

# Services écosystémiques fournis par les espaces agricoles

## Évaluer et caractériser

Anaïs Tibi et Olivier Therond





# Services écosystémiques fournis par les espaces agricoles

Caractériser et évaluer



# Services écosystémiques fournis par les espaces agricoles

Caractériser et évaluer

Anaïs Tibi et Olivier Therond

Éditions Quæ



*Collection Matière à débattre et décider*

Les cultures intermédiaires pour une production durable.

Ouvrage collectif

2013, 112 p.

Quand la ville mange la forêt.

Les défis du bois-énergie en Afrique centrale

J.-N. Marien, É. Dubiez, D. Louppe, A. Larzillière, coord.

2013, 240 p.

Qu'est-ce que l'agriculture écologiquement intensive ?

M. Griffon

2013, 224 p.

Douleurs animales en élevage.

Expertise scientifique collective Inra

2013, 136 p.

Que faire des déchets ménagers ?

André Le Bozec, Sabine Barles, Nicolas Buclet, Gérard Keck

2012, 232 p.

Gestion des risques naturels.

Leçons de la tempête Xynthia

Valentin Przyluski et Stéphane Hallegatte

2012, 264 p.

Éditions Quæ

RD 10

78026 Versailles Cedex, France

[www.quae.com](http://www.quae.com)

© éditions Quæ, 2018.

ISBN (papier) : 978-2-7592-2916-1

ISBN (PDF) : 978-2-7592-2917-8

ISB (ePub) : 978-2-7592-2918-5

Le Code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction, même partielle, du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, Paris 6<sup>e</sup>.

# Sommaire

<b>Préface</b>	7
<b>Principaux acronymes utilisés</b>	9
<b>Introduction</b>	11
Contexte et nature de la question posée à l'Inra	11
Organisation du travail conduit par l'Inra	12
<b>1 – Cadre pour l'analyse des services écosystémiques rendus par les écosystèmes agricoles</b>	15
Le concept de service écosystémique et sa transposition au fonctionnement des écosystèmes agricoles	15
Identification et évaluation des services écosystémiques rendus par les écosystèmes agricoles	20
<b>2 – Les services écosystémiques « intrants »</b>	29
Services écosystémiques « intrants » et potentiel de production végétale	29
Régulation des caractéristiques physico-chimiques du sol	31
Les régulations biologiques	54
<b>3 – La production de biens agricoles végétaux et animaux</b>	67
Poids relatifs des services écosystémiques « intrants » dans la production de biens végétaux	67
La production animale française : quantification de la part réalisée à partir des matières premières végétales produites localement	79
<b>4 – Services écosystémiques rendus par les écosystèmes agricoles à la société</b>	89
Les services de régulation de la qualité biophysique du cadre de vie	90
Contribution au potentiel récréatif du paysage	109
<b>5 – L'évaluation économique des services écosystémiques : précautions et difficultés</b>	115
Méthodes mobilisables	115
Évaluation économique de la contribution des services écosystémiques « intrants » à la production agricole	117
Évaluation économique d'un service écosystémique rendu à la société : l'exemple de la régulation du climat global	126

Des évaluations économiques rendues difficiles par défaut d'articulation entre indicateurs biophysiques et économiques	128
<b>6 – Vers la gestion du niveau de fourniture des services écosystémiques</b>	133
De l'analyse individuelle des services à une approche « multiservice »	133
Services écosystémiques, conservation de la biodiversité et impacts environnementaux	147
<b>7 – Conclusions et perspectives</b>	157
Un cadre d'analyse des services écosystémiques adapté aux écosystèmes anthropisés	157
Les services écosystémiques « intrants » rendus à l'agriculteur	157
Les services écosystémiques rendus par les écosystèmes agricoles à la société	162
De l'évaluation biophysique à l'évaluation économique des services écosystémiques	165
Vers une gestion de l'offre en services écosystémiques des écosystèmes	165
<b>Perspectives de recherche et développements futurs</b>	167
Mobiliser des données sources plus précises	167
Du niveau absolu au niveau relatif de fourniture des services écosystémiques	169
Du niveau potentiel de services écosystémiques au niveau effectivement rendu par les écosystèmes	169
Explorer d'autres types de systèmes de culture	170
Poursuivre la caractérisation du statut et du rôle de l'animal d'élevage dans la fourniture de services écosystémiques	171
Étudier la résilience de la fourniture des services écosystémiques aux changements	171
<b>Annexe I. Composition du groupe de travail de l'étude</b>	173
<b>Annexe II. Correspondance entre la typologie CICES v4.3 et la liste des services écosystémiques instruits dans l'étude</b>	179
<b>Annexe III. Récapitulatif des méthodes d'évaluation biophysique (indicateurs) mises en œuvre dans EFSE-EA pour quantifier les services écosystémiques</b>	183

