



itab

l'Institut de l'agriculture
et de l'alimentation biologiques

Quantification des externalités de l'Agriculture Biologique



Résumé
biodiversité

Bastien Dallaporta, Natacha Sautereau
Mise à jour 2024

Soutenu par



Une étude ITAB avec l'appui de chercheurs INRAE, ISARA, INSERM

La réalisation de l'étude « **Quantification des externalités de l'Agriculture Biologique** » a été confiée à Natacha Sautereau, agronome, coordinatrice du pôle Durabilité -Transition à l'ITAB.

Sous la direction de Natacha Sautereau et après le précédent rapport sur les externalités de l'agriculture biologique publié en 2016, Fanny Cisowski, Bastien Dallaporta, Céline Gentil-Sergent, Eva Lacarce, Rodolphe Vidal ont analysé de mars 2022 à mars 2024 des articles scientifiques, concernant les questions d'évaluations des externalités sur le sol, la biodiversité, le climat, et la santé humaine. Ils ont échangé avec des experts de la thématique (INRAE, INSERM, ISARA) pour produire cette actualisation de l'état de l'art.

Les références ont été recherchées dans les bases de données bibliographiques internationales. L'analyse s'appuie en priorité sur des synthèses bibliographiques scientifiques, dont des méta-analyses. Des références françaises et internationales ont été prises en compte. A noter que le poids du contexte (pays, époque) dans les valeurs observées ou attribuées requiert une attention particulière, par rapport à la pertinence d'un transfert à d'autres contextes ou d'une extrapolation.

Cécile Détang-Dessendre, Directrice scientifique adjointe Agriculture et co-Directrice du métaprogramme bio METABIO d'INRAE a été référente INRAE pour appuyer la mission d'un point de vue institutionnel. Des recommandations ont été formulées par les membres du comité de pilotage, et du conseil scientifique de l'ITAB à deux reprises. A l'issue du travail d'analyse de la bibliographie et après la phase finale de rédaction des chapitres thématiques et de production des résumés, les résultats ont fait l'objet d'une restitution publique le 10 juin 2024.

La Collection "Externalités de l'AB"

Les résultats de cette étude sont présentés sous la forme de quatre chapitres, synthétisés eux-mêmes sous la forme de 4 résumés.

Vous trouverez dans cette collection :

- ▶ Les 4 chapitres qui la composent : **sol, climat, santé, biodiversité**
- ▶ Les 4 résumés de ces chapitres : **sol, climat, santé, biodiversité**
- ▶ La note synthétique de 4 pages

Tous les livrables de la collection sont téléchargeables sur le site : <https://vu.fr/hxujS>

Un résumé du chapitre biodiversité

Ce document est un résumé du chapitre "Quantification des externalités de l'Agriculture Biologique : la biodiversité", rédigé par Bastien Dallaporta, agronome, sous la direction de Natacha Sautereau, agronome. La rédaction de ce chapitre a bénéficié en particulier des appuis extérieurs d'experts de la biodiversité : Clélia Sirami, Christian Bockstaller, Lucile Muneret, Lionel Ranjard (INRAE), Vincent Bretagnolle (CNRS). 150 références bibliographiques ont été mobilisées et figurent dans le chapitre "Biodiversité". Vous trouverez en fin de document une bibliographie sélective.

Ce résumé de chapitre synthétise les principales externalités de l'agriculture biologique concernant la biodiversité, en référence aux pratiques principalement mises en œuvre en agriculture conventionnelle. Le chapitre aborde des effets à l'échelle de la parcelle et à des niveaux d'organisation supérieurs i.e., au niveau du paysage, échelle qui contribue également de manière significative à la biodiversité des espaces agricoles.

Introduction

L'espèce humaine a un fort impact négatif sur les écosystèmes naturels terrestres, marins et d'eau douce. Selon le WWF et sur la base des populations suivies entre 1970 et 2018, nous aurions perdu à l'échelle mondiale près de 69% de l'abondance relative des populations d'espèces sauvages (mammifères, poissons, oiseaux, reptiles et amphibiens) (Almond et al., 2022). Au niveau mondial, le taux d'extinction des espèces est au moins plusieurs dizaines à centaines de fois supérieur au taux moyen d'extinction des dix derniers millions d'années (Diaz et al., 2019). Cette chute drastique de la biodiversité taxonomique observée à la fois sur une échelle temporelle rapide et à une échelle mondiale fait de cette crise la sixième crise d'extinction massive, et la première causée par les activités humaines (Cowie et al., 2022). Ces déclin sont observés sur des échelles spatiales plus réduites. En Europe, l'abondance des insectes terrestres décline de 9% par décennie depuis les années 60 (Van Klink et al., 2020). En Allemagne, le suivi de populations d'insectes volants sur 37 ans dans une soixantaine d'aires protégées a relevé une diminution de 76% de leur biomasse (Hallmann et al., 2017). L'abondance des oiseaux communs a diminué de 25% depuis 37 ans en Europe, le déclin est particulièrement massif concernant les populations d'oiseaux des milieux agricoles (-57%) (Rigal et al., 2023).

