

# AFFICHAGE ENVIRONNEMENTAL

Recommandations pour un dispositif global d'affichage environnemental producteur de sens, fédérateur, et apte à accélérer la transition écologique

Pour des systèmes agricoles et alimentaires soutenables et résilients

Novembre 2023

Rédacteur :

CESIAe – Comité d'Expertise Scientifique Interdisciplinaire sur l'Affichage Environnemental

Quentin CHANCE (sociologue, CNRS) – coordinateur

Marc BENOÎT (agronome, INRAe)

Vincent BRETAGNOLLE (écologue, CNRS)

Jean-Louis HEMPTINNE (écologue, ENSFEA)

Agnès TERRIEUX (géographe, ENSFEA)

Enjeux  
Vision  
Métriques  
Gouvernance

The logo for CESIAe is located in the bottom right corner. It features the text "CESIAe" in a bold, sans-serif font. The "e" is red, while the other letters are black. The text is set against a light green circular background with a subtle gradient and a slight shadow effect.

CESIAe

# Table des matières

## RÉSUMÉ ET MESSAGES CLÉS

### ANALYSE, SYNTHÈSE ET RECOMMANDATIONS

<b>1. Préambule</b> .....	<b>5</b>
<b>1.1. Cadre réglementaire et résultats de l'expérimentation</b> .....	<b>5</b>
<b>1.2. Création du CESIAe dans le cadre de la concertation post-expérimentation</b> .....	<b>7</b>
<b>1.3. Finalité du rapport CESIAe</b> .....	<b>8</b>
<b>2. L'ACV-PEF : un socle méthodologique inadapté pour l'affichage environnemental des produits alimentaires</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1. L'ACV-PEF remise en cause à l'échelle européenne</b> .....	<b>9</b>
<b>2.2. L'approche analytique ACV ne prend pas en compte les interactions entre les différents biotopes propres au secteur agricole</b> .....	<b>10</b>
<b>2.3. L'unité fonctionnelle par « kilogramme » employée n'est pas adaptée</b> .....	<b>12</b>
<b>2.4. Les spécificités du secteur agricole sont mal prises en compte dans la pondération des impacts de l'ACV</b> .....	<b>14</b>
<b>2.5. Absence de dépassement des limites de l'ACV</b> .....	<b>15</b>
<b>2.6. Un contexte sociétal de grande défiance à prendre en compte</b> .....	<b>16</b>
<b>3. Synthèse et préconisations</b> .....	<b>18</b>
<b>3.1. Synthèse des résultats concernant l'analyse d'Ecobalyse</b> .....	<b>18</b>
<b>3.2. Préconisations</b> .....	<b>18</b>

### ANNEXE : FOCUS SUR L'ENJEU BIODIVERSITÉ

<b>1. Introduction : Biodiversité et fonctionnement des écosystèmes</b> .....	<b>22</b>
<b>2. Trois échelles pour mesurer la biodiversité</b> .....	<b>23</b>
<b>3. Biodiversité et services écosystémiques</b> .....	<b>24</b>
<b>4. Analyse des indicateurs de biodiversité dans l'affichage environnemental</b> .....	<b>25</b>



## Résumé et messages clés

À la demande de l'UFC Que Choisir, le Ministère de la transition écologique a approuvé début 2023 le principe d'une expertise indépendante, portant sur la faisabilité et la pertinence de la méthodologie d'affichage environnemental développée par le gouvernement et ses agences publiques. C'est dans ce cadre que le CESIAe a été constitué, impliquant cinq chercheurs dans des sciences sociales et dures, en lien avec la transition écologique et l'agriculture.

Ce groupe de chercheurs a analysé l'aboutissement de la démarche d'expérimentation en matière d'affichage environnemental, qui se concrétise pour l'instant côté gouvernemental dans l'outil *EcoBalyse* et dans les développements méthodologiques envisagés, notamment en matière d'intégration de la biodiversité. Ce sont donc ces deux approches méthodologiques qui font l'objet de ce rapport.

EcoBalyse est un outil de calcul des scores environnementaux s'appuyant sur le PEF européen (Product Environmental Footprint), lequel est développé selon la méthodologie dite « d'analyse de cycle de vie » (ACV).

L'analyse menée démontre que l'ACV-PEF est un socle méthodologique inadapté pour l'affichage environnemental des produits agricoles et alimentaires. Les conclusions de l'analyse conduite dans le rapport sont les suivantes :

- La construction des indicateurs d'impact en méthodologie ACV-PEF est inadaptée, du fait de l'approche réductionniste. Celle-ci ne permet pas de prendre en compte les interactions entre les différents biotopes propres au secteur agricole ;
- L'unité fonctionnelle par « kilogramme » génère des biais d'interprétation qui disqualifient les résultats ;
- La pondération des impacts n'est pas spécifique au secteur agricole, générant d'autres biais d'interprétation supplémentaires ;
- Il n'est pas possible de dépasser les limites de l'ACV pour des raisons épistémiques (approche réductionniste) et de choix initiaux.

**Nous recommandons une diminution significative de l'usage de la méthodologie ACV-PEF pour l'affichage environnemental, et plus globalement pour l'information environnementale et l'éco-conception. Tout au moins, une inversion de polarité dans la place que peut revendiquer cet outil dans un dispositif holistique d'évaluation de la qualité environnementale des produits agricoles et alimentaires** est indispensable. Il est en effet tout à fait possible de réaliser des évaluations environnementales à l'échelle d'un cycle de vie sans recourir à une méthode qui a préempté cette terminologie (« analyse de cycle de vie », ou « ACV »).

Nous recommandons :

- De partir des systèmes à évaluer (les segments d'un cycle de vie) et d'appuyer les méthodes d'évaluation quantitative des impacts environnementaux sur les outils déjà développés par les communautés scientifiques spécialisées sur l'évaluation des systèmes les plus proches de ces segments. Dans certains cas bien spécifiques (systèmes inertes, simples, linéaires et peu complexes), une méthode ACV peut être adoptée. Ce n'est pas le cas sur la majorité des caractéristiques des productions agricoles.
- D'adapter les méthodes et les pondérations aux enjeux scientifiquement renseignés pour chaque secteur.
- De sortir du cadre méthodologique de l'ACV. Cela permet, entre autres, de ne pas adopter d'unité fonctionnelle dans la structuration de l'outil. A la place, il convient d'établir une échelle relative où tous les impacts de chaque segment du cycle de vie sont normalisés. C'est ensuite, aux acteurs experts du secteur de déterminer, avec la société civile, de la meilleure formule de normalisation des scores et de leur pondération pour obtenir un score global d'impact qui reflète les enjeux scientifiques réels et connus du secteur, et un récit crédible et souhaitable pour l'avenir.
- De garantir un contrôle des critères d'approbation des méthodes par une gouvernance innovante et adaptée à la nature-même du projet d'affichage, dans laquelle la société civile (associative mais également scientifique) pourra se porter garante, aux côtés des pouvoirs publics, du cap dessiné explicitement par les outils approuvés, et du respect de l'intérêt général par chacun de ces outils.

Il est également indispensable **au-delà des explications méthodologiques de principe, qu'un vaste échantillon de résultats sur des produits réels, contrastés en termes de pratiques de production et d'approvisionnement, soit fourni en transparence aux parties prenantes (associations de consommateurs, producteurs, filières, experts...)** afin qu'elles puissent en évaluer la pertinence. C'est ce qui avait été annoncé en novembre 2022 par le gouvernement, pour 550 produits alimentaires. Cela permettra également d'expliciter la vision sous-jacente et de démontrer la cohérence avec les grands enjeux scientifiques du secteur et avec les politiques publiques environnementales (et pas seulement climatiques). Ce temps d'analyse et de prise de recul collectif est nécessaire.

Enfin, la pluralité des méthodes, telle qu'elle est prévue par la Commission Européenne, nous semble la meilleure manière de créer, en amélioration continue grâce à l'émulation, un dispositif global d'information environnementale qui remplisse la mission fixée par le Parlement : lutter contre le greenwashing, éclairer les consommateurs sur les enjeux, et favoriser des bascules des actes d'achat ou de fabrication vers des produits plus soutenables pour l'environnement. **A ce titre, un cadre général souple favorisant la coopération avec les dynamiques déjà engagées et reconnues (Planet-score pour l'alimentaire, Clear Fashion pour le textile) semble une voie féconde (i) pour aboutir dans un délai relativement court à un dispositif appropriable par toutes les parties prenantes, et (ii) pour assurer le succès d'un objet qui n'est autre que l'écriture collaborative de l'avenir des secteurs concernés.**

\*\*\*

En synthèse, pour maximiser le succès du dispositif global d'information environnementale pour les produits alimentaires et textiles, succès que nous appelons de nos vœux, nous enjoignons les pouvoirs publics à n'opérer les arbitrages attendus qu'une fois le schéma général stabilisé et les résultats sur les 550 produits alimentaires rendus publics, accompagnés d'une analyse d'impact. Nous incitons également le gouvernement à calibrer une solution harmonieuse et articulée en coopération avec les étiquetages indépendants, experts métiers qui doivent conserver leurs méthodologies systémiques puisqu'elles sont efficaces pour accélérer la transition écologique et reconnues comme telles sur le terrain. Le cadre européen favorise d'ailleurs cette pluralité depuis le texte Green Claims de mars dernier. Cette articulation sera d'autant plus précieuse que l'affichage environnemental va très probablement rester volontaire pendant au moins plusieurs années.

Un tel cadrage général, basé sur la complémentarité des outils et sur les synergies avec les dynamiques existantes, semble le plus pertinent pour accélérer collectivement la transparence et l'amélioration des pratiques des entreprises dans ces deux secteurs, objectif central de la loi Résilience & Climat.

# Analyse, Synthèse et Recommandations

## 1. Préambule

### 1.1. Cadre réglementaire et résultats de l'expérimentation « Affichage Environnemental »

Dans l'esprit de la loi n°2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire, l'affichage environnemental a pour finalité « *de promouvoir une consommation plus durable et l'écoconception des produits en cohérence avec les engagements de la France dans l'agenda 2030 et la transition vers une économie circulaire, afin notamment de lutter contre le gaspillage des ressources naturelles.* »<sup>1</sup>

Pour ce faire, l'article 15 de ladite loi a encadré l'affichage environnemental volontaire pour tous les secteurs, y compris le secteur agricole, en prévoyant l'établissement de décrets pour fixer les méthodologies et affichage à mettre en œuvre.

Une expérimentation a été menée ayant pour objectif de déterminer **la ou les méthodes** à retenir pour déployer un affichage environnemental harmonisé par secteur(s), afin de répondre aux objectifs suivants :

- **Informers et sensibiliser les consommateurs** sur l'impact environnemental de leurs pratiques alimentaires, afin de les aider dans leur choix de consommation, et faire évoluer les pratiques vers des régimes plus durables ;
- **Faire évoluer l'offre des produits alimentaires et les modes de production**, engageant les acteurs agricoles et agroalimentaires dans des démarches de progrès (écoconception).