# Préface

**EN RÉPONDANT À LA DEMANDE D'ÉVALUATION DES SERVICES** des agroécosystèmes en France, dans le cadre du programme national FESE porté par le ministère en charge de l'Écologie, le travail coordonné par la délégation à l'Expertise collective, à la Prospective et aux Études de l'Inra, dont ce livre présente la synthèse, a relevé plusieurs défis.

Le premier défi est d'avoir, pendant plus de deux ans, rassemblé une quarantaine d'experts scientifiques de divers champs disciplinaires et origines institutionnelles, et mobilisé les compétences de l'Inra en modélisation des écosystèmes agricoles, ingénierie de données et cartographie. Synthèse d'un rapport de près de 1 000 pages, le présent ouvrage présente les avancées conceptuelles et méthodologiques, et les principaux résultats obtenus par ce collectif pluridisciplinaire.

Le deuxième défi est d'ordre conceptuel. La transposition de la notion de service écosystémique au cas des écosystèmes agricoles, fortement gérés voire construits, n'a rien d'évident et en est encore à ses débuts. Elle a donc nécessité d'élaborer une conceptualisation importante et originale, et de faire des choix dans un domaine scientifique où le débat est vif. Les finalités de l'agriculture et la nature plurielle des pratiques agricoles ont conduit le collectif d'experts à différencier biens et services, et à distinguer dans ces pratiques celles qui construisent l'écosystème — l'installation d'une biodiversité planifiée — de celles qui relèvent de l'apport d'intrants exogènes comme l'eau, les fertilisants et les produits phytosanitaires et qui régulent le potentiel de services écosystémiques. Dans la même veine, des propositions ont été faites pour clarifier les oppositions entre services, disservices, externalités positives et négatives de l'agriculture.

Un troisième défi réside dans la spécification des services et le choix de méthodes d'évaluation, sur les registres biophysique et économique qui correspondent aux deux dimensions essentielles, écologique et sociale au sens large, de la question des services écosystémiques. Cette spécification et cette évaluation — enrichies par la réflexion conceptuelle précédente, dont une attention particulière aux liens entre services, avantages et bénéficiaires, et une mise à plat des spécificités des écosystèmes agricoles français — ont nécessité des adaptations profondes de la typologie internationale des services écosystémiques (*Common International Classification of Ecosystem Services*) et une revue riche et profitable des méthodes d'évaluation. Au total 14 services, qui offrent une bonne couverture des catégories « services de régulation », « biens » et « services culturels », ont été étudiés. L'utilisation d'une résolution spatiale la plus fine possible (jusqu'à la parcelle), de bases de données sur les sols, le climat et les systèmes de culture, et de modèles de culture et de prairie aboutit à une évaluation à la fois précise et complète sur l'ensemble du territoire national.

Une force particulière de cette évaluation, au-delà de l'information qu'elle a fournie pour éclairer la décision publique, est d'avoir alimenté en retour la réflexion conceptuelle de

départ autour de la relation « pratiques agricoles – biodiversité – service – avantage ». Par exemple, une quantification à l'échelle nationale de la part de la production agricole permise par les services écosystémiques intrants et de celle permise par la fourniture d'intrants exogènes a été réalisée. De même, ce travail propose une mise en regard éclairante des cartographies de services fournis par les écosystèmes agricoles et des impacts négatifs de l'agriculture relatifs à des critères proches, comme la régulation de la qualité de l'eau par immobilisation de l'azote minéral (service) et l'azote lixivie (impact négatif). De façon similaire, l'évaluation économique a suscité la réflexion critique des auteurs sur les conditions d'application des méthodes et la nécessité d'une évaluation biophysique solide en amont.