Le déclin de la biodiversité résulte de plusieurs facteurs : i) **les pollutions**, par des effets directs (environnement rendu inadapté à la survie des individus) et indirects (disponibilité des ressources alimentaires ou altération des capacités reproductives) ; ii) **les changements climatiques** (modification des aires de distribution des espèces) ; iii) **l'exploitation directe des organismes et des ressources** (par exemple : la chasse, la pêche ; la surexploitation) ; iv) **le changement d'utilisation des terres** (disparition, altération, fragmentation des habitats) ; v) **les espèces exotiques envahissantes** (compétition ou prédation).

La contribution de chaque pression dans le déclin observé est variable, par exemple selon les taxons étudiés ou les zones géographiques (Bellard et al., 2022). Néanmoins, à l'échelle mondiale et concernant les écosystèmes terrestres, les changements d'utilisation des terres et l'exploitation directe expliqueraient plus de 50% de l'impact sur la biodiversité (Diaz et al., 2019). L'agriculture en est le principal facteur, par les surfaces terrestres qu'elle couvre et l'extension de ses surfaces. Les pollutions, qui incluent celles par les pesticides, constituent la deuxième cause la plus importante du déclin des populations d'insectes (Sánchez-Bayo and Wyckhuys, 2019). Ainsi, plus de 40 000 espèces inscrites sur la liste rouge des espèces menacées de l'UICN au niveau mondial sont menacées par l'agriculture. Cette perte de biodiversité s'accompagne d'une érosion de la biodiversité cultivée : le nombre de variétés de plantes et de races locales d'animaux domestiqués, et de leurs parents sauvages, a considérablement diminué. L'effondrement de la biodiversité associée (celle qui n'est pas directement gérée par l'agriculteur) et planifiée (celle intentionnellement introduite dans l'agroécosystème), compromettent la capacité d'adaptation et de résilience des écosystèmes aux changements globaux, mais également le maintien d'une diversité de services écosystémiques rendus à la société.

I. Effets positifs de l'Agriculture Biologique (AB) à l'échelle de la parcelle agricole : un constat stable depuis 30 ans

Les parcelles AB hébergent davantage de biodiversité que des parcelles conduites en Agriculture Conventionnelle (AC). Les jeux de données qui comparent à l'échelle mondiale des mesures de biodiversité entre une parcelle conduite en AB et une parcelle conduite en AC soutiennent le constat que l'AB est bénéfique à cette biodiversité associée (Bengtsson et al., 2005 ; Tuck et al., 2014 ; Smith et al., 2019). La majorité des mesures de biodiversité renseigne un nombre d'individus (abondance) et/ou un nombre d'espèces (richesse spécifique) et proviennent essentiellement de zones tempérées. Toutes cultures et groupes taxonomiques confondus, les

parcelles conduites en AB ont en moyenne **une abondance et une richesse spécifique respectivement supérieures de 32 % et 23 %** (Smith et al., 2019).

Si la quantification des effets de l'AB sur la richesse spécifique a sensiblement peu évolué, l'abondance était estimée à +50 % dans de précédents travaux (Bengtsson et al., 2005). Cette révision semble être expliquée par i) la couverture taxonomique, avec l'intégration de taxons jusqu'alors peu documentés (biodiversité du sol) et ii) probablement par l'évolution des méthodes de méta analyses. Ces différences restent significatives entre des parcelles AB et AC, et moins variables en AB qu'en AC (Smith et al., 2019). À cette échelle de la parcelle agricole, l'AB a un effet bénéfique sur les espèces d'arthropodes dites rares, c'est-à-dire des espèces ayant un nombre d'individus faible à l'échelle de la communauté (Lichtenberg et al., 2017). Derrière cette quantification assez générique établie sur de larges échelles se cachent des facteurs de variations. **Ils ne remettent pas en question l'effet positif de l'AB mais contribuent à discuter de la quantification des effets de l'AB par rapport à l'AC.**

II. Les pratiques agricoles expliquent ces bénéfices

L'Expertise Scientifique Collective INRAE IFREMER « Impacts des **produits phytopharmaceutiques** sur la biodiversité et les services écosystémiques » (ESCo PPP), publiée en 2022, a permis d'établir un état actualisé et critique des nouvelles connaissances scientifiques (Leenhardt et al., 2023). Cette ESCo établit une implication majeure des PPP dans le déclin i) **des populations d'invertébrés terrestres** par des effets directs non intentionnels et des effets indirects (par exemple diminution des ressources trophiques) ii) **des populations d'oiseaux** par des effets directs (empoisonnement) et indirects (diminution des ressources alimentaires des insectivores). Un lien est également établi entre l'usage des PPP et le déclin observé des **populations d'amphibiens** (perturbations endocriniennes et immunitaires) et de chauves-souris (PPP interdits mais persistants), deux groupes taxonomiques qui ne ressortent pas dans les comparaisons de biodiversité AB/AC dans les méta-analyses précédemment évoquées. Enfin, l'ESCo qualifie un lien de suspicion entre l'usage de PPP et les dynamiques de producteurs primaires, de micro-organismes hétérotrophes, et de vertébrés terrestres, groupes pour lesquels les données disponibles restent fragmentaires.

