



Protection AgroEcologique des Cultures (PAEC)

Jean-Noël Aubertot (DR INRAE, UMR AGIR)



> Plan

- Éléments de contexte
- Présentation générale de la PAEC
- Exemples d'application
- Discussion/conclusion



➤ Éléments de contexte

COURS DE COMPENSATION

Échéance :

03/2022



Graph. 12 mois

Graph. chandelier Réservé aux PRO

Evolution du cours de compensation du Blé tendre 03/2022

Zoom

1 mois

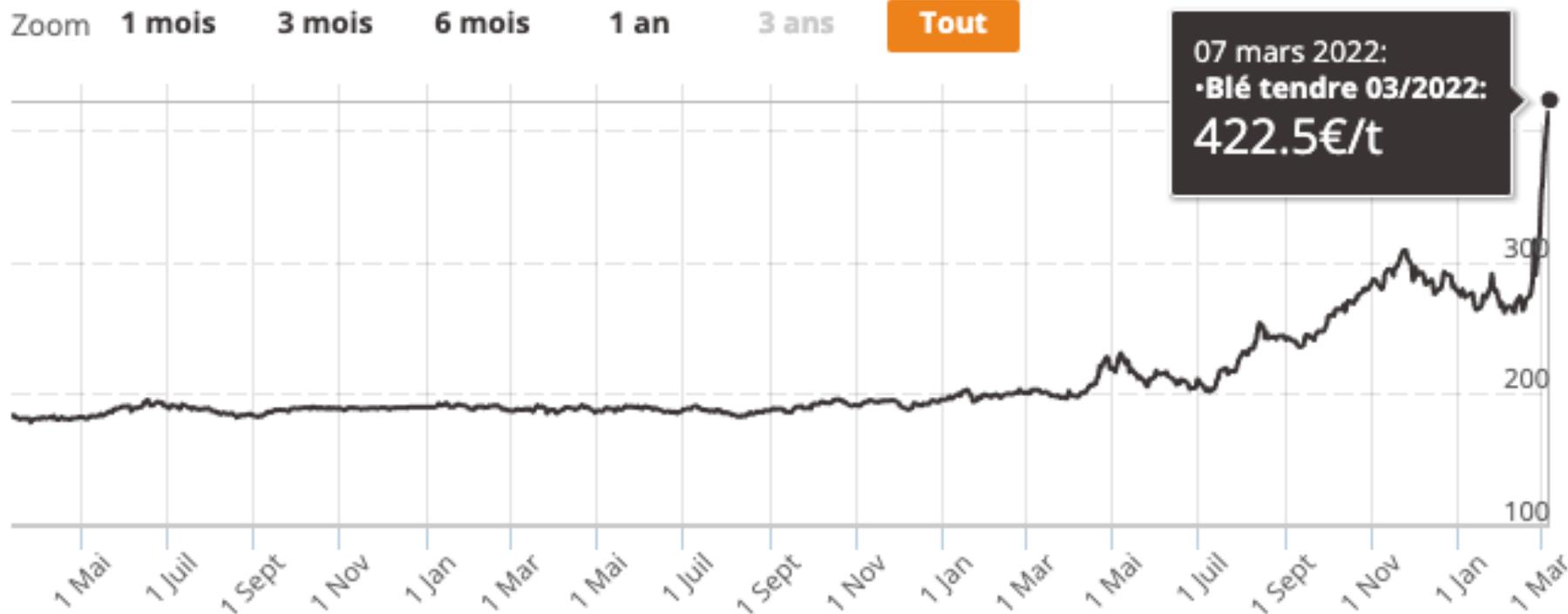
3 mois

6 mois

1 an

3 ans

Tout



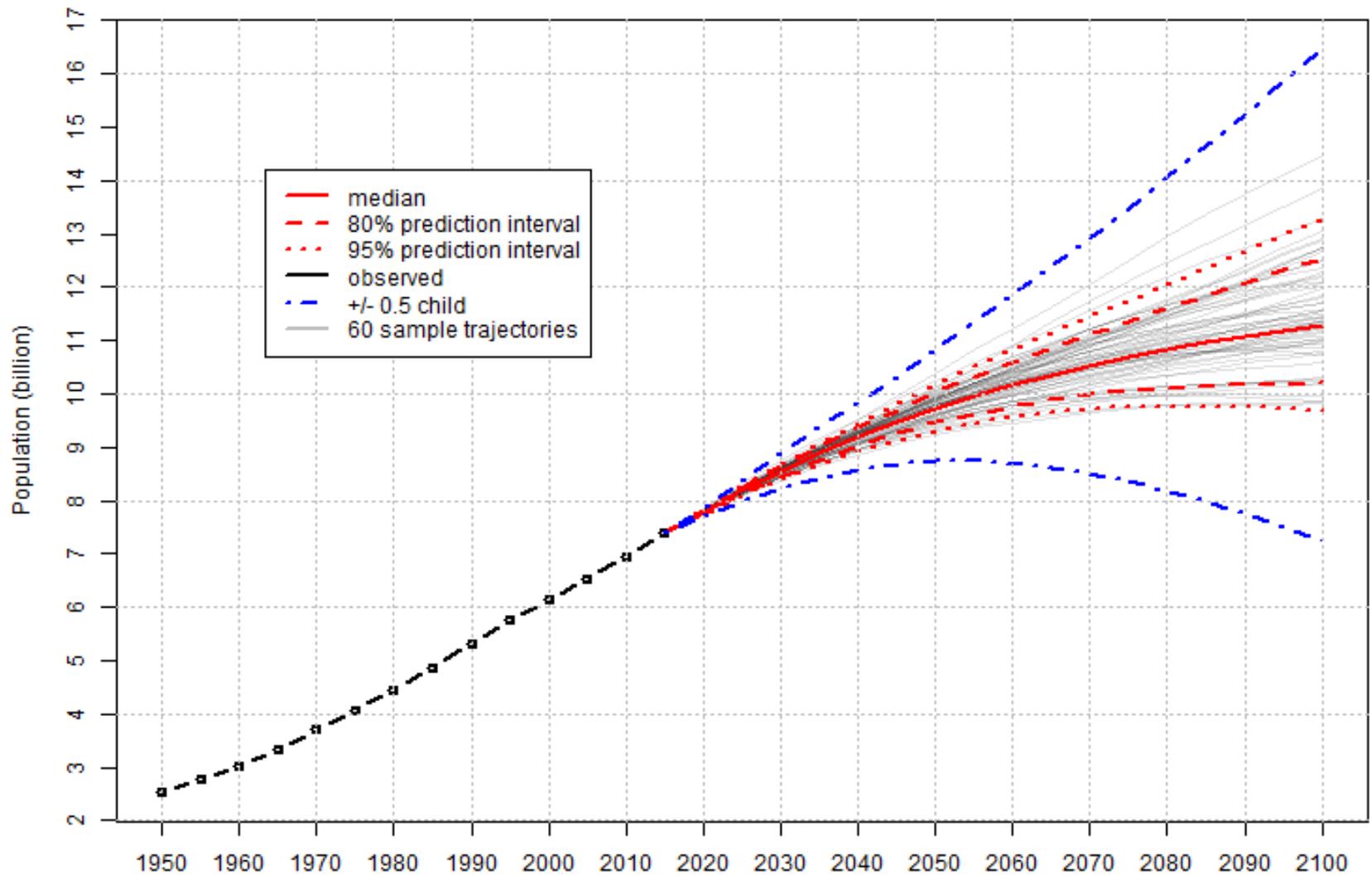
INRAE

Journées groupe céréales à paille
08-03-2022

➤ Février 2022 : blocage par des agriculteurs du dépôt pétrolier de Lespinasse (nord de Toulouse) pour protester contre la hausse du prix du gasoil



World: Total Population

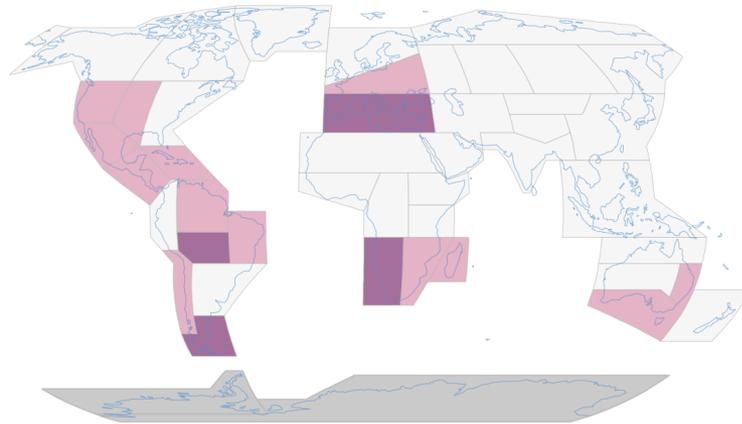


Source: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017).
World Population Prospects: The 2017 Revision. <http://esa.un.org/unpd/wpp/>

➤ Le deuxième volet du sixième rapport d'évaluation du GIEC est (02.2022) encore plus alarmant !



Agricultural and ecological drought



High confidence of increase

Medium confidence of increase

Low confidence in direction of change

Medium confidence of decrease

High confidence of decrease

Not relevant

<https://interactive-atlas.ipcc.ch>



INRAE

Journées groupe céréales à paille

08-03-2022

➤ Un déclin sans précédent de la biodiversité

Sur environ 2 millions d'espèces décrites et 10 millions supposées, entre 500.000 et 1 million sont menacées d'extinction dans les prochaines décennies - y compris en Europe (Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques ; IPBES, 2019).

Exemples :

- Les populations d'oiseaux des campagnes françaises, comme les alouettes, perdrix ou tourterelles des bois, ont chuté d'un tiers en quinze ans.
- En Allemagne, en moins de trente ans 75 % des insectes volants ont disparu dans des espaces protégés.
- Il faut dépenser 17 fois plus d'énergie qu'en 1890 pour pêcher 1 kilo de poisson dans l'océan, parce qu'il y en a beaucoup moins.

