

Point de vue d'Académiciens :

Agriculture, productivité et biodiversité, les leçons du débat land sharing/land sparing



Les "Points de vue" sont l'expression d'académiciens sur un point d'actualité suscitant débat. Le Bureau s'assure de la véracité des faits avancés dans le contenu du texte mais laisse s'exprimer toutes les controverses, en veillant à équilibrer, si possible, l'expression des différents points de vue. Ces textes n'engagent que les académiciens signataires.

Cet article ne reflète pas la position de l'Académie d'agriculture de France (AAF). C'est la position du groupe d'académiciens signataires sur un sujet controversé. D'autres prises de position seront publiées prochainement. L'AAF se propose d'ouvrir un débat régulier sur ce thème important.

Point de vue d'Académiciens

Agriculture, productivité et biodiversité, les leçons du débat land sharing/land sparing

Philippe Stoop, Bernard Ambolet, Jean-Louis Bernard (Section 9 : Agrofouritures)

Bernard Le Buanec, (Section 1 : Productions Végétales)

Christian Lévêque (Section 6 : Sciences du Vivant)

Photographies : P. Stoop

Résumé :

L'intensification de l'agriculture pendant la deuxième moitié du XXème siècle a entraîné une baisse importante et bien documentée de la biodiversité dans les paysages agricoles. Cela ne signifie pourtant pas que revenir à une agriculture plus extensive serait forcément bénéfique pour la biodiversité. En effet, comme l'avait formulé N. Borlaug, un des fondateurs de la « Révolution Verte », l'agriculture intensive, qui emploie moins de terres pour une production donnée, permet du même coup de préserver plus d'espaces naturels qu'une agriculture plus extensive. Cette hypothèse a suscité le débat du « Land Sharing » et du « Land Sparing » (débat LSS), qui vise à déterminer la stratégie optimale pour maximiser la biodiversité à l'échelle d'un paysage :

- une agriculture extensive, qui partage (share) les parcelles entre la biodiversité spontanée et l'espèce cultivée ?

- ou une agriculture intensive, où les surfaces cultivées sont presque totalement occupées par l'espèce cultivée avec une haute productivité, ce qui permet de réserver (spare) plus d'espace non cultivés pour la faune et la flore sauvage ?

La première partie de cette note résume les interactions complexes entre agriculture et biodiversité. Elle rappelle que, dans le contexte européen, la biodiversité que nous considérons comme « naturelle » est en fait un équilibre instable entre la faune et la flore des écosystèmes spontanés, et les espèces végétales et animales qui ont bénéficié de la diversification et de l'ouverture des paysages, créées par l'apparition et les évolutions de l'agriculture. Cet équilibre a été déplacé pendant le demi-siècle dernier par l'intensification, telle qu'elle a été réalisée à l'époque, avec la conjugaison de nouveaux facteurs de production à l'échelle des parcelles (amélioration des techniques de semis, travail du sol profond, développement des pesticides), et à l'échelle des paysages (raréfaction des haies et des jachères, simplification des rotations d'espèces cultivées, spécialisation entre régions de grandes cultures et régions d'élevage).

La deuxième partie présente le modèle de Green (modèle mathématique le plus souvent cité pour étudier les mérites respectifs du land sharing et du land sparing), et l'applique aux données disponibles sur les biodiversités respectives de l'agriculture conventionnelle intensive, et de la forme d'agriculture extensive la plus étudiée, l'agriculture bio. Il en ressort que, dans l'état actuel des techniques, un land sparing basé sur l'agriculture conventionnelle est l'option la plus favorable pour la majorité des espèces épigées (vivant au-dessus du sol), plutôt qu'un land sharing basé sur l'agriculture bio. C'est vrai non seulement pour les espèces spécialistes des milieux dits « naturels » (ce qui est un résultat trivial), mais aussi pour une large part des espèces spécialistes des milieux agricoles. En mobilisant les services écosystémiques, l'agroécologie pourrait permettre d'inverser la tendance, en faveur du land sharing, à condition de faire remonter de façon suffisante le rendement de l'agriculture bio.

La troisième partie aborde les conséquences du débat LSS pour les politiques agroécologiques de la France et de l'Union Européenne. Il en résulte que, bien que le land sharing présente des avantages indiscutables pour la biodiversité à l'intérieur des parcelles, le land sparing est le système le plus bénéfique pour la biodiversité globale de nos régions. Ce land sparing n'est bien sûr pas la continuation de l'agriculture intensive telle que nous l'avons connue ces cinquante dernières années, mais une « agriculture écologiquement intensive », qui mobilise agriculture de précision, diversification des cultures, techniques de conservation des sols, restauration des infrastructures agroécologiques et agroforesterie, tout en veillant à atteindre le rendement potentiel de chaque parcelle cultivée ou prairie pâturée. Des perspectives agroécologiques, comme le scénario TYFA de l'IDDRI, suggèrent qu'il serait possible pour l'Europe d'atteindre l'autonomie alimentaire avec une agriculture de type bio, sans augmenter les surfaces agricoles, grâce à une forte réduction de la consommation de viande. Ce type de transition vers une agroécologie extensive aurait le mérite de bénéficier à la fois à la biodiversité globale, et à la biodiversité messicole locale. Mais la faisabilité agronomique de cette transition n'est pas complètement démontrée, et son acceptabilité sociale risque d'être pénalisée par la radicalité du changement alimentaire nécessaire, et l'augmentation des prix alimentaires qui en résulterait.

A un moment où la crise ukrainienne rappelle l'importance de notre souveraineté alimentaire, et donc de notre capacité de production agricole, le débat LSS rappelle qu'agriculture productive et préservation de l'environnement ne sont pas aussi antagonistes qu'on le croit souvent : quand on mesure leur impact ramené aux quantités produites (comme le font les analyses de cycle de vie pour les émissions de gaz à effet de serre, et le débat LSS pour la biodiversité), il apparaît que les agricultures extensives comme le bio n'ont des bénéfices environnementaux indiscutables qu'à une

échelle très locale. Par contre, elles induisent un risque d'exportation de notre empreinte environnementale, préjudiciable à la biodiversité globale et à notre souveraineté alimentaire. Il serait donc préférable de les encourager de façon plus sélective qu'actuellement, dans les régions hébergeant des espèces animales ou végétales messicoles (c'est-à-dire spécialistes des milieux cultivés) en danger, tout en privilégiant le land sparing sur la majorité du territoire. Cela permettrait une transition agroécologique et alimentaire plus facilement acceptable pour les citoyens, tout en limitant les « exportations de déforestation » et en contribuant à la sécurité alimentaire mondiale.

NB : dans le cadre de cette note, nous avons utilisé les termes anglais de « land sparing » et « land sharing », faute de traduction française consacrée par l'usage. Une réflexion est en cours à l'AAF pour proposer une terminologie francophone qui comblera cette lacune.

Table des matières

1	Une brève histoire de la biodiversité agricole.....	8
1.1	Agriculture et biodiversité : une relation complexe.....	8
1.2	Intensification de l'agriculture et biodiversité : des impacts plurifactoriels, difficiles à séparer.....	9
1.3	Pourquoi le débat land sharing/land sparing ?	11
2	Le modèle de Green et al, son principe et ses limites.....	13
2.1	Un modèle simple dans son principe	13
2.2	Des limites reconnues par les auteurs	14
2.3	L'application du modèle de Green à un cas simple : la comparaison bio/conventionnel	14
2.4	Des interprétations divergentes et débattues	18
2.5	L'interprétation du modèle de Green : des « zones grises » à éclaircir	19
2.5.1	Des ambiguïtés sur le domaine de validité du modèle de Green : espèces considérées et domaine géographique pris en compte	19
2.5.2	Le rôle de l'élevage herbager dans le débat LSS	22
2.6	Des interprétations nouvelles du modèle de Green	23
2.6.1	Le modèle de Green et l'agroécologie	23
2.6.2	Land sharing, land sparing, et rôle du marché	25
3	Quelles conséquences pour la transition agroécologique ?	26
3.1	Faire cohabiter land sparing et land sharing pour optimiser la biodiversité	27
3.2	Des objectifs arbitraires de réduction d'intrants n'ont pas de sens écologique.....	28
3.3	L'enjeu majeur : les choix de production et de consommation	29

Abréviations employées :

- ACV : Analyse de Cycle de Vie
- Débat LSS : débat Land Sharing/Land Sparing
- IAE : Infrastructures AgroEcologiques

Evaluer correctement les impacts environnementaux de l'agriculture est un enjeu essentiel, à la fois pour éclairer les politiques publiques, mais aussi pour sensibiliser les citoyens aux conséquences de leurs choix alimentaires. En effet, s'il est clair que des efforts doivent être faits par les agriculteurs, afin de réduire leur empreinte environnementale, il est tout aussi nécessaire d'orienter les consommateurs vers des modes d'alimentation plus respectueux de l'environnement. C'est l'objectif des Analyses de Cycle de Vie (ACV), centralisées en France par la base de données Agribalyse, gérée par l'ADEME et l'INRAE¹. Elle doit à terme aboutir à une échelle de notation de type « Eco-score », analogue au Nutri-score déjà déployé sur de nombreux aliments. De tels Eco-scores ont déjà été lancés, sans attendre l'établissement d'une méthode officielle, par certains acteurs privés, le plus connu étant l'application grand public Yuka².