La question générique à laquelle l'expérimentation devait apporter des éléments de réponse était la suivante : « selon quelles modalités est-il possible de fournir au consommateur une information environnementale lisible, fiable et objective, aisément contrôlable afin de lui permettre d'orienter ses choix vers une consommation alimentaire plus durable ? »<sup>2</sup>.

En mars 2022, le gouvernement remettait un rapport présentant les résultats de cette expérimentation. Ci-dessous des extraits de la synthèse transmise :

« En termes de calcul **d'un score environnemental** à afficher sur les produits alimentaires, l'expérimentation a permis de démontrer l'importance des choix méthodologiques sur les résultats obtenus. **Les travaux menés soulignent l'intérêt d'une méthode d'évaluation qui s'adosse à un socle d'analyse de cycle de vie (construit à partir de la méthodologie européenne PEF), le cas échéant quelque peu modifié.** Toutefois, **au regard des limites existantes de cette méthodologie, notamment parce qu'elle peut conduire à réduire l'importance de certains facteurs liés aux modes de productions, il est nécessaire d'y apporter**

<sup>1</sup> Protocole d'expérimentation Affichage Environnemental – 20 juin 2020.

<sup>2</sup> Idem.

des compléments ou correctifs permettant de mieux couvrir certains enjeux (ex. la biodiversité à la parcelle, le stockage de carbone dans les sols, etc.).

« L'objectif à terme sera d'utiliser l'approche européenne PEF, tout en la faisant évoluer pour intégrer les résultats de l'expérimentation conduite en France et l'ouvrir à tous les enjeux environnementaux clés du secteur alimentaire. »

« Quel que soit le schéma qui sera retenu finalement, son déploiement opérationnel nécessite encore plusieurs mois de travaux, afin de corriger et compléter la méthodologie ACV, de pouvoir proposer des données génériques de qualité, de mettre à disposition des opérateurs un outil de calcul facile d'utilisation, de prévoir un système de vérification et de définir la gouvernance qui encadrera le dispositif. La maîtrise des coûts de déploiement du dispositif sera un enjeu majeur pour assurer son adoption. »<sup>3</sup>

Bien que des limites, compléments et corrections soient reconnues nécessaires, **le choix d'adosser l'affichage environnemental au socle méthodologique ACV-PEF est décrit comme nécessaire, consensuel et acté** – laissant ainsi supposer que la question du choix du socle méthodologique est close et que le débat ne peut donc plus être réouvert.

**Pourtant**, une part importante des parties-prenantes de l'expérimentation ont explicitement réfuté ce socle méthodologique dans leur retour au gouvernement. Dans les annexes du rapport précédemment cité, des acteurs de bord différents, comme la FNSEA, l'interprofession bétail et viande (Interbev), la Note Globale<sup>4</sup>, WWF ou encore la plateforme inter-associative<sup>5</sup> font communément remarquer que **l'usage de la méthode ACV-PEF (pour déterminer le score d'affichage environnemental) n'a pas été un choix volontaire des participants mais une obligation imposée par les organisateurs de l'expérimentation :**

« Le fait de souligner que tous les porteurs de projets ont basé leurs propositions sur l'ACV (page 16 du rapport) pourrait laisser penser que cette méthode fait consensus, ce qui n'est pas le cas. Les porteurs de projet n'avaient tout simplement pas le choix de la méthode, la loi Climat précisant que l'évaluation devait se baser principalement sur l'ACV. L'ADEME a d'ailleurs dissuadé les expérimentateurs qui souhaitaient proposer des alternatives et les a orientés vers des bureaux d'études ACV. »

Contribution de la plateforme inter-associative. Page 91.

A propos de la Page 4 paragraphe 3 du rapport : « *L'expérimentation a permis de démontrer l'importance des choix méthodologiques sur les résultats obtenus* » laisse entendre que tous les projets ont choisi l'ACV d'eux même alors que son utilisation était obligatoire. »

Contribution de la FNSEA. Page 134.

« Le rapport mentionne que « *les travaux menés soulignent l'intérêt d'une méthode qui s'adosse à un socle ACV* ». Or, il convient de rappeler que la mobilisation de l'ACV était un prérequis pour les organisations souhaitant participer à l'expérimentation et n'a pas relevé d'un choix, on ne peut donc pas conclure à la pertinence de cette méthode sur la base des rapports d'expérimentation. D'autant plus que celle-ci, tout comme la base de données Agribalyse, comporte de nombreuses limites et ne fait pas consensus. »

Contribution Interbev. Page 148

---

<sup>3</sup> Synthèse du rapport du gouvernement janvier 2022 (NOR N°TRED2207795X).

<sup>4</sup> L'association comptait une soixantaine d'adhérents parmi lesquels InVivo, Système U, Cooperl, LSDH, Ajinomoto Animal Europe, La Coopération Agricole, l'Assemblée Générale des Producteurs de Blé, le GIE CRC, Lesieur, Nutrition et santé, HZPC, Gaiago, AG2R.

<sup>5</sup> Comprenant Générations Futures, CIWF France, France Nature Environnement, UFC Que Choisir, Agir pour l'environnement, Noé Biodiversité, Synadis, Synabio.

De plus, les limites structurelles de la méthode ACV sont évoquées et explicitées par de nombreuses parties-prenantes<sup>6</sup>, expliquant qu'un certain nombre de failles méthodologiques en ACV ne sont pas dépassables. À titre d'exemples : l'incapacité à rendre compte du caractère systémique de l'agriculture<sup>7</sup>, à prendre en compte les externalités positives, à considérer systématiquement les systèmes intensifs comme environnementalement peu impactant ou l'invisibilisation des pollutions diffuses.

Des parties-prenantes de l'expérimentation rapportent également le **sentiment d'un manque de recul de la part des organisateurs de l'expérimentation**. Ces derniers leur semblent plus **enclins à considérer les prévisions des promoteurs de la méthodologie ACV-PEF qu'à prendre en compte les critiques énoncées précédemment**. Cette demande a notamment été formulée par les associations représentantes de la société civile qui souhaitaient, dès 2022, disposer d'une expertise scientifique indépendante et complémentaire à celle proposée dans le cadre de l'expérimentation.

« Le Conseil Scientifique et l'ADEME manquent de recul sur l'ACV, il est donc indispensable d'ouvrir la gouvernance opérationnelle et scientifique de l'expérimentation.

1. Le Conseil Scientifique est actuellement trop centré sur des spécialistes de l'ACV qui ne sont pas en position de recul par rapport à l'outil. Nous demandons que le Conseil Scientifique 2022 intègre des compétences plurielles : agronomes, écologues, spécialistes ACV d'horizons divers... »

Contribution de la plateforme inter-associative<sup>8</sup>. Page 93.

Si ces éléments, librement accessibles dans les annexes du rapport remis au gouvernement, ne sont pas repris dans la synthèse et le corps du rapport, nous les rappelons ici afin de clarifier le cheminement démocratique ayant participé à la création du CESIAe.

## 1.2. Création du CESIAe dans le cadre de la concertation post-expérimentation

Le Ministère de la transition écologique a réalisé en fin d'année 2022 et en début d'année 2023 des entretiens avec différentes organisations de la société civile (incluant des parties prenantes de l'expérimentation) sur la thématique de l'affichage environnemental.

Les demandes d'un éclairage scientifique indépendant concernant la robustesse du socle ACV-PEF ont été entendues : l'UFC Que Choisir a obtenu un retour positif officiel du Ministère de la Transition Écologique début 2023 pour que des chercheurs puissent être associés au processus de concertation, afin d'apporter une expertise scientifique complémentaire transdisciplinaire, afin d'analyser le ou les cadres méthodologiques (conventions de calcul) les plus à même d'assurer la robustesse scientifique des scores de l'affichage environnemental.

C'est dans ce cadre que le Ministère de la Transition Écologique, après réception des Curriculum Vitae des chercheurs proposés, a acté la pertinence de ces profils sur le sujet en discussion. Il s'agit de cinq chercheurs dans des sciences sociales et dures en lien avec la transition écologique et l'agriculture, rassemblés sous la dénomination collective du CESIAe :

---

<sup>6</sup> Y compris des acteurs extérieurs à l'expérimentation française mais ayant travaillé sur le socle ACV à l'échelle européenne, notamment la fédération européenne des associations de consommateurs (BEUC) qui conclue en page 2 de son rapport du 30 janvier 2018 : "In our view, the PEF profile must not be used as a stand-alone communication vehicle because of important limitations. LCA toolbox still has some serious methodological shortcomings. In general, we should not consider a PEF profile as a stand-alone communication vehicle, neither for B2B nor for B2C. It is in the first place an internal tool for companies".

<sup>7</sup> Voir à ce propos la contribution de WWF en annexe du rapport.

<sup>8</sup> Générations Futures, CIWF France, France Nature Environnement, UFC Que Choisir, Agir pour l'environnement, Noé Biodiversité, Synadis, Synabio



- Marc BENOÎT (Agronome, INRAE)
- Vincent BRETAGNOLLE (Écologue, CNRS)
- Quentin CHANCE (Sociologue, CNRS)<sup>9</sup> (Coordinateur)
- Jean-Louis HEMPTINNE (Écologue, ENSFEA)
- Agnès TERRIEUX (Géographe, ENSFEA)

Concomitamment à la formation du CESIAe, le Ministère de la Transition Écologique lance en mars 2023 une concertation pour faire évoluer le socle méthodologique ACV-PEF, tel que préconisé dans le rapport de bilan de l'expérimentation.

La plateforme EcoBalyse est lancée dans ce cadre: un simulateur des scores d'affichage environnemental s'appuyant la méthode gouvernementale en cours de développement (une version modifiée du PEF européen, appelé ACV-PEF par la suite) et permettant à qui le souhaite de « jouer » avec les curseurs de l'outil préfiguré pour le scoring gouvernemental.

Le CESIAe vise à apporter un éclairage scientifique concernant les solutions dégagées par l'expérimentation menée sur l'affichage environnemental. La méthodologie socle du simulateur EcoBalyse est analysée dans ce rapport (la méthodologie ACV-PEF), ainsi que l'expérimentation concernant le "module biodiversité » (analysé dans l'annexe consacrée à la biodiversité).

### 1.3. Finalité du rapport CESIAe

Ce rapport s'inscrit dans la concertation initiée par le Ministère de la transition écologique, et vise à donner un avis scientifique sur la pertinence de la méthodologie préconisée par le gouvernement pour l'affichage environnemental, à savoir l'ACV appliquée au secteur agricole.

