Zéro pesticide : un nouveau paradigme de recherche pour une agriculture durable

Florence Jacquet, INRAE

13 septembre 2022

MARS

Introduction

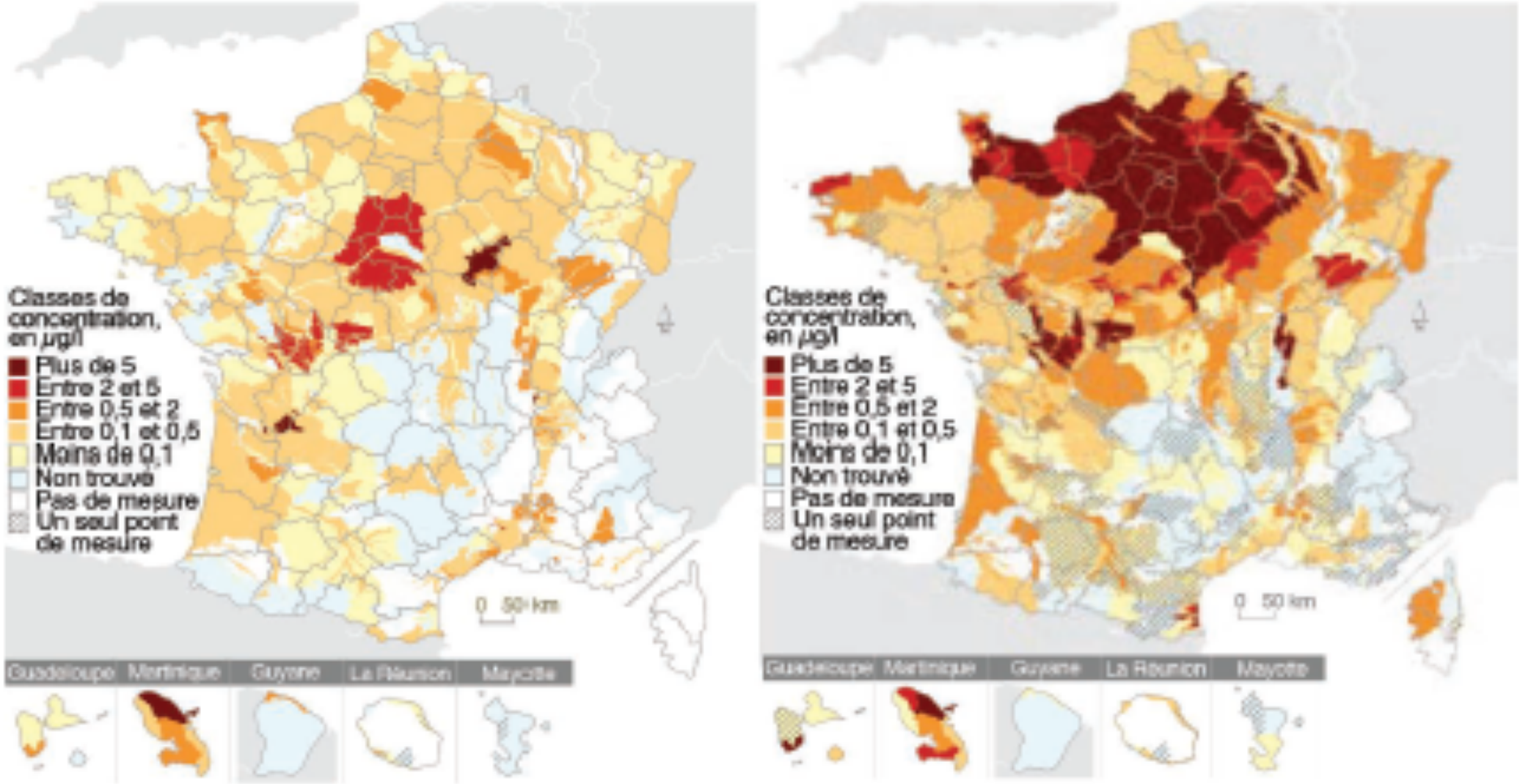
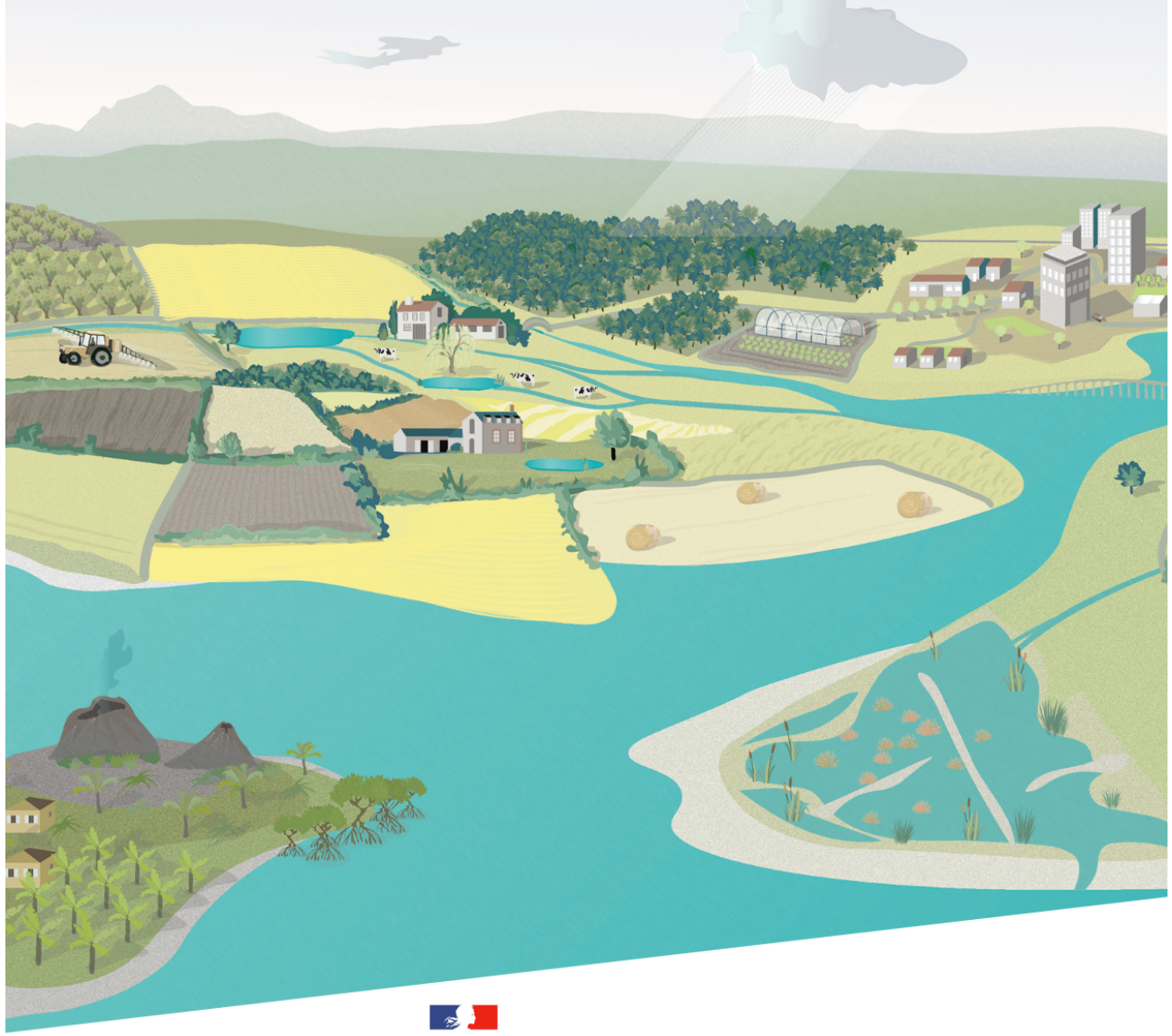


Figure 1.10. Concentration moyenne en pesticides dans les eaux souterraines en 2010 (carte de gauche) et en 2018 (carte de droite) (ministère de la Transition écologique, 2020c)



