



HAL
open science

L'agriculture régénératrice : summum de l'agroécologie ou greenwashing ?

Michel Duru, Jean-Pierre Sarthou, Olivier Therond

► To cite this version:

Michel Duru, Jean-Pierre Sarthou, Olivier Therond. L'agriculture régénératrice : summum de l'agroécologie ou greenwashing ?. Cahiers Agricultures, 2022, 31 (17), 10p. 10.1051/cagri/2022014 . hal-03736171

HAL Id: hal-03736171

<https://hal.inrae.fr/hal-03736171v1>

Submitted on 22 Jul 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

L'agriculture régénératrice : summum de l'agroécologie ou *greenwashing*?

Michel Duru^{1,*} , Jean-Pierre Sarthou¹ et Olivier Therond²

¹ UMR 1248 AGIR, INRAE, Université Toulouse, INPT, 31326 Castanet Tolosan, France

² UMR 1132 LAE, INRAE, 28 rue de Herrlisheim, 68000 Colmar, France

Résumé – Face aux nombreux défis sociétaux à relever (environnement, sécurité alimentaire, santé), différentes formes d'agriculture sont envisagées. Agriculture biologique, agriculture de conservation des sols et maintenant agriculture régénératrice sont trois récits fondateurs se référant à l'agroécologie. Toutefois, l'agriculture régénératrice, nouvelle arrivée en France, reste ambiguë. Nous proposons un cadre d'analyse des formes d'agriculture en termes d'impacts et de services, que nous mobilisons pour comparer l'agriculture régénératrice à celles auxquelles elle se réfère et qui sont bien documentées dans la littérature scientifique. Cette analyse permet d'éclairer des points critiques de l'agriculture régénératrice tels que la question des pesticides et du niveau de séquestration du carbone dans les sols. Ensuite, nous identifions les atouts, faiblesses, opportunités et menaces pour le changement d'échelle de cette agriculture. Nous montrons qu'un atout majeur de l'agriculture régénératrice est de reposer sur un récit mettant en avant un principe, la « régénération » des biens communs (sols, eau, air, biodiversité), qui peut entraîner l'adhésion d'une diversité d'acteurs. Cependant, la mobilisation des acquis de l'agroécologie, en tant que science, pratique et mouvement, pourrait aider à préciser son contenu, encore flou, de façon à ce que ses promesses se traduisent en de réels progrès et ne soient pas exclusivement centrés sur le carbone.

Mots clés : agriculture biologique / agriculture de conservation des sols / biens communs / services écosystémiques

Abstract – **Regenerative agriculture: pinnacle of agroecology or greenwashing?** Faced with the many societal challenges to be taken up (environment, food security and health), various avenues have emerged to overhaul the food system in Western countries and the forms of agriculture to be promoted. Agroecology and now regenerative agriculture are two narratives of different origins, but the differences of which are poorly identified. We first provide an analysis of agricultural systems in terms of impacts and ecosystem services, and on this basis, we identify the principles underlying agroecological agriculture. This analysis is used to clarify the specificities of regenerative agriculture. Then, we identify the strengths, weaknesses, opportunities and threats of this last form of agriculture for scaling up. We show that a major asset of regenerative agriculture is to be based on a story highlighting a principle, “regeneration”, which can attract the support of a variety of actors. However, agroecology could help to clarify the still unclear content of regenerative agriculture so that its promises can be translated into real progress and may be not exclusively carbon-centered.

Keywords: conservation agriculture / commons / ecosystem services / organic agriculture

1 Introduction

Avec plus de 800 millions de personnes souffrant de la faim et deux milliards de personnes atteintes de maladies chroniques, désormais dans tous les pays, qu'ils soient à revenu faible, intermédiaire ou élevé, il est clair que le système alimentaire actuel ne répond pas aux enjeux alimentaires mondiaux (HLPE, 2019). De plus, il est associé à une pression

accrue sur les ressources (air, eau, sol, biodiversité) et les services écosystémiques (SE) associés (Willett *et al.*, 2019). Dans les pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), l'agriculture est tout particulièrement questionnée pour ses impacts environnementaux (pollutions locales, érosion des sols, émissions de gaz à effet de serre – GES) et sanitaires (principalement pesticides).

Ces crises environnementales, climatiques et sanitaires, qui sont interdépendantes (Duru et Le Bras, 2020), ne peuvent être résolues *via* des mesures sectorielles. Il est nécessaire de

*Auteur de correspondance : michel.duru@inrae.fr

mettre en œuvre une approche multidimensionnelle, souvent qualifiée d'holistique (Gliessman, 2021). Différents vocables ont été utilisés depuis les années 1990 pour définir les formes d'agriculture à promouvoir : agriculture biologique, durable, agroécologique, intelligente... (HLPE, 2019).

L'agriculture régénératrice (AR) repose sur un récit fondateur initié dans les pays anglo-saxons. Elle est présentée comme un moyen alternatif de produire de la nourriture en réduisant les impacts environnementaux et/ou sociaux par rapport à l'agriculture conventionnelle. Elle met tout particulièrement en avant la protection du sol (« sols toujours couverts par des plantes vivantes ou leurs résidus ») pour « réparer ou agrader (améliorer) la terre » et contribuer à améliorer la biodiversité, la qualité de l'eau et de l'air. Une ambition est de mettre en place des pratiques agricoles basées sur une approche écologique et holistique de la production, dépassant la vision actuelle du développement durable, notamment pour atténuer le changement climatique. Le récit de l'AR, basé sur la santé du sol, a reçu une attention marquée depuis les années 2000, d'abord dans le monde économique (grandes entreprises alimentaires multinationales, distributeurs, agriculteurs) et la société civile (consommateurs), et plus récemment dans la recherche académique (Giller *et al.*, 2021). L'AR est une forme d'agriculture qui se réfère à l'agroécologie. Cette dernière, initiée plutôt par des chercheurs aux USA, a été amplement reprise et développée en Amérique du Sud et en Europe pour y adjoindre des dimensions sociales (Wezel *et al.*, 2009). L'agroécologie dans sa dimension ambitieuse, basée sur la biodiversité (Duru *et al.*, 2015), a surtout été mobilisée par de petits groupes d'agriculteurs et encouragée par des politiques publiques, mais n'est pas vraiment parvenue à enrôler les grands acteurs économiques et la société civile. Ces acteurs, ayant besoin de faire reconnaître les formes d'agriculture pratiquées sur le terrain, perçoivent donc positivement l'arrivée de l'AR car elle permettrait d'identifier, plus clairement que l'agroécologie, une forme d'agriculture bien définie.