---

<sup>9</sup> Travail réalisé dans le cadre d'une action pilotée par les Ministères de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire (MASA), de la Transition écologique et de la Cohésion des Territoires (MTECT), de la Santé et de la Prévention (MSP) et de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (MESR), avec l'appui financier de l'Office Français de la Biodiversité, dans le cadre de l'APR « Pour et sur l'engagement des parties prenantes dans les filières et les territoires pour appuyer et valoriser la réduction de l'usage et des impacts des produits phytosanitaires », grâce aux crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Écophyto II+



## 2. L'ACV-PEF<sup>10</sup> : un socle méthodologique inadapté pour l'affichage environnemental des produits alimentaires

La plus grande faiblesse de la méthode ACV-PEF proposée par les pouvoirs publics est paradoxalement sa promesse fondatrice : mettre à disposition un dispositif d'évaluation environnemental à même d'évaluer le cycle de vie pour tous les secteurs d'activité<sup>11</sup>.

Une telle ambition contraint à l'adoption d'un cadre d'analyse et d'évaluation inapte à saisir la réalité et complexité du fonctionnement des systèmes qui sont évalués et à délivrer une note ne reflétant pas de façon adéquate les problématiques environnementales spécifiques du secteur étudié.

Nous montrons que l'ACV-PEF est inadaptée à remplir ses fonctions de socle méthodologique pour l'affichage environnemental des produits agricoles et explicitons les raisons de l'impossibilité technique d'un dépassement de ses limites.

### 2.1. L'ACV-PEF remise en cause à l'échelle européenne

En premier lieu, nous souhaitons souligner que l'analyse que nous avons menée rejoint celle de la Commission européenne, qui a jugé très récemment le PEF et donc le socle ACV inapte à répondre aux exigences d'un affichage environnemental pour les secteurs alimentaires, textiles et de la pêche.

Plus précisément, l'exécutif européen a annoncé le 22 mars 2023 par la voix du Commissaire Européen à l'Environnement avoir tiré les enseignements de dix années de développement de la méthode PEF, et renonce à positionner cette méthode comme cadre de référence unique pour étayer les allégations environnementales et l'éco-conception, dans la mesure où elle ne donne pas une image crédible de la qualité environnementales des produits<sup>12</sup>.

Dans le projet de directive européenne Green Claims publié le 22 mars 2023, la Commission Européenne **ne recommande donc plus l'utilisation** du PEF et donc **de l'ACV comme socle méthodologique pour les allégations environnementales, en particulier pour les secteurs agricoles, textiles et de la pêche**. Celle-ci n'est plus préconisée pour mener les calculs de scoring d'impact environnemental. A sa place, la mise en place de conditions à respecter pour approuver les méthodes exerçant sur le marché communautaire est préfigurée. Ces conditions d'approbation sont notamment la capacité des méthodes à lutter contre le greenwashing et à informer de manière pertinente les consommateurs, en cohérence avec la loi Résilience et Climat votée par le Parlement français en 2021<sup>13</sup>.

---

<sup>10</sup> Distinction ACV-PEF : pour rappel, le PEF (« Product environmental footprint ») est l'outil initialement conçu par la Commission européenne pour l'affichage environnemental en s'appuyant sur la méthode ACV. L'outil Ecobalyse s'appuie sur le PEF. Du fait de leur similarité, la terminologie ACV-PEF est choisie pour désigner la méthode gouvernementale.

<sup>11</sup> Eva Heiskanen désigne cette tension comme « *the issue of local versus universal knowledge* ». Voir p.45-46 : Heiskanen, E., 1997. The Sociological Shaping of a Technique for Environmental Assessment. S&TS 10, 27-51.

<sup>12</sup> Source : Média en ligne *Contexte* « Affichage environnemental : Bruxelles laisse la plume aux États ». 22 mars 2023 [https://www.contexte.com/article/environnement/affichage-environnemental-bruxelles-laisse-la-plume-aux-etats\\_165936.html](https://www.contexte.com/article/environnement/affichage-environnemental-bruxelles-laisse-la-plume-aux-etats_165936.html)

<sup>13</sup> NOR : TRESX2100379L / Bleue-2

*« Traiter le domaine très large et en évolution rapide des allégations environnementales au moyen d'une seule méthode présente des limites. Imposer une méthode unique telle que l'empreinte environnementale (PEF) comme méthode standard de justification pour toutes les allégations environnementales ne serait pas approprié. »<sup>14</sup>*

Ce repositionnement européen acte la nécessité de l'ouverture à la pluralité des méthodes dans la mesure où elle respecte le cap général de lutte contre le greenwashing. Il pose de ce fait un problème vis-à-vis du projet initial du gouvernement français, qui souhaitait que l'affichage environnemental mis en place pour le marché français soit compatible avec le cadre général qu'il pensait voir se dessiner au niveau des instances européennes (en l'occurrence le PEF et la méthode ACV sous-jacente).

Les leçons tirées par la Commission Européenne rejoignent celles diffusées par les organisations qui sont reconnues pour la lutte contre le greenwashing. Il ne serait plus audible dans ce contexte, aussi bien scientifiquement que socialement, de chercher à imposer une méthode unique en France pour l'information environnementale et pour l'éco-conception.

Nous détaillons ci-après les raisons qui rendent effectivement la méthode PEF, et les métriques ACV sous-jacentes, inappropriée pour évaluer les impacts environnementaux des produits alimentaires.

## 2.2. L'approche analytique ACV ne prend pas en compte les interactions entre les différents biotopes propres au secteur agricole

La méthode fondée sur l'analyse de cycle de vie, telle que standardisée dans l'ISO 14040, se fonde sur une approche analytique (c'est à dire réductionniste) et non systémique des impacts environnementaux.

Dans la méthode ACV-PEF, chaque flux de matière ou d'énergie est converti en impact – sachant que dans cette méthode 16 impacts sont répertoriés (voir Figure I). La somme des tous ces impacts donne une note qui constitue l'évaluation environnementale.

L'approche analytique (et de fait, réductionniste) employée réduit les étapes du cycle à un simple inventaire comptable, en pointant les flux de matières et d'énergie. De ce fait, elle ne prend aucunement en compte l'agencement spatial et temporel des éléments à l'origine des flux et émissions faisant l'objet de l'évaluation.

En conséquence, l'approche analytique ne permet pas de considérer par exemple l'influence des rotations sur la fertilité à long terme des sols et la gestion des bioagresseurs, d'évaluer les effets cumulatifs et les pollutions diffuses générées par les systèmes de production, d'évaluer les impacts des pratiques sur la biodiversité locale ou de rendre compte des services écosystémiques rendus par les activités agricoles.

---

<sup>14</sup> Commission Européenne - COM/2023/166 - 22 mars 2023, p.15.

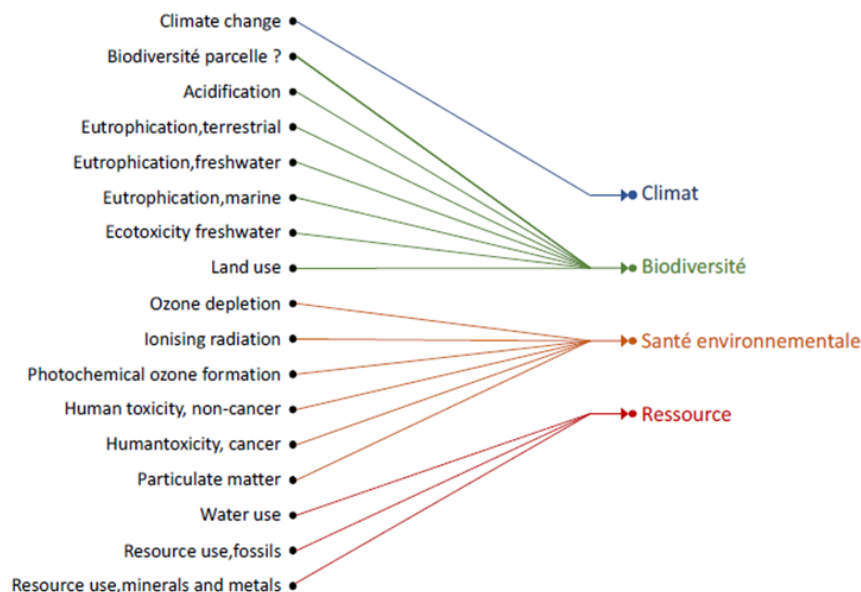


Figure 1 : La comptabilité flux/énergie est traduite en 16 indicateurs d'impact (à gauche), agrégés en catégories d'impact (à droite)

Source : <https://ecobalyse.beta.gouv.fr/> (dernière consultation, 6 novembre 2023)

Pour les écologues et les agronomes, une telle démarche n'est ni scientifiquement pertinente ni correcte en termes de compréhension et d'évaluation des impacts environnementaux propres aux activités agricoles, ni adaptée aux contraintes territoriales spécifiques.

Dans ces disciplines, de nombreuses méthodes multicritères<sup>15</sup> permettant d'évaluer quantitativement les écosystèmes cultivés et leurs interactions avec l'environnement ont été créées indépendamment du champ ACV et se fondent sur la modélisation des liens et interactions entre les différents biotopes (sol, plantes, faune et flore non cultivée, paysage, etc.)<sup>16</sup>.

Plutôt que de mesurer les flux de matières, ces méthodes évaluent les interactions entre les composantes à l'origine des flux.

Rappelons à ce titre que l'ACV, si elle est représentée par une communauté scientifique, n'est pas une science dédiée à l'étude de l'environnement ou de l'agriculture. Elle est une science construite autour d'un outil technique appelé « ACV ».

Le fait que la biodiversité soit un élément absent et insaisissable depuis plusieurs dizaines d'années par les évaluations environnementales s'appuyant sur l'ACV découle naturellement du constat précédent. Pour évaluer la biodiversité, il est fondamental d'adopter une approche systémique et non analytique, ce qui est épistémologiquement impossible dans le formalisme méthodologique de l'approche de l'ACV.

<sup>15</sup> A titre d'exemples : INDIGO, DIALECTE, DIAGE, Arbre, IDEA, RISE, SAFE, EVAD, MASC, SYSTERRE, DEXIPM, etc.

<sup>16</sup> Par exemple : Bockstaller, C. C., Cariolle, M., Galan, M. B., Guichard, L., Leclercq, C., Morin, A., & Surleau-Chambenoit, C. (2013). Évaluation agri-environnementale et choix des indicateurs : acquis, enjeux et pistes. *Innovations agronomiques*, 31, 1-14. Ou encore : Soulé, E., Charbonnier, R., Schlosser, L., Michonneau, P., Michel, N., Bockstaller, C., 2023. A new method to assess sustainability of agricultural systems by integrating ecosystem services and environmental impacts. *Journal of Cleaner Production* 415, 137784.