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

INRAE

Ifremer

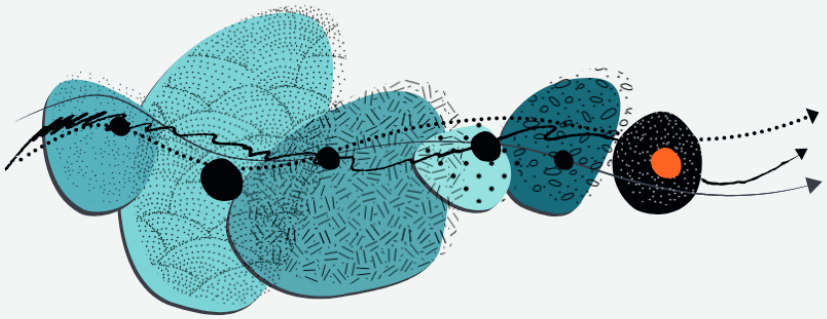
Impacts des produits phytopharmaceutiques sur la biodiversité et les services écosystémiques

Synthèse de l'expertise scientifique collective - Mai 2022

2021

Inserm
La science pour la santé
From science to health

EXPERTISE COLLECTIVE



Synthèse

Pesticides et effets sur la santé

Nouvelles données

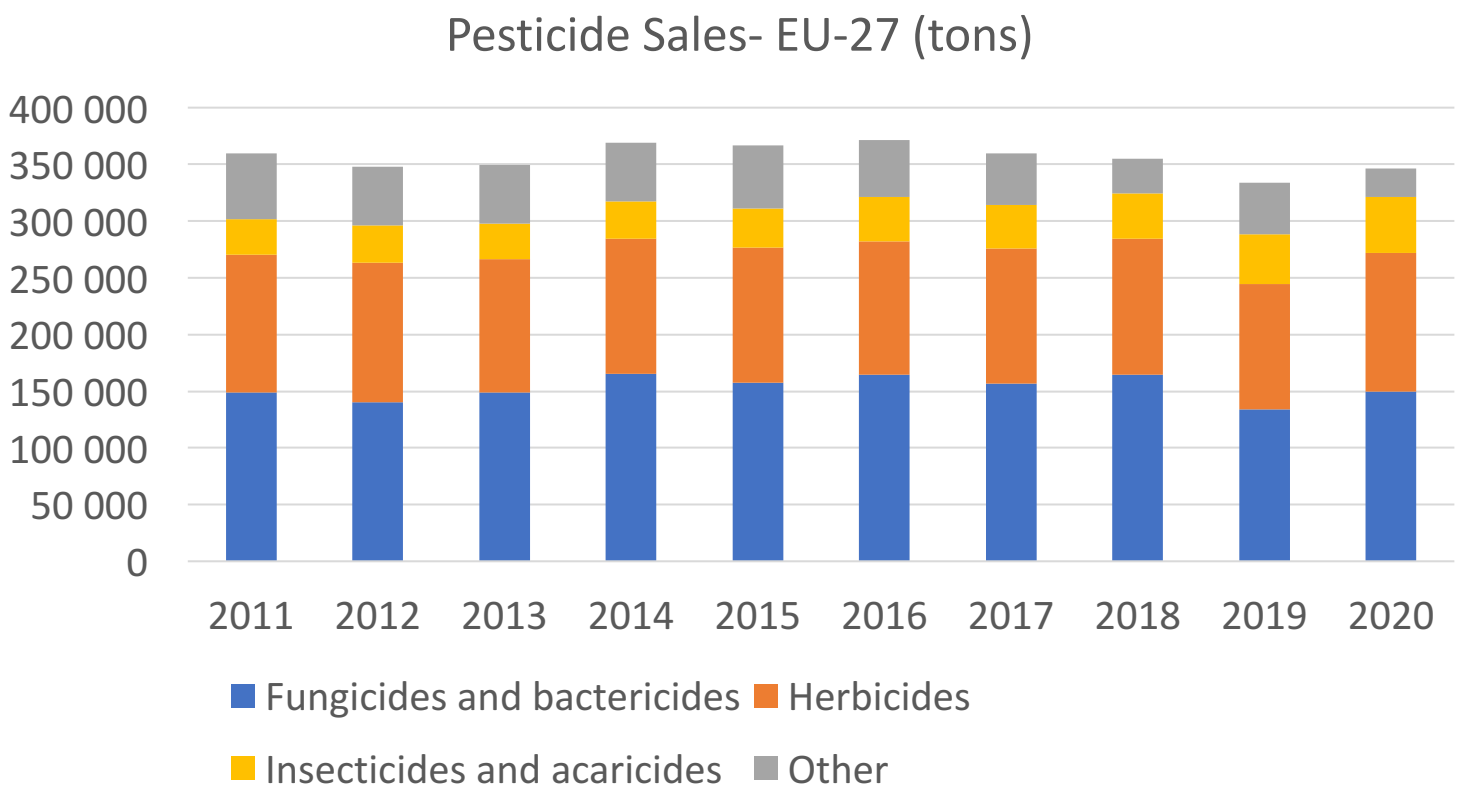
L’échec des politiques de réduction des pesticides ?

Le cadre européen

- UE : Sustainable Use Directive (2009/128/EC)
  - «encouraging the development and introduction of integrated pest management and of alternative approaches or techniques in order to reduce dependency on the use of pesticides»
  - Regulations 1107/2009, 1185/2009, 283- 284/2013

- 2020 European Green Deal & Farm to Fork strategy
  - Decrease the use and risk of chemical pesticides by 50% by 2030 and
  - Decrease the use of more hazardous pesticides by 50% by 2030

Evolution vente des pesticides Union Européenne



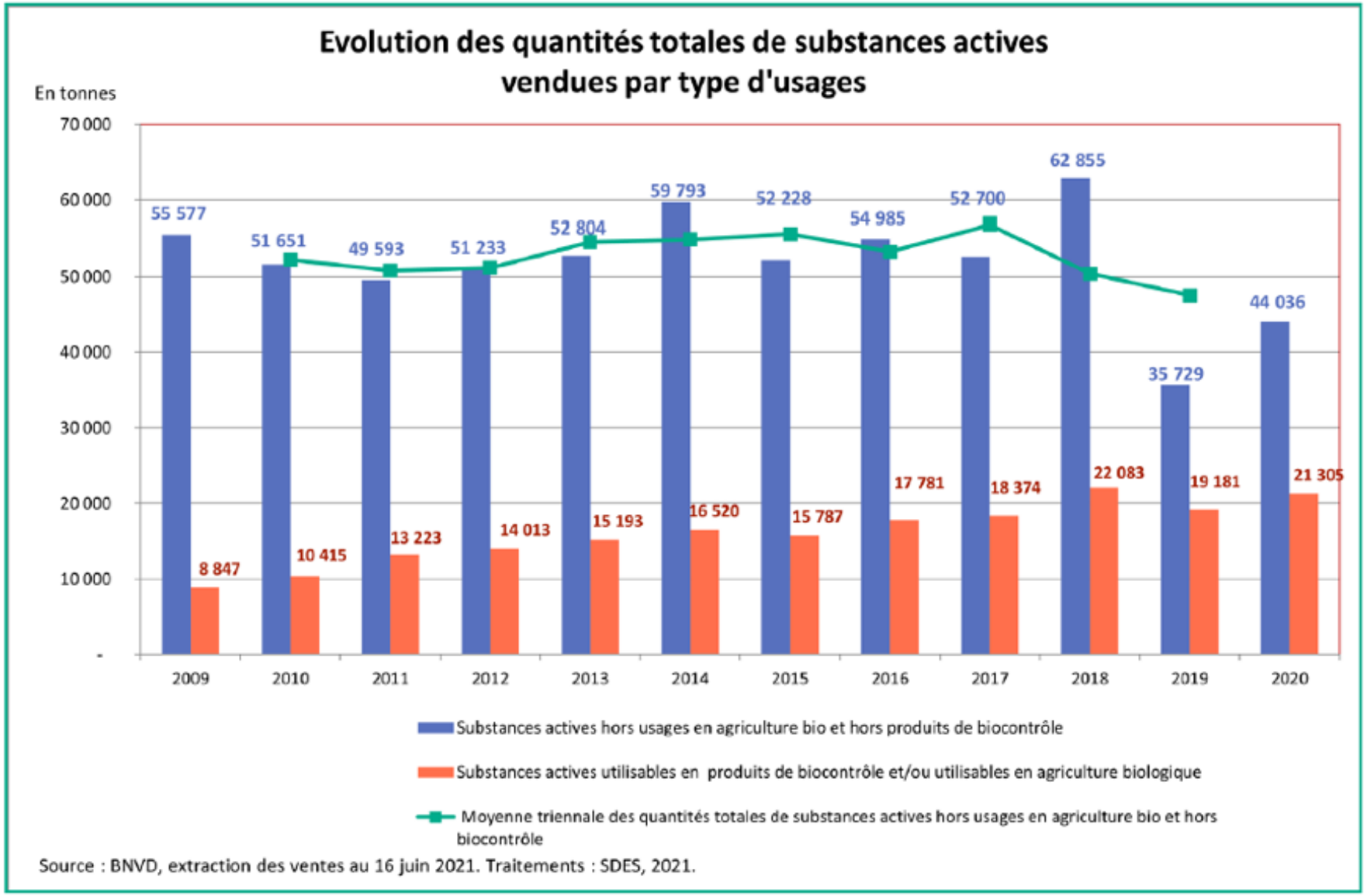
Source Eurostat

La succession des plans Ecophyto

- Ecophyto 1 (2008-2018) : « Réduire de 50% en dix ans l’utilisation des produits phytosanitaires... si possible »
  - DEPHY FERME et EXPE
  - Axe Recherche et Innovation
  - Loi Labbé
- Ecophyto II (2018-2022) : « Objectif réaffirmé réduire de 50% d’ici 2025 »
  - renforcement DEPHY Ferme et EXPE + Groupes « 30000 »
  - CEPP
  - Séparation du Conseil et de la Vente
  - Diminution des autorisations de mise en marché

