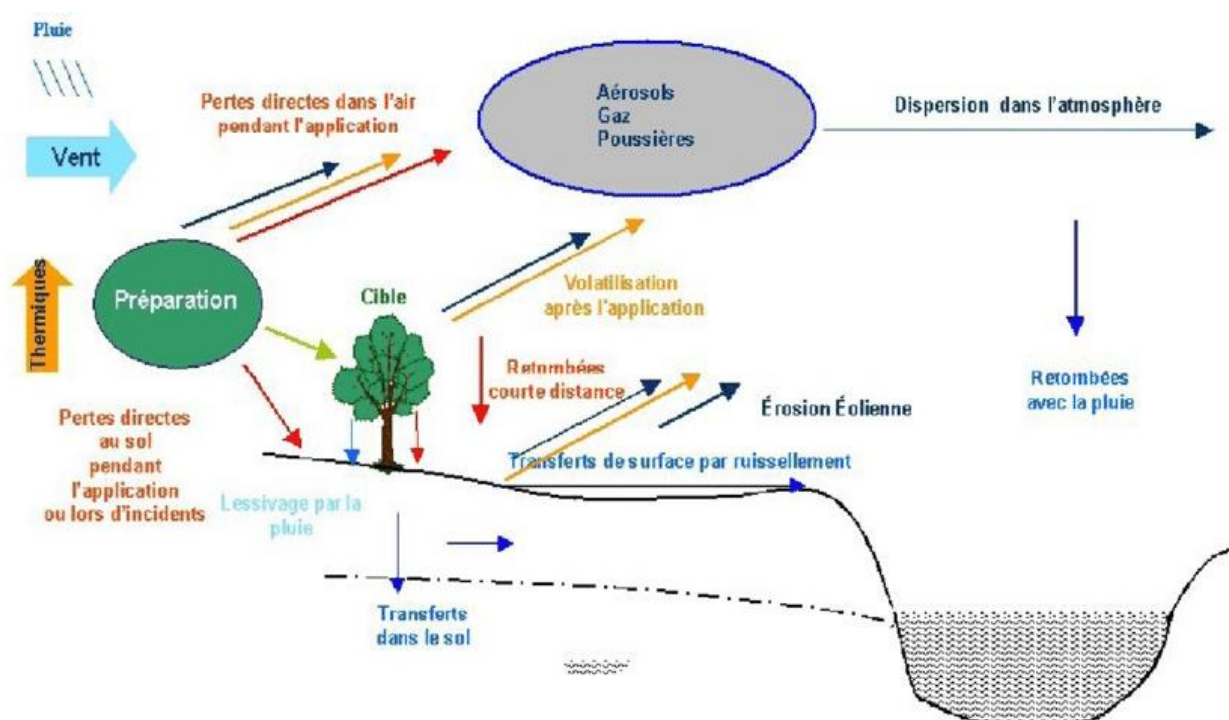


Figure 76. Mécanismes naturels de transport des pesticides, Source : INRA CEMAGREF, rapport d'expertise, 2005

²²³ Greenpeace, *Pesticides : ces pommes qui laissent un goût amer*, 2015

²²⁴ Les techniques conseillées sont l'utilisation d'un mélange de substances ayant des modes d'action différents, ou l'utilisation de plusieurs substances ayant un mode d'action différent en rotation sur un pas de temps ajusté au cycle de reproduction du nuisible. Le principe de base dans les deux techniques est le suivant : si un organisme ou groupe d'organismes a développé une résistance à une substance ou à une classe de substances ayant un mode d'action similaire, il suffit d'exposer cet organisme à une substance efficace (soit en mélange, soit en séquence) pour éliminer cette nouvelle souche de résistance avant qu'elle ne soit transmise à une descendance plus large. En revanche, l'épandage d'un même principe actif à plusieurs reprises sur une même culture est déconseillé puisqu'il augmente les pressions sélectives et peut favoriser l'apparition de résistances. FAO, International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides: Guidelines on Prevention and Management of Pesticide Resistance, 2012

²²⁵ Les insecticides dit systémiques (par opposition aux pesticides de contact, qui ne se déplacent pas une fois appliqués) ont pour particularité qu'une fois en contact avec la surface de l'organisme traitée, ils se répandent progressivement dans les tissus de cet organisme du fait de leur solubilité dans l'eau. Les pesticides systémiques peuvent être utilisés pour entraîner la mort de l'organisme traité : par exemple les herbicides systémiques, qui se répandent dans les plantes traitées et les tuent à petit feu. Mais les pesticides systémiques peuvent également être utilisés pour toucher un organisme autre que celui qui est traité. C'est le cas des insecticides systémiques, dont le mode d'action est le suivant : une fois pulvérisé sur la culture ou enrobé autour de la semence, l'insecticide se répand dans tous les compartiments aqueux de la plante (tiges, feuilles, sève, nectar, pollen...). La plante elle-même ne meurt pas de son exposition à l'insecticide : elle reste vivante et, au moment voulu (levée, montaison, floraison), elle sert de vecteur pour conduire l'insecticide à son organisme cible, typiquement un insecte qui consomme la sève, les racines ou les feuilles.

Une autre partie des pesticides épandus peut venir contaminer les milieux abiotiques environnants (sol, air, eau), et ce de différentes manières appelées « mécanismes de transport »²²⁶ (cf. schéma ci-dessus) :

- **Les pertes de substances lors de l'épandage** (appelé dérives) de pesticides sont inévitables, quelle que soit la technique. Lors de la pulvérisation et selon le matériel utilisé (avec ou sans buse antidérives²²⁷...), la cible visée (arboriculture ou cultures permanentes²²⁸...), les éléments paysagers (présence ou non de haies...) ainsi que les conditions météorologiques (vent fort...), une part plus ou moins importante du produit se retrouve dans l'air et le sol²²⁹. À titre d'exemple, la quantité de pesticides qui n'atteint pas sa cible lors de la pulvérisation d'un arbre²³⁰ et qui se retrouve directement sur le sol est estimée à 25%²³¹.
- En ce qui concerne les granulés ou les semences enrobées qui sont déposés directement sur ou dans le sol, le phénomène de **rétenion des substances par le sol** peut être important²³². Par ailleurs, il a été démontré que le semis de semences enrobées avec un semoir pneumatique peut dégager des poussières d'insecticide à des concentrations suffisantes pour intoxiquer les insectes volants aux environs²³³.

À la suite de l'épandage et de leur dissémination, les pesticides peuvent continuer d'être dispersés dans l'environnement via les mécanismes suivants :

- **L'érosion éolienne**, par l'effet du vent, disperse les pesticides du sol dans l'air,
- **Le dépôt atmosphérique** entraîne les pesticides dans l'air à se déposer à la surface de l'eau ou du sol,
- **Le ruissellement**, à l'origine de fortes concentrations de pesticides dans les eaux de surface, survient à la suite de fortes pluies. En effet, lorsque les pluies sont importantes, la couche superficielle du sol sature et l'eau ne s'infiltre plus dans le sol, ce qui crée des rigoles en surface qui rejoignent les cours d'eau, emportant les pesticides déposés sur le sol au passage,
- **La lixiviation**²³⁴ est quant à elle à l'origine de concentrations moyennes à faibles de pesticides dans les eaux souterraines. Les pesticides déposés sur le sol se dissolvent avec le temps et s'infiltrent dans le sol à la suite d'une pluie jusqu'à atteindre les nappes phréatiques,
- **Le drainage artificiel des sols**²³⁵, mécanisme humain pour évacuer l'eau en excès sur les champs, favorise la pénétration des pesticides dans le sol qui vont ensuite percoler vers les nappes phréatiques.

De plus, la persistance des pesticides dans les milieux, appelée « **la demi-vie environnementale** », peut être élevée. Pour certains pesticides, elle n'est que de quelques jours dans les sols, tandis que pour d'autres elle se compte en mois voire en années en fonction des propriétés de la molécule active et du milieu²³⁶. On parle dans ce cas de **pesticides persistants**. Les pesticides systémiques, en particulier, ont tendance à avoir une demi-vie environnementale longue. C'est cette propriété qui leur permet de migrer par dérive vers d'autres compartiments (fleurs sauvages, arbres...) tout en restant efficaces, et aussi d'agir sur leurs cibles, mais aussi les organismes non-cibles, de manière prolongée à des doses relativement faibles²³⁷.

²²⁶ Les définitions complètes associées sont disponibles dans le glossaire.

²²⁷ Les buses antidérive sont a priori assez efficaces et permettent de réduire l'ampleur de la dérive, mais pas d'empêcher totalement le phénomène, (cf. ANSES, *Avis relatif à une demande d'appui scientifique et technique sur l'équivalence en termes d'efficacité de combinaisons des moyens de réduction de la dérive pour la protection des riverains lors de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques*, 2019)

²²⁸ Ibid. ; Selon le type de culture, la dérive est plus ou moins importante : lorsqu'un arbre est traité la distance de pulvérisation est plus grande et donc le risque de dérive aérienne. Lorsqu'une culture annuelle est traitée, c'est le risque de dérive sur le sol qui est important.

²²⁹ On parle d'exodérive lorsque la substance pulvérisée est transférée en dehors de la zone cible et d'endodérive lorsque la substance active tombe dans la zone cible mais sans atteindre son organisme cible (Himel, C.M., « Analytical methodology in ULV (Ultra-Low Volume) », *Pesticide application by ULV methods*, British Crop Protection Council Monograph No. 11, 112-11, 1974).

²³⁰ Avec le feuillage en place

²³¹ Van de Zande JC, Butler Ellis MC, Weneker M, Walklate PJ et Kennedy M., *Spray drift and bystander risk from fruit crop spraying*, 2014

²³² INRA, *Pesticides, agriculture et environnement*, 2005

²³³ De nouvelles réglementations européennes post-2010 sur l'adhésivité des enrobages ainsi que sur les techniques de semis ont amélioré la situation, sans pour autant faire disparaître le problème. Task Force on Systemic Pesticides, *Worldwide Integrated Assessment of the Impact of Systemic Pesticides on Biodiversity and Ecosystems*, 2015

²³⁴ Appelé lessivage sur le schéma : la différence entre le lessivage et la lixiviation dépend de la solubilité du produit dans l'eau.

²³⁵ Mécanisme non représenté dans le schéma ci-dessus

²³⁶ Deux familles de facteurs jouent sur la persistance dans l'environnement d'un pesticide : (1) les facteurs intrinsèques à la substance utilisée : propriétés de la molécule active et nature du solvant/formulation dans lequel est dilué le pesticide et (2) les facteurs extrinsèques à la substance utilisée : ensoleillement, la température, l'oxygénation du milieu, le pH, le type de sol, l'action des microbes et d'autres métabolismes et bioaccumulation, l'hydrolyse, les dynamiques de lixiviation... d'après National pesticide information center (Oregon State University and US Environmental Protection Agency), *Pesticide half-life*, 2015

²³⁷ Task Force on Systemic Pesticides, *Worldwide Integrated Assessment of the Impact of Systemic Pesticides on Biodiversity and Ecosystems*, 2015

Substance active	Demi-vie environnementale (jours)
DDT	6200
Dienochlor	300
Emamectin benzoate	211
Imidacloprid	174
Isofenphos	150
Aldicarb	2
Mevinphos	1.2
Abamectin	1
Malathion	1
Naled	1

Figure 77. Demi-vie des pesticides (5 plus élevées et 5 plus faibles), Source : DiBartolomeis, 2019

4.1.3. Émissions lors de l'élimination des pesticides et de leurs contenants

À la fin du cycle de vie des pesticides, des émissions dans l'environnement peuvent avoir lieu à deux moments :

- lors de l'élimination des produits périmés ou interdits et donc devenus obsolètes
- lors de l'élimination des contenants de pesticides, qui sont considérés comme toxiques du fait de la présence de résidus de substances actives.

4.1.3.1. Fin de vie des substances

Les pesticides en « fin de vie » sont la plupart du temps incinérés. À la suite de l'incinération, des dégagements gazeux chlorés ainsi que des résidus de la combustion peuvent être formés. Ces composants peuvent ensuite se retrouver dans l'air, c'est pourquoi de nombreuses réglementations existent²³⁸.

Dans l'Union Européenne, les pesticides sont considérés comme des déchets toxiques²³⁹. Ils doivent donc être stockés dans des containers spéciaux puis incinérés sur des sites spécifiques réglementés.

Si l'Europe a les infrastructures nécessaires pour ce type d'incinération, ce n'est pas le cas pour beaucoup d'autres pays, notamment des pays du Sud. Ces derniers sont nombreux à envoyer leurs déchets en Europe pour être traités²⁴⁰.

Cependant, cela ne concerne a priori qu'une faible part des quantités de pesticides utilisées dans les pays du Sud. En effet, selon une étude de PAN Asia Pacific, seuls 0,2% des containers sont renvoyés aux fabricants tandis que 33,4% est jeté dans les champs ou les rivières, 19% est brûlé, 14,5% enterré²⁴¹.

Nous n'avons pas trouvé d'informations plus détaillées et plus récentes sur ce sujet. Pourtant de nombreuses questions restent en suspens :

- Qui gère la récupération et le transport des déchets jusqu'en Europe ?
- Où se trouvent les infrastructures d'incinération ?
- Quel volume ces usines traitent-elles ?
- Qui paie pour les structures ?

4.1.3.2. Fin de vie des contenants

Les contenants des pesticides sont également considérés comme des déchets toxiques. Ils contiennent en effet des résidus de pesticides et ne doivent donc pas être réutilisés.

²³⁸ AEE, *Prevention of hazardous waste in Europe*, 2016

²³⁹ Les déchets sont considérés comme toxiques s'ils comportent des risques d'explosion, de combustion, d'inflammation, des effets nocifs ou infectieux, de cancers, de corrosion, d'écotoxicité ou encore de radioactivité d'après l'Agence européenne de l'Environnement.

²⁴⁰ FAO, *Prévention et élimination des pesticides périmés*, 2020

²⁴¹ PAN Asia Pacific, *Highly Hazardous pesticide use and impacts in Asia: the need for legally binding protocols beyond 2020*, 2019

Cependant, dans tous les pays de l'UE sauf l'Espagne, la France et l'Irlande, la **classification « déchets toxiques » ne s'applique pas aux contenants qui ont été rincés trois fois**²⁴². Ils ne sont ainsi plus soumis à régulation ni redevance. Dans les techniques de rinçage expliquée par CropLife International²⁴³, l'eau de rinçage est supposée être ajoutée à la préparation du mélange avant l'application et le contenant doit être ponctionné afin de ne pas pouvoir être réutilisé. D'après CropLife International cette méthode permettrait de limiter à moins de 0.1% les résidus de substances actives toxiques sur les contenants²⁴⁴.

Concernant les pays du Sud, nous n'avons trouvé aucune information concernant la gestion des contenants usagés de pesticides.

4.2. Les impacts des pesticides sur la biodiversité

Après avoir vu comment les pesticides peuvent se retrouver dans les milieux et y « persister », l'objet de la présente partie est d'expliquer comment ces pesticides peuvent atteindre et impacter les organismes qu'ils n'ont pas ciblés : les organismes auxiliaires, la faune et la flore sauvage, et plus globalement les écosystèmes au sein desquels ces espèces vivent. Nous expliquerons tout d'abord les biais d'exposition, puis nous discuterons les impacts de cette exposition.

4.2.1. Exposition de la faune et la flore aux pesticides

Dans cette partie, nous avons étudié comment la faune et la flore sauvage sont exposées aux pesticides du fait de leur utilisation dans les milieux agricoles.

L'exposition aux pesticides se joue sur différentes échelles temporelles et par différents biais selon les espèces et les milieux : il existe trois biais principaux, à savoir l'exposition par contact, la respiration et l'ingestion d'éléments contaminés.

- Premièrement, **l'exposition par contact** peut avoir lieu dans tous les milieux cités précédemment : l'air, l'eau, le sol. Les pesticides dits de contact ont un impact délétère dès qu'il y a contact avec la surface externe de l'organisme.
- Deuxièmement, **l'exposition par respiration**, que ce soit dans les milieux terrestres ou les milieux aquatiques.
- Le troisième biais principal de contamination est **l'ingestion de tout élément dans l'environnement susceptible d'être contaminé aux pesticides** : eau, particules de sol, pollen et nectar, proies, semences...

Il arrive qu'un organisme soit touché par plusieurs biais simultanément dans un espace de temps relativement court : ce phénomène est par exemple avéré chez les pollinisateurs²⁴⁵. **Le caractère persistant et systémique de certains pesticides augmente le risque d'exposition des espèces sauvages**, puisque ces pesticides peuvent s'intégrer à des cultures non traitées, des plantes sauvages, ou se retrouver à l'intérieur des ruches d'abeilles, par exemple²⁴⁶.

L'exposition est considérée comme **aiguë, lorsqu'elle implique une grande quantité de la substance considérée et qu'elle se fait sur un laps de temps court**. Elle est qualifiée de **chronique, lorsqu'elle se fait une plus longue**

²⁴² FAO, *Guidelines on management options for empty pesticide containers*, 2008

²⁴³ CropLife International, *Sustainable packaging, the case for rinsing used pesticide containers*, 2010

²⁴⁴ Ces résultats proviennent d'une analyse de présence de résidus de pesticides sur des contenants collectés en Allemagne en 2007. Source : CropLife International, *Sustainable packaging : the case for rinsing used pesticide containers*, 2010

²⁴⁵ DiBartolomeis et al., *An assessment of acute insecticide toxicity loading (AITL) of chemical pesticides used on agricultural land in the United States*, 2019

²⁴⁶ Pollinis, *Risk assessment of pesticides on pollinators in Europe: obsolete procedures and conflicts of interest*, 2019 ; Tosi et al., "A 3-year survey of Italian honeybee-collected pollen reveals widespread contamination by agricultural pesticides", 2018 ; Woodcock et al., "Neonicotinoid residues in UK honey despite European Union moratorium", 2018

durée de manière répétée ou non. La quantité de substance impliquée dans une exposition chronique peut être relativement faible. Elle concerne cependant tous les stades du vivant, y compris les plus fragiles, comme le stade larvaire pour les insectes.

Il arrive également qu'un organisme soit exposé à **plusieurs substances toxiques différentes** sur un pas de temps court. Cela peut être une conséquence de l'utilisation de plusieurs pesticides sur une même surface agricole, surtout si ces pesticides sont persistants. Cela peut aussi résulter du fait que les organismes, les animaux notamment, évoluent sur des surfaces importantes : par exemple, la surface de butinage moyenne explorée par une ruche d'abeilles domestiques est de l'ordre de 7 km², suffisamment pour recouvrir potentiellement plusieurs exploitations agricoles et/ou plusieurs cultures²⁴⁷.

Le niveau d'exposition aux pesticides après un épandage dépend fortement du contexte²⁴⁸. La méthode d'épandage ainsi que les phénomènes de transport évoqués précédemment vont jouer sur la répartition du pesticide dans les milieux, et donc de la probabilité d'exposition des différentes espèces à la substance active. D'autres facteurs encore vont entrer en jeu pour déterminer le niveau d'exposition : le type et la dose de pesticide appliquée, la période à laquelle le pesticide est utilisé (floraison, par exemple) ou encore le mode de vie des espèces sauvages.

Un autre facteur qui fait le lien entre épandage des pesticides et niveau d'exposition est le phénomène de **bioaccumulation**. La bioaccumulation est un terme désignant l'accumulation progressive d'une substance chimique à l'intérieur d'un organisme, en raison d'une exposition prolongée et d'une incapacité à l'éliminer ou en raison d'une consommation d'un autre organisme contaminé²⁴⁹. En présence du phénomène de bioaccumulation, le risque d'intoxication ou d'impacts délétères augmente au fur et à mesure que l'on remonte la chaîne alimentaire. De ce fait, les espèces prédatrices sont particulièrement vulnérables. C'est le cas des poissons et autres organismes marins carnivores ; des oiseaux pêcheurs, consommateurs d'oiseaux, de reptiles, de micromammifères ; mais aussi des êtres humains.

4.2.2. Les impacts des pesticides sur la faune et la flore

Dans cette partie, nous avons analysé les impacts des pesticides sur la faune et la flore, à la fois les impacts directs sur les individus et les impacts indirects qui s'ensuivent au sein des écosystèmes. Puis nous avons dressé un état des lieux (non-exhaustif) de la biodiversité particulièrement impactée par la présence des pesticides, à l'échelle européenne, ainsi que des principaux co-facteurs de déclin.

4.2.2.1. Impacts immédiats d'une exposition aux pesticides

Une fois qu'un organisme vivant a été exposé aux pesticides, différents impacts peuvent apparaître. Ci-dessous, nous présentons tout d'abord la classification de ces impacts, puis nous détaillons les impacts recensés chez la faune et la flore.

Classification des impacts : toxicité et létalité

Précédemment, nous avons introduit la notion d'une exposition aiguë, sur un laps temps court, par opposition à une exposition chronique, sur le temps long (et souvent à des doses/concentrations plus faibles). Ces deux notions ont leur corollaire dans le domaine de la toxicologie : la **toxicité aiguë**, qui décrit l'impact d'une substance toxique résultant d'une exposition à court terme ; et la **toxicité chronique**, qui décrit l'impact d'une exposition prolongée dans le temps (et à des niveaux d'exposition souvent inférieurs).

²⁴⁷ Tosi et al., *A 3-year survey of Italian honeybee-collected pollen reveals widespread contamination by agricultural pesticides*, 2018

²⁴⁸ Matthews, *Pesticides: Health, safety and the environment*, 2nd edition, 2016

²⁴⁹ Le premier de ces deux phénomènes est celui qu'on appelle plus communément bioaccumulation, tandis que le second s'appelle biomagnification.

Les effets induits sur les organismes vivants sont aussi classés entre **effets létaux** et effets **sublétaux**. Les effets létaux sont ceux qui induisent la mort de l'organisme, généralement dans un pas de temps court. Les effets sublétaux sont les effets délétères détectés chez les organismes qui survivent à l'exposition, du moins dans un premier temps.

Impacts identifiés de l'exposition aux pesticides

Des effets létaux et sublétaux des pesticides ont été mis en évidence pour de nombreuses espèces. Pour les **animaux**, les études réalisées portent sur les espèces suivantes : oiseaux, mammifères terrestres, mammifères aquatiques, amphibiens, poissons, insectes pollinisateurs, reptiles, lombrics²⁵⁰. Chez ces organismes, les études ont mis en évidence des impacts des pesticides (que ce soit insecticides, herbicides ou fongicides) sur au moins six grands systèmes ou procédés biologiques à l'échelle infra-individuelle :

- Le système nerveux
- Le système immunitaire
- Le système endocrinien (régulation des hormones)
- Le métabolisme (alimentation, thermorégulation, et impacts indirects sur le comportement)
- L'embryogenèse (malformations des organes, éclosion tardive, mortalité des embryons...)
- Le système reproducteur (baisse de la fécondité, hermaphroditisme, démasculinisation...)

Dans de nombreux cas, **les effets létaux et sublétaux sont détectés à la suite d'une d'exposition à un niveau de pesticide dit « réaliste »**, c'est-à-dire une dose ou une concentration semblable à celle qu'on retrouverait dans les milieux ambiants : notamment, les milieux agricoles après épandage ou les eaux de surface à proximité (en anglais : *field-realistic exposure*)²⁵¹. Le niveau d'exposition « réaliste » n'est pas toujours facile à établir et les niveaux retenus peuvent être remis en question. Néanmoins, lorsque le niveau d'exposition retenu est réaliste, cela signifie que les impacts mis en évidence dans un contexte expérimental sont une indication fiable des impacts sur la biodiversité dans les milieux réels. Les protocoles expérimentaux retenus pour évaluer ces impacts peuvent même être trop stricts ou inadéquats pour démontrer la réelle ampleur des risques pour les espèces sauvages, dans ce cas les risques seront sous-estimés²⁵². C'est notamment le cas pour les abeilles adultes pour lesquelles la durée des tests est trop courte pour évaluer les effets sublétaux.

Si un organisme est exposé à plusieurs pesticides à la fois, ce mélange de pesticides peut avoir des impacts encore plus prononcés (« effet cocktail »)²⁵³. Ce type d'effet est relativement bien documenté pour les pollinisateurs²⁵⁴ mais reste très difficile à mesurer car les combinaisons de substances sont très nombreuses. **Il n'est d'ailleurs pas évalué dans les procédures d'autorisation de mise sur le marché.**

²⁵⁰ Köhler et Triebkorn, *Wildlife ecotoxicology of pesticides: can we track effects to the population level and beyond?*, 2013

²⁵¹ Köhler et Triebkorn, "Wildlife ecotoxicology of pesticides: can we track effects to the population level and beyond?", 2013 ; Task Force on Systemic Pesticides, *Worldwide integrated assessment of the impacts of systemic pesticides on biodiversity and ecosystems*, 2015 ; Cullen et al, "Fungicides, herbicides and bees: A systematic review of existing research and methods", 2019

²⁵² En voici deux exemples : (1) Pour les effets sublétaux sur les abeilles, il a été démontré que ceux-ci pouvaient s'aggraver au fil du temps lorsque l'exposition au pesticide s'étale sur plusieurs semaines. En conséquence, la période de 10 jours qui est communément retenue pour évaluer les effets sublétaux sur les abeilles adultes est insuffisante et devrait être revue à la hausse. (2) Pour les effets sublétaux et létaux sur les vers de terre, la dose d'exposition utilisée pour la recherche est calculée sur la base de la dose moyenne que l'on retrouverait au champ pour une superficie donnée (ou l'impact est évalué au sein d'une motte de terre récoltée au champ). Or, dans la pratique, la répartition du pesticide dans le milieu est fortement hétérogène et la concentration sera nettement plus élevée dans certains « hot spots », comme la ligne de semis, la surface du sol ou à proximité des granulés de formulation. Les impacts associés à cette exposition plus forte peuvent ne pas être testés au laboratoire et les impacts létaux et sublétaux seront donc mal évalués. Task Force on Systemic Pesticides, *Worldwide integrated assessment of the impacts of systemic pesticides on biodiversity and ecosystems*, 2015

²⁵³ Il y a quatre types d'interaction possible entre un mélange de substances : (1) effets additifs : somme des effets des molécules elles-mêmes ; (2) effets antagonistes : réduction des effets par un ou plusieurs produits ; (3) effets potentialisateurs : augmentation des effets d'un produit par un ou plusieurs autres ; (4) effets synergiques : un ou plusieurs produits augmentent très fortement l'effet des autres. (Inserm, *Pesticides – Effets sur la santé*, 2021). Dans la littérature de vulgarisation scientifique, « l'effet cocktail » dénote le plus souvent les effets délétères : effets additifs, potentialisateurs ou synergiques. Un pesticide peut aussi agir de manière synergique avec un autre facteur de stress, venant aggraver une situation existante. Par exemple un organisme dont le système immunitaire est compromis par un pesticide sera plus vulnérable à une attaque d'un virus ou d'un parasite.

²⁵⁴ Task Force on Systemic Pesticides, *Worldwide integrated assessment of the impacts of systemic pesticides on biodiversity and ecosystems*, 2015

L'interférence des pesticides dans les procédés biologiques à l'échelle moléculaire a ensuite des répercussions sur la santé des individus. Par exemple, un individu dont le système immunitaire est compromis sera plus fortement impacté par une infection parasitaire et pourra en mourir. Un pesticide neurotoxique pourra altérer le comportement d'un animal, sa capacité d'apprentissage, sa faculté d'orientation ou de communication, sa mobilité, et donc diminuer sa capacité à se nourrir, à se reproduire, ou à échapper à ses prédateurs. Les études ont également démontré des impacts des pesticides sur la longévité des individus²⁵⁵. Ainsi, **un effet qui est subléthal dans un premier temps pourra devenir léthal sur le long terme.**

Chez les organismes végétaux, il existe également des effets sur la biologie individuelle avec des impacts délétères sur l'état de santé des individus. Les herbicides empêchent le plus souvent la photosynthèse, ou simulent les effets des régulateurs de croissance que la plante produit naturellement. En conséquence, certains herbicides utilisés en agriculture perturbent le développement et la reproduction des plantes sauvages et des algues marines. Les fongicides enfin affectent la respiration, la biosynthèse des stérols ou la division cellulaire. De ce fait, les mycorhizes, champignons qui vivent en symbiose avec les plantes et leur permettent de mieux absorber les minéraux présents dans le sol, peuvent être impactés négativement par les pesticides²⁵⁶.

Par la suite, les effets nocifs chez les individus peuvent avoir un impact à une échelle écologique plus large²⁵⁷. Lorsqu'on cumule les impacts sur les individus d'une même espèce, l'impact du pesticide passe de l'échelle individuelle à celle de la population. Il peut y avoir une baisse des effectifs de la population du fait d'une mortalité augmentée ou d'une baisse de la reproduction²⁵⁸. Les impacts sur les individus (santé, mortalité) peuvent aussi se faire ressentir dans la génération suivante. Par exemple, une baisse des effectifs entraînera une perte de diversité dans le pool génétique, ce qui affaiblit la capacité d'une population à répondre à des pressions sélectives. De même, chez les abeilles par exemple, une baisse des effectifs dans une génération donnée peut entraîner un moins bon élevage de la génération suivante²⁵⁹.

4.2.2.2. Impacts en chaîne des pesticides au sein des écosystèmes

Le constat des impacts des pesticides reste incomplet si on ne prend pas en compte **les impacts en chaîne des pesticides au sein des écosystèmes,** c'est-à-dire leurs impacts indirects sur les espèces autres que celles touchées directement par la substance active, les co-formulants ou les adjuvants.

En effet, dans un milieu donné, les espèces n'évoluent pas indépendamment les unes des autres. Elles sont en constante interaction entre elles ainsi qu'avec les caractéristiques abiotiques du milieu (topographie, propriétés des sols, climat, eau, etc.), constituant ce qu'on appelle un écosystème²⁶⁰. **Au sein d'un écosystème, un impact qui à première vue ne touche qu'une seule espèce peut rapidement en impacter d'autres.**

Le schéma ci-dessous récapitule les mécanismes d'impacts des pesticides sur les espèces sauvages, depuis leurs impacts sur les individus jusqu'à leurs impacts à l'échelle des écosystèmes. Les flèches en trait plein représentent les liens avérés dans la littérature scientifique à date de publication de l'étude (2013), et les liens en traits pointillés, les liens très probables au regard de l'état actuel des connaissances en écologie et en écotoxicologie.

²⁵⁵ IPBES, *The assessment report on pollinators, pollination and food production*, 2017

²⁵⁶ Giovanetti et al, "Mycorrhizal fungi in ecotoxicological studies: Soil impact of fungicides, insecticides and herbicides", 2006

²⁵⁷ Köhler et Triebkorn, "Wildlife ecotoxicology of pesticides: can we track effects to the population level and beyond?", 2013

²⁵⁸ Exemple concret d'un enchaînement d'effet chez les oiseaux : L'ingestion d'une semence enrobée aux néonicotinoïdes perturbe le comportement alimentaire d'un oiseau migrateur ; celui-ci perd du poids et se retrouve obligé à prolonger son séjour dans un point d'étape migratoire afin de se ressourcer ; ce retard et la perte de poids compromettront sa capacité à se reproduire en fin de parcours, impactant à terme les populations de l'espèce. Eng et al, « A neonicotinoid insecticide reduces fueling and delays migration in songbirds », 2019

²⁵⁹ Exemple concret : la mort d'un grand nombre d'abeilles ouvrières en début de saison entravera l'accumulation de la ressource alimentaire pour la ruche. Cela entraînera un moins bon élevage des larves par les jeunes abeilles ouvrières et donc un moins bon état de santé et une plus forte mortalité des larves, qui constituent la génération suivante.