### 2.3. L'unité fonctionnelle par « kilogramme » employée n'est pas adaptée

L'ACV est un outil d'évaluation de la performance d'un cycle de vie (dans ce cas, l'évaluation porte sur l'impact environnemental). Pour calculer le score de performance, les impacts liés à l'usage des ressources sont rapportés à une unité de base. Cette unité de base est appelée unité fonctionnelle<sup>17</sup> (ci-après « UF »), laquelle représente le « service » qui est rendu. Par « service » on entend la valeur d'usage du bien considéré dans l'analyse.

Le choix de l'unité fonctionnelle est reconnu dans toute la bibliographie, y compris dans le champ de l'ACV, comme déterminant<sup>18</sup> dans l'expression et l'interprétation des résultats, puisque **le score obtenu dans une étude ACV est totalement dépendant au choix de cette unité fonctionnelle<sup>19</sup>. Des résultats inverses peuvent être obtenus pour le score d'un même produit, en fonction du choix opéré pour l'UF de l'analyse.**

$$\frac{\text{Flux comptés à l'échelle du cycle de vie et traduits en impacts}}{\text{Nombre d'UF correspondant}} = \text{Score}$$

Or, le PEF et EcoBalyse<sup>20</sup>, tous deux fondés sur l'ACV, ont adopté comme unité fonctionnelle, et donc comme facteur de performance, la masse, autrement dit la **quantité en kilogrammes**. Or il est évident qu'un kilogramme de soda n'apporte pas le même service à la personne qui le consomme qu'un kilogramme de pommes, un kilogramme de chocolat, un kilogramme d'œufs ou un kilogramme de viande.

De nombreuses autres unités fonctionnelles ont été proposées comme la **portion journalière recommandée** (portion alimentaire quotidienne), l'apport énergétique via sa **teneur en calories ou en nutriments** essentiels (kcal) ou encore la **durabilité territoriale** des systèmes agroalimentaires (hectare).

L'étude de la bibliographie académique<sup>21</sup> et les publications des instituts techniques agricoles témoignent des **risques importants et avérés liés à l'adoption d'une unité fonctionnelle par kilogramme**.

Ces risques sont liés au fait que cette UF **ne fournit pas une vision réaliste des impacts environnement relatifs notamment à l'intensification des pratiques agricoles** et leur concentration spatiale, en invisibilisant leurs conséquences néfastes pourtant manifestes dans de nombreux territoires<sup>22</sup>.

L'adoption de cette unité fonctionnelle a potentiellement des répercussions importantes :

---

<sup>17</sup> Définition selon SO 14040 :2006(fr) : « performance quantifiée d'un système de produits destinée à être utilisée comme unité de référence dans une analyse du cycle de vie ».

<sup>18</sup> Hélias, A., Van Der Werf, H.M.G., Soler, L.-G., Aggeri, F., Dourmad, J.-Y., Julia, C., Nabec, L., Pellerin, S., Ruffieux, B., Trystram, G., 2022. Implementing environmental labelling of food products in France. *Int J Life Cycle Assess* 27, 926–931. Voir page 927.

<sup>19</sup> ISO 14040 :2006(fr). Voir note de bas de page n°2 :

<sup>20</sup> Pour rappel, EcoBalyse est une forme adaptée du PEF européen mis en place par le CGDD et servant de démonstrateur dans le cadre de la concertation sur l'affichage environnemental.

<sup>21</sup> La revue systématique de la littérature académique relative aux problèmes de la méthodologie PEF pointe l'unité fonctionnelle en premier. Voir : Pedersen, E., & Remmen, A. (2022). Challenges with product environmental footprint: a systematic review. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 27(2), 342-352.

<sup>22</sup> Salou, T., Le Mouël, C., Van Der Werf, H.M.G., 2017. Environmental impacts of dairy system intensification: the functional unit matters! *Journal of Cleaner Production* 140, 445–454. (Traduction des auteurs du rapport).

- Sur les futures politiques agricoles qui privilégieraient donc une agriculture intensive et conventionnelle (c'est à dire en faisant usage de pesticides ou d'intrants de synthèse fort impactants sur l'environnement, mais permettant d'atteindre de meilleurs rendements massiques) - car mieux « notées » en faisant usage de cette unité fonctionnelle qui est le kilogramme – au lieu d'encourager des formes d'agriculture compatibles avec les enjeux environnementaux clés<sup>23</sup>. La disqualification des prairies, moins productives que les cultures fourragères intensives, est particulièrement problématique, voire délétère pour le climat si l'affichage incite à leur retournement ;
- Sur les pratiques agricoles adoptées par les producteurs, qui favoriseront des pratiques permettant d'obtenir un score plus attractif pour les clients de l'aval (souvent des coopératives ou des industriels) au lieu de faire évoluer les pratiques vers des pratiques plus soutenables. Si le score est au contraire fondé sur une unité fonctionnelle autre que le kilogramme<sup>24</sup>, il est fort probable que les producteurs agricoles pourront faire valoir les efforts environnementaux et les trajectoires déjà engagées ;
- Sur les choix des consommateurs, en allant à l'encontre de l'esprit même du dispositif d'affichage environnemental promu par la loi n°2021-1104 du 22 août 2021 et qui a pour objectif principal d'éclairer le choix des consommateurs sur l'impact environnemental des produits alimentaires afin de les orienter vers des produits plus soutenables : les consommateurs, s'ils devaient être guidés par des scores d'affichage environnemental élaborés avec des outils proches de la méthode ACV, pourraient donc être incités à acheter des produits affichés comme ayant un impact environnemental (score) très bas donc très favorable pour l'environnement, sans qu'il n'en soit rien en réalité. Inversement ils pourraient être détournés de produits affichant des scores élevés (donc réputés « mauvais » pour l'environnement), alors que leur qualité environnementale réelle (systémique) est avérée.

---

<sup>23</sup> A titre d'illustration, l'agriculture conventionnelle a - actuellement - une production massique par unité de surface en général supérieure à l'agriculture biologique. En prenant comme unité fonctionnelle le poids, et en acceptant des sous-pondérations fortes des enjeux de toxicité et d'écotoxicité, l'agriculture conventionnelle est mécaniquement et systématiquement mieux notée indépendamment de ses externalités négatives. Ce type de résultat est en décalage évident avec les réalités scientifiques.

<sup>24</sup> Nous avons cité à titre d'exemples en page 7 de ce rapport l'apport énergétique (kcal), la part dans la portion journalière recommandée (portion alimentaire quotidienne) ou les unités de surface mises en production (hectare).

## 2.4. Les spécificités du secteur agricole sont mal prises en compte dans la pondération des impacts de l'ACV

L'ACV se veut une méthode « globale » et universelle pouvant évaluer tous les segments du cycle de vie d'un produit, tous secteurs confondus et en utilisant la même grille et les mêmes impacts environnementaux.

Cette volonté de créer une méthodologie universelle se heurte à un deuxième écueil qui est celui de la pondération (voir Figure II).

**La somme des tous les impacts donne une note qui constitue l'évaluation environnementale**, mais cette somme est « pondérée » : des impacts pèsent plus que d'autres dans le score. C'est l'opération dite de « pondération » des impacts, ce qui est un processus totalement arbitraire que l'on retrouve dans toutes les évaluations quantitatives, ACV ou pas<sup>25</sup>.

Dans le cadre de la méthode ACV, un autre problème se pose donc au niveau de la détermination des pondérations et donc de la façon dont sont élaborés les sous-scores d'impact (Climat, Biodiversité, Santé environnementale, Ressources).

Les pondérations adoptées par le PEF en ayant recours à l'ACV s'appuient sur une évaluation des impacts environnementaux quel que soit le système analysé du cycle de vie et de façon décontextualisée vis-à-vis des problèmes propres à chaque secteur d'activités.

Indicateurs d'impact environnemental	Pondération	Pondération cumulée	Catégories d'impact
Changement climatique	21,06%	21,06%	Climat
Acidification	5,64%	25,54%	Biodiversité
Eutrophisation terrestre	3,37%		
Eutrophisation eau douce	2,55%		
Eutrophisation marine	2,69%		
Écotoxicité eau douce	4,07%		
Utilisation des sols	7,22%	31,22%	Santé environnementale
Appauvrissement de la couche d'ozone	5,74%		
Radiation ionisante	4,56%		
Formation d'ozone photochimique	4,35%		
Toxicité humaine, non-cancérogène	3,90%		
Toxicité humaine, cancérogène	4,52%		
Particules	8,15%		
Utilisation de ressource : eau	7,74%	22,18%	Ressource
Usage de ressource : énergie fossile	7,57%		
Usage de ressource : Minéraux et métaux	6,87%		

Figure II : Table des pondérations par indicateurs d'impact et agrégation  
Source : <https://ecobalyse.beta.gouv.fr/> (dernière consultation, 6 novembre 2023)

<sup>25</sup> Patrick Hofstetter identifiait déjà ce problème concernant l'ACV et proposait dans son livre de 1998 (voir également l'article de 2000) un cadre méthodologique permettant d'intégrer le caractère culturel et arbitraire de la pondération directement dans le cadre conceptuel de l'ACV.

Hofstetter, P., 1998. Perspectives in Life Cycle Impact Assessment. Springer US, Boston, MA.

Hofstetter, P., Baumgartner, T., Scholz, R.W., 2000. Modelling the valuesphere and the ecosphere: Integrating the decision makers' perspectives into LCA. Int. J. LCA 5, 161.

En produisant la pondération des impacts de façon absolue, c'est-à-dire en comparant tous les segments du cycle de vie en même temps et sans distinction aucune du secteur d'activité, la méthode ACV sur laquelle repose le PEF le rend inapte à évaluer les impacts environnementaux les plus pertinents.

Or, il est évident aux yeux de tous, sans besoin d'être un expert de la biodiversité, que les enjeux environnementaux du transport routier ne sont pas ceux de la production agricole, de la même manière que ceux de l'électroménager sont différents de ceux des travaux publics.

A titre d'illustration, les enjeux de l'agriculture portent essentiellement sur des thématiques comme l'eutrophisation des eaux de surfaces, la pollution des eaux souterraines (nitrate et pesticides), la dégradation des sols, le déclin de la biodiversité tandis que le secteur de l'électroménager présente des enjeux relatifs à l'exploitation des terres rares et à la génération de déchets non-recyclables. Adopter une pondération commune pour tous les secteurs ternit tout l'intérêt du dispositif d'affichage environnemental par dilution des impacts dans une moyenne décorrélée des enjeux environnementaux spécifiques au produit et à son cycle de vie.

