

Cycle de webinaires INRAE-ITAB « Coûts cachés »/« vrais » coûts AB/AC (METABIO & projet ICEPA)

1^{er} WEBINAIRE – mardi 3 mars – de 15h30 à 17h

Natacha Sautereau (ITAB) : Quantification et chiffrages économiques des externalités de l'agriculture biologique : restitution du travail mené avec Marc Benoit (INRAE) en 2016 et mise à jour menée par l'ITAB dans le cadre du projet ICEPA

2^e WEBINAIRE – lundi 30 mars – de 16h à 17h30h (en anglais)

Adrian Mueller (Fibl, Suisse) : Hidden costs of the Swiss Agrifood system. Adrian présentera la méthodologie de l'[étude](#) sur la base des travaux [SOFA](#) de la FAO en 2024

3^e WEBINAIRE – mercredi 8 avril – de 10h30 à 12h

Christophe Alliot ([Le Basic](#)) : Création de valeur et coûts sociétaux du système alimentaire français. Christophe présentera la méthodologie de ce [rapport de recherche](#) et les conclusions

4^e WEBINAIRE – mardi 28 avril – de 13h30 à 15h (en anglais)

Amelie Michalke (University of Greifswald, désormais à Patos-solutions) pour ses [travaux](#) sur l'évaluation des vrais coûts de l'agriculture et de l'alimentation en Allemagne (comparaison entre systèmes conventionnels et biologiques)

ITAB

Institut Technique de
l'Agriculture Biologique



Externalités de l'AB : Quantification et **chiffrages économiques ?**



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORÊT

avec la contribution financière du
compte d'affectation spéciale
« Développement agricole et rural »

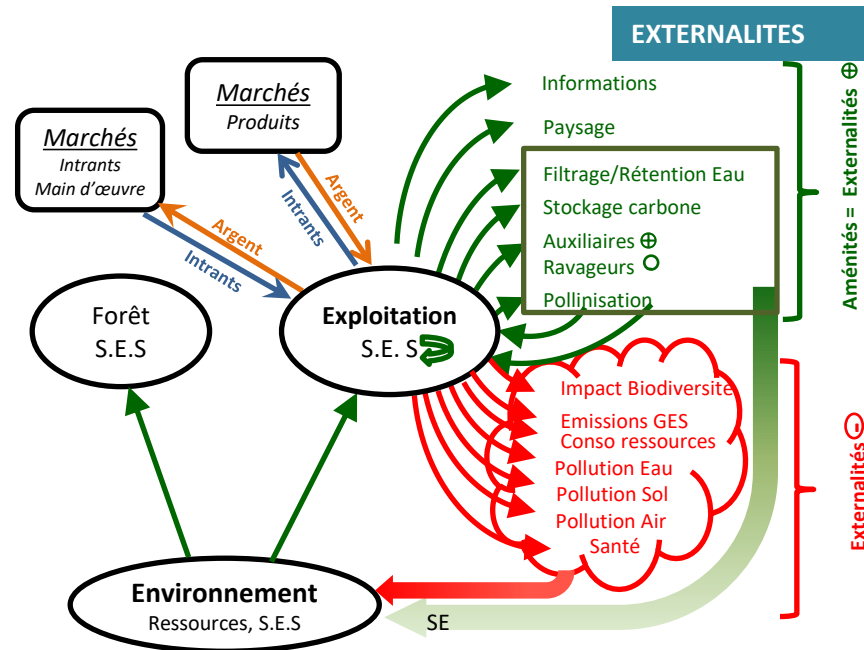
Natacha Sautereau, ITAB et Marc Benoit, INRA

Etat de l'art : Etude réalisée en 2016 & actualisations régulières

Cadre conceptuel « Externalités »

Il y a **externalité** lorsque l'activité de production d'un agent :

- a **une influence** sur le bien-être d'un autre
- sans qu'aucun ne reçoive ou ne paye une compensation pour cet effet.



SES : Services écosystémiques ; SE : services environnementaux

Sautereau, Benoit, 2016

Méthodologie : Différentiels d'externalités AB /Agriculture conventionnelle (AC)



Dépendance au référentiel !

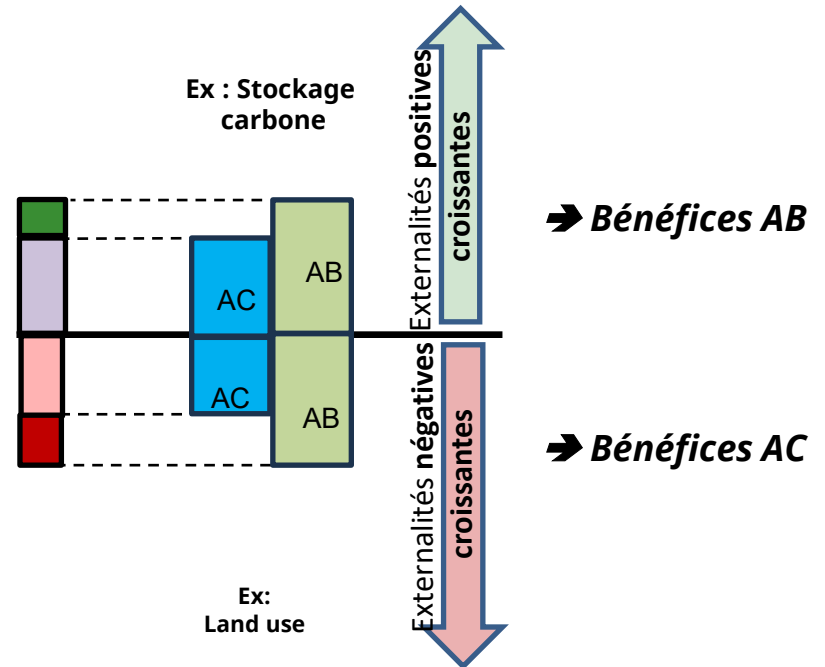
1 - **Identification** puis **quantification** des **externalités de l'AC**

2 - **Caractéristiques de l'AB** susceptibles de générer des différentiels d'effets (+/-) /l'AC

3 - **Quantification des différences d'externalités imputables à l'AB**

4 - Recherche de leurs **évaluations économiques des externalités AB/AC**

(5- Eventuelle **monétarisation**)



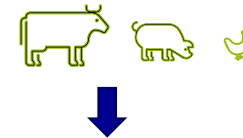
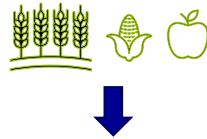
► Nous considérons qu'un surcroît d'externalité positive ainsi qu'une moindre externalité négative représentent **un bénéfice pour la collectivité**.



Caractérisation des pratiques BIO :

1) Réglementation AB et 2) pratiques induites

- 1. Réglementation : Synthèse des **pratiques interdites et requises** en agriculture bio



	Crop production	Animal husbandry
Prohibited activities	Use of synthetic fertilizer Use of chemical pesticides Use of genetically modified organisms (GMOs) Use of sewage sludge	Use of growth hormones Prophylactic administration of antibiotics Use of genetically modified organisms
Required activities	Use of organic seeds and locally adapted varieties Use of measures to improve soil fertility (e.g., crop rotation, organic fertilizer, erosion control) Pest/weed control only through mechanical/biological/thermic measures	Animal housing that allows for natural behavior (e.g., natural light, sufficient space) Use of organic fodder Access to pasture/outdoor areas

(Meemken and Qaim 2018)

⇒ **Impacts différenciés sur l'environnement et la santé**

- 2. En conséquent du Règlement, **des pratiques induites** (non spécifiques, mais **différemment mises en œuvre en AB/ AC** : pour la protection phytosanitaire et la fertilité des sols : ex. rotations + longues, part + importante de légumineuses...) : caractérisation des pratiques bio/ conv.

Malgré une diversité, l'AB est identifiable à la fois comme mode de production (process) et comme produit (par la certification), contrairement à d'autres propositions comme celles se référant à l'agroécologie