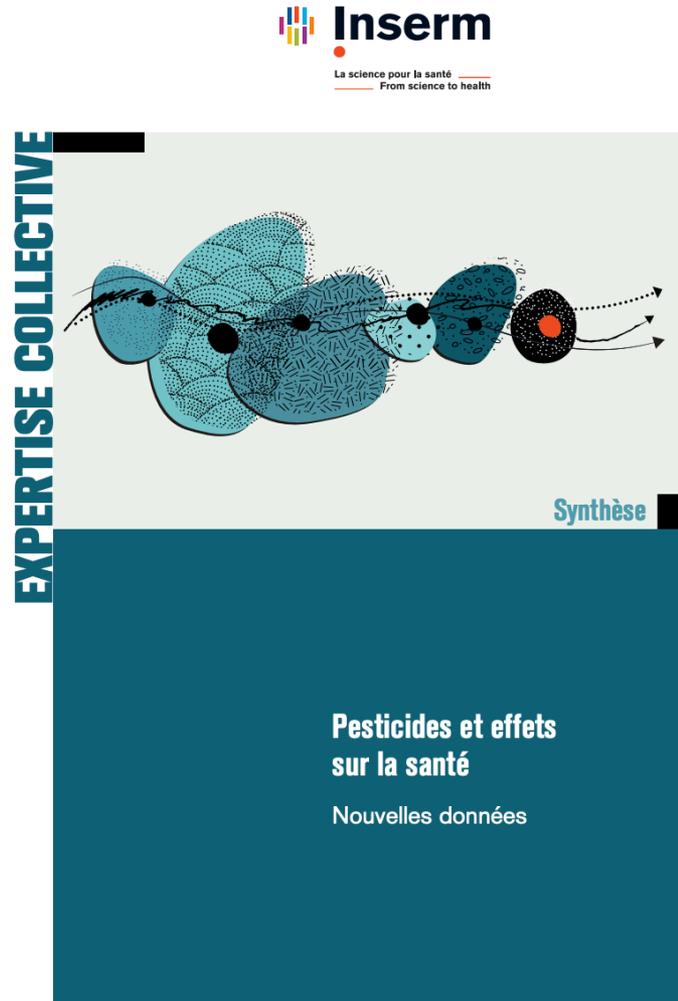


➤ Éléments de contexte



- 30 mars 2022 : publication de la révision de la Directive sur l'utilisation durable des pesticides (SUD) par la Commission Européenne
- 2024 : Ecophyto 3 ?

➤ Des impacts sur la santé humaine de plus en plus documentés...



INRAE

Journées groupe céréales à paille

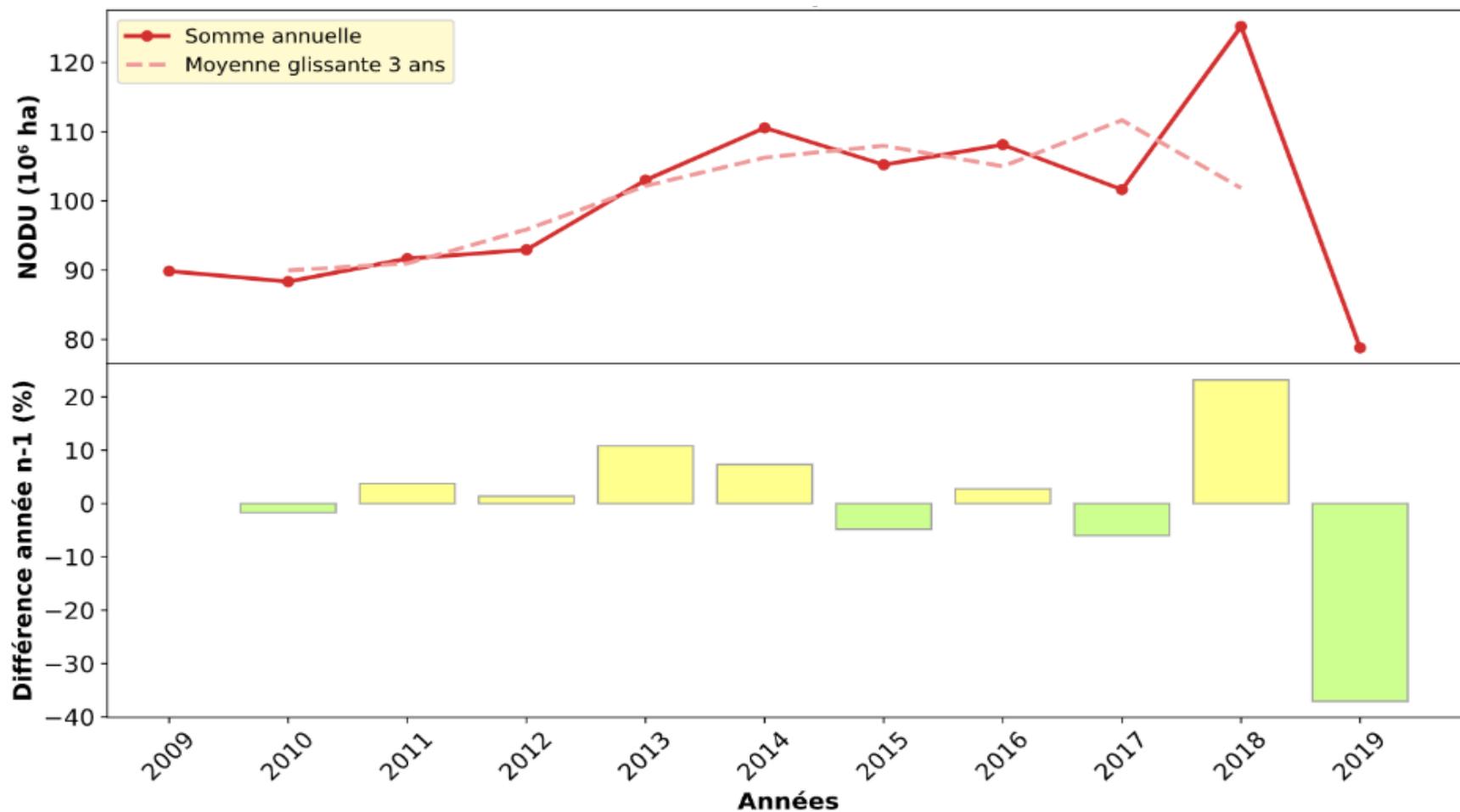
08-03-2022

10 mesures fortes pour lesquelles nous attendons des résultats concrets dans les 5 ans à venir :

- 1** Doter la France d'une **loi-cadre ambitieuse** pour répondre à l'urgence sanitaire et environnementale.
- Mettre en place une **réelle stratégie de sortie des pesticides** basée sur le changement des systèmes de production. Pour cela, **réviser** en profondeur **Ecophyto 2*** en le rendant contraignant au travers d'**objectifs chiffrés calendés** et de **sanctions ou incitations financières**. **2**
- Mettre en œuvre une **révision du système** des évaluations et homologation des substances et produits chimiques en **s'attaquant aux carences** (non prise en compte de toutes les études scientifiques, non évaluation des effets cocktails, faiblesses de certains tests, etc.). **3**
- Interdire** définitivement le **glyphosate**, les **SDHi** et les **néonicotinoïdes**. **4**
- Mettre en place de **réelles mesures** de sécurité efficaces pour les riverains et travailleurs exposés aux pesticides: **zone non traitée** (ZNT) de 100 mètres, **mise à disposition** - via une application- d'une information complète (heures, jours, types de produits) et accessible à tous sur **les pulvérisations** de pesticides, ainsi qu'un affichage sur les zones traitées. **5**
- Interdire les **OGM** (importés également) et **nouveaux OGM** (NBT). **6**
- Interdire** les **PFAS** dans les emballages alimentaires et tous les biens de consommation courants qui en contiennent. Interdire également **le formaldéhyde** dans tous les objets du quotidien auxquels pourraient être exposées des populations vulnérables. **7**
- Rendre obligatoire **un affichage environnemental de l'alimentation ambitieux** ainsi qu'un **pictogramme** sur les objets du quotidien susceptibles de contenir des Cancérogènes, des Mutagènes ou des Reprotoxiques et/ou des Perturbateurs Endocriniens. **8**
- Revoir le **Plan Stratégique National** (PSN) dans le but de soutenir réellement l'agriculture biologique. **9**
- Revenir à une **gouvernance équilibrée** et partagée de type Grenelle dans le cadre des divers comités publics. **10**

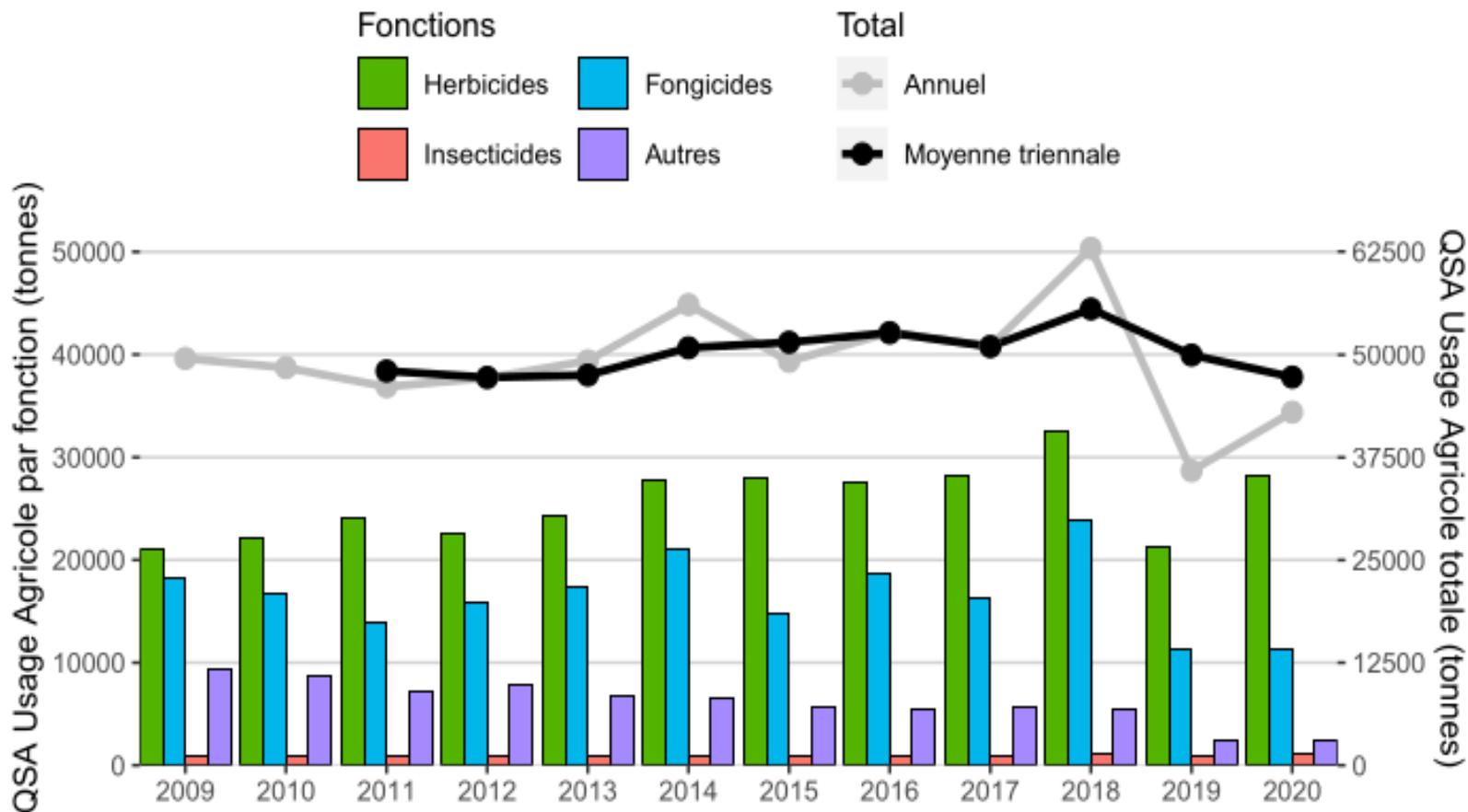
Action Santé Solidaire, Aidons Marina, APSH, Asef, Association collectif Bamp !, Cantine Sans Plastique France, Cnafal, Collectif Victime Pesticides, Collectif Regard, Eva pour la vie, Fnab, Générations Futures, Grandir sans cancer, Greenpeace, Ingénieur Sans Frontières Agrista, Priartem, SOS MCS, Stop aux cancers de nos enfants, Unaf Apiculture, Warrior Enguerrand, WECF France.