Ce problème lié à la pondération a déjà été identifié par le CGDD, qui a choisi de doubler le poids des trois indicateurs (écotoxicité de l'eau douce, toxicité humaine – cancer, toxicité humaine – non-cancer) dans l'outil EcoBalyse.

Si la démarche de repondération est certainement souhaitable et nécessaire, elle n'a pas été explicitée ni justifiée et ne peut à elle seule suffire de toutes façons à corriger le défaut majeur des indicateurs d'impact de la méthode ACV tel qu'explicité au point 2.2 et 2.3.

## 2.5. Absence de dépassement des limites de l'ACV

“Quel que soit le schéma qui sera retenu finalement, son déploiement opérationnel nécessite encore plusieurs mois de travaux, **afin de corriger et compléter la méthodologie ACV**, de pouvoir proposer des données génériques de qualité, de mettre à disposition des opérateurs un outil de calcul facile d'utilisation, de prévoir un système de vérification et de définir la gouvernance qui encadrera le dispositif.” Synthèse du rapport du gouvernement janvier 2022 NOR N°TRED2207795X

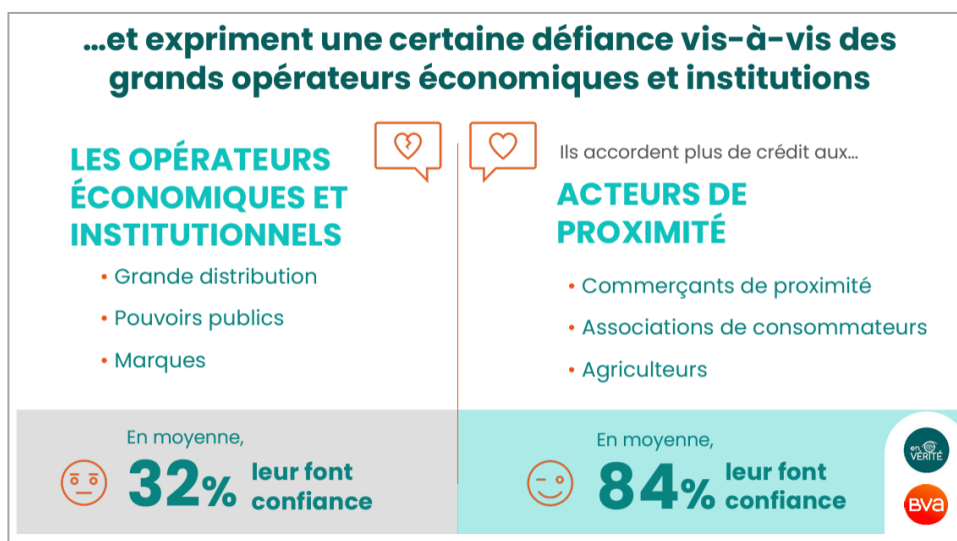
Nous souhaitons maintenant porter l'attention sur le fait que **la méthode n'a pas été corrigée au cours des derniers mois et ce malgré les travaux mis en œuvre par les services de l'Etat en concertation avec les parties prenantes professionnelles et civiles.**

En effet, tel qu'exposé ci-avant, **il est impossible de corriger ces problèmes du fait de leur caractère épistémique.**

**C'est le fondement de la méthode ACV qui amène à la production de scores non représentatifs des phénomènes mesurés (l'impact environnemental), non une limite de temps et de technique pour son amélioration.**

## 2.6. Un contexte sociétal de grande défiance à prendre en compte

Il convient d'avoir à l'esprit que la confiance des citoyens dans la capacité des pouvoirs publics à concevoir un affichage environnemental alimentaire semble très basse : 32% dans l'étude présentée par BVA à l'Assemblée Nationale en janvier 2023<sup>26</sup> (au même niveau que les marques et la grande distribution). L'acceptabilité sociétale d'une méthode très imparfaite, sans vision explicite, est extrêmement faible. Elle subirait inmanquablement de nombreuses critiques et devrait faire rapidement l'objet de nouvelles versions. Cela ferait courir le risque d'une perte de crédibilité et donc d'efficacité de la totalité du dispositif voulu par les parlementaires et le gouvernement. Le retour d'expérience sur certaines initiatives récentes nous éclaire sur ce point (cf. mention HVE par exemple).



Dans ce contexte, un arbitrage en l'état actuel de maturité de la méthode gouvernementale, aussi bien pour l'alimentaire que pour le textile, serait précipité. L'argument de « l'urgence d'agir » ne tient pas, dans la mesure où des dispositifs indépendants nés en France, dont nous avons pu observer la pertinence, sont déjà déployés auprès de plus de 600 entreprises à l'échelle Européenne, et luttent déjà efficacement depuis plusieurs années contre le greenwashing (Planet-score et Clear Fashion notamment).

Le rapport publié récemment par le CGAAER<sup>27</sup> consacré à l'étiquetage alimentaire évoque d'ailleurs le succès du Planet-score :

« Un dispositif d'affichage environnemental est en train de conquérir les linéaires de la grande distribution : le Planet-score. Porté par un collectif d'acteurs à l'initiative de l'Institut technique de l'agriculture biologique, ce dispositif intègre les dimensions de climat, de biodiversité et de pesticides, ainsi que le mode d'élevage pour les productions animales. »

<sup>26</sup> Etude BVA publiée et présentée à l'Assemblée Nationale le 12/01/2023 : <https://www.en-verite.fr/etude-bva-en-verite/> <https://www.reussir.fr/fruits-legumes/affichage-environnemental-que-veulent-les-francais>

<sup>27</sup> Assemat B., Lobjoit Y., Bellancourt A. 2023. « Accompagnement du consommateur vers une alimentation saine et durable, Scores alimentaires et autres formes de communication – rapport 21085 » (daté de juillet 2023, publié en octobre 2023)



Ces étiquetages indépendants, positionnés en appui aux politiques publiques environnementales et au service de l'intérêt général, basés sur des niveaux d'exigence élevés sur les 'points chauds' de la durabilité écologique de chacun de leur secteur, semblent répondre aux questions des consommateurs et bénéficier de scores de confiance très élevés dans les études consommateurs réalisées à leur sujet. Ils sont également déjà adoptés par une diversité d'entreprises, de toutes tailles et typologies, et constituent à ce titre une pierre d'appui intéressante pour le déploiement du futur dispositif gouvernemental. Une analyse des raisons de leur acceptation serait à instruire, pour comprendre, dans une démarche de recherche-action, comment raisonnent les consommateurs, et quelles caractéristiques a permis leur implémentation.

## 3. Synthèse et préconisations

### 3.1. Synthèse des résultats concernant l'analyse d'Ecobalyse

La problématique qui nous a été posée est celle de l'évaluation scientifique d'une « convention »<sup>28</sup> de calcul (ici la méthodologie ACV-PEF) – laquelle a vocation à fournir une évaluation quantifiée, donc chiffrée, des impacts générés par les produits des activités humaines sur l'environnement.

Si le présent rapport traite de la convention de calcul ACV-PEF, les résultats obtenus attirent l'attention sur la nécessité de **faire reposer le socle méthodologique de l'affichage environnemental sur d'autres conventions de calcul que celles délivrées par la méthodologie ACV-PEF.**

Nous avons mis en avant les limites indépassables de la méthodologie ACV-PEF dans le cas où celle-ci est utilisée comme convention de calcul pour l'affichage environnemental des produits alimentaires :

- La construction des indicateurs d'impact sont inadaptés en méthodologie ACV du fait de l'approche réductionniste. Celle-ci ne permet pas de prendre en compte les interactions entre les différents biotopes propres au secteur agricole ;
- L'unité fonctionnelle par « kilogramme » génère des biais d'interprétation qui disqualifient les résultats ;
- La pondération des impacts n'est pas spécifique au secteur agricole générant des biais d'interprétation supplémentaires ;
- Il n'est pas possible de dépasser les limites de l'ACV-PEF pour des raisons épistémiques (approche réductionniste) et de choix initiaux.

Nous tenons à préciser que le but de construire un affichage environnemental doit être atteint. Nos préconisations ont ainsi pour ambition d'appuyer une évaluation scientifiquement robuste et socialement congruente des conventions de calcul sur lesquelles pourra reposer l'instrument « affichage environnemental ».

### 3.2. Préconisations

Nous recommandons une **diminution significative de l'usage de la méthodologie ACV pour l'affichage environnemental.** Tout au moins, une inversion de polarité dans la place que peut revendiquer cet outil dans un dispositif holistique d'évaluation de la qualité environnementale des produits agricoles et alimentaires est indispensable.

**Il est tout à fait possible de réaliser une évaluation des impacts environnementaux à l'échelle d'un cycle de vie sans recourir à la méthode qui en porte le nom (ACV).** Il suffit pour cela d'agréger plusieurs méthodes d'évaluation appliquées aux différentes étapes du cycle de vie. Cela permet à la fois d'adopter une approche conceptuelle adaptée aux systèmes faisant partie du cycle de vie du produit, mais aussi d'adapter la pondération en fonction des enjeux environnementaux clefs de chacun des systèmes évalués, tels qu'ils sont documentés dans les publications scientifiques étudiant les enjeux à l'échelle des systèmes de production.

---

<sup>28</sup> Nous conseillons sur ce point l'ouvrage d'Olivier Martin, Directeur du CERLIS et professeur de sociologie, publié en 2020 et intitulé « L'empire des chiffres » (Edition Armand Colin). Ce dernier propose une lecture socio-historique et un cadre d'analyse des phénomènes de quantification.

Il convient de **s'appuyer sur l'expertise des disciplines scientifiques et des professionnels en prise avec les phénomènes évalués pour pouvoir jauger de la cohérence, congruence et réalisme des métriques et méthodes** encapsulées dans la/les conventions de calcul sur lesquelles reposent l'instrument d'évaluation. La raison est simple. Ce que nous appelons « impact environnemental », qui constitue le corps de l'affichage environnemental, est un construit social reflétant le rapport de nos sociétés à leur environnement. **Il ne s'agit pas d'une grandeur « réelle »**<sup>29</sup>, quel que soit l'indicateur mesuré puisqu'aucun dispositif d'évaluation chiffré ne peut délivrer une note réelle dans de systèmes complexes, fluctuants et hétérogènes tels que les systèmes de production en lien direct avec la nature. La grandeur évaluée n'existe pas en dehors du creuset sociétal qui l'a constituée. Aucun écosystème, grand ou petit, ne saurait en effet ni nous « fournir » la valeur juste, ni nous « parler » en vue de garantir l'exactitude des chiffres produits. Par contre, les chercheurs ayant passé parfois plusieurs décennies à observer et analyser ces systèmes ont acquis l'expérience et donc l'expertise suffisante pour évaluer la pertinence des ordres de grandeur délivrés par les instruments de quantification.