Une analyse de la littérature, dimension par dimension

	Composantes	Types d'externalités	Impacts, services, consommation de ressources	Caractéristiques de l'AB en jeu	
EXTERNALITES ENVIRONNEMENTALES	Transversal	Réglementaire	Dispositifs d'encadrement des pesticides	moins usage pesticides	
		Informations	Références produites pour l'agro-écologie	cahier des charges	
		Créations d'emplois	A l'échelle exploitation	+ main d'oeuvre en général	
	Sol	Moindres dégradations des qualités (physiques, chimiques et biologiques) des sols	Dégradation physique		couverture sol +, travail sol -
			Acidification		importance type sols
			Salinisation		moins usage pesticides
			Toxicification		moins usage pesticides.
			Eutrophisation		vigilance cuivre
			Dégradation biologique		moins apports de N et P
	Plus de services écosystémiques	Stockage de carbone			moins usage pesticides
Régulation cycle eau (rétention)				+ de prairies, + légumineuses	
Superficie	Ressource	Emprise foncière (si changement d'échelle)		travail sols -	
Eau	Ressource	Consommation d'eau		+ de matière organique,	
		Pollution par les pesticides		rendements plus faibles	
Air	Impacts sur la qualité	Pollution par les nitrates		moins irrigation	
		Pollutions particules, ammoniac		moins usage pesticides	
Energie fossile	Emissions de GES	Bilan émissions de GES		moins apport de N	
		Bilan consommation d'énergie (ACV)		?	
		Déchets, emballages, gaspillages		Plus faible émission GES/ha	
Phosphore	Conso pour la production	Moindre consommation		GES /kg + variable	
		Conso en aval		Plus faible conso énergie/ha	
Biodiversité	Conso ressource	Mortalité faune (oiseaux, poissons...) due aux pesticides		énergie /kg + variable	
		Impacts nitrates sur faune aquatique		?	
		OGM : réduction nb variétés cultivées			
		Service de pollinisation accru			
SANTÉ HUMAINE	Impacts négatifs des intrants	Régulation biologique des ravageurs +			
		Pas ou peu de pesticides	Toxicité aiguë des pesticides	moins pollution pesticides	
		Engrais azotés	Toxicité chronique dont cancers	moins pollution N	
		Médicaments vétérinaires	Souffrance des familles		
	Nutrition	Additifs	Risques d'allergies		pas ou peu de pesticides
			Qualité sanitaire	Contaminations microbiologiques, mycotoxines, métaux lourds, polluants org	pas ou peu de pesticides
			Appports	Toxicité des composés azotés NOx, et N2O, NH3, précurseur de particules	Hyp. 0,5-1% cancers liés aux pesticides, dt 20% de décès
	BIEN-ETRE ANIMAL	Santé Conditions de vie Gestion douleur	Régime alimentaire	Développement de l'antibio-résistance	? / place de l'élevage dans les exploitations
			Intégrité de l'animal	Risques d'allergies	moins usage des antibiotiques
			En plein air : risques accrus de prédation		47 additifs en AB / 300 en AC
Pâturage : exposition au parasitisme mais l'accès à une flore variée = +/- parasitisme					
Chargements faibles. Dilution parasitisme					
+ d'espace par animal en bâtiment, accès à l'extérieur, choix alimentaires pâturage					

Externalités négatives

Externalités positives

Consommation de ressources

Productions de biens privés marchands et impacts sur les biens communs non marchands



***We cannot measure the value of public goods properly.
Any estimates will be subject to ongoing contest and dispute.
There is no meaningful common value for public goods throughout Europe.
D. Pearce (1998)***



Méthodologie quantification biophysique & chiffrages économiques



1) Quantification : différences d'externalités + et - entre AB et AC

1) Externalités environnementales

2) Santé humaine, bien-être des animaux

3) Socio-économiques (emplois principalement

- Pas pesticides et engrais de synthèse, Antibiotiques & additifs limités
=> **Pollutions diffuses évitées ou limitées, et intérêts sur la santé**
- Evaluation des pratiques mises en œuvre et liens aux services

2) Chiffrages économiques

Périmètres sur lesquels on procède à l'évaluation (la parcelle, l'exploitation, le bassin versant, la France entière...).

Selon les dimensions considérées, les estimations vont de l'échelle Monde à la valeur de la vie d'un oiseau par ex
=> Proposition méthodo : **rapporter à l'hectare de grande culture** (ces surfaces concentrent la majorité des pesticides utilisés en France, avec environ 60% du volume global épandu)=> comparaison des montants

Coûts des externalités négatives liées à l'usage des pesticides : **utilisation IFT** français par type de culture pour calculer la quote-part associée

IFT GC Bio quasi nul.

Pour les données relatives aux Etats-Unis, la base de données FAOStat permet de décomposer la SAU en grands types de cultures. Il aurait été nécessaire de disposer des IFT aux USA, ce qui n'est pas le cas. Aussi, nous utilisons les IFT par culture français (*Butault et al 2010*), que nous appliquons aux Etats-Unis.

=> Nous ne nous sommes **pas autorisés à sommer l'ensemble des chiffrages économiques** (/risque double comptage notamment)

Environnement (1) Sol & Biodiv



24 % sols mondiaux dégradés (dont près de la moitié des sols agricoles) (*Bai et al., 2013*)

Dégradation chimique :

Pas de pesticides chimiques → **moins de toxication** (*Etude INRA, CGSP, 2013*)

Dégradation physique :

Davantage de couverture des sols en grandes cultures Bassin Parisien → **moins d'érosion** (*Anglade et al., 2015*)

Dégradation biologique :

Le travail du sol peut avoir un effet négatif sur la biodiversité du sol (*Creamer et al., 2016; Tsiafouli et al., 2015*).

L'augmentation de la diversité des cultures sous forme de rotation ou de culture intercalaire tend à augmenter la biodiversité des sols (*Tiemann et al., 2015; Zander, Jacobs et Hawkins, 2016*).

Au global → **+ fortes teneurs en matière organique (MO), et activité biologique renforcée** (*Etude INRA, CGSP, 2013*)

Dégradation sols monde : 1 Milliard € de pertes (*FAO, 2006*) –

Quelle part en France (introduction de facteurs contextes dépendant ?) ? Et quelle quote-part de moindres dégradations en AB ?

Environnement (1) Sols



Service de capacité de rétention de l'eau

Service dont bénéficie l'agriculteur
(mais externalité/ générations futures)

Service séquestration carbone dans les sols

Des pratiques favorisant : **légumineuses** dans **successions culturales**, part des **prairies** en général (pâturage ; moins de maïs ensilage)

Double enjeu : **1/Maintien des niveaux existants** **2/Fixation supplémentaire.**

1/ Stocks de carbone plus importants en AB : 37,4 t/ha vs 26,7 t/ha en AC

Méta-analyse (*Gattinger et al., 2012*)

Chiffrage économique : avec la valeur tutélaire du C (Quinet) 46,4 €/t pour 2016

2/ Potentiel de séquestration supplémentaire

Séquestration différentielle AB/AC (0,5 tC/ha *Aubert et al., conversion AB*) => soit entre **23 €/ha**

/!\ Si pratiques déjà adoptées : potentiel de stockage supplémentaire faible ou nul

Environnement (2) Eau



Qualité de l'eau : une des valeurs la plus étudiée

(Etudes CGDD, 2010, 2014, 2015; Agences Eau; CGAER, ...)

- Résidus de pesticides **dans de nombreux cours d'eau et nappes**
- Nitrates : **AB = quantité de nitrates lixiviés réduite de 30-40 %** (GC, Ile de France)
(Anglade, et al., 2015)

« La gestion curative ne saurait constituer une solution durable » (CGAER, 2016)

Coûts de traitements + coûts d'évitements → 20 € à 46 €/ha en GC

Références CGDD (et ref. USA)

Aires d'alimentation de captage (entre 6 et 22% de la SAU française)

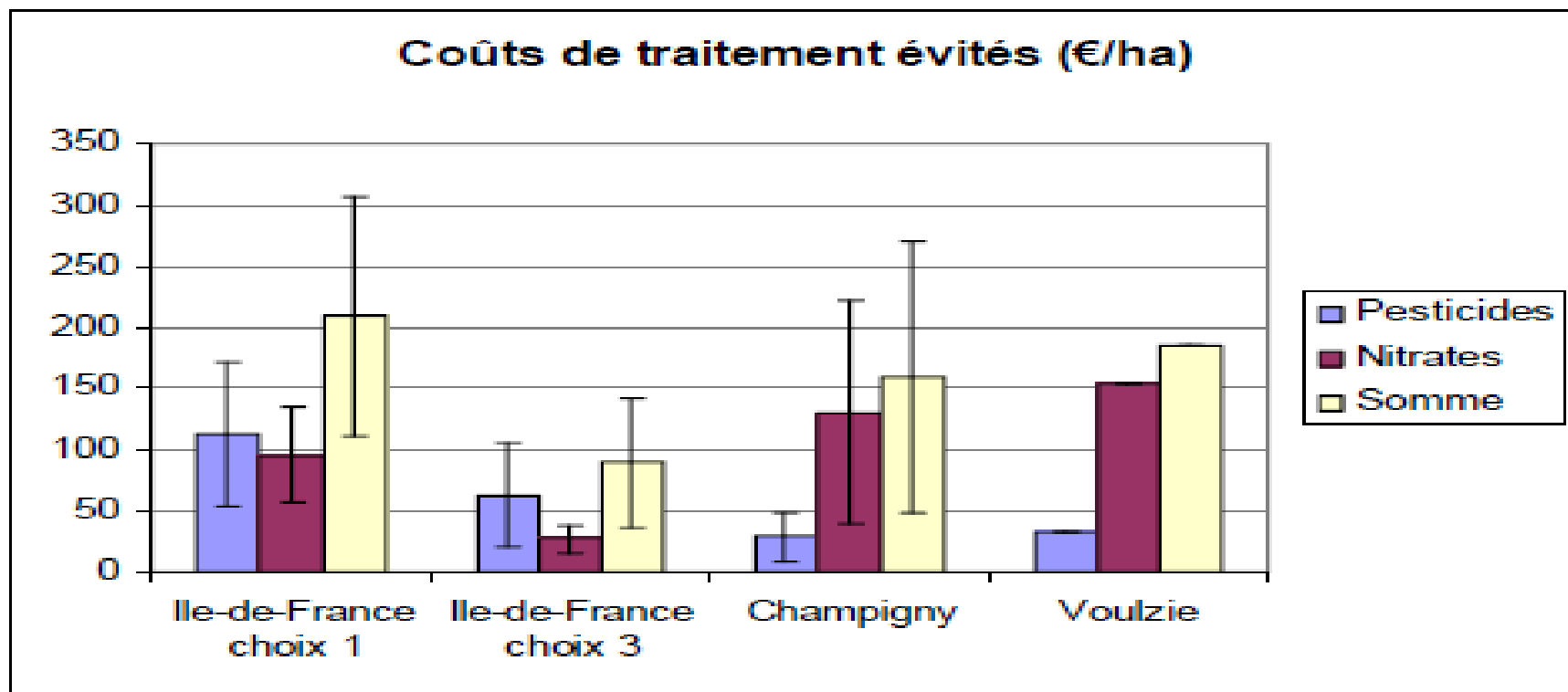
(Etude INRA-Agroparistech 2010)

