

QUANTIFICATION DES EXTERNALITES DE L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE

Note synthétique (Juin 2024)



Contexte et enjeux

Les activités agricoles génèrent, parallèlement à la production de biens agricoles, des externalités négatives (coûts sociaux) ou positives (bénéfices ou aménités) non prises en compte par le marché. **La réduction des externalités négatives et l'accroissement des externalités positives représentent un enjeu, de manière générale pour l'agriculture, mais surtout pour la collectivité, ce qui peut justifier un soutien financier de la société.**

Cette actualisation partielle de l'étude de 2016 « Externalités de l'Agriculture Biologique (AB) » a consisté à i) identifier comment les pratiques mises en œuvre en AB favorisent ou au contraire dégradent différentes dimensions environnementales et sanitaires, à savoir le sol, la biodiversité, le climat et la santé humaine par rapport à l'agriculture conventionnelle (AC), et à ii) estimer les différentiels d'externalités de l'AB par rapport à l'AC.

En AB, par construction, le respect du cahier des charges qui interdit les intrants de synthèse et limite un certain nombre d'autres intrants, implique *de facto* davantage d'autonomie, et donc une plus grande dépendance aux processus biologiques. Le règlement de l'AB induit également un certain nombre de pratiques en moyenne plus fréquemment mises en œuvre en AB, à savoir, notamment, des rotations plus longues et diversifiées des cultures, une implantation renforcée de légumineuses, de couverts intermédiaires multi-services (CIMS), et de prairies temporaires, de moindres apports d'azote, etc. Ces pratiques directes et induites ont été étudiées.

Analyse des pratiques de l'AB sur le sol et ses services

L'Expertise Scientifique Collective INRAE IFREMER « Impacts des **produits phytopharmaceutiques** (PPP) sur la biodiversité et les services écosystémiques » (ESCo PPP, 2022) montre que **toutes les matrices environnementales sont contaminées par les PPP (eau, sol, air).**

En Europe, **les sols sont largement (80 % à 98 %) contaminés par des résidus de PPP et leurs métabolites** (Froger et al., 2023 ; Leenhardt et al., 2023) du fait des pratiques agricoles, des transferts ou de la persistance dans les sols. **L'AB, en limitant considérablement les PPP, abaisse significativement les niveaux de contamination des sols cultivés** : moins de résidus de pesticides (-30 % à -55 %) et à des teneurs moindres en AB (somme des teneurs réduites de 70 % à 90 %) **sans pour autant les éliminer** (Geissen et al., 2021 ; Pelosi et al., 2021 ; Riedo et al., 2021). **L'AB par ses pratiques restreint donc, aujourd'hui et pour l'avenir, la contamination des sols par des toxiques, que ce soit sur les terres cultivées en AB, mais aussi sur les espaces non cultivés.**

En ce qui concerne la qualité des eaux souterraines vis-à-vis des PPP, elle s'est significativement dégradée entre 2010 et 2018, malgré la mise en place de périmètres de protection (SDES, 2020). Il faut noter que 13 % des masses d'eau superficielles présentent une qualité dégradée par les teneurs en cuivre ; l'AB, autorisant l'usage du cuivre, participe, avec l'AC, à cet impact, spécialement dans les zones viticoles. De façon générale, **l'AB employant peu les PPP contribue *de facto* beaucoup moins à la pollution de l'eau par leur entremise.**

Par ailleurs, l'AB, en s'interdisant i) les engrais azotés de synthèse, et ii) les extractions acides des phosphates miniers, et en liant au territoire l'alimentation des animaux, **limite les apports de nutriments dans les sols.** Du fait de la réduction des apports d'azote, l'AB propose un modèle **abaissant les pertes en nitrate de 30 à 60 % par rapport à l'AC en grandes cultures** (Benoit et al., 2015 ; Billen et al., 2024 ; Sanders and Heß, 2019). Malgré les apports azotés globalement moindres, le mode de production bio peut parfois amener à une lixiviation accrue des nitrates, notamment au moment des retournements de luzernières.

Le phosphore (P), peu mobile et peu biodisponible dans les sols, est largement hérité des pratiques passées. Les apports actuels en AC sont plutôt faibles mis à part dans les zones d'élevage intensif du fait des effluents. Ils sont encore plus faibles **en AB avec des bilans entrées - sorties de P divisés par 2** dans les grandes cultures (Véricel et Demay, 2023).