Concernant les substances naturelles, autorisées en AB, les quelques résultats existants indiquent que si la plupart d'entre elles présentent une faible écotoxicité, d'autres (notamment spinosad) ont une toxicité équivalente ou supérieure à celle de leurs homologues de synthèse. Le cuivre, utilisé en AB et en AC, et en particulier son accumulation dans les sols, présente une toxicité environnementale par une exposition prolongée des organismes vivants dans les sols. Les auteurs identifient un besoin de recherches complémentaires sur les produits de biocontrôle. Plus globalement, l'état des connaissances disponibles montre que toutes les matrices environnementales sont contaminées par les PPP (eau, sol, air). En conséquence, les quantifications AB/AC, à l'échelle de la parcelle agricole et majoritairement sur la biodiversité terrestre, sous-estiment probablement les effets de l'AB, plus précisément la couverture des taxons pour lesquels un mode de production en AB est moins préjudiciable.

Par rapport à une fertilisation minérale, **la fertilisation organique** a un effet positif sur la biodiversité du sol. Les effets sont les plus documentés sur **l'abondance et la richesse spécifique des nématodes**. L'abondance des vers de terre est également favorisée en situation de fertilisation organique ainsi que l'abondance de microorganismes bactériens et fongiques. Peu de travaux documentent les effets de la fertilisation organique sur la faune épigée. Des doses d'azote élevées réduisent la richesse spécifique des plantes et des nématodes en favorisant des espèces végétales nitrophiles et l'abondance de nématodes herbivores.

L'intensité du travail du sol a un effet négatif sur la macrofaune du sol. Par rapport à un travail du sol profond (i.e supérieur à 20cm et avec retournement des horizons), un travail du sol réduit a un effet positif sur la densité des vers de terre, en particulier des espèces vivant à la surface (anéciques et épigées). Le travail du sol profond

a des effets indirects négatifs sur les acariens, les collemboles et les carabes, par une modification de l'habitat et de la disponibilité alimentaire, et un effet globalement négatif sur l'abondance microbienne des sols (fongique et bactérienne).

Selon l'ESCO « Protéger les cultures en augmentant la diversité végétale des espaces agricoles », toutes les pratiques de diversification végétale à l'échelle de la parcelle sont bénéfiques à la biodiversité associée (Tibi et al., 2022). Les effets des **pratiques de diversification à l'échelle de la parcelle agricole** sur la biodiversité associée sont plus importants dans le cas d'une diversification interspécifique (l'agroforesterie +61%), la diversification temporelle de la végétation cultivée (rotations de cultures +31 % ; insertion de couverts végétaux +21 %). En Europe, **les rotations plus longues, plus diversifiées en AB** (Barbieri et al., 2017) contribuent donc à **l'amélioration de la biodiversité associée pour les cultures en rotation**, l'effet sur les organismes du sol étant les plus documentés. Bien que la réglementation intègre désormais des matériels végétaux caractérisés par une grande hétérogénéité génétique, les données disponibles sont rares et ne montrent pas d'effet significatif des mélanges variétaux sur la biodiversité associée.

L'effet des pratiques de diversification végétale montre aussi qu'il est possible d'améliorer la biodiversité associée à l'échelle des parcelles conduites en AB, par la mise en place ou la généralisation de ces différentes pratiques.

Si l'effet positif de **l'AB sur la biodiversité associée est perceptible en cultures annuelles et en cultures pérennes, il est plus prononcé en cultures arables** ce qui tient probablement aux pratiques mobilisées (différences de rotations) et aux écarts de pratiques plus marqués avec l'AC (absence de PPP). Des travaux plus récents confirment **l'effet positif et significatif de l'AB sur cultures pérennes** (viticulture et arboriculture), bien que ces productions aient recours i) à un désherbage mécanique de l'inter rang ii) à certains PPP autorisés en AB. L'effet de l'AB sur d'autres productions (prairies permanentes, maraichage) reste peu documenté dans la littérature.

III. Le contexte paysager a une influence sur les groupes mobiles à la parcelle agricole

Le niveau de réponse des communautés animales à l'AB semble dépendre du niveau trophique des groupes taxonomiques (Bengtsson et al., 2005) : une plus grande abondance des communautés de plantes jusqu'à des effets perceptibles à des niveaux trophiques plus élevés : les insectes (prédateurs et parasitoïdes), les araignées, les pollinisateurs ainsi que les oiseaux. Des travaux récents confirment l'effet positif de l'AB sur l'abondance et la richesse spécifique des arthropodes (Lichtenberg et al., 2017) et étendent les effets positifs de l'AB à l'abondance et à la diversité des micro-organismes du sol (Christel et al., 2021; Lori et al., 2017), groupes qui jusqu'à présent étaient peu représentés dans les méta-analyses (Tuck et al., 2014).

À des niveaux d'organisation supérieurs à la parcelle agricole, d'autres paramètres que les pratiques contribuent de manière significative à la biodiversité des espaces agricoles. Les éléments semi-naturels (prairies naturelles, haies, bandes enherbées) contribuent à l'hétérogénéité de composition. Ils hébergent des espèces qui dépendent uniquement de ces milieux (50% de la richesse spécifique) et des espèces qui dépendent à la fois des milieux naturels et des espaces agricoles pour réaliser tout ou partie de leur cycle (Jeanneret et al., 2021). Il n'existe pas de travaux permettant en France de caractériser la part de surface agricole utile (SAU) consacrée à ces éléments semi-naturels ; une étude disponible à l'échelle de l'Europe sur 200 fermes a montré une **surface en éléments semi-naturels équivalente entre modes de production** (Schneider et al., 2014). En conséquence à l'échelle de la ferme, l'effet de l'AB sur la richesse spécifique est moins important (+4,6%) que ceux observés à l'échelle de la parcelle (+10,5%) (Schneider et al., 2014). Ces habitats naturels étant en revanche sous l'influence des pratiques agricoles sur les parcelles adjacentes (phénomènes de dérive ou ruissellement, pollution), des