Si le principe est indiscutablement bon, la méthodologie employée fait encore l'objet de vifs débats, en particulier sur l'équilibre entre les deux critères principaux d'impact environnemental :

- Les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES)
- L'impact sur la biodiversité

En effet, la méthode de l'ACV a été initialement développée pour évaluer les émissions de GES. Sur ce sujet, son adaptation à l'agriculture soulève encore des questions complexes, en particulier pour l'attribution des GES aux différents produits et sous-produits que peut générer une exploitation agricole, mais pas de problème de fond. Le point le plus débattu en ce moment est la méthode de notation de l'impact sur la biodiversité, et sa pondération par rapport à l'impact GES. Certaines filières agricoles, en particulier l'agriculture bio et l'élevage, font valoir que les ACV actuelles ne prennent pas en compte, ou pas suffisamment, l'impact biodiversité, et que cela défavoriserait exagérément leurs productions, avantageuses pour la biodiversité, mais mal classées sur le plan des GES³. Ce point de vue est d'ailleurs partagé par certains des chercheurs travaillant sur l'adaptation de la méthodologie ACV à l'agriculture⁴.

Un des aspects intéressants de ce débat est qu'il a remis sur le devant de la scène un sujet scientifique qui était resté assez discret jusqu'à présent en France : le débat entre land sharing et land sparing (débat LSS). De quoi s'agit-il ? Nous reprendrons ici la définition proposée en français par l'un des chercheurs cités dans cette note : « Une partie du débat scientifique et politique sur ce sujet s'est concentrée sur le dilemme suivant : faut-il concentrer l'agriculture sur des terres et des cultures intensives en facteurs industriels pour conserver ailleurs plus d'espaces naturels riches en biodiversité (land sparing) ? Ou bien privilégier une agriculture plus diversifiée mais à plus faible rendement, c'est-à-dire plus extensive et donc moins économe en espaces naturels (land sharing) ? »⁵. Faute de trouver une traduction littérale adéquate en français, les auteurs francophones parlent parfois de stratégie de « séparation » (entre terres cultivées et biodiversité naturelle) pour le land sparing, par opposition avec la « conciliation » (land sharing).⁶

L'idée que l'agriculture intensive pourrait s'avérer plus favorable à la biodiversité avait été suggérée dès les années 60 par le célèbre agronome Norman Borlaug, dans le cadre d'une réflexion essentiellement économique (l'« hypothèse Borlaug »), portant sur les surfaces nécessaires pour répondre à la demande agricole globale. Les termes de « land sparing » et « land sharing » sont apparus dans les années 90, et le débat autour de ces deux modèles agricoles s'est alors focalisé essentiellement sur leurs effets respectifs sur la biodiversité. C'est essentiellement sur cet aspect que porte la présente note, même si au moment des choix politiques il est bien sûr nécessaire de revenir à des enjeux plus globaux, comme nous le verrons à la fin⁷.

Pour bien comprendre les enjeux de ce débat, et la façon dont il peut éclairer les politiques publiques, nous commencerons par rappeler rapidement les interactions complexes entre agriculture, intensification, et biodiversité. Nous discuterons ensuite des principaux résultats de ce débat, et verrons enfin comment il peut éclairer les politiques agroécologiques actuelles.

Avant de commencer, quelques précisions sur le vocabulaire et les concepts que nous utiliserons :

- la biodiversité fait l'objet de débats complexes, dans lesquels nous ne rentrerons pas ici. Nous nous contenterons de citer à l'occasion les deux indicateurs les plus basiques, et les moins discutés, pour qualifier les communautés biologiques :
 - Leur richesse spécifique, c'est-à-dire le nombre d'espèces animales et végétales qu'elles comprennent
 - Leur abondance, c'est-à-dire le nombre d'individus ou la biomasse qu'ils représentent.
- Par « espaces naturels », nous n'entendons pas des espaces totalement indemnes de toute intervention humaine, ceux-ci n'existant pratiquement plus en France, à l'exception de la haute montagne et de réserves intégrales au territoire très restreint. Nous utiliserons ce terme pour désigner les territoires non dédiés à la production agricole annuelle (forêts, zones humides principalement), par opposition aux marges non productives des parcelles agricoles (bandes enherbées, haies, fossés, petits bois résiduels enserrés entre les parcelles productives), c'est-à-dire ce que l'on appelle maintenant les infrastructures agroécologiques IAE).

1 Une brève histoire de la biodiversité agricole

1.1 Agriculture et biodiversité : une relation complexe

De façon un peu provoquante, on pourrait dire que l'agriculture est en quelque sorte l'art de réduire la biodiversité... tout au moins à l'intérieur de la parcelle. En effet, un champ est par définition un espace que l'agriculteur va essayer de peupler avec une espèce unique, celle qu'il cultive, ou tout au plus, un petit nombre d'espèces qu'il cultive en mélange. Sa biodiversité végétale est donc drastiquement réduite, par rapport à celle de n'importe quel espace naturel. Et comme la biodiversité animale est elle-même très dépendante de la biodiversité végétale, le nombre d'espèces animales présentes y est lui-même très réduit. Si on compare les deux extrêmes, un champ de blé et une forêt composite (associant plusieurs espèces d'arbres et des chablis), cet appauvrissement sur le plan horizontal est encore aggravé sur le plan vertical : une culture herbacée comme le blé constitue un écosystème quasi plan, avec une seule strate végétale ; au contraire, une forêt associe plusieurs strates verticales, chacune avec sa faune et sa flore propre : strates herbacée, buissonnante et arborée. Il y a donc un abîme entre la biodiversité épigée de ces deux milieux, aussi bien sur le plan de la richesse spécifique que de l'abondance.



Fig.1 : La biodiversité à l'intérieur des parcelles : une forêt composite abrite plusieurs étages de végétation, chacun avec sa faune associée. Sa biodiversité est donc élevée, aussi bien en richesse spécifique (nombre d'espèces présentes) qu'en abondance (nombre d'individus). A l'inverse une parcelle de grande culture est presque monospécifique pour sa flore, et donc avec également une faune réduite. Une prairie permanente ou un verger sont Intermédiaires entre ces deux extrêmes (NB : pour les prairies, nous ne parlons que de biodiversité à l'intérieur de la parcelle, et non celle de la végétation qui l'entoure). A l'échelle de la parcelle, les paysages agricoles hébergent donc une biodiversité plus faible que la forêt. Mais la plupart des espèces qui y vivent ne pourraient pas vivre dans une forêt, et les milieux ouverts dont elles ont besoin n'occupaient qu'une place marginale dans notre pays avant l'apparition de l'agriculture.

Il faut toutefois noter que les espèces présentes dans un champ ou une prairie ne sont pas les mêmes que celles qui vivraient au même endroit, s'il retournait à l'état naturel. Il s'agit d'espèces dites messicoles, dont la plupart seraient incapables de vivre en forêt. Bien entendu, la sélection naturelle n'a pas eu le temps de créer de nouvelles espèces spécifiques aux cultures, depuis 10 000 ans que l'agriculture existe. Il s'agit en fait d'espèces vivant naturellement dans les milieux ouverts, qu'il s'agisse de clairières dans les forêts, ou de steppes herbacées. Or, sous nos climats tempérés, ces espaces ouverts et secs sont relativement rares. La majorité des régions de plaine sont

naturellement favorables à la forêt, à l'exception des zones humides et des sols les plus pauvres. L'apparition de l'agriculture a créé des paysages beaucoup plus ouverts, permettant ainsi une grande extension des espèces animales et végétales qui leur sont adaptées. Si l'on raisonne à l'échelle régionale, les paysages constituent une mosaïque de biotopes considérés comme « naturels » (forêts, zones humides), de biotopes agricoles, où chaque culture a elle-même son propre cortège floristique et faunistique, distinct de celui des zones « naturelles », et des zones urbanisées. Même si chaque parcelle cultivée héberge une abondance (au sens biodiversité) et une richesse spécifique plus faible qu'un biotope naturel, elle contribue par contre à augmenter la richesse spécifique de la biodiversité globale de la mosaïque que constitue le paysage.

Comme l'a rappelé C. Lévêque⁸, la biodiversité de nos paysages agricoles est donc une co-construction de l'homme et de la nature, qui a évolué continuellement depuis l'Antiquité, avec l'évolution des techniques agricoles. Jusqu'au début du XX^{ème} siècle, celle-ci a provoqué un accroissement de l'ouverture des paysages (avec les grandes campagnes de défrichage du Moyen-Âge et du 19^{ème} siècle), et de leur hétérogénéité (avec le développement des haies lors de la clôture progressive des champs à partir du XVI^{ème} siècle), accompagné d'un accroissement de la biodiversité qui n'avait donc rien de naturel, mais était induit par l'homme. Il faut aussi noter que l'agriculture a dans certains cas créé de nouveaux biotopes considérés maintenant comme naturels : c'est le cas des châtaigneraies françaises, qui n'existeraient pas si les Romains n'avaient pas introduit cette espèce originaire du Proche-Orient. Sur cette période, qui nous paraît rétrospectivement comme un « Age d'Or de la biodiversité », l'agriculture a donc eu un effet positif sur la biodiversité dans nos régions tempérées. La situation s'est compliquée ensuite, avec l'intensification qu'elle a connue après la seconde guerre mondiale.



*

Abondance
(Nbre d'individus)

*

Richesse
(Nbre d'espèces)

Fig.2 : La biodiversité à l'échelle du paysage : même si les parcelles agricoles hébergent chacune une biodiversité plus faible qu'un écosystème naturel comme une forêt, le fait qu'elles hébergent une faune et une flore spécifique, qui n'existerait pas ou serait très réduite en cas d'abandon des cultures, permet une augmentation de la richesse spécifique à l'échelle du paysage (bien qu'elle entraîne une légère baisse de l'abondance). De plus, les espaces intermédiaires entre parcelles productives (haies, bandes enherbées, jachères,...) constituent un réservoir majeur de biodiversité.