Cependant, aucune définition légale ou réglementaire de l'AR n'existe et aucune définition largement acceptée n'a émergé dans l'usage courant (Schreefel *et al.*, 2020). Ainsi, des acceptions différentes co-existent selon les acteurs qui s'y réfèrent ou les courants de pensée sur lesquels elle repose. Newton *et al.* (2020) ont montré, à partir de l'analyse de 229 articles et 25 sites web de praticiens, que les articles scientifiques traitent principalement des principes et pratiques de l'AR (utilisation de cultures de couverture, intégration culture-élevage, réduction ou élimination du travail du sol), alors que les sites web des acteurs économiques présentent surtout les services pouvant être rendus (santé des sols, séquestration du carbone et augmentation de la biodiversité). (Dachelet 2020) montre que l'AR est un concept dont la base scientifique est peu fournie et dont les développements sont majoritairement extra-académiques. L'appellation est utilisée par des organisations influentes ou bien des communautés d'agriculteurs et de formateurs qui défendent des interprétations divergentes en termes de modèles de production. Les discours tendent à mettre en avant un paradigme d'innovation qui cache les différences entre ceux qui promeuvent une agriculture biologique régénératrice ou bien une agriculture de conservation régénératrice (Encadré 1). Dans tous les cas, l'explicitation des processus nécessaires à la compréhension

Encadré 1. L'agriculture régénératrice dans les sphères extra-académiques

L'engagement de grands acteurs de l'agroalimentaire est la marque d'un enthousiasme du secteur vis-à-vis de l'AR. Cependant, ces acteurs peuvent en avoir des visions différentes (Dachelet, 2020). Pour certains, il s'agit d'un ensemble cohérent de principes (Ryan, 2007) : réduction du travail du sol, couverture permanente du sol, promotion de la diversité végétale, intégration de l'élevage et des cultures, et parfois minimisation des pesticides et des engrais synthétiques pour tendre vers l'agriculture biologique régénératrice (Burgess *et al.*, 2019). Par exemple, Danone, pour les productions animales, affiche, outre la santé du sol, des mots-clés tels que pâturage, bien-être animal, et ouvre la voie à l'agriculture biologique (Danone, 2022). Pour d'autres, l'AR est une forme aboutie de l'agroécologie combinant : (i) les principes de l'agriculture de conservation des sols (ACS) reposant sur trois grands principes appliqués simultanément : la réduction, voire la suppression du travail du sol, la couverture permanente du sol, et la diversification et l'allongement des rotations ; (ii) les principes de la protection intégrée des cultures ; (iii) l'intégration poussée entre culture et élevage ; (iv) l'agroforesterie ; (v) la restauration de la santé du sol et sa « recarbonation » (Lal, 2020). Par exemple, la communication de General Mills est proche des trois piliers de l'ACS (General Mills, 2022). Nestlé, quant à lui, va au-delà et parle de système alimentaire régénérateur (Nestlé, 2022). Enfin, l'AR est parfois présentée comme une promesse d'« agriculture zéro carbone émis », pouvant compenser une partie des émissions autres qu'agricoles (Moyer *et al.*, 2020).

des relations entre pratiques et impacts, ou services rendus, est peu documentée. L'AR apparaît comme « une philosophie de la terre » cherchant à protéger et à améliorer l'environnement. Elle repose sur des propriétés du sol perçues comme quelque peu mythiques et entretient la vision d'une agriculture sans intrants externes, mimant la nature et contribuant à résoudre la crise climatique tout en nourrissant le monde. Ce récit peut alors s'apparenter à du « *greenwashing* » (Giller *et al.*, 2021). En effet, la tendance actuelle est de faire une promotion de l'AR basée sur le plus petit dénominateur commun entre les visions des différentes familles (Encadré 1), si bien que plusieurs modèles de production (permaculture, agroforesterie, agriculture biologique, agriculture de conservation) peuvent revendiquer l'appellation sans la moindre modification de leurs pratiques. Néanmoins, bien que les fondements scientifiques du mouvement soient discutables, celui-ci pourrait représenter une opportunité de mise en mouvement des acteurs des systèmes alimentaires dans une direction positive en matière de respect de l'environnement.

Les données scientifiques pour évaluer les impacts et services de l'AR sont peu nombreuses. Aussi, après avoir rapidement rappelé les grands principes de l'agroécologie, souvent considérés comme fondateurs de l'AR, nous comparons les impacts et services des formes d'agriculture bien documentées dont l'AR cherche à se distinguer (l'agriculture conventionnelle : AC) ou au contraire auxquelles

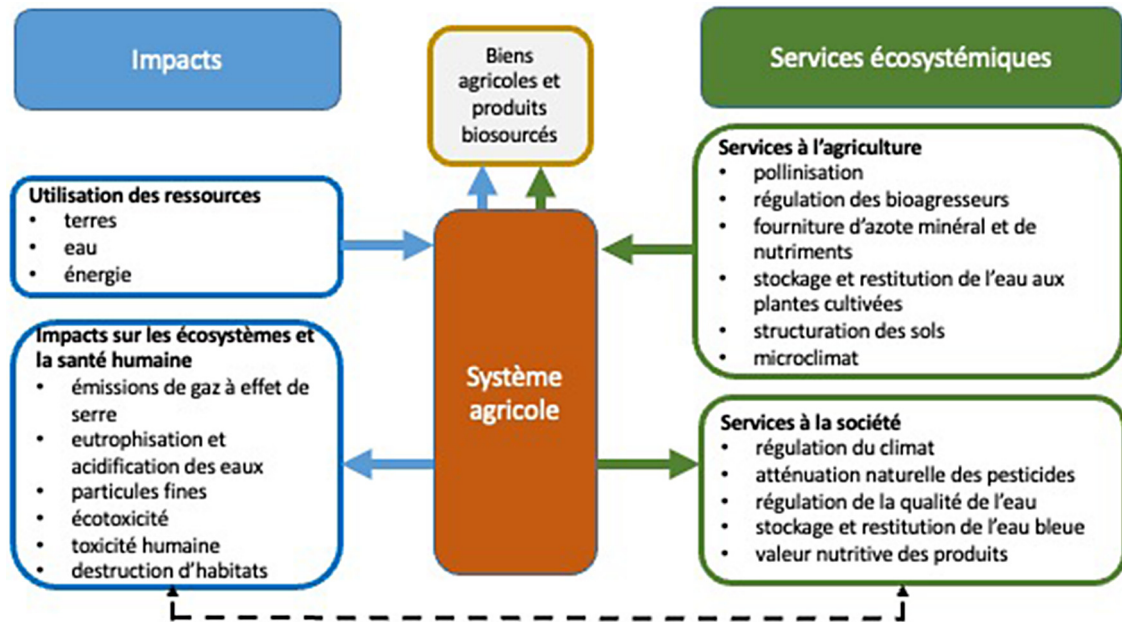


Fig. 1. Représentation de l'agriculture selon deux types d'évaluation : impacts (négatifs ici) vs services (adaptée de [van der Werf *et al.*, 2020](#); [Duru et Therond, 2021](#)).

Fig. 1. Overview of agriculture according two types of assessment criteria: impacts (negative here) vs services (adapted from [van der Werf *et al.*, 2020](#); [Duru and Therond, 2021](#)).

elle se réfère : l'agriculture de conservation des sols (ACS) et l'agriculture biologique (AB). Nous cherchons ici à fournir un premier référentiel des potentiels impacts et services de l'AR. Dans un deuxième temps, nous explorons les conditions de son déploiement *via* l'analyse de ses forces et faiblesses (environnement interne) et des opportunités et menaces à son déploiement (environnement externe).