→ ex. en Ile-de-France **49 €/ha et 309 €/ha**



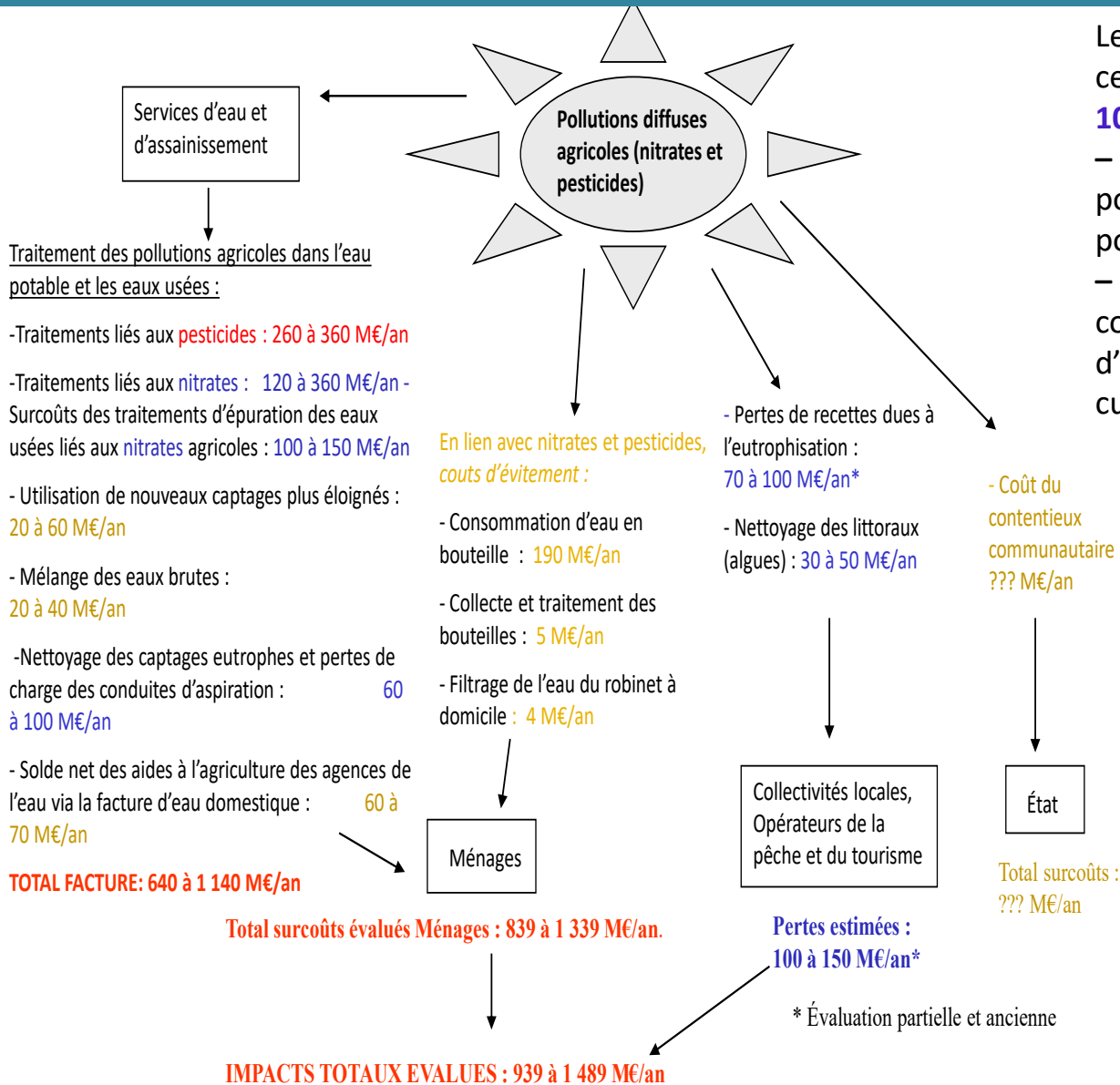
Les coûts liés aux traitements de l'eau sont partiellement évités ou ne sont pas évités si les conversions à l'AB sont diffuses (**nécessité d'un « effet masse »** sur l'aire d'alimentation)

Environnement (2) Eau



« Les valeurs sont très dépendantes des hypothèses et ne peuvent être sorties de leurs contextes », Larroque, 2010

Environnement (2) Eau



Les **dépenses additionnelles** générées par ces pollutions pour les **ménages** : entre **1000 et 1500 millions €**

- pour les ménages des localités les plus polluées, ces dépenses supplémentaires pourraient atteindre **215 €/ personne** ;
- les coûts de potabilisation constatés sont compris entre **800 et 2400€/ha** d'aire d'alimentation de captage d'eau potable cultivé conventionnellement.

Environnement (2) Eau



Malgré ces dépenses additionnelles de traitement de l'eau, plus de **8% des Français ont été alimentés au moins une fois dans l'année 2008** par de l'eau contaminée en pesticides à une concentration supérieure aux normes de potabilité (*Cour des Comptes, citée par le CGDD 2011*).

Pesticides : n'ayant pas la part utilisée en bio, nous considèrerons que la mise en œuvre de l'AB permet de s'affranchir de l'ensemble des coûts liés à la dépollution pesticides. Le bénéfice de l'AB ne correspond pas à l'intégralité des coûts de potabilisation de l'eau liés aux pesticides : selon les systèmes de culture, si les IFT ne sont pas nuls, il faudrait décompter les coûts de potabilisation de l'eau potentiellement générés en AB.
(bénéfice de l'AB surévalué/ dépollution pesticides).

Nitrates : Anglade et Billen permettent de proposer une hypothèse **d'environ 40% de lessivage d'azote évité en AB**

Pesticides + Nitrates (pollutions diffuses) : nous limitons les bénéfices de l'AB à une décote de 40 % du montant.

Environnement (2) Eau



<i>Sous-composantes</i>	<i>Externalités</i>	<i>Types</i>	<i>Caractéristiques</i>	<i>Principales références</i>	<i>Q</i>	<i>Montants hypobasse</i>	<i>Montants hyp hautes</i>
EAU	Quantitatif	Consommation ressource	Moindre irrigation/assolements	<i>Guyomard et al., 2013</i>			
	Qualité	Dégradation qualité / usage Pesticides	Moindres pollutions/ Pest.	<i>CGDD, B&G, Teigmeier 2004</i>		3	300
				Moindres pollutions/ nitrates	<i>CGDD 2011-2015, Sutton, 2011</i>		17

Env. (3) Biodiversité et SES



Biodiversité :

- Net déclin des populations d'**oiseaux** spécialistes des milieux agricoles (indice **100** en 1989 → **55** en 2013).
- Hyp. valeur vie oiseaux & poissons , USA, 1990 → **78 €/ha**
(*Bourguet Guillemaud, 2016* → **NON extrapolable**)
- Déclin espèces d'**abeilles sauvages** (1980-2014) : - 30 % à - 60 % (*Decourtye, 2014*)

Impacts des pesticides sur la faune : effets directs létaux et non létaux (affectant les comportements, la reproduction...), et des effets indirects

Mais difficile à isoler des facteurs combinés : interactions stress alimentaire, pathologique, disparition habitats,...

Env. (3) Biodiversité et SES



Services écosystémiques (SES) :

- **Pollinisation** favorisée en AB (*Shalene et al., 2014*)
 - 40 à 263 Md€ Monde ; Europe : **22 Md€ (ECOSERV)** → **3,5 à 48 €/ha**
 - les espèces sont +/- dépendantes de la pollinisation
 - Valeur de contribution à la richesse produite (~5-8 %), pas une évaluation de ce que représenterait la perte du service (*Chevassus-au-Louis et al. 2009*)
 - Déclin des abeilles : multi-factoriel (quel poids du facteur pesticides ?)
- **Régulation biologique**
 - Mosaïque paysagère prépondérante (*Sabatier, 2011*)
 - Effet clair en grandes cultures ; pas d'effet sur prairies (*Inclam et al., 2015*).
 - Effets de l'AB sur régulations biologiques/parcelles AC proches (*Gosme et al., 2012*)
 - Estimation économique : valorisation /au coût insecticides évités : **30-180 €/ha** (*Sandhu et al., 2015*)



Env. (3) Biodiversité et SES



Sous-composantes	Externalités	Types	Caractéristiques	Références & Remarques	Q	Montants hypobasse	Montants hyphautes
BIODIVERSITE	Moindres ext. -	Morts faune (oiseaux, poissons, ..)	Moindres pollutions/ Pest.	Bourguet et Guillemaud, 2016		78*	78*
		Impacts nitrates faune aquatique	Moindres pollutions / N				
		OGM : réduction nombre de variétés cultivées					
	Service de pollinisation			Pimentel, Landenbach 2012, Gallai 2009		3,5	48
	Service de régulation biologique			Sandhu 2015		30	180