➤ Éléments de contexte



Données : Ministère. Graphe : CST Ecophyto

➤ Evolution des ventes entre 2015 et 2020 par fonction

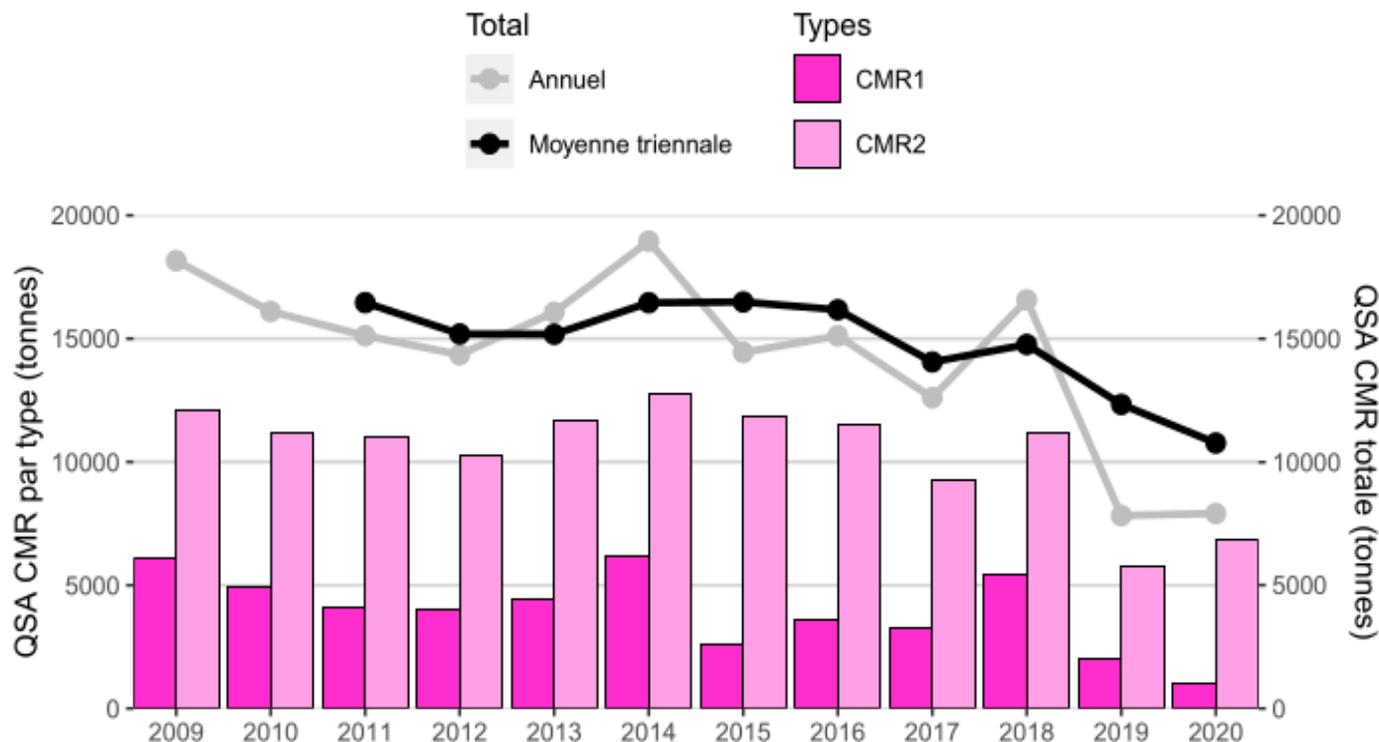


2019 – 2020

- + 23 % QSA totale



➤ Évolution des QSA vendues entre 2009 et 2020 en France, pour les substances actives faisant partie du segment « usage agricole » et classés comme cancérigènes, mutagènes, ou reprotoxiques.



Données : Ministère. Graphe : CST Ecophyto



➤ Présentation générale de la PAEC Jean-Philippe Deguine (CIRAD)



INRAE

Journées groupe céréales à paille
08-03-2022

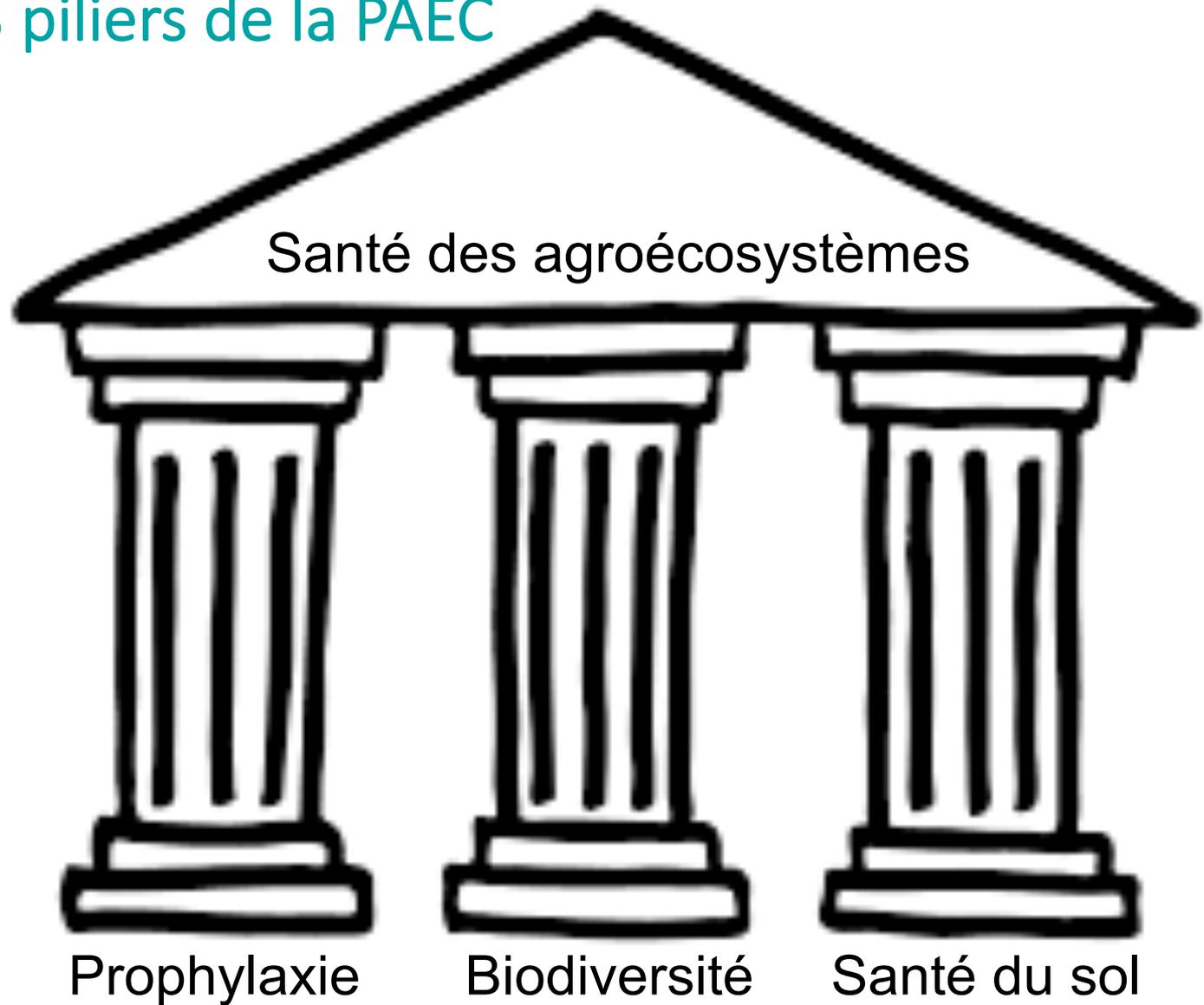
➤ Définition

La Protection AgroEcologique des Cultures (PAEC) est la déclinaison des principes de l'agroécologie à la protection des cultures.