2 Agroécologie et agriculture régénératrice

2.1 Fondements de l'agroécologie : la biodiversité pour fournir des services à l'agriculture et à la société

Deux grandes voies de progrès de l'agriculture vers la durabilité peuvent être distinguées. L'une, basée sur les innovations (génétique, numérique, robotique) pour optimiser l'usage des intrants de synthèse, ne remet pas en cause les caractéristiques des systèmes dominants dans les pays occidentaux : systèmes de cultures et paysages simplifiés, séparation entre culture et élevage. Elle vise l'amélioration de l'efficacité des intrants, de manière à en réduire l'utilisation et donc les impacts sur l'environnement (Fig. 1, côté gauche). Elle laisse peu de place aux spécificités biotiques et abiotiques des situations de production. L'autre, l'agroécologie, met en avant le rôle pivot de la biodiversité dans les façons de produire (travaux cités plus de 500 fois depuis 2010 d'après Google Scholar : [Perfecto et Vandermeer, 2010](#) ; [Kremen *et al.*, 2012](#) ; [Wezel *et al.*, 2014](#) ; [Altieri, 2018](#)). L'enjeu est de développer les services écosystémiques supports de la production agricole (Fig 1, côté droit). Autrement dit, il s'agit de substituer des processus écologiques (naturels) aux intrants chimiques et aux

énergies fossiles. La clé de voûte de cette stratégie est le développement de la diversité des cultures (dite diversité planifiée) et des habitats semi-naturels qui déterminent la biodiversité associée, support des services écosystémiques, telle que la faune souterraine, épigée et aérienne ([Beillouin *et al.*, 2021](#)). La couverture du sol et la réduction du travail du sol sont deux leviers clés pour favoriser l'activité biologique ([Duru *et al.*, 2015](#)). La réduction de la taille des parcelles permet aussi aux organismes supports des services de circuler dans le paysage ([Jeanneret *et al.*, 2021](#)). Comme la plupart des propriétés et fonctions du sol à l'origine de services écosystémiques sont déterminées par la teneur en matière organique des sols, l'augmentation de celle-ci représente un objectif clé de l'agroécologie ([Therond et Duru, 2019](#)). En visant le développement des services écosystémiques supports de la production, l'agroécologie permet, le plus souvent, plus ou moins volontairement, la fourniture de services à la société, contribuant ainsi à l'entretien des biens communs (sol, eau, air) (Fig. 1, côté droit) ([Therond *et al.*, 2017](#)). Il est à noter que certains auteurs proposent de fonder l'AR sur l'articulation de certains de ces principes de l'agroécologie avec les technologies de la première voie de progrès ([McLennan *et al.*, 2021](#)).

L'agroécologie en élevage repose sur deux grands principes. D'une part, elle vise à réduire l'utilisation d'aliments industriels en optimisant les ressources alimentaires disponibles sur l'exploitation *via* la valorisation des zones herbagères naturelles (prairies permanentes, parcours, estives...). D'autre part, elle promeut la santé animale par une conduite de troupeau adaptée ([Thomas *et al.*, 2014](#)). La mise en œuvre de ces deux principes suppose une intégration forte entre culture et élevage ([Moraine *et al.*, 2014](#)), qui est souvent mentionnée comme une composante clef de l'AR ([LaCanne et Lundgren, 2018](#)).

Tableau 1. Sources bibliographiques sur l'évaluation des impacts et des services de systèmes agricoles pour les productions végétales illustrant trois formes d'agriculture. AC : agriculture conventionnelle ; AB : agriculture biologique ; ACS : agriculture de conservation des sols.**Table 1.** Data sources for evaluation of impacts and ecosystem services for crop production. AC: conventional agriculture; AB: organic agriculture; ACS: conservation agriculture.

		AC	AB	ACS	Références
Impacts (/kg de produit)	• ressources (terre, énergie)	x	x	x	Prechsl <i>et al.</i> , 2017 (Eo; s)
	• milieu (émissions de gaz à effet de serre, eutrophisation, acidification, écotoxicité)	x	x		Tuomisto <i>et al.</i> , 2012 (MA) ; Clark et Tilman, 2017 (MA) ; Tricase <i>et al.</i> , 2018 (M) ; Meier <i>et al.</i> , 2018 (MA) ; Riedo <i>et al.</i> , 2021 (MA; s) ; Henneron <i>et al.</i> , 2014 (Eo; s)
	• IFT indicateur pour toxicité humaine ^{***}	x		x	Ghaley <i>et al.</i> , 2018 (Eo; s)
Services à la société	• santé humaine	x	x	x	Duru (SB) ^{****}
	• valeur nutritionnelle (/kg de produit)				Barański <i>et al.</i> , 2014 (SB)
	• environnement (/ha) (régulation du climat, de la qualité de l'eau, des pesticides, stabilisation des sols)	x	x	x	Garbach <i>et al.</i> , 2016 (MA) ; Chabert et Sarthou, 2020 (Em; s)
	• biodiversité*	x	x	x	Palm <i>et al.</i> , 2013 (SB) ; Stavi <i>et al.</i> , 2016 (SB) ; Henneron <i>et al.</i> , 2014 (Eo; s) ; Prechsl <i>et al.</i> , 2017 (Eo; s) ; Christel <i>et al.</i> , 2021 (MA)
	• services culturels (diversité des cultures) ^{**}	x		x	Chabert et Sarthou, 2020 (Eu; s)

Expérimentation mono-site (Eo) et multi-site (Eu) ; indice de fréquence de traitement (IFT) ; méta-analyse (MA) ; modélisation (M) ; synthèse bibliographique (SB) ; statistiques permettant d'identifier des différences significatives (s).

* Biodiversité du sol (Henneron) ; biodiversité du sol et aérienne (Prechsl seul considéré ici).

** La diversité des cultures est un indicateur des services culturels (Palomo-Campesino *et al.*, 2018) ; dans l'évaluation faite de ces services, les cultures intermédiaires ne sont pas considérées ; les prendre en compte dégraderait le niveau des services culturels pour l'AC et l'AB relativement à l'ACS.

*** Sur la base d'une exposition humaine fonction des apports (Fantke et Jolliet, 2016).

**** L'ACS permet de fournir une alimentation de meilleure qualité (à paraître).

2.2 Évaluation de systèmes agricoles agroécologiques

Pour estimer les performances potentielles de l'AR, nous comparons ci-après les impacts environnementaux et les services écosystémiques de trois formes d'agriculture bien documentées dans la littérature scientifique (Tab. 1) : l'AC, l'AB et l'ACS. L'AC, qui recourt au travail du sol et aux pesticides, est utilisée comme référence. L'ACS met l'accent sur la santé/fertilité endogène du sol, le non travail du sol et la séquestration du carbone pour la régulation du climat, sans exclure l'utilisation de pesticides. L'AB, qui exclut tout biocide de synthèse mais recourt au travail du sol, met aussi en avant la santé du sol.

En termes d'impacts, l'AB apparaît plus performante pour la santé du vivant (écotoxicité et toxicité pour l'homme), mais elle l'est moins pour les rendements qui déterminent les besoins en terres pour se nourrir (à régimes alimentaires comparables) et pour les émissions de GES par kilogramme de produit (Fig. 2). C'est l'inverse qui est observé pour l'ACS. Pour tous les services rendus à la société, ces deux formes d'agriculture sont plus performantes que l'AC. L'ACS serait aussi plus résiliente que l'AC face au changement climatique (Su *et al.*, 2021).

Les sources bibliographiques montrent une grande variabilité dans les niveaux d'impacts et de services écosystémiques, mais les différences sont presque toujours significatives entre au moins deux des trois formes d'agriculture. De toute évidence, il apparaît difficile de réduire tous

les impacts et de maximiser tous les services écosystémiques tout en atteignant un haut niveau de production, notamment parce que la biodiversité du sol est sensible aux intrants mobilisés dans les systèmes les plus productifs (fertilisants, pesticides, travail du sol...). Plusieurs études tentent de montrer les effets respectifs ou combinés des pesticides et du travail du sol. Par exemple, Henneron *et al.* (2014) montrent que les densités de vers de terre et de nématodes et les abondances de bactéries et de champignons sont plus réduits par le travail du sol que par l'utilisation de pesticides (voir aussi Gagic *et al.*, 2017).