²⁶⁰ Définition d'un écosystème de l'IPBES : « Un complexe dynamique de communautés végétales, animales et de micro-organismes et leur environnement non-vivant interagissant en tant qu'unité fonctionnelle. » IPBES, « Glossary », 2020

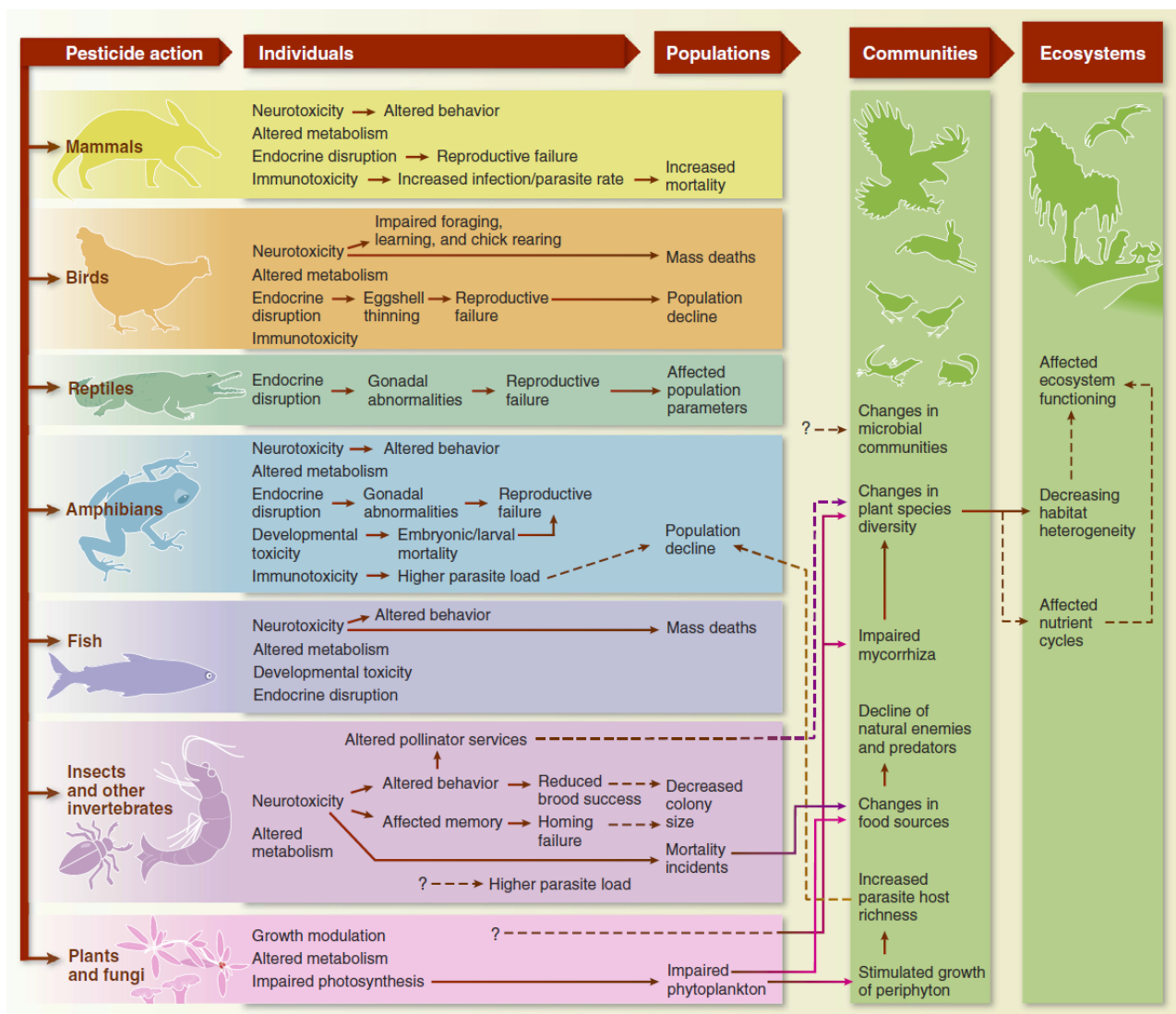


Figure 78. Les impacts des pesticides sur les espèces sauvages, depuis le niveau infra-individuel jusqu'aux impacts sur les écosystèmes. Source : Kohler et al, 2013

Voici quelques exemples concrets :

- Une baisse d'effectifs d'une espèce donnée (survenant du fait de la neurotoxicité des pesticides qui entraîne des morts massives chez les individus d'une espèce) peut nuire aux espèces prédatrices qui n'ont plus de nourriture : exemple de la diminution de la population d'insectes entraînant le déclin d'espèces d'oiseaux.
- À l'inverse, une baisse des effectifs d'une espèce prédatrice peut fortement augmenter les effectifs de ses proies (par exemple, lorsqu'un insecticide diminue les effectifs d'une espèce auxiliaire des cultures et entraîne une augmentation de la population d'un ravageur).
- Une baisse d'effectifs des pollinisateurs peut nuire aux populations de plantes à fleurs cultivées et sauvages qui dépendent de ces insectes pour se reproduire. Et inversement une baisse de la population de ces fleurs peut nuire à la population d'insectes. En effet, certains pollinisateurs ne butinent qu'une espèce de fleurs spécifique et cette fleur n'est butinée que par ce même insecte. On parle d'une spécialisation du couple fleur/insecte. Ainsi, si une des espèces disparaît, l'autre disparaît également. Cet effet se répercutera ensuite sur les oiseaux. Les oiseaux ne se nourrissent pas des plantes éliminées par l'herbicide, mais ils dépendent pour leur survie des insectes qui s'en nourrissent et pâtiront donc de leur disparition.

Ces impacts peuvent donc s'accumuler et rayonner en chaîne sur des espèces de plus en plus distantes les unes des autres du point de vue de leurs liens écologiques. La perte de diversité d'espèces représente un danger pour le fonctionnement de l'écosystème.

Ces impacts en chaîne au sein des écosystèmes sont très importants à prendre en compte lorsqu'il s'agit de caractériser l'impact des pesticides sur la biodiversité. D'abord, parce que **la littérature scientifique considère que ces impacts en chaîne sont fondamentaux pour la compréhension des dynamiques autour de la biodiversité** (voir infra sur les oiseaux, qui sont des bons indicateurs de l'état des milieux justement parce qu'ils se nourrissent de graines et d'insectes potentiellement touchés par les pesticides, mais des dynamiques de ce genre ont également été observées chez les poissons²⁶¹). De plus, **les impacts peuvent aussi être imprévisibles et complexes.** L'impact létal d'une exposition aiguë est relativement facile à établir au laboratoire mais la connaissance des impacts indirects d'un pesticide, à des échelles d'organisation écologique différentes et sur le long terme est beaucoup plus difficile à cerner et à anticiper.

Les impacts en chaîne des pesticides dans les écosystèmes méritent aussi d'être mis en exergue car ils constituent une problématique propre à la biodiversité qui n'a pas d'équivalent chez l'homme - même si elle le touche indirectement. Les impacts en chaîne sont une dynamique caractéristique de la biodiversité mais ils sont largement ignorés dans les procédures d'autorisation de mise sur le marché des pesticides²⁶².

En effet, les normes d'évaluations des risques pour la biodiversité sont calquées sur l'évaluation des risques chez les humains, à savoir qu'on ne s'intéresse qu'aux impacts directs d'une exposition aiguë ou chronique. Étant donné qu'il n'y a pas d'obligation de caractériser les impacts potentiels en chaîne dans l'environnement, **le risque pour la biodiversité est évalué de manière incomplète et peut être sous-estimé.** De plus, les écosystèmes fournissent à l'homme de nombreux services, comme la régulation de la qualité de l'eau et des sols, le contrôle des ravageurs, ou encore la pollinisation. La dégradation avérée des écosystèmes par les pesticides diminue la qualité et la quantité de ces services rendus pour l'homme²⁶³.

4.2.2.3. *Autres facteurs de pression sur la biodiversité*

Les pesticides sont loin d'être les seuls facteurs à exercer des pressions sur la biodiversité. De nombreux travaux ont tenté de recenser les différentes pressions qui agissent, en isolation ou simultanément, sur les espèces sauvages. Dans les travaux qui font référence²⁶⁴, cinq facteurs principaux sont identifiés comme étant responsables de l'érosion de la biodiversité en Europe :

1. **La perte d'habitats, dont la perte, la fragmentation et la dégradation des habitats.** La perte d'habitats résulte principalement des phénomènes suivants :
 - L'étalement urbain
 - Le développement des infrastructures grises (transport, énergie)
 - L'homogénéisation et la perte d'habitats causées par l'intensification agricole
 - La gestion intensive des forêts

La fragmentation des habitats est mise en exergue car elle limite le brassage génétique indispensable à la survie des espèces face à de nouvelles pressions sélectives²⁶⁵.

²⁶¹ Task Force on Systemic Pesticides, *Worldwide integrated assessment of the impacts of systemic pesticides on biodiversity and ecosystems*, 2015

²⁶² Brühl, Carsten A., et Johann G. Zaller. « Biodiversity Decline as a Consequence of an Inappropriate Environmental Risk Assessment of Pesticides », 2019

²⁶³ Task Force on Systemic Pesticides, *Worldwide integrated assessment of the impacts of systemic pesticides on biodiversity and ecosystems*, 2015

²⁶⁴ La classification des drivers de perte de biodiversité dans ces cinq familles remonte au Millennium Ecosystem Assessment publié en 2005. Elle est reprise par l'IPBES en 2018 dans son rapport phare sur l'état de la biodiversité en Europe et en Asie Centrale (IPBES, *The regional assessment report on Biodiversity and Ecosystem Services for Europe and Central Asia*, 2018). Cette classification en cinq familles est également utilisée, à peu de choses près, dans les publications de l'Agence européenne de l'environnement (AEE) réalisées dans le cadre des obligations découlant des Directives oiseaux (1979) et Habitats (1992). Voir par exemple : AEE, Biodiversity briefing, 2020 ; Biodiversity Information System for Europe (BISE), Topics : Threats, 2020 ; AEE, *The European environment — state and outlook 2020*, 2019

²⁶⁵ Biodiversity Information System for Europe (BISE), "Topics: Threats", 2020

2. **La surexploitation des ressources naturelles**, notamment la chasse et la pêche intensive.
3. **L'établissement et la propagation des espèces exotiques envahissantes (EEE)**. L'Europe est confrontée à une tendance croissante de nouvelles EEE dans tous les environnements.
4. **La pollution des milieux**, notamment du fait de la fertilisation azotée et phosphorée.
5. **Les impacts croissants du dérèglement climatique** : il impacte déjà la distribution, l'aire de répartition et l'interaction des espèces et va devenir une menace plus importante dans les décennies à venir.

Lorsqu'ils sont discutés dans ces travaux, les pesticides apparaissent le plus fréquemment dans le cadre des facteurs (1) habitats et intensification agricole et (4) pollution des milieux.

Les cinq facteurs cités ci-dessus peuvent agir de manière synergique et se renforcer mutuellement, aggravant les pressions délétères sur les espèces sauvages²⁶⁶.

4.3. Les impacts des pesticides sur la santé humaine

Au-delà de la biodiversité, les pesticides impactent également la santé humaine. Il est important d'identifier dans un premier temps comment la population humaine se retrouve exposée pour ensuite mieux comprendre leurs impacts sur la santé.

4.3.1. Exposition de la population humaine aux pesticides

Il existe différentes voies d'exposition aux pesticides pour les êtres humains :

- Elle peut se faire par **voie cutanée**, lorsque la peau ou les muqueuses sont en contact direct avec les substances. Il s'agit du biais d'exposition le plus fréquent pour les utilisateurs de pesticides (agriculteurs notamment).
- Elle peut également se faire par **voie digestive** lors que les pesticides sont ingérés, ce qui peut être le cas pour les consommateurs de produits traités, mais également par les travailleurs agricoles en cas de contact entre les mains et la bouche après l'utilisation de pesticides et avant le lavage de mains (lors de la prise d'un verre d'eau, d'un sandwich ou encore d'une cigarette par exemple).
- Le dernier biais d'exposition est la **voie respiratoire** qui correspond à l'exposition la plus courante pour les riverains des zones agricoles, mais qui concerne également les agriculteurs ou autres utilisateurs de pesticides.

Chaque personne exposée peut l'être sur une durée plus ou moins longue, on parle alors d'exposition aiguë (sur un court laps de temps) ou chronique (sur un temps plus long) (cf. 3.1.2).

La population exposée aux pesticides peut être divisée en deux catégories : **la population générale et les utilisateurs professionnels**. Parmi la population générale, nous pouvons différencier les riverains des zones agricoles des consommateurs de produits traités (les expositions liées à l'usage domestique de pesticides - antimites, souricides, etc. - ne font pas partie du périmètre de l'étude qui se concentre sur les usages agricoles). Parmi les professionnels sont compris les ouvriers des usines de fabrication de pesticides ainsi que les travailleurs agricoles et autres utilisateurs professionnels de pesticides.

L'exposition des différentes catégories de population ne se faisant pas selon les mêmes biais, le détail pour chacune d'elles est donné ci-dessous.

²⁶⁶ IPBES, *The regional assessment report on Biodiversity and Ecosystem Services for Europe and Central Asia*, 2018

4.3.1.1. Exposition de la population générale

Plusieurs types de populations exposées ou voies d'exposition aux pesticides sont recensées, parmi lesquels²⁶⁷ :

- **Riverains des milieux agricoles** : de la même manière que les agriculteurs, les personnes dont le lieu de résidence est proche d'une surface agricole traitée peuvent entrer en contact avec les pesticides par les différents mécanismes de dérive.
- **Proches des travailleurs du milieu agricole** : apport au domicile de résidus de pesticides par les personnes exposées professionnellement, sur les vêtements notamment.
- **Alimentation** : des résidus de pesticides peuvent se retrouver sur les aliments ou dans l'eau.
- **Grossesse et allaitement** : une exposition aux pesticides prénatale (*in utero*) ou après la naissance est possible via le lait maternel, ce dernier pouvant contenir des pesticides du fait de la bioaccumulation.
- **Jardinage** : on peut être exposé aux pesticides en les épandant dans son jardin, dans son potager²⁶⁸. Cette utilisation est désormais interdite en France et en Europe par la loi Labbé et sa généralisation.

4.3.1.2. Exposition des utilisateurs professionnels de pesticides

Les travailleurs agricoles sont les premiers utilisateurs de pesticides et donc à priori la population la plus susceptible d'y être exposée. Avant d'étudier l'exposition de cette population, il est important d'en clarifier la définition, les nombreuses études portant sur le sujet n'ayant pas toutes le même périmètre. Pour la suite du rapport, nous nous référons à la définition suivante des travailleurs agricoles : « toutes les personnes qui travaillent dans les exploitations agricoles, que ces personnes soient de la main d'œuvre familiale (chef d'exploitation, conjoint...), des salariés permanents ou occasionnels, ou encore des personnes travaillant sur l'exploitation mais non directement salariées de l'exploitation (employés d'entreprises de travaux agricoles, de travaux de désinsectisation...) »²⁶⁹.

L'exposition des travailleurs agricoles peut survenir à plusieurs moments clés :

- **Achat et transport du pesticide** : le risque d'exposition est cependant relativement faible étant donné la réglementation sur les emballages et les contenants²⁷⁰. Ainsi, si l'exposition a lieu à ce moment, elle proviendra à priori d'un accident, il s'agira donc d'une exposition aiguë.
- **Préparation et application du mélange** : ces deux phases représentent les **plus hauts niveaux de risque** : inhalation, éclaboussures... Il peut s'agir d'une exposition aiguë en cas d'accident (débouchage de buse par exemple) ou d'exposition chronique si une même personne s'en occupe de manière répétée. Le degré d'exposition varie selon le type de cultures²⁷¹.
- **Nettoyage du matériel** : cette phase est beaucoup moins étudiée que les deux précédentes, notamment car **l'exposition est qualifiée d'indirecte** (via du matériel végétal ou agricole et non directement avec la substance). Elle est pourtant considérée comme une **phase critique d'exposition, car elle dure relativement longtemps et implique un contact manuel direct avec le matériel et les substances**.
- **Stockage du matériel** : les produits non utilisés doivent être rangés dans des contenants hermétiques dans des lieux fermés et sécurisés. Si les consignes ne sont pas respectées, les travailleurs peuvent y être exposés par voie respiratoire.
- **Réentrée dans les zones de traitement** : lorsque les travailleurs agricoles sont amenés à retourner sur les parcelles traitées, ils sont exposés aux substances chimiques présentes sur les cultures traitées. Cette phase est moins étudiée, alors qu'elle est considérée comme une **phase critique, notamment en arboriculture**.

²⁶⁷ INSERM. Pesticides et effets sur la santé : Nouvelles données. Collection Expertise collective. Montrouge : EDP Sciences, 2021

²⁶⁸ Au domicile, d'autres voies d'exposition sont possibles mais n'ont pas été prises en compte car non-agricoles : les traitements vétérinaires antiparasitaires, et les pesticides en utilisation domestique (tue-mouches, appâts à fourmis, souricides, etc.).

²⁶⁹ ANSES, *Expositions professionnelles aux pesticides en agriculture, volume n°1 : volume central, Rapport d'expertise collective*, 2016

²⁷⁰ Régulation CLP (CE) 1272/2008

²⁷¹ Cf Pestimat. Il s'agit d'un modèle de prédiction d'exposition qui tient compte des différences entre les cultures traitées

Par ailleurs, de par leur métier, les travailleurs des usines de fabrication de pesticides sont aussi parmi les premiers concernés. Bien que des réglementations de sécurité et santé au travail des employés de ces usines existent dans la plupart des pays de fabrication, notamment concernant les équipements de protection obligatoires (à l'image de la directive européenne 98/24/CE²⁷²), nous n'avons trouvé quasiment aucune étude suffisamment détaillée sur les risques encourus par cette population. Nous n'avons donc pas pu approfondir cette question dans le reste de l'analyse.

4.3.2. Les impacts des pesticides sur la santé humaine

En préambule de cette section sur les impacts sur la santé humaine, il est important de préciser que **le lien entre exposition et contamination réelle n'est pas systématique.**

4.3.2.1. Les impacts des pesticides sur la santé des travailleurs agricoles

Comme évoqué précédemment, l'exposition aux pesticides peut être aiguë ou chronique et engendrer une toxicité également aiguë ou chronique.

La toxicité aiguë est bien documentée²⁷³ : irritation de la peau et des muqueuses, troubles hépato digestifs, troubles respiratoires, dépression du système nerveux... **Les réglementations en vigueur dans l'Union européenne ont a priori permis d'interdire les substances provoquant les impacts les plus néfastes, cependant des substances reconnues comme toxiques pour les êtres humains continuent d'être produites en Europe et vendues sur le marché (en Asie ou en Afrique là où les réglementations sont moins strictes).** Sans oublier le commerce illégal de pesticides qui passent au travers de la réglementation européenne et ne font donc pas l'objet de contrôles sanitaires. Le marché des pesticides de contrefaçon représenterait environ 10% du marché légal²⁷⁴.

Concernant la toxicité chronique, l'Inserm a publié une expertise collective sur les impacts des pesticides sur la santé²⁷⁵ (dont l'édition la plus récente remonte à juillet 2021) qui recense les différentes pathologies pour lesquelles un lien avec les pesticides est suspecté. Même s'il ne s'agit pas d'une liste exhaustive par manque de données et d'études sur le sujet, elle permet d'avoir une vision assez large des impacts potentiels des pesticides sur la santé. Les maladies sont classées selon le degré de présomption du lien : fort, moyen ou faible.

Les maladies pour lesquelles la présomption de lien a été établie et prise en compte dans l'expertise de l'INSERM sont les suivantes :

Présomption forte	<ul style="list-style-type: none"> • Troubles cognitifs (moyen chez les non professionnels) • Lymphomes non hodgkinien (reconnus comme maladie professionnelle provoquée par les pesticides en France) • Maladie de Parkinson (reconnue comme maladie professionnelle provoquée par les pesticides en France et présomption faible chez les non professionnels) • Cancer de la prostate • Myélome multiple • Hémopathies malignes, tumeurs du système nerveux central de l'enfant exposé pendant la grossesse (professionnels et non professionnels) • Malformations congénitales suite à une exposition lors de la grossesse • Leucémie de l'enfant exposé pendant la grossesse
-------------------	--

²⁷² Directive 98/24/CE sur les risques chimiques au travail, directives 2000/39/CE, 2006/15/CE, 2009/161/CE établissant la liste des valeurs limites d'exposition professionnelle pour des substances dangereuses, Directive dites Seveso 3 (2012/18/UE) sur la prévention des risques d'accident et de leurs conséquences pour les sites comportant des installations classées pour l'environnement (ICPE)

²⁷³ INSERM. Pesticides et effets sur la santé : Nouvelles données. Collection Expertise collective. Montrouge : EDP Sciences, 2021

²⁷⁴ ECPA, *Counterfeit and illegal pesticides*, 2017

²⁷⁵ INSERM. Pesticides et effets sur la santé : Nouvelles données. Collection Expertise collective. Montrouge : EDP Sciences, 2021

Présomption moyenne	<ul style="list-style-type: none"> • Maladie d'Alzheimer (professionnels) • Troubles anxiodépressifs (professionnels) • Tumeur du système nerveux central • Leucémie • Cancer du sein après une exposition prénatale ou avant les 18 ans • Cancer de la vessie (professionnels – présomption faible chez les non professionnels) • Cancer du rein (professionnels) • Sarcomes des tissus mous et des viscères (professionnels) • Altérations de la santé respiratoire (professionnels – présomption forte pour les bronchites chroniques) • Pathologies thyroïdiennes (professionnels – présomption faible chez les non professionnels) • Mort fœtale • Troubles de la fertilité et fécondabilité
Présomption faible ²⁷⁶	<ul style="list-style-type: none"> • Lymphome de Hodgkin • Cancer du sein après exposition à l'âge adulte (professionnels) • Endométriose (non professionnels) • Sclérose latérale amyotrophique (professionnels) • Atteintes au neurodéveloppement de l'enfant exposé pendant la grossesse (professionnels et non professionnels) • Cancer des testicules • Mélanome

Jusqu'à présent la toxicité a été présentée comme propre à chaque substance, cependant il peut y avoir des **effets différents e en cas d'exposition à plusieurs substances en mélange**. Ces effets sont malheureusement peu documentés²⁷⁷.

Comme évoqué précédemment, l'exposition réelle aux pesticides est difficilement quantifiable, il est donc d'autant plus ardu de quantifier le nombre de cas de maladies provoquées par les pesticides.

4.3.2.2. Les impacts des pesticides sur la santé des consommateurs

Les impacts des pesticides pour la population riveraine des zones agricoles sont similaires à ceux de la population de travailleurs agricoles.

Concernant le reste de la population (exposée via les aliments consommés notamment), les autorités publiques semblent reconnaître l'existence d'impacts des pesticides sur la santé des consommateurs. En France par exemple, dans le cadre du Projet National Nutrition Santé (PNNS), des recommandations sont faites sur la consommation de fruits et légumes bio du fait de l'absence de résidus de pesticides de synthèse²⁷⁸.

L'identification et la démonstration du lien entre pesticides et problèmes sanitaires pour les consommateurs sont cependant controversées. Si un lien entre certaines substances et certaines pathologies a pu être mis en évidence, beaucoup d'études dans ce domaine sont peu concluantes ou se contredisent²⁷⁹.

Ces contradictions sont le résultat de différences méthodologiques ou de biais et de faiblesses. **L'une des difficultés principales réside dans la quantification de l'exposition chronique d'une population aux pesticides.** Si aucun dispositif de cohorte n'a été mis en place, alors il faut estimer l'exposition d'après les témoignages et la mémoire des participants dans l'étude, procédé moyennement fiable. Pour l'étude des riverains agricoles, un historique du traitement des parcelles environnantes permettrait de mieux qualifier l'exposition, mais ces

²⁷⁶ Qui peut être due à un manque de données permettant d'établir un lien

²⁷⁷ Batsch, *L'impact...*, 2011, op. cit. ; Inserm, *Pesticides – Effets sur la santé*, 2021 ; Andersson et al, « Pesticides and Health: A Review of Evidence on Health Effects, Valuation of Risks, and Benefit-Cost Analysis », 2014 ; voir également la note de bas de page 253 dans la section traitant les impacts des pesticides sur la biodiversité, sur « l'effet cocktail » chez les espèces sauvages.

²⁷⁸ HCSP, *Analyse critique du projet de Stratégie nationale sur les perturbateurs endocriniens 2 (SNPE2) et proposition d'indicateurs de résultats*, 2018

²⁷⁹ Demereaux et al., "Pesticide exposures for residents living close to agricultural lands: A review", 2020

données restent difficiles à récolter. Même lorsque des données de ce type sont disponibles, l'exposition précise des riverains ou des consommateurs est difficile à établir et donc la relation dose-réponse ne peut être quantifiée de manière fiable. Les corrélations entre exposition et pathologies peuvent aussi être avérées mais faibles.

Pour la population générale, les pathologies pour lesquelles un lien potentiel avec les pesticides a été mis en évidence sont globalement les mêmes que celles constatées chez les travailleurs agricoles, y compris le volet prénatal et néonatal²⁸⁰.

4.4. Les impacts des pesticides sur le dérèglement climatique

Si **les impacts des pesticides sur le dérèglement climatique sont limités**²⁸¹, notamment en comparaison des émissions dues à la production d'engrais²⁸², leur fabrication reste néanmoins une source d'émissions de gaz à effet de serre. En effet, ils sont pour la plupart fabriqués à partir de pétrole, leur fabrication émet donc du dioxyde de carbone et encourage le recours aux énergies fossiles.

4.5. Données disponibles sur les impacts des pesticides dans l'UE

4.5.1. Présence des pesticides dans les milieux (eau, air, sol) de l'Union européenne

Les différents mécanismes de transport des pesticides dans l'environnement détaillés précédemment (cf. section 4.1) conjugués à l'utilisation de pesticides dans l'Union européenne entraînent **une présence généralisée des pesticides dans les milieux proches des zones agricoles utilisatrices d'intrants**²⁸³.

La présence de pesticides dans l'environnement est surveillée et contrôlée par les États membres de l'UE pour l'eau et les aliments grâce aux réglementations européennes en vigueur. En l'absence de régulation concernant les pesticides dans l'air et le sol, il n'y a pas de suivi systématique par chacun des États membres. Cependant, la recherche académique ainsi que la société civile tentent de combler ce manque de suivi.

Sur la base des données de la recherche, de la société civile et des États membres de l'UE, il est possible d'établir un état des lieux de la présence de pesticides dans l'environnement :

- **Les eaux de surface et souterraines de l'UE** sont contrôlées par les États membres, notamment depuis la directive cadre Eau²⁸⁴ imposant la mise en place des Plan de gestion de district hydrographique. L'état des eaux européennes est défini par l'Agence européenne de l'environnement (AEE) selon deux indicateurs : l'état chimique évalué selon des seuils de concentration de certaines substances (0.1 microgrammes/litre pour un pesticide et 0.5 µg/L sur l'ensemble des pesticides contrôlés) et l'état écologique évalué à partir de la structure et du fonctionnement des écosystèmes.
 - **6.5% des eaux souterraines**²⁸⁵ **et 7.3% des eaux de surface**²⁸⁶ **sont évaluées en mauvais état chimique** à cause d'une trop forte concentration en pesticides.

²⁸⁰ Notamment : cancers de l'enfant ; troubles cognitifs (p. ex., troubles du spectre autistique, diminution du quotient intellectuel (QI), compréhension et attention verbales, hyperactivité et déclin cognitif) ; troubles respiratoires (p. ex. asthme) ; cancer de l'adulte (sein, tumeurs cérébrales) ; maladie de Parkinson ; sclérose latérale amyotrophique. Sur l'exposition prénatale et néonatale : naissance prématurée, retard de croissance fœtale, anomalies du tube neural, hypospadias, gastroschisis et anotie ; cancers, épilepsie, baisse du QI, autisme, perturbation du développement du cerveau. Demereaux et al., Pesticide exposures for residents living close to agricultural lands: A review, 2020 ; Andersson et al, Pesticides and Health: A Review of Evidence on Health Effects, Valuation of Risks, and Benefit-Cost Analysis, 2014

²⁸¹ Cf Base Carbone fournie par l'Ademe

²⁸² ibid

²⁸³ CGDD, *Les pollutions par les engrais et les produits phytosanitaires : coûts et solutions*, 2015

²⁸⁴ Directive 2000/60/CE

²⁸⁵ AEE, *European waters: assessment of status and pressures*, 2018

²⁸⁶ Chiffre établi à partir de deux sources : AEE, *European waters...*, 2018, op. cit. établissant que 46% des eaux de surface sont en mauvais état chimique et Alliance Environment EEIC, *Evaluation of the impact of CAP on water : final report*, 2019 établissant que parmi les eaux de surface en mauvais état chimique, 16% le sont du fait des pesticides.

- Les **pesticides ne font pas partie des causes principales de mauvais état écologique**. Cependant ils affectent tout de même certains bassins. Par exemple, 185 bassins (sur 110 000) n'ont pas atteint un bon état écologique à cause de la présence d'AMPA, composant du glyphosate²⁸⁷.
- L'état des lieux fourni par l'Agence européenne de l'Environnement a cependant des limites : il ne permet pas d'avoir une vision exhaustive des pesticides présents dans les milieux aquatiques puisque les contrôles ne portent que sur un nombre restreint et spécifique de substances. De plus, chaque pays contrôle ses propres bassins d'eaux et extrapole à l'ensemble du territoire, et les méthodes de contrôle et d'extrapolation ne sont pas harmonisées entre les pays de l'UE²⁸⁸.

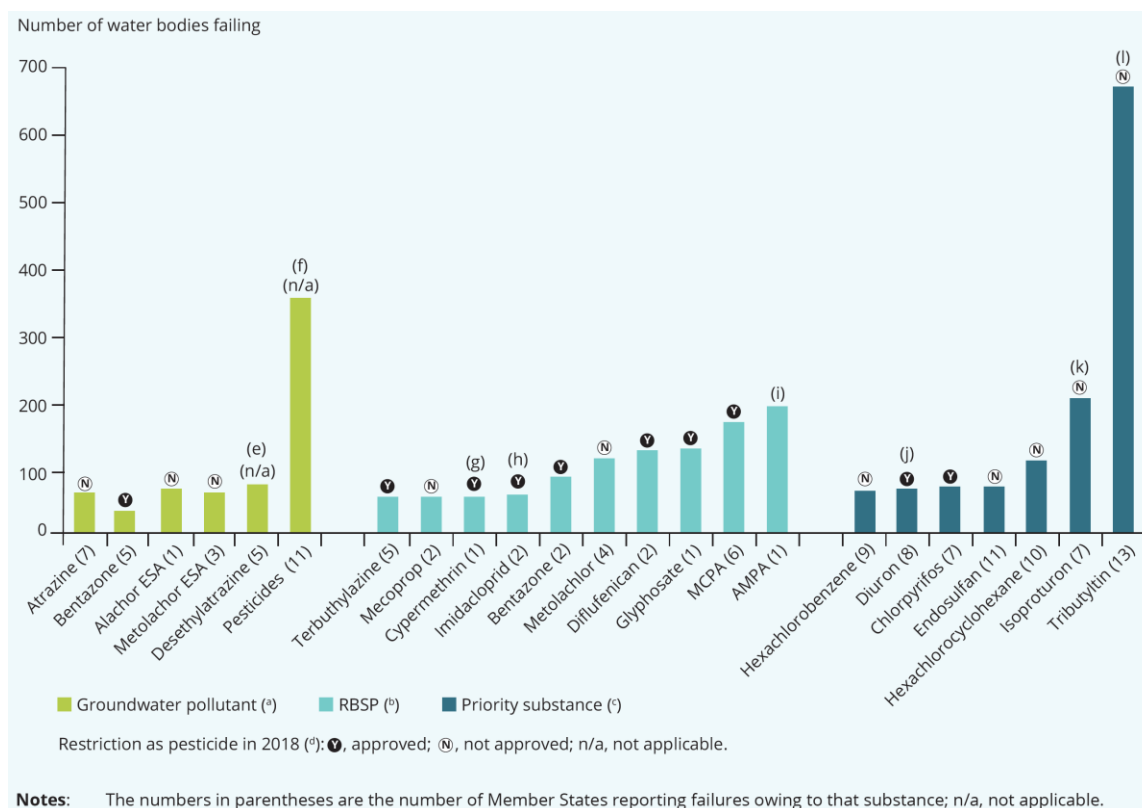


Figure 79. Nombre de masses d'eau en Europe pour lesquelles les pesticides ont empêché d'atteindre le bon état chimique, Source : European Environment Agency. Chemicals in European Waters: Knowledge Developments; 2018.

- **Les résidus d'un certain nombre de pesticides sont contrôlés dans les aliments**, notamment les aliments frais. L'EFSA a créé en 2020 un outil de visualisation en ligne des résultats d'analyse de 90 000 échantillons dans différents pays de l'UE²⁸⁹. Presque la moitié des aliments contenait des résidus de pesticides, mais seuls 4% des échantillons contenaient des traces de résidus supérieurs aux niveaux légalement autorisés. Il convient de noter que les mélanges ne sont pas pris en compte pour établir les seuils, or 1/3 des aliments testés contenaient des résidus d'au moins 2 pesticides différents²⁹⁰.
- **La présence de pesticides dans les sols n'est pas régulée** et donc contrôlée, mais certains chercheurs se sont attelés à le faire. V. Silva et ses partenaires de recherche ont ainsi récolté des échantillons de sols agricoles dans 11 États de l'UE afin d'identifier les résidus de pesticides²⁹¹ : **80% des échantillons testés en contenaient**²⁹², dont 58% pour lesquels des mélanges de substances ont été détectés.

²⁸⁷ AEE, *European waters...*, 2018, op. cit

²⁸⁸ ibid

²⁸⁹ https://www.efsa.europa.eu/fr/interactive_pages/Pesticides_report_2017

²⁹⁰ PAN Europe, *"Business as usual for pesticide cocktails in EU food"*, 2020

²⁹¹ Silva, Mol, Zomer, Tienstra, Ritsema et Geissen, *Pesticide residues in European agricultural soils – a hidden reality unfolded*, 2019

²⁹² 317 échantillons ont été prélevés dans 10 États membres de l'UE. Une liste de 76 pesticides a été sélectionnée sur la base des substances actives les plus utilisées ainsi que certains pesticides interdits mais dont la persistance dans le sol est connue pour être élevée.