1.2 Intensification de l'agriculture et biodiversité : des impacts plurifactoriels, difficiles à séparer

Nous avons vu au paragraphe précédent que l'agriculture est en quelque sorte l'art de réduire la biodiversité dans les parcelles cultivées. Cet art s'est particulièrement perfectionné dès le début du XX^{ème} siècle, d'abord grâce aux progrès de la mécanisation : le travail du sol a permis d'éliminer ou d'enterrer la majeure partie des « mauvaises herbes », et le semis mécanique assure à l'espèce

cultivée une forte densité et homogénéité, qui lui donne un avantage compétitif fort par rapport aux adventices. A cela s'est ajouté, dans la seconde moitié du siècle, le développement des pesticides (herbicides, insecticides, et fongicides). Par définition, les herbicides visent à réduire la biodiversité végétale à l'intérieur de la parcelle, et influent donc aussi sur la biodiversité animale (rarement par toxicité sur les animaux, mais simplement parce qu'ils éliminent les plantes dont ils dépendent, au même titre d'ailleurs que le désherbage mécanique pratiqué en bio). Quant aux insecticides et fongicides, ils sont conçus et appliqués pour viser des agents de maladies et ravageurs précis et ont donc une action directe sur la biodiversité, avec aussi des effets secondaires additionnels sur des organismes non cibles.

A ces effets néfastes au niveau des parcelles, se sont ajoutés des effets à l'échelle du paysage. En effet, l'intensification agronomique s'est accompagnée d'une restructuration des paysages agricoles, avec le regroupement des parcelles et la suppression des haies et autres espaces intermédiaires entre parcelles, par le biais du remembrement. Le remembrement et le drainage se sont aussi traduits par la disparition de nombreux ruisseaux, et mares pour l'abreuvement des troupeaux, qui abritaient de nombreuses espèces aujourd'hui en forte régression (en particulier les amphibiens), et une riche entomofaune dont bénéficiaient les oiseaux et mammifères insectivores des parcelles agricoles voisines. A l'échelle nationale, elle s'est également traduite par une spécialisation croissante des régions, en fonction de leur potentiel agronomique :

- Les bassins sédimentaires fertiles se sont spécialisés dans les grandes cultures, avec une très forte régression du modèle des fermes de polyculture-élevage, qui entretenaient un paysage agricole varié. Il en a résulté des grandes étendues de paysage d'openfield, avec des rotations simplifiées (peu de cultures différentes), des parcelles de grande superficie, et peu d'espaces semi-naturels intercalaires.
- Les anciennes pénéplaines à sol moins fertile (Bretagne) et les moyennes montagnes (Massif Central, Jura, ...) se sont spécialisées dans l'élevage.



**

*

Abondance
(Nbre d'individus)

* (*)

*

Richesse
(Nbre d'espèces)

Fig.3 : Les parcelles d'agriculture extensive (agriculture bio ou agriculture de conservation, par exemple) abritent une biodiversité plus élevée que la même culture pratiquée de façon intensive. Mais leur biodiversité reste bien plus faible que celle d'un écosystème naturel comme une forêt composite ou une zone humide.

De nombreuses études ont montré l'importance de l'hétérogénéité des paysages agricoles pour favoriser la biodiversité. Cette hétérogénéité se mesure à la fois par le nombre d'espèces cultivées, et par le nombre d'éléments paysagers non productifs (haies, petits bois, zones humides incluses entre les parcelles, ...). Une étude sur l'avifaune de parcelles de blé en Allemagne montre bien l'importance de la complexité du paysage sur le nombre d'espèces d'oiseaux observées⁹.

En comparaison, la variété des espèces cultivées semble beaucoup moins déterminante :

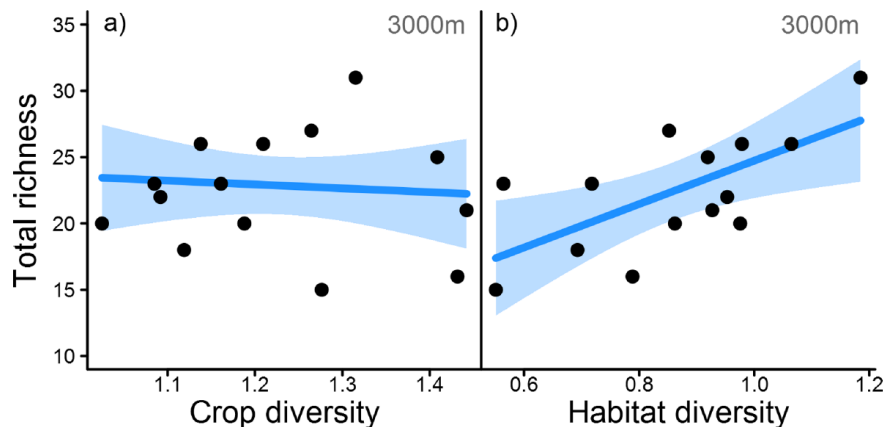


Fig. 4 : Effets comparés de la diversité des habitats (présence de haies, bois, bandes enherbées, prairies, jachères,...) et du nombre d'espèces cultivées présentes dans le paysage (dans un rayon de 3km) sur la richesse de l'avifaune (nombre d'espèces d'oiseaux observées) dans le nord de la Bavière. La diversité des habitats a un effet très significatif, contrairement à celle des cultures pratiquées. Ces résultats doivent toutefois être nuancés en fonction des catégories d'oiseaux considérées (cf § 2.5.1). Source : ref⁸

L'intensification des cultures, pendant la deuxième moitié du XX^{ème} siècle, a donc provoqué une forte baisse de la biodiversité dans les régions agricoles, au niveau des parcelles, mais aussi au niveau des paysages et des régions. Cette baisse de la biodiversité concerne surtout l'abondance, et non la richesse spécifique, car peu d'espèces végétales ou animales ont disparu, et elle résulte essentiellement de la combinaison simultanée de deux facteurs concomitants :

- la simplification des paysages agricoles,
- l'introduction des pesticides,

si bien qu'il est difficile à l'heure actuelle de distinguer la part de ces deux facteurs. Pour la faune endogée (celle qui vit dans le sol), il faut ajouter à ces deux effets majeurs liés à l'intensification :

- celui du travail du sol, en particulier du labour, qui perturbe la structure biologique verticale des sols, en particulier les communications entre couches de sol générées par les vers de terre, et peut appauvrir les sols en accélérant la minéralisation de leur matière organique.
- le développement des engrais de synthèse, qui, quand ils se substituent de manière trop exclusive à la fertilisation organique, peuvent provoquer à long terme une baisse de la teneur en matière organique des sols, surtout s'ils sont associés à une exportation des résidus de cultures. Cet appauvrissement en matière organique entraîne une réduction de l'activité biologique du sol et des services écosystémiques¹⁰.

1.3 Pourquoi le débat land sharing/land sparing ?

Il est donc clair que le développement au XX^{ème} siècle de l'agriculture intensive a engendré une forte perte de biodiversité dans les parcelles agricoles. Cela signifie-t-il qu'un retour à l'agriculture

extensive permettrait de rétablir la biodiversité « du bon vieux temps » ? Rien n'est moins sûr, car par définition l'agriculture extensive a des rendements plus faibles que l'agriculture intensive. Pour nourrir le même nombre de personnes, elle nécessite donc plus de surfaces agricoles. Elle laisse ainsi moins de place aux espaces naturels, qui hébergent une faune et une flore plus riches que toute parcelle cultivée, même extensive.

Il est donc clair qu'extensifier l'agriculture améliore la biodiversité au sein des parcelles agricoles concernées, mais qu'en est-il à l'échelle régionale ou globale ? C'est tout l'objet du débat land sharing/land sparing : pour traduire littéralement l'expression anglaise, vaut-il mieux avoir une agriculture extensive, où les champs sont partagés (shared) entre la culture, la flore et la faune locale, ou bien une agriculture intensive, avec une biodiversité très réduite dans les parcelles, mais qui va occuper moins de surface et permet donc de réserver (spare) de plus vastes espaces naturels ?

On se doute bien que cette question est très complexe, et dépend du contexte biogéographique (niveau de biodiversité des espaces naturels de la région considérée) et technique (degré d'intensification des cultures pratiquées dans cette région). Estimer la biodiversité d'un milieu homogène est déjà très lourd, mesurer celle des différentes composantes d'un paysage régional est une tâche quasi insurmontable. Le débat sur ce sujet a donc surtout porté sur des modèles théoriques, dont le plus connu, conçu par des ornithologues, a souvent été cité dans les controverses récentes.

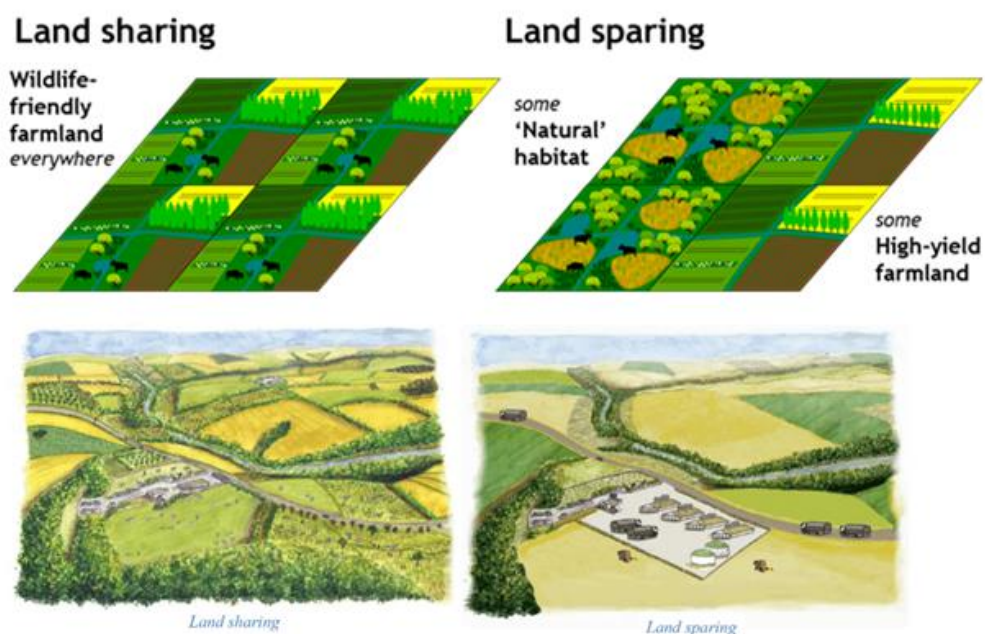


Fig. 5 : Deux illustrations des termes « land sharing » et «land sparing », révélatrices des biais fréquents d'interprétation de ces concepts. Les illustrations du haut, issues d'une publication favorable au land sparing¹¹, donnent l'impression que le land sharing conduit à la disparition des espaces naturels, ce qui n'a rien d'obligatoire. Les illustrations du bas, partisans du land sharing (Réf.²), donnent l'impression que le land sparing laisse moins de place aux espaces naturels que le land sharing, ce qui est totalement contraire à la réalité.