Ces données fournissent de premières informations pertinentes pour une analyse critique de certaines pratiques et/ou impacts mis en avant par l'AR. Concernant la séquestration du carbone, les données de la figure 2 montrent que l'ACS permet de séquestrer environ 20 % de carbone de plus que l'AC. Il a par exemple été montré un stockage additionnel moyen permis par les cultures intermédiaires (un des trois piliers de l'ACS) de 126 kg de C/ha/an en France (Pellerin *et al.*, 2019). Des controverses existent par contre sur l'effet du non travail du sol en climat tempéré (*ibid.*). Certains suivis de parcelles sur le long terme et en conditions réelles montrent une réalité complexe et des possibilités de séquestration de carbone supérieures en combinant les trois piliers de l'ACS (Boivin *et al.*, 2021). Mais en aucun cas la généralisation de ces pratiques ne pourrait compenser les émissions d'autres secteurs économiques (Launay *et al.*, 2021), comme parfois affiché en AR.

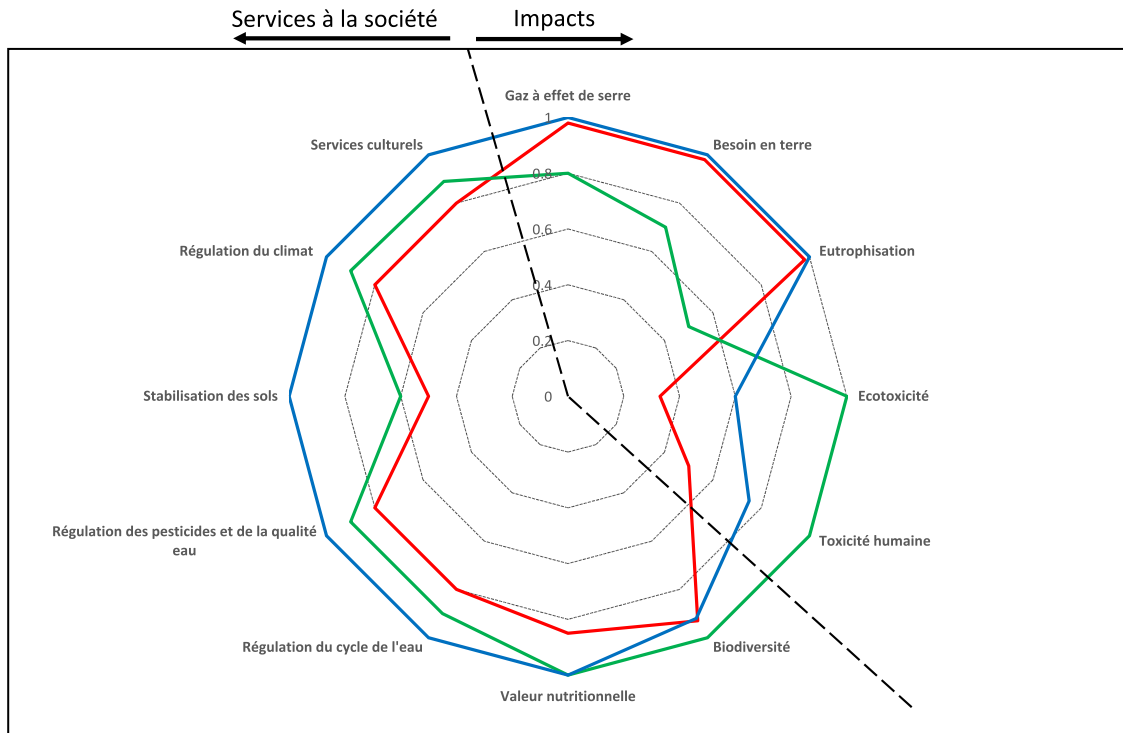


Fig. 2. Impacts (à droite de la diagonale) et services écosystémiques fournis à la société (à gauche) pour des systèmes de grande culture en agriculture conventionnelle (en rouge), biologique (en vert) et de conservation des sols (en bleu), d'après les données extraites des publications du [tableau 1](#). Dans cette figure, plus le niveau est élevé (enveloppe externe) plus les services et la qualité nutritionnelle des productions sont importants et les impacts négatifs réduits (adapté de [Duru et Therond, 2021](#)).

Fig. 2. *Impacts (right side of the diagonal) and ecosystem services provided to the society (left side) for crop production in conventional (red), organic (green) and conservation (blue) agriculture, based on published data (Tab. 1). In this figure, the higher the level (external envelope), the greater the services and the nutritional quality of the productions, and the lower the negative impacts (adapted from Duru and Therond, 2021).*

L'impact des pesticides est peu abordé en AR. Les recherches portant sur l'ACS montrent qu'il est possible de parvenir à des plages de valeurs de pH- et d'Eh (potentiel rédox) permettant d'avoir des sols suppressifs, (ou résistants) c'est-à-dire à même de résister à certains bioagresseurs ([Husson *et al.*, 2021](#)), et ainsi, potentiellement, de réduire l'utilisation des pesticides de synthèse.

En outre, des expériences d'hybridation entre l'ACS et l'AB permettraient de réduire les faiblesses de chacune d'elles ([Fleury *et al.*, 2014](#)), par exemple en utilisant des espèces ou variétés à levée rapide ou en augmentant le potentiel de contrôle biologique par les auxiliaires des cultures (exemple des carabes dans [Piroux, 2020](#)). Ce peut être aussi en gérant les modalités de réduction du travail du sol ([de Tourdonnet, 2017](#)), dont les effets sont longs à s'exprimer, de l'ordre de 5 à 15 ans ([Mondal *et al.*, 2019](#)). Cependant, là encore, ces processus et difficultés ne sont pas évoqués dans la littérature sur l'AR.

3 Analyse stratégique pour le changement d'échelle

La transition d'une agriculture conventionnelle vers l'agroécologie, qu'elle qu'en soit la forme, est complexe, car d'une part les défis à relever sont interdépendants

(atténuation, adaptation, réduction des impacts, développement des services...), et d'autre part les différents maillons du système alimentaire constituent un système sociotechnique verrouillé. Ainsi, les différents acteurs tendent à adopter des stratégies économiques et techniques cohérentes entre elles, donnant au système dominant en place une grande stabilité ([Geels, 2002](#)). Un tel système sociotechnique favorise alors les innovations qui sont cohérentes avec son fonctionnement et bloque les innovations qui ne sont pas compatibles ([Meynard *et al.*, 2018](#)), via des stratégies telles que le *greenwashing*. Pour éviter cet écueil, l'ensemble des acteurs économiques, la recherche, mais aussi les politiques publiques, doivent donc travailler ensemble de façon à permettre l'émergence de changements systémiques. Aussi, pour mieux cerner les conditions du déploiement de l'AR, nous identifions ci-dessous ses principaux atouts et faiblesses, ainsi que les opportunités et les menaces pour son développement ([Tab. 2](#)).