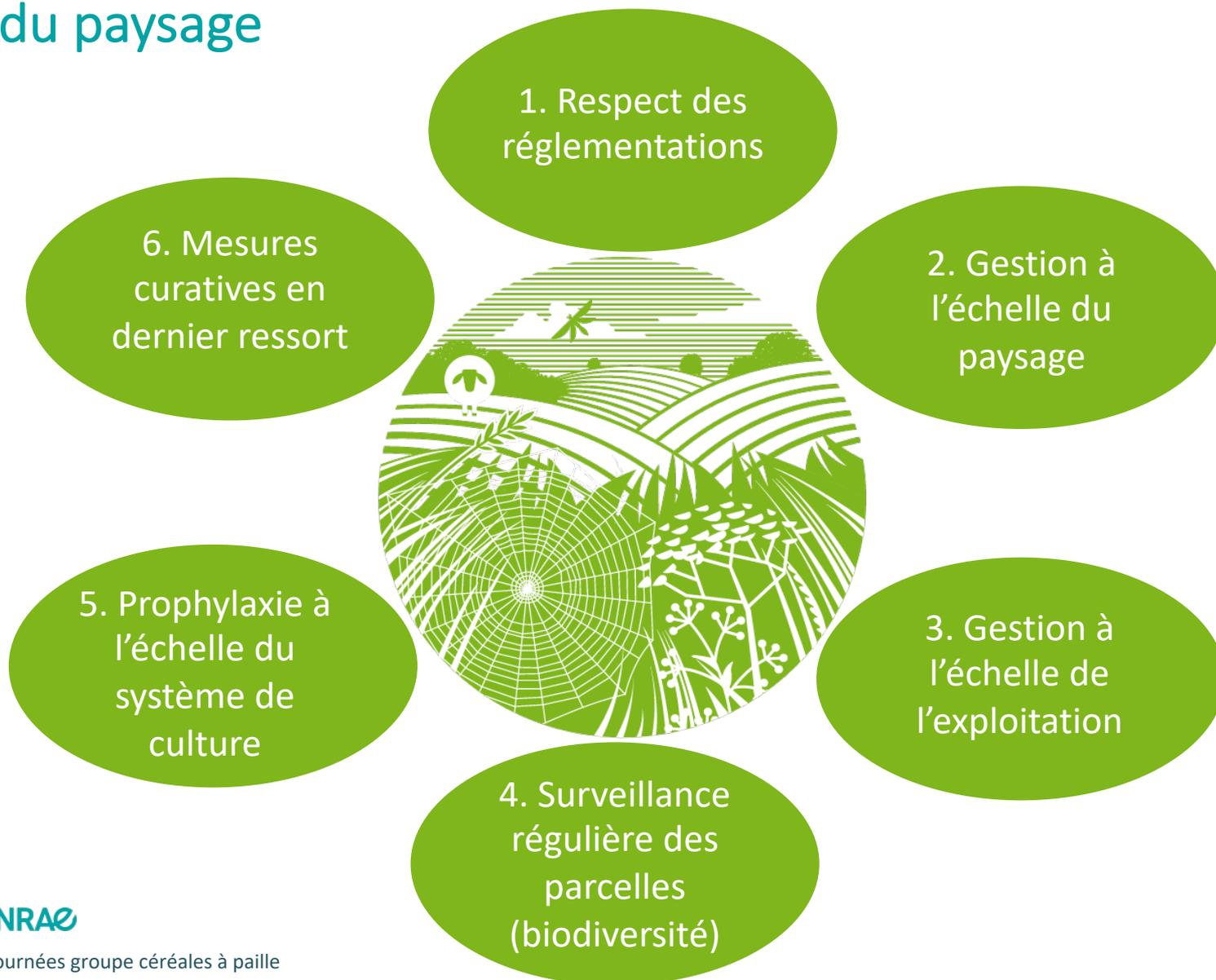
Deguine JP, Ratnadass A, Robin MH, Sarthou JP, Aubertot JN. 2020



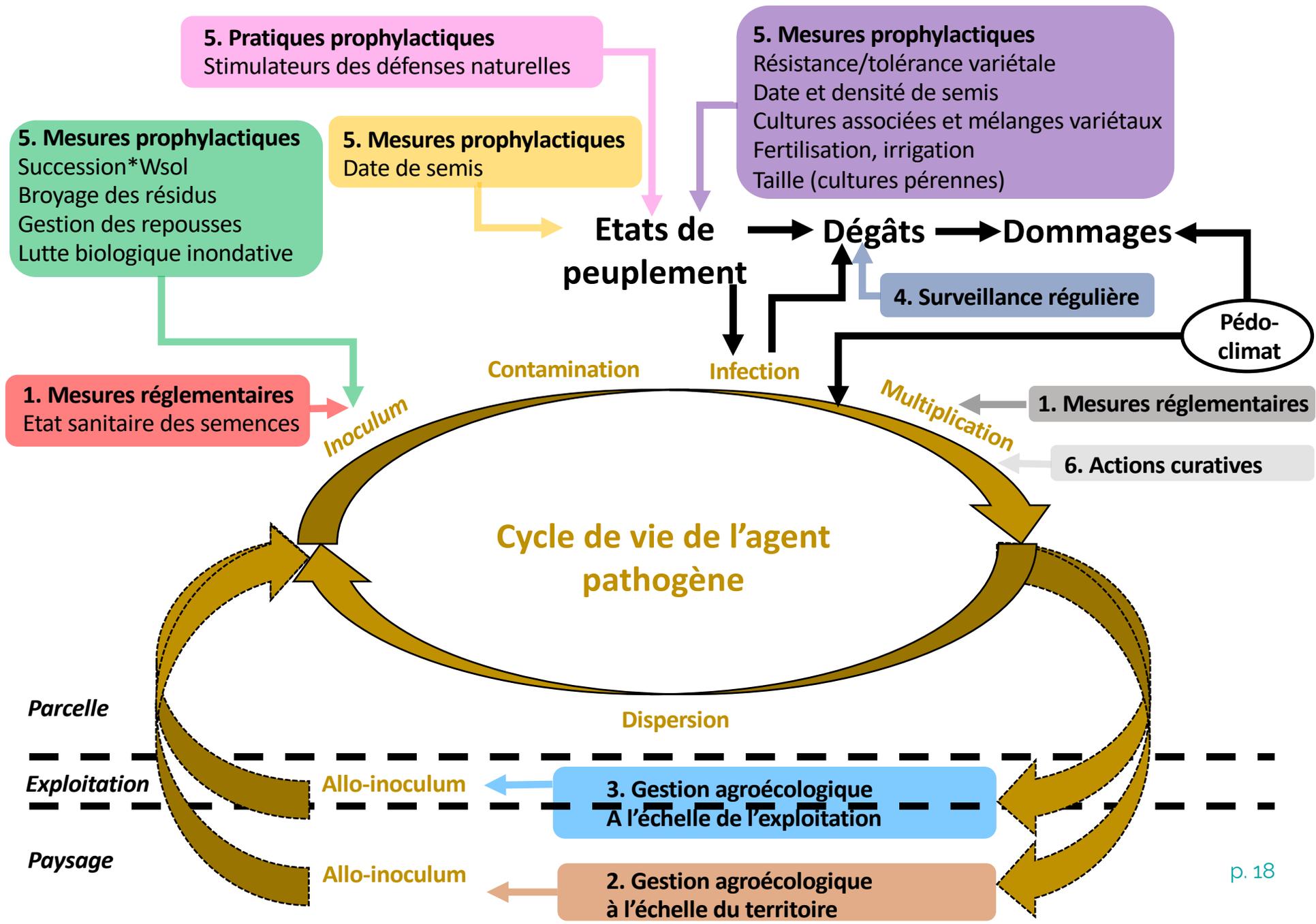
➤ Les 3 piliers de la PAEC



➤ PAEC : une stratégie logique et ordonnée de pratiques agronomiques à l'échelle de la parcelle et du paysage



PAEC contre les maladies des cultures (Deguine et al, en préparation)



➤ Exemple de levier mobilisable pour la PAEC



About ReMIX

The goal of the ReMIX project, funded by the EU's Horizon 2020 Programme, is to exploit the benefits of intercropping to design more diverse and resilient arable cropping systems. Together with farmers, ReMIX has designed productive, diversified, resilient and environmentally friendly cropping systems that are less dependent on external inputs. Intercropping delivers high quality food and sustainable returns to the farmer.

POLICY BRIEF / APRIL 2021

Contribution of intercropping to pesticide use reduction

This policy brief addresses the potential of intercropping to control diseases, weeds and insect pests and hence reduce the dependency on pesticides. Weeds, pathogens and insect pests all need to be taken care of simultaneously by farmers. Herbicides, fungicides, and insecticides aim at one of the three only and often only at certain classes of weeds, pathogens and insects. This often results in the need for multiple pesticide applications. Intercropping is a promising solution for a sustainable pests, diseases and weeds control both in low and high input agriculture.

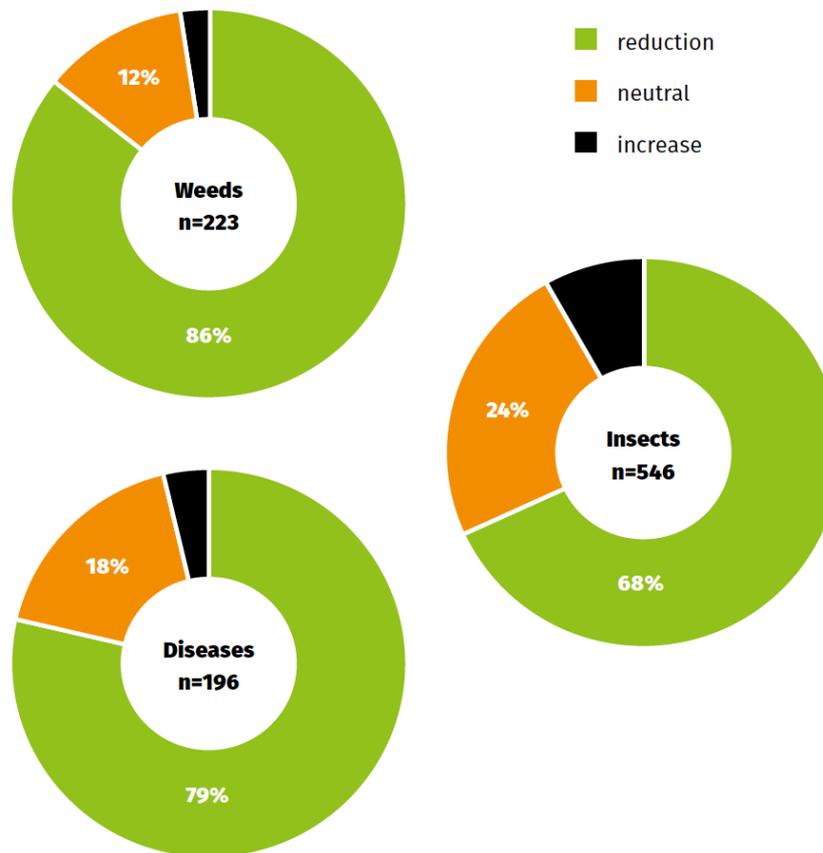


Fig. 3. Proportion of species mixture cases identified through an unbiased literature review conducted for meta-analyses that resulted in reductions (green), increases (black) or no change (orange) in infestation of weeds, diseases, and insects.