* Non extrapolable

Env. 4) le changement climatique



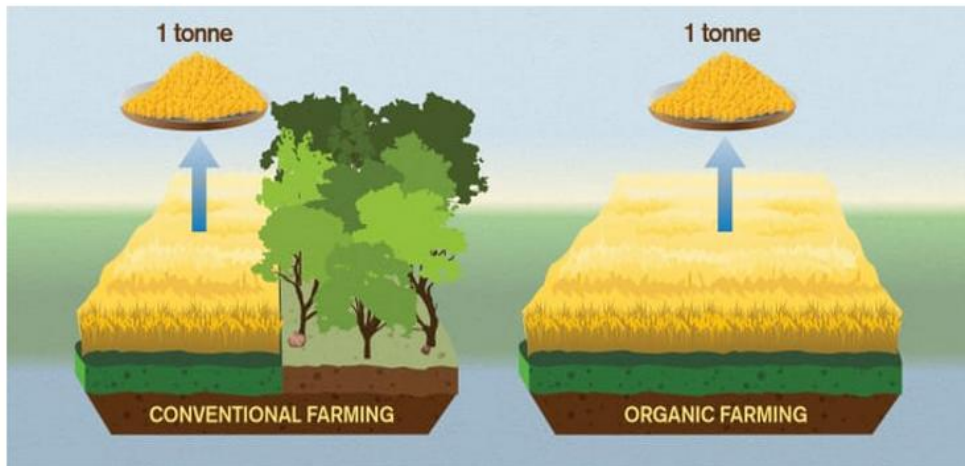
Emissions de Gaz à Effet de Serre :

Forte variabilité selon les situations et types de production

Importance de l'unité fonctionnelle Par ha : AB souvent meilleure qu'AC

Par kg de produit : AB comparable, parfois inférieure à l'AC

=> Facteur majeur = niveau de productivité



The crops per hectare are significantly lower in organic farming, which, according to the study, leads to much greater indirect carbon dioxide emissions from deforestation. Credit: Yen Strandqvist/Chalmers University of Technology

Assessing the efficiency of changes in land use for mitigating climate change

Timothy D. Searchinger^{1,2*}, Stefan Wirseni³, Tim Beringer⁴ & Patrice Dumas^{5,6}

Mais les systèmes basés sur les importations pour l'alimentation animale génèrent de la déforestation importée. Il faut raisonner cette question avec la prise en compte de **l'évolution des régimes alimentaires** (moins de consommation de viande chez les consommateurs bio (*Baudry et al., 2013*))

Prospectives 100 % AB, GES, ***couplage & évolution régime alimentaire***

France (Solagro, 2016) : *Afterres 2050*

Europe (Iddri-AsCA, 2018) : *TYFA (Ten Years for Agroecology)*

Monde (FIBL; Müller et al., 2017) : + couplage avec baisse du gaspillage

Adaptation des régimes alimentaires & occupation des terres

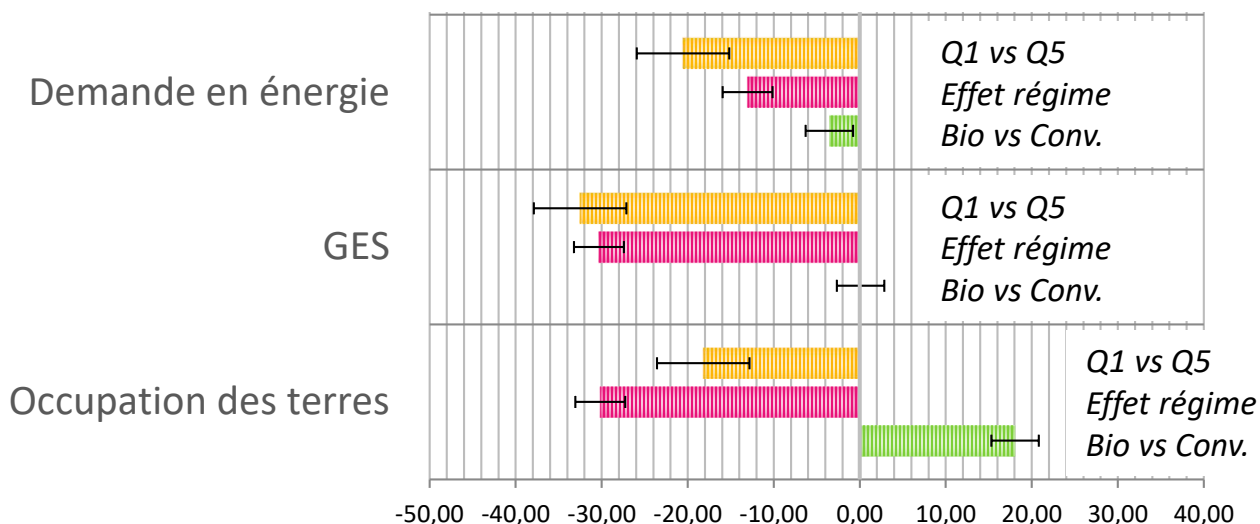


Décomposition des effets régimes et modes de production

Effets du régime alimentaire (part importante de produits animaux) sur indicateurs env.
Réguliers (Q1) vs très occasionnels (Q5) consommateurs de produits bio

Emmanuelle Kesse-Guyot (cohortes BioNutrinet)

(Colloque INRA Salon Agriculture Paris 2018)



-à régime alim. égal, la conso. bio génèrerait + 18 % occupation des terres

-avec les régimes alim. Bio (moins carnés) : occupation des terres diminuée de 18 %

Avec contribution de SOLAGRO pour les hypothèses de baisses de rendements, et niveaux de GES des assiettes

Santé humaine



La santé humaine

L'OMS estime que **23 % de la mortalité mondiale est liée à l'environnement**

Augmentation	Maladies chroniques (diabète, maladies respiratoires, maladies inflammatoires, cancers) et troubles de la fertilité et de la reproduction
1% à 40 %	Fraction de maladies attribuables aux produits chimiques, selon les types de produits chimiques et les maladies (Brignon et Payrastre, 2022).
+ de 10 %	Part des cancers liés à l'exposition à l'ensemble des polluants selon l'Agence EU de l'environnement

NB : Le développement de **l'enfant**, tant au cours de sa vie intra-utérine que postnatale, est connu pour être extrêmement sensible, d'une manière générale, aux xénobiotiques, parmi lesquels figurent les pesticides (*INSERM 2013*)

Imbrication des facteurs polluants : pollution atmosphérique, rayonnements ultraviolets, amiante, substances chimiques, etc ...

/!\ => Difficulté à extraire les effets propres du système agri-alimentaire



L'exposition aux produits phytopharmaceutiques (PPP)



- **Professionnelles** : lors de l'application, nettoyage du matériel, réentrée dans la parcelle



- **Environnementales** : air, eau (cours et nappes), sol, contamination de la chaîne alimentaire

Populations spécifiques davantage exposées :

- Riverains
- Grossesse => vie intra-utérine => enfant, puberté



- **Alimentaires** : résidus dans les aliments (principale voie pour la population générale)

▶ 3 voies d'exposition

- Orale
- Cutanée
- Par inhalation

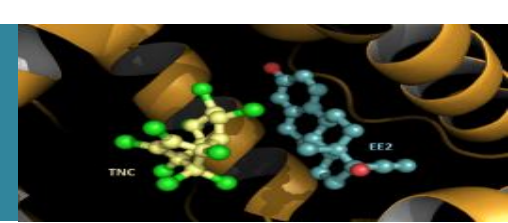
▶ 2 types d'exposition

- Aiguë
- Chronique



- Difficulté d'établissement des **causalités** => « **liens** »
- Caractère multifactoriel des maladies et multi-expositions à des substances toxiques

Santé (1) Pesticides



Nombreuses études récentes :

- Exposition population française aux pesticides parmi les plus élevées (*INVS, 2013*)
- Lien entre exposition pesticides et maladies profess. (*INSERM, 2013, AGRICAN 2005-2020*)
- Effets « cocktail » des molécules / synergie : ↗ dangerosité (*Delfosse et al. 2015*)
- Effets faible dose (Ex : Perturbateurs Endocriniens)

Effets toxicité aigüe

Effets / exposition chronique

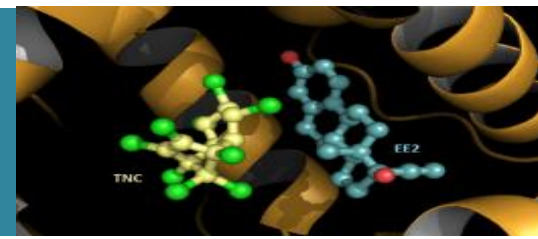


Caractère multifactoriel des maladies et effets retards

Hypothèses :

- (*Bourguet & Guillemaud, 2016*) 0,5 -1% **cancers imputables à pesticides agricoles** (estimation d'1 médecin !)
- 20 % mortalité et entre 3 et 8 millions €/décès
- **V.V.S** de 9 M\$ au lieu de 3 M€ (OCDE)
 - ⇒ **141 €/ha** (*Bourguet & Guillemaud, 2016*) **Données trop fragiles**
 - Si VVS = 3M€ → **62 €/ha**

Santé & pesticides (quantifications)



Agriculteurs (INSERM 2013).