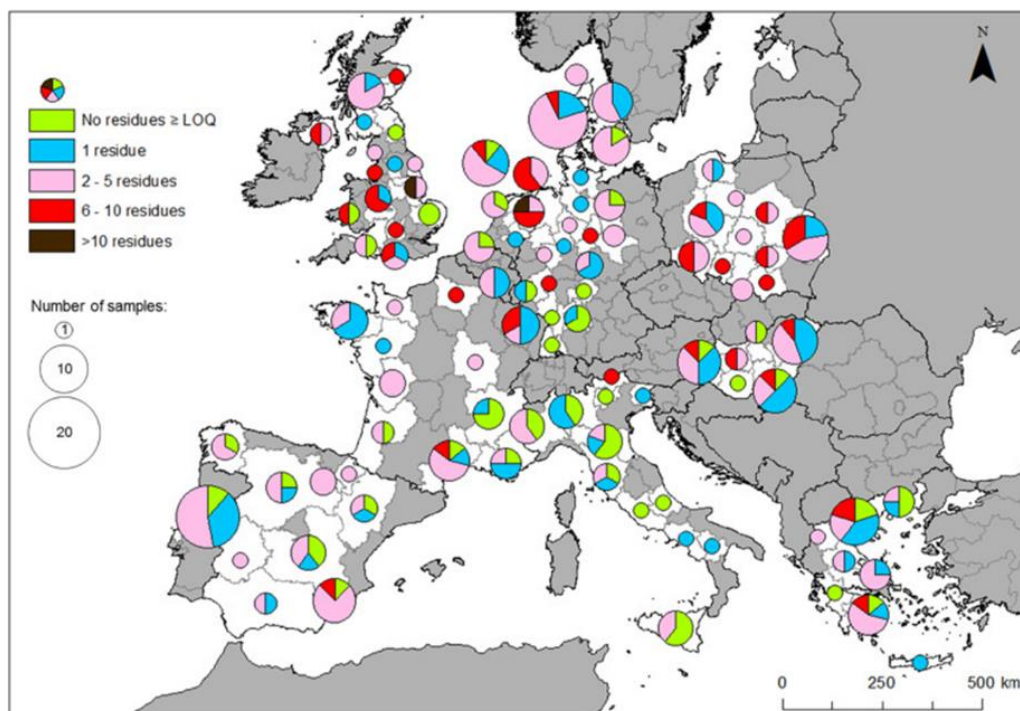


Figure 80. Nombre de résidus de pesticides dans les sols agricoles de l'UE, Source : SILVA et al., 2019

- **La présence de pesticides dans l'air n'est pas régulée de manière systématique**, mais dans certains pays des initiatives nationales ou locales sont mises en place :
 - À l'échelle nationale, la France s'est par exemple dotée en 2017 d'un Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA) qui comprend des objectifs d'évaluation et de réduction de la présence de produits phytopharmaceutiques dans l'air. La première campagne de surveillance issue de ce plan a abouti à une liste de 32 substances d'intérêt, dont 9 interdites, dont la fréquence de détection couplée au risque sanitaire était suffisamment importante pour mériter un suivi et une évaluation du risque plus approfondis²⁹³.
 - Une initiative locale française est celle d'AirParif, qui contrôle l'air de l'Ile-de-France, dans le cadre du Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'air francilien²⁹⁴. L'étude d'AirParif montre **une présence généralisée des pesticides dans l'air francilien**, avec des teneurs en moyenne plus élevées dans les zones rurales que les zones urbaines.
- **Globalement, la persistance environnementale de certains pesticides évoquée précédemment entraîne un taux de détection élevé et prolongé ce ces substances dans les différents milieux : eau, air, sol.** Par exemple, de nombreux organochlorés (DDT, HCH...) ainsi que l'atrazine continuent d'être détectés dans les eaux européennes alors qu'ils ont été interdits de nombreuses années auparavant²⁹⁵. Le lindane, organochloré interdit en France depuis 2007, a été retrouvé dans la quasi-totalité des échantillons de l'air prélevés en métropole dix ans plus tard²⁹⁶. De même, certains néonicotinoïdes appliqués sur semences ont été détectés dans les sols plusieurs années après leur utilisation ponctuelle sur une culture²⁹⁷.

²⁹³ ANSES, Ineris et AASQA, *Rapport relatif aux premières interprétations des résultats de la Campagne Nationale Exploratoire des Pesticides (CNEP) dans l'air ambiant*, 2020

²⁹⁴ AirParif, *Les pesticides dans l'air francilien*, 2016

²⁹⁵ Carvalho, *Pesticides, environnement and food safety*, 2017 ; Agence Eau Seine Normandie, 2014

²⁹⁶ Anses, *Campagne nationale exploratoire des pesticides dans l'air ambiant Premières interprétations sanitaires*, 2020

²⁹⁷ Bonmatin et al., *Environmental fate and exposure: neonicotinoids and fipronil*, 2015

4.5.2. Impacts recensés sur la biodiversité dans l'Union Européenne

En Europe, la communauté scientifique commence à avoir suffisamment de données et de recul pour tenter d'évaluer les dynamiques entre utilisation de pesticides et évolution de l'état la biodiversité. Il faut souligner que ces dynamiques sont complexes, et qu'il est difficile de quantifier le rôle des pesticides dans ces dynamiques puisque d'autres facteurs peuvent entrer en jeu (voir section suivante). L'état des lieux à date que nous proposons a donc ses limites, n'est qu'estimatif, mais a le mérite d'exister.

Certains travaux scientifiques se sont attelés à la question en croisant les données sur l'état de la biodiversité avec des informations sur les pressions écologiques, dont l'utilisation des pesticides, et ont pu émettre des hypothèses de causalité. Voici quelques résultats probants :

- **En Allemagne, une étude a montré une chute de la biomasse d'insectes volants dans des aires protégées de 76% entre 1990 et 2017²⁹⁸. Les pesticides sont à minima partiellement responsables de cette évolution²⁹⁹ :** en effet, si les intrants chimiques n'ont pas été étudiés, toutes les autres causes probables ont été écartées : réchauffement climatique, météorologie, type d'habitat, usage des terres, cause biologique (virus, etc.), éclairage nocturne. La tendance à la disparition des insectes dans cette période serait fortement corrélée avec la suppression en 2009, dans les règles de la Politique Agricole Commune, de l'obligation de mise en jachère³⁰⁰.
- **Ce phénomène de déclin des populations d'insectes se retrouve à peu près partout en Europe et dans le monde, il n'y a cependant pas de consensus scientifique dans la communauté des écologues sur l'ampleur du déclin³⁰¹.** En effet, les études sont souvent établies sur des données des pays de l'hémisphère nord et ne concernent qu'un faible nombre d'espèces surveillées. Les causes de ce déclin sont pour la plupart documentées : la plus importante serait la perte d'habitats liée à l'augmentation des surfaces en agriculture intensive. Les autres facteurs décrits comme importants par la littérature sont : l'utilisation des pesticides, les espèces invasives et le dérèglement climatique³⁰². Il n'y a cependant pas de consensus sur leur importance relative.
- Plusieurs pays européens ont des systèmes de monitoring des incidents de létalité pour les abeilles domestiques. **De nombreux cas de mortalité liés à l'application de pesticides ont été recensés³⁰³.** En Europe, les taux de pesticides décelés dans les corps des abeilles mortes sont nettement supérieurs à ceux décelés dans les corps des abeilles vivantes, de même que la proportion de pesticides retrouvés en combinaison (plutôt qu'en isolation)³⁰⁴. Les pesticides sont aussi soupçonnés d'être l'un des facteurs parmi d'autres responsables du **syndrome d'effondrement des colonies** des abeilles mellifères, en forte augmentation en Europe à partir du milieu des années 2000³⁰⁵.
- L'abondance des oiseaux est un indicateur-phare de l'état des milieux car ils jouent un rôle important dans la chaîne alimentaire et sont présents dans des habitats nombreux et variés³⁰⁶. À l'échelle de l'UE entre 1980 et 2018, **les populations moyennes des oiseaux spécialistes des milieux forestiers sont**

²⁹⁸ Hallman et al, "More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas", 2017

²⁹⁹D'après les auteurs de l'étude, les pesticides sont les principaux responsables de cette évolution (information obtenue lors d'entretiens avec les auteurs).

³⁰⁰ Seibold et al., «Arthropod decline in grasslands and forests is associated with drivers at landscape level», 2019. Et explication de l'CCE: « La Communauté économique européenne avait introduit cette obligation en 1988 afin de contribuer à la réduction des excédents, importants et coûteux, produits en Europe dans le cadre du système de prix garantis de la PAC, et afin d'obtenir des effets positifs pour l'environnement. Les agriculteurs étaient tenus de ne pas pratiquer la culture intensive sur une partie de leurs terres. » CCE, *Special Report 13/2020: Biodiversity on farmland: CAP contribution has not halted the decline*, 2020

³⁰¹ G. A. Montgomery et al., *Is the insect apocalypse upon us? How to find out*, 2020

³⁰² Wagner, D.L., *Insect Declines in the Anthropocene*, 2020

³⁰³ IPBES, *The assessment report on pollinators, pollination and food production*, 2017

³⁰⁴ Kiljanek et al, "Multiple pesticide residues in live and poisoned honeybees – Preliminary exposure assessment", 2017

³⁰⁵ Syndrome d'effondrement des colonies : phénomène d'abandon des colonies par les abeilles ouvrières, souvent constaté à la sortie de l'hiver, qui met en péril la reine et l'élevage du couvain. Les études scientifiques ont mis en cause de nombreux facteurs agissant en synergie pour créer ce phénomène : perte d'habitat, parasites et maladies, exposition aux pesticides, carences nutritionnelles, stress lié au déplacement des ruches, compétition entre espèces, dérèglement climatique... Les recherches sur ce phénomène sont un des facteurs qui ont précipité l'interdiction des néonicotinoïdes en Europe. Goulson et al, "Combined stress from parasites, pesticides and lack of flowers drives bee declines", 2015 ; ANSES, *Co-exposition des abeilles aux facteurs de stress : Avis de l'Anses et Rapport d'expertise collective*, 2015

³⁰⁶ CCE, *Special Report 13/2020: Biodiversity on farmland: CAP contribution has not halted the decline*, 2020

restées approximativement stables, tandis que les populations des oiseaux spécialistes de milieux agricoles ont chuté de 33% (voir Figure ci-dessous)³⁰⁷. Les chercheurs font l'hypothèse que l'homogénéisation des paysages agricoles, la fragmentation des habitats mais aussi l'utilisation de pesticides jouent un rôle dans ce déclin³⁰⁸. La situation est variable dans les différents pays européens.

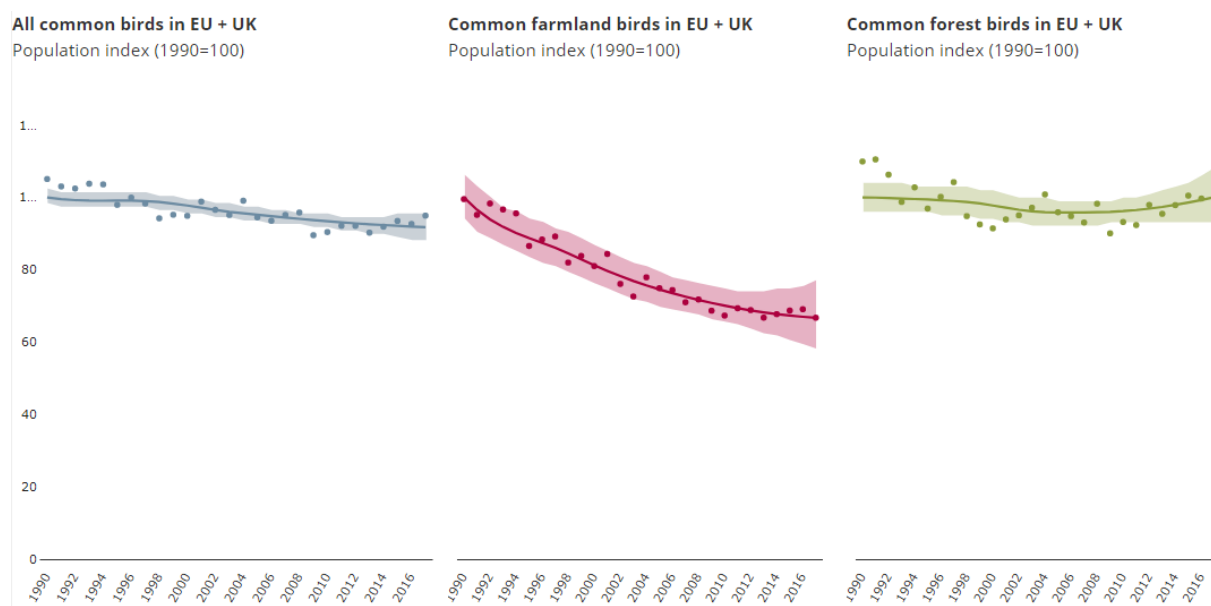


Figure 81. Évolution des indicateurs d'abondance de tous les oiseaux, des oiseaux forestiers et des oiseaux agricoles dans l'union européenne, 1980 à 2018 (indice 1980 = 100%). Source : Agence européenne de l'environnement, 2020

- Les néonicotinoïdes³⁰⁹ étant interdits depuis 2018³¹⁰ (sauf dérogations exceptionnelles et réautorisation récente en France pour les cultures de betteraves³¹¹), les études sur la toxicité des milieux agricoles ne les prennent pas nécessairement en compte dans l'analyse. Leur toxicité et leur persistance est pourtant avérée. Ainsi lorsqu'ils sont considérés dans ces analyse, il est possible d'affirmer que **dans les 20 dernières années en Europe, le profil de toxicité des milieux agricoles a augmenté pour les insectes et les espèces aquatiques**. Si on prend l'exemple des insecticides sur ces 20 dernières années, l'évolution globale de leur profil est la suivante³¹² :
 - Une moindre toxicité pour les mammifères mais un maintien ou une augmentation de toxicité pour les insectes et les poissons
 - Une plus forte solubilité dans l'eau, ce qui augmente les risques pour (1) les pollinisateurs se nourrissant de nectar et de pollen et (2) les plantes ou les insectes aquatiques exposés à des résidus dans les eaux de surface
 - Une légère augmentation de la persistance dans l'environnement³¹³

³⁰⁷ AEE, "Common birds - population index, 1990-2017", 2020. Si on s'intéresse plutôt à l'état moyen des populations d'oiseaux par espèce (sans pondérer l'indice de chaque espèce par sa contribution respective à la population des oiseaux en Europe) alors la différence est encore plus marquante : sur les espèces des forêts l'indice a diminué d'environ 3%, tandis que celui des oiseaux spécialistes des milieux agricoles a chuté de 57%. PanEuropean Common Bird Monitoring Scheme, "European Indicators", 2020

³⁰⁸ Hallman et al, « Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations », 2014; Goulson, "Pesticides linked to bird declines", 2014

³⁰⁹ excepté l'acétamipride

³¹⁰ L'imidaclopride n'est pas interdite totalement mais limitée aux usages sous serres

³¹¹ Les restrictions sur l'utilisation des néonicotinoïdes ont commencé à être mises en place dans les années 2010 et le dernier néonicotinoïde encore autorisé (l'imidaclopride) devrait être définitivement interdit en 2022. CCE, *Special Report 15/2020: Protection of wild pollinators in the EU — Commission initiatives have not borne fruit*, 2020

³¹² DiBartolomeis et al., "An Assessment of Acute Insecticide Toxicity Loading (AITL) of Chemical Pesticides Used on Agricultural Land in the United States", 2019 ; Douglas et al, "County-Level Analysis Reveals a Rapidly Shifting Landscape of Insecticide Hazard to Honey Bees", 2020 ; Bonmatin et al, "Environmental Fate and Exposure; Neonicotinoids and Fipronil, 2015 ; Goulson et al, Rapid Rise in Toxic Load for Bees Revealed by Analysis of Pesticide Use in Great Britain", 2018 ; Task Force on Systemic Pesticides, *Worldwide integrated assessment of the impacts of systemic pesticides on biodiversity and ecosystems*, 2015

³¹³ Une fois les organochlorés (qui étaient très persistants) interdits, la demi-vie dans le sol de pesticides (organophosphorés, carbamates, et pyréthroides) était descendue à une fourchette de quelques jours à quelques semaines. Avec l'introduction des néonicotinoïdes, la demi-vie dans les sols est remontée en moyenne actuellement 39 à 174 jours. DiBartolomeis et al., "An Assessment of Acute Insecticide Toxicity Loading (AITL) of Chemical Pesticides Used on Agricultural Land in the United States", 2019

- Au Royaume-Uni, une augmentation claire et nette de la « charge toxique » pour les pollinisateurs dans les agroécosystèmes (voir encadré ci-après). Dans l'étude ayant mis en évidence cette tendance, les auteurs argumentent que la situation au Royaume-Uni est représentative de la situation dans d'autres pays européens, au vu des similitudes des pesticides utilisés et des taux d'épandage en agriculture conventionnelle.
- **L'abondance et/ou la diversité spécifique des insectes est plus élevée à proximité des parcelles conduites en agriculture biologique par rapport à celles conduites en agriculture conventionnelle**³¹⁴. Néanmoins, toutes les études réalisées sur ce sujet ne s'accordent pas sur cet effet positif de l'agriculture biologique, ni les mécanismes à l'œuvre.
- **L'impact positif sur les pollinisateurs de la protection et la gestion sans pesticides des prairies semi-naturelles, des landes, des lisières de bois, des broussailles et des jachères** est bien documenté³¹⁵.

Pour conclure, l'évolution des indicateurs sur la biodiversité en Europe, notamment les insectes et les oiseaux, suggère que la tendance des dernières décennies est celle d'une dégradation des milieux³¹⁶. Le caractère multifactoriel du déclin de la biodiversité (voir section suivante) rend difficile une quantification précise de la part de responsabilité des pesticides³¹⁷. On peut cependant affirmer que l'utilisation des pesticides est l'un des facteurs qui joue dans cette dégradation du milieu.

Encadré : Évolution de la charge toxique pour les abeilles mellifères au Royaume-Uni (1990-2015) :

L'abeille domestique (*Apis mellifera*) est une espèce particulièrement bien documentée dans le domaine de l'écotoxicologie. Une des problématiques étudiées est la toxicité potentielle des milieux agricoles pour cette espèce. Cette approche permet de mieux évaluer le rôle potentiel des pesticides dans l'évolution de l'état de conservation des abeilles.

Pour comprendre la notion de toxicité des milieux, il est utile d'énoncer la définition du risque en écotoxicologie. Le risque représenté par les pesticides pour les espèces sauvages dépend de deux facteurs : la probabilité d'exposition à une substance et la toxicité de cette substance. Le risque résulte de l'effet conjugué de ces deux facteurs : **risque = probabilité d'exposition × toxicité**³¹⁸.

La deuxième partie de cette équation, la toxicité, se prête relativement bien à la quantification. C'est ainsi qu'on exprime fréquemment la toxicité par la **dose létale médiane (LD₅₀)**, soit la quantité de substance qui cause la mort de 50 % d'une population animale donnée dans des conditions expérimentales précises³¹⁹.

Sur la base de la dose létale médiane (LD₅₀) à 48 heures, des chercheurs britanniques se sont intéressés à la quantification de la **charge toxique aiguë** des pesticides sur les abeilles domestiques. La charge toxique est calculée en divisant la quantité de pesticides épandus sur une surface donnée par la dose létale médiane pour ce pesticide. On arrive ainsi à une estimation du « **potentiel de mortalité des abeilles** » (en anglais : **potential bee kill**) qui caractérise la toxicité du milieu pour les abeilles. Cette quantification ne prédit pas combien d'abeilles seront tuées sur un hectare traité, mais elle permet **de normaliser l'effet potentiel sur les abeilles pour une surface donnée et donc d'étudier l'évolution du risque dans le temps.**

³¹⁴ IPBES, *The assessment report on pollinators, pollination and food production*, 2017 ; Pesticide Action Network Europe, *Les pesticides et la perte de biodiversité*, 2010

³¹⁵ IEEP, *Evaluation of the impact of the CAP on habitats, landscapes, biodiversity*, 2020

³¹⁶ AEE, *The European environment — state and outlook 2020*, 2019 ; IPBES, *The regional assessment report on Biodiversity and Ecosystem Services for Europe and Central Asia*, 2018

³¹⁷ Certaines études ont tenté de hiérarchiser la part de responsabilité des différents facteurs dans le déclin de la biodiversité. Dans plusieurs études sur les insectes, oiseaux et certaines plantes sauvages, les pesticides ressortent comme un facteur important. Par exemple : Sánchez-Bayo et Wyckhuys, *Worldwide Decline of the Entomofauna: A Review of Its Drivers*, 2019 et Hallman et al, *More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas*, 2017, exposés ci-dessus. Aussi Geiger et al, « Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland », 2009, mettant en évidence le rôle important de l'intensification agricole et l'utilisation des pesticides sur les carabes, certaines plantes sauvages et les oiseaux qui nichent au sol en Europe.

³¹⁸ IPBES, *The assessment report on pollinators, pollination and food production*, 2017

³¹⁹ La LD₅₀ s'exprime en milligrammes de substance active par kilogramme d'animal. Il existe une mesure équivalente pour l'exposition à des concentrations dans l'eau, appelée la LC₅₀ ou concentration létale médiane. Les effets sublétaux peuvent aussi être quantifiés : on s'intéressera à la dose sans effet nocif observable (DSENO / en anglais : *No Observed Adverse Effect Level* ou NOAEL). Son équivalent pour les concentrations dans l'eau est le No Observed Adverse Effect Concentration (NOAEC). La quantification des effets sublétaux par la DSENO est moins évidente, car il faut pouvoir détecter les impacts nocifs et comprendre leur évolution dans le temps. IPBES, *The assessment report on pollinators, pollination and food production*, 2017, p.53

Au Royaume-Uni il existe dans le domaine public une base de données détaillée sur les volumes de pesticides épandus sur le territoire. En s'appuyant sur ces données, des chercheurs de l'université de Sussex ont pu mettre en évidence **une augmentation importante de la charge toxique pour les abeilles dans les 25 dernières années**^{320,321}; voir Figure ci-dessous. Autrement dit, les milieux agricoles sont très probablement devenus plus dangereux pour les abeilles dans les 25 dernières années, car la partie « toxicité » de l'équation du risque a augmenté. Cette augmentation est principalement due à la mise sur le marché des néonicotinoïdes, et dans une moindre mesure, à l'utilisation des pyréthroïdes. Les auteurs argumentent que **la corrélation entre l'augmentation de cette charge toxique et la diminution des effectifs des insectes n'est probablement pas anodine.**

Depuis la publication de cette étude, l'état des lieux a sans doute changé. En effet, avec l'interdiction progressive des néonicotinoïdes en Europe, on peut espérer que la charge toxique aiguë sur les abeilles domestiques en Europe s'est amoindrie. Néanmoins, il demeure sur le marché d'autres substances plus récentes (flupyradifurone, sulfoxaflor) dont le mode d'action ressemble à celui des néonicotinoïdes, et dont la nocivité pour les pollinisateurs ou les auxiliaires des cultures commence à être documentée³²². L'effet de leur utilisation sur la charge toxique des milieux n'a pas encore été quantifié. De plus, l'étude ne prend pas en compte la toxicité chronique des pesticides sur les abeilles, et la mortalité due à l'exposition répétée à des doses sous-létales.

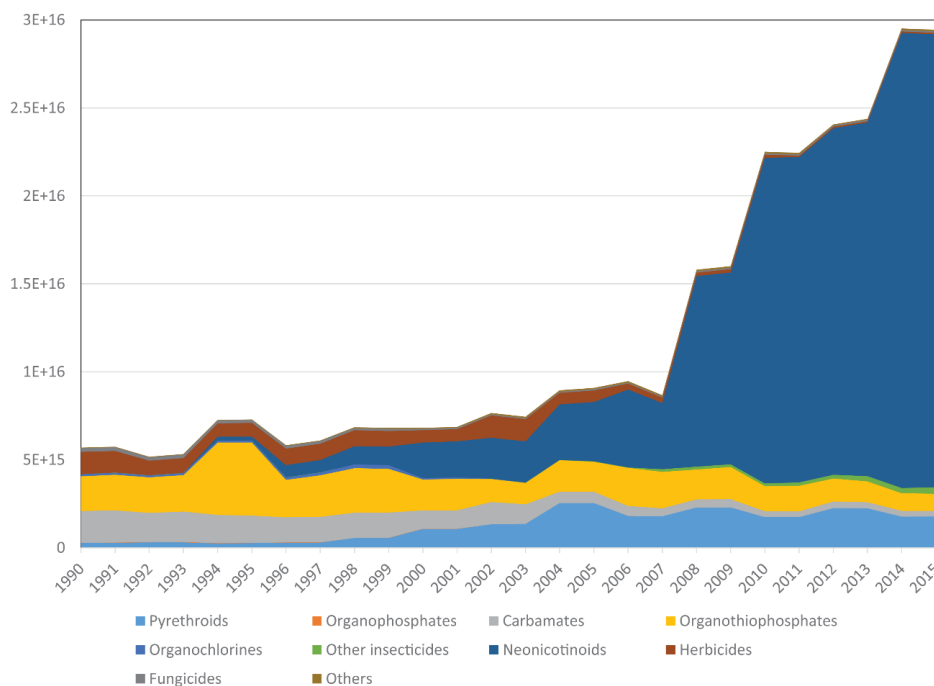


Figure 82. Évolution de la charge toxique pour les abeilles au Royaume-Uni de 1990 à 2015 et des principales familles de pesticides impliqués.

La charge toxique est mesurée ici en termes du « potentiel de mortalité des abeilles » (potential bee kill) calculé d'après le nombre de doses LD₅₀ contenue dans les épandages de pesticides sur les terres agricoles.

Source : Goulson et al 2018.

³²⁰ Goulson et al, "Rapid rise in toxic load for bees revealed by analysis of pesticide use in Great Britain", 2018

³²¹ Des résultats allant dans le même sens ont été obtenus aux États-Unis, également à cause des néonicotinoïdes. Douglas et al, "County-level analysis reveals a rapidly shifting landscape of insecticide hazard to honey bees (*Apis mellifera*) on US farmland", 2020 ; DiBartolomeis et al., "An assessment of acute insecticide toxicity loading (AITL) of chemical pesticides used on agricultural land in the United States", 2019

³²² Pour la nocivité du flupyradifurone (Sivanto® de Bayer) pour les pollinisateurs : Tosi et Nieh 2019 ; Hesselbach & Scheiner 2019 ; Tan et al 2017 ; Tong et al 2019 ; Al Naggar et Baer 2019 ; Hesselbach et al 2020 ; Chakrabarti et al 2020. Pour le sulfoxaflor (Transform® et Closer® de Dow/Corteva) et les pollinisateurs : Siviter et al 2018 ; Zhu et al 2017 ; Taning et al 2019 ; Siviter et al 2019 ; Chakrabarti et al 2020 ; Mundy-Heisz et al 2020 ; aussi Pan et al 2017 (fourmis). Pour le sulfoxaflor et les auxiliaires des cultures : Jiang et al 2019 ; Garzón et al 2015 ; Wanumen et al 2016 ; Wilson 2017. Les références complètes sont données dans la bibliographie.

4.5.3. Données sur l'exposition des utilisateurs professionnels : le cas de la France

La France est le seul pays européen pour lequel nous avons trouvé une analyse récente approfondie concernant l'exposition des utilisateurs professionnels de pesticides via un état des lieux mené en 2016 par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES)³²³.

La première conclusion des auteurs est le caractère lacunaire des données actuellement disponibles³²⁴. Ces lacunes viennent à la fois d'une absence de collecte de données et de la complexité de ces données. En effet, l'exposition aux pesticides dépend à la fois des tâches effectuées au sein de l'exploitation, du type d'exploitation, du milieu dans lequel se trouve l'exploitation mais aussi de caractéristiques individuelles (sudation, etc.).

L'exposition aux pesticides est cependant une donnée importante, que ce soit pour les études préalables à l'autorisation de mise sur le marché ou pour des études épidémiologiques sur les impacts sanitaires des pesticides. Ainsi pour pallier le manque de données sur l'exposition réelle aux pesticides, des **modèles élaborant des indicateurs d'exposition ont été conçus**.

- **Pour le monde industriel**, il s'agit du modèle **Europoem** qui est utilisé par les industriels, notamment pour répondre aux exigences des demandes de mise sur le marché, pour lesquelles il leur faut estimer les risques encourus par les utilisateurs. Ce modèle ne prend cependant pas en compte les conditions réelles d'utilisation des pesticides. Il considère notamment que le port de vêtements de protection divise par 10 les risques d'exposition³²⁵. Des études³²⁶ ont pourtant montré que les équipements ne sont pas systématiquement portés selon les recommandations (par manque d'information ou lorsque les conditions ne le permettent pas). Même lorsqu'ils le sont, ils ne protègent pas totalement les travailleurs ; certaines substances passant au travers des vêtements, une personne protégée peut se retrouver plus exposée du fait de l'accumulation de substances sur l'équipement. Enfin, toute remise en cause ultérieure d'une autorisation doit être justifiée par les résultats consolidés de projets de recherche scientifique indépendants, qui sont généralement plus longs et coûteux.
- **Pour le monde académique**, deux modèles sont utilisés :
 - **Pestexpo** qui prédit le niveau d'exposition aux pesticides en tenant compte des conditions réelles d'utilisation. S'il permet de différencier le niveau d'exposition selon les contextes agricoles, les phases de travail ainsi que d'autres variables, il ne peut cependant pas estimer la part de la population exposée (cf schéma ci-dessous).

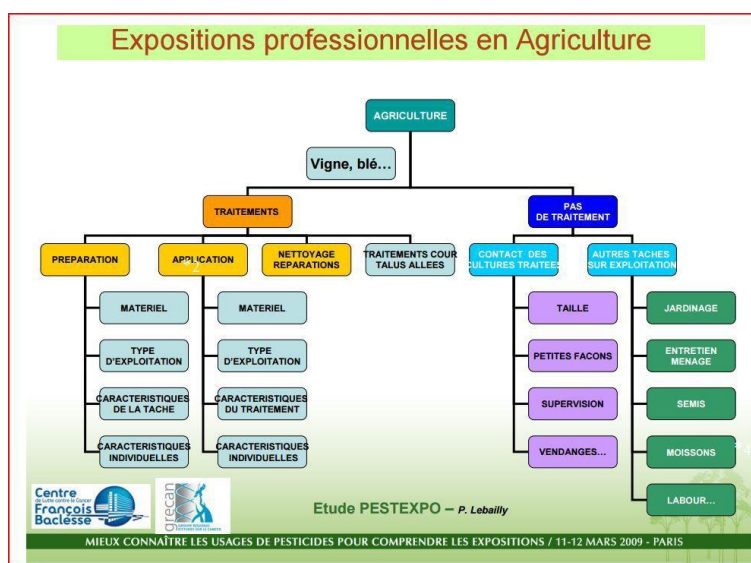


Figure 83. Expositions professionnelles en agriculture, Source : LEBAILLY, Étude pestexpo, 2009

³²³ ANSES, *Expositions professionnelles aux pesticides en agriculture, volume n°1 : volume central, Rapport d'expertise collective*, 2016

³²⁴ D'après nos recherches bibliographiques, le constat est le même pour les autres pays de l'UE.

³²⁵ Ces données proviennent du fichier Excel fourni par Europoem II : « Guidance Worker Europoem II »

³²⁶ HCSP, *Analyse critique du projet de Stratégie nationale sur les perturbateurs endocriniens 2 (SNPE2) et proposition d'indicateurs de résultats*, 2018

- **Pestim** qui permet de lier les risques d'exposition avec les types de culture. On apprend ainsi que dans la viticulture et l'arboriculture, la quasi-totalité des travailleurs sont exposés tandis que ce n'est pas le cas pour les grandes cultures où l'individu qui épand les pesticides est presque le seul à être exposé.

Encadré : Maladies professionnelles provoquées par les pesticides en France

*La seule donnée officielle sur un nombre de cas concrets liés aux pesticides provient de l'INERIS³²⁷ : il s'agit des **maladies professionnelles provoquées par les pesticides, reconnues par l'État**³²⁸. Cependant, seules quelques-unes sont reconnues comme maladies professionnelles. Ainsi, deux tableaux de maladies professionnelles ont été créés récemment au régime agricole (tableau 58 sur la maladie de Parkinson provoquée par les pesticides en 2012 et tableau 59 sur les hémopathies malignes provoquées par les pesticides en 2015) malgré une présomption forte, le cancer de la prostate et le myélome multiple ne sont pas reconnus comme maladies professionnelles agricoles. « Malgré les études scientifiques étayant la création de nouveaux tableaux, les enjeux financiers conduisent les partenaires financeurs à limiter de fait les conditions d'application des nouveaux tableaux, voire amènent à reporter l'adoption de tableaux pour des maladies présentant manifestement un sur-risque dans le monde agricole »³²⁹.*

Les chiffres obtenus sont donc de fortes sous-estimations car ils correspondent seulement aux nombres de cas déclarés faisant l'objet d'une indemnisation (environ 50 par an pour la maladie de Parkinson et 25 pour les lymphomes non hodgkiniens en France). Or les démarches administratives sont lourdes et les médecins ne font pas systématiquement le lien entre ces maladies et les pesticides.

Néanmoins, un projet de loi est en cours en France pour la création d'un fonds d'indemnisation des victimes des pesticides³³⁰. Les experts ayant participé à ce rapport estime qu'il y aurait ainsi actuellement en France parmi la population agricole entre 7 000 et 10 000 cas de maladie de Parkinson et 2 300 personnes en surrisques pour les cancers de la prostate, mélanomes cutanées, lymphomes non hodgkiniens et myélomes multiples.

Des études de cohorte permettent d'avoir une idée plus précise de la prévalence de certaines maladies chez la population exposée aux pesticides par rapport au reste de la population. La cohorte française AGRICAN³³¹ a montré que pour l'ensemble des cancers la population agricole présente des surrisques, à conditions de vie similaires. La population agricole est en moyenne moins à risque pour beaucoup des cancers les plus fréquents, cependant cela s'explique par des habitudes de vie moins à risque, notamment pour le tabagisme. Lorsque l'on contrôle l'effet du tabagisme, les risques pour le cancer des poumons par exemple sont plus élevés.

4.6. Les impacts des pesticides dans les pays du Sud

Les impacts sanitaires et environnementaux étudiés à l'échelle de l'Union Européenne sont tout autant valables pour les autres pays du monde. Les résultats des études d'impact citées précédemment ne sont donc pas propres à une zone géographique et peuvent s'appliquer aux pays du Sud. En témoigne la **revue de littérature que nous avons réalisée sur l'impact des pesticides dans les autres continents qui recense les mêmes impacts** : pollution de l'eau, pollution des sols, atteinte à la biodiversité, risques sanitaires (maladies neurologiques, cancers, intoxications...).

³²⁷ Nous n'avons pas obtenu de données similaires pour les autres pays de l'UE.