- Ecophyto II+ (2022) « une nouvelle impulsion pour atteindre l’objectif de réduire les usages de produits phytopharmaceutiques de 50% d'ici 2025 »

En France



Baisse des **Substances CMR** (cancerogènes, mutagènes et reprotoxiques)
28% en 2009 à 12% en 2020

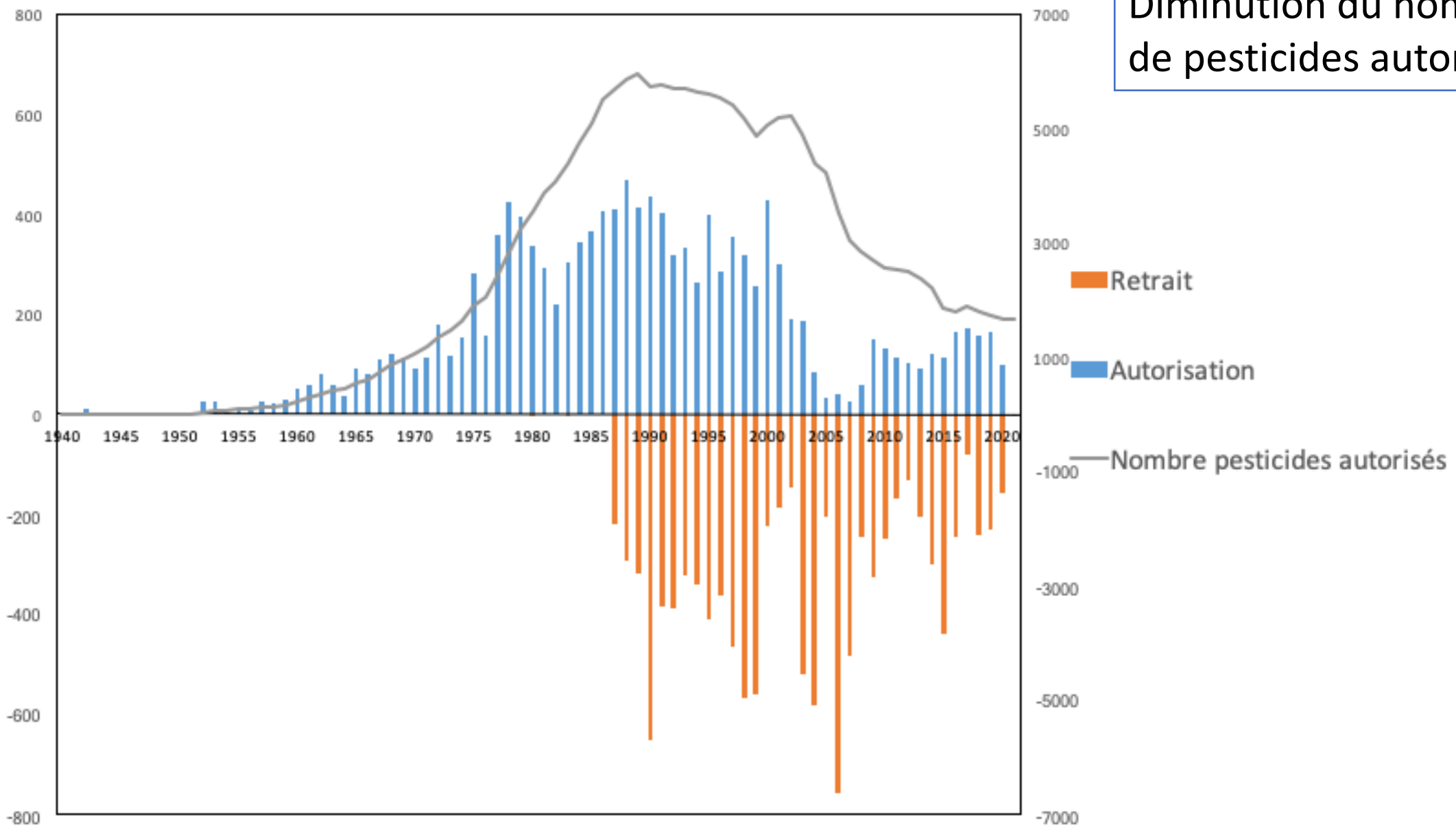
Le développement du biocontrole

- Le biocontrôle représente aujourd'hui 12 % du marché de la protection des plantes (IBMA France) IBMA vise 30 % du marché en 2030.

- Quatre catégories de produits : Les substances naturelles (65 %), les médiateurs chimiques (16 %), les macro-organismes (10 %) et les micro-organismes (9 %).

- 31 Aout 2022 La Commission européenne a adopté de nouvelles règles visant à simplifier, la procédure d'autorisation des micro-organismes (bactéries, champignons, virus…) utilisés comme produits phytosanitaires.Elles s'appliqueront à partir de novembre 2022. Règlement (UE) 2022/1440

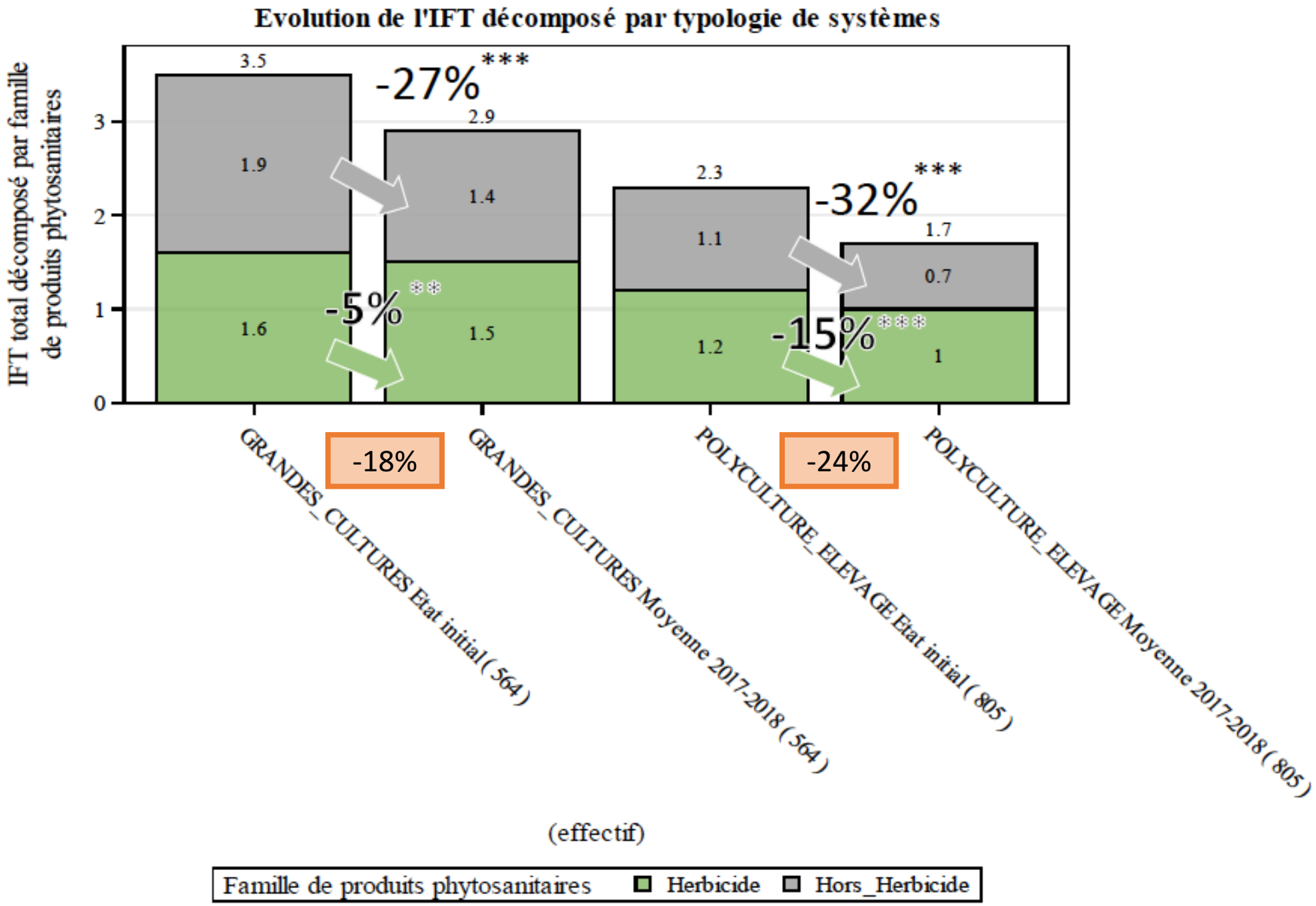
Diminution du nombre de pesticides autorisés