Aubertot JN, Finckh M, Pinel B, van der Werf W (2021)



INRAE

Journées groupe céréales à paille

08-03-2022

<https://www.remix-intercrops.eu/>

➤ Application de la PAEC en cultures maraîchères
(JP Deguine, projet GAMOUR, Cirad Réunion et partenaires)



➤ Application de la PAEC en cultures maraîchères (JP Deguine, projet GAMOUR, Cirad Réunion et partenaires)



➤ Application de la PAEC en cultures maraîchères
(JP Deguine, projet GAMOUR, Cirad Réunion et partenaires)



➤ Application de la PAEC en cultures maraîchères
(JP Deguine, projet GAMOUR, Cirad Réunion et partenaires)



Application de la PAEC en cultures maraîchères (JP Deguine, projet GAMOUR, Cirad Réunion et partenaires)



INRAE

Journées groupe céréales à paille
08-03-2022

- Application de la PAEC en grandes cultures et polyculture/élevage

Rés@Pest



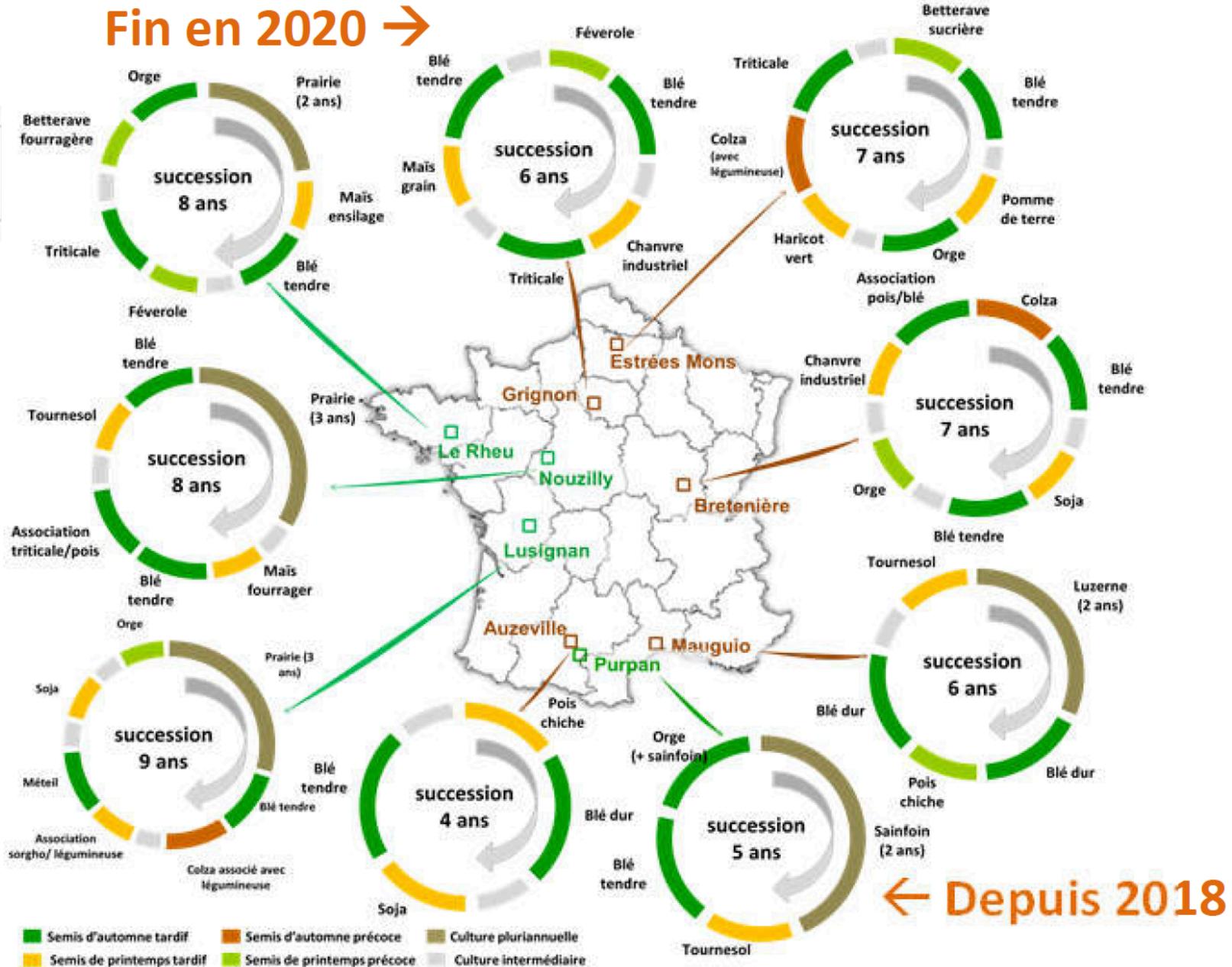
INRAE

Journées groupe céréales à paille
08-03-2022

Fin en 2020 →

4 systèmes de polyculture-élevage

5 systèmes de grande culture



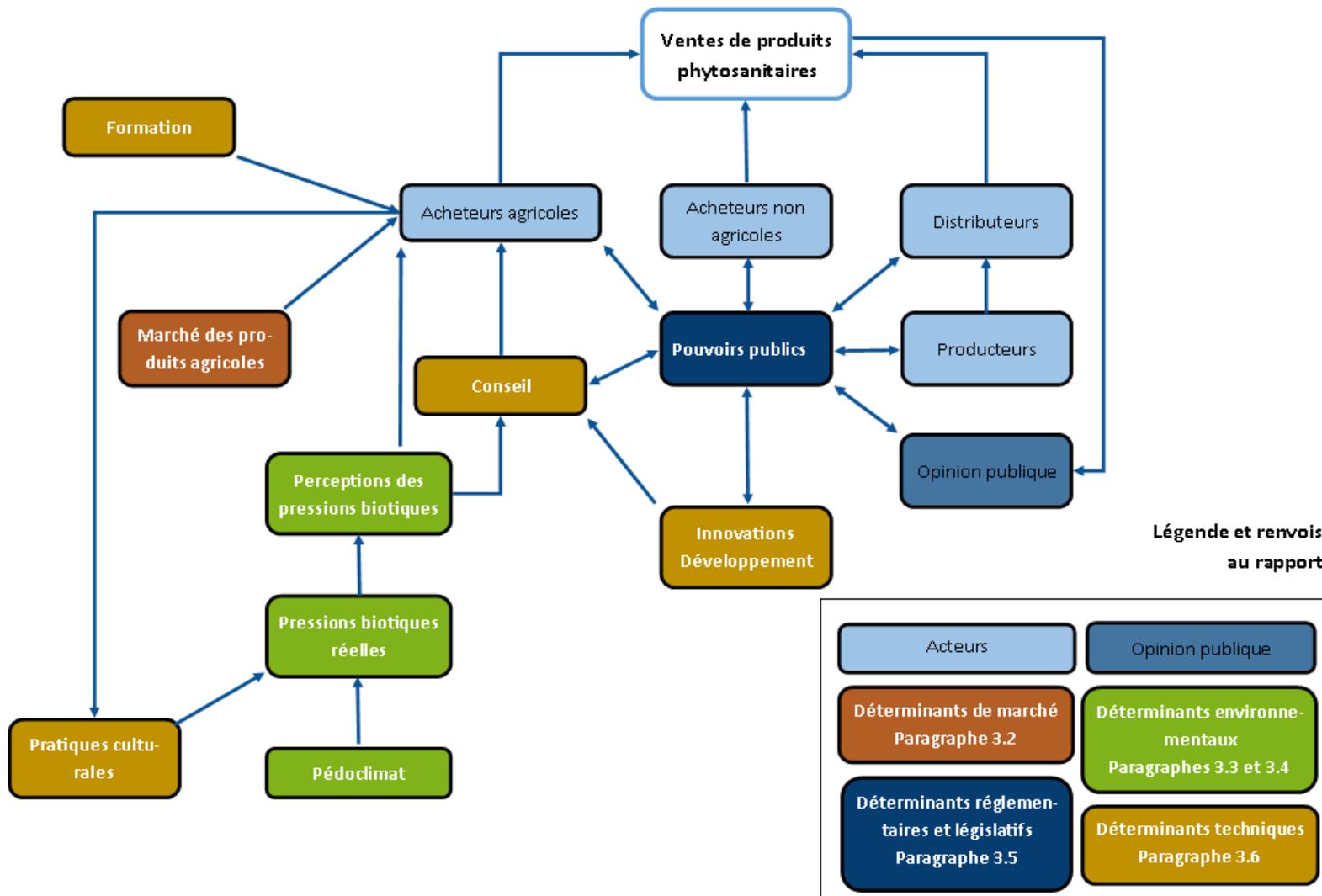
← Depuis 2018



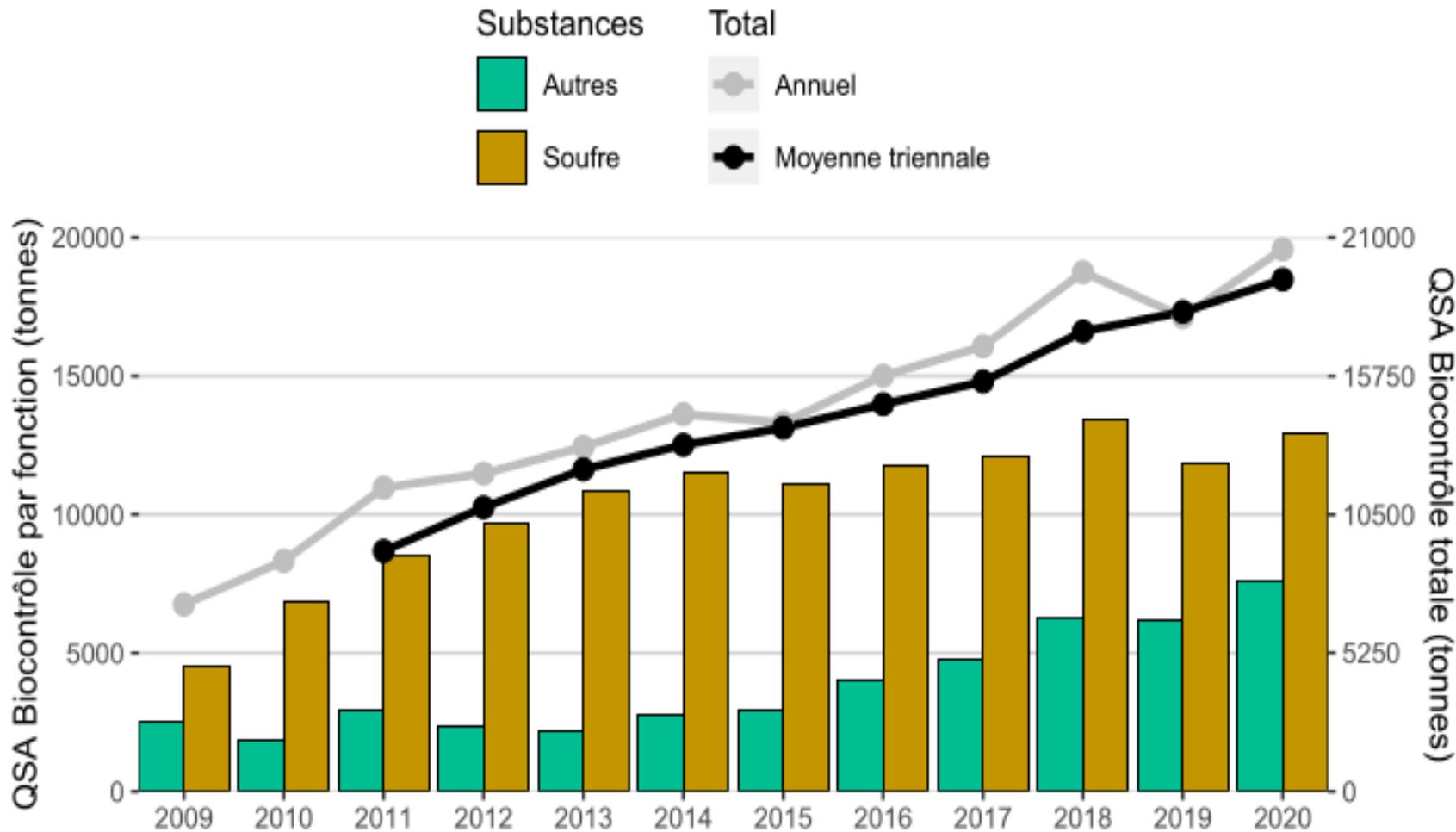
Culture	Objectif	Site	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Blé dur d'hiver	45 q/ha	Auzeville	36,5	35,2	38,7	27,7	45,6	37,8	34,7	28	31,6
	40 q/ha	Mauguio	47	16,5	-	33,8	59	51	54	51,4	-
Blé tendre d'hiver	65 q/ha	Auzeville	45,1	49,2	53,1	43,5	54,5	52,8	46,7	41	49,6
	70 q/ha	Bretonnière	56,5	57	64,5	-	60	65	60	38	51