Le recours plus systématique à l'épandage d'effluents d'élevage n'augmente pas les risques de contamination des produits biologiques pour l'alimentation humaine et animale par des pathogènes, ou des souches antibiorésistantes (Rodriguez et al., 2023). L'épandage peut engendrer une pollution liée aux éléments traces métalliques (ETM) et des composés traces organiques (CTO). En écartant les boues de stations d'épuration, l'AB limite ces pollutions, cependant d'autres produits résiduels organiques (PRO) peuvent constituer des sources de contamination non négligeables. Les fertilisants issus des biodéchets utilisables en AB doivent observer des teneurs en ETM plus faibles par rapport aux exigences générales. En ce

qui concerne le cadmium en particulier qui présente des taux élevés en France, le bilan des apports et exports de cadmium au sol en AB se situe au même niveau qu'en AC avec de bonnes pratiques de fertilisation (Sterckeman et al., 2018). Pour les céréales biologiques, une teneur diminuée de 30 % en ce qui concerne le cadmium est observée (Baranski et al., 2014).

En AB, les indicateurs de **la biologie des sols sont améliorés dans 70 % des cas par rapport à l'AC**, qu'ils concernent l'abondance ou la diversité ou les fonctions assurées par les organismes vivants, et de **façon nette pour les micro-organismes**, et ce malgré le **travail du sol**. Si les effets positifs de l'AB sont nets pour les grandes cultures, ou les vergers, ils ne dessinent pas de tendance univoque pour les prairies permanentes où les conduites diffèrent peu entre AB et AC (Christel et al., 2021).

La mise en œuvre de cultures en rotation plus diversifiées en AB, avec 2,4 fois plus de CIMS (Barbieri et al., 2017), est le levier principal d'**amélioration de la porosité et de la prospection racinaire du sol**. L'enrichissement en matière organique des sols, de façon variable selon la nature des matières apportées, et l'action de la biomasse du sol sont également bénéfiques. L'AB montre ainsi un effet généralement **positif sur la qualité physique des sols** et en conséquence **des propriétés plus favorables en ce qui concerne la dynamique de l'eau dans l'agrosystème** (Blanco-Canqui et al., 2024). **La stabilité structurale est souvent améliorée en AB**, et un effet « bio positif » est observé sur **l'infiltrabilité** dans 55 % des études pour lesquelles l'effet varie de +50 % à +256 %, le restant des études ne montrant pas d'effet significatif. L'AB améliore le potentiel de résistance face aux sécheresses par rapport à l'AC avec **une disponibilité de l'eau pour les plantes généralement améliorée** (un effet positif de +4 % à +45 % dans 56 % des études, et qui n'est jamais négatif dans les 44 % d'études restantes) (Lori et al., 2020 ; Mäder et al., 2020). Ces éléments sont également susceptibles de **permettre de diminuer le risque d'érosion des sols**.

Ainsi de manière générale, les pratiques de l'AB sont favorables à la qualité des sols et renforcent les services environnementaux ; les essais de longue durée comme les dispositifs de suivis de ferme font généralement le constat d'indicateurs multifonctionnels indiquant une « santé » des sols renforcée en AB (Bai et al., 2018 ; Wittwer et al., 2021 ; Walder et al., 2023).

Influence des pratiques agricoles et mosaïque paysagère sur la biodiversité

Sur la base des populations suivies entre 1970 et 2018 à l'échelle mondiale, près **de 69 % de l'abondance relative des populations d'espèces sauvages** (mammifères, poissons, oiseaux, reptiles et amphibiens) auraient été perdus (Almond et al., 2022). La perte de biodiversité dans les écosystèmes terrestres a été fortement influencée par i) **la dégradation** et ii) **la perte des d'habitats** terrestres. Ainsi, deux leviers de protection de la biodiversité sont à mobiliser de manière combinée dans les espaces agricoles : i) la réduction de l'intensité des pratiques agricoles, et ii) le développement de l'hétérogénéité des paysages agricoles (éléments semi-naturels et configuration de la mosaïque cultivée).

L'ESCo PPP pointe **l'implication majeure des PPP dans le déclin de nombreuses populations** (Leenhardt et al., 2023). Concernant les substances naturelles, autorisées en AB, les résultats existants indiquent que si la grande majorité d'entre elles présentent une faible écotoxicité, d'autres (notamment spinosad) ont une toxicité équivalente ou supérieure à celle de leurs homologues de synthèse.

L'AB est un mode de production qui présente des impacts moindres sur la biodiversité associée des parcelles agricoles. Les parcelles AB **hébergent davantage de biodiversité que des parcelles conduites en AC** (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). Les effets sont particulièrement prépondérants sur les plantes, et sont perceptibles pour une grande diversité de groupes taxonomiques et fonctionnels.

Par rapport à une fertilisation minérale, **la fertilisation organique** a un effet positif sur la biodiversité du sol. Les effets les plus documentés concernent **l'abondance et la richesse spécifique des nématodes**.

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). 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 le plus documenté.