La considération des bouquets de services, qui est cruciale pour repenser la gestion des écosystèmes agricoles, est apparue comme un défi supplémentaire. L'échelle de ce travail a donné une large portée à l'analyse des interactions entre services, dans laquelle apparaît le rôle central des séquences de culture, et qui permet d'identifier des leviers de gestion majeurs.

Les perspectives ouvertes sont riches sur les plans conceptuel, méthodologique et cognitif. L'appréhension du rôle de l'animal d'élevage et celle des modes de gestion de l'agro-écosystème dans la fourniture des services écosystémiques sont bien sûr centrales dans ces perspectives. De même, la relation « biodiversité planifiée – biodiversité associée » et le rôle clé de la biodiversité dans la fourniture de services doivent encore être approfondis et explicités. Les résultats de ces investigations, qui appellent un renouvellement des approches, sont fortement attendus tant les impacts potentiels sont importants.

En relevant tous les défis mentionnés ci-dessus, le collectif d'experts a non seulement répondu à la demande du ministère en charge de l'Écologie, mais il a aussi fait profiter de son travail considérable et de ses acquis la communauté française réunie dans le programme fédérateur de l'Inra sur les services des écosystèmes agricoles, qui a soutenu avec grand intérêt le projet. Plus encore, ces experts contribuent à faire progresser la réflexion des chercheurs qui investissent le domaine fondamental des liens entre l'agriculture, la biodiversité et le concept de service écosystémique, à l'interface entre science et société. Avant de convier le lecteur à se plonger dans cet ouvrage, nous souhaitons donc remercier les 71 membres du groupe de travail qui ont contribué à ce projet d'envergure, proposant un ancrage scientifique solide et ouvrant la voie à de nombreux travaux futurs sur la caractérisation et l'évaluation des services écosystémiques.

Guy Richard, Françoise Lescourret

Métaprogramme Inra sur les services des écosystèmes agricoles et forestiers

# Principaux acronymes utilisés

C : carbone

CH<sub>4</sub> : méthane

CICES : *Common International Classification for Ecosystem Services*

CO<sub>2</sub> : dioxyde de carbone

COD : carbone organique dissous

DEPE : délégation à l'Expertise scientifique collective, à la Prospective et aux Études

EFESE : Évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques

ESCo : expertise scientifique collective

GES : gaz à effet de serre

IGN : Institut national de l'information géographique et forestière

JRC : Joint Research Center

MAES : Mapping and Assessment of Ecosystem and their Services

MEA : *Millennium Ecosystem Assessment*

Mesales : Modèle d'évaluation spatiale de l'aléa érosion des sols

MO : matière organique

MPV : matière première végétale

N : azote

N<sub>2</sub> : diazote

N<sub>2</sub>O : protoxyde d'azote

NO<sub>3</sub><sup>-</sup> : nitrate

P : phosphore

PaSim : *Pasture Simulation Model*

PRA : petite région agricole

RA : recensement agricole

RPG : registre parcellaire graphique

RUM : réserve utile maximale

SAA : Statistique agricole annuelle

SAU : superficie agricole utilisée

SE : service écosystémique

Spipoll : Suivi photographique des insectes pollinisateurs

SSP : service de la Statistique et de la Prospective du ministère en charge de l'Agriculture

STICS : Simulateur multidisciplinaire pour les cultures standard

UPC : unité pédoclimatique

VESPE : valeur économique du service de pollinisation entomophile

# Introduction

## Contexte et nature de la question posée à l'Inra

SI LA NOTION DE « SERVICE RENDU PAR LA NATURE » est utilisée de façon implicite depuis la deuxième moitié du <sup>xix</sup><sup>e</sup> siècle, le terme a réellement été introduit en 1970, dans le rapport de l'étude SCEP (*Study of Critical Environmental Problems*)<sup>1</sup> conduite par le Massachusetts Institute of Technology, première étude d'envergure visant à attirer l'attention sur les impacts environnementaux globaux des activités humaines. Le concept a été popularisé au début des années 2000 par l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (*Millennium Ecosystem Assessment* ou MEA, 2005)<sup>2</sup> commandée par le secrétaire général de l'ONU en 2000, dont l'objectif était d'évaluer, sur des fondements scientifiques, l'ampleur et les conséquences des modifications subies par les écosystèmes dont dépendent la survie et le bien-être humains.