2 Le modèle de Green et al, son principe et ses limites

2.1 Un modèle simple dans son principe

Ce modèle théorique (Green et al., 2005¹²), basé sur des considérations purement géométriques, a proposé un critère simple (au moins dans son principe), pour identifier quelle stratégie optimise la biodiversité dans un système agricole donné, et pour un niveau de production donné. On y calcule la biodiversité totale d'un territoire, en distinguant deux compartiments :

- des espaces naturels avec une biodiversité élevée (supposée homogène, et supérieure à celle des terres agricoles, même extensives)
- des surfaces cultivées avec une biodiversité plus faible, et décroissante quand l'intensification augmente

Les auteurs comparent ensuite les biodiversités globales obtenues dans des stratégies de land sharing et de land sparing, pour une quantité de production agricole donnée. Ils montrent que la stratégie qui maximise la biodiversité dépend de la forme de la courbe de décroissance de la biodiversité en fonction du rendement :

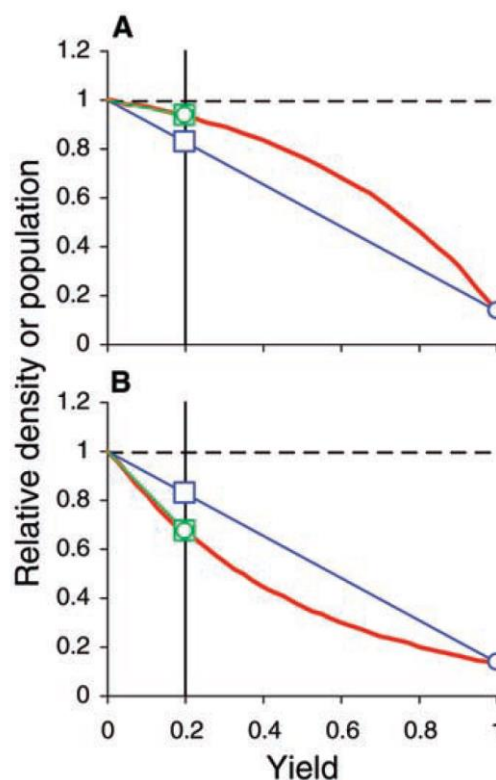


Fig 6 : Green et al montrent que le type d'agriculture qui maximise la biodiversité globale d'un territoire dépend de la forme de la courbe rouge, qui relie la biodiversité des parcelles agricoles à leur rendement. Le point le plus haut de cette courbe rouge représente la population ou la biodiversité moyenne des espaces naturels de la région considérée ; le point le plus bas représente celle de l'agriculture la plus intensive possible, et le carré vert la situation de l'agriculture la plus extensive restant compatible avec la demande alimentaire. Si la courbe rouge a la forme A (dite concave par les auteurs), la biodiversité sera maximale avec une stratégie de land sharing, c'est-à-dire une agriculture extensive maintenant une biodiversité satisfaisante à l'intérieur des parcelles agricoles. Dans le cas contraire (Fig. 6 B), c'est au contraire le land sparing qui sera la solution optimale pour la biodiversité, c'est-à-dire un modèle agricole où les parcelles sont conduites de façon intensive, afin de réserver le maximum d'espaces aux milieux naturels (Source : Fig 4. de Green et al 2005).

2.2 Des limites reconnues par les auteurs

Ce modèle fait deux hypothèses simplificatrices importantes, contre laquelle les auteurs mettent eux-mêmes en garde :

- il suppose que la biodiversité des milieux non cultivés n'est pas affectée par le niveau d'intensification des parcelles cultivées situées à proximité. Cette hypothèse paraît raisonnable, compte-tenu des résultats qui montrent que la biodiversité mesurée à l'échelle de l'exploitation agricole (en intégrant les espaces non cultivés) est très proche entre exploitations bio et conventionnelles (avec un différentiel de 4,5% seulement en faveur des exploitations bio¹³)
- il suppose aussi que la biodiversité des espaces naturels ne serait pas influencée par une extension des espaces agricoles. Cela suppose donc qu'elle est indépendante de leur surface et de leur fragmentation. Cette hypothèse est par contre contradictoire avec la relation aire-espèces, bien connue en écologie¹⁴ : la biodiversité d'un écosystème tend à diminuer quand il est fragmenté, et la résilience des populations diminue avec le fractionnement. Mais, comme il est difficile de quantifier cette relation aire-espèces, il serait trop complexe de l'intégrer dans ce modèle. Mieux vaut simplement garder en mémoire que le modèle de Green et al. tend à surestimer la biodiversité restant dans les espaces naturels, si leur fragmentation augmente à cause de l'extension des surfaces agricoles : il est donc intrinsèquement biaisé en faveur du land sharing, en particulier dans les régions très anthropisées où les écosystèmes naturels sont déjà minoritaires, comme c'est le cas dans la majeure partie de l'Europe. Ce biais s'exerce de façon encore plus radicale pour les espèces végétales ou animales propres aux espaces non cultivés (par exemple les espèces strictement forestières) : pour celles-ci, le modèle ne s'applique pas, seul le land sparing permet de préserver leur biotope, puisqu'elles disparaissent de tout espace cultivé, même extensivement.

Par principe, le modèle de Green et al est donc assez fortement biaisé en faveur du land sharing, en particulier pour les régions aux paysages très anthropisées (que ce soit par l'agriculture ou l'urbanisation). Mais comme nous le verrons dans la suite, ce biais n'a pas grande importance en pratique : Green et al considéraient en effet que, malgré cette distorsion en faveur du land sharing, les données disponibles penchaient majoritairement en faveur du land sparing. Notons en passant un élément dont nous verrons l'importance dans la suite : étant ornithologues, les auteurs avaient essentiellement en tête le modèle de la macrofaune épigée, c'est-à-dire les animaux de grande taille vivant en surface (par opposition à la faune du sol).

2.3 L'application du modèle de Green à un cas simple : la comparaison bio/conventionnel

Si ce modèle est simple dans son concept, son application pratique est plus difficile. En pratique, on connaît rarement en continu les courbes de relation population*rendement, qui peuvent varier suivant les espèces et suivant la façon dont on intensifie ou extensifie l'agriculture. D'ailleurs cette relation dépend sans doute des espèces cultivées. De plus, on ne connaît en général pas la biodiversité globale des espaces naturels du territoire considéré, qui ont une faune et une flore

partiellement communes avec les espaces cultivés, mais abritent aussi des espèces qui n'existent pas dans les milieux cultivés. Le modèle est donc difficile à appliquer à des espaces exploités de façon très extensive, par exemple dans les cas d'agropastoralisme (élevage pratiqué sur des espaces naturels non modifiés directement par l'intervention humaine).

Cet inconvénient disparaît si on applique le modèle à de simples comparaisons entre agriculture intensive et des modèles agricoles moyennement extensifs comme l'agriculture bio¹⁵. Dans ce cas, on n'a pas besoin de connaître la biodiversité des milieux naturels (le point en haut à gauche du graphe de Green). Si on se situe dans le cadre d'une transition dont le point de départ est l'agriculture intensive (ce qui est le cas pour la transition agroécologique en cours en France), l'interprétation du modèle de Green se réduit à une question simple : identifier la position d'un type d'agriculture donné sur le graphe de la Fig. 6. Si une forme d'agriculture extensive a un ratio biodiversité/rendement qui la situe au-dessus de la diagonale bleue, développer cette agriculture par une politique de land sharing permettra d'augmenter la biodiversité, malgré l'augmentation de la surface agricole qui en résulte. Si elle se situe en-dessous de la diagonale, son bénéfice pour la biodiversité est trop faible en regard de la perte de rendement. Dans ce cas, à **production agricole égale**, une agriculture intensive raisonnée (land sparing) sera plus favorable à la biodiversité.