3.1 Atouts

L'atout principal de l'AR est, au moins en ce qui concerne le récit, de mettre en avant, mieux que l'agroécologie, le fait qu'elle contribue à l'entretien ou à la « réparation » des biens communs : sols et air, mais aussi biodiversité et eau. Ce récit est susceptible d'avoir un effet d'entraînement d'un grand nombre d'acteurs, ce

Tableau 2. Principaux atouts et faiblesses de l'agriculture régénératrice, et opportunités et menaces pour son développement.
Table 2. Main strengths and weaknesses of regenerative agriculture, and opportunities and threats for its development.

	Points forts pour relever les défis	Points faibles pour relever les défis
Organisation	Atouts – services à la société mis en avant explicitement – pas de dimension territoriale – peu ou pas d'explicitation des processus, voire des pratiques, sous-jacents à la fourniture de services écosystémiques	Faiblesses – verrouillages sociotechniques non explicités – périmètre mal défini ou seulement centré sur le carbone
Environnement	Opportunités – attentes politiques et sociétales – intérêt marketing ou éthique des grands groupes	Menaces – multiplicité des labels et marques

à quoi peine l'agroécologie, surtout lorsqu'elle est circonscrite aux façons de produire dans les exploitations agricoles. L'AR s'affiche ainsi résolument en rupture par rapport à une AC qui « dégraderait » les biens communs.

3.2 Faiblesses

Les changements à opérer sont nombreux et complexes à mettre en œuvre, puisqu'ils concernent aussi bien l'amont (les machines, les intrants dont les semences...) que le système de production lui-même et l'aval (la collecte des récoltes) (Duru *et al.*, 2015). En effet, les agriculteurs sont dépendants de l'organisation des filières, désormais structurées autour d'un nombre réduit d'acteurs limitant certaines offres en amont (diversité génétique cultivée et élevée réduite, nature des intrants), en promouvant d'autres (matériels connectés, intrants de biocontrôle) et imposant en aval leurs règles de mise en marché visant, entre autres, à offrir au consommateur des produits standardisés et transformés à des coûts réduits. Ces évolutions sont à l'origine de trois grands types de verrouillage : matériel (intrants, espèces, bâtiments, machines), réglementaire (normes et régulations) et culturel (ex. récit qui met très en avant la productivité surfacique ou par animal comme image de la modernité) (Valiorgue, 2020). Ces verrouillages, bien documentés dans les travaux concernant l'agroécologie (ex. Meynard *et al.*, 2018), ne le sont que peu ou pas dans la littérature concernant l'AR. Il en est de même des questions d'équité, bien mises en avant dans la transition agroécologique des systèmes alimentaires (Gliessman, 2021), alors qu'elles ne sont quasiment jamais évoquées pour l'AR (Gibbons, 2020).

Les problèmes environnementaux dus à une trop grande concentration de l'élevage (Billen *et al.*, 2021), et les moyens d'y faire face par le développement d'une économie circulaire à l'échelle locale, sont bien documentés dans des scénarios d'approche agroécologique (Duru *et al.*, 2021), mais sont absents des publications concernant l'AR.

Une autre limite de l'AR est d'être souvent centrée sur le seul carbone, conduisant ainsi à trois possibles écueils :

- modifier à la marge les systèmes agricoles existants, par exemple en développant des cultures intermédiaires, mais sans pour autant changer de stratégie par rapport aux intrants de synthèse, à la rotation et au travail du sol ;

- omettre de donner une place centrale aux légumineuses dans l'agriculture, voire dans l'alimentation animale et humaine. Si ce levier est central en agroécologie, les légumineuses sont rarement mentionnées en AR en substitution des engrais de synthèse, générateurs de CO₂ et de N₂O, qui est un puissant GES (Bertrand *et al.*, 2019);
- éluder la question des émissions liées à la consommation de produits carnés, alors que la réduction de la consommation de protéines animales est le principal levier pour réduire l'empreinte environnementale de l'alimentation dans les pays occidentaux (Willett *et al.*, 2019).

Enfin, la littérature de l'AR est le plus souvent cantonnée à des changements de pratiques agricoles. Rares sont les publications qui incluent des considérations sur l'alimentation, comme la réduction du gaspillage alimentaire et la promotion d'une diète plus végétalisée (Lal, 2021).

3.3 Opportunités

Des acteurs de l'aval de l'agriculture se sont déjà saisis du concept d'AR, attirés par le bénéfice qu'ils pouvaient tirer d'une image liée à la conservation des biens communs (Dachelet, 2020). Cette stratégie permet de rendre visibles les efforts faits, donne de la notoriété aux entreprises de l'agroalimentaire et peut permettre de mieux rémunérer les agriculteurs. Dans le même temps, l'idée de rémunérer les agriculteurs pour les services qu'ils fournissent à la société progresse, notamment *via* la mise en place de dispositifs privés, mais aussi publics, de paiement pour services environnementaux. Ainsi, le développement des marchés carbone, financés par le privé mais validés et certifiés par des démarches labélisées par l'État, est un exemple en fort développement.

De même, la certification permet aux produits d'être identifiables par un grand nombre d'acteurs amont et aval de l'agriculture. À ce jour, au moins un programme de certification pour l'AR a été créé (Newton *et al.*, 2020). Ses objectifs (augmenter la teneur en matière organique des sols, assurer la stabilité économique et l'équité) sont axés sur les résultats, mais les indicateurs utilisés pour définir et évaluer la conformité sont principalement axés sur les moyens mis en

œuvre. En France, un Indice de régénération comprenant plusieurs axes (couverture et travail du sol, cycle du carbone, fertilisation azotée, gestion phytosanitaire, biodiversité et agroforesterie) a été élaboré pour certifier les exploitations agricoles, en tenant compte des spécificités des productions (PADV, 2021).

3.4 Menaces

A ce jour, l'AR souffre d'un manque de définition stabilisée et de réflexion globale, tant dans les médias que dans le monde économique. Son impact sur l'utilisation des terres et la régulation du climat à l'échelle globale et sur la transformation des matières premières n'est pas ou peu considéré. Pour certains, l'accent est mis sur le local, afin de renforcer le lien entre agriculture et alimentation en raccourcissant les distances et/ou en réduisant le nombre d'intermédiaires, mais la question des régimes alimentaires est peu ou pas traitée. Pour d'autres, l'accent est mis sur la santé du sol et la séquestration du carbone en mettant en avant des promesses d'atténuation du changement climatique, sans prendre en compte ni les prérequis agronomiques ni les impacts exportés ou situés en amont ou en aval dans la filière. Enfin, certains acteurs de l'agroalimentaire s'engouffrent dans cette voie pour développer des alternatives végétales à la viande, sans considérer l'effet du type de transformation alimentaire sur la santé (Duru *et al.*, 2021).

4 Une voie étroite entre greenwashing et régénération des biens communs

Face à l'engouement d'un nombre croissant d'acteurs pour l'AR, du fait de promesses « salvatrices » en matière de séquestration du carbone, se pose la question de la crédibilité de ses objectifs et de son adéquation aux grands défis que doivent relever l'agriculture et l'alimentation aujourd'hui.