La fonction première des chiffres et des scores est de clarifier et d'outiller une orientation claire vers de nouveaux modèles de production et de consommation<sup>30</sup>. A ce titre, comme le rappelle le rapport de l'IDDRI (Institut du Développement Durable et des Relations Internationales) sur ce sujet<sup>31</sup>, le cadrage global de l'affichage environnemental sera le reflet d'un **projet de société**. Ce point est d'ailleurs évoqué de manière récurrente, comme illustré dans l'extrait ci-dessous tiré de l'annexe du rapport du gouvernement au Parlement :

« L'affichage environnemental doit être vu à sa juste valeur : il ne s'agit pas d'un simple débat / choix scientifique de méthode, mais bien d'un choix de société. Le rapport publié par l'IDDRI en octobre 2021 l'a montré explicitement, et une centaine de parlementaires l'ont relayé : le choix méthodologique fait par le Gouvernement pour mettre au point cette évaluation environnementale reflètera le « modèle » agricole et alimentaire choisi par la France. Ce choix doit donc être fait en cohérence avec les orientations posées par les cadres publics existants (Etats généraux de l'Alimentation ; Loi Climat & Résilience, PAC, Green Deal et Farm2Fork au niveau européen, ...) et également en cohérence avec le mouvement initié ces dernières années par un nombre grandissant d'acteurs des filières vers des filières de qualité ou différenciées, et plus globalement vers une agriculture agroécologique. »

Avis de « La Note Globale »<sup>32</sup> sur le rapport au parlement. Page 154.

---

<sup>29</sup> Pour une compréhension approfondie, les travaux de Ludwig von Bertalanffy sur la théorie générale des systèmes est recommandée. Particulièrement, les pages XVII et XVIII de la préface à l'édition Penguin de 1971. Accessible ici : <https://www.dunod.com/sites/default/files/atoms/files/9782100583003/Feuilletage.pdf>

<sup>30</sup> Penser que les « chiffres » servent toujours à mesurer un phénomène physique est une dérive culturelle issue de l'histoire de nos sociétés au XIXème siècle, laquelle nous amène à confondre la production de chiffres avec la démarche scientifique. Bien souvent, les chiffres produits par des dispositifs de quantification servent à la coordination des acteurs au sein de la société, bien plus qu'à la révélation d'une réalité mathématique intrinsèque au monde. Cette « réalité mathématique intrinsèque au monde » est, comme explicité ci-avant, souvent inexistante. La robustesse des chiffres découle alors d'une construction sociale leur donnant l'apparence d'une réalité intangible.

<sup>31</sup> Brimont L. et Saujot M. 2021. « *Affichage environnemental alimentaire : révéler les visions pour construire un compromis politique* ». Rapport IDDRI. Octobre 2021.

<https://www.iddri.org/fr/publications-et-evenements/etude/affichage-environnemental-alimentaire-reveler-les-visions-pour>

<sup>32</sup> L'association comptait une soixantaine d'adhérents parmi lesquels InVivo, Système U, Cooperl, LSDH, Ajinomoto Animal Europe, La Coopération Agricole, l'Assemblée Générale des Producteurs de Blé, le GIE CRC, Lesieur, Nutrition et santé, HZPC, Gaïago, AG2R.

Le rapport publié récemment par le CGAAER<sup>33</sup> évoque lui aussi le besoin de fixer d'abord le cap multi-dimensionnel vers lequel engager le secteur, avant de définir les outils et le cadre pour atteindre le cap visé. Ce rapport précise notamment en page 25 :

« La mission considère qu'il aurait été **préférable de fixer le cap des transitions alimentaires et agroécologiques avant d'engager les travaux sur l'affichage environnemental**. En effet, comme cela est indiqué au point 3.1.1., **les scores ne sont que des outils au service de l'atteinte des objectifs fixés par les politiques publiques**.

Elle suggère que la publication prochaine de la SNANC [Stratégie Nationale Alimentation Nutrition Climat<sup>34</sup>] permette un examen des travaux conduits sur les scores alimentaires afin de s'assurer de leur cohérence avec les objectifs de politiques publiques définis par la SNANC. »

Ce même rapport du CGAAER précise un point réglementaire important :

« S'agissant de l'affichage environnemental, la mission considère que son caractère obligatoire à l'échelle nationale n'est [pas] compatible avec les exigences générales de libre circulation des marchandises au sein du marché intérieur européen ».

Les dispositifs d'affichage environnemental vont donc rester **volontaires** tant qu'un cadre européen (au sens large) ne sera pas calibré puis adopté, ce qui selon ce même rapport ne devrait pas advenir avant **2026 ou 2027**. Dans l'intervalle, la France est en position pionnière sur le développement de l'information environnementale consommateur, en particulier par le biais des dispositifs indépendants nés en France et déjà déployés en Europe. Capitaliser sur ces dynamiques dans des formes de coopérations innovantes peut être une manière efficace d'atteindre les objectifs de la loi.

En synthèse de ces observations, nous recommandons :

- De partir des systèmes à évaluer (les segments d'un cycle de vie) et d'appuyer les méthodes d'évaluation quantitative des impacts environnementaux sur les outils déjà développés par les communautés scientifiques spécialisées sur l'évaluation des systèmes les plus proches de ces segments. Dans certains cas bien spécifiques (systèmes simples, linéaires et peu complexe), une méthode ACV peut être adoptée pour ce segment. Ce peut être le cas pour les process aval de la chaîne agroalimentaire : le transport, les cuissons, surgélations etc., qui sont des flux d'énergie et de matières inertes simples à quantifier.
- De sortir du cadre méthodologique de l'ACV. Cela permet, entre autres, de ne pas adopter d'unité fonctionnelle dans la structuration de l'outil. A la place, il convient d'établir une échelle relative (par exemple allant de 0 à 100) où tous les impacts de chaque segment du cycle de vie sont normalisés. C'est ensuite, aux acteurs experts du secteur de déterminer, avec la société civile, de la meilleure formule de normalisation des scores et de leur pondération pour obtenir un score global d'impact qui reflète les enjeux scientifiques réels et connus du secteur, et un récit crédible et souhaitable pour l'avenir.

---

<sup>33</sup> Assemat B., Lobjoit Y., Bellancourt A. 2023. « Accompagnement du consommateur vers une alimentation saine et durable, Scores alimentaires et autres formes de communication – rapport 21085 » (daté de juillet 2023, publié en octobre 2023)

<sup>34</sup> Cette stratégie nationale a pour objectif de déterminer « *les orientations de la politique de l'alimentation durable, moins émettrice de gaz à effet de serre, respectueuse de la santé humaine, davantage protectrice de la biodiversité, favorisant la résilience des systèmes agricoles et des systèmes alimentaires territoriaux et garante de la souveraineté alimentaire (...) ainsi que les orientations de la politique de la nutrition* » (ibidem, page 22)

- De garantir un contrôle des critères d'approbation des méthodes par une gouvernance innovante et adaptée à la nature-même du projet d'affichage, dans laquelle la société civile (associative notamment) pourra se porter garante, aux côtés des pouvoirs publics, du cap dessiné explicitement par les outils approuvés, et du respect de l'intérêt général par chacun de ces outils.

Les conventions de calcul de l'affichage environnemental doivent être fabriquées et reconnues comme des « boussoles » permettant de se coordonner dans un monde complexe, résultant d'un débat sociétal et scientifique, en phase avec la réalité des enjeux, et fixant un récit globalement soutenable, du producteur au consommateur en passant par les filières et les entreprises de l'aval.

En synthèse, nous prôtons le développement de conventions de calcul pour l'affichage environnemental qui soient scientifiquement robustes (dans leur façon de concevoir et compter ou qualifier les problèmes environnementaux causés par les systèmes évalués – ce qui n'est pas le cas de l'ACV-PEF) et incontestables (dans la façon dont la société civile est partie-prenante de la fixation explicite du cap). **A ce titre, toute méthode qui serait amenée à être diffusée ou approuvée devrait avoir l'obligation, au-delà des explications méthodologiques, de fournir un vaste échantillon de résultats sur des produits réels contrastés en termes de pratiques de production et d'approvisionnement, afin d'explicitier la vision sous-jacente et de démontrer la pertinence face aux grands enjeux scientifiques du secteur, ainsi que la cohérence avec les politiques publiques environnementales (et pas seulement climatiques).**

Enfin, la pluralité des méthodes, telle qu'elle est prévue par la Commission Européenne, nous semble la meilleure manière de créer, en amélioration continue grâce à l'émulation, un dispositif global d'information environnementale qui remplisse la mission fixée par le Parlement: lutter contre le greenwashing, éclairer les consommateurs sur les enjeux, et favoriser des bascules des actes d'achat vers des produits plus soutenables pour l'environnement. **A ce titre, un cadre général souple favorisant la coopération avec les dynamiques déjà engagées et reconnues (Planet-score pour l'alimentaire, Clear Fashion pour le textile) semble une voie féconde (i) pour aboutir dans un délai relativement court à un dispositif appropriable par toutes les parties prenantes, et (ii) pour assurer le succès d'un 'objet' qui n'est autre que l'écriture collaborative de l'avenir du secteur agricole et alimentaire.**

En synthèse, pour maximiser le succès du dispositif global d'information environnementale pour les produits alimentaires et textiles, succès que nous appelons de nos vœux, nous enjoignons les pouvoirs publics à n'opérer les arbitrages attendus qu'une fois le schéma général stabilisé et les résultats sur les 550 produits alimentaires rendus publics, accompagnés d'une analyse d'impact. Nous incitons également le gouvernement à calibrer une solution harmonieuse et articulée en coopération avec les étiquetages indépendants, experts métiers qui doivent conserver leurs méthodologies systémiques puisqu'elles sont efficaces pour accélérer la transition écologique et reconnues comme telles sur le terrain. Le cadre européen favorise d'ailleurs cette pluralité depuis le texte Green Claims de mars dernier. Cette articulation sera d'autant plus précieuse que l'affichage environnemental va très probablement rester volontaire pendant au moins plusieurs années.

Un tel cadrage général, basé sur la complémentarité des outils et sur les synergies avec les dynamiques existantes, semble le plus pertinent pour accélérer collectivement la transparence et l'amélioration des pratiques des entreprises dans ces deux secteurs, objectif central de la loi Résilience & Climat.

## Annexe : Focus sur l'enjeu Biodiversité

### 1. Introduction : Biodiversité et fonctionnement des écosystèmes

Dès les années 1990, la communauté scientifique est convaincue que les variations de la biodiversité influencent fortement le fonctionnement des écosystèmes (Loreau et al., 2002).

Le terme “fonctions des écosystèmes” recouvrent entre autres tous les processus écologiques qui régulent la circulation de l'énergie, des matières nutritives et de la matière organique dans l'environnement. La production primaire, c'est-à-dire l'utilisation de la lumière solaire par les plantes pour convertir de l'énergie et de la matière inorganique en matière organique, est un exemple de ces fonctions dont la réalisation est influencée par la biodiversité (Cardinale et al., 2012).