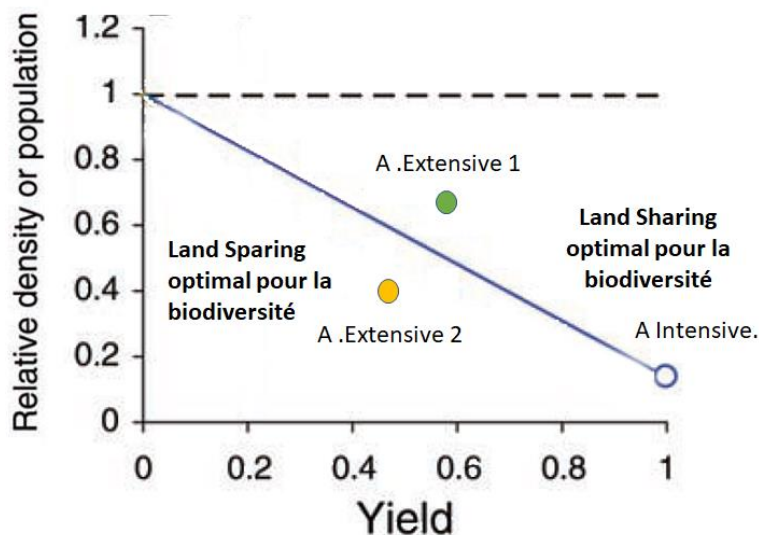


Fig. 7 : En général, on ne connaît pas en continu les courbes biodiversité = f (rendement) utilisées par le modèle de Green, ni la biodiversité des espaces naturels que l'on compare aux parcelles agricoles. Mais pour comparer l'effet d'une agriculture extensive à celle de l'agriculture intensive, il suffit de comparer sa biodiversité et son rendement à ceux de l'agriculture intensive. Dans cet exemple, une transition de l'agriculture intensive vers l'agriculture extensive 1, à production égale, augmenterait la biodiversité globale : un land sharing basé sur l'agriculture extensive 1 serait donc favorable. Par contre, une transition de l'agriculture intensive vers l'agriculture extensive 2 provoquerait une baisse de la biodiversité globale : dans ce cas, le land sparing est préférable.

Cette comparaison est d'autant plus facile que les écarts de biodiversité entre agriculture intensive et agriculture biologique sont déjà bien documentés en Europe.

Une méta-analyse parue à la même époque que la publication de Green et al¹⁶, indiquait qu'en moyenne les parcelles bio ont une richesse spécifique supérieure de 30% par rapport aux parcelles conventionnelles, et une abondance supérieure de 50% environ. Ces ordres de grandeur ont été confirmés dans une méta-analyse plus récente¹⁷, et sont cohérents avec la publication déjà citée en référence⁸, centrée sur le cas de l'Europe.

En regard de ces gains de biodiversité permis par la transition de l'intensif vers le bio, quelle est la perte de rendement ? Ce sujet aussi est âprement débattu Les publications favorables au bio font généralement état de rendements réduits de 5 à 30% selon les cultures (les pertes de rendement les plus faibles concernant les cultures pérennes, et les plus élevées les céréales)¹⁸. Mais il s'agit souvent d'estimations basées sur des avis d'experts, ou de méta-analyses réalisées à l'échelle mondiale, où les agricultures conventionnelles prises en référence dans les pays extra-européens sont souvent des agricultures peu intensives. Les statistiques officielles sont nettement moins optimistes. Dans le contexte français, l'écart entre bio et conventionnel est beaucoup plus important, avec des pertes de rendement plutôt de l'ordre de 40 à 50% en bio (y compris pour les principales cultures pérennes), comme le montrait le rapport INRAE de 2013 sur l'analyse des performances de l'agriculture biologique¹⁹.

Espèces	Ratio AB / AC		
	France AgriMer 2011 ^a	France AgriMer 2012 ^a	Etude Ecophyto R&D ^b
Blé tendre	0,47	0,45	0,4 - 0,5
Maïs	0,56	0,70	0,6 - 0,9
Orge	0,47	0,47	0,4
Triticale	0,66	0,64	0,5
Féverole		0,49	0,6 - 0,7
Pois		0,57	
Colza		0,59	0,1 - 0,7
Tournesol		0,82	0,6 - 1,0
Soja		0,86	0,8 - 0,9

^a Ratios du rendement AB / AC calculés en rapportant les rendements moyens en AB fournis par FranceAgriMer aux rendements moyens en AC établis par Agreste, années 2011 et 2012.

^b Ratios évalué par les experts de l'étude Ecophyto R&D sur la base de la littérature complétée par leur expertise propre, sans référence à une année précise ; Source : Butault *et al.* (2010).

Tableau 1 Ratios du rendement AB/AC (agriculture biologique/agriculture conventionnelle) en France (Source : Réf¹¹)

Compte tenu des surfaces respectives occupées par ces différentes cultures, il paraît raisonnable de considérer qu'en France, les rendements moyens de l'agriculture bio se situent entre 60 et 70% de ceux de l'agriculture conventionnelle, en contrepartie d'une biodiversité augmentée de 30 à 50% selon que l'on privilégie la richesse spécifique ou l'abondance. Si on la positionne sur le graphe de Green, il apparaît clairement que la transition de l'agriculture intensive vers le bio, à production égale, est une transition de type B au sens de la Figure 6. Cela signifie qu'une transition totale du conventionnel vers le bio, à **production égale**, entrainerait une baisse de la biodiversité : la perte de biodiversité due à l'extension des surfaces agricoles, au détriment des milieux non cultivés, serait supérieure au gain de biodiversité obtenu à l'intérieur des parcelles agricoles. Globalement, le land sparing, c'est-à-dire le maintien d'une agriculture intensive qui permet de préserver davantage d'espaces naturels non productifs serait donc la forme d'agriculture la plus favorable à la biodiversité en Europe.

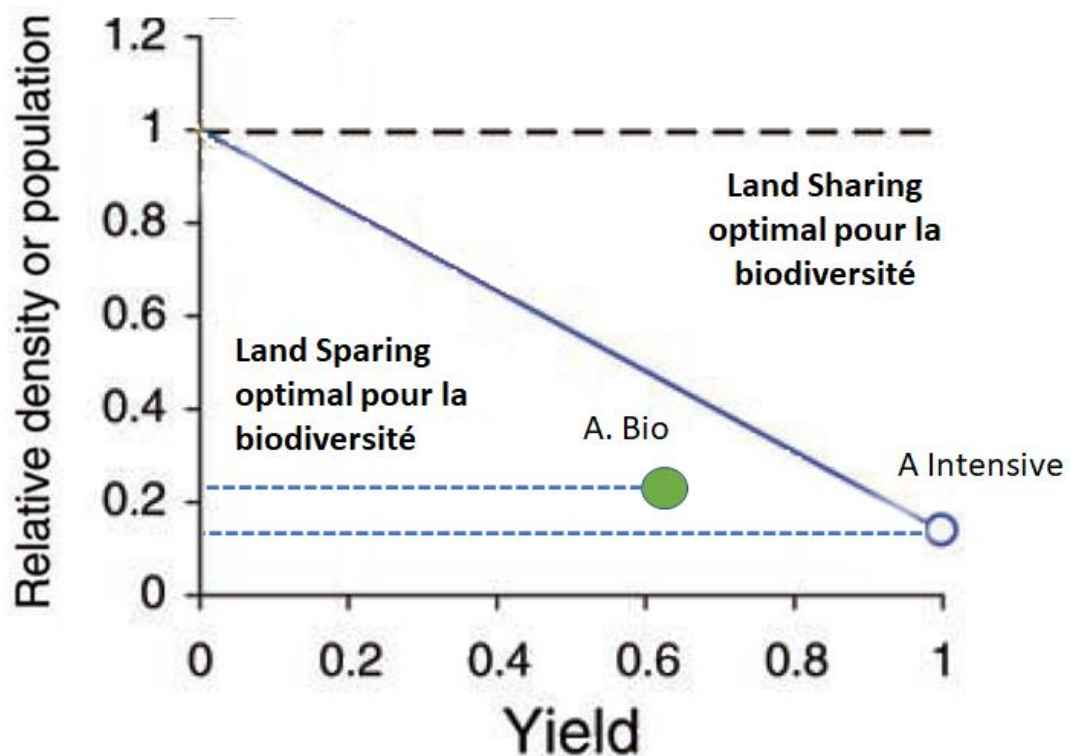


Fig 8 : Compte-tenu du gain de biodiversité qu'elle permet pour la faune épigée (+30 à +50% par rapport à l'agriculture conventionnelle, selon que l'on parle de la richesse spécifique ou de l'abondance), mais aussi de la baisse de rendement qu'elle entraîne par rapport à l'agriculture conventionnelle, l'agriculture bio se situe en moyenne dans le bas du graphe de Green, donc dans la zone où le Land Sparing (conservation d'une agriculture intensive pour épargner les milieux naturels) est l'optimum pour la biodiversité.

Il s'agit toutefois d'un constat global, basé sur les résultats moyens des enquêtes sur la biodiversité, moyennes qui cachent de grandes disparités selon les espèces végétales ou animales considérées. Il doit donc être nuancé en fonction des espèces végétale ou animales considérées. Une étude de long terme de l'INRAE²⁰, portant uniquement sur la faune du sol, donne selon le modèle de Green des résultats très différents des méta-analyses déjà citées : dans ces travaux, qui comparaient sur près de 15 ans des parcelles conduites en conventionnel, en bio, et en agriculture de conservation, les écarts de biodiversité étaient beaucoup plus importants que dans les méta-analyses générales, qui portent majoritairement sur la faune épigée (qui vit au-dessus du sol). A la fin de la période d'étude, les populations suivies étaient de 5 à 10 fois plus importantes dans les parcelles bio et de conservation. Celles-ci obtenaient par ailleurs des rendements honorables (67% et 74% du conventionnel). Ces résultats les placent indiscutablement dans une transition de type A selon le modèle de Green : le gain de biodiversité obtenu est ici très supérieur à la perte de rendement liée à l'extensification. Le land sharing permettrait donc de mieux préserver les populations considérées dans cette étude. Ce résultat est d'ailleurs logique : la faune du sol étant moins mobile que la moyenne de la faune épigée, il n'est pas surprenant qu'elle soit plus affectée par les effets néfastes de l'intensification, à laquelle elle ne peut guère échapper.