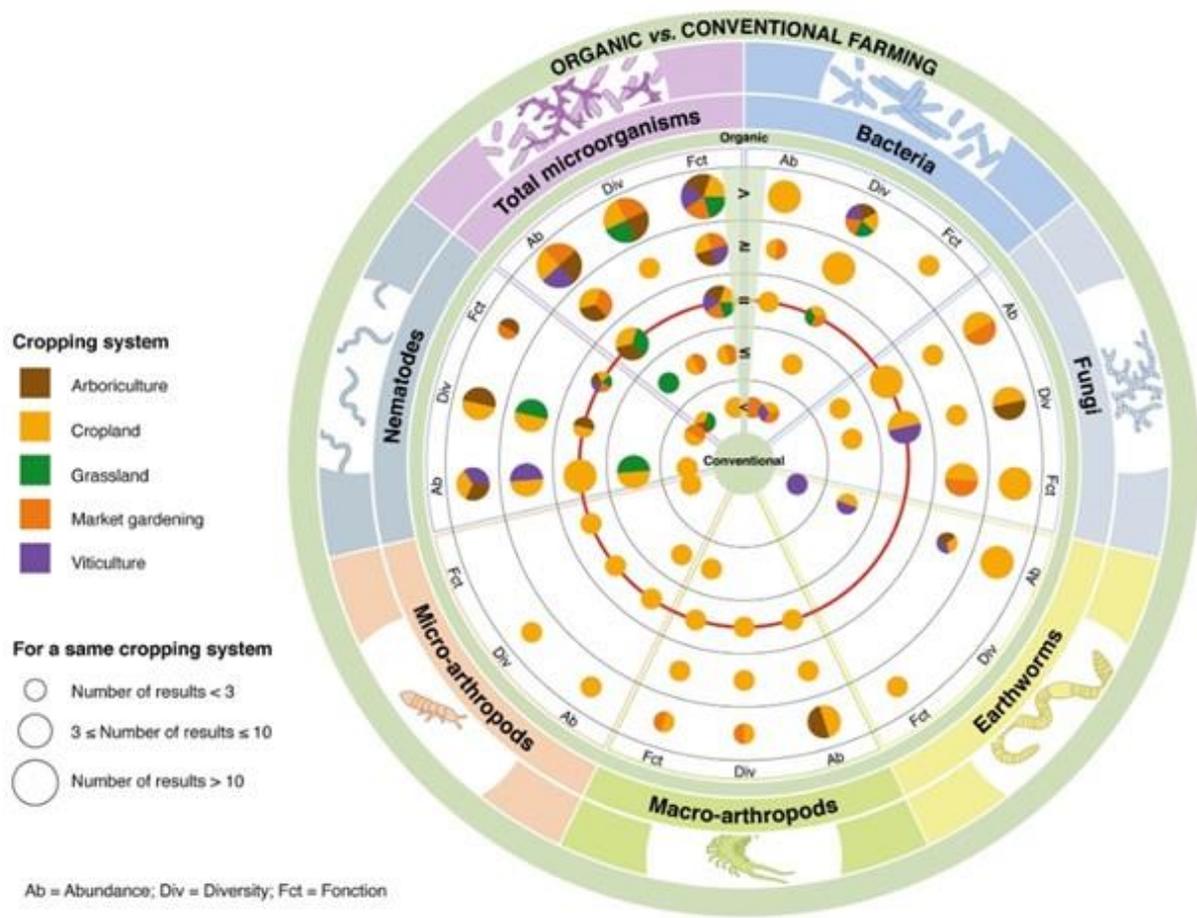


Figure 1 : Effet de l'AB sur l'abondance (Ab), la diversité (Div) et les fonctions (Fct) de groupes taxonomiques du sol (Christel et al., 2021). La ligne médiane (rouge) correspond aux effets non-significatifs. Les cercles placés à l'extérieur (ou à l'intérieur) de la ligne médiane rouge indiquent les effets positifs (ou négatifs) de l'AB par rapport à l'AC. Plus les cercles sont éloignés de la ligne médiane, plus l'effet est significatif. La taille des cercles indique le nombre de résultats observés. La couleur au sein des cercles indique les types de culture pour lesquels les résultats ont été observés.

travaux soutiennent l'hypothèse que ces habitats sont de meilleure qualité en AB (Andrade et al., 2021; Schöpke et al., 2023; Stein-Bachinger et al., 2021). L'influence de ces éléments sur la biodiversité est par ailleurs probablement variable selon les espèces. **Pour les espèces dites peu mobiles (plantes, faune du sol et microorganismes), l'impact des pratiques agricoles semble prépondérant. Pour des organismes plus mobiles (insectes, pollinisateurs, oiseaux), les pratiques agricoles et le contexte paysager ont un effet conjugué.**

À l'échelle de régions agricoles, l'hétérogénéité de composition (diversité des cultures) et l'hétérogénéité de configuration (taille des parcelles) de la mosaïque cultivée jouent un rôle prépondérant : réduire la taille moyenne des parcelles de 5 à 2,8 ha génère un effet sur la biodiversité équivalent à l'augmentation de 0,5 à 11% de la part d'éléments semi-naturels dans ces paysages (Sirami et al., 2019). La prise en compte de ces travaux en écologie du paysage dans des régions comportant une part significative de la SAU en AB est un front de recherche.