	70 q/ha	Estrées-Mons	-	-	64,1	44,4	-	67	-	-	31,1
	55 q/ha	Grignon	-	72	82	43	58	54,8	-	46	
	45 q/ha	Lusignan	-	-	51	10,4	-	-	-	30	-
	60 q/ha	Nouzilly	53,6	36,4	58,9	-	74,8	48,9	57,3	56,1	57,7
	40 q/ha	Purpan						-	26	14	-
	60 q/ha	Le Rheu	-	51,4	-	29,9	-	37,5	52,6	-	-
Triticale	70 q/ha	Estrées-Mons	70,1	80,3	-	40,4	-	-	70,6	89	-
	50 q/ha	Grignon	59	40	-	-	-	54,8	85,9	66,7	-
	65 q/ha	Le Rheu	33,1	-	-	67,7	-	36,5	-	26	49,3
Orge d'hiver	65 q/ha	Estrées-Mons	68	-	-	45,3	60	-	-	75	-
	50 q/ha	Le Rheu	-	46	67,5	-	-	56,7		55,3 (OP)	-
	25-45 q/ha	Purpan						-	40	9 (OP)	37,1
Orge de Printemps	50 q/ha	Bretonnière	-	38	56	25	-	47	55	-	42,5
	30 q/ha	Lusignan	-	30	-	20	-	-	-	-	12,8
Colza d'hiver	30 q/ha	Bretonnière	-	32	-	-	40	21	-	17,6	-
	30 q/ha	Estrées-Mons	23	-	43,6	-	-	28	32,7	-	-
	20 q/ha	Lusignan	-	-	-	18,8	17	-	-	-	28,1
Betteraves sucrières	50 t/ha	Estrées-Mons	-	112	72,6	-	101,3	-	-	34	
Betteraves fourragères	15t MS/ha	Le Rheu	12,4	14,7	-	-	11,4	-	NC	-	14,8
Pommes de terre	30 t/ha	Estrées-Mons							36	-	-

Le rendement mesuré est qualifié par rapport à (1) l'objectif de rendement fixé par l'expérimentateur ou (2) les rendements observés dans la région ou sur l'unité expérimentale. **En vert** → un des deux seuils atteint, **en orange** → presque atteint et **en rouge** → nettement inférieur aux des deux seuils. 29

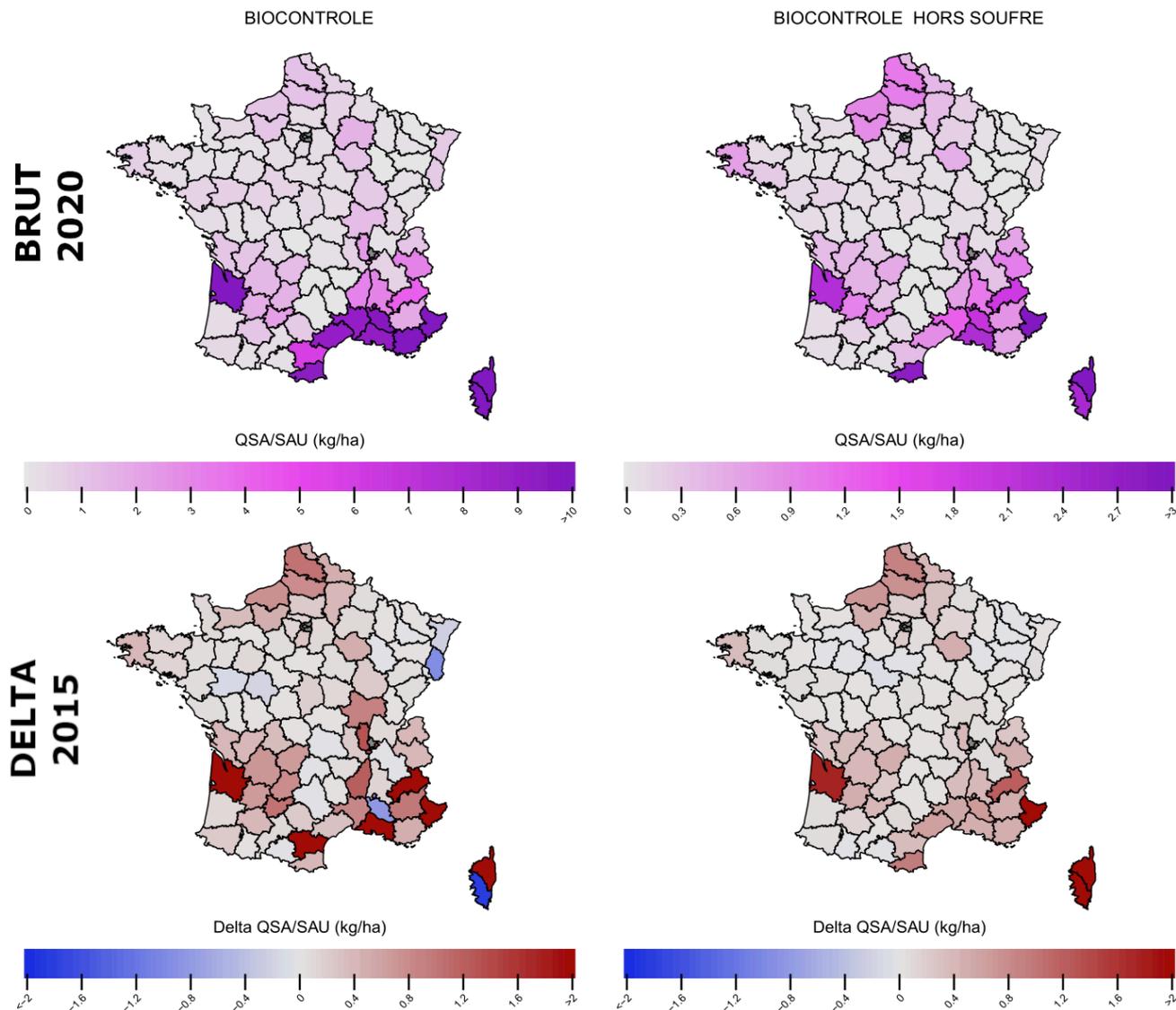
➤ Discussion : où allons-nous ?