Le principal atout de l'AR est de reposer sur un récit mettant en avant un principe, la « régénération » (Anderson et Rivera-Ferre, 2021), appliqué le plus souvent au sol et, plus rarement et récemment, au système alimentaire (Davies, 2020). L'AR est une perspective attractive pour un grand nombre d'acteurs car elle représente un futur désirable assurant la sécurité alimentaire tout en préservant, voire en améliorant, les biens communs. Cet affichage peut faciliter l'adhésion des acteurs et les fédérer pour construire des plans d'action. Mais si le niveau de fourniture de services à la société n'est pas vérifié ou si le discours est uniquement centré sur le carbone, les grands acteurs des systèmes alimentaires ne feront que « verdier » leurs stratégies, et l'AR ne sera pas à la hauteur des enjeux qu'elle affiche ni des espérances qu'elle suscite.

Pour aller au-delà des principes, l'AR devrait mobiliser les connaissances et savoir-faire de l'agroécologie en tant que science, pratique et mouvement social (Wezel *et al.*, 2009), dont la combinaison permet une approche holistique en termes d'échelles et d'enjeux (Gallardo-López *et al.*, 2018).

L'AR doit aussi clarifier son récit car elle est parfois assimilée à une permaculture généralisée (McLennan *et al.*, 2021). Or, si la permaculture peut permettre de s'affranchir des intrants de synthèse en cultures maraîchères du fait de la possibilité d'apports massifs de matières organiques exogènes

à l'exploitation, mais aussi d'une très grande diversité de cultures sur de petites parcelles et éventuellement d'un désherbage manuel, ces pratiques ne sont économiquement et techniquement pas transposables aux systèmes de grandes cultures. Pour ces derniers, les études de cas montrent qu'une agriculture protectrice des sols et sans intrants de synthèse, c'est-à-dire l'agriculture biologique de conservation des sols (ABC), est une voie dont la pleine expression n'est techniquement pas aboutie à ce jour (à minima un travail du sol superficiel est nécessaire pour lutter contre les adventices). Elles montrent également que l'association culture-élevage jouera un rôle essentiel. D'une part, l'élevage de ruminants à base d'herbe permet de fournir des services à l'agriculture (Martin *et al.*, 2020) et, d'autre part, les élevages peuvent valoriser les « ratés » des cultures qui ne seraient pas commercialisables sur le marché (Martin *et al.*, 2016).

Sur la base de l'analyse présentée dans ce papier, nous proposons trois pistes pour faire de l'AR un mouvement d'envergure s'inscrivant dans une vision holistique du système alimentaire (vs. du *greenwashing*) :

- prendre à bras le corps l'ensemble des grands défis auxquels l'agriculture et l'alimentation sont confrontées, et ne pas se limiter à un sous-ensemble choisi pour des raisons de mode, de marketing ou d'objectifs de court terme. À cette fin, il importe de ne pas omettre les impacts de certaines de leurs caractéristiques (concentration de l'élevage, transformation trop poussée de certaines matières premières, régime alimentaire). La biodiversité dans les sols, les cultures et les paysages doit être au cœur des pratiques pour augmenter les services fournis à l'agriculture et à la société (Carlile et Garnett, 2021 ; Therond et Duru, 2019) ;
- se doter d'indicateurs de résultats mesurables ou de moyens fiables pour se situer sur des trajectoires de progrès, dépendantes des contextes de production ;
- envisager un changement de statut des entreprises agricoles en faisant reconnaître explicitement les services rendus par celles-ci. Dans cette logique, Valiorgue (2020) propose de leur donner le statut d'entreprises à mission avec des engagements opposables pour les partenaires économiques. Ce cadre juridique est justifié par le fait que ce sont des entreprises privées qui impactent des biens communs, mais qui, au travers des services écosystémiques, jouent un rôle dans leur conservation, voire leur restauration.

En conclusion, l'AR, de par la spécificité de son récit axé sur un principe, la régénération, et de par sa capacité à fédérer un grand nombre d'acteurs économiques, pourrait enrichir le récit de l'agroécologie, bien documenté par la recherche et par des réseaux d'agriculteurs engagés. De manière convergente, très récemment, Duncan *et al.* (2020) suggèrent que le concept de régénération appliqué aux systèmes alimentaires serait un moyen de mieux concilier les approches environnementales et sociales de la durabilité en considérant l'ensemble des acteurs concernés. Réciproquement, l'agroécologie permettrait de donner du contenu à l'AR, tant pour les pratiques associées que pour les modes de gouvernance. Cela permettrait de consolider les fondements scientifiques de l'AR et d'éviter des dérives du type *greenwashing*. Cet enrichissement nous semble nécessaire du fait de l'importance et de la diversité des acteurs

non-académiques s'appropriant le concept d'AR. Une telle orientation permettrait de faire reconnaître l'AR comme une forme d'agriculture fournissant réellement une diversité de services écosystémiques tant à l'agriculture qu'à la société, mais elle devrait être soutenue pour cela par des politiques publiques exigeantes sur la prise en compte des principes de l'agroécologie.

Remerciements

Nous remercions les deux relecteurs anonymes pour leurs critiques constructives.