IV. Niveau de services écosystémiques

La biodiversité joue un rôle clé dans le fonctionnement des écosystèmes. Certaines de ces fonctions sont à l'origine de services écosystémiques à destination de l'agriculteur et/ou de la société. L'AB a un effet positif sur la richesse spécifique de producteurs primaires, de pollinisateurs, d'herbivores, d'ennemis naturels et ne semble pas avoir d'effets sur les décomposeurs (Smith et al., 2019). Dans le cas des agroécosystèmes et concernant la pollinisation et la régulation naturelle, il est établi que la diversité des communautés est associée à des niveaux renforcés de services (Dainese et al., 2019). Les niveaux d'infestations d'insectes ravageurs et de pathogènes dans les parcelles AB sont en moyenne respectivement équivalents ou inférieurs, ce qui témoigne que l'AB permet d'atteindre des niveaux de régulation équivalents aux niveaux permis par des pratiques de protection des cultures en AC ; à l'exception des adventices où les niveaux d'infestations sont supérieurs en AB (Muneret et al., 2018). Différents mécanismes sont en cause : la prédation par les ennemis naturels (plus présents en AB), des mécanismes de compétitions de ressources entre les maladies ou ravageurs d'un même niveau trophique, ainsi qu'une complexité structurale par les communautés du sol. L'AB a un effet positif sur plusieurs activités enzymatiques du sol qui se traduisent par des niveaux améliorés de fourniture d'azote minéral dans les sols conduits en AB (Lori et al., 2017).

Compte tenu de ses plus faibles rendements, le service d'approvisionnement (production agricole) est un service dégradé en AB. Selon Gong et al., (2022) et à partir de données mondiales disponibles à la fois sur les rendements et des mesures de biodiversité, les gains de biodiversité dans les parcelles AB sont, en moyenne, du même ordre de grandeur que les pertes de rendement par rapport à une parcelle AC (de l'ordre de 20%).

V. L'évaluation de la biodiversité à l'échelle des produits AB reste un défi méthodologique

À l'échelle des produits alimentaires, les comparaisons environnementales des produits en AB et des études établissant des comparaisons AB/AC n'intègrent que très rarement cette dimension biodiversité (3% des études selon Hashemi et al., 2024). L'Analyse du Cycle de Vie (ACV) est une méthode d'analyse environnementale standardisée permettant d'évaluer les impacts environnementaux d'un produit ou d'un service, en considérant l'ensemble de son cycle de vie, depuis l'extraction des matières jusqu'à la fin de vie d'un produit¹ en passant par la phase d'utilisation.

En agriculture et sur cette dimension biodiversité, l'ACV est un cadre d'analyse intéressant, par l'étendue du périmètre d'évaluation qui vise à intégrer en amont, par exemple les impacts associés à la production d'intrants (tourteaux de soja brésilien), et en aval, l'effet diffus de pratiques agricoles sur d'autres écosystèmes que terrestres (aquatiques). Elle se confronte cependant à i) à l'exercice délicat de ramener une quantité de biodiversité à une quantité produite, sous forme de flux ii) au choix d'une unité de mesure de biodiversité et iii) à la complexité des échelles d'évaluation qui doivent dépasser l'échelle de la parcelle. Ainsi, malgré un développement important de méthodes ces dernières années, les méthodes existantes peinent à refléter la complexité des enjeux (fonctionnement des écosystèmes, conservation), des échelles (génétique, espèce, communauté) sur une large couverture taxonomique (Crenna et al., 2020; Damiani et al., 2023; Marques et al., 2021). Si quelques applications de certaines de ces méthodes sur des productions AB ont été produites ces dernières années (maraichage, bovin lait), les résultats issus de ces évaluations sont sensibles aux méthodes et aux approches sous-tendues.

¹ En agriculture, le champ d'étude peut aller jusqu'à la sortie de ferme ou jusqu'au consommateur.

Conclusion

La perte de biodiversité dans les écosystèmes terrestres a été fortement influencée par la perte et la dégradation des habitats terrestres. Deux leviers de protection de la biodiversité sont à mobiliser de manière combinée dans les espaces agricoles : 1) la réduction de l'intensité des pratiques agricoles, 2) le développement de l'hétérogénéité des paysages agricoles (éléments semi-naturels et configuration de la mosaïque cultivée). L'agriculture biologique est un mode de production qui présente des impacts moindres sur la biodiversité associée des parcelles agricoles. Par rapport à une conduite AC, **les effets de l'AB sont bénéfiques à la diversité des espèces (+20%) et au nombre d'individus (+30%) présents dans les parcelles**. Les effets sont prépondérants sur les plantes, et sont perceptibles pour une grande diversité de groupes taxonomiques et fonctionnels.

Ces effets bénéfiques s'expliquent par les pesticides de synthèse dont l'AB s'interdit l'usage, et par les apports de matière organique et les stratégies de diversification végétale mises en place dans les systèmes de grandes cultures. Ces effets sont perceptibles en cultures annuelles et en cultures pérennes.