³²⁸ Affections provoquées par l'arsenic et ses composés minéraux (1955 – substance aujourd'hui interdite), intoxication professionnelle par le bromure de méthyle (1955 – substance aujourd'hui interdite), sulfocarbonisme professionnel (1955), Affections provoquées par les phosphates, pyrophosphates et triphosphates d'alcoyle, d'aryle ou d'alcoylaryle et autres organo-phosphorés anticholinestérasiques ainsi que par les phosphoramides anticholinestérasiques et les carbamates anticholinestérasiques (1955), Affections provoquées par les dérivés nitrés du phénol, par le pentachlorophénol et les pentachlorophénates et par les dérivés halogénés de l'hydroxybenzonnitrile (1955), Maladie de Parkinson provoquée par les pesticides (2012), Hémopathies malignes provoquée par les pesticides (2015).

³²⁹ Castet, Deprost, Eslous, Toussaint, *La préfiguration d'un fonds d'aide aux victimes de produits phytopharmaceutiques*, 2018

³³⁰ Ibid.

³³¹ Etude de cohorte sur les cancers dans la population agricole en France

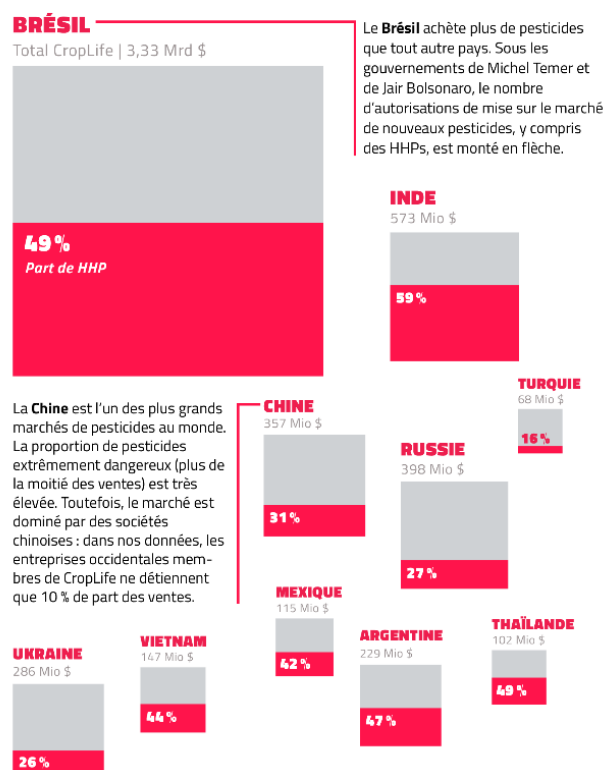
Cette revue bibliographique a notamment permis de faire ressortir quelques **estimations quantitatives des risques sanitaires dans différents pays consommateurs de pesticides** :

- **Au niveau mondial, l'OMS a estimé en 1990 qu'environ 25 millions d'empoisonnements aux pesticides avaient lieu chaque année**, essentiellement dans les pays en développement. C'est la seule estimation du nombre de cas d'empoisonnements que nous avons pu identifier à l'échelle internationale, aucune autre ne semblant avoir été publiée à date.³³²
- **Des estimations plus récentes existent pour certains pays comme le Brésil** où le ministère de la santé a dénombré 14 000 intoxications aux pesticides en 2017, des chiffres sous-estimés d'après les experts. Au-delà, les recherches menées par Public Eye ont dénombré, toujours au Brésil, 4 763 cas d'intoxications aiguës en moyenne par an, dont plus de 150 bébés de 0 à 12 mois, en précisant que « pour chaque cas signalé, il y a environ 50 cas qui ne le sont pas »³³³.
- **Concernant l'Inde, autre pays majeur de consommation de produits agrochimiques**, l'exposition aux pesticides est la deuxième cause la plus fréquente de décès accidentel après les accidents de la route, soit environ 7000 cas de décès par an³³⁴.

Concernant les risques environnementaux, nous avons notamment identifié des données portant sur le Brésil : en 2018, 500 millions d'abeilles sont mortes en l'espace de trois mois avec pour cause principale l'exposition aux néonicotinoïdes et au fipronil, d'après les ONG brésiliennes Agencia Publica et Reporter Brasil³³⁵. **Ces différents impacts apparaissent ainsi encore plus prononcés dans les pays à faibles/moyens revenus**, en premier lieu car la réglementation y est moins stricte qu'en Europe comme le souligne Hans Muilerman, toxicologue chez PAN Europe. « les niveaux d'exposition y sont donc nettement plus élevés »³³⁶. Cette différence de réglementation implique notamment que les produits vendus dans ces pays sont plus toxiques.

Dans les pays à hauts revenus, 27 % des ventes de CropLife étaient des pesticides extrêmement dangereux (« Highly Hazardous Pesticides », HHPs). **Mais dans les pays à faibles et moyens revenus, la proportion de HHPs s'élevait à 45 %.**

Pays à revenus faibles/moyens



Pays à hauts revenus

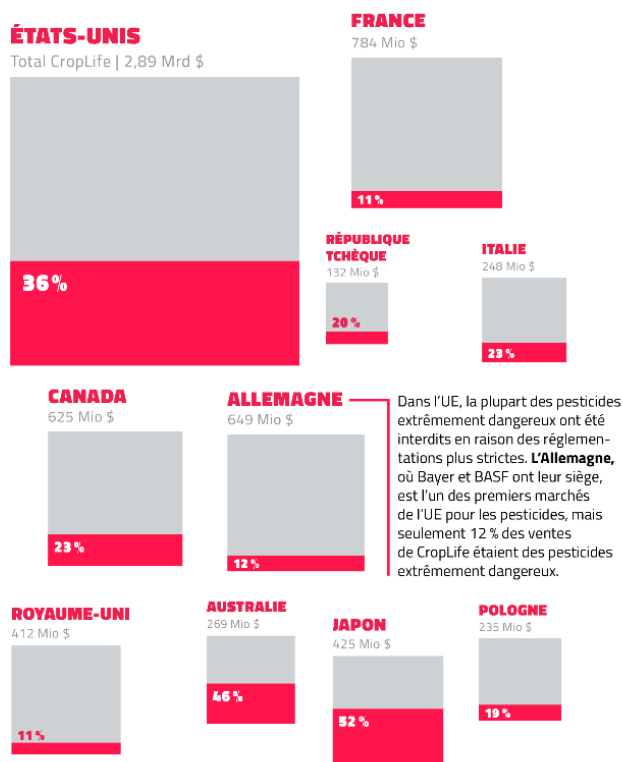


Figure 84. Ventes de pesticides dangereux par CropLife dans les pays à hauts vs faibles revenus. Source : Public Eye, 2019

³³² <https://www.publiceye.ch/fr/thematiques/pesticides/analyse-ventes-pesticides-2018/toxicite-aigue> consulté le 12 octobre 2020

³³³ Ibid.

³³⁴ Ibid.

³³⁵ <https://www.publiceye.ch/fr/thematiques/pesticides/analyse-ventes-pesticides-2018/les-tueurs-dabeilles> consulté le 12 octobre 2020

³³⁶ <https://www.publiceye.ch/fr/thematiques/pesticides/analyse-ventes-pesticides-2018/toxicite-chronique> consulté le 12 octobre 2020

Comme le montre Public Eye dans son rapport paru en 2019³³⁷, la part des pesticides classés par le Pesticide Action Network comme « extrêmement dangereux »³³⁸ dans les ventes des pays à faibles/moyens revenus est beaucoup plus importante que dans les pays à revenus élevés, comme en témoignent :

- D'un côté les cas emblématiques du **Brésil, premier importateur mondial de pesticides, et de l'Inde, au 6ème rang mondial** ³³⁹, dans lesquels les pesticides « extrêmement dangereux » représentent respectivement **49% et 59%** des ventes des 5 leaders mondiaux (Bayer, BASF, Syngenta, Corteva et FMC)³⁴⁰.
- De l'autre, la **France et l'Allemagne, les 2 principaux marchés européens, où par contraste les pesticides « extrêmement dangereux » ne représentent que 11% et 12%** des ventes de ces mêmes 5 fabricants³⁴¹.

Au niveau mondial, les ventes de ces produits « extrêmement dangereux » représenteraient environ **35% du chiffre d'affaires des 5 leaders mondiaux du secteur**. Les substances actives à partir desquelles ces produits sont formulés regroupent entre autres : le glyphosate, le paraquat, le tiaméthoxame, le glufosinate, le cyproconazole et le chlorantraniliprole. On compte **parmi les principales cultures concernées traitées avec ces pesticides**, : le coton, le soja, le maïs, le riz, et les céréales, par ordre décroissant de la proportion de produits « extrêmement dangereux » dans les ventes totales répertoriées des 5 leaders mondiaux.

Une partie de ces pesticides est d'ailleurs interdite en Europe, cependant, les entreprises européennes continuent d'en produire et de les exporter vers les pays où la réglementation est moins stricte.

EXPORTATIONS DE PESTICIDES INTERDITS DEPUIS L'UE (2018)

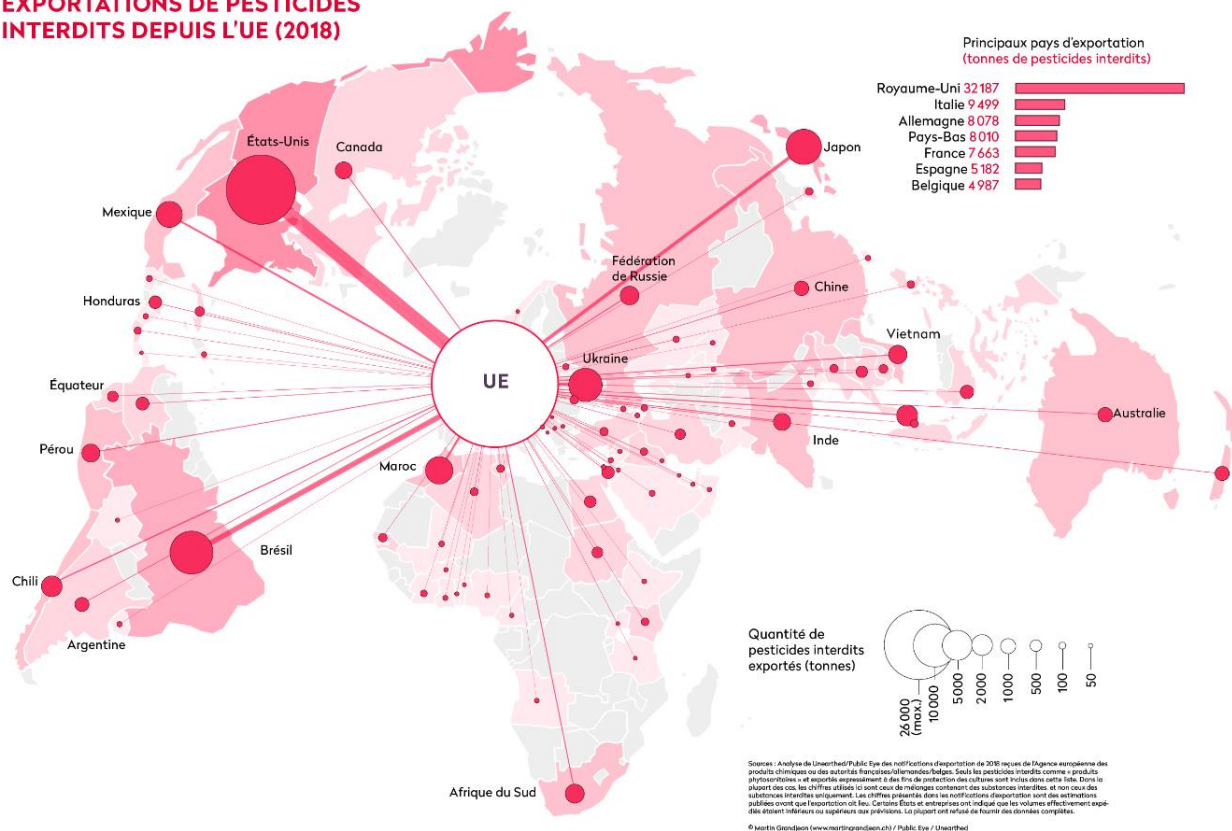


Figure 85. Exportations de pesticides interdits depuis l'UE en 2018. Source : Public Eye, 2020

³³⁷ <https://www.publiceye.ch/fr/thematiques/pesticides/analyse-ventes-pesticides-2018> consulté le 12 octobre 2020

³³⁸ Cette liste est établie sur la base des évaluations des agences gouvernementales et des critères des agences onusiennes en termes de toxicité aiguë (substances classées 1a et 1b par l'OMS et considérées comme mortelles par inhalation par l'UE), de risques chroniques (substances classées 1a et 1b par l'UE, l'USEPA et le CIRC et perturbateurs endocriniens définis par l'UE) et de risques environnementaux (substances listées dans les conventions de Montréal, Rotterdam et Stockholm et celles hautement toxiques pour les abeilles selon l'USEPA) <https://www.publiceye.ch/fr/thematiques/pesticides/les-pesticides-extremement-dangereux/la-liste-noire-des-pesticides>

³³⁹ cf. section 2.3.1.

³⁴⁰ <https://www.publiceye.ch/fr/thematiques/pesticides/analyse-ventes-pesticides-2018> consulté le 12 octobre 2020

³⁴¹ Ibid.

Public Eye, dans un nouveau rapport publié en 2020 a cartographié ces flux de marchandises³⁴² : **81 615 tonnes de substances interdites en Europe ont ainsi été exportées en 2019, dont trois quarts sont en développement ou émergents. Le principal produit concerné est le paraquat** qui représente un tiers de ces exportations (28 000 tonnes), alors que ce pesticide est interdit en Europe depuis 2007 du fait d'un lien avéré avec la maladie de Parkinson notamment³⁴³. Il est principalement fabriqué au Royaume-Uni et exporté par Syngenta. Les États-Unis en importent une bonne partie, suivie du Brésil, de l'Ukraine et du Maroc.

Ainsi **l'Europe interdit des pesticides qu'elle produit et exporte vers des pays pour ensuite importer des aliments traités avec ces mêmes pesticides**, comme l'illustrent le cas de l'Ukraine, surnommé le « grenier à blé de l'Europe », et du Maroc, l'une des principales origines d'importation de fruits et légumes dans l'Union Européenne.

Il n'y a pas que la différence de toxicité des pesticides qui participe à l'augmentation des risques pour les pays à faibles/moyens revenus. **Les différences de réglementations portent également sur les techniques d'utilisation.** À titre d'exemple, l'épandage aérien est autorisé en Argentine alors qu'il est interdit en Europe depuis 2009³⁴⁴. Cette technique d'application augmente les risques d'exposition pour les travailleurs mais aussi pour les populations riveraines., les dérivés de produits étant beaucoup élevées lorsqu'un avion pulvérise des pesticides sur un champ que lorsqu'il s'agit d'un tracteur.

Au-delà des questions réglementaires, d'autres facteurs contribuent à amplifier les impacts négatifs dans les pays du Sud.

Une part plus élevée de la population travaille dans l'agriculture - par exemple, au Kenya 40% de la population totale travaille dans les champs, contre moins de 5 % en Europe³⁴⁵ - et une part plus élevée de ces travailleurs risque d'être exposée aux pesticides.

Dans certains pays, les personnes qui épandent les pesticides n'ont reçu aucune formation spécifique. À titre d'illustration, 43% des agriculteurs asiatiques interrogés par PAN Asia Pacific pulvérisaient les pesticides dans le sens contraire au vent, entraînant ainsi un contact direct entre eux et les substances³⁴⁶. De plus, **la part de la population illettrée est souvent plus importante dans les pays à faibles/moyens revenus, ce qui limite fortement la capacité à les informer sur les risques d'utilisation des pesticides.** Les labels et pictogrammes ne suffisent pas toujours. À titre d'exemple, 95% des agriculteurs au Mali n'ont reçu aucune formation sur l'utilisation de pesticides et 83% interprètent mal les pictogrammes indiquant d'éloigner les enfants des pesticides³⁴⁷.

De plus, **parmi les agriculteurs des pays à faibles/moyens revenus, une part importante n'a pas les revenus suffisants pour s'acheter des équipements de protection, et du côté des travailleurs agricoles, une part des employeurs ne les leur fournit pas**³⁴⁸. À titre d'exemple, 86% des agriculteurs au Bénin ne porte pas d'équipements de protection, du fait du manque de moyens financiers, mais aussi en partie du fait de la chaleur³⁴⁹. Il en est de même en Asie où la chaleur et l'humidité empêchent souvent les agriculteurs d'utiliser les protections adéquates³⁵⁰. **Les faibles revenus impliquent également l'utilisation d'appareils d'épandage de pesticides moins sophistiqués que ceux utilisés en Europe**, le risque de contamination étant ainsi plus élevé³⁵¹. À titre d'exemple, 80% des agriculteurs asiatiques interrogés par PAN Asia Pacific étaient en contact direct avec les pesticides du fait de containers ou pulvérisateurs défectueux.

Enfin, les faibles revenus des agriculteurs entraînent souvent une **participation des enfants plus importantes aux travaux agricoles, avec des risques accrus d'exposition aux pesticides généralement sans équipement de**

³⁴² <https://www.publiceye.ch/fr/thematiques/pesticides/pesticides-interdits-ue> consulté le 12 octobre 2020

³⁴³ <https://www.publiceye.ch/fr/thematiques/pesticides/pesticides-interdits-ue> consulté le 12 octobre 2020

³⁴⁴ sauf exceptions sous certaines conditions strictement définies et sous réserve d'une autorisation spéciale

³⁴⁵ Route to food, *Pesticides in Kenya: why our health, environment and food security are at stake*, 2019

³⁴⁶ PAN Asia Pacific, *Highly hazardous pesticide use and impacts in Asia: the need for legally binding protocols beyond 2020*, 2019

³⁴⁷ Jepson et al., *Measuring pesticide ecological and health risks in West African agriculture to establish an enabling environment for sustainable intensification*, 2014

³⁴⁸ Public Eye, *Ces pesticides qui empoisonnent les agriculteurs: les ventes de pesticides à la toxicité aiguë*, 2019

³⁴⁹ Jepson et al., *Measuring pesticide ecological and health risks in West African agriculture to establish an enabling environment for sustainable intensification*, 2014

³⁵⁰ Gupta, *Pesticide use in south and South-East Asia: environmental public health and legal concerns*, 2012

³⁵¹ Route to food, *Pesticides in Kenya: why our health, environment and food security are at stake*, 2019

protection et à un âge où les effets sanitaires sont potentiellement plus graves. C'est notamment ce que l'enquête de Public Eye a illustré à travers son enquête sur l'utilisation de pesticides aux Philippines : le fait que de nombreux enfants soient mobilisés pour ramasser des fruits tombés dans les champs, à l'endroit où des pesticides ont été épandus, augmente leur risque d'exposition, à un âge où ils sont particulièrement vulnérables aux impacts des pesticides.

Des recherches sont menées dans les pays du Sud pour documenter les différents impacts des pesticides, mais elles sont jugées largement insuffisantes par beaucoup de chercheurs.

Au Kenya par exemple, il existe des études sur les polluants organiques persistants mais peu sur l'utilisation de pesticides ou leur concentration dans l'eau, les sols ou la nourriture³⁵². De même en Afrique du Sud, des chercheurs déplorent le manque de recherche publique sur l'occurrence des pesticides dans les eaux de surface et leurs impacts sur les organismes non ciblés³⁵³. Le manque de recherche est parfois lié à un manque de laboratoire et d'infrastructures permettant un suivi de la contamination des eaux de surface ou des résidus dans la nourriture, etc. C'est notamment le cas en Afrique de l'Ouest³⁵⁴.

Il existe tout de même **quelques études qui permettent d'avoir une vision sur l'ampleur des impacts sanitaires et environnementaux des pesticides dans certains pays** :

- Ainsi en Inde, une étude menée par l'Institut National du Travail³⁵⁵ a montré que la plupart des travailleurs en charge du contrôle antiparasitaire dans le pays sont confrontés à des problèmes de santé majeurs en lien avec leur exposition aux pesticides : gênes musculaires (57%), sensations de faiblesse (49%), maux de tête (32%), problèmes respiratoires (16%). Parmi ces travailleurs, beaucoup ressentent plusieurs symptômes simultanément.
- En Afrique du Sud³⁵⁶, l'impact sur la pollution de l'eau est démultiplié par le fait que les réserves en eau sont faibles. En effet, plus les eaux sont polluées, plus il est nécessaire de les diluer dans de grandes quantités d'eau non polluée pour réduire la concentration des pesticides dans l'eau consommée, sachant que dans certaines zones géographiques sudafricaines, les habitants consomment directement l'eau à la source, qui n'a donc pas pu être dépolluée en amont³⁵⁷. Quant aux atteintes à la biodiversité dans le pays, elles sont amplifiées par l'existence d'espèces en danger : parmi les 30 espèces qui sont considérées vulnérables, beaucoup sont insectivores, et donc plus exposées aux risques de contact avec les insecticides ou à celui de voir leur nourriture disparaître du fait des pesticides³⁵⁸. Des cas similaires sont documentés en Asie du Sud et du Sud-Est où beaucoup de zones protégées sont entourées de zones agricoles et sont donc fortement exposées aux pesticides³⁵⁹.

³⁵² Route to food, *Pesticides in Kenya: why our health, environment and food security are at stake*, 2019

³⁵³ Ansara-Ross et al., *Pesticides in South African fresh waters*, 2006

³⁵⁴ Jepson et al., *Measuring pesticide ecological and health risks in West African agriculture to establish an enabling environment for sustainable intensification*, 2014

³⁵⁵ Greenpeace, *Trouble brewing – Pesticide residues in tea samples from India*, 2014

³⁵⁶ Quinn et al., *Pesticide use in South Africa, one of the largest importers of pesticides in Africa*, 2011

³⁵⁷ FAO, *The West African Regional Integrated Production and Pest Management (IPPM) Programme – a case study*, 2009

³⁵⁸ Quinn et al., *Pesticide use in South Africa, one of the largest importers of pesticides in Africa*, 2011

³⁵⁹ Gupta, *Pesticide use in south and South-East Asia : environmental public health and legal concerns*, 2012

5. Les coûts sociétaux et les bénéfices liés à l'usage des pesticides fabriqués et utilisés dans l'UE

5.1. Introduction méthodologique sur l'approche des coûts sociétaux

Entre 1981 et 2014, **61 articles scientifiques ayant tenté de quantifier les coûts pour la société générés par les pesticides ont été publiés** dans des revues académiques³⁶⁰. Sur ce total, **seuls 6 travaux ont investigué** les coûts externes des pesticides et les bénéfices créés pour la société afin de calculer **un ratio coûts/bénéfices**³⁶¹. **La plus récente a été publiée il y a 15 ans et 4 d'entre elles portent sur les Etats-Unis**. Au-delà de leur caractère daté et de leur périmètre hors Europe, ces études coûts-bénéfices ne permettent pas d'identifier les acteurs qui subissent les coûts et ceux qui captent les bénéfices et surtout elles ne **permettent pas de réintégrer les externalités dans la comptabilité des acteurs privés** en raison de leur rapprochement économique. **Pour pallier ces limites, nous avons développé une approche comptable qui s'appuie sur le concept de coûts sociétaux**.

Les coûts sociétaux correspondent aux **coûts reportés sur la société en raison des activités humaines** ; on peut aussi les appeler « coûts cachés ». Ils peuvent être définis comme « l'ensemble des pertes et dépenses, directes et indirectes, présentes et futures, qui sont supportées par des tiers ou la collectivité dans son ensemble du fait des impacts sociaux, sanitaires et environnementaux des modes de production et de consommation et qui auraient pu être évités »³⁶².

Toute activité économique a des coûts sociétaux qu'elle reporte sur la société (comme par exemple la pollution aérienne liée aux transports...). Ces coûts sont quantifiés *a minima* sur la base des **dépenses réelles et tangibles identifiables dans la comptabilité des acteurs publics et privés**. Les dépenses que l'on peut ainsi mesurer n'ont pas vocation à donner une évaluation exhaustive des coûts cachés, mais à fournir un **ordre de grandeur minimal des sommes réelles dépensées** du fait des impacts sociaux et environnementaux engendrés. Grâce à cette approche comptable, **il est possible de porter un regard sur les bénéfices générés par les entreprises**, en particulier pour savoir dans quelle mesure ils proviennent de leur capacité à vendre un produit à un prix supérieur à ce qu'il a coûté à produire, ou bien de leur capacité à transférer certains coûts sur d'autres acteurs publics ou privés (externalisation des coûts). Ce faisant, l'approche des coûts sociétaux **permet d'investiguer dans quelle mesure les acteurs privés peuvent s'acquitter des dépenses réelles et tangibles qu'ils engendrent sur la société en raison des impacts négatifs de leurs activités**.

De manière opérationnelle, l'analyse des coûts sociétaux des pesticides passe par une **première étape d'identification des normes, c'est à dire les réglementations et politiques publiques existantes à l'échelle internationale voire nationale en vis-à-vis des impacts identifiés** dans le chapitre précédent. **Sur cette base, nous comptabilisons les dépenses réelles supportées par les tiers et la collectivité** (en particulier les pouvoirs publics) soit en matière de prévention pour atteindre ces normes, soit en termes de dommage, réparation et adaptation quand ces normes sont dépassées dans les différents territoires concernés. Les coûts sociétaux ainsi obtenus correspondent à 4 catégories de dépenses :

- les coûts de régulation / réglementation non pris en charge par les acteurs privés,
- les soutiens financiers publics au secteur de la fabrication de pesticides,
- les coûts environnementaux,
- les coûts de santé publique.

³⁶⁰ Bourguet, D.; Guillemaud, T. The Hidden and External Costs of Pesticide Use. In Sustainable Agriculture Reviews; Lichtfouse, E., Ed.; Springer International Publishing: Cham, 2016; Vol. 19, pp. 35–120 ISBN 978-3-319-26776-0.

³⁶¹ Ibid..

³⁶² K. W. Kapp, *Les coûts sociaux de l'entreprise privée*, Les Petits Matins, 2015

Nous avons réalisé nos **estimations de coûts sociétaux à l'échelle de l'Union Européenne avec un focus sur la France, pays pour lequel le plus grand nombre de données publiques est disponible** concernant les impacts des pesticides. Les estimations de coûts environnementaux et sanitaires pour l'UE sont donc des extrapolations faites à partir du cas de la France (alors que les coûts de régulation et les soutiens publics sont estimés pour l'UE).

À l'issue de notre investigation, nous avons distingué **trois types de coûts sociétaux** :

1. **ceux que l'on peut relier directement au secteur des pesticides** (c'est-à-dire au développement des produits, à leur fabrication, utilisation ou fin de vie), et dont on peut donc donner une estimation monétaire
2. **ceux que l'on n'est pas parvenu à relier seulement au secteur des pesticides, car indirects et multifactoriels**, dont on peut donner une estimation globale sans pouvoir préciser la quote-part attribuable aux pesticides
3. **enfin les coûts non estimables en l'état**, soit en raison d'un manque de données, soit pour des questions méthodologiques car ils sont inestimables par nature.

En vis-à-vis, nous avons estimé les bénéfices comptables générés par les acteurs privés que nous avons regroupés en trois catégories également :

1. **les bénéfices qui sont directement dérivés** des ventes de pesticides aux agriculteurs,
2. **les bénéfices qui sont indirectement dérivés** de l'utilisation de pesticides et générés par d'autres acteurs des filières alimentaires (industriels transformateurs, négociants, distributeurs...), et pour lesquels **nous ne sommes pas parvenus à estimer la part** qui peut être attribuée à l'utilisation de pesticides de synthèse.
3. **les coûts sociaux évités.**

5.2. Récapitulatif des résultats obtenus

5.2.1. Coûts sociétaux et bénéfices à l'échelle française

Les premières estimations obtenues concernent le cas de la France, pays pour lequel la disponibilité de données publiques est la plus forte concernant les coûts environnementaux et sanitaires. Le détail de la méthode et des estimations est présenté dans un article scientifique en cours de révision par une revue à comité de relecture.

Catégories de coûts sociétaux	Types de dépenses prises en compte	Coûts sociétaux qui peuvent être mesurés et attribués à l'utilisation de pesticides (millions d'euros)	Coûts sociétaux mesurables mais non proratisables à l'utilisation de pesticides (millions d'euros)
Coûts de régulation	Budget public des autorités de régulation	1,6	-
	Budget des plans d'action nationaux sur les pesticides	30	N/A
Soutiens publics financiers au secteur	Taux réduit de TVA pour les pesticides	Non existant en France (mais existant à l'échelle européenne)	N/A
	Subventions publiques pour les fabricants de pesticides	0,4	N/A
	Subventions publiques pour les agriculteurs qui utilisent des pesticides	-	12 549
Coûts environnementaux	Dépenses publiques pour le traitement de l'eau en raison de la présence de pesticides	260 (valeur basse)	N/A
	Dépenses publiques liées à d'autres mesures palliatives de traitement de l'eau	-	40
	Dépenses publiques liées à la protection de la biodiversité	-	1 723
	Dépenses publiques liées aux émissions de gaz à effet de serre	31,5	-
Coûts sanitaires	Dépenses publiques pour le traitement des maladies professionnelles causées par les pesticides	48,5	-
	Dépenses publiques pour le traitement des maladies des consommateurs causées par les pesticides	-	4 453
TOTAL		372 millions euros	18 765 millions euros

Figure 86. Les coûts sociétaux engendrés es pesticides en France. Source : BASIC

Au niveau français, le tableau ci-dessus résume les résultats détaillés que nous avons obtenus et qui peuvent être résumés comme suit :

- les **coûts sociétaux attribuables** à l'utilisation des pesticides de synthèse en France s'élevaient à **372 millions d'euros en 2017**,
- et les **coûts sociétaux pour lesquels nous n'avons pas pu estimer la part attribuable** à l'utilisation des pesticides de synthèse en France qui s'élevaient à **18 765 millions d'euros pour la même année**.

Acteurs des filières alimentaires	Bénéfices pris en compte	Bénéfices qui sont directement générés par la vente de pesticides aux agriculteurs (millions d'euros)	Bénéfices indirectement générés par d'autres acteurs des filières alimentaires et dont la part attribuable aux pesticides n'est pas calculable (millions d'euros)
Fabricants de pesticides	Excédent brut d'exploitation (seul indicateur disponible)	211	N/A
Agriculteurs	Bénéfices nets après versement de la rémunération de l'agriculteur	N/A	Aucun au niveau agrégé
Négociants	Bénéfices nets avant paiement de l'impôt sur les sociétés	N/A	2 868
Industrie agroalimentaire	Bénéfices nets avant paiement de l'impôt sur les sociétés	N/A	4 031
Distributeurs et détaillants alimentaires	Bénéfices nets avant paiement de l'impôt sur les sociétés	N/A	3 935
TOTAL		211 millions euros	10 834 millions euros

Figure 87. Les bénéfices générés via l'usage de pesticides agricoles en France. Source : BASIC

Les bénéfices cumulés générés grâce aux ventes de pesticides de synthèse au secteur agricole français étaient de **211 millions d'euros en 2017**. Par ailleurs, nous avons pu estimer les profits cumulés qui sont indirectement générés par les autres acteurs des filières alimentaires françaises et dont la part attribuable aux pesticides de synthèse n'est pas calculable : 10 834 millions d'euros pour la même année.

Nos estimations chiffrées montrent que les **coûts sociétaux attribuables à l'utilisation des pesticides de synthèse en agriculture** s'élevaient à 372 millions d'euros en 2017, une somme **1,77 fois plus élevée que le bénéfice direct tiré des pesticides de synthèse**, qui n'ont atteint que 211 millions d'euros pour la même année.

De manière similaire, les **coûts sociétaux plus larges dont nous n'avons pas pu estimer la part attribuable** à l'utilisation des pesticides de synthèse en France ont atteint 18 765 millions d'euros en 2017, soit **1,73 fois plus que les bénéfices indirects** pour lesquels la part attribuable aux pesticides de synthèse n'est pas calculable non plus (10 834 millions d'euros pour la même année).

5.2.2. Coûts sociétaux et bénéfices à l'échelle européenne

Comme évoqué précédemment, des estimations similaires ont été réalisées à l'échelle européenne et qui se basent sur des extrapolations des estimations réalisées sur le cas français pour ce qui concerne les coûts environnementaux et sanitaire.