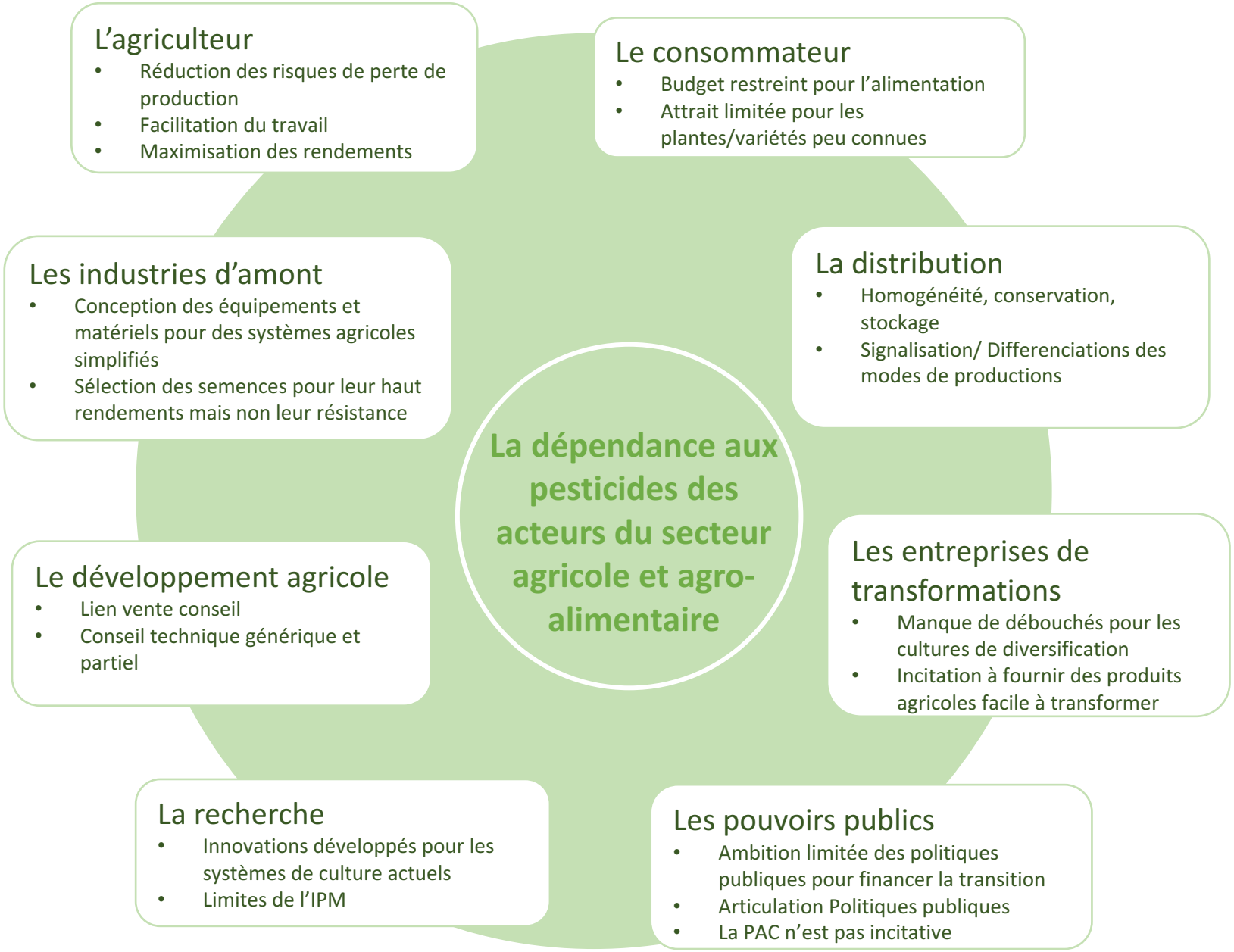


Fermes DEPHY

- Evolution de l'IFT chimique moyen par filière (moyenne 17-18/PZ0) [nb de systèmes]

• Maraîchage [315]: -40% ***	Evolution IFT : 5 => 3
• Horticulture [87] : -38% ***	Evolution IFT : 11,9 => 7,3
• Cultures tropicales [70] : -31% *	Evolution IFT : 6 => 4,1
• Viticulture [465] : -18% ***	Evolution IFT : 10,6 => 8,7
• Arboriculture [218] : -23% ***	Evolution IFT : 15,9 => 12,2
• GCPE [1369] : -20% ***	Evolution IFT : 2,8 => 2,2


Evolution de l'IFT décomposé par typologie de systèmes
IFT total décomposé par famille de produits phytosanitaires
0
1
2
3
3.5
1.9
1.6
2.9
1.4
1.5
2.3
1.1
1.2
1.7
0.7
1
-27%***
-5%**
-32%***
-15%***
-18%
-24%
GRANDES_CULTURES Etat initial (564)
GRANDES_CULTURES Moyenne 2017-2018 (564)
POLYCULTURE_ELEVAGE Etat initial (805)
POLYCULTURE_ELEVAGE Moyenne 2017-2018 (805)
(effectif)
Famille de produits phytosanitaires
Herbicide
Hors_Herbicide



Pourquoi est ce si difficile de réduire les pesticides ?

- Verrouillages socio-techniques ?
- Verrouillage politique ?
- Solutions techniques trop limitées ?

Figure 2.1. L'ensemble des acteurs du secteur agricole et agro-alimentaire sont dépendants des pesticides

Les pistes et perspectives de la recherche

Le programme Cultiver et Protéger Autrement

- Lancé en 2019 dans le cadre du PIA 3
- 30 millions d'euros
- Financement de 10 projets de recherche de 6 ans
- Pourquoi Fixer un cap Zéro pesticides ?
  - Mettre la prophylaxie au premier plan
  - Aller plus loin vers l'exploration de solutions et des innovations de rupture
  - Encourager l'intégration des disciplines pour une reconception des systèmes
  - Mobiliser les sciences sociales
- Cela conduit à des changements majeurs dans les priorités et les méthodes en agronomie, génétique et amélioration des plantes , modélisation et numérique , sciences sociales
- Passer d'une approche de réduction progressive de l'usage des pesticides à un changement de paradigme

Une Agriculture sans pesticides : un nouveau paradigme de recherche

Objectifs

- Reconcevoir les agroécosystèmes, en augmentant la biodiversité fonctionnelle au niveau des champs, des exploitations et des paysages, afin de favoriser les régulations naturelles.
- Diversifier les stratégies de biocontrôle par l'intégration avec les pratiques agro-écologiques et déployer les solutions de biocontrole par le développement de chaînes d'approvisionnement adaptées.
- Créer de nouvelles variétés adaptées aux systèmes agro-écologiques, en tenant compte des interactions entre les plantes, entre les plantes et les micro-organismes.
- Promouvoir de nouveaux agroéquipements et technologies numériques : adaptés aux systèmes agro-écologiques.
- Favoriser l'épidémiosurveillance dans les zones cultivées et naturelles pour contribuer à la mise en place de régulations naturelles.
- Soutenir les innovations organisationnelles et les politiques publiques pour faciliter la transition.