La présence d'éléments semi-naturels dans le paysage favorise des espèces dont la mobilité dépasse le périmètre de la parcelle agricole (ex. insectes volants) ou dépendent de ces éléments pour réaliser la totalité ou une partie de leur cycle (ex. oiseaux). En conséquence, la quantification de l'effet de l'AB dépend de la complexité du paysage autour des parcelles, qui peut masquer l'effet de pratiques de gestion plus intensives à l'échelle de la parcelle.

Des travaux récents en écologie du paysage démontrent la contribution significative de l'hétérogénéité du paysage (composante cultivée, configuration) sur la biodiversité mesurée à l'échelle de régions agricoles. Si la part d'éléments semi-naturels dans les fermes ne semble pas varier selon le mode de production, l'AB exerce une influence positive sur la qualité de ces habitats. Par ailleurs, les rotations plus longues et diversifiées associées à des tailles de fermes plus réduites contribuent probablement à l'hétérogénéité de composition et de configuration de la mosaïque paysagère.

Augmenter la part de la surface cultivée en AB dans les espaces agricoles a un effet positif sur la diversité d'espèces de plantes et de pollinisateurs. Des travaux complémentaires sont nécessaires pour quantifier l'importance de ce paramètre et sa combinaison avec d'autres composantes de l'hétérogénéité des paysages.