➤ Une nette progression générale du biocontrôle



➤ Une nette progression générale du biocontrôle



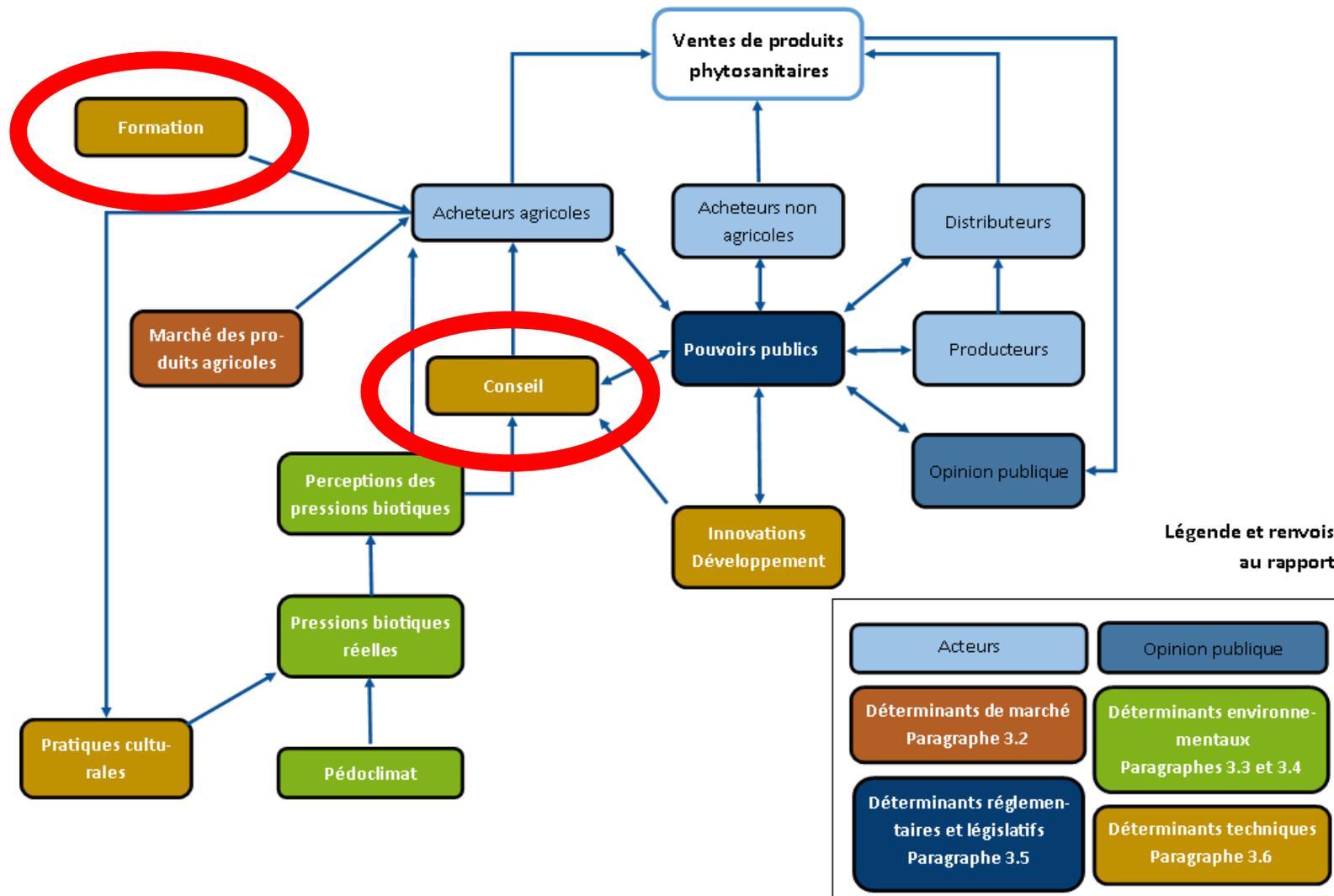
INRAE

Données : Ministère. Graphe : CST Ecophyto

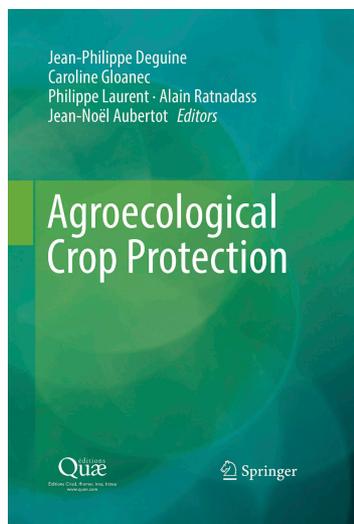
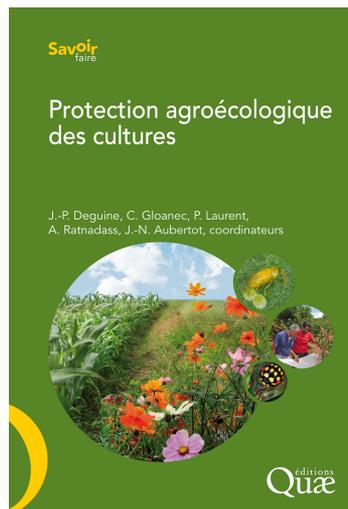
Journées groupe céréales à paille

08-03-2022

➤ Discussion : où allons-nous ?



➤ Dynamique collective PAEC



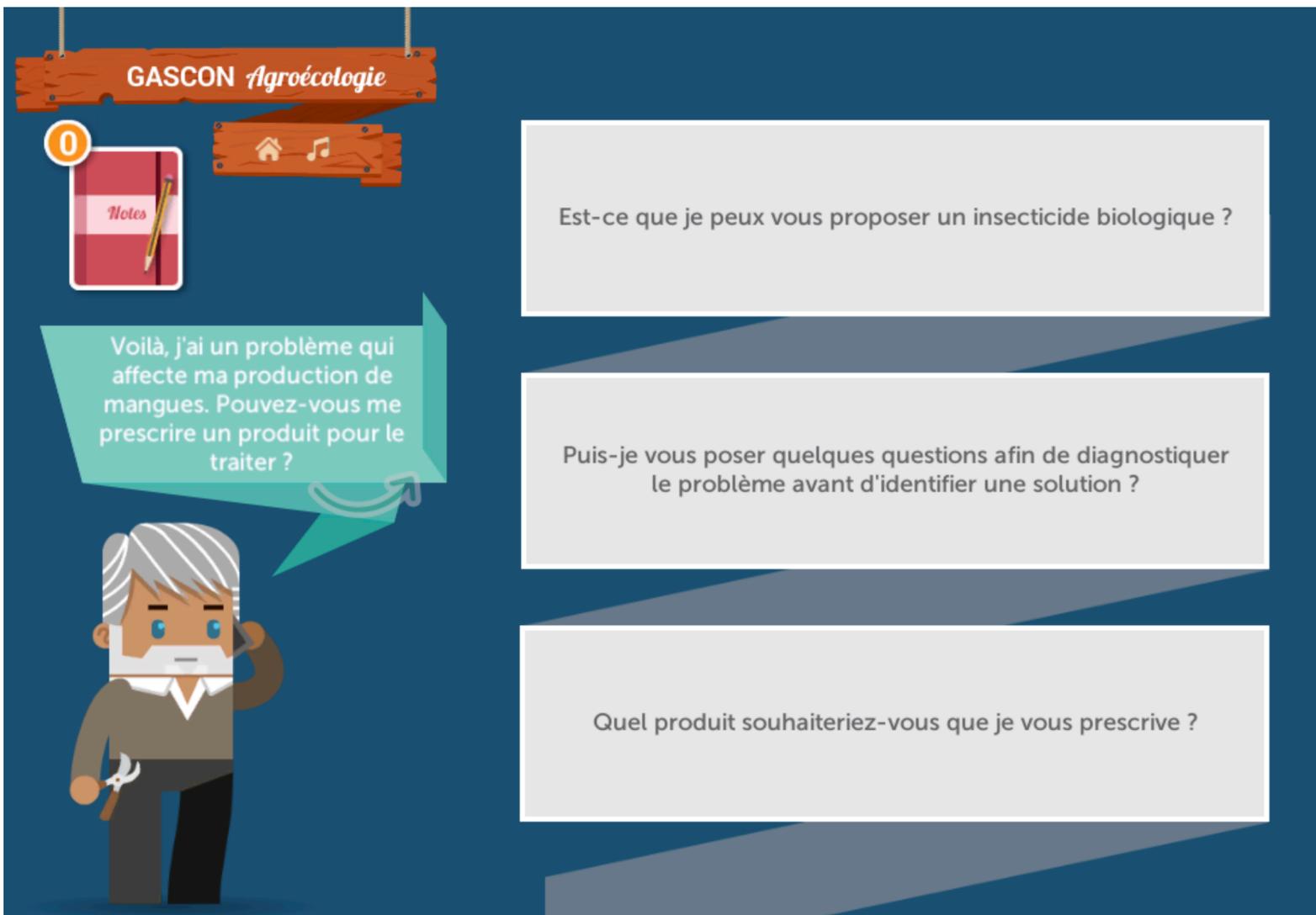
INRAE

Journées groupe céréales à paille
08-03-2022

➤ GASCON (Agreenium, UVED disponible en 2022)



➤ « Allo, PAEC.com ? »



The illustration features a farmer with a white beard and hair, wearing a brown sweater and black pants, holding a pitchfork and talking on a mobile phone. A speech bubble above him contains the text: "Voilà, j'ai un problème qui affecte ma production de mangues. Pouvez-vous me prescrire un produit pour le traiter ?". To the left, there is a wooden sign that says "GASCON Agroécologie", a red notebook with a pencil labeled "Notes", and a small wooden sign with a house and musical notes icon. On the right, three grey speech bubbles contain the following questions:

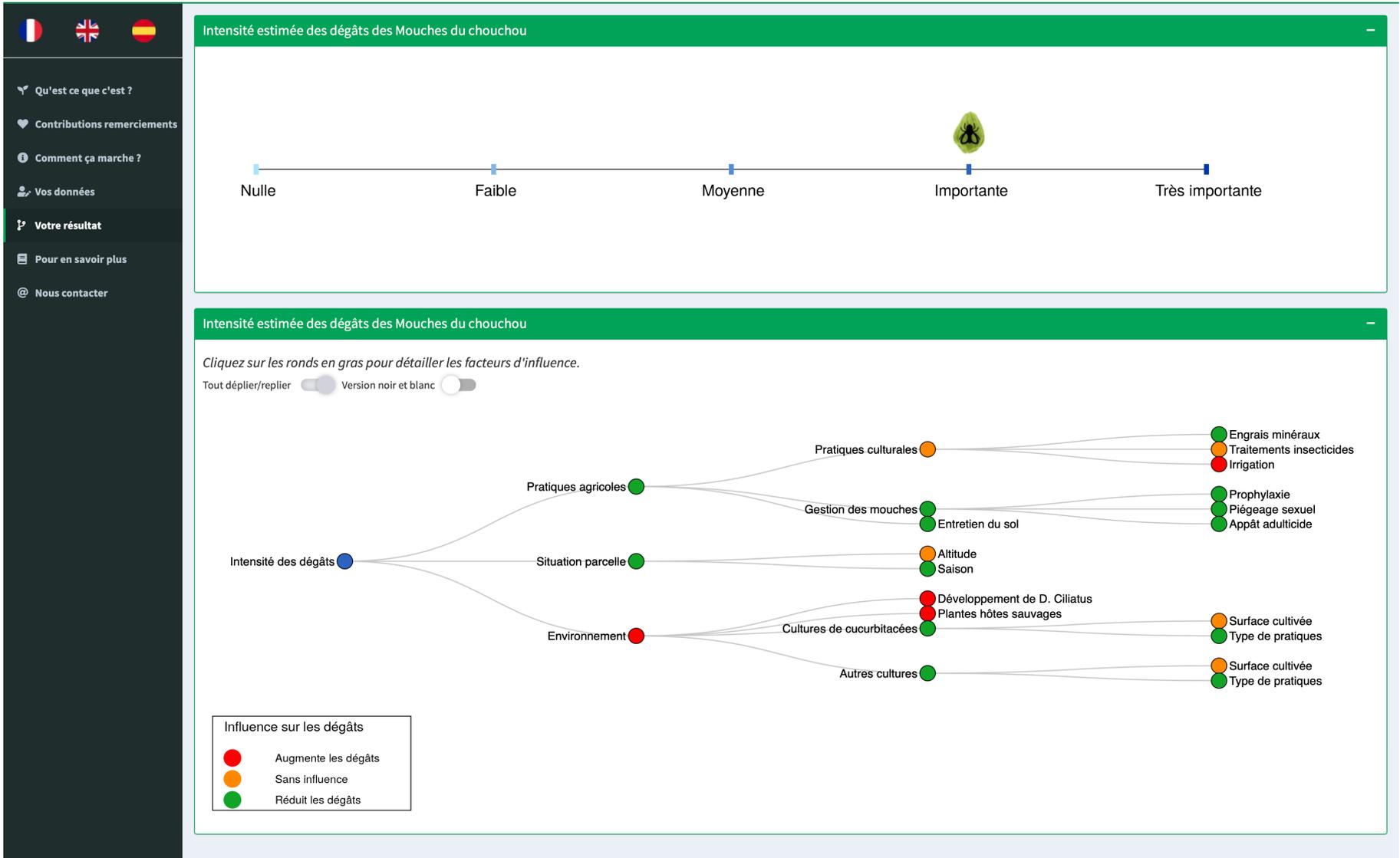
Est-ce que je peux vous proposer un insecticide biologique ?