Suite au MEA (2005), l'Union européenne s'est dotée en 2011 d'une stratégie visant à enrayer la perte de biodiversité à l'horizon 2020. Cette Stratégie de la biodiversité pour 2020 s'articule autour de six objectifs, le deuxième appelant les États membres à réaliser, avec l'appui de la Commission, sur leur territoire national, une cartographie et une évaluation de l'état des écosystèmes et des services écosystémiques qu'ils rendent. Un groupe de travail dédié a été constitué en 2013 — le Mapping and Assessment of Ecosystem and their Services (MAES) —, sa première action a été d'accompagner le développement d'un cadre d'analyse dont les États membres puissent se saisir afin que les diverses évaluations soient réalisées en cohérence.

En France, l'Évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques (EFESE)<sup>3</sup>, programme initié en 2012 par le ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES), cherche à construire des outils d'évaluation des services écosystémiques rendus par les différents types d'écosystèmes pour sensibiliser les acteurs aux valeurs de la biodiversité et éclairer les processus de planification nationaux et locaux de développement. Ce programme poursuit également l'objectif d'intégrer les valeurs de la biodiversité dans les systèmes de comptabilité. Le périmètre de l'EFESE s'étend à l'ensemble des écosystèmes terrestres et marins de France métropolitaine et d'outre-mer répartis en six grands types d'écosystèmes faisant l'objet d'études thématiques : les écosystèmes forestiers, les

1. 1970, « The Williamstown Study of Critical Environmental Problems », *Bulletin of the Atomic Scientists*, 26(8) : 24-30, DOI : 10.1080/00963402.1970.11457855. <https://mitpress.mit.edu/books/mans-impact-global-environment> (consulté le 10/10/2018).

2. Millennium Ecosystem Assessment, 2005, *Ecosystems and Human Well-being : Synthesis*, Island Press, Washington, DC. <http://www.millenniumassessment.org/fr/> (consulté le 10/10/2018).

3. <https://www.ecologie-solidaire.gouv.fr/levaluation-francaise-des-ecosystemes-et-des-services-ecosystemiques> (consulté le 10/10/2018).

écosystèmes agricoles, les écosystèmes urbains, les milieux humides, les milieux marins et littoraux, et les zones rocheuses et de haute montagne.

C'est dans ce contexte que le MTEs a sollicité l'Inra au début de l'année 2014 pour réaliser le volet « écosystèmes agricoles » de l'EFESE (ci-après désigné EFESE-EA). Cette demande s'inscrivant dans le cadre d'un programme destiné à appuyer la décision publique, c'est à sa délégation à l'Expertise scientifique collective, à la Prospective et aux Études (DEPE) que l'Inra a confié la réalisation de ce travail, dont le présent ouvrage synthétise les résultats. Le programme fédérateur de recherche conduit par l'Inra depuis 2013 sur les services rendus par les écosystèmes s'est associé au MTEs pour soutenir cette opération<sup>4</sup>. L'objectif d'EFESE-EA était de décrire les mécanismes et les déterminants de la fourniture d'une gamme de services écosystémiques identifiés par le collectif d'experts à partir d'un état des connaissances scientifiques disponibles, puis de proposer des méthodes d'évaluation biophysique et économique de ces services à l'échelle nationale, à la résolution spatiale la plus fine possible. Il s'agissait également d'identifier les problématiques peu renseignées et pour lesquelles des travaux complémentaires semblent prioritaires. Enfin, ce travail devait contribuer à construire un système d'information pérenne pour l'évaluation des écosystèmes agricoles et des services écosystémiques associés, piloté par l'Inra, et mis à disposition de la communauté scientifique. En conséquence toutes les méthodes d'évaluation proposées et mises en œuvre par le collectif d'experts ont été conçues de façon à être traçables et reproductibles.