Bibliographie

- Almond, R.E.A., Grooten, M., Juffe Bignoli, D., Petersen, T., 2022. Rapport Planète Vivante 2022 - Pour un bilan « nature » positif. WWF, Gland, Suisse.
- Andrade, C., Villers, A., Balent, G., Bar-Hen, A., Chadoeuf, J., Cylly, D., Cluzeau, D., Fried, G., Guillocheau, S., Pillon, O., Porcher, E., Tressou, J., Yamada, O., Lenne, N., Jullien, J., Monestiez, P., 2021. A real-world implementation of a nationwide, long-term monitoring program to assess the impact of agrochemicals and agricultural practices on biodiversity. *Ecol. Evol.* 11, 3771–3793. <https://doi.org/10.1002/ece3.6459>
- Bellard, C., Marino, C., Courchamp, F., 2022. Ranking threats to biodiversity and why it doesn't matter. *Nat. Commun.* 13, 2616. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-30339-y>
- Bengtsson, J., Ahnström, J., Weibull, A.-C., 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis: Organic agriculture, biodiversity and abundance. *J. Appl. Ecol.* 42, 261–269. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01005.x>
- Christel, A., Maron, P.-A., Ranjard, L., 2021. Impact of farming systems on soil ecological quality: a meta-analysis. *Environ. Chem. Lett.* 19, 4603–4625. <https://doi.org/10.1007/s10311-021-01302-y>
- Cowie, R.H., Bouchet, P., Fontaine, B., 2022. The Sixth Mass Extinction: fact, fiction or speculation? *Biol. Rev.* 97, 640–663. <https://doi.org/10.1111/brv.12816>
- Crenna, E., Marques, A., La Notte, A., Sala, S., 2020. Biodiversity Assessment of Value Chains: State of the Art and Emerging Challenges. *Environ. Sci. Technol.* 54, 9715–9728. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b05153>
- Dainese, M., Martin, E.A., Aizen, M.A., Albrecht, M., Bartomeus, I., Bommarco, R., Carvalheiro, L.G., Chaplin-Kramer, R., Gagic, V., Garibaldi, L.A., Ghazoul, J., Grab, H., Jonsson, M., Karp, D.S., Kennedy, C.M., Kleijn, D., Kremen, C., Landis, D.A., Letourneau, D.K., Marini, L., Poveda, K., Rader, R., Smith, H.G., Tschamntke, T., Andersson, G.K.S., Badenhausser, I., Baensch, S., Bezerra, A.D.M., Caballero-Lopez, B., Cavigliasso, P., Classen, A., Cusser, S., Dudenhöffer, J.H., Ekroos, J., Fijen, T., Franck, P., Freitas, B.M., Garratt, M.P.D., Gratton, C., Hipólito, J., Holzschuh, A., Hunt, L., Iversen, A.L., Jha, S., Keasar, T., Kim, T.N., Kishinevsky, M., Klatt, B.K., Klein, A.-M., Krewenka, K.M., Krishnan, S., Larsen, A.E., Lavigne, C., Liere, H., Maas, B., Mallinger, R.E., Pachon, E.M., Martínez-Salinas, A., Meehan, T.D., Mitchell, M.G.E., Molina, G.A.R., Nesper, M., Nilsson, L., O'Rourke, M.E., Peters, M.K., Ple, M., Ramos, D. de L., Rosenheim, J.A., Rundlöf, M., Rusch, A., Sáez, A., Scheper, J., Schleuning, M., Schmack, J.M., Sciligo, A.R., Seymour, C., Stanley, D.A., Stewart, R., Stout, J.C., Sutter, L., Takada, M.B., Taki, H., Tamburini, G., Tschumi, M., Viana, B.F., Westphal, C., Willcox, B.K., Wratten, S.D., Yoshioka, A., Zaragoza-Trello, C., Zhang, W., Zou, Y., Steffan-Dewenter, I., 2019. A global synthesis reveals biodiversity-mediated benefits for crop production. *Sci. Adv.*
- Damiani, M., Sinkov, T., Caldeira, C., Tosches, D., Robuchon, M., Sala, S., 2023. Critical review of methods and models for biodiversity impact assessment and their applicability in the LCA context. *Environ. Impact Assess. Rev.* 101, 107134. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2023.107134>
- Díaz, S., Settele, J., Brondizio, E.S., Ngo, H.T., Guèze, M., Agard, J., Ameth, A., Balvanera, P., Brauman, L.A., Butchart, S.H.M., Chan, K.M.A., Garibaldi, L.A., Ichil, K., Liu, J., Subramanian, S.M., Midgley, G.F., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., Pfaff, A., Polasky, S., Purvis, A., Razaque, J., Reyers, B., Roy Chowdhury, R., Shin, Y.J., Visseren-Hamakers, I.J., Willis, K.J., Zayas, C.N., 2019. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES, Bonn, Germany.
- Gong, S., Hodgson, J.A., Tschamntke, T., Liu, Y., 2022. Biodiversity and yield trade-offs for organic farming 12.
- Hallmann, C.A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Stenmans, W., Müller, A., Sumser, H., Hörren, T., Goulson, D., de Kroon, H., 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLOS ONE* 12, e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
- Hashemi, F., Mogensen, L., Van Der Werf, H.M.G., Cederberg, C., Knudsen, M.T., 2024. Organic food has lower environmental impacts per area unit and similar climate impacts per mass unit compared to conventional. *Commun. Earth Environ.* 5, 250. <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01415-6>
- Jeanneret, P., Lüscher, G., Schneider, M.K., Pointereau, P., Arndorfer, M., Bailey, D., Balázs, K., Báldi, A., Choisis, J.-P., Dennis, P., Diaz, M., Eiter, S., Elek, Z., Fjellstad, W., Frank, T., Friedel, J.K., Geijzendorffer, I.R., Gillingham, P., Gomiero, T., Jerkovich, G., Jongman, R.H.G., Kainz, M., Kovács-Hostyánszki, A., Moreno, G., Nascimbene, J., Oschatz, M.-L., Paoletti, M.G., Sarthou, J.-P., Siebrecht, N., Sommaggio, D., Wolfrum, S., Herzog, F., 2021. An increase in food production in Europe could dramatically affect farmland biodiversity. *Commun. Earth Environ.* 2, 183. <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00256-x>
- Leenhardt, S., Mamy, L., Pesce, S., Sanchez, W., 2023. Impacts des produits phytopharmaceutiques sur la biodiversité et les services écosystémiques. éditions Quae. <https://doi.org/10.35690/978-2-7592-3657-2>
- Lichtenberg, E.M., Kennedy, C.M., Kremen, C., Batáry, P., Berendse, F., Bommarco, R., Bosque-Pérez, N.A., Carvalheiro, L.G., Snyder, W.E., Williams, N.M., Winfree, R., Klatt, B.K., Åström, S., Benjamin, F., Brittain, C., Chaplin-Kramer, R., Clough, Y., Danforth, B., Diekötter, T., Eigenbrode, S.D., Ekroos, J., Elle, E., Freitas, B.M., Fukuda, Y., Gaines-Day, H.R., Grab, H., Gratton, C., Holzschuh, A., Isaacs, R., Isaiá, M., Jha, S., Jonason, D., Jones, V.P., Klein, A., Kraus, J., Letourneau, D.K., Macfadyen, S., Mallinger, R.E., Martin, E.A., Martinez, E., Memmott, J., Morandin, L., Neame, L., Otieno, M., Park, M.G., Pfiffner, L., Pocco, M.J.O., Ponce, C., Potts, S.G., Poveda, K., Ramos, M., Rosenheim, J.A., Rundlöf, M., Sardiñas, H., Saunders, M.E., Schott, N.L., Sciligo, A.R., Sidhu, C.S., Steffan-Dewenter, I., Tschamntke, T., Veselý, M., Weisser, W.W., Wilson, J.K., Crowder, D.W., 2017. A global synthesis of the effects of diversified farming systems on arthropod diversity within fields and across agricultural landscapes. *Glob. Change Biol.* 23, 4946–4957. <https://doi.org/10.1111/gcb.13714>
- Lori, M., Symnack, S., Mäder, P., De Deyn, G., Gattinger, A., 2017. Organic farming enhances soil microbial abundance and activity—A meta-analysis and meta-regression. *PLOS ONE* 12, e0180442. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180442>
- Marques, A., Robuchon, M., Hellweg, S., Newbold, T., Beher, J., Bekker, S., Essl, F., Ehrlich, D., Hill, S., Jung, M., Marquardt, S., Rosa, F., Rugani, B., Suárez-Castro, A.F., Silva, A.P., Williams, D.R., Dubois, G., Sala, S., 2021. A research perspective towards a more complete biodiversity footprint: a report from the World Biodiversity Forum. *Int. J. Life Cycle Assess.* 26, 238–243. <https://doi.org/10.1007/s11367-020-01846-1>
- Muneret, L., Mitchell, M., Seufert, V., Aviron, S., Djoudi, E.A., Pétilon, J., Plantegenest, M., Thiéry, D., Rusch, A., 2018. Evidence that organic farming promotes pest control. *Nat. Sustain.* 1, 361–368. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0102-4>
- Sánchez-Bayo, F., Wyckhuys, K.A.G., 2019. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biol. Conserv.* 232, 8–27. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>
- Schneider, M.K., Lüscher, G., Jeanneret, P., Arndorfer, M., Ammari, Y., Bailey, D., Balázs, K., Báldi, A., Choisis, J.-P., Dennis, P., Eiter, S., Fjellstad, W., Fraser, M.D., Frank, T., Friedel, J.K., Garchi, S., Geijzendorffer, I.R., Gomiero, T., Gonzalez-Bornay, G., Hector, A., Jerkovich, G., Jongman, R.H.G., Kakudidi, E., Kainz, M., Kovács-Hostyánszki, A., Moreno, G., Nkwine, C., Opio, J., Oschatz, M.-L., Paoletti, M.G., Pointereau, P., Pulido, F.J., Sarthou, J.-P., Siebrecht, N., Sommaggio, D., Turnbull, L.A., Wolfrum, S., Herzog, F., 2014. Gains to species diversity in organically farmed fields are not propagated at the farm level. *Nat. Commun.* 5, 4151. <https://doi.org/10.1038/ncomms5151>
- Schöpke, B., Wesche, K., Wulf, M., 2023. Dry grasslands adjacent to organic fields have higher plant diversity – Even far into their interior. *Agric. Ecosyst. Environ.* 357, 108672. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108672>
- Sirami, C., Gross, N., Baillod, A.B., Bertrand, C., Carrié, R., Hass, A., Henckel, L., Miguez, P., Vuillot, C., Alignier, A., Girard, J., Batáry, P., Clough, Y., Violle, C., Giral, D., Bota, G., Badenhausser, I., Lefebvre, G., Gaufrre, B., Vialatte, A., Calatayud, F., Gil-Tena, A., Tischendorf, L., Mitchell, S., Lindsay, K., Georges, R., Hilaire, S., Recasens, J., Solé-Senan, X.O., Robleño, I., Bosch, J., Barrientos, J.A., Ricarte, A., Marcos-García, M.Á., Miñano, J., Mathevet, R., Gibon, A., Baudry, J., Balent, G., Poulin, B., Burel, F., Tschamntke, T., Bretagnolle, V., Sriorwardena, G., Ouin, A., Brotons, L., Martin, J.-L., Fahrig, L., 2019. Increasing crop heterogeneity enhances multitrophic diversity across agricultural regions. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 116, 16442–16447. <https://doi.org/10.1073/pnas.1906419116>
- Smith, O.M., Cohen, A.L., Rieser, C.J., Davis, A.G., Taylor, J.M., Adesanya, A.W., Jones, M.S., Meier, A.R., Reganold, J.P., Orpet, R.J., Northfield, T.D., Crowder, D.W., 2019. Organic Farming Provides Reliable Environmental Benefits but Increases Variability in Crop Yields: A Global Meta-Analysis. *Front. Sustain. Food Syst.* 3, 82. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00082>
- Stein-Bachinger, K., Gottwald, F., Haub, A., Schmidt, E., 2021. To what extent does organic farming promote species richness and abundance in temperate climates? A review. *Org. Agric.* 11, 1–12. <https://doi.org/10.1007/s13165-020-00279-2>
- Tuck, S.L., Winqvist, C., Mota, F., Ahnström, J., Turnbull, L.A., Bengtsson, J., 2014. Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. *J. Appl. Ecol.* 51, 746–755. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12219>
- Van Klink, R., Bowler, D.E., Gongalsky, K.B., Swengel, A.B., Gentile, A., Chase, J.M., 2020. Meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances. *Science* 368, 417–420. <https://doi.org/10.1126/science.aax9931>