Sur cet exemple, un land sharing basé sur la transition du conventionnel vers le bio ou l'agriculture de conservation permettrait donc d'améliorer la biodiversité du sol. On note toutefois que l'agriculture de conservation permet d'obtenir une biodiversité plus élevée que le bio, avec des rendements sensiblement plus élevés qui lui permettent de réserver plus de place pour les espaces naturels. Ce n'est donc pas le système le plus extensif qui est l'optimum pour la biodiversité. Il

semble d'ailleurs dans cet exemple que le facteur le plus déterminant pour le maintien d'une bonne diversité de la faune du sol ne soit pas le niveau d'intensification de la culture, mais plutôt les pratiques culturales respectueuses de la structure du sol, que l'on soit en bio ou en conventionnel.

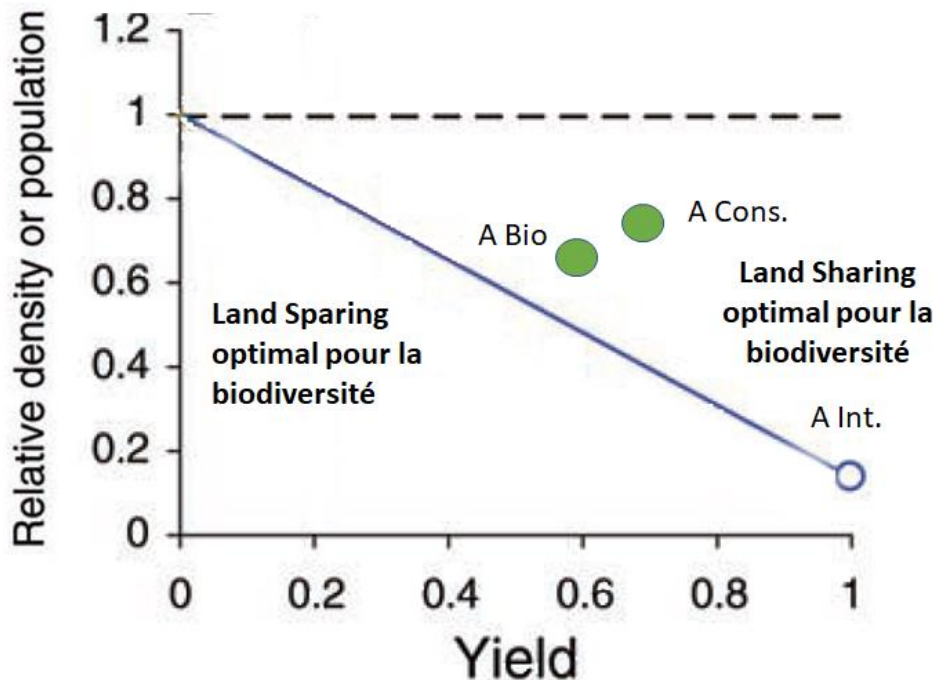


Fig 9 : Modèle de Green appliqué à la référence ¹⁴ (Comparaison de la faune du sol entre agriculture conventionnelle, bio, et de conservation). Dans ce contexte, c'est bien le land sharing qui est optimal pour la biodiversité, le gain de biodiversité obtenu sur les deux formes d'agriculture extensives compensant largement l'extension des surfaces agricoles qui seraient nécessaires pour compenser leur rendement plus faible.

2.4 Des interprétations divergentes et débattues

Dans leur article initial, Green et al considéraient que les données disponibles à l'époque (2005) penchaient nettement en faveur d'une relation « convexe » (au sens de Green et al) entre biodiversité et rendement, et donc en faveur du land sparing. Même si elle a suscité d'emblée des objections, cette position est restée longtemps l'avis dominant dans les publications scientifiques sur le sujet. Comme l'a montré une analyse bibliographique récente²¹, le débat scientifique et médiatique sur ce sujet, de faible intensité les premières années, s'est développé rapidement pendant les années 2010, avec une augmentation relative des publications en faveur du land sharing. Les auteurs de cette analyse ont cartographié les réseaux scientifiques favorables respectivement au land sharing et au land sparing, et relient ce débat à deux visions éthiques opposées de la relation homme-nature, formulées par le philosophe spécialiste de l'éthique environnementale John Baird Callicott²² :

- Le compositionnalisme, fondé sur une dichotomie forte entre homme et nature, et qui conçoit la conservation de la biodiversité comme une préservation d'espaces naturels non perturbés par les activités humaines, dont l'agriculture

- Le fonctionnalisme, qui porte une vision plus holistique et thermodynamique de la biosphère, et vise plutôt à la préservation des relations fonctionnelles dans et entre les communautés biologiques, en y incluant l'homme au même titre que les autres espèces.

Selon cette analyse, les partisans du land sparing emploieraient plutôt des concepts empruntés au compositionnalisme, et ceux du land sharing au fonctionnalisme. Sans surprise, les auteurs constatent aussi que le vocabulaire du land sparing est beaucoup plus présent que celui du land sharing dans la vision de l'agriculture durable portée par les entreprises, à l'inverse de celle de la recherche publique. Au-delà de l'effet des visions philosophiques de leurs auteurs, les divergences d'opinion autour du modèle de Green tiennent sans doute beaucoup à certaines ambiguïtés du modèle et de son périmètre d'application, comme nous allons le voir maintenant.

2.5 L'interprétation du modèle de Green : des « zones grises » à éclaircir

Si l'interprétation du modèle de Green prête tant à discussion, c'est en partie à cause d'ambiguïtés fréquentes dans ses modalités d'application : l'une est largement due à ses auteurs, les autres viennent plutôt des points de vue de ses utilisateurs.

2.5.1 Des ambiguïtés sur le domaine de validité du modèle de Green : espèces considérées et domaine géographique pris en compte

Le modèle de Green ne distingue que deux compartiments dans la région où on l'applique (« farmed » et « unfarmed »), et postule qu'il y a une décroissance progressive et monotone de la population étudiée en fonction de l'intensification de la culture, l'abondance étant maximale dans les zones non cultivées (unfarmed), et minimale dans les cultures d'intensité maximales. Or cette hypothèse simplificatrice ne prend pas en compte la variabilité des exigences écologiques des espèces animales et végétales. Cela pose doublement problème si on applique le modèle, comme le font les auteurs, à un territoire complet, en incluant dans la zone « unfarmed » l'ensemble des espaces sans production agricole, c'est-à-dire à la fois les zones « naturelles » (forêts et zones humides), et les zones non productives des exploitations agricoles (haies, bandes enherbées, jachères), ce que l'on regroupe sous le nom d'infrastructures agroécologiques (IAE).

Prenons l'exemple des oiseaux (mais le même raisonnement vaut bien sûr pour toute espèce animale ou végétale) : en fonction de la largeur de leur niche écologique, certaines espèces sont considérées comme généralistes (c'est-à-dire qu'elles sont capables de s'adapter à des milieux très variés). D'autres au contraire sont des espèces spécialistes, qui ne peuvent vivre que dans un habitat bien déterminé (forêt, zone humide, ou zone agricole, cf. exemples Fig. 10). Or les courbes de réponse à l'intensification de ces différentes espèces ne sont pas toujours conformes au modèle de Green :

- les espèces spécialistes des forêts ou des zones humides disparaissent brutalement sitôt qu'il y a mise en culture, même extensive. Pour ces espèces, le débat LSS est donc sans objet : le land sparing est forcément le mode de production qui permet la plus grande extension de leur habitat.
- A l'inverse, nous avons vu que les espèces messicoles qui fréquentent les cultures ont en fait bénéficié de l'ouverture des paysages naturels par l'expansion de l'agriculture. Ces espèces

spécialistes des milieux agricoles ne peuvent vivre que dans les parcelles agricoles ou les IAE qui les encadrent, mais disparaîtraient ou régresseraient très fortement si le paysage revenait à la forêt ou était remis en eau pour restaurer des zones humides.



Fig. 10 : Malgré leur proche parenté, ces quatre espèces de fauvettes ont des statuts très différents par rapport au débat land sharing/land sparing (A : le pouillot véloce, spécialiste des forêts ; B : la rousserolle effarvate, spécialiste des zones humides ; C : la fauvette grisette, spécialiste des zones cultivées ; D : la fauvette à tête noire, espèce généraliste) : pour les deux premières espèces, qui ne peuvent pas vivre dans des paysages agricoles, même extensifs, il va de soi que le land sparing est la meilleure solution, puisque c'est celle qui minimise les surfaces agricoles qui empiètent sur leur habitat. Le débat land sharing/land sparing n'a de sens que pour la fauvette grisette, et, dans une moindre mesure, pour la fauvette à tête noire, qui peut néanmoins s'accommoder des deux modes de cultures. (N.B. : la classification des espèces en fonction de leur spécialisation écologique est celle retenue par le Suivi Temporel des Oiseaux Communs du réseau Vigie-Nature ²³).

L'hypothèse fondamentale du modèle de Green, selon laquelle la densité de population varie progressivement et de façon monotone (en augmentant toujours si l'intensification diminue), n'est en fait valable que pour les espèces fréquentant les milieux agricoles. Il serait donc plus judicieux de n'appliquer ce modèle qu'à ces espèces capables de fréquenter (exclusivement ou non) ces milieux agricoles. C'est d'ailleurs ce que font aussi les comparaisons de biodiversité entre agricultures bio et conventionnelle, qui par définition ne s'intéressent qu'à la faune et la flore présentes dans les parcelles.