## Organisation du travail conduit par l'Inra

**Parmi la gamme d'activités coordonnées par la DEPE** pour éclairer les politiques et le débat publics, c'est sous la forme d'une étude que ce travail a été organisé, dans le respect de principes de travail établis par l'Inra pour l'expertise scientifique collective (encadré 1). Une quarantaine d'experts et de contributeurs scientifiques d'origines institutionnelles diverses (Inra, CNRS, MNHN, établissements d'enseignement supérieur, Fondation Tour du Valat, JRC) aux compétences disciplinaires complémentaires (écologie, agronomie, hydrologie, zootechnie, économie, etc.) ont été mobilisés pour réaliser l'étude EFESE-EA. L'ingénierie de données relative au volet d'évaluation des services écosystémiques a été réalisée en grande majorité par les équipes de l'Inra. Ce collectif était présidé par deux responsables scientifiques qui en ont guidé les réflexions et ont donné les orientations scientifiques de travail. La liste des membres du groupe de travail figure en fin d'ouvrage.

Dans un premier temps, les experts ont collecté et analysé la littérature scientifique internationale afin de stabiliser un cadre d'analyse opérationnel pour la spécification et l'évaluation des services écosystémiques rendus par les écosystèmes agricoles, d'identifier la

4. <http://www.ecoserv.inra.fr/> (consulté le 10/10/2018).

liste des services écosystémiques à instruire, et de proposer des indicateurs permettant d'évaluer les services écosystémiques. Dans un second temps, ces indicateurs ont été quantifiés à l'aide de données françaises, et les experts ont réalisé l'analyse et l'interprétation des résultats obtenus.

Un rapport scientifique consignait l'ensemble des résultats de l'étude a été transmis aux commanditaires en avril 2017. Le présent ouvrage est issu d'un document de synthèse rédigé sous la coordination de la DEPE à partir de ce rapport entre mai et octobre 2017. Les produits de l'étude sont disponibles sur le site internet de l'Inra<sup>5</sup>. Cet ouvrage ne mentionne pas les références bibliographiques analysées par les experts et qui étayent les différents éléments présentés. La liste exhaustive de ces références figure dans le rapport scientifique.

Cet ouvrage présente les résultats des travaux menés par le groupe de travail entre novembre 2014 et mars 2017. Le chapitre 1 présente le cadre d'analyse élaboré spécifiquement pour l'étude des services écosystémiques rendus par les écosystèmes agricoles, un écosystème qui se caractérise par son important degré d'anthropisation. Le chapitre 2 traite des services écosystémiques « intrants » rendus à l'agriculteur en tant que gestionnaire de ces écosystèmes. Une première estimation de la contribution des services « intrants » à la production agricole est proposée en chapitre 3. Le chapitre 4 présente les services de régulation rendus par les écosystèmes agricoles à l'ensemble de la société, et discute la possibilité de définir des « services culturels ». Si les chapitres précédents sont dédiés à l'évaluation biophysique des services écosystémiques, le chapitre 5 expose les méthodes d'évaluation économique disponibles et les difficultés liées à leur application aux services. Le chapitre 6 présente une analyse intégrée des différents services présentés individuellement dans les chapitres précédents, et propose des pistes pour raisonner la gestion du niveau de fourniture des services écosystémiques. Enfin, les principales perspectives de recherche ouvertes par ce travail sont présentées de manière transversale dans une section dédiée au sein de chaque chapitre.

---

5. <http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Etudes/Toutes-les-actualites/EFESE-services-ecosystemiques-rendus-par-les-ecosystemes-agricoles> (consulté le 10/10/2018).

### Encadré 1. Principes et méthodes de travail : l'expertise scientifique pour éclairer la décision publique.

Créée en 2010, la délégation à l'Expertise, à la Prospective et aux Études (DEPE) de l'Inra a pour mission d'éclairer la décision publique sur des questions sociétales complexes et de favoriser, dans le même temps, la réflexion de l'Institut sur ses propres orientations scientifiques. Au travers des trois types d'exercices qu'elle mène le plus souvent à la demande des pouvoirs publics, la DEPE se situe à l'interface entre décideurs politiques, parties prenantes, institutions scientifiques et experts. Le volet « écosystèmes agricoles » du programme EFESE a été réalisé par l'Inra en adoptant la méthode et les principes établis par sa DEPE pour la conduite des expertises scientifiques collectives (ESCo), dont les études sont des dérivées.