À des niveaux d'organisation supra-parcellaire, d'autres paramètres contribuent de manière significative à la biodiversité des espaces agricoles ; les éléments semi-naturels 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). Ainsi, 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. Une étude 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 (phénomène de dérive, ruissellement), **les habitats à proximité de parcelles conduites en AB sont de meilleure qualité** (Andrade et al., 2021 ; Schöpke et al., 2023 ; Stein-Bachinger et al., 2021).

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**. Pour les espèces dites peu mobiles (ex : biodiversité du sol, et microorganismes), l'impact des pratiques agricoles semble prépondérant. Pour des organismes plus mobiles (ex : pollinisateurs, oiseaux), les pratiques agricoles et le contexte paysager ont un effet conjugué.

La biodiversité joue un rôle clé dans le fonctionnement des écosystèmes. Les parcelles conduites en AB ont des **niveaux de service de pollinisation et de régulation naturelle supérieurs aux parcelles conduites en AC**. 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).

La prise en compte de la biodiversité dans l'évaluation environnementale à **l'échelle des produits alimentaires** se confronte 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 et des interactions dans les chaînes trophiques. Ainsi, malgré un développement important, les **méthodes existantes en Analyse du Cycle de Vie (ACV) peinent à refléter la complexité des enjeux de la biodiversité** : fonctionnement des écosystèmes, et conservation, et ce aux différentes échelles (génétique, espèces, communautés) sur une large couverture taxonomique (Crenna et al., Marques et al., 2021 ; Damiani et al., 2023).

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 la combinaison avec d'autres composantes de l'hétérogénéité des paysages.

Atténuation du changement climatique et AB

L'Agriculture Biologique **contribue à la réduction des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) à l'échelle des parcelles cultivées**, principalement en lien avec les pratiques de fertilisation. L'absence de fertilisants de synthèse et la faible disponibilité des PRO sont à l'origine d'émissions moindres à la parcelle de N₂O et de CO₂. En conséquence, les productions végétales AB, dont les émissions sont essentiellement composées de ces deux GES, présentent des émissions moindres par unité de surface (**de l'ordre de 50 %**) (Boschiero et al., 2023 ; Bochu et al., 2008).

Les émissions de méthane (CH₄), qui concernent principalement les élevages de ruminants, peuvent être plus importantes en AB. Toutefois plusieurs hypothèses vont dans le sens de la **moindre contribution des systèmes d'élevage biologiques aux émissions induites** par la transformation des terres à l'étranger - forêts en cultures - (du fait d'une plus grande autonomie) et en France - prairies permanentes vers cultures - (du fait de l'élevage généralement davantage au pâturage).

Enfin, les pratiques de fertilisation (PRO et légumineuses) en AB sont également à l'origine d'une **accumulation de carbone organique dans les sols, plus importante qu'en AC**.

Les performances de l'AB sur l'atténuation du changement climatique et la quantification de l'écart d'émissions entre des systèmes AB/AC dépendent de l'unité fonctionnelle mobilisée. Si pour la quasi-totalité des productions, les **émissions par hectare sont systématiquement inférieures en AB**, la littérature montre que, par unité produite, les conclusions varient selon les catégories de produits, du fait des rendements plus faibles en AB. De récents travaux montrent que les **productions végétales** présentent, à quelques exceptions près, **de meilleures performances GES quelle que soit l'unité fonctionnelle retenue**. Pour les **produits animaux, pour les GES par unité produite, les effets sont hétérogènes : empreinte AB/AC légèrement meilleure en bovin viande, équivalente dans le cas du bovin lait, moins bonne en monogastrique**.

Bien que l'AB occupe une infime partie des surfaces cultivées à l'échelle mondiale et que les surfaces converties en France restent en dessous des objectifs, des travaux s'intéressant à l'évaluation de conversion intégrale des surfaces pointent, à demande constante et identique, des limites biophysiques à l'échelle mondiale, et un risque d'augmentation des émissions délocalisées par un recours plus important aux importations à des échelles nationales. Le développement de mode de production alternatifs - *au sens moins intensif* -, pas spécifiquement ni exclusivement de l'AB, doit s'accompagner **d'une transition alimentaire pour agir de manière conjointe sur la réduction des émissions territoriales et sur la réduction de l'empreinte carbone de l'alimentation**.

A noter que le dernier rapport Haut Conseil pour le Climat (2024) mentionne explicitement que les scénarios permettant de réduire les émissions agricoles de 50 % d'ici 2050 envisagent 1) une baisse de la consommation de protéines animales d'au moins 30 %, 2) une diminution de la part de l'azote minéral apporté aux cultures de 40 à 100 % et 3) un développement de l'agroécologie et de l'agriculture biologique pour atteindre 50 % de la surface agricole utilisée.