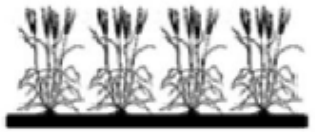
Fronts de science

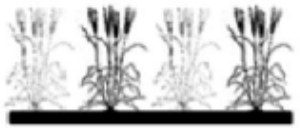
- Microbiote, immunité végétale, écologie chimique, sciences numériques, co-conception de systèmes, sciences participatives, ...

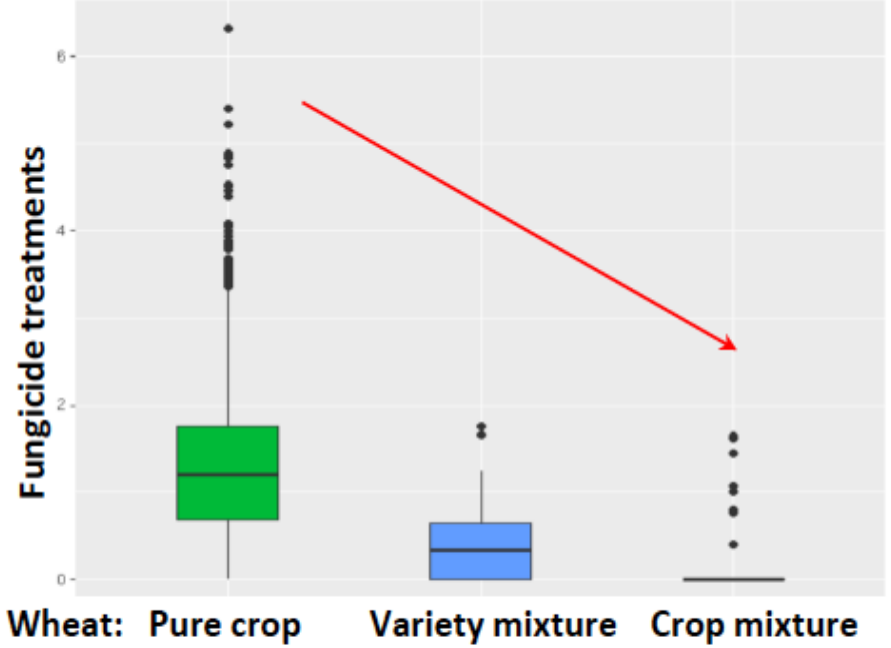
Des exemples issus des projets de recherche en cours

Diversification

Mélanger des variétés et des espèces pour une agriculture zéro-pesticide





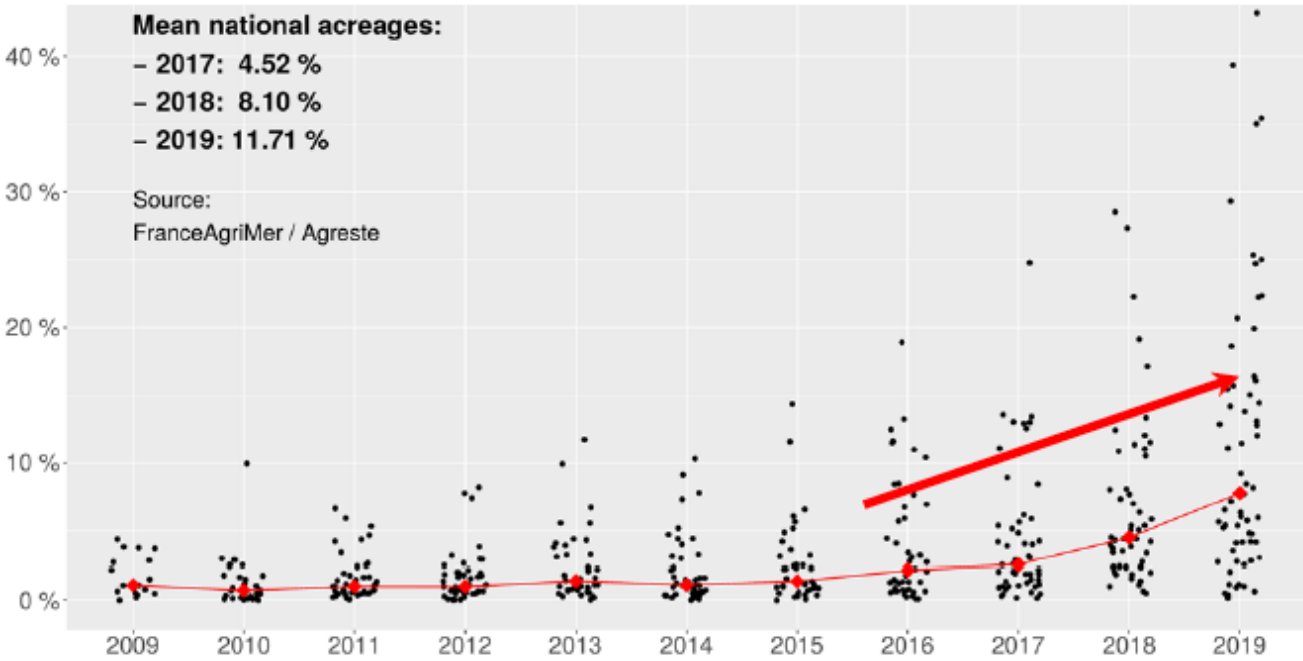


DEPHY Network
2005 - 2018
6600 obs.
Merhben et al.
unpublished

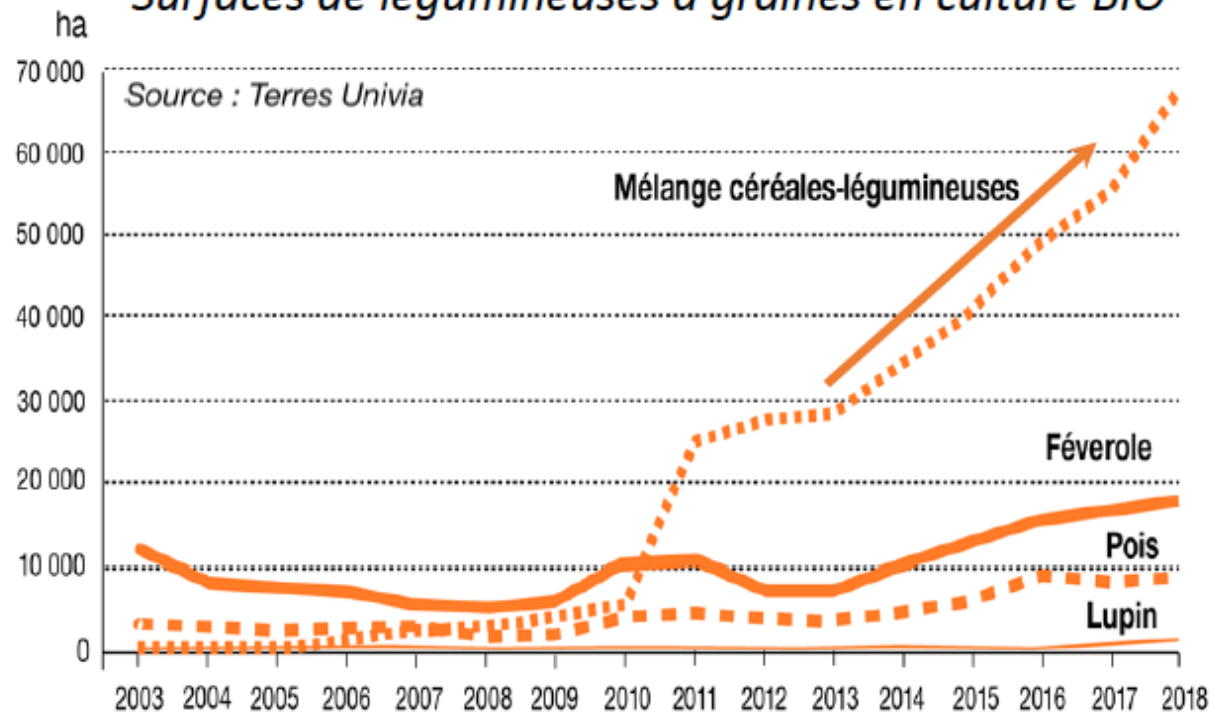
→ Augmenter la diversité intra-parcelle réduit l'utilisation des pesticides