L'activité institutionnelle d'ESCo développée depuis 2002 à l'Inra et objet d'une charte nationale signée en 2011, se définit comme une activité d'analyse critique de la littérature scientifique produite dans des champs très divers du savoir dans le but d'éclairer la décision publique. Sans fournir d'avis ni de recommandations aux gestionnaires, elle vise à mettre en évidence les acquis scientifiques, les points d'incertitudes, les lacunes du savoir et les questions faisant l'objet de controverses scientifiques. La démarche d'ESCo peut se prolonger sous la forme d'études, qui incluent un volet de traitement et d'assemblage de données existantes (analyses statistiques, calculs, simulations à l'aide de modèles éprouvés et validés, méta-analyses...). Tous ces exercices donnent lieu à la production d'un rapport scientifique rédigé par les experts, à partir duquel sont produits une synthèse et un résumé.

Les opérations d'ESCo et d'études sont conduites dans le respect de principes garantissant la robustesse des argumentaires produits : compétence et pluralité des experts (identifiés par l'Inra à partir de leurs publications), impartialité (qui repose sur l'examen des déclarations d'intérêt des experts par le comité de déontologie de l'Inra), transparence de la méthodologie suivie et traçabilité des actions et moyens mis en œuvre au cours de l'opération. Les principes de conduite des ESCo et des études sont exposés dans un fascicule accessible sur le site internet de l'Inra<sup>6</sup>.

À ce jour, 14 ESCo et sept études ont ainsi été conduites par la DEPE de l'Inra.

6. Inra-DEPE, 2018, *Principes de conduite des expertises et des études scientifiques collectives menées pour éclairer les politiques et le débat publics (version 1, mai 2018)*, Inra, France, 63 p.

# 1 – Cadre pour l'analyse des services écosystémiques rendus par les écosystèmes agricoles

**LE CONCEPT DE SERVICE ÉCOSYSTÉMIQUE (SE)** est de plus en plus utilisé dans le monde scientifique et dans celui de l'action publique, en particulier depuis les travaux du *Millenium Ecosystem Assessment* (MEA, 2005). De nombreux travaux, notamment engagés depuis la fin des années 2000, ont pour objectif de formaliser le lien entre la nature et le bien-être humain et de clarifier le concept de SE afin de le rendre plus opérationnel et de normaliser son utilisation. Néanmoins, les cadres conceptuels proposés sont multiples, en constante évolution, et ne font pas consensus. Des ambiguïtés persistent, tant sur le plan biophysique que sur le plan socio-économique, rendant difficiles la comparaison des travaux portant sur les SE et l'utilisation de leurs résultats dans la prise de décision et l'action publique.

## **Le concept de service écosystémique et sa transposition au fonctionnement des écosystèmes agricoles**

### **■ L'écosystème agricole : un écosystème anthropisé, géré à des fins de production de biomasse**

Du point de vue des écologues comme de celui des agronomes, l'agroécosystème est composé d'un système écologique (ou biophysique) et d'un système socio-économique en interaction. Le terme « écosystème agricole » est employé dans cet ouvrage pour désigner le système écologique de l'agroécosystème, autrement dit l'ensemble des composants biotiques et abiotiques compris ou circulant dans son emprise géographique (hors bâti). Le système socio-économique avec lequel il interagit inclut quant à lui les personnes qui gèrent le système écologique et interviennent dessus (les agriculteurs) ainsi que les moyens artificiels mis en œuvre en vue de produire de la nourriture, des fibres ou un autre produit agricole.

L'écosystème agricole est configuré et géré par l'homme dans l'objectif principal de produire de la biomasse. L'agriculteur intervient sur la nature et le fonctionnement de l'écosystème au moyen de deux types de pratiques :

- les pratiques qui déterminent la configuration de l'écosystème agricole et donc la nature et le potentiel de production pour un climat donné : choix des génotypes végétaux et animaux (espèces, variétés, races), des dates et de la densité du semis, des séquences de culture, et de la présence animale dans l'écosystème (part du pâturage dans la stratégie d'alimentation) ;
- les pratiques de gestion de la production de biomasse :
  - limitation des stress abiotiques (ex. apport d'eau et d'éléments minéraux) ou modification des conditions physico-chimiques du sol (ex. travail du sol, chaulage...) ;
  - réduction des stress biotiques (ex. traitements herbicides, antiparasitaires...) ;
  - exportation de la biomasse végétale hors de la parcelle (récolte) ou « restitution » au sol.