Les résultats obtenus pour les coûts sociétaux liés aux pesticides à l'échelle européenne sont illustrés dans le diagramme suivant :

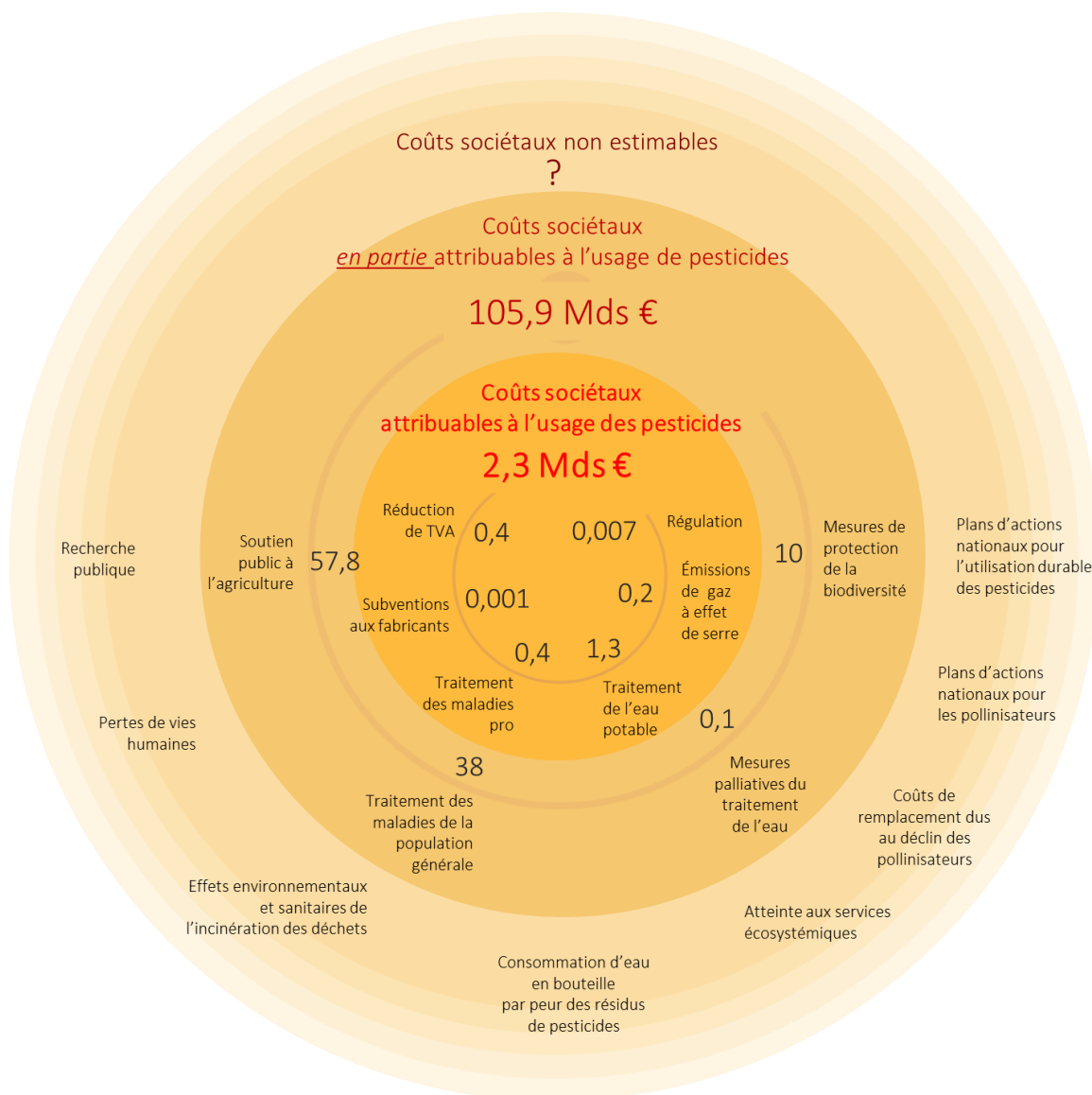


Figure 88. Les coûts sociaux des pesticides. Source : BASIC

Au niveau européen, les résultats peuvent être résumés comme suit :

- **les coûts sociaux attribuables** à l'utilisation des pesticides de synthèse dans l'Union Européenne s'élevaient à **2,3 milliards d'euros en 2017**,
- et les **coûts sociaux pour lesquels nous n'avons pas pu estimer la part attribuable** à l'utilisation des pesticides de synthèse en France qui s'élevaient à **105,9 milliards d'euros pour la même année**.

En vis-à-vis les **bénéfices directement générés par les fabricants de pesticides** grâce aux ventes de leurs produits à des agriculteurs européens se sont élevés à **940 millions d'euros en 2017** d'après Eurostat.

Ainsi, de manière similaire à ce que nous avons pu observer pour le cas de la France, les **coûts sociaux attribuables à l'utilisation des pesticides de synthèse en agriculture à l'échelle européenne sont 2,44 fois plus élevés que le bénéfice direct tiré des pesticides de synthèse par leurs fabricants** (2,3 milliards d'euros en 2017 pour les coûts sociaux contre 940 millions d'euros de bénéfices la même année).

5.3. Les coûts sociétaux attribuables à l'usage des pesticides

5.3.1. Les coûts sociétaux liés à la régulation des pesticides

5.3.1.1. Vision globale des réglementations liées aux pesticides

Il existe dans l'Union européenne de nombreuses réglementations permettant de contrôler la mise sur le marché des pesticides ainsi que les conditions de leur usage et leur présence dans l'environnement. Elles témoignent de la reconnaissance par les pouvoirs publics des impacts environnementaux et sanitaires des pesticides.

Par ailleurs, il est intéressant de noter qu'en l'état de nos recherches, nous n'avons pas identifié de réglementation européenne sur les quantités utilisées. La nouvelle stratégie de l'UE « farm to fork » prévoit une réduction de 50% d'ici 2030. On peut donc peut-être s'attendre à avoir de nouvelles réglementations à ce sujet. Parmi tous les plans d'utilisation durable des pesticides³⁶³, la France, avec le plan ECOPHYTO, est un des rares pays à s'être donné un objectif de réduction des volumes utilisés, la plupart des autres pays ayant seulement des objectifs de réduction des risques.

Un tableau récapitulatif fournit en annexe au présent rapport :

- le détail des principales réglementations en vigueur portant sur les pesticides et leurs impacts à l'échelle de l'Union européenne, ainsi que certaines réglementations plus générales ayant un lien avec l'utilisation de pesticides, .
- Le fonctionnement des autorisations de marché au niveau des institutions européennes en partenariat avec les autorités nationales.

Au-delà, chaque État membre peut en théorie décider d'avoir des réglementations plus strictes que celles présentées ci-dessus. C'est notamment le cas pour l'autorisation de mise sur le marché du glyphosate, renouvelée à l'échelle de l'UE pour 5 ans, mais que l'Autriche et la France ont décidé d'interdire tout de même³⁶⁴. La Cour Européenne continue cependant d'avoir un droit de regard à ce sujet, elle a par exemple contesté le droit de l'Autriche d'interdire le glyphosate³⁶⁵. Ainsi le Luxembourg qui souhaitait interdire ce produit a simplement retiré les autorisations de mise sur le marché octroyées au niveau national.

5.3.1.2. Estimation des coûts sociétaux de la régulation des pesticides

La première étape d'estimation des coûts sociétaux concerne les coûts de la régulation. En effet, ces réglementations ne sont possibles que par l'existence d'autorités, financées en partie par les pouvoirs publics.

Les budgets des Autorités de régulation représentent des coûts pour la société : une part importante de leurs revenus provient de l'Union européenne ou directement des États membres. L'agence européenne, l'EFSA, a un budget de 80,3 millions d'euros en 2018 dont 80M€ proviennent de la Commission européenne (DG Santé et DG Near)³⁶⁶ ; A titre d'exemple, la part du budget de l'autorité de régulation nationale française, l'ANSES, dédiée aux activités concernant les pesticides est entièrement financée par les taxes payées par les producteurs de pesticides³⁶⁷. Le budget de cette autorité ne peut donc pas être considéré comme un coût sociétal. Nous faisons l'hypothèse que c'est le cas des autres autorités nationales, afin de garder une estimation à minima des coûts sociétaux.

³⁶³ Plans établis par les membres de l'UE suite à la directive sur l'utilisation durable des pesticides (2009/128/CE)

³⁶⁴ Générations futures, « Où a-t-on interdit ou restreint l'utilisation du glyphosate dans le monde ? », 29 mai 2019

³⁶⁵ Wax, "EU blocks Austria's planned glyphosate ban, rejecting claim that weedkiller harms human health", Politico, 20-08-2020

³⁶⁶ La DG SANTE s'occupe des questions de santé et sécurité alimentaire ; la DG NEAR s'occupe de la politique européenne de voisinage et négociations d'élargissement

³⁶⁷ https://www.performance-publique.budget.gouv.fr/sites/performance_publique/files/farandole/ressources/2018/pap/html/DBGPGMOPERATEURPGM206.htm

Concernant le budget de l'agence européenne, il n'est pas possible de connaître la part dédiée spécifiquement à la régulation des pesticides. En revanche nous connaissons la proportion des « questions fermées » (« questions closed ») de chaque objectif stratégique dont le thème est lié aux pesticides. Nous avons donc établi une proratisation du budget en fonction de cette proportion.

Nous obtenons ainsi **un montant annuel total dédié aux pesticides à l'échelle de l'UE de 6,9 millions d'euros**. Le détail du calcul est donné en annexe.

5.3.1.3. Limites des réglementations existantes au niveau de l'UE

Les procédures d'autorisation actuelles font l'objet de critiques, dans des publications scientifiques comme de la part de la société civile³⁶⁸. **Le lien étroit entre les régulateurs et les entreprises productrices de produits phytopharmaceutiques est régulièrement pointé du doigt, démontré et dénoncé³⁶⁹** (cas de personnes ayant travaillé pour les fabricants de pesticides avant leur poste de régulateur, ou bien le faisant après, ce qui pose la question de l'indépendance des prises de décisions, notamment pour les autorisations de mise sur le marché.

Certains chercheurs estiment également **que les protocoles auxquels sont contraints les entreprises pour démontrer la non-dangerosité de leur produit ne permettent pas de déterminer la réelle toxicité pour l'environnement des substances³⁷⁰**. En effet, la toxicité chronique, le mélange des substances ainsi que les impacts en chaîne sur les écosystèmes³⁷¹ ne sont pas pris en compte systématiquement dans les évaluations. Il n'existe pas de protocole relatif aux métabolites des pesticides, qui peuvent être aussi dangereux que les substances³⁷². Selon la communauté scientifique, des pesticides toxiques pour la santé, l'environnement et la biodiversité sont ainsi autorisés à cause d'une mauvaise évaluation des risques³⁷³. Un rapport de PAN Germany et HEAL³⁷⁴ s'est intéressé à l'évaluation de la cancérogénicité des pesticides suite à la controverse sur le glyphosate. Les auteurs montrent qu'en suivant les documents de référence de l'OCDE et de l'Union Européenne 4 des 10 pesticides testés devraient être déclarés plus dangereux que ce qu'ils n'ont été par les autorités de régulation. L'un des 4 (phosmet) a même été déclaré non cancérogène alors que les données fournies par le fabricant étaient insuffisantes et qu'aucune demande de données supplémentaires n'a été faite. Concernant les risques pour les pollinisateurs, la Commission européenne a mandaté l'EFSA en 2011 pour produire des lignes directrices conformes aux connaissances scientifiques les plus récentes ; les recommandations issues de cette consultation, publiées en 2013 (Bee Guidance Document³⁷⁵), n'ont jamais été intégrées aux procédures d'autorisation de mise sur le marché. De plus ; les avancées scientifiques réalisées depuis 2002 sur l'écotoxicologie de certains pesticides pour les pollinisateurs ne sont pas prises en compte dans les procédures d'évaluation³⁷⁶, ce qui impacte les autorisations de mise sur le marché. Par exemple, d'après une étude réalisée par un consortium d'industriels³⁷⁷, si les recommandations du Bee Guidance Document avaient été suivies, 82% des pesticides (insecticides, herbicides et fongicides) n'auraient pas passé les tests de toxicité chronique pour les abeilles adultes, nécessitant des tests supplémentaires avant l'éventuelle mise sur le marché.

Les limites évoquées ci-dessus participent à l'existence de coûts reportés sur la société car les impacts négatifs des pesticides sur la santé humaine ou l'environnement ne sont pas décelés à temps (voir encadré).

³⁶⁸ MDT : Mie, A., Ruden, C., Grandjean, P., 2018. Safety of Safety Evaluation of Pesticides: developmental neurotoxicity of chlorpyrifos and chlorpyrifos-methyl. *Environ Health* 17, 77.; Portier, C.J., 2020. A comprehensive analysis of the animal carcinogenicity data for glyphosate from chronic exposure rodent carcinogenicity studies. *Environ Health* 19, 18.; Robinson, C., Portier, C.J., Čavoški, A., Mesnage, R., Roger, A., Clausen, P., Whaley, P., Muilerman, H., Lyssimachou, A., 2020. Achieving a High Level of Protection from Pesticides in Europe: Problems with the Current Risk Assessment Procedure and Solutions. *European Journal of Risk Regulation* 11, 450-480.; Tweedale, A.C., 2017. The inadequacies of pre-market chemical risk assessment's toxicity studies-the implications. *J Appl Toxicol* 37, 92-104.

³⁶⁹ Foucard, *Et le monde devient silencieux*, 2019 ; Earth Open Source, *Europe's pesticide and food safety regulators : who do they work for?*, 2011 ; Pollinis, *Risk assessment of pesticides on pollinators in Europe: obsolete procedures and conflicts of interest*, 2019

³⁷⁰ CCE, *Protection of wild pollinators in the EU – Commission initiatives have not borne fruit*, 2020

³⁷¹ Cf paragraphe 3.2.3

³⁷² Miller, Thompson, Achterbeg, Santillon (Greenpeace), *Pesticides and bee health: an evaluation of the application of the 2013 European Food Safety Authority bee guidance document as a mechanism to protect bees from agricultural pesticides*, 2019

³⁷³ Brühl, Carsten, Zaller, "Biodiversity decline as a consequence of an inappropriate environmental risk assessment of pesticides", 2019

³⁷⁴ Clausen, *Chronically underrated? A review of the European carcinogenic hazard assessment of 10 pesticides*, 2019

³⁷⁵ EFSA, *Guidance on the risk assessment of plant protection products on bees (Apis mellifera, Bombus spp. And solitary bees)*, 2013

³⁷⁶ CCE, *Protection of wild pollinators in the EU – Commission initiatives have not borne fruit*, 2020

³⁷⁷ Miles et al., *Improving pesticide regulation by use of impact analyses: a case study for bees*, 2018

Encadré : Les manquements aux procédures d'autorisation : Le cas des néonicotinoïdes

L'histoire de la mise sur le marché puis du retrait des néonicotinoïdes en Europe est un exemple probant des limites et manquements de l'évaluation des risques environnementaux dans les procédures d'autorisation de mise sur le marché, ainsi que des coûts sociétaux qui en découlent.

Inventés dans les années 1980 et mis sur le marché en Europe à partir des années 1990³⁷⁸, les néonicotinoïdes sont une classe d'insecticides qui ont été autorisés sans qu'on ait suffisamment pris en compte leurs impacts létaux et sublétaux sur les pollinisateurs. C'est essentiellement après la mise sur le marché que la gravité des risques a été pleinement appréciée. En effet, la quasi-totalité des publications sur l'impact des néonicotinoïdes sur les abeilles a été publiée à partir de l'année 2000³⁷⁹ (voir Figure ci-dessous). La société civile et les apiculteurs s'étaient également mobilisés à la suite du constat que l'utilisation des néonicotinoïdes au champ semblait être corrélée à des incidents de mortalité massive chez les abeilles domestiques.

Ce n'est qu'à la fin des années 2000 que les autorités européennes ont pris conscience des problèmes liés aux néonicotinoïdes : en témoignent les premières restrictions sur l'utilisation de trois néonicotinoïdes mises en place en 2013 ainsi que l'étude commandée en 2011 par la Commission européenne à l'EFSA pour améliorer l'évaluation des risques pour les abeilles domestiques, bourdons et abeilles solitaires. Ces évolutions reflètent la nécessité de mettre à jour les évaluations des risques selon les nouveaux cadres juridiques ainsi que l'importance de prendre en compte le principe de précaution.

L'interdiction des néonicotinoïdes en s'est faite progressivement : d'abord en France pour certains usages (imidacloprid sur le tournesol en 1999) puis à l'échelle de l'Union européenne avec notamment le règlement 485/2013 interdisant pour deux ans l'utilisation de trois substances sur certaines cultures (maïs, colza, tournesol). En 2018, suite à un rapport de l'EFSA, les États membres ont voté en majorité pour l'interdiction de ces trois mêmes néonicotinoïdes sur l'ensemble des cultures en plein champ dans l'UE. Les interdictions ne portent cependant pas sur l'ensemble des usages (exception faites pour les serres permanentes notamment). Et certaines exceptions commencent à être autorisées, notamment pour les betteraves en France pour lesquelles une réintroduction temporaire a été validée en 2020.

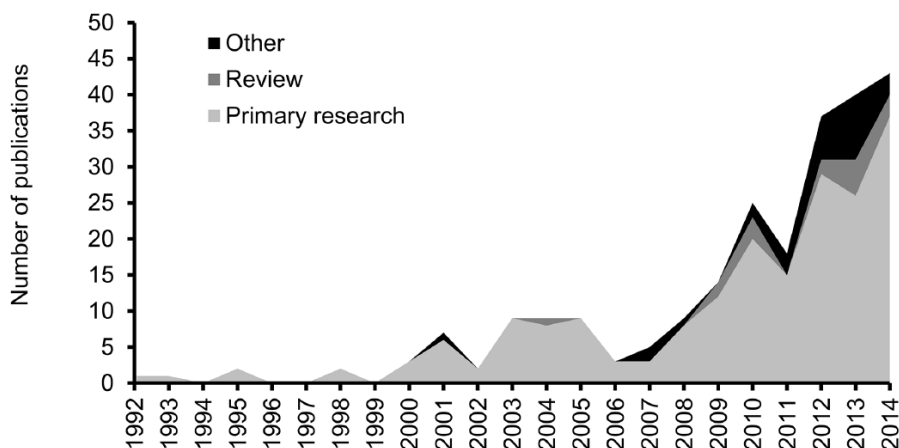


Fig 2. Development of research on the effect of neonicotinoids on bees over time. The single meta-analysis study was published in 2011 [12] and is not included in this figure. Data for 2015 (not complete; see text) included 20 primary research publications, 2 reviews and 6 other publications (not included in figure).

Figure 89. Dates de publication des études portant sur les impacts des néonicotinoïdes sur les abeilles de 1992 à 2015.

Source: Lundin et al, "Neonicotinoid insecticides and their impact on bees", 2015

³⁷⁸ INERIS, *Données technico-économiques sur les substances chimiques en France – Néonicotinoïdes*, 2015

³⁷⁹ Lundin et al., « Neonicotinoid Insecticides and Their Impacts on Bees: A Systematic Review of Research Approaches and Identification of Knowledge Gaps », 2015

5.3.2. Les coûts sociétaux liés aux soutiens publics directs au secteur des pesticides

5.3.2.1. La réduction du taux de TVA sur les pesticides

Le premier instrument de soutien public direct au secteur des pesticides correspond aux politiques de taux réduits de TVA (Taxe sur la Valeur Ajoutée) menées par certains États Membres de l'Union Européenne. En effet, **les réductions de TVA étant conçues pour favoriser les achats, nous les considérerons dans le cas présent comme un soutien indirect aux fabricants de pesticides.**

Les taux de TVA standard dans l'ensemble des pays de l'UE s'élèvent en moyenne à 21%³⁸⁰. Si la plupart des pays appliquent le taux de TVA standard aux pesticides, 7 pays quant à eux appliquent un taux réduit. Il s'agit de la Belgique, de Chypre, de l'Espagne, de la Pologne, du Portugal, de la Roumanie et de la Slovaquie.

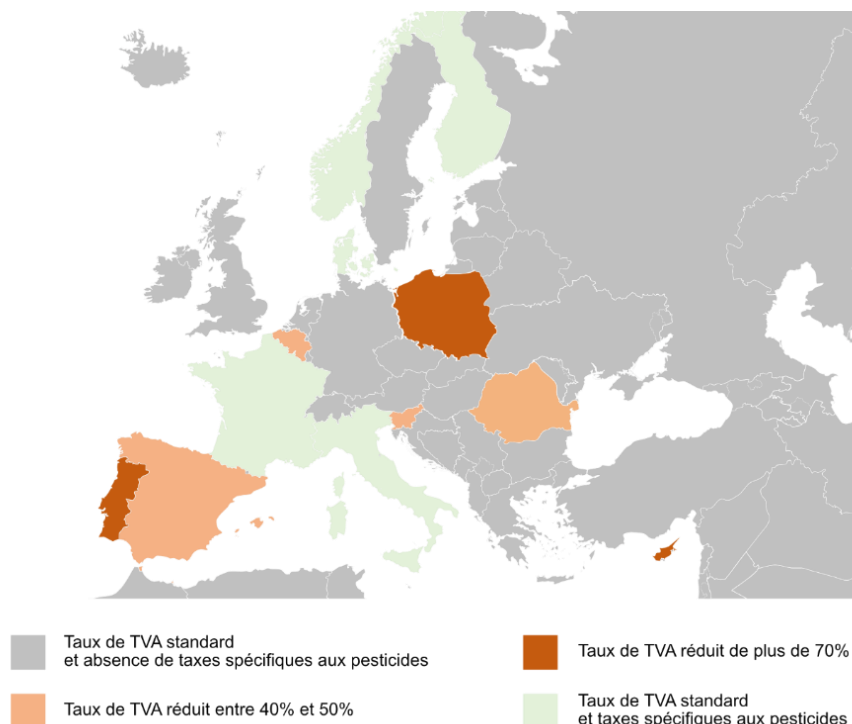


Figure 90. Taux de TVA appliqué aux pesticides dans l'Union européenne.
Source : BASIC à partir des données de la Commission européenne

Parmi les 7 pays appliquant un taux réduit de TVA pour les pesticides, le plus faible taux est à Chypre (5%³⁸¹) et le plus élevé en Belgique (12%³⁸²). Si l'on s'intéresse aux réductions du taux de TVA pour les pesticides par rapport au taux standard, les plus fortes concernent Chypre, la Pologne et le Portugal (74% de réduction³⁸³).

À partir de cette réduction de taux de TVA, nous avons pu estimer un manque à gagner pour les États. Le détail du calcul est donné en annexe. Nous obtenons ainsi **un total de 389 millions d'euros en 2017**. Ce montant s'élève à **3,6 milliards d'euros sur les dix dernières années**.

Il ne faut cependant pas oublier que **contrairement aux 7 précédents, certains pays ont mis en place des taxes spécifiques aux pesticides**, comme les pays nordiques, l'Italie ou encore la France. Les montants récoltés par le biais de ces taxes sont généralement utilisés pour favoriser l'agriculture biologique ou financer la réparation des impacts des pesticides (traitement de l'eau, etc.).

³⁸⁰ Ils varient entre 17% au Luxembourg et 27% en Hongrie.

³⁸¹ Le taux standard est de 19%

³⁸² Le taux standard est de 21%

³⁸³ Un taux à 6% au lieu de 23% pour la Pologne et le Portugal.

5.3.2.2. Les subventions publiques aux fabricants de pesticides

Le secteur des pesticides est par ailleurs directement subventionné par les pouvoirs publics, alors même qu'il engendre des impacts environnementaux et sanitaires, comme évoqué précédemment.

Les fabricants de pesticides reçoivent dans certains pays des aides financières directes, à la fois des pays membres mais aussi de l'UE directement. Il n'existe cependant pas de données exhaustives sur les subventions perçues par ces entreprises. En revanche, via le registre de transparence, nous avons pu trouver des informations sur les aides provenant des institutions européennes.

Nous avons investigué ces aides pour les 4 grands groupes : Bayer a touché 597 188€ en 2019 et BASF 1 250 949€. Les deux autres grands groupes n'ont pas touché d'aides en 2019. Nous aboutissons ainsi à un total de 1 848 137 € d'aides financières directes cumulées.

Les aides des États peuvent également prendre la forme d'allègements fiscaux tels que les crédits d'impôt. Voici deux exemples de dispositifs d'allègements fiscaux génériques mis en place par certains pays de l'UE :

- En France, le crédit d'impôt recherche³⁸⁴ permet à une entreprise, quelle que soit sa taille, de déduire de ses impôts les dépenses de recherche fondamentale et de développement expérimental. Le taux de déduction varie selon le montant des investissements. Il est de 30% pour les dépenses de recherche jusqu'à 100 millions d'euros et 5% au-delà.
- Au Royaume-Uni³⁸⁵, un allègement fiscal similaire existe (« research and development relief »). Le taux appliqué est de 13% depuis le 1^{er} avril 2020 pour les grandes entreprises³⁸⁶.

Cependant, en l'absence de système harmonisé à l'échelle de l'UE pour comptabiliser l'ensemble des allègements fiscaux, nous n'avons pas de données à date pour estimer les montants totaux correspondants.

5.3.3. Les coûts sociétaux liés aux impacts attribuables aux pesticides

Les pesticides ont des impacts en termes de dégradation de l'environnement, de la faune et de la flore qui engendrent soit :

- des dépenses réelles supportées par des tiers et la collectivité afin de respecter les réglementations et politiques publiques environnementales et sanitaires existantes,
- des dommages et des dépenses d'adaptation ou de réparation quand elles ne sont pas respectées (le détail de ces réglementations est disponible en annexe)³⁸⁷.

Réglementations environnementales	Directive oiseaux (1979)	Protection de 500 espèces d'oiseaux vivant à l'état sauvage dans l'UE
	Convention sur la diversité biologique (CDB) (1992)	Établissement d'une stratégie pour la préservation de la biodiversité par les États signataires État des lieux des dépenses engagées pour la biodiversité Cette directive a donné lieu à des plans d'action nationaux ainsi que plusieurs plans européens (2001, 2011 et 2020)
	Directive cadre eau (2000/60/CE)	Maintien ou mise en bon état écologique des eaux de surface et celui et celle du bon état chimique des eaux de surface et souterraines
	Accord de Paris	Réduction des émissions de gaz à effet de serre
Réglementations sanitaires	Règlement CLP (1272/2008)	Prévention des risques sur les emballages
	Directive 98/24/CE	Protection de la santé et de la sécurité des travailleurs
	Directives 2000/39/CE, 2006/15/CE, 2009/161/CE	Établissement de valeurs limites d'exposition professionnelles à certaines substances chimiques
	Directive eau potable (98/83/CE)	Présence de pesticides dans l'eau potable
	Règlement MLR (396/2005)	Résidus de pesticides maximum autorisé sur les aliments

Figure 91. Réglementations permettant d'estimer les coûts sociétaux liés aux impacts des pesticides Source : BASIC

³⁸⁴ <https://www.service-public.fr/professionnels-entreprises/vosdroits/F23533> consulté le 17 juillet 2020

³⁸⁵ <https://www.gov.uk/guidance/corporation-tax-research-and-development-rd-relief> consulté le 17 juillet 2020

³⁸⁶ Les petites entreprises bénéficient également de déduction, les règles d'attribution sont cependant plus compliquées et ne sont pas détaillées dans ce rapport.

³⁸⁷ Pour rappel, le cadre d'analyse des coûts sociétaux s'applique dès lors que des normes sociétales ont été établies en vis-à-vis.

Par rapport à ces différentes réglementations, et sur la base des données disponibles, trois types de coûts sociétaux directement liés au secteur des pesticides ont pu être estimés :

- les dépenses de traitement de l'eau potable en raison de la présence de pesticides,
- les dépenses de traitement des maladies professionnelles engendrées par les pesticides,
- le coût social du carbone lié aux émissions de gaz à effet de serre le long du cycle de vie des pesticides.

5.3.3.1. Estimation des coûts sociétaux du traitement de l'eau potable

La présence de pesticides dans l'eau est contrôlée et régulée. Lorsque la concentration de pesticides y est trop importante, l'eau doit être traitée afin d'éliminer ces derniers. Ainsi **le surcoût de traitement de l'eau potable est un coût sociétal des pesticides.**

En France, le Commissariat général au développement durable (CGDD) a estimé le surcoût de traitement de l'eau potable lié à la présence de pesticides dans les sources d'eau à **260 millions d'euros par an (fourchette basse).**

À l'échelle de l'Union Européenne, nous avons estimé le montant total annuel associé à 1 346 millions d'euros, sur la base d'une extrapolation des estimations basses menées en France, seul pays pour lequel des données suffisamment détaillées étaient disponibles (voir encadré ci-dessous).

Pour nos calculs, nous avons utilisé la fourchette basse des sommes estimées en France. Les détails de nos hypothèses et calculs sont fournis en annexe du présent rapport.

Encadré : Estimation du surcoût de traitement des pollutions agricoles dans l'eau en France

En 2011, le Commissariat Général au Développement Durable du ministère français de l'écologie a estimé les coûts des pollutions agricoles (engrais azotés et pesticides) dans les milieux aquatiques. Ces coûts correspondent aux dépenses supplémentaires pour les ménages et les pouvoirs publics par rapport à une situation sans pollution. Ci-dessous le schéma récapitulatif de l'étude (pour les engrais azotés et les pesticides d'origine agricoles). **Les surcoûts totaux des pollutions agricoles sont estimés entre 1 110 à 1 680 millions d'euros par an.**

Parmi les coûts payés par les services d'eau et d'assainissement (et potentiellement reportés sur la facture d'eau des ménages) sont pris en compte :

- Les dépenses de lutte contre la pollution agricole financées par les agences de l'eau, soit le solde net de dépenses dues aux pollutions agricoles, principalement financées par la redevance domestique
- Le coût de nettoyage des captages eutrophes, soit le coût du nettoyage des crépines d'aspiration et les surcoûts d'énergie de pompage du fait de l'eutrophisation du captage
- Le surcoût de traitement de potabilisation afin de diminuer la concentration de nitrates et de pesticides dans l'eau. Pour estimer ce coût, le CGDD utilise des données de l'ASTEE³⁸⁸ sur la part des volumes d'eau qui sont traités annuellement contre les nitrates et les pesticides ainsi que les données de coût supplémentaire pour ce traitement (ASTEE 2011 et Drouet/AESN 2008³⁸⁹). Les surcoûts sont calculés séparément pour les nitrates (provenant des engrais azotés) et les pesticides. **Les surcoûts liés aux pesticides sont estimés entre 260 et 360 millions d'euros par an.**
- Le surcoût de traitement des eaux usées liés aux nitrates. Dans les grandes agglomérations, les eaux usées doivent être traitées. Les coûts de ce traitement sont estimés à partir des volumes de rejets à épurer du fait de pollutions agricoles (SIAAP³⁹⁰) et du coût de traitement par an (ASTEE).
- Le coût de mélange des eaux brutes : Afin d'éviter de devoir traiter les captages pollués, les producteurs d'eau potable mélangent l'eau de différentes sources, dont l'une n'est pas polluée afin de diminuer la concentration des substances dangereuses dans l'eau distribuée. Cette pratique représente des coûts d'installations d'interconnexions entre les sources d'eau.

³⁸⁸ Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement

³⁸⁹ Agence de l'eau Seine Normandie

³⁹⁰ Syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne

Parmi les coûts payés par les ménages en dehors de la facture d'eau potable sont pris en compte :

- Le coût de substitution de l'eau du robinet vers l'eau en bouteille. Des estimations ont pu être faites sur le nombre de personnes consommant de l'eau en bouteille par peur des pollutions agricoles. Cependant, elles n'ont pas été jugées robustes par le CGDD. Ainsi, dans leur rapport, seules l'estimation de la consommation d'eau des enfants de moins de 2 ans nourris au biberon est prise en compte. En effet, l'eau du robinet était contre-indiquée médicalement pour les nourrissons du fait de la présence de nitrates dans l'eau³⁹¹, on peut donc considérer que cette consommation représente un coût supplémentaire pour les ménages du fait des nitrates.
- Sur cette base, le CGDD a estimé un coût de collecte et traitement des emballages des bouteilles.
- Le coût du filtrage de l'eau domestique est estimé à partir d'hypothèse sur la part des ménages filtrant l'eau du robinet par peur des pollutions agricoles.

Parmi les coûts pour les acteurs hors ménage sont pris en compte :

- Les pertes marchandes dues à l'eutrophisation. Ce phénomène provoqué par un excédent de nutriments dans les eaux rend l'eau verte et trouble. Ainsi les plans d'eaux sont moins attrayants, ce qui engendre des pertes de recette : tourisme, activités nautiques, etc. Les chiffres sont basés sur une étude datant de 1991.
- Le nettoyage des littoraux
- Le coût du contentieux communautaire n'a pas pu être estimé. Il correspond aux coûts du non-respect des directives nitrates, pesticides, eau potable et DERU.

Surcoûts et pertes financiers évalués et attribués aux pollutions agricoles diffuses - Budgets annuels

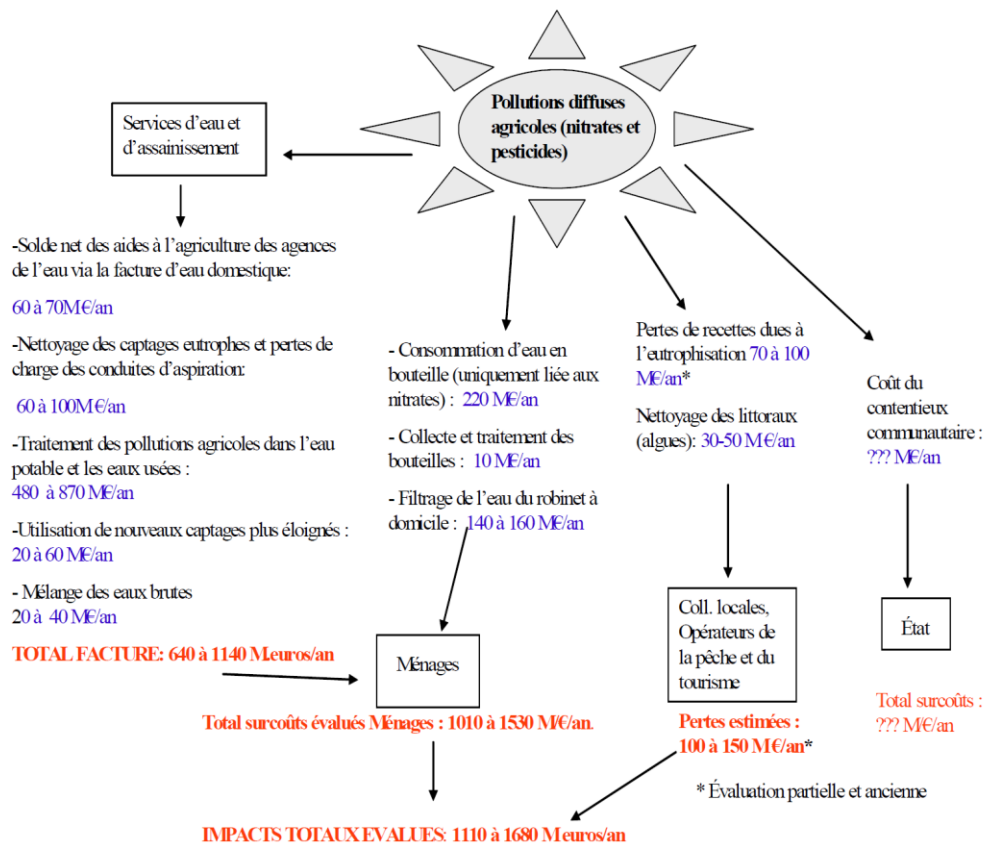


Figure 92. Surcoûts et pertes financiers évalués et attribués aux pollutions agricoles diffuses (budgets annuels).