Depuis 2012, le **consensus scientifique** sur les liens entre biodiversité et fonctions des écosystèmes se décline **en six points** (Cardinale et al., 2012). *Premièrement*, les pertes de biodiversité affectent le prélèvement de ressources et la conversion de celles-ci en biomasse. *Deuxièmement*, les données empiriques et les travaux de modélisation montrent que la stabilité des écosystèmes au cours du temps augmente avec la biodiversité. Par exemple, la capture de ressources et la production de tissus organiques est généralement plus stables dans les communautés les plus diverses. *Troisièmement*, la relation entre la biodiversité et les fonctions des écosystèmes est décrite par une courbe asymptotique. Ainsi, en lisant le graphique de la droite vers la gauche, on s'aperçoit qu'une perte initiale de biodiversité a peu d'impact sur la réalisation des fonctions de l'écosystème. Ensuite, les fonctions se dégradent proportionnellement plus vite que la perte de biodiversité (**Figure I**). *Quatrièmement*, les communautés riches en espèces sont plus productives que les communautés ayant une richesse spécifique plus faible. *Cinquièmement*, les pertes de biodiversité dans différents niveaux trophiques d'une communauté ont une incidence plus forte sur la dégradation des fonctions des écosystèmes que des pertes de biodiversité localisées dans un seul niveau trophique. *Enfin et sixièmement*, la manière dont les fonctions des écosystèmes sont affectées par l'extinction d'espèces dépend de la perte de traits fonctionnels. Ce n'est pas seulement le nombre d'espèces qui importe mais également l'identité et la qualité des espèces. Depuis cette publication de 2012, de nombreuses publications ont consolidé ce consensus et ont précisé les mécanismes de détérioration des fonctions écosystémiques avec la nature des pertes de biodiversité (e.a. Loreau et al., 2002 ; Lefcheck et al., 2015 ; Pennekamp et al., 2018 ; Kefi et al., 2019 ; Gonzalez et al., 2020).

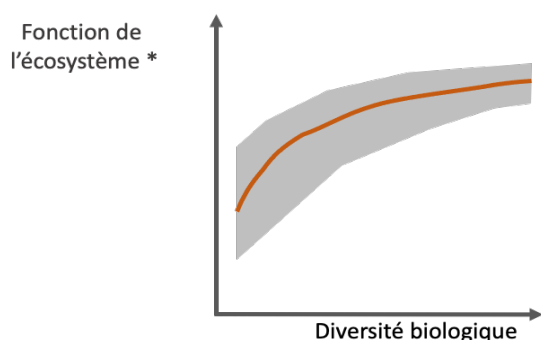


Figure I. Relation entre la diversité biologique et les fonctions des écosystèmes (d'après Cardinale et al., 2012)

A mesure que les recherches sur les relations entre la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes progressaient, se développait un autre champ d'investigation scientifique explorant les relations entre

la biodiversité et les services écosystémiques. Si ces deux champs d'investigation sont intimement liés, les services écosystémiques sont centrés sur les bénéfices que tire directement l'humanité des écosystèmes. Par exemple, le service d'approvisionnement s'intéresse à l'incidence des variations de biodiversité sur la production de ressources naturelles comme le bois ou l'eau potable. Le service de régulation suit la même démarche pour la régulation de l'abondance des organismes ravageurs des cultures (Cardinale et al., 2012). Dans les lignes de ces travaux, l'IPBES inventorie 18 services écosystémiques dont dépendent le bien-être des humains (Díaz et al., 2019).

Cette brève introduction montre clairement que **la biodiversité n'est pas une contrainte qui complique le travail des agriculteurs mais un facteur de production important composé de multiples facettes** qui participe à l'élaboration des différentes productions végétales, qui ne sont que de la production primaire au sens de l'écologie, et animales.

## 2. Trois échelles pour mesurer la biodiversité

Mesurer la biodiversité est théoriquement très simple : **en premier lieu**, il suffit de recenser les espèces qui vivent dans un habitat, par exemple un hectare de terres cultivées ou de forêt voire un m<sup>3</sup> de sol. **Ensuite**, il faut calculer l'abondance relative des espèces dans l'habitat étudié (Whittaker, 1960 ; Tuomisto, 2017). La simplicité de cette proposition cache cependant des défis colossaux pour réaliser un bon échantillonnage et parce que certains groupes d'organismes sont encore difficiles à identifier ou à échantillonner. C'est le cas par exemple des bactéries ou des champignons, organismes pourtant essentiels dans les processus de maintien de la fertilité des sols.

Mesurer la biodiversité localement soulève un défi supplémentaire ainsi que l'illustre le cas d'une parcelle cultivée. En effet, la valeur de la biodiversité changera fortement en fonctions du couvert végétal et donc du temps. Après les moissons, cette valeur sera la plus basse. A quel moment faut-il donc mesurer la biodiversité ? La variabilité temporelle de la biodiversité indique que la parcelle sera colonisée par de nouvelles espèces à mesure que la culture se développera. Ces nouvelles espèces émigreront à partir d'autres habitats si bien que **la biodiversité locale dépend aussi de la diversité à l'échelle du paysage ou de l'exploitation agricole**.

Intuitivement, la biodiversité à l'échelle du paysage, **diversité gamma ou  $\gamma$** , est supérieure à la biodiversité locale car le paysage offre plus d'habitats différents qu'un habitat local. La diversité locale s'appelle la **diversité alpha ou  $\alpha$** .

Entre ces deux diversités, on calcule la **diversité bêta ou  $\beta$** , qui caractérise la complémentarité des listes d'espèces recensées entre les différents habitats locaux d'un paysage.

Ces trois niveaux d'appréhension de la biodiversité apportent des informations complémentaires quant à la qualité écologique du paysage ou de l'exploitation agricole, à l'ampleur du pool d'espèces capables de coloniser des habitats au cours des saisons telles que des parcelles cultivées dont les paramètres abiotiques peuvent être légèrement différents en fonction de leur localisation géographique.

A la lumière des défis effleurés plus haut, **mesurer la biodiversité de toutes les parcelles cultivées de toutes les fermes pour caractériser l'impact écologique d'un produit alimentaire sera impossible. En revanche, l'approche qui sera retenue pour estimer cet impact devra intégrer le principe de la prise en compte d'une approche multi-échelle de la biodiversité** (Loreau, 2010; Tuomisto, 2017).

### 3. Biodiversité et services écosystémiques

Bien qu'elles soient des écosystèmes simplifiés, les exploitations agricoles ou les agrosystèmes sont néanmoins des écosystèmes.

A ce titre, leur fonctionnement et la qualité de leurs services écosystémiques augmentent avec la biodiversité, conformément aux connaissances théoriques et empiriques résumées dans l'introduction (Cardinale et al., 2012).

A titre d'exemple, la séquestration du carbone et le cycle de l'azote sont deux exemples de services écosystémiques des sols. Lorsque la biodiversité des sols est élevée, on observe, d'une part, des communautés de microorganismes dominées par des champignons et, d'autre part, des chaînes trophiques longues. Les communautés dominées par des champignons limitent fortement les pertes au cours des étapes successives du cycle de l'azote et augmentent le stockage du carbone. Les longues chaînes trophiques produisent un effet cascade sur les microorganismes qui stimule la minéralisation de la matière organique, augmentant ainsi la productivité des plantes. Ces services écosystémiques perdent de leur intensité en agriculture intensive. Les pertes de biodiversité déstructurent les chaînes trophiques et les communautés de champignons au profit de communautés de bactéries moins efficaces dans les cycles de l'azote et du carbone (de Vries et al., 2013; Tsiafouli et al., 2015; Bender et al., 2016).

Autre exemple de service écosystémique, la régulation des populations d'organismes ravageurs des cultures. Une compilation de 487 réseaux trophiques d'arthropodes dans deux expériences de longue durée sur la biodiversité des prairies en Europe et en Amérique du Nord montre que les plantes cultivées en mélange diversifié perdent un peu moins de la moitié de leur énergie au profit des arthropodes herbivores en comparaison de monocultures. L'étude révèle que la diversité des plantes diminue les effets des herbivores sur les plantes en favorisant simultanément les prédateurs et en réduisant l'appétence des plantes pour les herbivores. Ces résultats démontrent que la conservation de la diversité végétale est cruciale pour maintenir les interactions dans les réseaux trophiques qui permettent de lutter naturellement contre les ravageurs herbivores (Barnes et al., 2020). Ces résultats confirment ceux de Crowder et al. (2010) et de Dainese et al. (2019).

Alors que l'agriculture intensive s'appuie peu sur les services écosystémiques et contribue à l'effondrement de la biodiversité, des chercheurs proposent de développer l'agroécologie pour substituer tout ou partie des matières fertilisantes et des produits phytosanitaires de synthèse par des services écosystémiques (Bommarco et al., 2013; Berthet et al., 2018; Díaz et al., 2019).

**Une agriculture basée sur les services écosystémiques doit s'appuyer sur une riche biodiversité.**

Il y a **deux moyens** d'y arriver : *premièrement* par le développement de l'agriculture biologique ou n'ayant pas recours aux intrants chimiques impactants (Lichtenberg et al., 2017) et, *deuxièmement*, par le développement de paysages complexes et mosaïques (Bianchi et al., 2006; Dainese et al., 2019; Tschardt et al., 2021). Cette deuxième possibilité est très prometteuse car elle s'applique à toutes les exploitations agricoles. Elle offre également une méthode indirecte pour estimer la biodiversité sans tomber dans des échantillonnages et identifications d'organismes qui demandent beaucoup de temps de travail.



En effet, une méta-analyse publiée par Tschardt et al. (2021) met en avant cinq critères d'un paysage agricole favorable à la biodiversité. Le **premier critère** est la présence d'habitats semi-naturels dans l'exploitation en raison de la relation positive linéaire entre la superficie de ces habitats et la biodiversité. Le **deuxième critère** est le pourcentage de la superficie de l'exploitation consacrée aux terres cultivées; ce pourcentage est négativement corrélé à la biodiversité. Le **troisième critère**, la longueur cumulée des périmètres des parcelles, est également positivement corrélée à la biodiversité. Le **quatrième critère**, la densité des périmètres des champs, exprimées en m/ha, est positivement corrélé à l'abondance de certains groupes taxinomiques. Enfin, le **cinquième critère** montre que la biodiversité de groupes taxinomiques qui rendent les services de pollinisation et de régulation des ravageurs est négativement corrélée à la taille des parcelles.