La composition et le fonctionnement de l'écosystème agricole sont différents de ceux d'un écosystème « semi-naturel » du fait de l'interaction entre deux composantes de la biodiversité en son sein. En premier lieu, l'ensemble des plantes et animaux intentionnellement introduits dans l'écosystème puis prélevés à des fins de production agricole constituent la biodiversité planifiée : il s'agit des espèces de plantes cultivées (annuelles, pluriannuelles ou pérennes) et d'animaux d'élevage. En second lieu, la biodiversité associée inclut les plantes adventices des cultures (présentes au sein de la parcelle), la faune du sol (macro et mésofaune endogée, communautés microbiennes du sol), et la macro et mésofaune épigée et aérienne qui circule dans l'emprise de la parcelle et son environnement. La structure et la dynamique de la biodiversité associée dépendent à la fois de la biodiversité planifiée, avec laquelle elle interagit (la biodiversité végétale servant notamment d'habitat et de source de nourriture à la biodiversité animale), des pratiques de gestion de la biomasse et de la structure des écosystèmes adjacents (ex. composition et configuration des habitats semi-naturels, espaces forestiers).

N.B. : Dans cet ouvrage, le terme « écosystème agricole » est fréquemment employé au singulier pour désigner le grand type d'écosystème objet d'EFESE-EA. Néanmoins, il est à entendre comme « l'ensemble des écosystèmes agricoles dans toute leur diversité ».

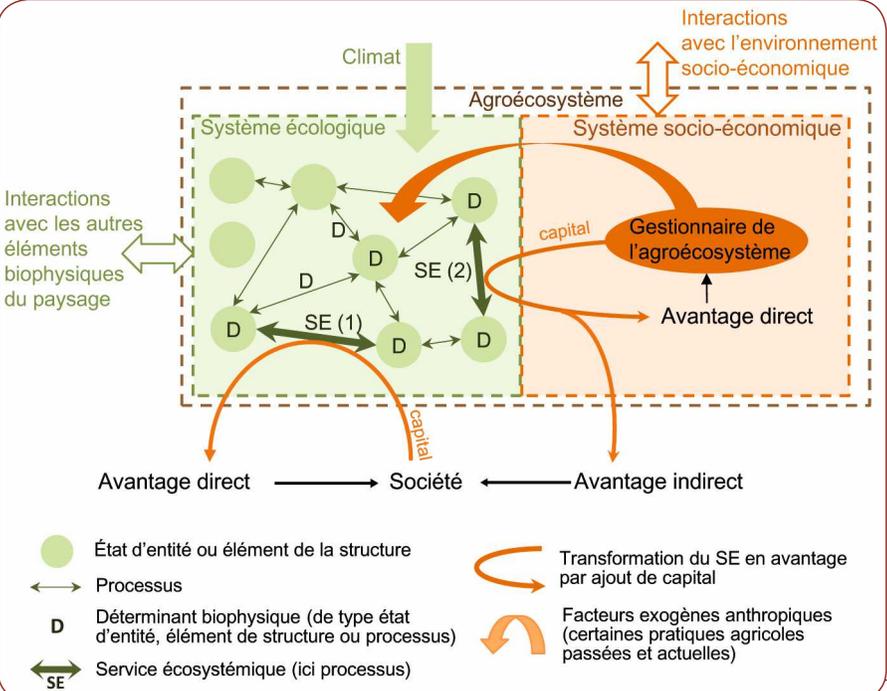
## **I Un cadre d'analyse pour caractériser et évaluer les services écosystémiques**

De nombreux cadres conceptuels articulent les concepts de structure et de processus biophysiques de l'écosystème, de SE et d'avantage le long d'une chaîne (ou cascade) qui relie le fonctionnement d'un écosystème au bien-être de l'homme. Une revue de la littérature internationale publiée en 2012 sur les définitions du concept de SE met en évidence l'existence de deux grands types de définitions : (1) celles dans lesquelles les SE sont des composantes biophysiques de l'écosystème dont sont dérivés des avantages, définition adoptée par les auteurs de la classification internationale des services de la

CICES<sup>7</sup>, et (2) celles dans lesquelles les SE correspondent aux avantages tirés par l'homme des écosystèmes, définition retenue dans le rapport du MEA.