LNH : 7 méta-analyses, augmentation du risque de survenue de LNH allant de 3 % à 98 % (signif 5 méta-analyses)

Parkinson : excès de risque de 50 à 71 % (et même 150 % pour étude avec évaluation exposition détaillée)

Leucémies : 7 méta-analyses augmentation du risque de survenue de 7 % à 43 % (significative ds 3)

Myélomes multiples : En FR, un risque significativement augmenté de 59 % de décès chez des agriculteurs et ouvriers agricoles/ pop gle.

Cancer de la prostate : USA, Cohorte AHS : de 19 % à 28 %

Expositions environnementales (Riverains, Femmes enceintes => fœtus) :

Lors d'une **exposition professionnelle maternelle** aux pesticides en période prénatale, **altération du développement neuropsychologique et moteur**. Par ailleurs, le risque de **leucémie** est significativement augmenté de 60 % pour une étude et + 100 % pour une autre.

Un accroissement significatif du risque de leucémie chez l'enfant de 38 % est également associé à l'exposition **pendant l'enfance** aux pesticides en général et il est plus important (61 %) lors d'une exposition aux insecticides

Enfants, en **population générale**, l'exposition à des pesticides résultant de la proximité du lieu de résidence à des zones agricoles ou d'un usage domestique de pesticides a été associée à une **augmentation du risque de malformations congénitales, en particulier, des malformations cardiaques, des malformations de la paroi abdominale et des membres ou des anomalies du tube neural**

Consommateurs :

- ▶ L'alimentation, principale voie d'exposition aux pesticides pour la population générale
- ▶ Manger bio permet de diminuer l'exposition aux pesticides de synthèse pour les consommateurs

Santé (5) Bénéfices/ alimentation



Bénéfices santé alimentation :

- Qualités nutritionnelles (plus de certains composants : anti-oxydants, nutriments)
(*Baranski et al., 2014, Średnicka-Tober et al, 2016*)

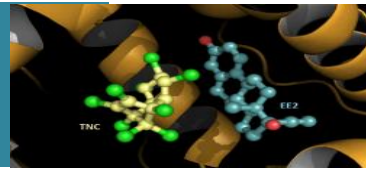
Cohorte BIONUTRINET (54311 consommateurs FR)

- Les consommateurs bio ont des régimes alimentaires et des modes de vie plus sains
- **Moins d'obésité et de pathologies** associées dans la cohorte BioNutrinet
(*Kesse Guyot et al., Baudry et al., 2015*)
=> Ce travail doit être poursuivi



Et volet aval (additifs) : réglementation spécifique AB

Santé & pesticides (chiffrages économiques)



IMPACTS SANTE	Montant en millions US dollars (revalorisés en US dollars 2013)
Intoxications aiguës (traitements et perte de jours de travail)	123*
Effets exposition chronique (traitements des cancers)	1 192**
Pertes de jours de travail pour les personnes atteintes de cancers	87***
Mortalité due aux intoxications	405***
Mortalité due à la toxicité chronique liée aux pesticides	18 000***
TOTAL	19 807

Source : Revue Bourguet & Guillemaud (références : * Steiner et al., 1995 ; **Pimentel et al., 1992 ; *** calculs des auteurs)

Développement neuro & capacités cognitives (Bellanger et al., 2015) : A partir de 2 cohortes, (Bouchard, 2010, n=119) & (Engel et al., 2011 ; n=200), avec des mesures de concentrations des métabolites dans les urines, et des mesures du QI => hétérogénéité résultats, études complémentaires nécessaires. Mais la relation est tout de même extrapolée à des pertes de QI à l'échelle européenne, puis *les points de QI perdus = manque à gagner pour la société.*

Santé (2) Antibiorésistance



Au moins 50% des antibiotiques destinés à l'élevage (OMS)

En France

- **Bovins** : Systèmes conventionnels (bovins) utilisent en moyenne **3,5 fois + de traitements allopathiques** (1,7) que les systèmes bio (0,5) (*CEDABIO 2012*)

Impacts antibiorésistance : **25 000 morts/an** dans UE (*Fournier, 2013*)

Coûts médicaux directs + indirects + pertes productivité = 1,5 milliard €/an UE

Mortalité : (VVS= 3 M€) = 75 milliards €/an UE

→ Pour la France : **10 milliards €/an**



Le transfert des résistances entre les bactéries humaines et animales existe, mais difficulté d'estimer l'importance de ce processus.

Santé (4) Pollution air



Pollution atmosph. : le 1^{er} risque environnemental pour santé humaine (OMS)

- 400 000 décès prématurés dans l'UE

- Coûts externes totaux : 330 à 940 Mds €/an - Coûts sanitaires **FR : 68 à 97 Mds €/an**
(Bureau Environnemental de la Commission Européenne) (Rapport Aichi)

Bureau Environnemental EU = viser l'évitement de 58 000 morts prématurées (coûts estimés à 3,4 Mds/an) permettrait de produire des **bénéfices** entre **40 et 140 milliards** par an (plus grande productivité, coûts de santé diminués...), soit **12 à 40 fois supérieurs au coût des mesures** (EU, 2015).

Agriculture : émissions de microparticules ou précurseurs (NH₃), poussières, ...

AB : Atout = pas d'engrais azotés de synthèse,



mais épandage produits organiques → part de volatilisation azote.

Contribution de l'agriculture difficile à chiffrer

Contribution spécifique de l'AB difficile à évaluer

Santé – Bilan chiffrages

Sous-composantes	Externalités	Types	Caractéristiques AB/AC	Principales Références	Q	Montants hyp basse	Montants hyp hautes
Moindres ext. -	Toxicité aiguë/ Pesticides		Moindres/ Pest.	<i>Bourguet et Guillemaud, 2016 (Pimentel)</i>		4,2	4,2
	Chronique/ pesticides	Hyp. 0,5-1% de cancers liés aux pesticides et hyp. 20 % de décès, VVS = 9 millions de \$US	Moindres/ Pest.	<i>Bourguet et Guillemaud, 2016 (calculs des auteurs) : 156 €/ha</i>		62,4	292
		Souffrance des familles	?				?
	Chronique / Forme engrais azotées	Nox, et N2O, NH3, précurseurs de particules	?	?		?	?
	Antibio-résistance	3 x moins de traitements allopathiques (bovin)	Moindres / Antibio	<i>Casdar CedABio, 2012 Casdar Synergies 2016</i>		?	?
	Additifs	Risques d'allergies / pers. asthmatiques, urticaires	Moindre utilisation : 47 en AB sur 300 en AC	<i>Maranhao et al., 2014 Viegas et al., 2015</i>		?	?
Impacts positifs	Nutritionnel	Certains composés bénéfiques à la santé ressortent + présents (certains oméga3, anti-oxydants,..)		<i>* + Baranski et al. 2014, Średnicka-Tober et al. 2016</i>		?	?
	Régime alimentaire	Association avec régimes + sains pour les grands consommateurs de bio		<i>Kesse-Guyot et al., 2013</i>		?	?

(Bellanger et al., 2015) sur le QI non mentionnée : => 490 €/ha et 1700 €/ha (fragilité étude/ nb cas, et résultats hétérogènes

A large green diagonal shape on the left side of the slide, extending from the top-left corner towards the center.

Démarches intégratives et questions méthodologiques/ agrégation

Rapport Externalités de l'AB : Principales conclusions

	Composantes	Types d'externalités	Impacts, services, consommation de ressources	Caractéristiques de l'AB en jeu	Effet*	chiffrage €/ha **
Environnement	Transversal	Règlementaire	Dispositifs d'encadrement des pesticides	moins usage pesticides	■	14
		Informations	Références produites pour l'agro-écologie	cahier des charges	■	
		Créations d'emplois	A l'échelle exploitation	+ main d'œuvre en général	■	19 - 37
	Sol	Moindres dégradations des qualités (physiques, chimiques et biologiques) des sols	Dégradation physique	couverture sol +, travail sol -	■	?
			Acidification	importance type sols	■	?
			Salinisation	moins usage pesticides	■	?
			Toxification	moins usage pesticides	■	?
			vigilance cuivre	■	?	
			Eutrophisation	moindres apports de N et P	■	?
		Dégradation biologique	moins usage pesticides	■	?	
Plus de services écosystémiques		Stockage de carbone	+ de prairies, + légumineuses	■	?	
	travail sols -	■	?			
Superficie	Ressource	Emprise foncière (si changement d'échelle)	rendements plus faibles	■	?	
Eau	Ressource	Consommation d'eau	moins irrigation	■	?	
	Moindres impacts sur la qualité	Pollution par les pesticides	moins usage pesticides	■	3-300***	
		Pollution par les nitrates	moins apport de N	■	17 - 23	
Air	Impacts sur la qualité	Pollutions particules, ammoniac	?	■	?	
	Energ	Emissions de GES	Bilan émissions de GES	Plus faible émission GES/ha	■	?
GES /kg + variable			■	?		
Phos	Conso pour la production	Bilan consommation d'énergie (ACV)	Plus faible conso énergie/ha	■	?	
	Conso en aval	Déchets, emballages, gaspillages	?	■	?	
	Conso ressource	Moindre consommation	?	■	?	
Biodiv	Moindres externalités négatives	Mortalité faune (oiseaux, poissons...) due aux pesticides	moins pollution pesticides	■	43 - 78	
		Impacts nitrates sur faune aquatique	moins pollution N	■	?	
		OGM : réduction nb variétés cultivées	?	■	?	
	Plus de services écosystémiques	Service de pollinisation accru	pas ou peu de pesticides	■	3,5 - 48	
Régulation biologique des ravageurs +		pas ou peu de pesticides	■	30 - 180		
Santé H	Impacts négatifs des intrants	Toxicité aiguë des pesticides	pas ou peu de pesticides	■	4	
		Toxicité chronique dont cancers	Hyp. 0,5-1% cancers liés aux pesticides, dt 20% de décès	■	62 - 292	
		Souffrance des familles	?	■	?	
	Engrais azotés	Toxicité des composés azotés NOx, et NaO, NH3, précurseur de particules	? / place de l'élevage dans les exploitations	■	?	
		Médicaments vétérinaires	Développement de l'antibio-résistance	moins usage des antibiotiques	■	?
	Additifs	Risques d'allergies	47 additifs en AB / 300 en AC	■	?	
	Nutrition	Qualité sanitaire	Contaminations microbiologiques, mycotoxines, métaux lourds, polluants org	■	?	
		Apports	+ de certains composés bénéfiques	oméga3, anti-oxydants	■	?
Régime alimentaire		Corrélation avec mode de vie + sain	■	?		
BEA	Santé Conditions de vie Gestion douleur	Intégrité de l'animal	- mutilations, et pratiques sous analgie	■	?	
		Surfaces accessibles aux animaux	En plein air : risques accrus de prédation	■	?	
			Pâturage : exposition au parasitisme mais l'accès à une flore variée = +/- parasitisme	Cahier des charges et ses conséquences	■	?
			Chargements faibles. Dilution parasitisme + d'espace par animal en bâtiment, accès à l'extérieur, choix alimentaires pâturage	■	?	
TOTAL				■	???	