A la lumière de ces cinq critères, il apparaît qu'un **agroécosystème productif et respectueux de la biodiversité doit comporter** 1) *des habitats semi-naturels* (y compris des prairies permanentes) dans une proportion de 20 à 30 % de la surface de l'exploitation, 2) *des cultures diversifiées grâce à de longues rotations* pour réduire la superficie de terres cultivées, 3) *de longues parcelles rectangulaires de faible superficie*.

**Cette approche** par le paysage **offre plusieurs avantages** :

- Elle est en parfait accord avec la manière scientifique d'estimer la biodiversité en combinant l'approche à l'échelle du paysage avec celle à l'échelle des parcelles et de la variabilité de la biodiversité entre les parcelles ;
- La présence d'une forte biodiversité est favorable à l'expression des services écosystémiques et donc à une réduction d'inputs de pesticides et d'engrais de synthèse ;
- Les cinq critères sont faciles à mesurer en analysant des photos aériennes avec un logiciel d'information géographique. Ils constituent donc de bons substituts à des mesures directes de la biodiversité, coûteuses en temps et en main d'œuvre ;
- Les cinq critères reposent sur des connaissances acquises dans les agro-écosystèmes et sont aisément quantifiables de la manière la plus objective possible ;
- La quantification des critères ouvre la voie à des négociations et des recherches de compromis pour définir leurs valeurs-seuils ;
- Bien que s'appliquant en premier lieu aux systèmes de production de cultures herbacées, elle s'adapte aisément à d'autres systèmes de production, des fruits produits en Europe au café des régions tropicales.

## 4. Analyse des indicateurs de biodiversité dans l'affichage environnemental

A l'heure actuelle, deux modules proposent une évaluation de l'impact de l'agriculture sur la biodiversité qui puisse servir à orienter les choix des consommateurs : **le module BVI** (Lindner et al., 2019) et **le module BioSysCan** (Dallaporta et al., 2022).

**BVI** postule que les forêts sont les écosystèmes les plus diversifiés par rapport aux prairies et enfin aux terres arables. Il les considère comme les écosystèmes de référence. Des forêts aux terres arables, la qualité des milieux ou leur "naturalité" se dégrade. Cette perte de "naturalité" est exprimée par le concept d'hémérobie qui devient l'outil pour estimer l'impact d'un système de production sur la biodiversité.

Cette approche mêle **plusieurs biais** qui paraissent **réhivitoires** :

- Une méconnaissance profonde de l'état de l'art des recherches liant la biodiversité au fonctionnement des écosystèmes naturels et pilotés par les humains. En conséquence, Lindner et al. (2019) n'envisage la biodiversité que selon l'angle de la conservation et pas du fonctionnement des systèmes écologiques, en contradiction avec l'expertise scientifique développée par l'IPBES (Díaz et al., 2019).
- Une méconnaissance profonde de la nécessité d'appréhender la biodiversité à trois échelles géographiques. En conséquence, l'approche développée par Lindner et al. (2019) est totalement coupée des connaissances acquises et des publications scientifiques en écologie des paysages.
- Les relations entre les niveaux d'hémérobie et les facteurs influençant la biodiversité sont flous (cf. la relation entre la taille des parcelles et la valeur d'hémérobie dans Lindner et al. (2019)) en comparaison au même critère de taille des parcelles et de la biodiversité chez Tschardt et al. (2021).
- Enfin, les forêts ne sont pas nécessairement plus riches que les prairies : tout dépend des espèces analysées.

**BioSysCan** est par contre adossé au champ de l'écologie du paysage dont il maîtrise bien la bibliographie. De plus, BioSysCan tient compte de l'approche pluri-échelle de la mesure de la biodiversité en s'intéressant aux espèces mobiles et immobiles. Il tient également compte de critères tels que le pourcentage d'habitats semi-naturels, la taille des parcelles ou la longueur de la rotation. **Cette démarche est correcte dans sa conception** qui s'appuie sur une bibliographie de qualité et à jour des connaissances scientifiques.

**En conclusion**, **BVI** repose sur une assise scientifique qui n'offre pas la garantie d'une prise en compte objective possible de la biodiversité, à l'opposé de BioSysCan. **BioSysCan** se présente donc comme un prototype abouti près à donner naissance à un produit mûr déployé à grande échelle dans un laps de temps relativement court.

## Bibliographie

- Barnes, A. D., Scherber, C., Brose, U., Borer, E. T., Ebeling, A., Gauzens, B., Giling, D. P., Hines, J., Isbell, F., Ristok, C., Tilman, D., Weisser, W. W., & Eisenhauer, N. (2020). Biodiversity enhances the multitrophic control of arthropod herbivory. *Science Advances*, 6(45), eabb6603. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abb6603>
- Bender, S. F., Wagg, C., & van der Heijden, M. G. A. (2016). An Underground Revolution: Biodiversity and Soil Ecological Engineering for Agricultural Sustainability. *Trends in Ecology & Evolution*, 31(6), 440-452. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2016.02.016>
- Berthet, E. T., Bretagnolle, V., Lavorel, S., Sabatier, R., Tichit, M., & Segrestin, B. (2019). Applying ecological knowledge to the innovative design of sustainable agroecosystems. *Journal of Applied Ecology*, 56(1), 44-51. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13173>
- Bianchi, F. J. J. A., Booij, C. J. H., & Tschamtkke, T. (2006). Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: A review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, 273(1595), 1715-1727. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3530>
- Bommarco, R., Kleijn, D., & Potts, S. G. (2013). Ecological intensification: Harnessing ecosystem services for food security. *Trends in Ecology & Evolution*, 28(4), 230-238. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.10.012>
- Cardinale, B. J., Duffy, J. E., Gonzalez, A., Hooper, D. U., Perrings, C., Venail, P., Narwani, A., Mace, G. M., Tilman, D., Wardle, D. A., Kinzig, A. P., Daily, G. C., Loreau, M., Grace, J. B., Larigauderie, A., Srivastava, D. S., & Naeem, S. (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486(7401), 59-67. <https://doi.org/10.1038/nature11148>
- Crowder, D. W., Northfield, T. D., Strand, M. R., & Snyder, W. E. (2010). Organic agriculture promotes evenness and natural pest control. *Nature*, 466(7302), 109-U123. <https://doi.org/10.1038/nature09183>
- 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., ... Steffan-Dewenter, I. (2019). A global synthesis reveals biodiversity-mediated benefits for crop production. *Science Advances*, 5(10), eaax0121. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aax0121>
- Dallaporta, B., Bonnot, S. & Bockstaller, C. (2022). Présentation succincte d'un indicateur prédictif des impacts des systèmes agricoles sur la biodiversité locale (BioSyScan v. 1.0). Rapport ITAB et INRAe, 24 p.
- de Vries, F. T., Thebault, E., Liiri, M., Birkhofer, K., Tsiafouli, M. A., Bjornlund, L., Bracht Jorgensen, H., Brady, M. V., Christensen, S., de Ruiter, P. C., d'Hertefeldt, T., Frouz, J., Hedlund, K., Hemerik, L., Hol, W. H. G., Hotes, S., Mortimer, S. R., Setälä, H., Sgardelis, S. P., ... Bardgett, R. D. (2013). Soil food web properties explain ecosystem services across European land use systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(35), 14296-14301. <https://doi.org/10.1073/pnas.1305198110>
- Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E. S., Ngo, H. T., Agard, J., Arneeth, A., Balvanera, P., Brauman, K. A., Butchart, S. H. M., Chan, K. M. A., Garibaldi, L. A., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S. M., Midgley, G. F., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., Pfaff, A., ... Zayas, C. N. (2019). Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change. *Science*, 366(6471), eaax3100. <https://doi.org/10.1126/science.aax3100>
- Gonzalez, A., Germain, R. M., Srivastava, D. S., Filotas, E., Dee, L. E., Gravel, D., Thompson, P. L., Isbell, F., Wang, S., & Kéfi, S. (2020). Scaling-up biodiversity-ecosystem functioning research. *Ecology Letters*, 23(4), 757-776.
- Kéfi, S., Domínguez-García, V., Donohue, I., Fontaine, C., Thébault, E., & Dakos, V. (2019). Advancing our understanding of ecological stability. *Ecology Letters*, 22(9), 1349-1356.
- Lefcheck, J. S., Byrnes, J. E. K., Isbell, F., Gamfeldt, L., Griffin, J. N., Eisenhauer, N., Hensel, M. J. S., Hector, A., Cardinale, B. J., & Duffy, J. E. (2015). Biodiversity enhances ecosystem multifunctionality across trophic levels and habitats. *Nature Communications*, 6(1). <https://doi.org/10.1038/ncomms7936>
- Lindner, J. P., Fehrenbach, H., Winter, L., Bloemer, J., & Knuepffer, E. (2019). Valuing biodiversity in life cycle impact assessment. *Sustainability*, 11(20), 5628. doi:10.3390/su11205628
- Loreau, M. (2010). From populations to ecosystems. Theoretical foundations for a new ecological synthesis. Monograph in Population Biology n° 46, Princeton University Press, 297 p.
- Loreau, M., Naeem, S., & Inchausti, P. (2002). Biodiversity and ecosystem functioning: Synthesis and perspectives. Oxford University Press, USA.

- 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., ... Crowder, D. W. (2017). A global synthesis of the effects of diversified farming systems on arthropod diversity within fields and across agricultural landscapes. *Global Change Biology*, 23(11), 4946-4957. <https://doi.org/10.1111/gcb.13714>
- Pennekamp, F., Pontarp, M., Tabi, A., Altermatt, F., Alther, R., Choffat, Y., Fronhofer, E. A., Ganesanandamoorthy, P., Garnier, A., & Griffiths, J. I. (2018). Biodiversity increases and decreases ecosystem stability. *Nature*, 563, 109-112.
- Tscharntke, T., Grass, I., Wanger, T. C., Westphal, C., & Batáry, P. (2021). Beyond organic farming – harnessing biodiversity-friendly landscapes. *Trends in Ecology & Evolution*, 36(10), 919-930. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2021.06.010>
- Tsiafouli, M. A., Thebault, E., Sgardelis, S. P., de Ruiter, P. C., van der Putten, W. H., Birkhofer, K., Hemerik, L., de Vries, F. T., Bardgett, R. D., Brady, M. V., Bjornlund, L., Jorgensen, H. B., Christensen, S., D'Hertefeldt, T., Hotes, S., Hol, W. H. G., Frouz, J., Liiri, M., Mortimer, S. R., ... Hedlund, K. (2015). Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Global Change Biology*, 21(2), 973-985. <https://doi.org/10.1111/gcb.12752>
- Tuomisto, H. (2017). Defining, measuring, and partitioning species diversity. In: Reference Module in Life Science, doi: 10.1016/B978-0-12-809633-8.02377-3, Elsevier.
- Whittaker, R. H. (1960). Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecological Monographs* 30, 279-338.