Puis-je vous poser quelques questions afin de diagnostiquer le problème avant d'identifier une solution ?

Quel produit souhaiteriez-vous que je vous prescrive ?

INRAE

Journées groupe céréales à paille
08-03-2022



TD de mise en situation dans une exploitation à la Réunion...



Sous-Grain 1. Initiation à la modélisation

- 🎯 Objectifs ✓
- 📖 Introduction ✓
- Notions de base ✓
- ✓ Activité 1 : Un modèle à chouchouter ✓
- 📖 Introduction ✓
- ☰ Mise en situation ✓
- ? Exercice : Question 1 ✓
- ? Exercice : Question 1bis ✓
- ? Exercice : Question 2 ✓
- ? Exercice : Question 3 ✓
- ? Exercice : Question 4 ✓
- ? Exercice : Question 5 ✓
- ☰ Epilogue ✓
- Activité 2 : Trop choux pour être mangés ! ✓

Si vous mettez en place des mesures prophylactiques, c'est-à-dire que vous ramassez les fruits tombés au sol, et que vous enlevez des arbres les fruits non comestibles et non commercialisables, vous réduisez significativement le risque d'infestation de votre parcelle de chou chou par les mouches des fruits. En effet, ces pratiques limitent, voire empêchent le développement des mouches dans les fruits de votre parcelle. Ceci demande du travail, mais pas forcément plus que d'épandre des insecticides. Le jeu en vaut la chandelle !

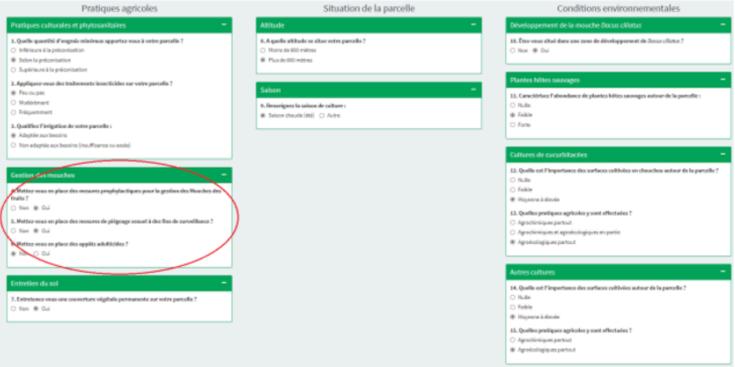


Figure 5. Capture d'écran de la section « Vos données » de l'application IPSIM-chouchou974, après avoir modifié uniquement « mesures prophylactiques ».

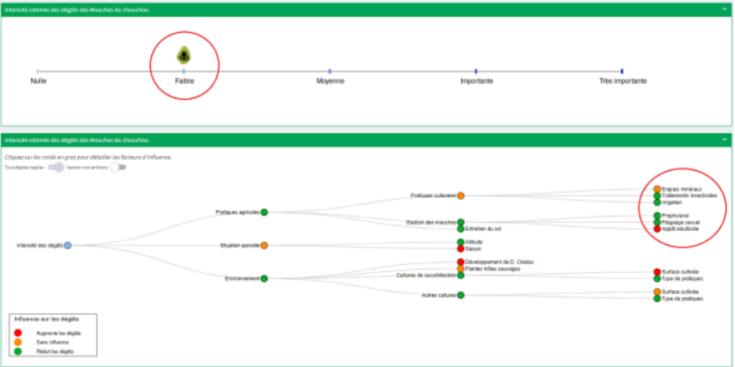


Figure 6. Capture d'écran de la section « Votre résultat » de l'application IPSIM-chouchou974, après avoir mis en place des mesures prophylactiques.



Tutoriels et Documentation



Liste de modèles



Forge de modèles



Centre de simulation



© INRAE 2021 | Conditions Générales d'Utilisation | Mentions Légales

modelbuilder.fr

The screenshot displays the Model Builder web interface for a project named 'SUNFLOWERPEST_import2'. The main workspace shows a compartmental model diagram with the following components:

- Input/Context:** Meteo, DVS
- Central Compartment:** RG
- Output/Target Compartments:** Seed, Capitulum, Stem, Root, Leaf
- Pathogens/Agents:** Phomopsis, Phoma, Mildew, Sclerotinia, Orobanche, Verticillium

On the right side, there are three configuration tables:

Expressions de variables

Variable	Expression	Init.	Unité
RG	$(ec * RAD * RUE * RFphomopsis * RFphoma * RFsclero_collet * RFsclero_capitule * RFmildew * RForobanche * (1 - \exp(-k * LAI))) * dt$	1	g.m-2

Paramètres

Paramètre	Valeur	Unité
dt	= 1	day
k	= 0,948	Dimensionless
ec	= 0,48	Dimensionless

Paramètres et variables dynamiques

Variable	Temps	Fichier	Unité
RUE	= f(DVS)	RUEm.txt	g.MJ-1

Liens

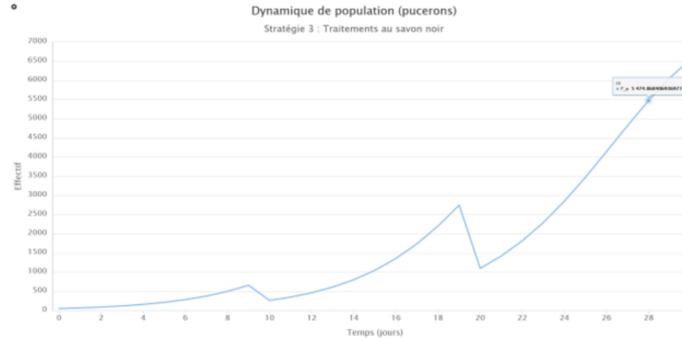
Variable	Modèle	Mode	Unité
DVS	ModelDVS	synchrone	Dimensionless
LAI	ModelLeaf	synchrone	m2.m-2
RAD	ModelMeteo	synchrone	MJ.m-2.day-1
RFphomopsis	Phomopsis	synchrone	Dimensionless
RFphoma	Phoma	synchrone	Dimensionless
RFforobanche	Orobanche	synchrone	Dimensionless
RFmildew	Mildew	synchrone	Dimensionless
RFsclero_collet	Sclerotinia	synchrone	Dimensionless
RFsclero_capitule	Sclerotinia	synchrone	Dimensionless

© INRA 2019 | Conditions Générales d'Utilisation | Mentions Légales

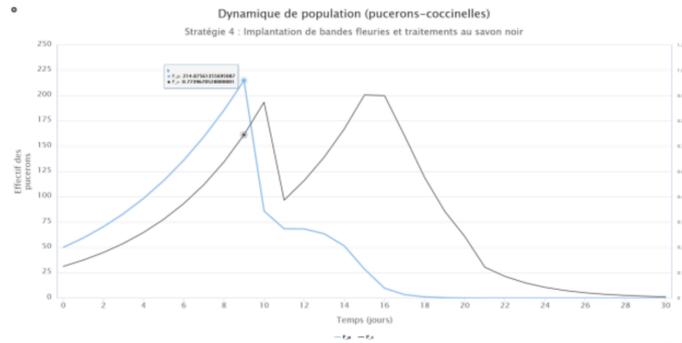


Sous-Grain 1. Initiation à la modélisation

- 📌 Objectifs ✓
- 📖 Introduction ✓
- Notions de base ✓
- Activité 1 : Un modèle à chouchouter ✓
- ✓ Activité 2 : Trop choux pour être mangés ! ✓
- 📖 Introduction ✓
- ☰ Étape 1 : Modélisation de la dynamique d'une population de pucerons ✓
- ☰ Étape 2 : Création d'un modèle atomique ✓
- ☰ Étape 3 : Lancement d'une simulation ✓
- ? Exercice : Première simulation ✓
- ? Exercice : Documentation de votre modèle ✓
- ? Exercice : Exportation de votre modèle sous R ✓
- ☰ Étape 4 : Importation d'un modèle ✓
- ☰ Étape 5 : Création de liens entre les variables ✓
- ☰ Étape 6 : Création d'un plan de simulation ✓
- ? Exercice : Utilisation de la fonctionnalité de multi-simulation ✓
- ☰ Pour finir ... ✓



La stratégie S3 (deux traitements au savon noir) permet de contenir la population de pucerons en deçà du seuil de nuisibilité jusqu'au 28^{ème} jour.



La stratégie S4 (combinaison des stratégies S2 et S3) conduit à un développement de la population de pucerons bien plus limité que pour les stratégies S1 et S3. Les deux populations subissent une forte diminution de leur taille juste après le premier traitement au savon noir. Les effets du second traitement ne sont pas visibles sur la dynamique des pucerons car il n'y en a pratiquement plus sur la parcelle à la date du deuxième traitement. Ils sont à peine perceptibles sur la dynamique de population des coccinelles car cette population est en phase de forte décroissance au moment du deuxième traitement, faute de proies.

Conclusion

Sous réserve de **validité du modèle** ☆, vous pouvez conseiller au maraîcher d'implanter des bandes fleuries (stratégie S2) plutôt que d'utiliser du savon noir. Bien que le modèle utilisé soit très simple et néglige de nombreux processus (e.g. attraction d'ovipositeurs vers les fleurs, comportement des proies en fonction des différents stades de développement des pucerons...



➤ Enjeux pour la recherche

- Poursuivre le décloisonnement des approches en protection des plantes
- Développer des stratégies d'amélioration variétale adaptée aux enjeux de l'agroécologie, en particulier à la PAEC, et du CC
- Renforcer les travaux sur l'analyse des effets des pratiques agricoles, en particulier celles relevant de la PAEC, sur les dynamiques biotiques
- Combiner des méthodes de caractérisation du fonctionnement des agroécosystèmes « low tech » et « high tech »
- Développer plus et mieux les approches participatives
- PPI sur la PAEC



Merci pour votre attention !



INRAE

Journées groupe céréales à paille

08-03-2022