Projet MOBIDIV :mobiliser et sélectionner la diversité cultiver intra et interspecificique pour un changement spécifique vers une agriculture zero-pesticide (Jérome Enjalbert et Aline Fugeray-Scarbel)

Progression des mélanges variétaux de blé tendre



Surfaces de légumineuses à graines en culture BIO



2021 : 17% des superficies de blé sont semées en mélange (source Arvalis)

2018 : Soufflet commercialise MMS: « Prêt à semer, le Mélange Moulins Soufflet associe cinq variétés de blé… »

Les axes de recherche actuels

- Identification des mécanismes d’interactions plantes-plantes
- Identification des impacts des mélanges sur le contrôle des bioagresseurs
- Conception de méthodes et d’outils pour sélectionner et assembler les variétés et les espèces
- Politiques et méthodes pour favoriser l’implication des acteurs économiques sélectionneurs, agriculteurs, entreprises d’aval dans les stratégies de diversification

Microbiote

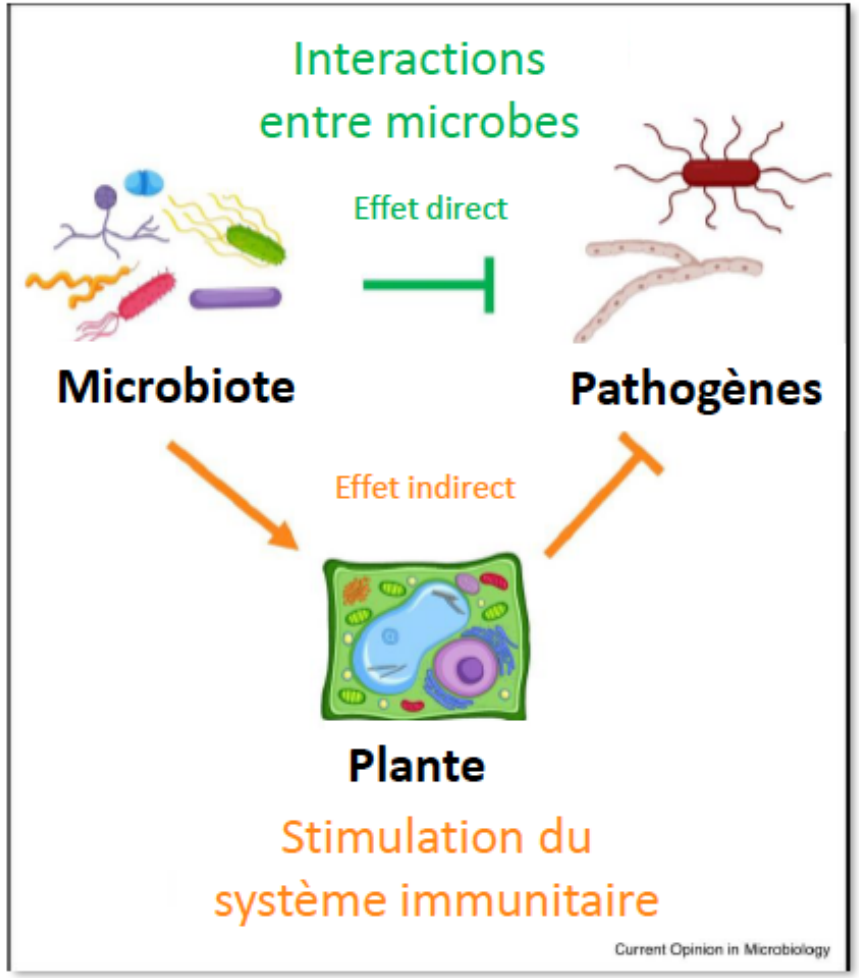
Ensemble des microorganismes hébergés par la plante , feuilles/tiges/racines..

Néfastes/bénéfiques ou neutres

Axes de recherche :

Connaissances du microbiote des plantes (séquencage)
Interactions plantes /microorganismes
Interactions entre microorganismes

Effets sur la santé des plantes

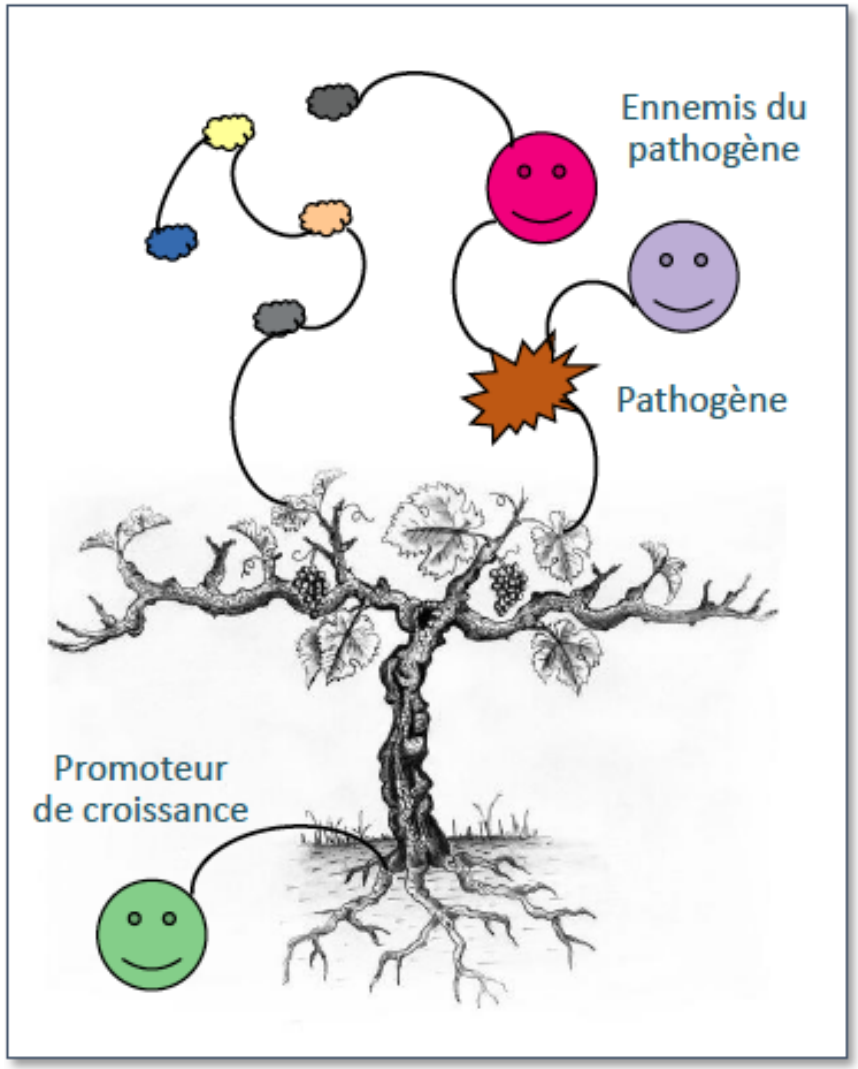


Microbiote – applications

Nouveaux agents de biocontrole (ex contrôle du Mildiou/oidium en viticulture, microorganismes antagonistes)

Simulateurs des défenses naturelles des plantes

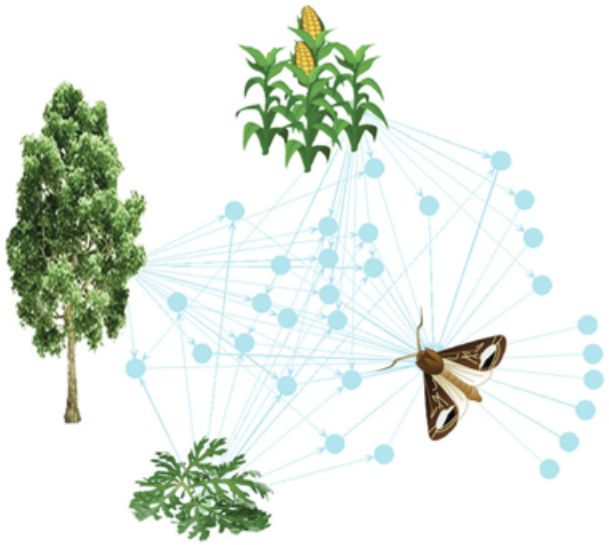
Amélioration des défenses des semences : mircoorganismes dans l'enrobage des semences (mettre fin aux pesticides sur les semences (Matthieu Barret- projet Sucseed)



Corinne Vacher, 2022

Ecologie Chimique

- Comportements des insectes, Ethologie neurosensorielle, Composés volatiles Plantes/insectes, insectes/insectes ,
  - Confusion sexuelle (phéromone)
  - Kairomones , Paysages Olfactifs ..