Source : CGDD; Maurel; Bommelaer; Devaux. Coûts Des Principales Pollutions Agricoles de l'eau. 2011.

³⁹¹ L'ANSES indique que l'eau du robinet peut être utilisée pour la préparation des biberons à condition de respecter certaines règles (laisser couler l'eau quelques secondes, n'utiliser que de l'eau froide...)

Ainsi parmi l'ensemble de ces coûts, seul le coût de traitement de potabilisation de l'eau est attribuable entièrement aux pesticides. Pour l'ensemble des autres coûts, ils sont soit attribuables uniquement aux engrais azotés, soit les deux sources de pollution ne peuvent être dissociées.

5.3.3.2. Estimation des coûts sociétaux du traitement des maladies professionnelles liées aux pesticides (Parkinson, hémopathies malignes)

Certaines maladies sont reconnues comme maladies professionnelles liées aux pesticides. C'est notamment le cas de la maladie de Parkinson et les lymphomes non hodgkinien (LNH) en France³⁹². Des chiffres du nombre d'agriculteurs atteints de ces maladies du fait des pesticides ont été estimés dans le cadre de la création du fonds d'indemnisation des victimes des pesticides (voir encadré ci-dessous)³⁹³.

Par ailleurs, nous avons pu estimer un coût moyen de traitement par maladie : pour chaque pays européen pour la maladie de Parkinson³⁹⁴, pour la France concernant les LNH et autres cancers reconnus liés aux pesticides³⁹⁵), que nous multiplions par le nombre d'année d'espérance de vie après diagnostic afin d'estimer un coût total par malade. Etant donné que ce coût est multiplié au nombre de nouveaux cas chaque année et non pas au nombre de malade au total, cela constitue ainsi une estimation du coût moyen annuel.

Nous avons ensuite combiné ces 2 éléments (nombre de cas de maladie et coût moyen de traitement) pour estimer le coût sociétal en France, que nous avons ensuite extrapolé aux autres pays européens en tenant compte de la taille de la population des travailleurs agricoles ainsi que de l'utilisation de pesticides par agriculteur de chaque pays.

A l'échelle de la France, nous avons ainsi estimé un coût sociétal de 46,7 millions d'euros pour la maladie de Parkinson et de 1,8 millions d'euros pour les LNH et autres, soit **un total de 48,5 millions d'euros**.

Nous avons ensuite extrapolé ces données et obtenu un coût sociétal de 351,3 millions d'euros pour la maladie de Parkinson et de 9,7 millions pour les LNH et autres à l'échelle de l'Union européenne, soit un total de 361 millions d'euros à l'échelle de l'Union européenne. Le détail des calculs est fourni en annexe du présent rapport.

Encadré : Estimation du nombre de cas de maladies professionnelles agricoles dues aux pesticides en France

Dans le rapport institutionnel sur la préfiguration d'un fonds d'aide aux victimes de produits phytopharmaceutiques³⁹⁶, une estimation du nombre de personnes qui pourraient bénéficier de ce fonds a été faite. Ce rapport part du constat que le nombre de cas indemnisés pour les maladies professionnelles reconnues comme étant liées aux pesticides est très limité (678 cas déclarés, toutes maladies professionnelles en lien avec les pesticides confondues, entre 2007 et 2016, dont 113 non pris en charge). Les auteurs mentionnent à la fois la sous-déclaration des maladies professionnelles (par manque d'information, lourdeur administrative...) mais aussi la non-adéquation entre les recherches scientifiques et les maladies reconnues par des tableaux de maladie professionnelle, notamment pour les myélomes multiples et le cancer de la prostate.

Ainsi, des estimations du nombre de personnes exposées ainsi que du nombre de victimes ont été faites. Ils arrivent au chiffre *a minima* de 100 000 personnes concernées par le risque d'exposition aux produits chimiques via l'enquête Sumer³⁹⁷ et 10 000 victimes potentielles de maladies pour lesquelles il y a une présomption forte de causalité entre la maladie et l'exposition aux pesticides. Parmi ces 10 000 victimes, 2/3 concernent la maladie de Parkinson et 1/3 les hémopathies malignes.

³⁹² Tableau des maladies professionnelles fourni par l'INRS.

³⁹³ Castet, Deprost, Eslous, Toussaint, La préfiguration d'un fonds d'aide aux victimes de produits phytopharmaceutiques, 2018

³⁹⁴ Gustavsson et al., "Cost of disorders of the brain in Europe", 2010

³⁹⁵ Mounié et al., Real-world costs of illness of Hodgkin and the main B-cell Non-Hodgkin lymphomas in France, 2019

³⁹⁶ Castet, Deprost, Eslous, Toussaint, La préfiguration d'un fonds d'aide aux victimes de produits phytopharmaceutiques, 2018

³⁹⁷ Surveillance médicale des expositions aux risques professionnels

Les données concernant les malades de Parkinson sont estimées à partir du nombre de cas total dans la population agricole auquel on retranche les cas correspondant à des personnes qui ne sont pas exposées aux pesticides. Cette méthode conduit à estimer le nombre de victimes entre 9 000 et 10 000. Une autre méthode consiste à utiliser les données de remboursement de première prescription de médicaments anti-parkinsoniens parmi la population agricole et d'y appliquer le même taux d'abattement. Cette méthode conduit à estimer le nombre de victimes à 7 000.

Les données concernant les hémopathies malignes sont des estimations du nombre de personnes en sur-risque du fait de l'exposition aux pesticides. Elles sont estimées à partir d'une extrapolation des données de la cohorte Agrican aux données de la MSA des cas de personnes atteintes de lymphomes non hodgkiniens et de myélomes multiples.

5.3.3.3. Estimation des coûts sociétaux des émissions de gaz à effet de serres des pesticides

Les émissions de gaz à effet de serre liées aux pesticides ont été estimées sur la base des analyses de cycle de vie de ces produits, depuis leur conception jusqu'à leur fin de vie, en passant par leur fabrication et leur utilisation. Pour estimer le coût sociétal associé, nous nous sommes basés sur la valeur tutélaire en 2018 de la tonne carbone fournie par la Commission Européenne, qui est de 54€/tonne de CO₂.

Nous avons ainsi pu estimer un montant total annuel de 186,6 millions d'euros engendré par les émissions de gaz à effet de serre des pesticides à l'échelle de l'Union européenne. Le détail des calculs est fourni en annexe³⁹⁸.

Par comparaison, en utilisant la même méthodologie et les mêmes sources de données que pour les pesticides, les coûts sociétaux des émissions de gaz à effet de serre des engrais s'élèvent à 48.1 milliards d'euros par an à l'échelle de l'Union Européenne.

5.4. Les coûts sociétaux attribuables seulement en partie aux pesticides

5.4.1. Les coûts sociétaux liés aux soutiens publics à l'agriculture qui bénéficient indirectement au secteur des pesticides

La Politique Agricole Commune (PAC) est le principal dispositif de soutien financier public aux agriculteurs³⁹⁹. Elle a été mise en œuvre depuis 1962 afin de soutenir les agriculteurs et assurer une production suffisante à la sortie de la seconde guerre mondiale (pour plus d'information, voir les détails en annexe)⁴⁰⁰

Elle représente aujourd'hui 58,5 milliards d'euros annuels⁴⁰¹, soit 38% du budget de l'Union européenne⁴⁰². Chaque pays reçoit une enveloppe qu'il distribue à ses agriculteurs, avec une flexibilité qui engendre des différences importantes entre les pays. Les données du Réseau d'Information Comptable Agricole (RICA) nous permettent d'estimer les montants totaux de subventions publiques (exploitation et investissement) perçues par les agriculteurs ainsi que leur évolution dans le temps pour chacun des pays de l'Union européenne.

³⁹⁸ 4 autres monétarisations ont également été estimées et détaillées en annexe.

³⁹⁹ CAPEYE, Module d'enseignement : La PAC 2014-2020 : <https://www.supagro.fr/capeye/reforme-de-la-pac/>

⁴⁰⁰ Pour plus d'informations sur l'histoire de la PAC, se référer au module « L'histoire de la PAC » de Capeye, Supagro, 2014

⁴⁰¹ Pour une autre PAC, Heinrich Boll Stiftung, *Atlas de la PAC – Chiffres et enjeux de la Politique Agricole Commune*, 2019

⁴⁰² Elle en représentait 55% en 1988.

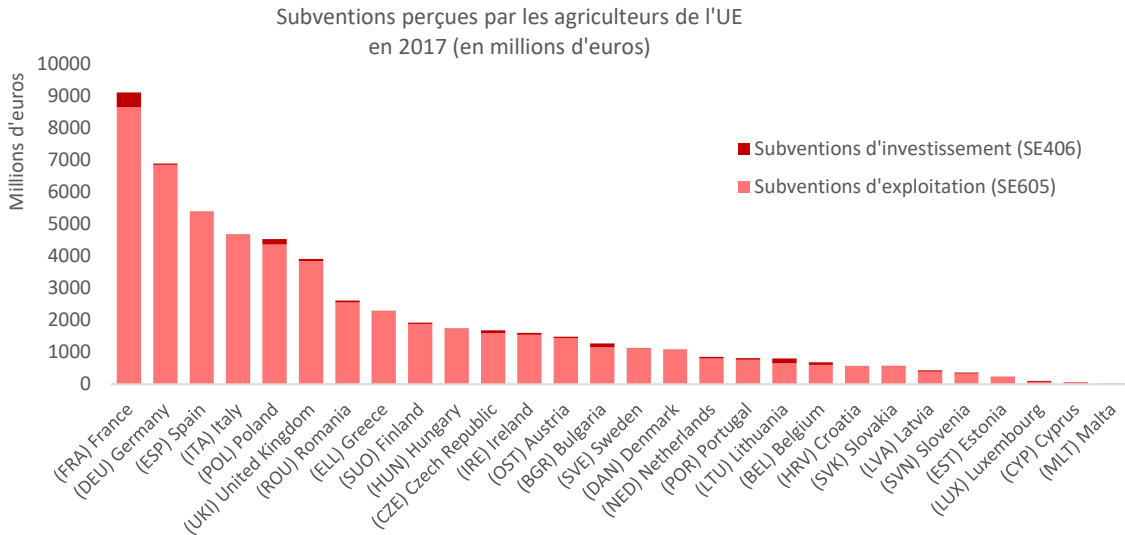


Figure 93. Subventions perçues par les agriculteurs de l'Union européenne.
Source : BASIC à partir des données du RICA 2017

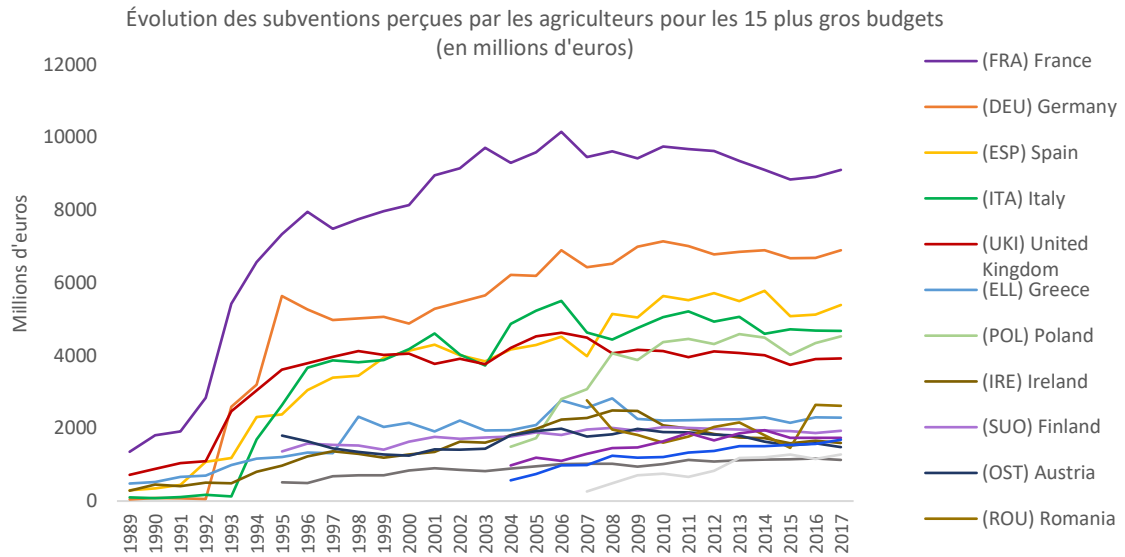


Figure 94. Evolution des subventions perçues par les agriculteurs de l'Union européenne.
Source : BASIC à partir des données du RICA 1989-2017

Les aides publiques ont augmenté sur les trente dernières années, cependant on observe une stagnation pour la plupart des pays depuis 2008 environ.

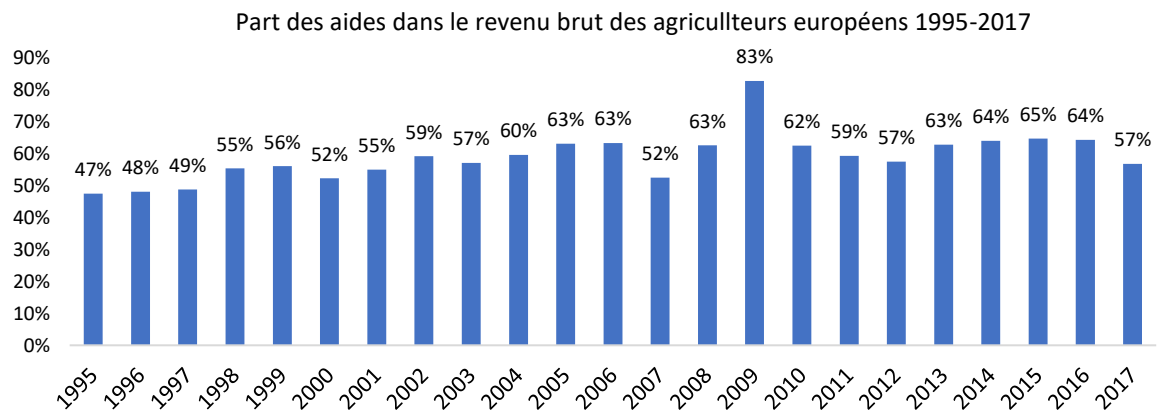


Figure 95. Part des subventions perçues dans le revenu moyen des fermes de l'Union européenne 1995-2017
Source : BASIC à partir des données du RICA

D'après le RICA, **l'ensemble des subventions publiques ont représenté de 47% à 83% du revenu moyen des agriculteurs de l'UE entre 1995 et 2017**. Dans ce contexte, on peut considérer que ces **subventions publiques agricoles, étant donné leur importance et leur poids dans l'économie des fermes, permettent aux agriculteurs de l'UE de faire face à l'ensemble de leurs charges annuelles. Elles contribuent à la capacité des agriculteurs à payer leurs achats de consommations intermédiaires et leurs amortissements**, en complément du produit des ventes qu'elles réalisent. Or, ces consommations intermédiaires et amortissements sont principalement constituées des dépenses liées aux semences, aux engrais, aux pesticides, aux investissements et au fonctionnement du matériel et des bâtiments agricoles, qui correspondent aux 4 piliers de la « modernisation » agricole détaillés dans le chapitre 2.

Toutes ces aides publiques ne correspondent pas à un coût sociétal, car **certaines sont orientées vers une transition agroécologique** : paiement vert et Mesures Agro-Environnementales et Climatique (MAEC). Parmi elles, seules les aides à la conversion et au maintien de l'agriculture biologique sont jugées efficaces en matière de réduction de l'usage des pesticides au vu des études d'impact existantes (voir les détails en annexe)⁴⁰³.

Une fois retranchées ces aides à l'agriculture biologique, le montant du coût sociétal lié aux soutiens publics qui bénéficient indirectement au secteur des pesticides peut être estimé à 57,4 milliards d'euros en 2017. Il n'est cependant pas possible de connaître la part de ces aides aux agriculteurs utilisées pour payer les charges de pesticides. Des réflexions sur de potentielles pondérations de ces montants sont détaillées en annexe.

5.4.2. Les coûts sociétaux liés aux impacts attribuables seulement en partie aux pesticides

5.4.2.1. Dépenses des administrations publiques pour la protection de la biodiversité

Au vu des impacts sur la biodiversité détaillés dans le chapitre 4, **les dépenses préventives des États membres de l'Union Européenne en matière de protection de la faune et de la flore** constituent un premier poste important de coût sociétal.

Selon les rapports faisant l'état des lieux de ces dépenses, elles s'élèvent à **plus de 10 milliards d'euros en 2018 à l'échelle de l'Union européenne (en prenant en compte les budgets nationaux comme les budgets européens)**⁴⁰⁴. Cependant, même si les pesticides sont l'une des causes importantes de la disparition de la biodiversité, ce n'est pas la seule (cf. chapitre 4.2.2.). Les rapports des institutions nationales et européennes ne spécifient pas les dépenses qui résultent spécifiquement de l'utilisation des pesticides, il ne nous a pas été possible d'estimer la part de ce coût sociétal directement attribuable à ces derniers.

5.4.2.2. Coûts de traitement des maladies de la population générale pour lesquelles un lien avec les pesticides est suspecté

Seuls les cas agricoles de maladies professionnelles reconnues comme étant liées aux pesticides ont été comptabilisés dans les coûts sociétaux dans la section précédente. Or, comme évoqué dans le chapitre 4, ces maladies sont plus largement présentes dans la population générale, en partie en raison de l'exposition des individus aux pesticides (hors travailleurs agricoles).

L'ordre de grandeur des coûts totaux de traitement de ces maladies à l'échelle de l'UE est le suivant :

- **14 Md€ pour la maladie de Parkinson (2010)**⁴⁰⁵
- **8Md€ pour le cancer de la prostate (2008)**⁴⁰⁶
- **16Md€ pour les lymphomes non hodgkiniens et autres cancers du sang (2012)**⁴⁰⁷

⁴⁰³ Cour des Comptes européenne, *Le verdissement : complexité accrue du régime d'aide au revenu et encore aucun bénéfice pour l'environnement*, 2017

⁴⁰⁴ Source : Eurostat

⁴⁰⁵ Olesen et al., *The economic cost of brain disorders in Europe*, 2012

⁴⁰⁶ Luengo-Fernandez et al., *Economic burden of cancer across the European Union: a population-based cost analysis*, 2013

⁴⁰⁷ Luengo-Fernandez et al., *Economic burden of non-malignant blood disorders across Europe: a population-based cost study*, 2016

Ces coûts sociétaux ne sont pas attribuables intégralement à l'exposition aux pesticides, et nous n'avons pas trouvé d'informations permettant d'estimer la part de ces maladies qui est causées spécifiquement par elle.

5.4.2.3. Le coût des mesures palliatives du traitement de l'eau

Enfin, au-delà des coûts sociétaux liés au traitement de l'eau potable décrits précédemment (cf. chapitre 5.2.3.1.), les **points de captage d'eau doivent aussi parfois être déplacés lorsque ceux-ci sont en trop mauvais état** et que le traitement nécessaire de dépollution est trop conséquent.

Les coûts associés ont été estimés pour **la France à environ 20 millions d'euros** par le CGDD en 2011⁴⁰⁸.

En suivant la même méthode d'extrapolation que celle utilisée pour les dépenses de traitement de l'eau potable, on peut estimer **les coûts sociétaux liés aux mesures palliatives d'éloignement des points de captage à environ 103 millions d'euros par an à l'échelle de l'Union Européenne**.

Toutefois, ces coûts étant engendrés aussi bien par la pollution liée aux pesticides que par la pollution liée aux nitrates, il n'est pas possible d'attribuer une part spécifique aux pesticides selon les auteurs de l'étude.

5.5. Les coûts sociétaux non estimables monétairement

5.5.1. Les coûts sociétaux non estimables pour des raisons de disponibilités de données

5.5.1.1. Plans d'action nationaux

La Directive dite « pesticides »⁴⁰⁹ établit un cadre commun pour une utilisation des pesticides compatibles avec le développement durable. Elle **impose notamment la mise en place de Plans d'action nationaux**⁴¹⁰ « pour fixer leurs objectifs quantitatifs, leurs cibles, leurs mesures et leurs calendriers en vue de réduire les risques et les impacts de l'utilisation des pesticides sur la santé humaine et l'environnement et d'encourager l'élaboration et l'introduction de la lutte intégrée contre les ennemis des cultures et de méthodes ou de techniques de substitution en vue de réduire la dépendance à l'égard de l'utilisation de pesticides »⁴¹¹.

Ces Plans d'action nationaux comportent généralement un volet sur la formation et la sensibilisation sur les risques associés aux pesticides, ainsi que sur la limitation de l'usage de pesticides dans certaines zones sensibles, comme les zones proches des habitations. Afin d'harmoniser les mesures mises en place par les différents plans nationaux, **la Commission européenne a mis en place un système harmonisé d'indicateurs de risque**, permettant une évaluation homogène entre les différents pays. **Ces indicateurs de risques n'ont été calculé qu'à partir de 2019 (soit 10 ans après l'adoption de la directive)**. La Cour des Comptes européenne a jugé ce système peu efficace : "la Commission et les États membres ont pris des mesures pour promouvoir l'utilisation durable des produits phytopharmaceutiques, mais les progrès sont limités en ce qui concerne la mesure et la réduction des risques liés à l'utilisation des produits phytopharmaceutiques "⁴¹².

Malgré ce cadre commun à l'échelle européenne, chaque État membre de l'UE a défini un plan d'action national différent de celui des pays voisins : par exemple la France est le seul pays à s'être fixé un objectif de réduction des volumes utilisés de pesticides, tandis que les autres pays ont des objectifs de réduction des risques⁴¹³. De plus, il n'y a pas réellement d'accompagnement des pays pour la mise en œuvre de cette directive.

⁴⁰⁸ CGDD, *Les coûts...*, 2015, op. cit

⁴⁰⁹ Directive 2009/128/CE instaurant un cadre d'action communautaire pour parvenir à une utilisation des pesticides compatibles avec le développement durable

⁴¹⁰ Le détail de chaque plan d'action national est disponible sur https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/sustainable_use_pesticides/nap_en

⁴¹¹ Issus du texte législatif de la directive, disponible sur Eur-ex.europa.eu

⁴¹² European Court of Auditors, *Special Report. Sustainable use of plant protection products: limited progress in measuring and reducing risks*, 2020

⁴¹³ Commission européenne, *Rapport de la Commission au Parlement européen et au Conseil sur les plans d'action nationaux des États membres et sur les progrès accomplis dans la mise en œuvre de la directive 2009/128/CE sur une utilisation des pesticides compatible avec le développement durable*, 2018

Nous n'avons pas trouvé d'information sur l'ensemble des montants mobilisés par ces plans nationaux à l'échelle de l'Union européenne.

En France, le plan Ecophyto a un budget annuel de 71 millions d'euros, dont 41 millions d'euros proviennent de la redevance pour pollution diffuse prélevée auprès des vendeurs de pesticides.

La France est le seul pays pour lequel nous sommes parvenus à estimer les dépenses publiques liées au plan d'action national sur les pesticides (Ecophyto) ; elles s'élèvent à 30 millions d'euros.

De la même manière, les États membres de l'Union Européenne ont commencé à mettre en œuvre des plans d'action nationaux pour la protection des pollinisateurs, dont la disparition est causée en partie par les pesticides. Certaines sous-parties de ces plans sont parfois consacrées à la problématique des pesticides⁴¹⁴. Cependant, nous n'avons pas trouvé de données suffisantes sur l'ensemble des budgets liés à ces plans nationaux pour pouvoir estimer le coût sociétal associé.

5.5.1.2. Coûts de la recherche publique

La prise de conscience sur les risques sanitaires et environnementaux des pesticides a motivé de nombreux chercheurs à mener des travaux pour mieux les comprendre et mieux les maîtriser. Ces recherches académiques sont en partie financées par les pouvoirs publics. Il est cependant très difficile d'identifier spécifiquement les liens entre les recherches qui sont menées et les pesticides. En effet, beaucoup de projets cherchent à investiguer les causes multifactorielles des phénomènes tels que le déclin de la biodiversité ou les cancers humains. Les financements de ces recherches ne peuvent donc pas être considérés comme directement attribuables aux pesticides.

Nous avons néanmoins dressé un inventaire des budgets de recherche financés par l'Union européenne et qui ont un lien, même indirect avec les pesticides. Cette recherche s'est appuyée sur les informations dans la base de données CORDIS, portail d'information sur la recherche et le développement dans l'UE⁴¹⁵. Nous avons effectué des recherches par mots-clés⁴¹⁶ et consulté les descriptifs des projets afin d'évaluer dans quelle mesure ceux-ci étaient motivés par ou liés à la problématique de l'utilisation des pesticides. Nous avons obtenu un montant total de 153,8 millions d'euros sur la période 2000-2020, soit environ 7,69 millions d'euros par an en moyenne.

Les entreprises privées participent de manière plus ou moins directe à certains de ces projets de recherche financés par les pouvoirs publics. Il est cependant très difficile de trouver des données sur ce sujet. Nous avons investigué plus spécifiquement les projets de recherche financés directement par l'UE (Horizon 2020) auxquels peuvent participer ou contribuer, comme toute entreprise privée, les fabricants de pesticides. Pour la plupart des projets où les noms de Syngenta, Bayer, BASF ou Corteva apparaissent sur la base de données CORDIS, ils sont cités en collaborateurs ou partenaires de projets. Cela soulève la question de l'implication financière du secteur privé dans les programmes de recherche publics.

5.5.1.3. Coûts environnementaux et sanitaires de l'incinération des déchets

L'incinération des déchets des pesticides, considérés comme toxiques, engendre des émissions de gaz à effet de serre et d'autres polluants aériens. Cependant les quantités de déchets incinérés en Europe ne sont pas disponibles, il n'est donc pas possible d'estimer les émissions de polluants aériens associés ou tout autre impact environnemental ou sanitaire associé.

⁴¹⁴ Fiches pays individuelles dans : CE, "Member States' initiatives to support wild pollinator populations", 2020

⁴¹⁵ En anglais : Community Research and Development Information Service (CORDIS)

⁴¹⁶ Les mots clés utilisés étaient « pesticides biodiversity » et « pesticides health », les 200 premiers résultats de chacune des deux recherches ont été traités.

5.5.1.4. Perte de rendements économiques du fait du déclin des pollinisateurs

Les actions préventives menées par les gouvernements européens n'étant pas suffisantes, on observe un **déclin important des effectifs des pollinisateurs dans l'Union Européenne**, dont l'utilisation des pesticides est l'une des causes principales (cf. chapitre 4.2.2.). Ce déclin engendre d'**importantes conséquences économiques dans le secteur agricole**, car les **cultures européennes sont fortement dépendantes des pollinisateurs**, y compris les pollinisateurs sauvages. En effet :

- Au niveau européen, 84% des espèces cultivées dépendent au moins en partie des insectes pollinisateurs pour leur production (cultures entomophiles)⁴¹⁷ et leurs rendements répondent de manière linéaire à une baisse de la densité des pollinisateurs⁴¹⁸.
- Certaines de ces cultures, en particulier les fruitières, sont dépendantes des pollinisateurs sauvages qui sont les plus efficaces et ne peuvent pas être remplacés par des abeilles domestiques⁴¹⁹.
- En termes économiques, la production agricole directement issue de la pollinisation représenterait environ 12% de la valeur économique totale créée par le secteur agricole en Europe⁴²⁰.

La valeur totale de la production agricole qui se trouve menacée par la disparition des pollinisateurs, en partie du fait de l'utilisation des pesticides, s'élève ainsi à environ 15 milliards d'euros par an⁴²¹. Cependant, cette valeur n'est pas un coût sociétal mais une perte hypothétique en cas de disparition totale et sous l'hypothèse que les prix restent les mêmes qu'actuellement. Par ailleurs, nous n'avons pas trouvé de données nous permettant d'estimer la part de cette valeur dont le risque de disparition est attribuable spécifiquement aux pesticides.

Pour calculer le coût sociétal, il faut pouvoir faire une évaluation comptable des surcoûts supportés par les agriculteurs pour compenser la dégradation des services des pollinisateurs. La seule étude disponible évaluant ces coûts de remplacement a été menée aux Etats-Unis, où les frais payés par les agriculteurs aux apiculteurs afin d'assurer la pollinisation de leurs champs ont été évalués à 350 millions de dollars US en 2009.

Nous n'avons trouvé aucune évaluation comptable des surcoûts supportés par les agriculteurs en raison de la disparition des services de pollinisation dans l'Union Européenne.

5.5.2. Les coûts sociétaux non estimables pour des raisons méthodologiques

5.5.2.1. Coûts de l'atteinte aux services écosystémiques

De nombreux services écosystémiques peuvent être impactés par les pesticides. On peut notamment citer :

- le brassage génétique et le maintien des espèces sauvages, qui contribuent à la biodiversité comme réservoir potentiel de ressources pour l'homme ;
- la contribution à une alimentation variée riche en vitamines (les cultures entomophiles sont plus riches en vitamines et en minéraux que les autres cultures) ;
- le bon équilibre et bon fonctionnement des écosystèmes (rôle des pollinisateurs dans la chaîne trophique) ;
- la réduction du coût des denrées alimentaires (il est moins cher de polliniser une culture en utilisant des abeilles domestiques ou des pollinisateurs sauvages que d'employer des hommes ou des machines) ;
- la qualité de vie humaine liée à la qualité des paysages.

⁴¹⁷ Williams, "The dependences of crop production within the European Union on pollination by honey bees", 1994

⁴¹⁸ Dedej et Delaplane, "Honey bee (Hymenoptera: Apidae) pollination of rabbiteye blueberry *Vaccinium ashei* var. 'Climax' is pollinator density-dependent", 2003 ; Steffan-Dewenter, "Seed set of male-sterile an male-fertile oilseed rape (*Brassica napus*) in relation to pollinator density", 2003 ; Clement et al, "Flies (Diptera: Muscidae: Calliphoridae) are efficient pollinators of *Allium ampeloprasum* L. (Alliaceae) in field cages", 2007

⁴¹⁹ Task Force on Systemic Pesticides, *Worldwide integrated assessment of the impacts of systemic pesticides on biodiversity and ecosystems*, 2015

⁴²⁰ Ce chiffre prend en compte la proratation du taux de dépendance des différentes cultures à la pollinisation pour leur rendement. Leonhardt et al, « Economic Gain, Stability of Pollination and Bee Diversity Decrease from Southern to Northern Europe », 2013

⁴²¹ Gallai et al, « Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline », 2009 ; Leonhardt et al, « Economic Gain, Stability of Pollination and Bee Diversity Decrease from Southern to Northern Europe », 2013

Cependant, nous n'avons pas réussi à identifier de dépenses publiques engagées aujourd'hui pour la protection de ces services écosystémiques. Certaines études tentent d'en estimer leur valeur intrinsèque, notamment par le biais d'enquêtes de consentement à payer ou d'autres méthodologies d'évaluation contingente de la « vraie valeur » de ces services qui ne rentrent pas dans le cadre conceptuel des coûts sociétaux.

5.5.2.2. Coûts de la consommation d'eau en bouteille par peur de présence de pesticides

Le surcoût de la consommation d'eau en bouteille par peur de présence de pesticides dans l'eau du robinet n'est pas pris en compte dans ce rapport, car les estimations disponibles du surcoût de l'eau en bouteille par rapport à l'eau du robinet n'ont pas été jugées robustes par les auteurs de l'étude du CGDD sur les coûts des pollutions de l'eau d'origine agricole⁴²². Nous n'avons pas trouvé d'autres méthodologies à ce jour permettant d'estimer ces coûts sociétaux liés à la consommation d'eau en bouteille.

5.5.2.3. Pertes de vie humaine

L'estimation de la valeur de la vie humaine ne rentre pas dans le cadre conceptuel des coûts sociétaux. Il s'agit d'un dépassement de seuil critique qui génère des coûts considérés comme inestimables d'après l'approche de K.W. Kapp.

5.5.2.4. Surcoûts des produits issus de l'agriculture biologique

Les surcoûts des produits issus de l'agriculture biologique ne sont pas pris en compte dans la présente étude. En effet, nous considérons que l'agriculture biologique continuerait d'exister, voire serait le système agricole dominant en l'absence de pesticides chimiques. Ainsi, le surcoût des produits issus de l'agriculture biologique pourrait être considéré comme un coût sociétal, à condition de ne prendre en compte que la différence entre le prix actuel et le prix des produits dans un système où l'agriculture biologique serait le système dominant.

5.6. Les bénéfices liés à l'usage des pesticides

5.6.1. Bénéfices directs générés par l'usage des pesticides de synthèse en agriculture

Afin d'estimer concrètement les bénéfices attribuables aux pesticides au niveau européen, nous avons collecté des données financières sur le secteur de la fabrication de produits agrochimiques disponibles dans la base de données d'Eurostat, en particulier l'"excédent brut d'exploitation" total consolidé du secteur.