Pour étudier les SE fournis par les écosystèmes agricoles, le choix a été fait dans EFESE-EA, en cohérence avec la CICES, de conceptualiser les SE comme les « composants » de l'écosystème dont l'homme tire des avantages qui contribuent à l'amélioration de son bien-être. Cette définition repose sur la distinction claire entre une série de concepts exposés ci-après, et synthétisés dans la figure 1-1.

**Figure 1-1. Représentation des concepts clés employés dans EFESE-EA.**



Le schéma présente la fourniture de deux SE : (1) SE rendu directement à la société ; (2) SE rendu directement au gestionnaire de l'agroécosystème et dont la société retire un avantage indirect.

### Avantages et bénéficiaires des services écosystémiques

Les SE sont des processus écologiques ou des éléments de la structure de l'écosystème dont l'homme bénéficie, activement en mobilisant du capital matériel (énergie, eau,

7. La *Common International Classification for Ecosystem Services* (CICES) a vu le jour en 2009. La CICES a été développée dans le cadre des travaux conduits à l'initiative de l'Agence européenne pour l'environnement et de la Commission de statistique de l'ONU, visant à réviser le système international de comptabilité environnementale (*System of integrated Environmental and Economic Accounting* ou SIEA).

produits phytosanitaires...) et/ou cognitif (connaissances, par ex. pratiques agricoles), ou passivement (ex. avantage dérivé du SE de régulation du climat). Les avantages retirés des SE, déconnectés de l'écosystème sur le plan fonctionnel, peuvent être matériels (des biens) ou immatériels (des services socio-économiques<sup>8</sup>). Un SE peut être à l'origine de plusieurs avantages. Ces avantages contribuent au bien-être de l'homme.

Dans une optique d'aide à la décision publique, l'identification des avantages dérivés spécifiquement des SE par certaines catégories d'acteurs au sein de la société (du fait de la fonction propre qu'ils exercent) peut permettre de mieux cibler les enjeux et leviers d'action associés à la gestion des écosystèmes. Deux catégories de bénéficiaires ont été distinguées ici : les agriculteurs et la société dans son ensemble. En tant que gestionnaires de l'écosystème agricole, les agriculteurs tirent de certains SE des avantages spécifiques qui contribuent directement à la production agricole ; il est alors considéré que ces SE fournissent un avantage direct aux agriculteurs. La société est bénéficiaire des SE rendus par les écosystèmes agricoles, soit de façon directe (cas du SE de régulation du climat global par exemple), soit de façon indirecte par l'intermédiaire des agriculteurs (cas des SE de régulation se substituant à l'usage de certains intrants chimiques susceptibles de contaminer l'environnement). Dans ce second cas, la façon dont la société bénéficie des SE dépend directement du comportement des agriculteurs.

Notons que, en tant que citoyens, les agriculteurs appartiennent aussi à la deuxième catégorie de bénéficiaires, la société. Les autres catégories d'acteurs de la société n'ont pas été distinguées du fait de la focalisation thématique d'EFESE-EA.

### Service écosystémique, déterminants biophysiques et facteurs exogènes

L'écosystème est « composé » d'un ensemble d'entités biotiques et abiotiques et de processus en interaction. La nature des entités et leurs relations (configuration spatiale, interactions fonctionnelles...) définissent la structure de l'écosystème. La structure de l'écosystème et l'état de ses entités déterminent le régime des processus écologiques (ex. dynamique des populations, compétition entre populations) et *vice versa*. Par exemple, les processus de prédation ou de parasitisme déterminent l'état et la structure des communautés de bioagresseurs qui elles-mêmes déterminent le régime de ces processus et le niveau de dommages sur la biomasse cultivée.

Les SE correspondent au sous-ensemble des processus ou des éléments de la structure de l'écosystème dont l'homme tire directement un (ou des) avantage(s). Le niveau de fourniture des SE dépend donc de l'état des entités et du fonctionnement de l'écosystème. Dans le cadre d'analyse proposé ici, les entités et processus biophysiques principaux

8. Les termes biens et services sont ici utilisés au sens de la comptabilité nationale, et désignent l'ensemble des produits fabriqués par les entreprises, les administrations publiques, les organisations. Le concept de service au sens de la comptabilité nationale est différent du concept de service écosystémique objet de l'étude EFESE-EA conduite par l'Inra.