Références

- Altieri MA. 2018. Agroecology: the science of sustainable agriculture. Floride (US): CRC Press. 448 p. <https://doi.org/10.1201/9780429495465>.
- Anderson MD, Rivera-Ferre M. 2021. Food system narratives to end hunger: extractive versus regenerative. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 49: 18–25. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2020.12.002>.
- Barański M, Średnicka-Tober D, Volakakis N, Seal C, Sanderson R, Stewart GB. 2014. Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: a systematic literature review and meta-analyses. *British Journal of Nutrition* 112(5): 794–811. <https://doi.org/10.1017/S0007114514001366>.
- Beillouin D, Ben-Ari T, Malezieux E, Seufert V, Makowski D. 2021. Positive but variable effects of crop diversification on biodiversity and ecosystem services. *Global Change Biology*. Preprint <https://doi.org/10.1101/2020.09.30.320309>.
- Bertrand I, Viaud V, Daufresne T, Pellerin S, Recous S. 2019. Stoichiometry constraints challenge the potential of agroecological practices for the soil C storage. *A review. Agronomy for Sustainable Development* 39(6): 54. <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0599-6>.
- Billen G, Aguilera E, Einarsson R, Garnier J, Gingrich S, Grizzetti B, *et al.* 2021. Perspective reshaping the European agro-food system and closing its nitrogen cycle: The potential of combining dietary change, agroecology, and circularity. *One Earth* 4(6): 839–850. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.05.008>.
- Boivin P, Dupla X, Lemaitre T, Gondret K, Sauzet O, Verrecchia E. 2021. ACS et teneur en matières organiques du sol. Quelques enseignements tirés de la région lémanique. *Agronomie, Ecologie et Innovation TCS* N°111
- Burgess PJ, Harris J, Graves AR, Deeks LK. 2019. Regenerative Agriculture: Identifying the Impact; Enabling the Potential. Report for SYSTEMIQ. 17 May 2019. Bedfordshire, UK: Cranfield University
- Carlile R, Garnett T. 2021. What is agroecology? *TABLE Explainer Series*. TABLE, University of Oxford, Swedish University of Agricultural Sciences and Wageningen University & Research, 22 p.
- Lal R. 2021. Feeding the world and returning half of the agricultural land back to nature. *Journal of Soil and Water Conservation* 76(4): 75–78. <https://doi.org/10.2489/jswc.2021.0607A>.
- Chabert A, Sarthou J. 2020. Agriculture, Ecosystems and Environment Conservation agriculture as a promising trade-off between conventional and organic agriculture in bundling ecosystem services. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 292: 106815. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106815>.
- Christel A, Maron PA, Ranjard L. 2021. Impact of farming systems on soil ecological quality: a meta-analysis. *Environmental Chemistry Letters* 19: 4603–4625. <https://doi.org/10.1007/s10311-021-01302-y>.
- Clark M, Tilman D. 2017. Comparative analysis of environmental impacts of agricultural production systems, agricultural input efficiency, and food choice. *Environmental Research Letters* 12: 064016. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa6cd5>.
- Dachelet R. 2020. Agriculture régénératrice, émergence d'un concept. *Faculté des bioingénieurs, Université catholique de Louvain*. Prom. : Baret, Philippe. <http://hdl.handle.net/2078.1/thesis:25434>.
- Danone. 2022. <https://www.danone.com/fr/impact/planet/regenerative-agriculture.html>.
- Davies AR. 2020. Toward a Sustainable Food System for the European Union: Insights from the Social Sciences. *One Earth* 3 (1): 27–31. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.06.008>.
- de Tourdonnet S. 2017. La place des cultures intermédiaires multi-services dans un processus d'innovation : l'agriculture de conservation. *Innovations Agronomiques* 62: 143–148.
- Duncan J, Carolan M, Wiskerke JS (Eds.). 2020. Routledge handbook of sustainable and regenerative food systems (1st ed). London (UK): Routledge, 478 p. <https://doi.org/10.4324/9780429466823>.
- Duru M, Therond O. 2021. L'évaluation des systèmes agricoles à l'aune des services écosystémiques et de l'économie circulaire. *Agronomie, Environnement et Sociétés* 11(1): 14. <https://doi.org/10.54800/ccg203>.
- Duru M, Le Bras C. 2020. Crises environnementales et sanitaires : des maladies de l'anthropocène qui appellent à refonder notre système alimentaire. *Cahiers Agricultures* 29: 34. <https://doi.org/10.1051/cagri/2020033>.
- Duru M, Le Bras C, Grillot M. 2021. Une approche holistique de l'élevage, au cœur des enjeux de santé animale, humaine et environnementale. *Cahiers Agricultures* 30: 26. <https://doi.org/10.1051/cagri/2021013>.
- Duru M, Therond O, Martin G, Martin Clouaire R, Magne M.A, Justes E, *et al.* 2015. How to implement biodiversity-based agriculture to enhance ecosystem services : a review. *Agronomy for Sustainable Development* 35: 1259–1281. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0306>.
- Duru M, Aubert P.M, Couturier C, Doublet S. 2021. Scénarios de systèmes alimentaires à l'horizon 2050 au niveau européen et français : quels éclairages pour les politiques publiques? *Agronomie, Environnement et Sociétés* 11(1): 21. <https://doi.org/10.54800/ssa050>.
- Fantke P, Jolliet O. 2016. Life cycle human health impacts of 875 pesticides. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 21 (5): 722–733. <https://doi.org/10.1007/s11367-015-0910-y>.
- Fleury P, Chazoule C, Peigné J. 2014. Ruptures et transversalités entre agriculture biologique et agriculture de conservation. *Économie Rurale* 339-340: 95–112. <https://doi.org/10.4000/economierurale.4247>.
- Gagic V, Kleijn D, Báldi A, Boros G, Jørgensen HB, Elek Z, *et al.* 2017. Combined effects of agrochemicals and ecosystem services on crop yield across Europe. *Ecology Letters* 20(11): 1427–1436. <https://doi.org/10.1111/ele.12850>.
- Gallardo-López F, Hernández-Chontal MA, Cisneros-Saguilán P, Linares-Gabriel A. 2018. Development of the concept of agroecology in Europe: A review. *Sustainability* 10(4): 1210. <https://doi.org/10.3390/su10041210>.
- Garbach K, Milder JC, DeClerck FAJ, Montenegro de Wit M, Driscoll L, Gemmill-Herren B. 2016. Examining multi-functionality for crop yield and ecosystem services in five systems of agroecological intensification. *International Journal of Agricultural Sustainability* 15 (1): 11–28. <https://doi.org/10.1080/14735903.2016.1174810>.