Cette restriction sur les espèces concernées par le modèle de Green implique du même coup une restriction de l'aire géographique à laquelle on peut l'appliquer sans simplification excessive : par sa construction, il est plus pertinent si on ne l'applique qu'aux paysages agricoles, en n'incluant dans le compartiment « Farmed » que les parcelles productives, et dans le compartiment « Unfarmed » que les infrastructures paysagères qui les entourent : haies, bandes enherbées, jachères. Inclure dans le

compartiment « Unfarmed » les espaces naturels comme les forêts entraîne des biais, puisque beaucoup des espèces fréquentant le compartiment « Farmed » ne peuvent pas y vivre.

Contrairement à l'interprétation que l'on en donne souvent, le modèle de Green n'est donc pas très pertinent pour définir le partage optimal entre les parcelles cultivées et l'ensemble des espaces naturel ou semi-naturels à l'échelle d'un territoire. Par contre, son cadre conceptuel convient parfaitement si on restreint son usage aux espèces messicoles, et en n'intégrant dans le compartiment « Unfarmed » que les IAE. Dans ce sens, les méta-analyses déjà citées au § 2.3 confirment clairement l'intérêt du land sparing, même si on ne s'intéresse qu'à la biodiversité agricole. Il en résulte, que contrairement à ce que l'on croit souvent, le land sparing n'a pas un effet favorable sur la biodiversité seulement parce qu'il laisse plus d'espace pour les espèces spécialistes des milieux naturels. Il permet aussi de maximiser la biodiversité, même pour la majorité des espèces messicoles. Au sein de ces espèces spécialistes des cultures, il faudrait sans doute distinguer le cas des espèces originaires des milieux boisés ouverts (comme la fauvette grisette déjà vue), et celles des milieux herbacés, qui nichent et se nourrissent à l'intérieur même des parcelles, comme les alouettes ou les cailles. La référence ⁹ déjà citée montre bien des différences dans l'effet du paysage sur la biodiversité, selon les espèces d'oiseaux étudiées :

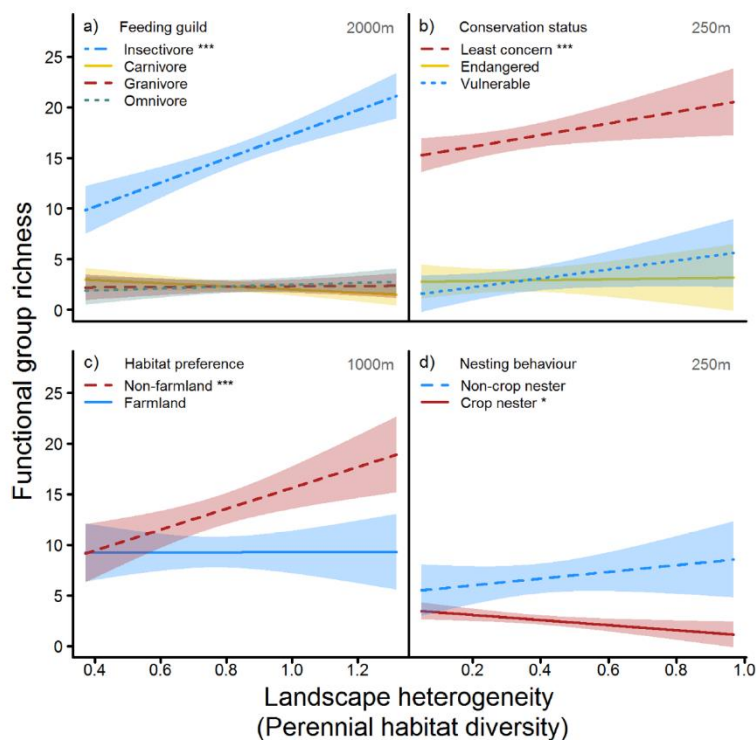


Fig. 11 : Détail de l'effet de l'hétérogénéité du paysage selon les groupes espèces d'oiseaux observées dans Redlich et al. L'hétérogénéité du paysage a globalement un effet très positif (cf Fig.4), mais cet effet s'exerce surtout sur les espèces insectivores (a) et les espèces non spécialistes des milieux agricoles (c). Il est neutre pour les espèces granivores et statistiquement négatif pour les espèces nichant dans les parcelles elles-mêmes (d).

L'effet positif de l'hétérogénéité du paysage, dont nous avons vu dans la Fig. 4 qu'il est très significatif pour l'avifaune globale, s'exerce en fait surtout sur les espèces insectivores (qui sont de loin les plus nombreuses), et pour les espèces présentes dans les paysages agricoles de façon non exclusive (non-farmland en Fig. 11c). On peut donc supposer que le land sparing, qui donne plus de marge pour restaurer des IAE que le land sharing, aura un effet particulièrement favorable sur ces espèces. Par contre, l'hétérogénéité du paysage a un effet légèrement négatif pour les espèces nichant à l'intérieur des parcelles, qui sont le plus souvent soit des espèces granivores (caille, perdrix

grise, faisan), soit des rapaces (busard des roseaux et busard cendré) qui chassent dans les milieux ouverts, donc des espèces que l'on peut qualifier de « messicoles strictes », qui s'alimentent et se reproduisent dans les parcelles elles-mêmes. Pour ces messicoles stricts, très dépendants de la biodiversité à l'intérieur même des parcelles agricoles, on peut donc supposer que le land sharing sera préférable au land sparing. Mais il faut rappeler qu'ils sont nettement minoritaires (9 espèces, sur les 64 observées dans cette étude).



Fig. 12 : Les espèces spécialistes des paysages agricoles comprennent des espèces originaires des milieux boisés ouverts, comme la fauvette grisette (A), qui nichent et se nourrissent essentiellement dans les infrastructures agroécologiques qui encadrent les parcelles (petits bois, haies, jachères). D'autres espèces, originaires des steppes et autres paysages herbacés naturels, nichent et se nourrissent à l'intérieur même des parcelles, comme le bruant proyer (B). L'étude de Redlich et al (réf⁹) montre que l'hétérogénéité du paysage est très favorable pour les premières, mais légèrement négative pour les secondes. On peut s'attendre à ce que le land sparing, qui permet de multiplier les interfaces entre haies ou bois et cultures, sera plus favorable aux premières, tandis que le land sharing sera préférable pour les secondes.

Cette application du modèle de Green dans le cadre géographique plus restreint des parcelles agricoles et de leur environnement immédiat confirme le rôle essentiel déjà bien reconnu de la restauration des IAE dans la préservation de la biodiversité²⁴. De plus, elle montre que, même s'il était possible de réduire suffisamment la demande en terres agricoles (par exemple par une transition vers un régime moins carné), afin de revenir à une agriculture extensive sans augmenter les surfaces agricoles, le land sharing ne serait pas la meilleure solution : même dans cette hypothèse, on restaurerait mieux la biodiversité en conservant une agriculture intensive sur une plus faible surface, pour augmenter les IAE.

2.5.2 Le rôle de l'élevage herbager dans le débat LSS

Une autre ambiguïté à éclaircir dans le débat LSS est la place que l'on y attribue aux prairies et à l'élevage herbager en général. Le débat LSS a été pensé essentiellement à propos des grandes cultures. De plus, l'élevage herbager est souvent considéré comme un élevage extensif, par comparaison avec l'élevage hors sol, et donc comme relevant, soit du land sharing, soit des espaces « naturels » préservés par le land sparing. C'est d'ailleurs ce que suggèrent les illustrations de la figure 5 : dans la fig 5a, issue d'une publication favorable au land sparing, les troupeaux sont représentés dans l'espace « unfarmed ». Et la Figure 5b, issue d'une publication favorable au land sharing, laisse croire que le land sparing est incompatible avec l'élevage herbager.

Pourtant, même si les leviers d'intensification y sont moins poussés que pour les grandes cultures, l'élevage à l'herbe connaît lui aussi un fort gradient de productivité par hectare, qui va du pastoralisme à la prairie de fauche temporaire, en passant par la prairie permanente. Il n'y a donc aucune raison de le considérer comme une production extensive par essence, d'autant plus que la production annuelle de biomasse d'une prairie de fauche est du même ordre de grandeur que celle d'une céréale intensive (mais avec une biodiversité bien supérieure). Le débat LSS devrait donc logiquement s'appliquer aussi à cette forme d'élevage, même si les références y sont moins nombreuses... et penchent d'ailleurs aussi en faveur du land sparing, le développement des IAE entre les parcelles pâturées ayant plus d'impact positif sur la biodiversité que leur niveau d'intensification.²⁵

2.6 Des interprétations nouvelles du modèle de Green

2.6.1 Le modèle de Green et l'agroécologie

Dans l'état actuel des techniques agricoles les mieux connues, les études sur la biodiversité des parcelles et paysages agricoles penchent donc nettement en faveur du land sparing en Europe. Il en résulterait que la stratégie agricole optimale pour la biodiversité serait le maintien de hauts niveaux de rendements (à condition bien sûr de bien raisonner l'usage des intrants qui permettent d'atteindre ces rendements élevés), pour préserver et restaurer quand nécessaire les espaces semi-naturels qui encadrent les parcelles. C'est d'ailleurs le modèle qu'a favorisé pendant longtemps la Politique Agricole Commune européenne, jusqu'à l'inflexion récente apportée par le plan Farm to Fork, dont les objectifs forts de réduction des engrais et des pesticides impliquent nécessairement une extensification de l'agriculture européenne, même si ce n'est pas un objectif affiché.

Mais ce résultat en faveur du land sparing n'est pas gravé dans le marbre. Les évolutions techniques et sociétales pourraient faire évoluer la situation en faveur du land sharing, comme l'ont montré plusieurs travaux.