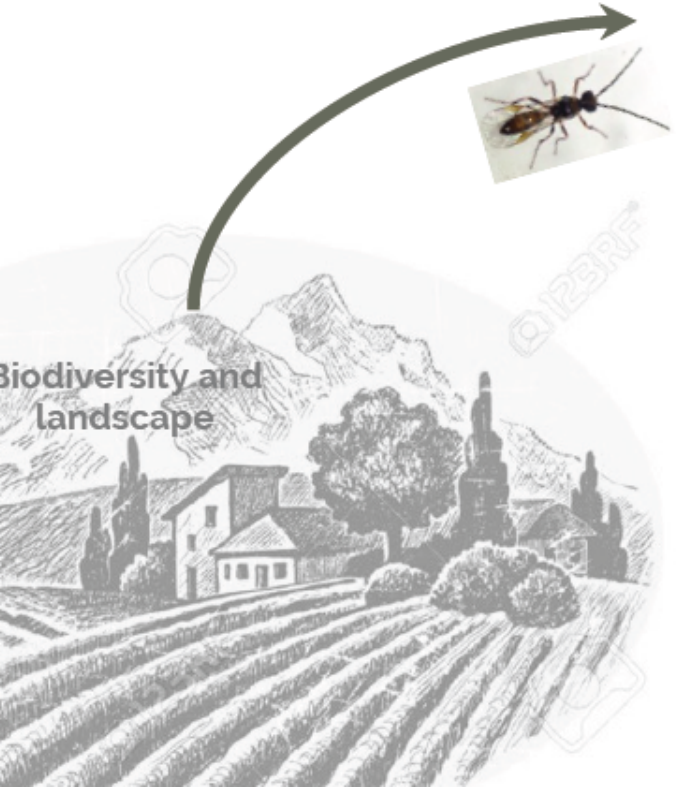


ODORSCAPES :
The. communication network between plants,
Volatil plant Compounds and insect spaces
Conchou, L., et al. (2019).. *Frontiers in physiology*, 972

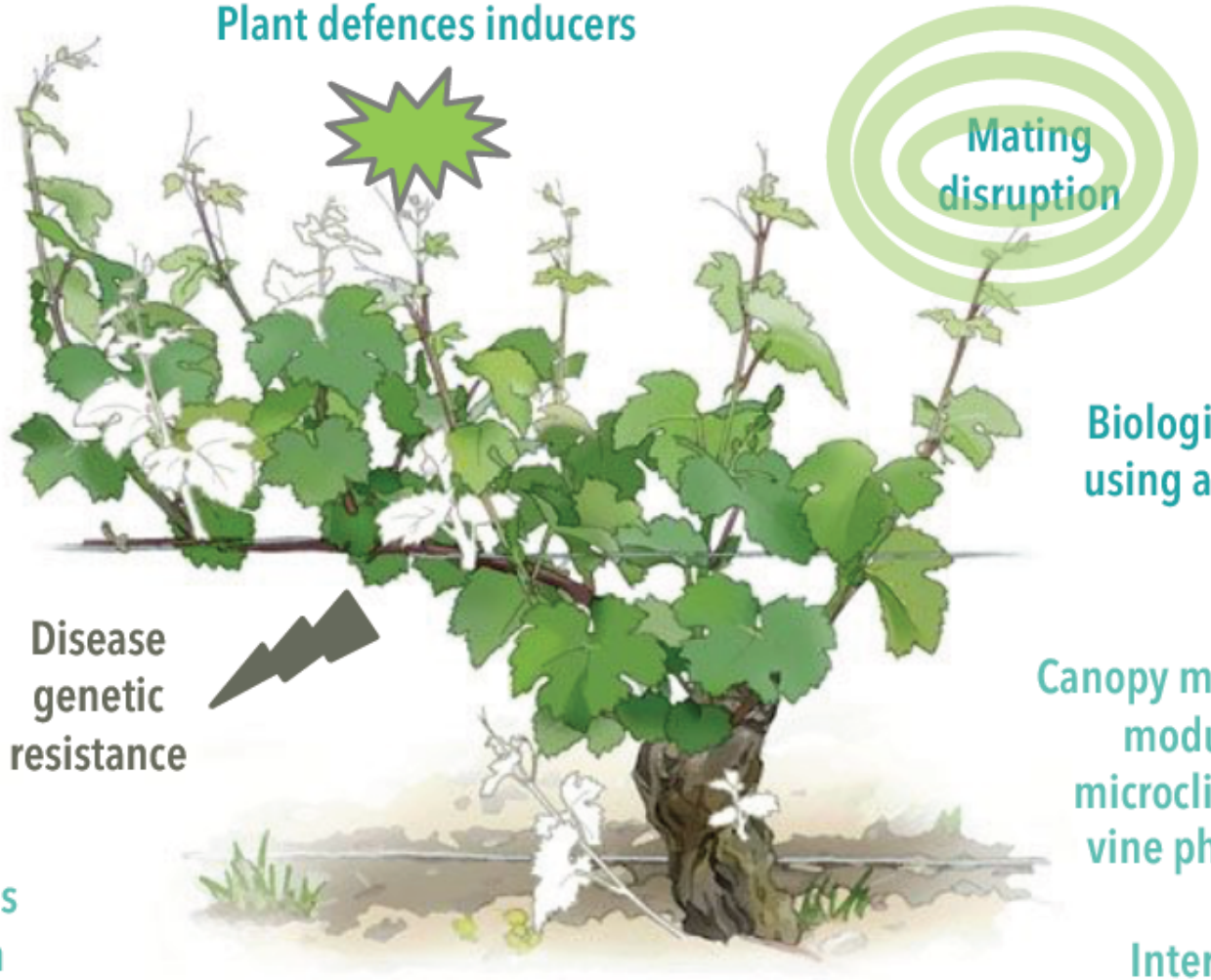
BIOCONTROLE : Piegeages à base de Kairomones

aGRiODOR
L'ODEUR AU SERVICE DE L'AGRICULTURE

Intégration des solutions : cultiver la vigne sans pesticide



Conservation biological control



Biological control using antagonists

Canopy management modulating microclimate and vine physiology x Interaction with climate

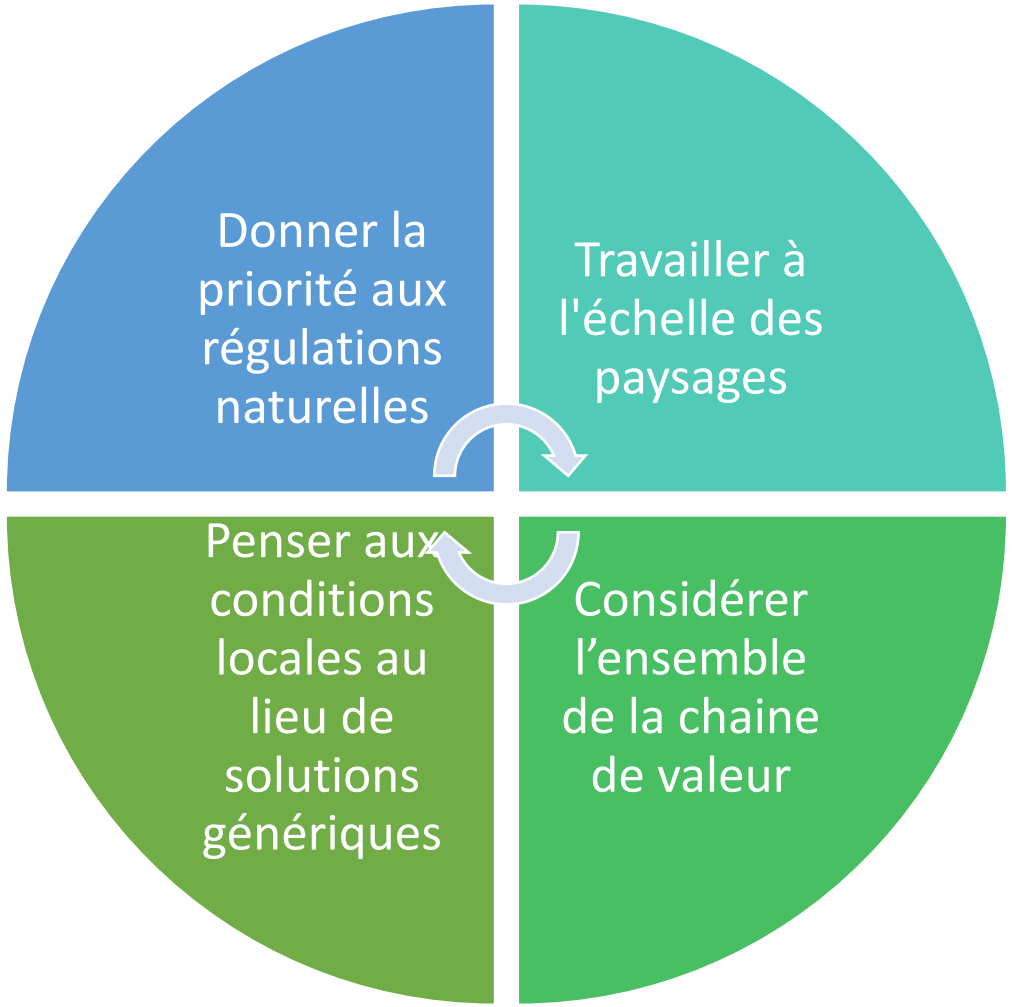
Prophylaxis (inoculum reduction)