- Geels FW. 2002. Technological transitions as evolutionary re-configuration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy* 31(8-9): 1257–1274. [https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(02)00062-8)
- General Mills. 2022. <https://www.generalmills.com/how-we-make-it/healthier-planet/environmental-impact/regenerative-agriculture>.
- Ghaley BB, Rusu T, Sandén T, Spiegel H, Menta C, Visioli G, *et al.* 2018. Assessment of benefits of conservation agriculture on soil functions in arable production systems in Europe. *Sustainability* 10 (3): 794. <https://doi.org/10.3390/su10030794>.
- Gibbons LV. 2020. Regenerative – The New Sustainable? *Sustainability* 1: 1–19.
- Giller K.E, Hijbeek R, Andersson J.A, Sumberg J. 2021. Regenerative Agriculture: An agronomic perspective. *Outlook on Agriculture* 50 (1): 13–25. <https://doi.org/10.1177/0030727021998063>.
- Gliessman SR. 2021. Package Price Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems. Florida (US): CRC press, 661 p.
- Henneron L, Bernard L, Heddi M, Pelosi C, Villenave C, Chenu C, *et al.* 2014. Fourteen years of evidence for positive effects of conservation agriculture and organic farming on soil life. *Agronomy for Sustainable Development* 35(1): 169–181. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0215-8>.
- HLPE. 2019. Agroecological and other innovative approaches for sustainable agriculture and food systems that enhance food security and nutrition. *A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security*, Rome, Italy, 163 p. www.fao.org/3/ca5602en/ca5602en.pdf.
- Husson O, Sarthou J.P, Bousset L, Ratnadass A, Schmidt HP, Kempf J, *et al.* 2021. Soil and plant health in relation to dynamic sustainment of Eh and pH homeostasis: A review. *Plant and Soil* 466: 391–447. <https://doi.org/10.1007/s11104-021-05047>.
- Jeanneret P, Lüscher G, Schneider MK, Pointereau P, Arndorfer M, Bailey D, *et al.* 2021. An increase in food production in Europe could dramatically affect farmland biodiversity. *Communications Earth & Environment* 2(1): 1–8. <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00256-x>.
- Kremen C, Iles A, Bacon C. 2012. Diversified farming systems: an agroecological, systems-based alternative to modern industrial agriculture. *Ecology and society* 17(4): 44. <https://doi.org/10.5751/ES-05103-170444>.
- LaCanne CE, Lundgren JG. 2018. Regenerative agriculture: merging farming and natural resource conservation profitably. *PeerJ* 6: e4428. <https://doi.org/10.7717/peerj.4428>.
- Lal R. 2020. Regenerative agriculture for food and climate. *Journal of soil and water conservation* 75(5): 123A–124A. <https://doi.org/10.2489/jswc.2020.0620A>.
- Lal R. 2021. Feeding the world and returning half of the agricultural land back to nature. *Journal of Soil and Water Conservation* 76(4): 75–78. <https://doi.org/10.2489/jswc.2021.0607A>.
- Launay C, Constantin J, Chlebowski F, Houot S, Graux AI, Klumpp K, *et al.* 2021. Estimating the carbon storage potential and greenhouse gas emissions of French arable cropland using high-resolution modeling. *Global Change Biology* 27(8): 1645–1661. <https://doi.org/10.1111/gcb.15512>.
- Martin G, Willaume M. 2016. A diachronic study of greenhouse gas emissions of French dairy farms according to adaptation pathways. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 221: 50–59. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.01.027>.
- Martin G, Durand JL, Duru M, Gastal F, Julier B, Litrico I, *et al.* 2020. Role of ley pastures in tomorrow's cropping systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 40: 17. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00620-9>.
- McLennon E, Dari B, Jha G, Sihi D, Karnakala V. 2021. Regenerative agriculture and integrative permaculture for sustainable and technology driven global food production and security. *Agronomy Journal* 113(6): 4541–4559. <https://doi.org/10.1002/agj2.20814>.
- Meier MS, Stoessel F, Jungbluth N, Juraske R, Schader C, Stolze M. 2015. Environmental impacts of organic and conventional agricultural products – Are the differences captured by life cycle assessment? *Journal of Environmental Management* 149: 193–208. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.10.006>.
- Meynard JM, Charrier F, Fares M, Le Bail M, Magrini MB, Charlier A, *et al.* 2018. Socio-technical lock-in hinders crop diversification in France. *Agronomy for Sustainable Development* 38: 54. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0535-1>.
- Mondal S, Chakraborty D, Das TK, Shrivastava M, Mishra AK, Bandyopadhyay KK, *et al.* 2019. Soil & Tillage Research Conservation agriculture had a strong impact on the sub-surface soil strength and root growth in wheat after a 7-year transition period. *Soil and Tillage Research* 195: 104385. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104385>.
- Moraine M, Duru M, Nicholas P, Leterme P, Therond O. 2014. Farming system design for innovative crop-livestock integration in Europe. *Animal* 8(8): 1204–1217. <https://doi.org/10.1017/S1751731114001189>.
- Moyer J, Stoll S, Schaeffer Z, Smith A, Grega M, Fuhrman J. 2020. The power of the plate. <https://rodaleinstitute.org/wp-content/uploads/Rodale-Institute-The-Power-of-the-Plate-The-Case-for-Regenerative-Organic-Agriculture-in-Improving-Human-Health.pdf>.
- Nestlé. 2022. <https://www.nestle.fr/media/nestle-devoile-ses-ambitions-pour-la-transition>.
- Newton P, Civita N, Frankel-Goldwater L, Bartel K, Johns C. 2020. What is regenerative agriculture? A review of scholar and practitioner definitions based on processes and outcomes. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 4: 577–723. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.577723>
- Palm C, Blanco-Canqui H, DeClerck F, Gatere L, Grace P. 2014. Conservation agriculture and ecosystem services: An overview. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 187: 87–105. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.10.010>.
- PADV. 2021. Pour une agriculture du vivant. 1 <https://agricultureduvivant.org/indice-de-regeneration/>
- Palomo-Campesino S, González J.A, García-Llorente M. 2018. Exploring the connections between agroecological practices and ecosystem services: A systematic literature review. *Sustainability* 10(12): 4339. <https://doi.org/10.3390/su10124339>.
- Pellerin S, Bamiere L, Launay C, Martin R, Schiavo M, Angers D, *et al.* 2019. Stocker du carbone dans les sols français, Quel potentiel au regard de l'objectif de 4 pour 1000 et à quel coût ? *Synthèse du rapport d'étude*, Inra, France, 12 p.
- Perfecto I, Vandermeer J. 2010. The agroecological matrix as alternative to the land-sparing/agriculture intensification model. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107(13): 5786–5791. <https://doi.org/10.1073/pnas.0905455107>.
- Piroux G. 2020. Agriculture biologique et agriculture de conservation : vers des systèmes ABC ? Évaluation de l'impact de trois systèmes agricoles sur l'abondance de différentes espèces de carabes prédateurs et leur capacité à réguler les limaces en céréales d'hiver dans le Nord de la Wallonie. Thèse de master, Haute école provinciale de Hainaut-Condorcet, Mons, Belgique, 99 p.
- Prechsl UE, Wittwer R, van der Heijden MGA, Lüscher G, Jeanneret P, Nemeček T. 2017. Assessing the environmental impacts of cropping systems and cover crops: Life cycle assessment of FAST, a long-term arable farming field experiment. *Agricultural Systems* 157: 39–50. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.06.011>.

- Riedo J, Wettstein FE, Rösch A, Herzog C, Banerjee S, Büchi L, *et al.* 2021. Widespread occurrence of pesticides in organically managed agricultural soils - The ghost of a conventional agricultural past? *Environmental Science and Technology* 55(5): 2919–2928. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c06405>
- Ryan ML. 2007. Toward a definition of narrative. In: Herman D (ed), *The Cambridge companion to Literature*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 22–35. <https://doi.org/10.1017/CCOL0521856965.002>.
- Schreefel L, Schulte RPO, de Boer IJM, Schrijver AP, van Zanten HHE. 2020. Regenerative agriculture – the soil is the base. *Global Food Security* 26: 100404. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100404>.
- Stavi I, Bel G, Zaady E. 2016. Soil functions and ecosystem services in conventional, conservation, and integrated agricultural systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 36(2): 32. <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0368-8>.
- Therond O, Duru M. 2019. Agriculture et biodiversité : les services écosystémiques, une voie de réconciliation ? *Innovations agronomiques* 75: 29–47.
- Therond O, Duru M, Roger-Estrade J, Richard G. 2017. A new analytical framework of farming system and agriculture model diversities: a review. *Agronomy for Sustainable Development* 37: 21. <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0429-7>.
- Thomas M, Fortun-Lamothe L, Jouven M, Tichit M, Gonzalez-Garcia E, Dourmad JY, *et al.* 2014. Agro-écologie et écologie industrielle : Deux alternatives complémentaires pour les systèmes d'élevage de demain. *Productions Animales* 27(2): 89–100. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2014.27.2.3057>.
- Tricase C, Lamonaca E, Ingrao C, Bacenetti J, Lo Giudice A. 2018. A comparative Life Cycle Assessment between organic and conventional barley cultivation for sustainable agriculture pathways. *Journal of Cleaner Production* 172: 3747–3759. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.008>.
- Tuomisto HL, Hodge ID, Riordan P, MacDonald DW. 2012. Comparing global warming potential, energy use and land use of organic, conventional and integrated winter wheat production. *Annals of Applied Biology* 162(2): 116–126. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2012.00555.x>.
- Valiorgue B. 2020. Refonder l'agriculture à l'heure de l'Anthropocène. Lormont (France): Le Bord de l'eau, coll. « En anthropocène », 240 p.
- van der Werf HM, Knudsen MT, Cederberg C. 2020. Towards better representation of organic agriculture in life cycle assessment. *Nature Sustainability* 3(6): 419–425. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0489-6>.
- Wezel A, Bellon S, Doré T, Francis C, Vallod D, David C. 2009. Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for sustainable development* 29(4): 503–515. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0180-7>.
- Wezel A, Casagrande M, Celette F, Vian JF, Ferrer A, Peigné J. 2014. Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. *Agronomy for sustainable development* 34(1): 1–20. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0180-7>.
- Willett W, Rockström J, Loken B, Springmann M, Lang T, Vermeulen S, *et al.* 2019. Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet* 393 (10170): 447–492. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4).

Citation de l'article : Duru M, Sarthou J-P, Therond O. 2022. L'agriculture régénératrice : summum de l'agroécologie ou *greenwashing*? *Cah. Agric.* 31: 17.