Emprise foncière



Impacts positifs sur de nombreux items (points forts : pesticides, fertilisants -> eau, biodiversité, santé humaine)



Quelques points litigieux (Cuivre, GES/kg prod., prédation et parasitisme...)



Un point négatif : productivité et surface nécessaire

Justification sociétale des soutiens à l'AB sur la reconnaissance de ses bénéfices



??

Les qqs éléments de chiffrages économiques les + élevés portent sur la santé, avec des incertitudes de chiffrages les plus grandes...

Externalités environnementales : chiffrages intégratifs

A l'échelle de pays

Angleterre

- (Pretty et al., 2000) Coût env à **423 €/ha** pour les terres arables et prairies permanentes
- (Pretty et al., 2005) « **Surcoût moyen environnemental** » global du conventionnel **de 12%/ l'AB** (paniers hebdomadaires de paniers bio et conventionnel)

Etats-Unis :

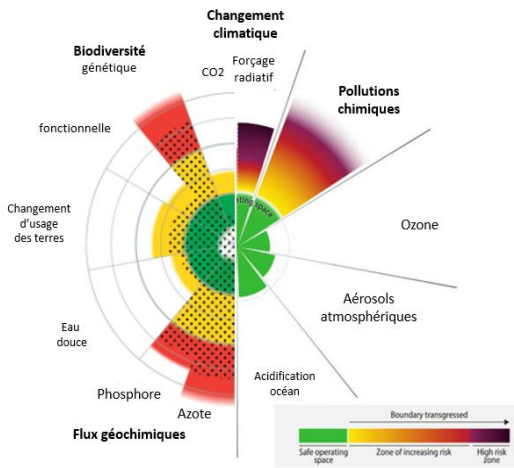
Tegtmeier & Duffy (2004) : **20 à 64 €/ha de** grandes cultures pour les Etats-Unis (bien en deçà du coût global calculé par Bourguet et Guillemaud ; cf. réfs de Pimentel).

Pays-Bas

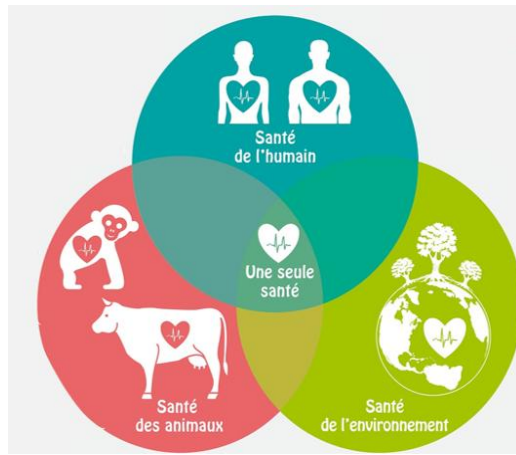
(Jongeneel et al., 2014) : bénéfice agricole = 5 533 millions €/an, les coûts externes **1 885 millions €/an**, soit **952 €/ha pour les terres arables et prairies**.

. Les auteurs indiquent que ce coût reflète sans doute le caractère intensif de leur agriculture

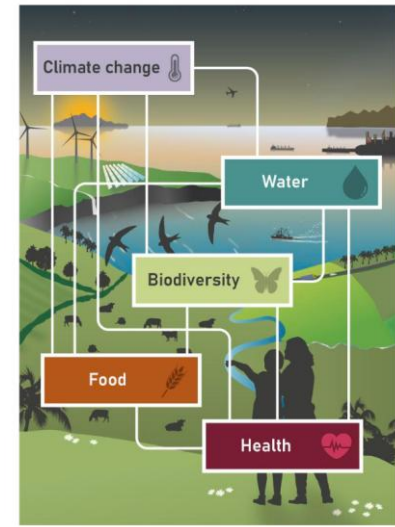
=> Marges d'incertitudes importantes, fortes différences entre les méthodes



Campbell et al., 2017, agricultural sector is a major contributor to planetary boundary transgressions



INRAE (2020), One Health, Nexus



IPBES, Options for delivering sustainable food systems, 2025

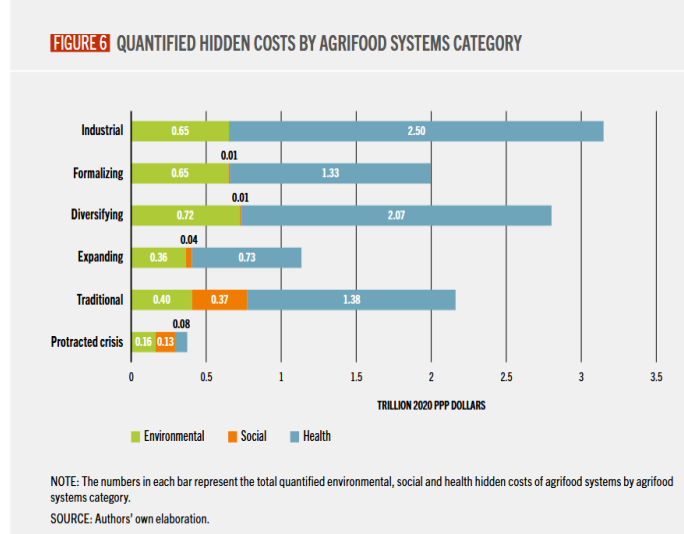
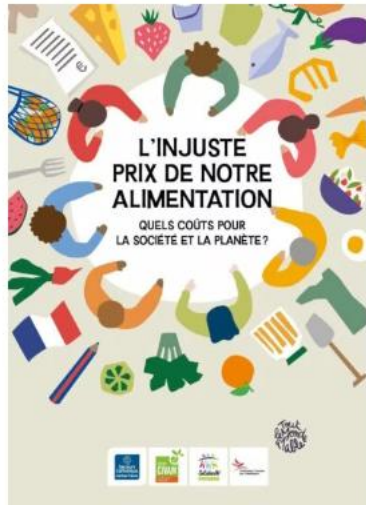
Pourquoi actualiser ?



INSERM, 2021



INRAE Ifremer



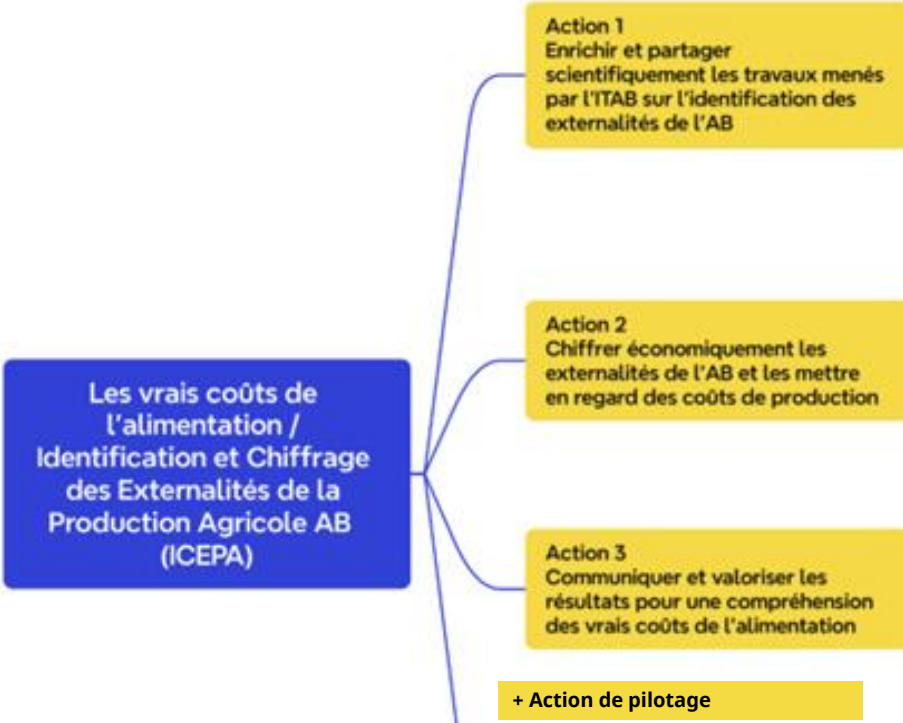
TCA (True Cost Accountancy, 2023)