Cover crops

Interactions with microorganisms (microbiota)

VITAE : Cultiver la vigne sans pesticide (F Delmotte)

Changements d'approches et de méthodes



Jacquet, F., Jeuffroy, M. H., Jouan, J., Le Cadre, E., Litrico, I., Malausa, T., Reboud X., Huyghe, C. (2022). Pesticide-free agriculture as a new paradigm for research. *Agronomy for Sustainable Development*,

Jacquet, F., Jeuffroy, M. H., Jouan, J., Le Cadre, E., Malausa, T., Reboud, X., & Huyghe, C. (2022). *Zéro pesticide: un nouveau paradigme de recherche pour une agriculture durable*. Quae

1. **Priorités aux régulations naturelles**

- Interactions des solutions de biocontrole avec les pratiques agroécologiques plutot qu'avec les pesticides
- interactions entre genotype, microbiome, sol et pratiques agronomiques
- Augmenter la diversification: rotation, intercultures, mélanges
- Nouvelles stratégies de sélection végétale : biodiversité fonctionnelle et durabilité des résistances

Introducing flowerbeds at the edge of the field makes it possible to reproduce semi-natural habitats that are rich in plant biodiversity and offer habitat and trophic resources to the auxiliaries. (INRAE-Platform CA-SYS)

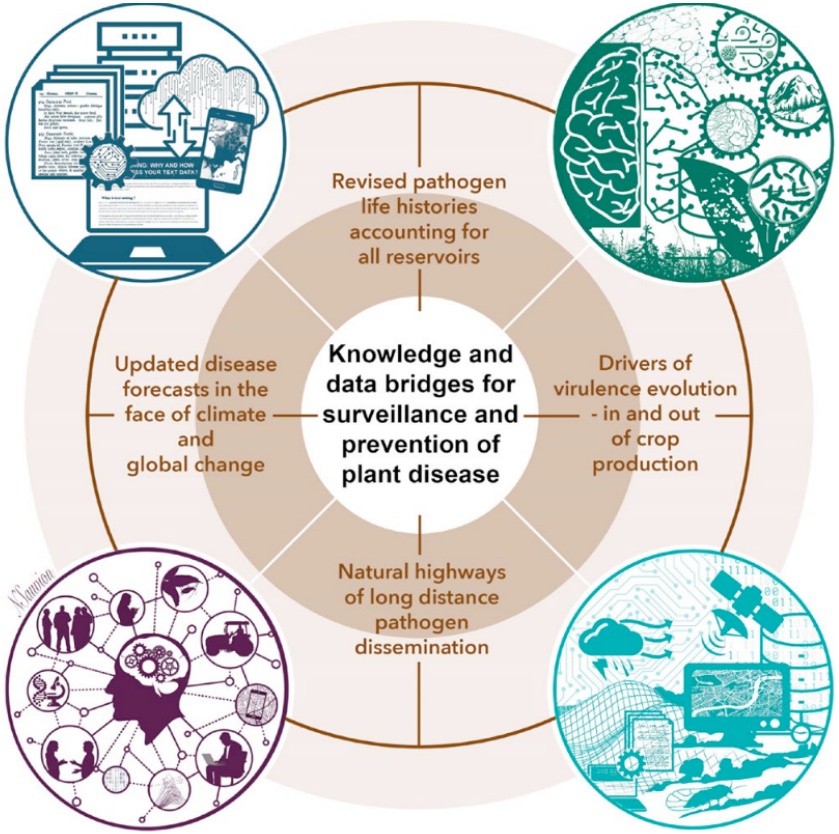
The use of grape varieties resistant to leaf diseases (oidium, mildew) opens up new perspectives for viticulture. Combined with suitable practices, these grape varieties can reduce the use of fungicides against aerial diseases by up to 90%.
(INRAE- OSCAR, a national observatory to support the deployment of new grapevine disease resistant varieties in France)

Species and varietes adapted to mixtures or intercropping: ability to coexist and to optimize the adaptation and interaction capacities of plants with their biotic environment . Photo by E Le Cadre (REMIX)

2. **Penser les régulations à l'échelle des paysages**

- Organisation spatiale des cultures
- Gestion des cultures et des habitats naturels
- Surveillance epidemiologique étendue dans le temps et dans l'espace
- Paysages olfactifs..

MOSAICS : Pesticide-free agriculture cannot be conceived without managing the spatial heterogeneity of landscapes: the design of mosaics of cropping systems, in interaction with semi-natural habitats, is essential to promote the ecological processes that lead to natural regulation of pests.



EPIDEMIOLOGICAL SURVEILLANCE
Challenges, methods, and tools that need to be bridged via multidisciplinary approaches for enhancing epidemiological surveillance and prevention of plant diseases

Morris, C. E et al. (2022).. *Plant Pathology*, *71*(1), 86-97. and BEYOND project

3. **Des solutions adaptées localement au lieu de solutions génériques**

- Projets territoriaux, dynamiques locales
- Definir les pratiques localement
- Adaptabilité et modularité des agroéquipements
- Selection participative pour obtenir des variétés et des mélanges adaptées aux conditions locales

Projet
be creative

Conception d'agroécosystèmes sans pesticides à l'échelle du territoire : 8 territoires cas d'études
Coordination M.Valantin-Morison , L. Prost

The in-depth transformation of agricultural practices, necessary for the success of zero-pesticide systems, is enriched by (1) collective design processes that rely on exchanges between practitioners and researchers and promote the exploration of innovative solutions, and by (2) the confrontation of the solutions imagined to real situations of implementation (agricultural plots).. Photograph by Laurette Paravano

4. **Penser les changements dans les filières et les politiques publiques**

- stratégies des entreprises d'amont (agroéquipements, semenciers, biocontrole) et d'aval (diversification, cultures en mélanges, labellisation des produits sans pesticides)
- Construire des politiques publiques innovantes
- Territoires, chaines de valeur, action collective
- Demande, consommateur, marchés

FAST (coord J. Subervie)
Faciliter l'Action publique pour Sortir des pesTicides
consortium de chercheurs en sciences humaines et sociales : fournir des preuves empiriques solides de l'efficacité de diverses actions publiques visant à déclencher une transition à grande échelle vers une agriculture française et européenne sans pesticides, proposer des solutions politiques et organisationnelles,concrètes et directement utilisables par les décideurs publics

Diversification requires a range of technical and organisational innovations to help remove barriers all along the value chain from farmers to consumers, PHOTOS : Project DiverIMPACTS (H2020)

The use of Trichogramma micro-wasps against lepidopteran pests has been an undeniable biocontrol success story for several decades. It illustrate the need for development of new business models, which deviate from the current strategies conceived for massively used pesticides. Photo JP Malausa

25 % de la surface du maïs traité

Conclusion

- Changement de posture recherche fondamentale/recherche appliquée, intégration des disciplines

- Stratégies des entreprises amont et aval, devt du biocontrole

- Des évolutions lentes de la réglementation et des politiques publiques
  - Evolution de la directive SUD (Sustainable Use Directive, 2009/128/EC) vers un Réglement, toujours en cours de discussion
  - Autorisations de mise en marché des produits phytosanitaires et biocontrole
  - Pas de prise en compte des objectifs du Green Deal dans la PAC