Le document "Résumé | Quantification des externalités de l'Agriculture Biologique : la biodiversité" s'inscrit dans la Collection "Externalités de l'Agriculture Biologique".

Contributeurs à la réalisation de ce document :

- ▶ Pilotage de l'étude "Quantification des externalités de l'Agriculture Biologique" : Natacha Sautereau (ITAB)
- ▶ Direction de la publication : Emeric Pillet (ITAB)
- ▶ Rédaction : Bastien Dallaporta, Natacha Sautereau (ITAB)
- ▶ Relecture : Isabelle Savini (INRAE), Alix Bell, Alice Holvoet, Emeric Pillet, Elodie Weber (ITAB), Noémie Quéré, Catherine Conil (MTECT)
- ▶ Conception de la publication : Elodie Weber, Stéphanie Mothes (ITAB)

Crédits photos : [GrandCelinien](#) ; F. Cisowski ; [Natfot](#) ; [Ralph](#).

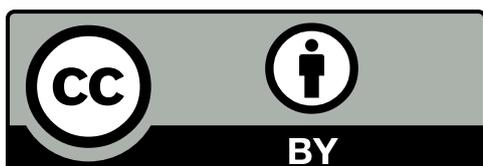
Edition : ITAB

Juin 2024

Pour citer ce document : Dallaporta B., Sautereau N., 2024, Résumé | Quantification des externalités de l'Agriculture Biologique : la biodiversité, dans la Collection "Externalités de l'Agriculture Biologique", ITAB, 2024, 10p

Licence : CC BY 4.0

Le document "Résumé | Quantification des externalités de l'Agriculture Biologique : la biodiversité" © 2024 par Bastien Dallaporta et Natacha Sautereau (ITAB) est protégé par la licence CC BY 4.0. Pour en savoir plus sur cette licence, visitez la page <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Contact : communication@itab.asso.fr

Financé par :



Co-financier :