Suites externalités : actualisation chiffrages économiques (ICEPA)

► Identification et chiffrages des externalités de la production agricole

Projet ICEPA ECOPHYTO, "miroir" du -potentiel- projet METABIO en construction

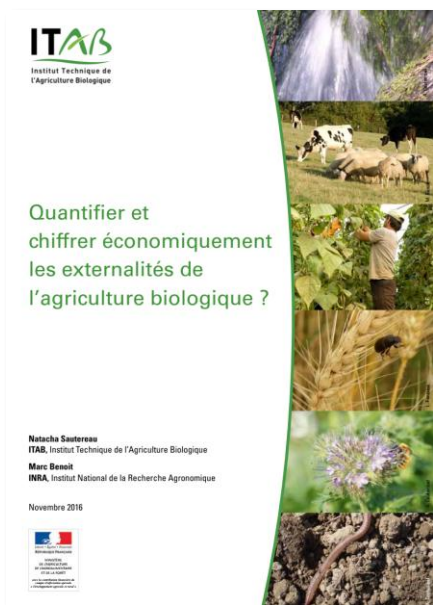
Projet structurant Pôle Durabilité-Transition et pôle Qualités-Transformation sur 4 ans (2025-2029)



- Investissement fort en ce qui concerne la valorisation scientifique du travail sur les externalités de l'AB sur les 4 prochaines années
- => Efforts supplémentaires / qualifier les niveaux de preuve, les incertitudes & biais

Financé dans le cadre de la stratégie **écophyto**

Externalités AB/AC actualisations quantifications biophysiques



2016

2024



2025



- ▶ Sol
- ▶ Biodiversité
- ▶ Climat
- ▶ Santé

- ▶ Eau (quantitatif)

Biodiversité : Nouvelles méthodes et données

Mettre en valeur(s) la biodiversité : état des lieux et perspectives France Stratégie (2024)



Valeur monétaire associée à **8 services écosystémiques en France** se situe entre **18 et 49 milliards d'euros par an, soit 0,6 % à 1,8 % du PIB** (estimations EFESE, et Commission EU)
=> Agrégation de valeurs associées à un nombre limité de services écosystémiques, (ex. contribution de la **pollinisation à la production agricole (entre 0,5 et 3,8 milliards €/an)**).



Ces estimations ne peuvent pas être interprétées comme la valeur de la nature en France : elles ne tiennent pas compte **des valeurs de non-usage associées à la nature** : l'évaluation du service de pollinisation ne prend pas en compte la contribution des pollinisateurs à la stabilité et au fonctionnement des écosystèmes.

Les **valeurs marginales de services écosystémiques** peuvent servir de valeurs de référence /projet
=> pourraient être développées pour services écosystémiques (ex. purification de l'eau, etc).



Exposition professionnelle aux PPP et incidences sur la santé

► Impacts des pesticides sur la santé des professionnels

Expertise collective mise à jour
en 2021 sur 5 300 documents



Exposition
aux PPPs



Des présomptions de liens gradées :

INSERM, 2021, Pesticides et santé – Nouvelles données

→ 13 présomptions fortes d'un lien entre l'exposition aux pesticides et six pathologies

Lymphome non-Hodgkinien
(TMP 59, 2015)

Myélome multiple
(TMP 59, 2019)

Cancer de la prostate
(TMP 61, 2021)



Maladie de Parkinson
(TMP 58, 2015)

Troubles cognitifs

Santé respiratoire

• Substances Actives associées

LNH, liens avec des SA (malathion, diazinon, lindane, DDT) et avec une famille chimique de pesticides (organophosphorés),
Maladie de Parkinson et troubles cognitifs avec les insecticides organochlorés et les organophosphorés, respectivement.

► Confirmations de liens, et nouvelles maladies reconnues comme professionnelles, liées à l'exposition aux pesticides



Nouvelles données aussi / Riverains

Pesticides et effets sur la santé. Nouvelles données

Présomption d'un lien entre exposition aux pesticides et troubles cognitifs

Exposition	Populations	Présomption d'un lien
Pesticides*	Agriculteurs, avec ou sans antécédents d'intoxications aiguës	++
Pesticides (sans distinction)	Populations générales ou riverains des zones agricoles	+

* principalement insecticides organophosphorés

++ d'après les résultats d'une méta-analyse en 2013, de deux méta-analyses récentes, de trois cohortes prospectives et de nombreuses études transversales Niveau de présomption passe de moyen à fort

+ d'après les résultats de deux études transversales et deux études prospectives Données nouvelles



Excès de risque altération du développement neuropsychologique et moteur de l'enfant/expositions femmes enceintes

Familles et substances actives impliquées dans les excès de risque d'altération du développement neuropsychologique et moteur* de l'enfant : résultats des études avec biomarqueurs chez les femmes enceintes

Exposition pendant la grossesse	Atteintes observées chez l'enfant	Présomption d'un lien
Organophosphorés		
Sans distinction	Altération des capacités motrices, cognitives et des fonctions sensorielles	++
	Comportement évocateur des troubles du spectre autistique	+ ^a
Chlorpyrifos	Altération des capacités motrices et cognitives	+ ^b Interaction avec <i>PON1</i>
Malathion Méthyl-parathion	Altération des capacités motrices et cognitives	+ ^c Interaction avec <i>PON1</i>
Carbamates/ Thiocarbamates		
Propoxur	Altération des capacités motrices et cognitives	+ ^c
Pyréthroïdes		
Sans distinction	Troubles du comportement de type internalisé tels que l'anxiété	++
	Altération des capacités motrices et cognitives	±
Organochlorés**		
Chlordécone	Altération de la motricité fine	+ ^d

++ d'après les résultats de dix-huit cohortes pour les organophosphorés, renforce les résultats de 2013 ; d'après les résultats de trois cohortes pour les pyréthrinoïdes Données nouvelles
 +^a d'après les résultats de deux cohortes Données nouvelles ; +^b d'après les résultats de deux cohortes supplémentaires par rapport à 2013 ; +^c aucune étude nouvelle depuis 2013 ; +^d d'après les résultats d'une cohorte, résultats de 2013

± d'après les résultats de cinq études (positives et négatives) Données nouvelles

* comprend le développement psychomoteur et mental, les performances cognitives et le comportement

** La littérature scientifique concernant les autres organochlorés n'a pas été réexaminée.

PON1 : paraoxonase 1.

Et des impacts sur des enfants loin de la FR...

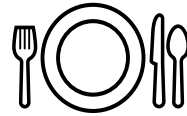


Brésil, 2004-2019
Municipalités Amazonie et
Cerrado,
25% SAU couverte par le soja
Augmentation statistiquement
significative des cas de leucémie
pédiatrique suite à l'expansion de
la production locale de soja

(Skidmore et al., 2023)

De nouveaux résultats sur Bio & alimentation

Impact des pesticides sur la santé de la **population générale**



Incidences & Pathologies

Notamment :

- ▶ **FR** : une cohorte emblématique sur alimentation & santé : **Nutrinet Santé**
- ▶ **USA** : **Cohorte NHANES** (National Health and Nutrition Examination Survey)
- ▶ **DK** : **Danish Diet, Cancer and Health cohort**
 - Impacts sur la santé évalués en suivant un large échantillon d'adultes dans le temps
 - Prise en compte de nombreux facteurs de confusion (modes de vie, habitudes alimentaires, profils sociodémographiques..).



Risques inférieurs de développer :

- des **maladies métaboliques** : association statistiquement significative entre la consommation d'aliments biologiques et un **risque moindre de diabète T2** aux **USA** (*Sun, 2018*), - 8199 adultes, suivi 4 ans- et en **FR** (*Kesse-Guyot, 2020*) - 4 ans de suivi de 32 000 adultes - et incidence suggérée plus faible pour **DK** (*Andersen et al. 2023*)– (57053 personnes âgées de 50 à 65 ans, suivi 3,5 ans)
- des **cancers** (cancer au global, cancer du sein, LNH)
mais ... Nécessité d'affiner les résultats (résultats pas toujours convergents selon les cohortes)

Exposition environnementale aux PPP et incidences sur la fertilité féminine

► Projet PESTIFERTI

Resp. Scientifique : Joëlle Dupont, INRAE Nouzilly

* SOPK :
Syndromes
Ovariens
Polykystiques

13. Principaux résultats finaux

H1: Existence d'un lien potentiel entre l'expo. environnementale (eaux/sol/air) au niveau du lieu d'habitation et les types d'infertilité des patientes ?
Les patientes SOPK résident dans des communes qui ont des taux de pesticides dans les eaux de surface supérieurs aux patientes normales.