Les atouts de l'AB sur la santé humaine

Du fait d'un différentiel d'intrants, et en particulier les PPP, **de nombreux atouts pour la santé humaine de l'AB par rapport à l'AC ont été identifiés** notamment pour les populations professionnelles les plus exposées, ainsi que les populations spécifiques telles que les riverains des parcelles agricoles, les mères pendant la grossesse, et les enfants (INSERM, 2021).

La population globale est aussi exposée aux résidus de PPP, retrouvés dans les aliments, apportés de façon volontaire ou fortuite, et ce de façon différenciée entre AB/AC avec non seulement une fréquence diminuée de 30%, mais également **des concentrations moyennes de résidus observées 100 fois inférieures à leurs équivalents conventionnels en fruits et légumes AB**.

Les atouts de la consommation d'aliments biologiques par rapport aux aliments conventionnels sont également liés à des niveaux plus faibles de cadmium et de nitrates. Cependant, aucune différence significative de la concentration plasmatique en cadmium n'est observée sur des individus ayant une consommation importante en produits végétaux biologiques ou conventionnels.

Par ailleurs, par son moindre usage d'antibiotiques, l'AB contribue moins au phénomène d'antibiorésistance, qui est un enjeu de santé publique croissant.

La formulation des produits transformés bio pourrait également avoir un impact positif par i) une meilleure formulation, ii) la limitation des additifs autorisés - et ainsi l'évitement de certains additifs problématiques - et iii) via la part moins importante d'aliments ultra-transformés. Toutefois l'absence de données spécifiques sur la fréquence d'usage des additifs dans les produits bio ou leurs doses d'emploi ne permet pas de conclure, à l'échelle du régime alimentaire, concernant l'impact sur la santé de ces restrictions de nombre d'additifs en alimentation bio.

Par ailleurs, **si les produits bio ont des niveaux potentiellement plus élevés de composés phytochimiques et une composition en acides gras davantage favorables à la santé**, Vigar et al. (2020) rappellent que, ce qui est susceptible d'être plus important que les différences de composition entre bio et conventionnel, c'est ce que les aliments biologiques *ne contiennent pas*.

La consommation régulière d'aliments biologiques est associée à un risque réduit d'obésité, de diabète de type 2, de cancer du sein postménopause et de lymphome non-hodgkinien (Kesse Guyot et al., 2020 ; Baudry et al., 2018 ; Rebouillat et al., 2021) dans le cadre de certaines études, bien que ces résultats ne soient pas toujours convergents selon les cohortes (Bradbury et al. 2014 ; Andersen et al., 2023). En effet, certaines associations nécessitent i) d'être étudiées dans d'autres contextes, ii) sur des pas de temps plus longs, iii) voire d'être couplées à des études expérimentales pour être confirmées.

Enfin, Kesse-Guyot et al., (2022) pointent que l'adoption des recommandations alimentaires du Programme National Nutrition Santé 4 (adopter un régime alimentaire sain et privilégier la consommation bio) par une large partie de la population pourrait contribuer à la prévention des maladies chroniques tout en réduisant les pressions sur l'environnement liées au système agri-alimentaire. L'adhésion aux recommandations pourrait permettre une alimentation de meilleure qualité nutritionnelle, une nette réduction de l'exposition aux pesticides par l'alimentation conduisant à une santé améliorée et moins d'externalités négatives sur les ressources naturelles et le climat, pour un prix d'achat de l'alimentation légèrement supérieur (+ 0.9 €/jour/personne) (Seconda et al., 2018).

L'AB possède ainsi de **nombreux atouts sociétaux en termes de préservation des ressources naturelles, du climat et de la santé humaine**. Cette actualisation ne traite pas d'autres bénéfices de l'AB établis dans l'étude de 2016, à savoir notamment le bien-être animal ou la création d'emplois supérieurs en AB. Par ailleurs, la mise à jour des chiffrages économiques des externalités de l'AB devrait pouvoir se poursuivre, notamment dans le cadre d'un partenariat avec le métaprogramme bio d'INRAE.

Cette note synthétise les résultats de l'étude "Quantification des externalités de l'Agriculture Biologique", basée sur l'analyse de près de 800 articles scientifiques pour établir un état actualisé des connaissances scientifiques. Seule une sélection de références bibliographiques est mentionnée.

Pour approfondir cette lecture, les chapitres et résumés des différentes thématiques abordées sont accessibles en ligne : <https://vu.fr/hxuj5>
Pour citer cette note : Dallaporta B., Gentil-Sergent C., Lacarce E., Cisowski, F., Vidal R., Sautereau N., 2024, Note synthétique | Quantification des externalités de l'Agriculture Biologique, 2024, ITAB, 4p.

Les experts de l'ITAB ont pu bénéficier de l'appui de chercheurs INRAE, ISARA, INSERM.

Soutenu
par



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET DE LA COHÉSION
DES TERRITOIRES

Liberté
Égalité
Fraternité