Ce chiffre est dérivé des comptes nationaux des pays pour documenter la performance cumulée de toutes les entreprises d'un secteur donné. Il est équivalent aux "bénéfices avant intérêts, impôts, dépréciation et amortissement" (EBITDA) qui peuvent être calculés pour une entreprise individuelle sur la base de ses comptes annuels privés (quelques différences mineures peuvent exister entre les deux indicateurs concernant le traitement des aides et subventions publiques).

Au niveau de l'Union Européenne, nous avons ainsi obtenu **un montant annuel total de bénéfices directement tirés des ventes de pesticides à l'agriculture qui s'élèvent à 940 millions d'euros en 2017.**

La part de ces bénéfices estimée pour la France s'élève à 211 millions d'euros en 2017, au prorata des dépenses de pesticides de synthèse des agriculteurs dans le pays

⁴²² CGDD, *Coût des principales...*, 2015, op. cit

5.6.1. Bénéfices indirects dont la quote-part attribuable aux pesticides de synthèse utilisés en agriculture n'est pas calculable

En plus des estimations précédentes, **l'utilisation de pesticides de synthèse en agriculture crée également des profits pour les autres acteurs privés des filières alimentaires :**

- agriculteurs,
- les négociants,
- transformateurs / fabricants de produits alimentaires,
- distributeurs.

Les profits totaux de ces acteurs peuvent être calculés, mais nous n'avons pas été en mesure d'estimer la part de ces profits qui est attribuable à l'utilisation de pesticides synthétiques car ces profits proviennent de multiples facteurs.

En ce qui concerne les agriculteurs français, leurs bénéfices peuvent être estimés grâce à la base de données publique RICA. Si l'on prend le cas de la France, d'après l'étude récente menée par l'Institut national de recherche sur l'agriculture et l'environnement INRAE, le bénéfice moyen des exploitations agricoles françaises avant paiement de l'impôt était de 27 300 euros en 2017, pour un total de 296 523 exploitations enregistrées⁴²³. Cependant, comme le notent les chercheurs de l'INRAE, ces gains ne sont pas des bénéfices nets comme dans les entreprises privées, mais constituent plutôt le revenu des agriculteurs qui leur permet de vivre. Les chercheurs ont étudié plus en détail le revenu net que les agriculteurs français ont pu générer grâce à ces gains, après avoir retiré les cotisations sociales, **le revenu net moyen n'a atteint que 14 000 euros par agriculteur et par an en 2017**⁴²⁴. **C'est presque la même valeur que le salaire minimum de base** en France pour la même année selon l'Institut national de la statistique (INSEE), qui était égal à 13 818 euros. D'après les données du RICA européen, des résultats similaires sont observés dans les autres Etats Membres de l'Union Européenne. Comme les revenus moyens calculés grâce au RICA sont tout juste suffisants pour que les agriculteurs gagnent le salaire minimum de base, nous avons considéré qu'aucun bénéfice n'était réalisé au niveau des agriculteurs en France (même si une partie des exploitations françaises réalisent probablement des bénéfices nets, tandis que d'autres sont déficitaires par rapport au seuil du salaire minimum, ce qui annule les bénéfices nets en termes agrégés).

Concernant les autres étapes de la chaîne alimentaire, nous avons calculé les bénéfices totaux générés par les acteurs privés à partir des gains avant paiement de l'impôt enregistrés par l'enquête européenne ESANE menée chaque année et consolidée par Eurostat. Nous avons consolidé les bénéfices de tous les codes NACE du secteur des industries alimentaires et du tabac (NACE 10) ainsi que du secteur du commerce des produits alimentaires et du tabac (NACE 463), à l'exception de ceux relatifs aux produits alimentaires non cultivés en France (café, thé, chocolat), aux produits non alimentaires (tabac) et aux produits alimentaires non cultivés dans les exploitations agricoles (poissons et crustacés). Nous avons ensuite ajouté à ce total les gains de tous les codes NACE relatifs aux distributeurs spécialisés dans l'alimentation (NACE 4711), bien que ces distributeurs puissent également vendre des articles non alimentaires, notamment des supermarchés et des hypermarchés (nous n'avons pas trouvé de données qui nous auraient permis d'estimer ces ventes non alimentaires).

Pour ces différents acteurs (industrie alimentaire, commerçants et distributeurs), il est important de rappeler que leurs profits sont générés par un grand nombre de facteurs : volonté de payer des clients, capacité à créer de la valeur, marketing et réputation de la marque, pouvoir de négociation dans la chaîne, etc. Les gains de productivité à l'étape agricole de la chaîne sont également un facteur⁴²⁵, qui a mis en évidence le transfert, au cours des dernières décennies, d'une plus grande productivité agricole (réalisée entre autres grâce aux pesticides) en une plus grande rentabilité pour les acteurs privés situés en aval de la chaîne.

⁴²³ Piet, L.; Benoit, M.; Chatelier, V.; Dakpo, K.H.; Delame, N.; Desjeux, Y.; Dupraz, P.; Gillot, M.; Jeanneaux, P.; Laroche-Dupraz, C.; et al. Agr'Income : Hétérogénéité, Déterminants et Trajectoires Du Revenu Des Agriculteurs Français; Appel à Projet Recherche du ministère de l'agriculture et de l'alimentation, 2020; p. 99

⁴²⁴ Ibid.

⁴²⁵ Butault, J.-P.; Delame, N.; Jacquet, F.; Zardet, G. L'utilisation des pesticides en France : état des lieux et perspectives de réduction. 2011

Il y a aussi le cas des consommateurs qui bénéficient d'une alimentation bon marché, en partie grâce à l'utilisation de pesticides de synthèse (en combinaison avec d'autres facteurs). Ce phénomène a été mis en évidence par le travail universitaire de Tim Benton et Rob Bailey⁴²⁶, qui ont également montré dans leur recherche que l'amélioration des rendements agricoles mondiaux des principales cultures agricoles est également corrélée à la croissance :

- de la consommation d'aliments (ultra)transformés déséquilibrés,
- du secteur de l'élevage
- de la consommation de produits animaux,
- du gaspillage alimentaire.

En d'autres termes, à mesure que les rendements céréaliers mondiaux ont augmenté, le nombre de personnes en surpoids et obèses a augmenté, et le gaspillage de nourriture a progressé encore plus rapidement. En conséquence, nous avons considéré que **les bénéfices nets pour les consommateurs associés à l'utilisation des pesticides synthétiques sont presque impossibles à estimer étant donné les effets antagonistes de l'utilisation des pesticides, en particulier l'"effet rebond" des aliments bon marché** en termes de surconsommation de produits alimentaires et les coûts de santé cachés dus aux maladies liées à l'alimentation.

Enfin, **il peut également y avoir des coûts sociaux qui sont évités** grâce à l'utilisation des pesticides de synthèse. Ceux-ci sont surtout liés au chômage, car le secteur des pesticides génère un nombre significatif d'emplois, estimé à environ 15 700 salariés au niveau européen.

Ces chiffres sont toutefois à mettre en perspective avec la dynamique de disparition de millions d'emplois agricoles en Europe depuis le milieu du XXe siècle (d'après les données de l'OCDE), imputable au processus de modernisation de l'agriculture, dont les pesticides de synthèse ont été l'un des piliers, aux côtés des engrais de synthèse, des variétés hybrides et de la mécanisation des exploitations. La création de valeur générée dans le reste du système alimentaire n'a pas compensé cette baisse historique du nombre d'emplois agricoles, ni dans l'industrie agroalimentaire (d'après les données d'Eurostat), ni dans le commerce alimentaire de détail, en raison du développement des hypermarchés et des supermarchés au détriment des petits commerces alimentaires et des artisans (les premiers ayant une intensité d'emploi beaucoup plus faible que les seconds).

En conséquence, **les effets antagonistes de l'utilisation des pesticides sur la création globale d'emplois rendent impossible l'identification des coûts sociaux évités dans le domaine de l'emploi.**

⁴²⁶ Benton, T.; Bailey, R. The Paradox of Productivity: Agricultural Productivity Promotes Food System Inefficiency. Glob. Sustain. 2019, 2, 1–8, doi:10.1017/sus.2019.3

6. Conclusion : le bilan sociétal du secteur

À l'issue de la présente analyse, il est possible de **dresser un « bilan sociétal » du secteur des pesticides de synthèse en mettant en vis-à-vis :**

- **l'analyse économique de la chaîne de valeur des pesticides** à l'échelle mondiale, avec un focus particulier sur l'Union Européenne ;
- **l'analyse des retombées de cette chaîne de valeur sur l'ensemble du système alimentaire** : estimation d'un côté des **gains pour la société** et de l'autre des **impacts environnementaux et sanitaires** à l'échelle mondiale, ainsi que des **coûts reportés sur la société** à l'échelle de l'Union européenne où des données suffisantes sont a priori.

La chaîne de valeur des pesticides est associée à **un chiffre annuel mondial de 53 milliards d'euros en 2020, dont 12 milliards d'euros de ventes aux agriculteurs dans l'Union Européenne**, l'un des plus gros marchés de consommation de pesticides au monde, et 5,8 milliards d'euros de ventes à l'export la même année, faisant de l'UE le premier exportateur mondial. **L'industrie européenne des pesticides en ont tiré des bénéfices cumulés qui ont atteint 1,3 milliards d'euros en 2017** (avant impôts et remboursement de la dette).

Quatre entreprises – Bayer, BASF, Syngenta et Corteva – représentent à elles seules plus des 2/3 du chiffre d'affaires mondial du secteur. Elles ont verticalement intégré l'ensemble des métiers de la chaîne de valeur des pesticides et les ont combinés avec la fabrication de semences, notamment OGMs, dont ils sont également les leaders mondiaux, afin de maximiser les synergies entre les 2. Cette stratégie leur permet d'atteindre un **haut niveau de profitabilité**, avec des ratios de bénéfices sur chiffres d'affaires allant de 10% à 20%⁴²⁷, soit près de 50% au-dessus de la moyenne européenne de l'industrie manufacturière. Parmi les principaux actionnaires de ces entreprises⁴²⁸ sont présents 5 fonds d'investissement privés – Blackrock, Vanguard, State Street, Capital Group et Fidelity – qui possèdent également entre 10% et plus de 30% du capital des autres leaders mondiaux privés du secteur agricole et alimentaire (Deere & Co, CF Industries, ADM, Tyson, Kellogg, Unilever, Nestlé, Mondelez, Cocoa Cola, Pepsi...).

En vis-à-vis de ces leaders européens et américains du secteur, de **nombreuses entreprises spécialisées dans les produits génériques ont émergé en Asie, en particulier en Chine qui fabrique désormais plus de 40% des volumes mondiaux de pesticides ainsi qu'une bonne part des substances actives, et est devenu le premier exportateur mondial en valeur avec des ventes multipliées par 11 depuis l'an 2000.** Elle est suivie de près par l'Inde qui a multiplié par 14 ses exportations sur les 20 dernières années. S'appuyant sur ce succès, les entreprises asiatiques spécialisées ont commencé à mettre en œuvre des opérations de fusion-acquisition et d'intégration verticale inspirées des stratégies des grands groupes intégrés, afin de pouvoir mieux les concurrencer.

Les 4 leaders historiques du secteur sont les premiers touchés par ces dynamiques d'évolution : les pesticides génériques étant près de 4 fois moins chers que les produits brevetés, leur fort développement a engendré une **diminution sans précédent de la part des produits brevetés** dans les ventes mondiales de pesticides (de l'ordre de 20% actuellement contre plus du double il y a 20 ans), une évolution renforcée par le doublement des coûts de recherche et développement observé depuis les années 1990.

Pour maintenir un haut niveau de profitabilité, **les leaders du secteur ont décidé de s'orienter fortement vers l'agriculture numérique et les nouvelles technologies du génie génétique** qui génèrent d'importants risques de dépendance et de perte d'autonomie des agriculteurs, d'impacts sur les écosystèmes, ainsi que des questionnements éthiques majeurs. **Ce faisant, ils se trouvent en confrontation directe avec la stratégie de l'État chinois qui a l'ambition de structurer la première industrie mondiale de l'agrochimie**, verticalement intégrée, avec comme pivot les entreprises d'État et une forte articulation avec la recherche universitaire du pays.

⁴²⁷ Ce ratio est calculé en divisant les bénéfices (avant paiement des impôts et remboursement de la dette) par le chiffre d'affaires de la même année. Nous l'avons calculé pour chacune des 4 entreprises sur la base de leur rapport financier 2018 et comparé avec les estimations du même indicateur pour l'ensemble de l'industrie manufacturière de l'UE ostat (<https://ec.europa.eu/eurostat/fr/data/database>)

⁴²⁸ avant le rachat de Syngenta par ChemChina en 2017

En termes de retombées sur le système alimentaire, la dynamique de modernisation technique de l'agriculture engendrée par l'utilisation de pesticides de synthèse, mais aussi d'engrais de synthèse, de variétés issues de la sélection⁴²⁹ et de recours à la mécanisation, a permis des gains de productivité sans précédent à partir du milieu du 20^{ème} siècle. Elle a eu pour résultat **un doublement des rendements et un triplement de la production agricole à l'échelle internationale, laquelle a ainsi augmenté au-delà des besoins alimentaires croissants de la population mondiale**. Même s'il est très difficile d'isoler l'impact spécifiquement attribuable aux pesticides par rapport aux autres composantes du système, on peut dire que ces derniers ont permis de contenir et de réduire les risques de pertes de récoltes, tout en contribuant de surcroît à répondre aux exigences croissantes de standardisation et d'absence de défaut d'aspect des matières premières agricoles.

Cependant, ces impacts positifs sont aujourd'hui de plus en plus questionnés.

On observe en effet **une stagnation des rendements agricoles observée depuis plusieurs années**, entre autres à cause des phénomènes croissants de résistance aux pesticides chez les ravageurs, et ce malgré la poursuite du développement des technologies en matière de pesticides, variétés hybrides, OGM...

Cette tendance questionne à son tour le fait de continuer à considérer la recherche de productivité comme le principal moyen de résoudre les problèmes mondiaux de souveraineté alimentaire, dans un contexte où la sous-nutrition et l'obésité ne cessent de s'amplifier, de même que les impacts environnementaux liés à notre alimentation (dérèglement climatique, disparition de la biodiversité...).

Quant aux agriculteurs, poussés continuellement à accroître leurs rendements depuis plus de 60 ans, **ils n'ont pas bénéficié des gains de productivité réalisés** grâce aux pesticides et aux autres piliers de la transformation de l'agriculture. **En Europe comme ailleurs dans le monde, ils captent une part toujours plus faible du prix final des produits alimentaires** (et leur niveau de revenu est fortement dépendant des aides publiques dans l'Union Européenne), alors que les acteurs en aval de la chaîne – transformateurs, grandes marques, distributeurs – apparaissent comme les principaux gagnants de la « modernisation » de l'agriculture. Depuis le milieu du 20^{ème} siècle, des millions d'emplois agricoles ont été détruits face auxquels les 15 700 emplois du secteur de la fabrication des pesticides représentent bien peu.

En termes d'impact écologique, les pesticides sont largement présents dans l'environnement dans la plupart des pays du monde, que ce soit dans les cours d'eau et nappes phréatiques, dans les sols et dans l'air où de nombreux pesticides continuent d'être détectés alors qu'ils ont été interdits depuis de nombreuses années en raison de leur dangerosité et de leur nocivité (DDT, HCH, atrazine, lindane...).

L'exposition des êtres vivants à ces substances est l'une des principales causes du déclin des colonies d'abeilles domestiques, des populations d'insectes, des oiseaux spécialistes des milieux agricoles... Quant aux êtres humains, si les incertitudes persistent sur les impacts sanitaires sur les consommateurs, **la responsabilité des pesticides dans certaines maladies professionnelles agricoles**, notamment la maladie de Parkinson, lymphomes non hodgkinien, cancers de la prostate, commence à être reconnus par quelques États en Europe et en Amérique du Nord. et des recherches sont en cours sur l'étendue du problème.

Le cas des pays du Sud apparaît le plus problématique : du fait de leurs réglementations beaucoup plus laxistes, une grande part des pesticides utilisés chez eux est classée « extrêmement dangereux » et provient en partie des usines de l'Union Européenne (région où leur commercialisation est pourtant interdite) **et les risques sanitaires liés aux pesticides y sont démultipliés** en raison de leur population active agricole plus importante en nombre et qui manque des équipements de protection les plus élémentaires du fait de leurs faibles revenus. **De plus, confrontés à la délocalisation d'unités de fabrication de pesticides dans leurs pays dans un contexte réglementaire plus laxiste, ils subissent une forme de « double peine » et constituent aujourd'hui la principale source de croissance pour le secteur des pesticides.**

⁴²⁹ dont les variétés hybrides et OGM

Au niveau international, si les mécanismes d'impacts négatifs des pesticides sur les êtres humains comme sur les autres êtres vivants sont aujourd'hui établis scientifiquement, **les données chiffrées qui permettraient d'en connaître l'ampleur continuent à manquer cruellement.**

Malgré ces limites, nous avons pu, sur la base des données disponibles publiquement, estimer une partie des dépenses réelles reportées sur la société en raison de ces impacts pour le cas de l'Union Européenne. Le résultat de nos estimations montre que ces coûts sont de grande ampleur : selon nos calculs **le total cumulé des dépenses publiques de fonctionnement de la réglementation, de dépollution de l'eau et de soin des maladies du travail engendrées par les pesticides ont dépassé les 1,9 milliards d'euros en 2017 rien que dans l'UE, coûts auxquels il faut rajouter au moins 390 millions d'euros annuels de soutiens publics financiers au secteur accordés par les États membres.**

Au-delà de ces estimations, il existe d'autres impacts importants qui n'ont pas pu être pris en compte car, même s'il est possible de les estimer au global, nous n'avons pas pu en calculer la part attribuable aux pesticides en raison du manque de connaissances et de données publiques : dépenses sanitaires liées au-delà des maladies reconnues comme engendrées par les pesticides, dépenses de protection de la biodiversité, mesures palliatives du traitement de l'eau potable... sans oublier les soutiens publics à l'agriculture qui permet indirectement aux agriculteurs de financer leurs achats d'intrants dont les pesticides. **Prises ensemble, l'ensemble de ces dépenses s'élèvent à plus de 105 milliards d'euros en 2017.**

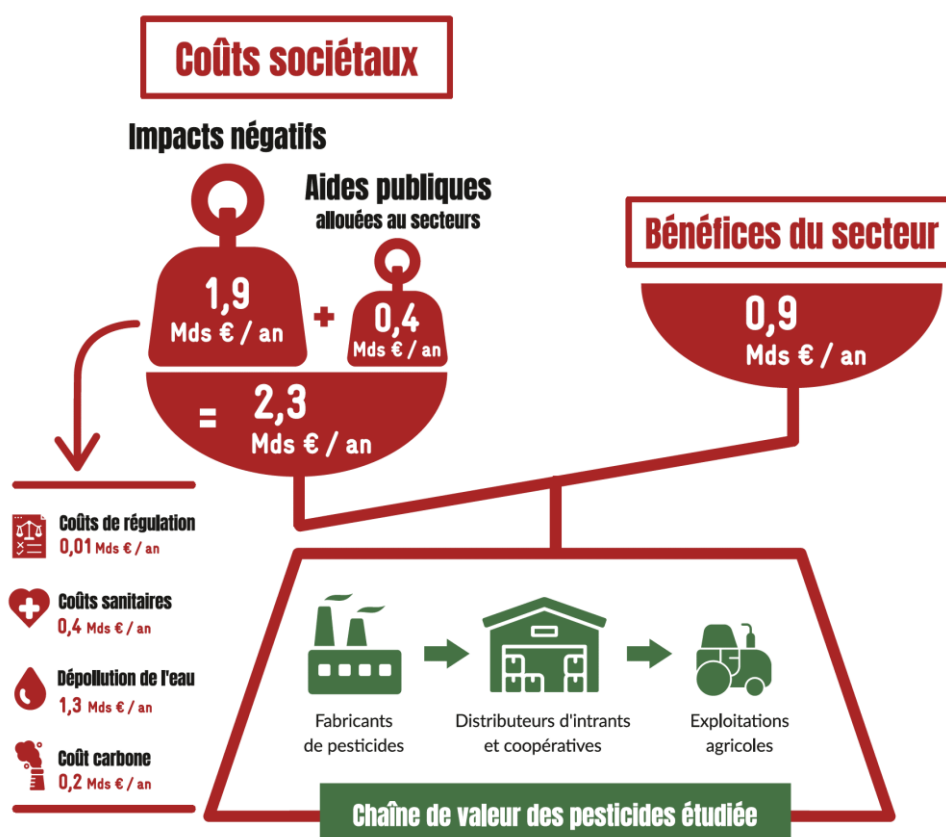


Figure 96. Schéma récapitulatif des coûts sociétaux et des bénéfices directement liés aux pesticides de synthèse à usage agricole analysés dans le cadre de l'étude à l'échelle européenne. Source : BASIC

Si l'on compare ces coûts sociétaux avec la rentabilité du secteur des pesticides en Europe, on aboutit au fait que **les dépenses reportées sur des tiers et la collectivité sont deux fois et demi plus élevées que les bénéfices générés chaque année (avant impôts et remboursement de la dette).**

Ces estimations montrent ainsi que **le secteur de la fabrication des pesticides ne parvient à être profitable que grâce au fait que la collectivité s'acquitte de dépenses de grande ampleur pour le soutenir financièrement et gérer les conséquences négatives qui découlent de ses activités.**

Ces estimations permettent d'éclairer d'un jour nouveau les activités importantes de lobbying auprès des autorités publiques menées depuis longtemps par les entreprises historiques du secteur pour défendre leurs intérêts économiques, avec des dépenses annuelles de plus de 10 millions d'euros rien qu'en Europe. Dans le cas de Monsanto, les enquêtes menées par des journalistes sur la base de fuites de documents internes ont révélés en 2017 certaines de ces activités les plus problématiques : absence d'étude d'impact sanitaire sur les formulations du Roundup, arrêt du financement d'études qui auraient révélé des impacts sanitaires négatifs du glyphosate, accusation de « ghost-writing » d'articles scientifiques par des employés de l'entreprise...

Au final, ces données montrent que le secteur des pesticides ne serait pas viable en termes économiques sur le long terme s'il devait s'acquitter des coûts réels annuels engendrés par ses activités et les réintégrer dans ses exercices comptables. **En vis-à-vis, les bénéfices économiques se concentrent toujours plus** fortement entre les mains de quelques multinationales, tandis que les bénéfices sociétaux escomptés ne s'avèrent pas au rendez-vous.

Au-delà, notre étude met en lumière que deux modèles économiques sont en train de s'imposer dans le secteur des pesticides :

- d'un côté le **modèle oligopolistique occidental** basé sur quatre acteurs historiques du secteur, côtés en bourse et en partie détenus par les mêmes fonds de pension,
- de l'autre, un **modèle « hybride » public – privé porté par l'Etat Chinois.**

Dans les deux cas, **la souveraineté alimentaire de l'Union Européenne et sa capacité à prendre des décisions indépendamment de ces acteurs en termes de gouvernance des filières sont clairement questionnées.**

A l'heure où les leaders du secteur des pesticides - oligopoles occidentales et le leader chinois - promettent une 3^{ème} révolution agricole basée sur les nouvelles technologies numériques, robotiques et génétiques, **et demandent d'importants soutien financiers publics pour la mettre en œuvre, c'est l'heure des choix pour l'Union Européenne et les Etats Membres.** Surtout qu'en vis-à-vis de ces promesses, **d'autres modèles agricoles et alimentaires, plus diversifiés et s'appuyant sur l'agroécologie, ont amené des preuves de leur plus grande durabilité.** Si leur développement nécessite également des investissements conséquents, ces derniers ne seront pas forcément plus élevés que ceux nécessaires à la mise en œuvre d'une agriculture technicisée, sans compter les coûts sociétaux des pesticides qui continueront à peser sur la société européenne.

A. Annexes méthodologiques

a. Tableau récapitulatif des principales réglementations

Ci-dessous le tableau récapitulatif des principales réglementations en vigueur portant sur les pesticides et leurs impacts à l'échelle de l'Union européenne, ainsi que certaines réglementations plus générales ayant un lien avec l'utilisation de pesticides :

Réglementation	Étapes de la chaîne concernées	Objet de la réglementation	Commentaires
<i>Règlement (CE) n° 1107/2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques</i>	Mise sur le marché	Mise en place de règles quant à la mise sur le marché, l'utilisation et le contrôle des produits phytopharmaceutiques au sein de l'UE	
<i>« Directive pesticides » Directive 2009/128/CE instaurant un cadre d'action communautaire pour parvenir à une utilisation des pesticides compatibles avec le développement durable</i>	Utilisation	Réduction des risques et des effets des pesticides sur la santé humaine et l'environnement	À la suite de cette directive, des plans d'action nationaux doivent être adoptés par les États membres afin de fixer des objectifs quantitatifs, des mesures et un calendrier pour parvenir à une utilisation des pesticides compatibles avec le développement durable. Il est intéressant de noter que l'enrobage semble être contraire à cette directive car l'utilisation des substances se fait en tout premier recours (donc pas selon les principes du integrated pest management).
<i>« MLR » Règlement (CE) n° 396/2005 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</i>	Conséquences sur la santé humaine	Introduction de dispositions communautaires harmonisées relatives aux limites maximales applicables aux résidus de pesticides dans les aliments	Ce règlement s'applique à 315 produits frais et aux mêmes produits post-transformations. Une limite par défaut de 0.01 mg/kg est appliqué lorsqu'un pesticide n'est pas spécifiquement mentionné.
<i>« CLP » Règlement (CE) n° 1272/2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges</i>	Mise sur le marché Fabrication et emballage	Introduction d'un système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques Evaluation de la dangerosité intrinsèque des produits	L'Agence européenne des produits chimiques (ECHA) se charge de l'évaluation de la cancérogénicité des pesticides pour l'application de ce règlement.
<i>« Directive Seveso » Directive 2012/18/UE concernant la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses</i>	Fabrication	Réduction des risques d'accidents majeurs impliquant des substances dangereuses et limitation des conséquences pour la santé humaine et l'environnement	Les établissements de production de pesticides sont classés « Seveso haut » en raison de la toxicité et des quantités de substances utilisées

<i>Directive 98/24/CE concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail</i>	Fabrication et utilisation	Prescriptions minimales en matière de protection des travailleurs contre les risques pour leur santé et leur sécurité résultant ou susceptibles de résulter des effets produits par des agents chimiques présents sur le lieu de travail ou découlant de toute activité professionnelle impliquant des agents chimiques	Cette directive établit notamment des valeurs limites d'exposition professionnelles à certaines substances chimiques, dont des pesticides. Ces valeurs limites sont définies par la suite dans les directives 2000/39/CE, 2006/15/CE, 2009/161/CE.
<i>Règlement (UE) n° 649/2012 concernant les exportations et importations de produits chimiques dangereux</i>	Échanges commerciaux	Mise en œuvre de la procédure de consentement préalable en connaissance de cause	Ce règlement vise au partage des informations entre pays sur les substances toxiques échangées et impose un accord explicite du pays importateur.
<i>« Directive cadre déchets » Directive cadre 2008/98/CE relative aux déchets</i>	Élimination	Protection de l'environnement et de la santé humaine par la prévention ou la réduction des effets nocifs de la production et de la gestion des déchets	Une partie spécifique aux déchets dangereux impose une régulation spécifique, notamment sur l'étiquetage et la collecte
<i>Directive 2008/105/CE établissant des normes de qualité environnementale dans le domaine de l'eau</i>	Conséquences sur l'environnement	Établissement d'un bon état écologique des eaux de surface	Cette directive établit notamment des limites de concentration de pesticides dans l'eau (0.1 µg/l par pesticide et 0.5 µg/l pour l'ensemble des pesticides)
<i>« Directive cadre eau » Directive 2000/60/CE établissant un cadre communautaire pour une politique dans le domaine de l'eau</i>	Conséquences sur l'environnement	Protection des eaux intérieures de surface, de transition, côtières et souterraines en préservant les écosystèmes, favorisant une utilisation durable	
<i>Accord de Paris signé lors de la Conférence de Paris sur le climat (COP21)</i>	Conséquences sur l'environnement	Réduction des émissions de gaz à effets de serre à l'échelle mondiale pour limiter le réchauffement climatique à 2°C	L'UE doit réduire d'au moins 40% les émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2030 par rapport à 1990, notamment via la mise en place d'un système de quotas d'émission de l'UE ⁴³⁰ .
<i>Convention sur la Diversité Biologique (CDB) (1992)</i>	Conséquences sur l'environnement	Préservation de la biodiversité, utilisation durable des composantes de la biodiversité, répartition égalitaire des bénéfices de la biodiversité	L'UE ainsi que ses 27 états-membres sont signataires
<i>Traité sur le fonctionnement de l'Union européenne (1958-présent, dernière révision dans le traité de Lisbonne 2007/2009), Article 191</i>	Conséquences sur l'environnement et la santé humaine	En matière de maîtrise des risques pour l'environnement ou la santé humaine, l'UE applique le principe de précaution : l'absence de connaissance scientifique sur un risque ne doit pas constituer un frein à la mise en place de mesures préventives	L'adoption de ce principe dans l'UE remonte au Traité de Maastricht (1992), Article 174 ; il est clarifié par une Communication de la commission de l'an 2000 et est amplement articulé dans la jurisprudence ⁴³¹
<i>« Directive eau potable » Directive 98/83/CE relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (modifiée en 2015)</i>	Conséquences sur la santé humaine	Protection de la santé des personnes des effets néfastes de la contamination des eaux destinées à la consommation humaine	

⁴³⁰ Directive 2003/87/CE établissant un système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre dans l'UE

⁴³¹ CE, « The precautionary principle: decision-making under uncertainty », 2017 ; CE, « Communication de la Commission sur le recours au principe de précaution », 2000

b. Fonctionnement des autorisations de mise sur le marché des pesticides

Les autorisations de substances actives sont faites par l'Agence européenne de sécurité des aliments (EFSA) selon le règlement (CE) n°1107/2009.

L'Agence européenne des produits chimiques (ECHA) est en charge du respect du règlement CLP 432 (classification, étiquetage et emballage), qui vise à harmoniser les informations relatives aux substances utilisées dans l'industrie au sein de l'UE afin de permettre un niveau élevé de protection de la santé humaine et de l'environnement. Dans ce cadre, elle réalise l'évaluation de la dangerosité intrinsèque des produits et notamment de leur cancérogénicité sur la base du dossier du pétitionnaire et du Draft Assessment Report de l'État Membre évaluateur.

Les deux autorités travaillent en collaboration selon un memorandum of understanding⁴³³, notamment sur les autorisations de mise sur le marché. La mise en œuvre et le contrôle de la conformité des industriels à ces deux règlements sont assurés par les autorités nationales⁴³⁴.

La procédure associée se fait de la manière suivante⁴³⁵ :

1. Une entreprise souhaitant vendre un pesticide qu'elle a élaboré doit faire un **dossier de demande d'autorisation** pour la substance active du produit. **Ce dossier comprend⁴³⁶ des informations sur l'efficacité du produit, sa toxicité pour les êtres humains⁴³⁷, le contrôle des résidus, la persistance dans l'environnement et l'écotoxicité⁴³⁸.**
2. Un **État membre de l'UE (choisi par la firme) est ensuite désigné « rapporteur »** pour établir un premier rapport d'évaluation, proposant un avis sur l'autorisation de la substance.
3. Puis le **rapport est soumis à l'EFSA** entre 1 et 1,5 an après la demande. **Ce dossier est évalué par l'Agence.** Une consultation publique est mise en place durant laquelle des partis tiers peuvent examiner une partie du dossier (celle qui n'est pas considérée comme confidentielle), donner leur avis et fournir des études ou des données concernant la substance.
4. **La décision finale revient au Comité permanent de la chaîne alimentaire et de la santé animale – ou SCOPAFF⁴³⁹.** Ce comité est composé de représentants des États membres sous la présidence d'un représentant de la CE. Les délibérations et la position individuelle des EM sont confidentiels, seuls les résultats du vote sont publiés.
5. La **Commission européenne adopte cette décision**, ce qui donne lieu à une publication au Journal officiel de l'UE.

La durée totale de la procédure dépend de la complexité du dossier. Elle varie généralement entre 2,5 et 3,5 ans. Une substance active est autorisée pour une durée maximale de 10 ans⁴⁴⁰. Elle doit ensuite faire l'objet d'une nouvelle demande d'autorisation (qui peut durer jusqu'à 15 ans). La procédure est cependant allégée lorsqu'il s'agit d'une ré-autorisation.

⁴³² Règlement (CE) n° 1272/2008

⁴³³ ECHA, EFSA, Memorandum of Understanding between the European Chemicals Agency (ECHA) and the European Food Safety Authority (EFSA), 2017

⁴³⁴ Pour l'essentiel, ministère de la santé, du travail ou de l'environnement selon les pays

⁴³⁵ Les explications des procédures proviennent du site de la Commission Européenne : https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/approval_active_substances_en

⁴³⁶ Certaines substances dites « basiques » font l'objet d'une procédure moindre avec des critères moins stricts. Il s'agit des substances moins utilisées comme pesticides mais qui peuvent avoir un intérêt pour la protection des plantes mais dont l'intérêt économique de demande de validation est limité.

⁴³⁷ Risque d'exposition, niveau acceptable d'exposition, absorption dermale...

⁴³⁸ Pour les oiseaux et mammifères, les milieux aquatiques, les milieux terrestres

⁴³⁹ Il s'agit d'un comité qui assiste la Commission européenne dans ses décisions. Elle n'est pas en droit d'adopter une mesure d'exécution sans avoir recueilli l'avis de ce comité au préalable.