H2: Les 18 PP + métabolites sont retrouvés au niveau des liq. biologiques ?
3 composés ont été retrouvés (Carbendazime, dimetomorphe et métabolite de l'atrazine)

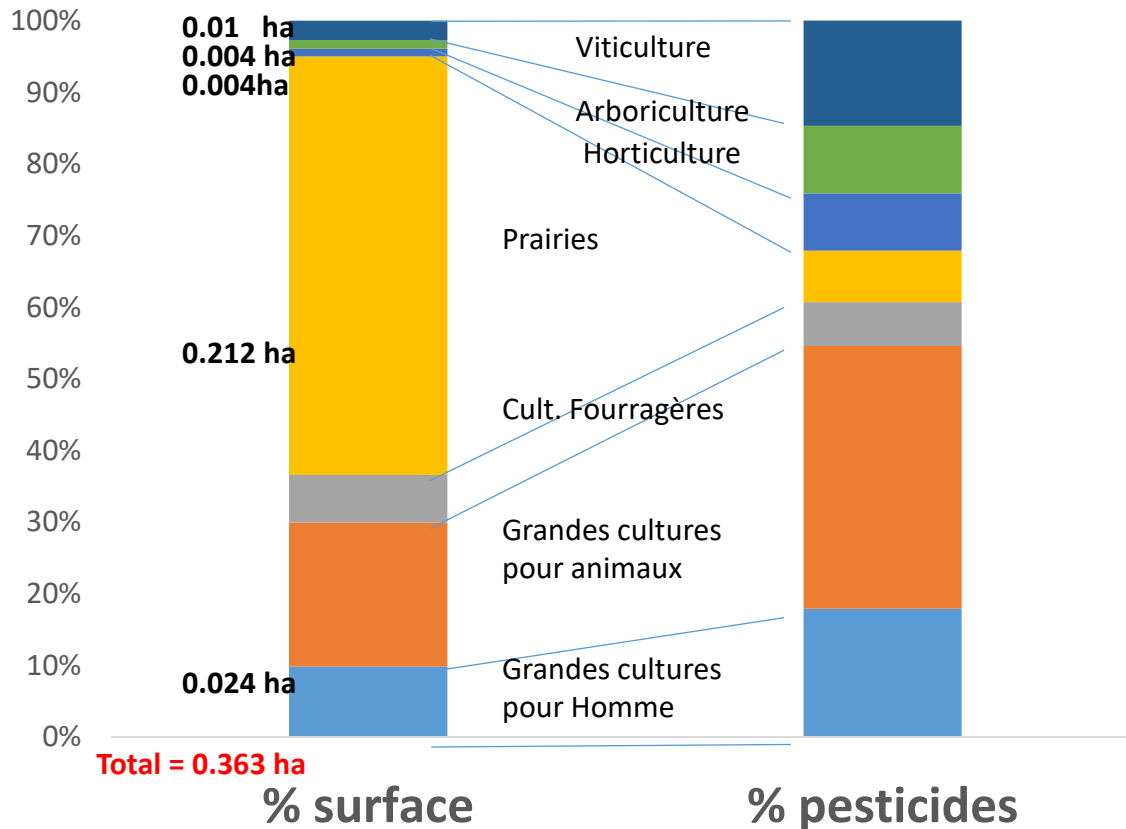
H3: Existence d'un lien entre la conc. des PP dans les liq. biol. et l'expo. environnementale au niv. de la résidence des patientes ?
Pas de réponses possibles car pas de composés suffisamment retrouvés

H4: Les PP ont un effet néfaste sur les cellules ovariennes humaines ?
Oui pour le tébuconazole et les effets sont variables selon la composition corporelle (obèse ou non) et le type d'infertilité (SOPK)

Les couts liés aux usages des pesticides par ha de cultures : relier les pratiques agricoles jusqu'aux différentiels d'effets santé en passant par les régimes alimentaires pour la population générale

Ha (Alimentation) / consommateur

Utilisation pesticides



En valorisant les nouveaux travaux / riverains + population générale

PARCEL (5 métropoles France)

Butault et al 2011 (à actualiser)

De nouveaux travaux sur « coûts cachés »...

Coût marchand de l'alimentation et estimation des externalités négatives du système alimentaire

Pays et monde	Dépense de consommation alimentaire des ménages (1)	Coût des externalités (2)	Ratio (2) / (1)	Santé humaine % de (2)	Environnement % de (2)	Autres impacts % de (2)
Royaume-Uni, 2015, Md £	120	116	0,97	48%	39%	13%
Suisse, 2018, Md CHF	37	32	0,86	45%	36%	19%
États-Unis, 2019, Md US\$	1 100	2 105	1,91	54%	38%	8%
Monde, 2018-2019, Md US\$	10 000	11 900	1,19	38%	44%	18%

Source : Michel Duru et Anthony Fardet, adapté par Jean-Louis Rastoin.

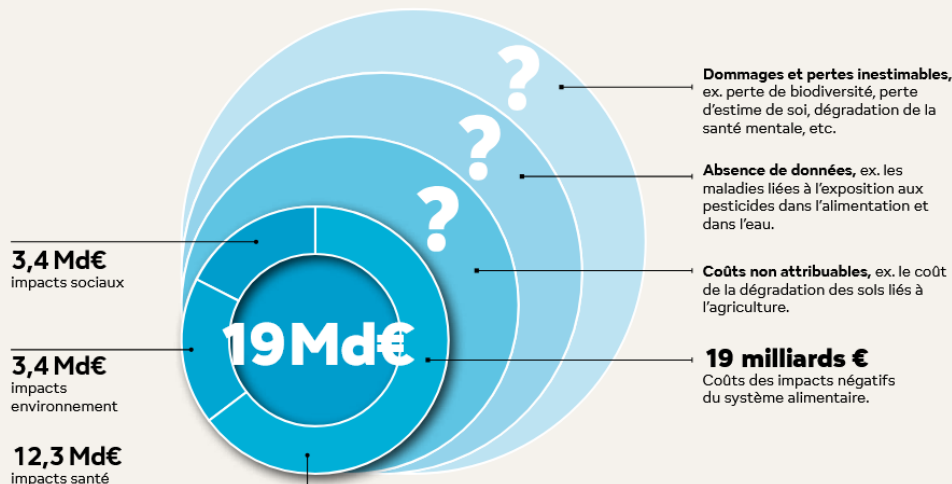
Coûts cachés de l'alimentation au Royaume-Uni : « Les effets délétères de santé sont ainsi aussi coûteux que tous les autres coûts externes » (Fitzpatrick et Young (2017))

Etude CCFD-Terres Solidaires, BASIC et POLLINIS (2017) sur les coûts cachés concernant les pesticides au sein de l'UE: **2,3 milliards d'euros = « somme des coûts cachés directement attribuables aux pesticides »** à la charge de la société / 0,9 milliards € de bénéfices nets réalisées par l'industrie la même année ». les maladies professionnelles liées à l'usage des pesticides

Rapport FAO sur la situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture : (Coûts liés aux pesticides pas pris en compte)
 - 10 000 milliards d'USD pour les coûts cachés de 154 pays (2023) - **10% PIB mondial. France : 177 milliards de dollars**
 - **12 000 milliards d'USD** (156 pays) (2024) : 70% liés à des maladies non transmissibles (maladies cardiaques, accidents vasculaires cérébraux et diabète).

Rapport « L'injuste coût de notre alimentation » (2024) (Secours catholique, Réseau CIVAM, Le Basic) **19 milliards en France** (0,6 milliards liés aux maladies prof. / pesticides)

Le coût des impacts négatifs du système alimentaire en France (2021)



Questions méthodos en suspens

- **Les périmètres d'évaluation, et les unités fonctionnelles** Des impacts rapportés à la nation ? À la Région ? À l'ha ? Au kg produit ? Au régime alimentaire ? A la personne ?
- **Articulations des échelles** du local au national. Hétérogénéité des situations régionales pour un même mode de production : raisonner à l'échelle des régions ? Pas les mêmes deltas entre Bio et conventionnel selon les systèmes de production : les décliner ?
- Travailler sur la situation actuelle, ou intégrer **un volet prospectif** ? Les coûts liés à l'AB ne sont pas les mêmes selon qu'on est à 10% ou 90% de Bio. Prendre en compte l'évolution possible des régimes alimentaires ?
- Comment intégrer le **continuum** Agri conventionnelle, agroécologie, agriculture de conservation, AB, dans la démarche ? Et rendre compte de gradient d'écologisation ?
- Comment « chiffrer » (valoriser) économiquement la biodiversité (i.e. patrimoniale) ? Des poids équivalents aux impacts sur la faune du sol, inféodés à la parcelle, versus faune dite « mobile » ? (cf. outil ISYBIO). Via les services écosystémiques pour lesquels des données ont été produites ?
- Comment/Que peut-on **sommer** ? (double comptage ?)
- ...

Merci pour votre attention

Pour approfondir :

Etude 2016, Quantifications et chiffrages économiques :

https://hal.inrae.fr/hal-02800991v1/file/amenites-ab-rapport-nov2016-1%20site%20MAAF_1.pdf

Actualisations 2024, et 2025, Quantifications (Sol, Biodiversité, Climat, Eau – quanti-, Santé)

<https://itab.bio/thematique-en-details/quantification-des-externalites-de-lagriculture-biologique>

ICEPA : <https://itab.bio/projet/icepa>