⁴⁴⁰ La durée de l'autorisation peut être réduite en cas de doute sur la dangerosité du produit.

Chaque pays peut décider d'interdire une substance autorisée par l'UE, comme c'est le cas pour le glyphosate qui a été ré-autorisée pour cinq ans mais que le Luxembourg et la France ont décidé d'interdire tout de même⁴⁴¹.

Dans certains cas particuliers, **il est possible d'obtenir une autorisation d'urgence, notamment** « en raison d'un danger qui ne peut être maîtrisé par aucun autre moyen raisonnable »⁴⁴². L'autorisation ne peut excéder 120 jours et doit faire l'objet d'un usage limité. L'État membre qui accepte l'usage est tenu responsable des potentielles conséquences.

c. Aides publiques contribuant indirectement à soutenir l'usage des pesticides ainsi que des engrais, des variétés améliorées et du machinisme agricole

Les deux principales aides publiques européennes orientées vers une transition sont les suivantes :

- **Le paiement vert** qui représente 30% de l'enveloppe du premier pilier. Il est soumis à trois conditions orientées vers de bonnes pratiques environnementales, à savoir : la diversification des cultures, le maintien des prairies et enfin la présence de surfaces d'intérêt écologique (SIE).
- **Les Mesures Agro-Environnementales et Climatique (MAEC)** font quant à elles partie du second pilier de la PAC. Elles visent à accompagner les exploitations agricoles vers de bonnes pratiques environnementales. Elles sont de trois types :
 - Les mesures répondant à des enjeux localisés
 - Les mesures répondant à l'objectif de préservation des ressources génétiques
 - Les mesures répondant à une logique de système.
 - Parmi ces dernières se trouvent **les aides à la conversion et au maintien de l'agriculture biologique**. Elles ont été introduites dans les années 1980⁴⁴³. Le Danemark et l'Autriche ont été les premiers puis ont été suivi par l'ensemble des pays de l'UE. Aujourd'hui, seuls les Pays-Bas n'ont pas d'aides de ce type. Elles représentent 6.3 milliards d'euros pour la campagne 2014-2020.

Cependant, de nombreuses études remettent en cause leur ciblage et leur efficacité. D'après la Cour des Comptes européenne⁴⁴⁴, le paiement vert est une mesure trop laxiste⁴⁴⁵, la quasi-totalité des exploitations y ayant droit. Il n'aurait permis un changement de pratique que sur 5% des terres agricoles européennes. Les MAEC dans leur ensemble sont évaluées comme étant très coûteuses et également peu efficaces, notamment du fait de la possibilité de retourner aux anciennes pratiques une fois l'engagement fini⁴⁴⁶.

En revanche, parmi les MAEC, les aides à la conversion et au maintien de l'agriculture biologique sont efficaces dans le sens où le cahier des charges impose la non-utilisation de produits phytopharmaceutiques de synthèse. Nous avons donc fait le choix de les exclure des aides considérées comme coût sociétal, car elles ne permettent a priori pas d'aider les agriculteurs à consommer des pesticides de synthèse.

⁴⁴¹ Générations futures, « Où a-t-on interdit ... », 29 mai 2019, op. cit

⁴⁴² Par exemple, entre 2013 et 2019 les États membres de l'UE ont octroyé 206 autorisations d'urgence permettant l'utilisation de trois néonicotinoïdes dont l'usage avait été restreint à partir de 2013 (aux serres, aux cultures d'hiver et aux cultures censées ne pas attirer les abeilles). Le rapport de l'CCE déplore le caractère lacunaire d'un grand nombre de ces demandes d'autorisation d'urgence. European Court of Auditors, *Special Report 15/2020: Protection of wild pollinators in the EU — Commission initiatives have not borne fruit*, 2020

⁴⁴³ Agence bio, *Organic farming and market in the European Union*, 2019

⁴⁴⁴ Cour des Comptes européenne, *Le verdissement : complexité accrue du régime d'aide au revenu et encore aucun bénéfice pour l'environnement*, 2017

⁴⁴⁵ À titre d'exemple, seules les exploitations de plus de 15 hectares sont soumises aux conditions du paiement. D'autres exceptions sont définies dans les textes, ainsi 88% des exploitations qui représentent 48% des surfaces sont exemptées. Source : Pe'er et al., *EU agricultural reform fails on biodiversity*, 2014

⁴⁴⁶ I4CE, *L'obligation de résultats environnementaux verra-t-elle la PAC ?*, 2020

d. Estimation des coûts sociétaux

Estimation des coûts sociétaux liés à la régulation des pesticides

Pour estimer les coûts sociétaux liés à la régulation des pesticides, nous avons proratisé la part du budget de l'agence de régulation européenne, l'EFSA, au prorata de son activité liée aux pesticides. Etant donné que le détail du budget ne permet pas de le faire directement, nous avons utilisé le nombre de « questions closed » concernant les pesticides de chaque objectif stratégique comme proxy des dépenses allouées à ces activités. La formule utilisée est la suivante :

$$\text{Coûts de la régulation des pesticides} = \sum_{\text{Par objectif stratégique}} \left[\text{Budget annuel de l'EFSA} \times \frac{\text{Nombre de "questions fermées" concernant les pesticides}}{\text{Nombre total de "questions fermées"}} \right]$$

Le budget total de l'EFSA financé par des fonds publics est de 80 millions d'euros. Les objectifs stratégiques S01 et SO4 comportent des « questions fermées » liées aux pesticides (respectivement 23% et 22%). Les budgets de ces objectifs sont de 29,9 et de 0,06 millions d'euros.

On obtient ainsi un montant total liés aux pesticides uniquement, à l'échelle de l'Union européenne de 6,9 millions d'euros.

Estimation des coûts sociétaux liés aux soutiens publics directs au secteur des pesticides

Les coûts sociétaux « amont » liées et attribuables aux pesticides sont constitués des aides publiques reçues par les fabricants de pesticides ainsi que la réduction du taux de TVA, soit un manque à gagner pour les États.

7 pays européens ont des taux de TVA réduits pour les pesticides. À partir de cette réduction de taux de TVA, nous avons pu estimer un manque à gagner pour les États et avons utilisé le calcul suivant pour estimer le coût sociétal associé :

$$\text{Manque à gagner de la réduction du taux de TVA (pays } x) = \left[\begin{array}{l} \text{Taux de TVA} \\ \text{standard} \\ \text{(pays } x) \end{array} - \begin{array}{l} \text{Taux de TVA} \\ \text{réduit pour} \\ \text{pesticides} \\ \text{(pays } x) \end{array} \right] \times \begin{array}{l} \text{Dépenses de} \\ \text{pesticides d'une} \\ \text{exploitation} \\ \text{représentative} \\ \text{(pays } x) \end{array} \times \begin{array}{l} \text{Nombre total} \\ \text{d'exploitations} \\ \text{(pays } x) \end{array}$$

Pour réaliser ce calcul, nous avons utilisé les dépenses totales en pesticides par pays fournis par la base de données RICA⁴⁴⁷. Pour cela nous avons multiplié les dépenses d'une exploitation moyenne par pays par le nombre d'exploitations du pays. Le montant global estimé à l'échelle de l'UE est proche de la taille du marché européen, soit environ 12 milliards d'euros. Nous pouvons donc supposer que cette estimation est cohérente. Nous appliquons ensuite la différence de taux de TVA entre celui standard et celui réduit appliqué aux pesticides pour obtenir un manque à gagner par pays.

Nous obtenons ainsi **un total de 389 millions d'euros en 2017**. Ce montant s'élève à **3,6 milliards d'euros sur les dix dernières années**.

Il convient cependant de rappeler, que dans la plupart des pays européens, les agriculteurs sont exonérés de TVA, ainsi le montant estimé ci-dessus ne correspond pas à un réel manque à gagner. Cependant le fait que le taux soit réduit envoie un signal aux utilisateurs que le produit est d'une certaine manière subventionnée, ce qui peut inciter à l'achat. Inversement, si le taux appliqué était plus élevé que les taux standards, cela enverrait un signal qu'il s'agit d'un produit que les pouvoirs publics considèrent comme dangereux, ce qui pourrait influencer la consommation. L'exemple du tabac est marquant : d'après l'Organisation mondiale de la santé⁴⁴⁸, une

⁴⁴⁷ Réseau d'Information Comptable agricole

⁴⁴⁸ OMS, Taxation des produits du tabac : <https://www.who.int/tobacco/economics/taxation/fr/>

augmentation du prix de 10% (qui peut passer par une augmentation de la TVA) se traduit par une baisse de 4% de la demande dans les pays à haut revenus.

Estimation des coûts sociétaux liés aux impacts attribuables aux pesticides

Avant de pouvoir estimer des coûts sociétaux liés aux impacts des pesticides (en aval de la chaîne), il est important de rappeler les réglementations et politiques publiques existantes. En effet dans la méthodologie des coûts sociétaux, seuls des coûts liés à des impacts reconnus par la société peuvent être comptabilisés. L'existence de normes sociétales traduites par des politiques publiques permet de justifier la prise en compte des dépenses publiques comme coût sociétal.

Règlementations et politiques publiques existantes...

... en matière de biodiversité

Les politiques publiques européennes en matière de biodiversité remontent à 1979 avec la Directive oiseaux, qui visait à protéger les 500 espèces d'oiseaux vivant naturellement à l'état sauvage sur le territoire de l'Union européenne. Dans les années 1990, les engagements de l'UE et de ses États membres pour la biodiversité se sont renforcés. Ce, notamment par le biais de l'adhésion de l'UE et de tous ses États membres à la **Convention sur la diversité biologique (CDB) issue du sommet de Rio en 1992**. Cette Convention oblige ses États signataires à établir une stratégie pour la préservation de la biodiversité et autres objectifs de la Convention, ainsi que de réaliser des états des lieux des dépenses engagées pour la biodiversité.

Ainsi, la quasi-totalité de États membre de l'UE ont établi une stratégie pour la préservation de la biodiversité, et l'Union européenne elle-même s'est dotée de plusieurs Plans d'action ou stratégies pour la biodiversité : en 2001, en 2011 et la dernière en date au printemps 2020⁴⁴⁹. De plus, les dépenses européennes pour la biodiversité sont recensées par la Commission européenne, et leurs montants et leur efficacité ont fait l'objet de plusieurs rapports dans les dernières années⁴⁵⁰.

Les stratégies sur la biodiversité au niveau européen s'appuient sur de nombreux leviers et sources de financements différents, du fait de la grande diversité des thématiques touchées par les politiques publiques européennes. Le levier qui mobilise à lui seul le plus gros budget est la Politique Agricole Commune (PAC), à hauteur d'environ 11 milliards d'euros par an, soit l'équivalent d'un peu plus des trois-quarts des budgets pour la biodiversité⁴⁵¹. La PAC comprend en effet des mesures obligatoires et incitatives ayant des impacts en matière de biodiversité, mais leur bilan est mitigé⁴⁵². D'autres domaines d'action et de financement de l'UE ayant un impact sur la biodiversité sont, par exemple, les aires protégées (notamment le réseau Natura 2000), le tourisme, les investissements dans l'infrastructure, les actions pour le climat, les budgets pour l'enseignement⁴⁵³. Nous reviendrons ci-après, dans notre évaluation des coûts sociétaux, sur encore d'autres thématiques traitées à l'échelle européenne : la surveillance de l'état de conservation des espèces, la réglementation des pollutions, l'initiative européenne pour les pollinisateurs, et les budgets de recherche liés aux impacts des pesticides.

⁴⁴⁹ Les trois états membres n'ayant pas encore soumis de plan d'action pour la sauvegarde de la biodiversité sont, d'après le site de la CDB, la Bulgarie, Chypre et la Slovaquie. La stratégie de l'UE pour la période 2020-2030 vise à (1) renforcer le réseau des aires protégées, (2) restaurer les écosystèmes terrestres et marins (y compris la gestion durable des terres agricoles et la protection des sols), (3) améliorer la gouvernance européenne en matière de biodiversité et (4) renforcer le leadership européen sur cette thématique au niveau mondial. CDB, *Latest National Biodiversity Strategies and Action Plans*, 2020 ; CE, *Stratégie de l'UE en faveur de la biodiversité à l'horizon 2030 : Ramener la nature dans nos vies*, 2020

⁴⁵⁰ CE, *Study on biodiversity financing and tracking biodiversity-related expenditures in the EU budget*, 2017 ; IEEP, *Tracking biodiversity expenditure in the EU budget*, 2015 ; voir aussi les notes de bas de page ci-après sur les évaluations de l'efficacité des mesures sur la biodiversité dans la PAC.

⁴⁵¹ CE, *Study on biodiversity financing and tracking biodiversity-related expenditures in the EU budget*, 2017 ; CCE, *Special Report 13/2020: Biodiversity on farmland: CAP contribution has not halted the decline*, 2020

⁴⁵² CCE, *Special Report 21/2017: Greening: a more complex income support scheme, not yet environmentally effective*, 2017 ; CE, *Evaluation of the impact of the CAP on habitats, landscapes, biodiversity*, 2019 ; CCE, *Special Report 13/2020: Biodiversity on farmland: CAP contribution has not halted the decline*, 2020. Pour faire face à ces lacunes, la nouvelle stratégie « De la ferme à l'assiette » dévoilée en 2020 prévoit de renforcer les obligations de moyens et de résultats écologiques dans la prochaine PAC.

⁴⁵³ IEEP, *Tracking biodiversity expenditure in the EU budget*, 2015

Il convient de souligner que, par exemple dans les textes décrivant les objets des différents budget européens (stratégies, subventions agricoles, budgets de recherche...), **le lien est rarement fait entre érosion de la biodiversité d'une part, et pesticides de l'autre**. Ce constat nous obligera à ne retenir dans les coûts sociétaux qu'un petit nombre de budgets nationaux et européens consacrés à la préservation de la biodiversité (voir infra).

... en matière de pollution des milieux (eau, air, sol)

Il existe différentes politiques publiques en lien avec la protection des milieux et notamment de leur protection vis-à-vis des pesticides.

Concernant les milieux aquatiques, **la Directive cadre eau vise au maintien ou la mise en bon état écologique des eaux de surface ainsi que celui et celle du bon état chimique des eaux de surface et souterraines**. Elle n'est pas spécifique aux pesticides, mais ces derniers font partie des substances nécessitant un contrôle de concentration, dans le cadre des plans de gestion des districts hydrographiques. Pour classer les différents districts selon leurs états (bon ou mauvais), des normes de qualité environnementales ont été définies dans la directive 2008/105/CE. Les pesticides sont ici évoqués spécifiquement : une quantité maximum de 0.1 µg/l de chaque pesticide contrôlé ainsi qu'une quantité maximale de 0.5 µg/l pour l'ensemble des pesticides ne peut être dépassée sans quoi le bon état chimique des eaux n'est plus assuré.

Concernant l'état de l'air et des sols, il n'y a pas de réglementations à ce jour à l'échelle de l'Union européenne comme évoqué précédemment. Les seules réglementations liées à la pollution de l'air portent sur le réchauffement climatique et les émissions de gaz à effet de serre. L'Accord de Paris, signé en 2015 lors de la conférence de Paris sur le Climat (COP21) fixe des objectifs de réduction des émissions ainsi qu'une limite de réchauffement climatique à ne pas dépasser, soit moins de 2°C par rapport au niveau préindustriel. L'UE s'est fixé des objectifs de réduction de 30% des émissions, qu'elle entend atteindre notamment via le système d'échange de quotas d'émissions mis en place en 2003⁴⁵⁴.

La gestion des déchets comme évoquées précédemment est également régulée⁴⁵⁵ du fait de l'impact potentiel des pesticides périmés et des contenants sur l'environnement et la santé humaine.

... en matière de santé

La première réglementation à mentionner lorsqu'il s'agit des risques sanitaires liés aux pesticides est celle concernant **la prévention des risques sur les emballages**⁴⁵⁶, notamment via la présence de pictogrammes didactiques. Elle est imposée par le règlement dit CLP qui permet d'assurer la reconnaissance par des citoyens non avertis de produits dangereux et donc de limiter les risques à des expositions accidentelles aiguës.

Il existe également de nombreuses réglementations sur la sécurité au travail, notamment concernant l'exposition aux substances chimiques toxiques, dont font partie les pesticides. La directive 98/24/CE notamment visant à la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs établit des valeurs limites d'exposition professionnelles à certaines substances chimiques, dont des pesticides. Ces valeurs limites sont définies par la suite dans les directives 2000/39/CE, 2006/15/CE, 2009/161/CE. Les employeurs sont donc susceptibles d'être contrôlés et doivent assurer la sécurité et la santé de leurs employés. Il existe également des réglementations dites Seveso concernant les sites de production industrielle. Les impacts liés aux travailleurs dans les usines ayant été écartés de l'analyse, nous ne la détaillerons pas ici.

Certains pays comme la France reconnaissent l'existence de maladies professionnelles provoquées par les pesticides (lymphomes non hodgkinien et maladies de Parkinson en France). Il n'y a cependant pas de politiques à l'échelle de l'Union européenne à ce sujet.

⁴⁵⁴ Directive 2003/87/CE

⁴⁵⁵ Directive 2008/98/CE

⁴⁵⁶ Règlement dit CLP (CE) n° 1272/2008

Les autres réglementations existantes concernent les risques encourus par la population générale. Il existe des réglementations sur la présence de pesticides dans l'eau potable⁴⁵⁷ ainsi que la présence de résidus de pesticides sur les aliments⁴⁵⁸. Ces réglementations permettent de contrôler l'exposition de la population générale aux pesticides en prévention des risques sanitaires qu'une exposition peut engendrer.

Estimation des coûts sociétaux...

... liés aux émissions de gaz à effet de serre des pesticides

Nous avons estimé de cinq manières différentes les coûts sociétaux liés aux émissions de gaz à effet de serre des pesticides :

$$\text{Coût des émissions de GES} = \frac{\text{Émissions de GES d'une tonne de pesticides} \times \text{Quantités consommées en UE de pesticides}}{\text{Émissions de GES totales de l'UE}} \times \left\{ \begin{array}{l} 1. \text{Dépenses de lutte de l'UE contre les émissions de GES} \\ 2. \text{Prix de la tonne carbone} \\ 3. \text{Valeur tutélaire de la tonne carbone en 2018} \\ 4. \text{Valeur tutélaire de la tonne carbone en 2030} \\ 5. \text{Valeur tutélaire de la tonne carbone en 2050} \end{array} \right.$$

Les quantités émises de gaz à effet de serre sont estimées à partir des coefficients de la base de données « Base Carbone » l'Ademe⁴⁵⁹. Par exemple, la production d'un herbicide émet en moyenne 8,33 kg CO₂/kg de matière active⁴⁶⁰, un fongicide 5,54 et un insecticide 23,70. Nous mettons ensuite en vis-à-vis les quantités consommées dans l'UE⁴⁶¹ en 2017 pour les trois types de pesticides, soit un total de 3 457 112 tonnes de CO₂ équivalent en 2017, ce qui correspond à 0,786% des émissions de l'agriculture de l'UE.

Plusieurs options sont possibles pour estimer monétairement les coûts sociétaux associés à ces émissions.

- La première option consiste à considérer **les dépenses de lutte contre les émissions de gaz à effet de serre** (14 925 millions d'euros⁴⁶²) au prorata de ce que représentent les pesticides parmi les émissions totales de l'UE (4 Mds de tonnes de CO₂ équivalent)⁴⁶³. Le montant total estimé pour l'UE en 2017 est de 12,6M€. Cela correspond donc à des sommes déboursées aujourd'hui par les pouvoirs publics. Ce montant ne prend donc pas en compte le fait que les émissions continuent d'exister et d'avoir un impact sur l'environnement.
- La deuxième option consiste à utiliser **le prix de la tonne carbone** comme le coût reconnu par les pouvoirs publics des émissions de gaz à effet de serre. En 2017, elle s'élevait à 25€, ce qui donne un montant total estimé pour les émissions du fait des pesticides de 86,4M€. Cela correspond donc à utiliser la valeur de marché de la tonne carbone. Cela ne correspond cependant pas à un coût sociétal.
- Les trois options suivantes consistent à utiliser **les valeurs tutélaires de la tonne carbone à 2018, 2030 et 2050**. La valeur tutélaire est définie dans le rapport Quinet comme la « valeur que la collectivité donne aux actions permettant d'éviter l'émissions d'une tonne équivalent CO₂ »⁴⁶⁴. Ce rapport estime les valeurs tutélaires à 2018 à 54€, à 2030 à 250€ et à 2050 à 775€. Nous obtenons ainsi un montant

⁴⁵⁷ Directive 98/83/CE

⁴⁵⁸ Règlement 396/2005

⁴⁵⁹ Ademe, *Base Carbone : Documentation générale*, 2013

⁴⁶⁰ Les quantités de N₂O et de CH₄ sont prises en compte dans le calcul en équivalent CO₂, mais elles ne sont pas détaillées ici car les quantités sont négligeables.

⁴⁶¹ Eurostat

⁴⁶² ibid

⁴⁶³ ibid

⁴⁶⁴ Quinet, *La valeur de l'action pour le climat – une valeur tutélaire du carbone pour évaluer les investissements et les politiques publiques*, 2019

total qui varie entre 186,6M€ et 2 679€. Les valeurs tutélaires permettent donc d'estimer un coût sociétal anticipé, soit le montant qu'il faudrait dépenser pour éviter l'impact en question.

Nous avons gardé la troisième option dans le rapport, car il s'agit de la valeur de la tonne carbone se rapprochant le plus de la méthodologie des coûts sociétaux. Nous avons utilisé la valeur de 2018 afin de garder une fourchette basse d'estimation.

Les coûts sociétaux des émissions de gaz à effet de serre des pesticides que nous avons estimé se situent donc entre 12 millions d'euros et 2.7 milliards d'euros.

... de réparation du traitement des maladies professionnelles (Parkinson, hémopathies malignes)

Le calcul du coût sociétal associé est le suivant⁴⁶⁵ :

$$\text{Coût de traitement de Parkinson provoqués par les pesticides (pays x)} = \frac{\text{Nombre de cas professionnels de Parkinson (FR)}}{\text{Nombre d'agriculteurs (FR)}} \times \frac{\text{Nombre d'agriculteurs (pays x)}}{\text{Nombre d'agriculteurs (FR)}} \times \frac{\text{Volume de pesticides par UTA (pays x)}}{\text{Volume de pesticides par UTA (FR)}} \times \text{Coût annuel de traitement de Parkinson (pays x)} \times \text{Espérance de vie moyenne post diagnostic}$$

En effet, certaines maladies comme la maladie de Parkinson ou les hémopathies malignes de type lymphome non hodgkinien (LNH) sont reconnus par l'État français comme pouvant être provoquées par les pesticides. Ainsi **il est possible d'obtenir le nombre de cas déclarés**. Chaque année en France depuis 2012, 52 nouveaux cas⁴⁶⁶ sont déclarés à la mutualité sociale agricole (MSA) et sont pris en charge financièrement par la sécurité sociale. Ce chiffre est fourni dans les données statistiques du tableau RA 58 de l'INRS. De même, le gouvernement français a déclaré que 40 nouveaux cas d'hémopathies malignes étaient provoqués par les pesticides chaque année. Le tableau n'est pas encore mis à jour sur le site de l'INRS, mais une annonce a été faite et publiée dans les médias⁴⁶⁷. Ces chiffres ne représentent cependant que les nouveaux cas reconnus. Or il s'agit d'une sous-estimation du réel nombre de cas causés par les pesticides. Les auteurs du rapport sur la création du fonds d'indemnisation des victimes des pesticides⁴⁶⁸ ont estimé entre 7 000 et 10 000 le nombre de cas de Parkinson liés aux pesticides sur 7 à 10 ans (soit environ 1 000 cas par an) et entre 2 300 le nombre de personnes en surrisques pour les LNH et myélomes multiples (soit 328 cas par an environ).

Ce chiffre est spécifique à la France et doit être estimé pour chacun des pays. Nous avons fait le choix d'ajuster le chiffre total français en fonction du nombre d'agriculteurs du pays et des quantités de pesticides utilisées par UTA (unité de travail agricole annuelle). Ainsi nous faisons l'hypothèse que le nombre de cas de Parkinson (et LNH et myélomes multiples) est linéaire par rapport au nombre d'agriculteurs et linéaire par rapport à l'utilisation de pesticides par UTA.

Afin de prendre en compte le nombre de personnes traitées chaque année et non le nombre de cas supplémentaire, nous avons multiplié le nombre de cas estimé par l'espérance de vie moyenne d'un patient post diagnostic (entre 13 et 14 ans pour Parkinson et 5 ans pour les LNH⁴⁶⁹). Nous faisons donc l'hypothèse qu'une personne est traitée du début de son diagnostic jusqu'à sa mort.

⁴⁶⁵ L'exemple est donné pour la maladie de Parkinson, le calcul est le même pour les lymphomes non hodgkiniens, à l'exception que le coût annuel de traitement est une valeur moyenne française

⁴⁶⁶ Tableau des maladies professionnelles INRS (Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles)

⁴⁶⁷ Agra, « Meilleure reconnaissance des maladies professionnelles liées aux pesticides », 19-04-2020

⁴⁶⁸ Castet, Deprost, Eslous, Toussaint, *La préfiguration d'un fonds d'aide aux victimes de produits phytopharmaceutiques*, 2018

⁴⁶⁹ <https://www.francelymphomeespoir.fr/contenu/comprendre/infos-mg/lles-lymphomes>

L'estimation finale du coût se fait en multipliant ce nombre de cas par le coût moyen d'un traitement. Le coût était disponible par pays pour la maladie de Parkinson⁴⁷⁰, il s'agit d'un coût moyen français pour les LNH et myélomes multiples⁴⁷¹.

Nous obtenons ainsi un cout sociétal de 351,2 millions d'euros pour Parkinson et 9,7 millions pour les LNH et myélomes multiples.

... de traitement de l'eau potable

Le calcul pour l'estimer est le suivant :

$$\text{Coût de la pollution de l'eau par les pesticides (pays x)} = \frac{\text{Surcoût du traitement de l'eau dû aux pesticides (FR)}}{\text{Prix de l'eau (FR)} \times \text{Volume d'eau extrait (FR)}} \times \text{Prix de l'eau (pays x)} \times \text{Volume d'eau extrait (pays x)}$$

Le surcoût de traitement de l'eau dû aux pesticides est disponible à l'échelle de la France via l'étude du CGDD⁴⁷². Les données datent d'il y a plus de 10 ans⁴⁷³, ainsi les potentielles améliorations technologiques ne sont pas prises en compte.

Afin d'extrapoler les résultats de France aux autres pays de l'Union européenne, nous avons pondéré le surcoût estimé par les dépenses en eau potable de chaque pays. Nous faisons ainsi l'hypothèse que le surcoût de traitement de l'eau potable est linéaire avec les dépenses totales pour l'eau potable.

Les données de dépenses de traitement ne sont pas disponibles en l'état, nous les avons donc estimées⁴⁷⁴ par le produit des volumes d'eau extraits⁴⁷⁵ et du prix de l'eau⁴⁷⁶ en 2016.

Les installations de traitement de l'eau représentent des coûts fixes importants qui peuvent entraîner des économies d'échelle pour les grandes installations⁴⁷⁷. Nous n'avons cependant pas de données à date sur les types d'installation de chaque pays, **nous faisons ainsi l'hypothèse que si un pays dépense moins en traitement de l'eau car il possède de plus grandes installations, le prix de l'eau proposé à ses habitants sera moins élevé.** Donc si cette hypothèse est vérifiée, les potentielles économies d'échelle sont prises en compte dans nos estimations via le prix de l'eau.

Nous faisons de plus l'hypothèse que l'impact des pesticides sur l'eau est similaire entre les pays, malgré les environnements différents impliquant potentiellement différents mécanismes de transport des pesticides dans l'eau. Nous n'avons cependant pas de données suffisantes pour prendre en compte ces différences dans l'estimation du coût.

Le montant total annuel estimé est de 1 346 millions d'euros à l'échelle de l'Union européenne.

⁴⁷⁰ Gustavsson et al., "Cost of disorders of the brain in Europe", 2010

⁴⁷¹ Mounié et al., Real-world costs of illness of Hodgkin and the main B-cell Non-Hodgkin lymphomas in France, 2019

⁴⁷² CGDD, Coûts des principales pollutions agricoles de l'eau, 2011

⁴⁷³ Moyenne sur 2006-2008 pour la France et date inconnue pour la Belgique, nécessairement avant 2017, date de publication du rapport

⁴⁷⁴ Pour certains pays, il manquait des données qui ont été extrapolé à partir des données des pays voisins, en pondérant selon la taille de la population lorsque la donnée sur les volumes traités était manquante

⁴⁷⁵ Eurostat, Water statistics, 2020

⁴⁷⁶ EurEau, The governance of water services in Europe, 2019

⁴⁷⁷ AESN, « Le préventif coûte-t-il plus cher que le curatif ? Argumentaire économique en faveur de la protection des captages », 2017

Estimation des coûts sociétaux liés aux soutiens publics qui bénéficient indirectement au secteur des pesticides

Rappel sur la Politique agricole commune (PAC)

La PAC est composée de deux piliers :

- **Le premier, financé entièrement par l'Union européenne, regroupe les aides directes aux agriculteurs et l'organisation commune de marché.** Il représente 75% du budget de la PAC, soit 43.5 milliards d'euros.
 - Les aides directes se décomposent de la manière suivante :
 - Paiement de base : aide découplée⁴⁷⁸ à l'hectare
 - Paiement vert : aide découplée à l'hectare soumise à des conditions environnementales sur la diversification des cultures, les prairies permanente et les surfaces d'intérêt écologique. Il représente 30% de l'enveloppe reçue par pays.
 - Paiement redistributif (facultatif⁴⁷⁹) : majoration des aides découplées précédentes sur les premiers hectares pour favoriser les petites et moyennes exploitations. Il peut représenter jusqu'à 30% de l'enveloppe.
 - Paiement jeunes agriculteurs : majoration des aides découplées précédentes pour les agriculteurs de moins de 40 ans s'installant pour la première fois à la tête d'une exploitation. Il peut représenter jusqu'à 2% de l'enveloppe.
 - Aides couplées (facultatif) : aides à l'hectare spécifiques à certaines productions. Elles peuvent représenter jusqu'à 8% de l'enveloppe. Ce montant peut aller jusqu'à 10% s'il est dédié aux cultures de protéagineux.
 - Soutien aux zones défavorisées (facultatif) : aides spécifiques à certains territoires sujets à des contraintes naturelles. Il peut représenter jusqu'à 5% de l'enveloppe.
 - L'organisation commune de marché consiste notamment en des outils de gestion de crise ou des aides aux organisations de producteurs
- **Le second co-financé par l'Union européenne et les États membres, qui regroupe les aides au développement rural.** Il représente 25% du budget européen de la PAC, soit 15.5 milliards d'euros, donc 96.3 millions de co-financement des États membres⁴⁸⁰
 - Les indemnités compensatoires de handicaps naturels (ICHN)
 - Les mesures agro-environnementales et climatiques (MAEC) dont font partie les aides à la conversion et au maintien de l'agriculture biologique
 - Les aides à l'installation

Les États membres, en plus du co-financement du deuxième pilier de la PAC, peuvent décider d'aider leurs agriculteurs, notamment à l'échelle régionale. Cela peut prendre la forme de subventions d'exploitations⁴⁸¹ ou d'investissement⁴⁸². **Chaque État peut également aider indirectement les agriculteurs en les exonérant de certaines charges sociales ou fiscales**⁴⁸³. Il n'y a cependant pas de politiques publiques d'allègements fiscaux harmonisées à l'échelle de l'UE.

Une estimation possible des coûts sociétaux liés au soutien financier public des agriculteurs

L'ensemble des subventions perçues par les agriculteurs ne peuvent être directement reliées à l'utilisation de pesticides. En revanche, nous pouvons considérer au vu de ce que représente les subventions dans le résultat

⁴⁷⁸ Au sens de découplée de la production : ainsi le montant de l'aide par hectare est le même quelle que soit la culture

⁴⁷⁹ À la discrétion de chaque pays

⁴⁸⁰ Commission européenne, Facts and figures on organic agriculture in the European Union, 2016

⁴⁸¹ Aides visant à soutenir l'agriculteur pour lui permettre de payer ses charges ou de compenser l'insuffisance des revenus

⁴⁸² Aides visant à l'achat de matériel ou à la réalisation de projets

⁴⁸³ À titre d'exemple, en France, 22% des aides à l'agriculture correspondent à des allègements de charge sociale et fiscale (source : projet de loi finance 2020)

des exploitations **qu'elles permettent aux agriculteurs de payer leurs charges et notamment leurs charges de pesticides, ce qui est un soutien indirect au secteur des pesticides en agissant sur la demande.**

Afin de ne pas comptabiliser les aides qui à priori favorise des systèmes qui n'utilisent pas de pesticides, nous avons retranché le montant des aides à l'agriculture biologique, soit 1.05 milliards d'euros en 2017.

Le montant total des aides hors aides à l'agriculture biologique est de 57,5 milliards d'euros en 2017. On ne peut estimer la part des subventions qui favorise réellement l'utilisation des pesticides. On connaît cependant la part que représente les charges de pesticides dans le revenu est en moyenne de 6% dans l'UE en 2017. Ce pourcentage varie entre 2.64% pour l'Irlande et 13.8% en Slovaquie. Ainsi, si nous appliquons ce pourcentage aux aides perçues par les agriculteurs, nous obtenons **un montant total de 2.9 milliards en 2017**. Ce calcul donne un ordre de grandeur des sommes d'aides potentiellement utilisées pour payer les charges de pesticides. Nous n'avons cependant pas de moyen de vérifier l'utilisation réelle de l'argent. Ainsi nous resterons dans le rapport au montant global non attribué directement aux pesticides.