La première raison en est que les agricultures bio et conventionnelles ne sont pas les seules alternatives pour l'agriculture européenne. Depuis une dizaine d'année, les politiques agricoles françaises et européennes favorisent le développement de l'agroécologie, c'est-à-dire le recours aux services écosystémiques rendus par la biodiversité, pour se substituer en partie aux intrants agricoles et réduire l'impact environnemental des cultures. Ce type d'agriculture n'est pas encore assez formalisé et répandu pour que l'on dispose de statistiques significatives sur son impact sur la biodiversité, comparé aux agricultures bio et conventionnelles. Toutefois, le modèle de Green offre un cadre permettant de visualiser quels effets on peut en attendre.

Comme l'a montré C. Huyghe²⁶, les évolutions en cours de l'agriculture tendent à déplacer les systèmes de culture actuels dans une direction favorable au land sharing (c'est-à-dire en haut à droite du graphe de Green, au-dessus de la diagonale bleue). C'est vrai avec des nuances, aussi bien pour l'agriculture de précision que pour l'agroécologie.

Le développement de ces tendances nouvelles pourrait donc amener un changement de contexte, dans lequel le land sharing deviendrait la solution optimale pour la biodiversité. Mais rien ne démontre que cela soit déjà le cas actuellement. Il est donc erroné d'affirmer, comme le fait la référence ², que cet article constitue une prise de position de la Direction Scientifique de l'INRAE en

faveur du land sharing.

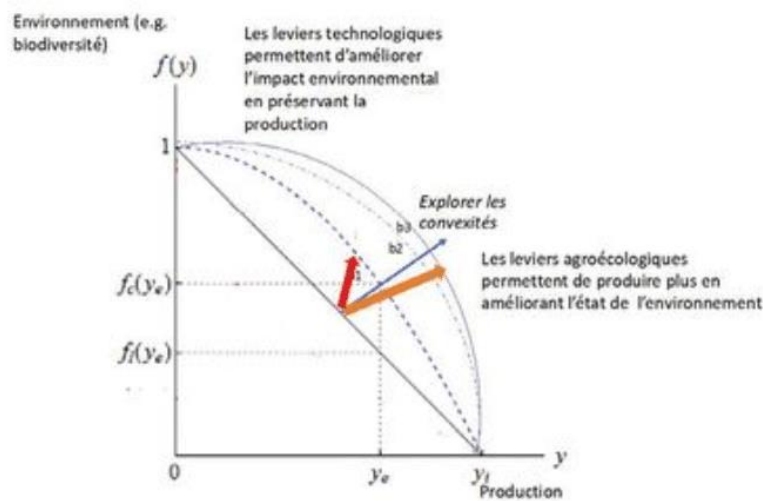


Fig. 13 : Effet des leviers agroécologiques sur le débat LSS : comme l'a montré C. Huyghe (cf Réf 19), les leviers technologiques et services écosystémiques mobilisés par l'agroécologie déplacent les systèmes de culture sur le graphe de Green, soit en améliorant le rendement sans dégrader la biodiversité, soit en améliorant la biodiversité sans dégrader le rendement. Cela peut amener à une situation où le land sharing deviendrait plus favorable à la biodiversité. (NB : attention au fait que dans cette publication, l'auteur appelle « convexes » les courbes que Green et al considéraient comme concaves).

Pour être complet sur ce sujet, il faut d'ailleurs noter que l'application des mêmes techniques nouvelles à l'agriculture raisonnée peut à l'inverse reculer encore la perspective d'arriver un jour à une situation favorable au land sharing. En effet, une partie des services écosystémiques mobilisés par l'agroécologie peut également s'appliquer, même si c'est en général à un degré moindre, à l'agriculture raisonnée. L'exemple le plus connu est celui de la protection des acariens auxiliaires de la vigne, par un choix plus sélectif des insecticides utilisés contre les autres ravageurs. Ce changement a permis de restaurer les populations d'acariens auxiliaires en viticulture conventionnelle et de supprimer les traitements acaricides visant les acariens phytophages, sans perte de rendement. Comme l'agriculture raisonnée vise l'obtention du même niveau de rendement que l'agriculture intensive, elle décale en fait vers le haut le point bas de la diagonale du graphe de Green, ce qui revient à réduire d'autant le domaine favorable au land sharing dans ce graphe (Fig. 14).

Une grande partie des services écosystémiques peut donc être valorisée en agriculture intensive, même s'il n'y auront pas toujours la même amplitude qu'en agriculture extensive. A l'inverse, certaines pratiques agroécologiques, comme la suppression du labour, sont plus difficiles à appliquer quand on s'interdit l'utilisation d'herbicides de synthèse. Il en résulte qu'il est difficile de prévoir à l'heure actuelle si le développement de l'agroécologie conduira un jour à une situation où le land sharing deviendrait la solution optimale pour la biodiversité. Comme nous l'avons vu au paragraphe 2.3, l'agriculture de conservation, qui a déjà à l'heure actuelle un meilleur ratio biodiversité/rendement que le bio, a plus de chance d'arriver dans un avenir proche à cette situation où le land sharing deviendrait la solution optimale pour la biodiversité.

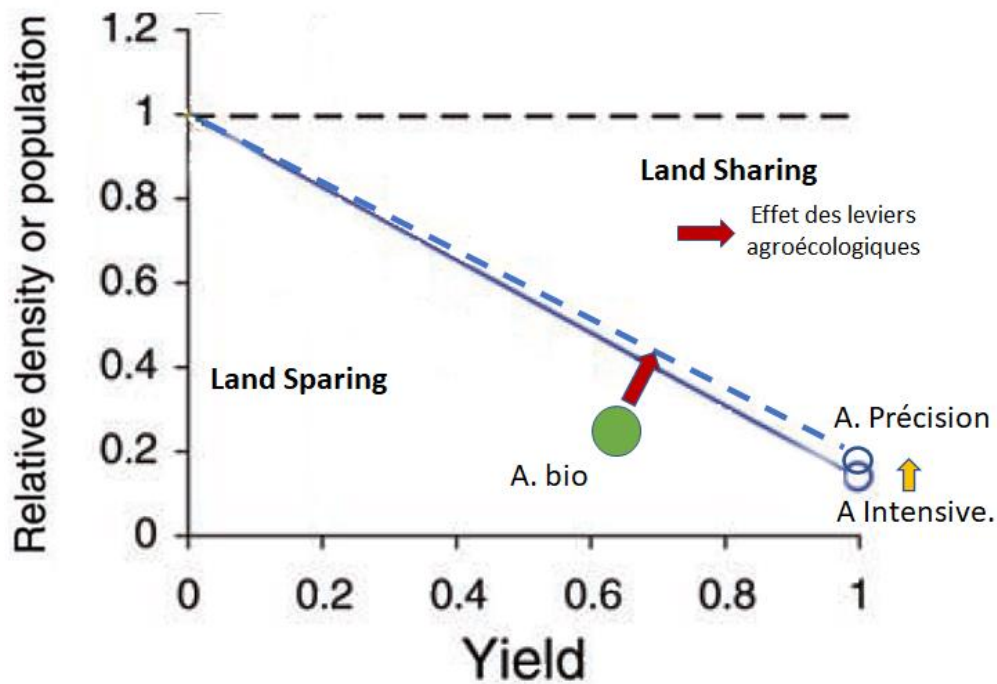


Fig. 14 : Si une meilleure mobilisation des services écosystémiques a un effet suffisant sur le rendement pour remonter au-dessus de la diagonale bleue du graphe de Green, on rentrera dans une situation où le land sharing deviendra la solution optimale pour la biodiversité, mais rien ne montre que c'est le cas pour l'instant. A l'inverse, il faut noter qu'une partie de ces leviers est également applicable à l'agriculture intensive, pour améliorer la biodiversité sans diminuer les rendements (flèche orange). Cela décale donc la diagonale bleue vers le haut, ce qui réduit d'autant le domaine où le land sharing est optimal dans le modèle. A l'heure actuelle, il est donc difficile de prédire si l'agroécologie permettra ou non d'atteindre une situation où le land sharing deviendrait la solution optimale pour la biodiversité.

2.6.2 Land sharing, land sparing, et rôle du marché

Le modèle de Green est un raisonnement purement géométrique, dans lequel on ne fait varier que le niveau d'intensification des cultures présentes dans le paysage, en supposant que l'équilibre entre les différentes espèces cultivées ne change pas. Sous ces conditions, il permet de déterminer, d'un point de vue théorique, quel est le modèle agricole le plus favorable, entre un land sharing pur et un land sparing pur. Mais en pratique, ce n'est pas ainsi que les choix de politique agricole se posent : nos paysages agricoles comprennent déjà une mosaïque de parcelles bio (relevant du land sharing) et intensives (relevant du land sparing), selon un équilibre qui dépend de la demande des consommateurs et des incitations politiques. La question qui se pose est plutôt de savoir dans quel sens il faut faire évoluer cet équilibre, pour répondre à nos besoins alimentaires, tout en maximisant la biodiversité.

Des chercheurs français ont proposé dans ce but une extension économique du modèle de Green⁴ :

- où l'on distingue deux types de parcelles agricoles, extensives et intensives, dans lesquelles la biodiversité est conditionnée par le modèle de Green
- et où le ratio entre ces deux agricultures est conditionné par l'équilibre entre l'offre et la demande agricole, lui-même caractérisé par deux coefficients d'élasticité par rapport aux

prix agricoles : l'élasticité de la demande (effet des prix agricoles sur les décisions d'achat des consommateurs) et de l'offre (choix de production des agriculteurs en fonction du prix de leur production).

Les auteurs montrent alors que, sous certaines conditions d'élasticité de la demande et de l'offre, et de différentiel de prix entre les deux formes d'agriculture, l'équilibre du marché peut aboutir à une situation où le développement de l'agriculture extensive aboutirait à un équilibre plus favorable à la biodiversité, même pour des valeurs de la convexité de la courbe biodiversité*rendement qui seraient défavorables au land sharing dans le modèle de Green « classique ».

Il faut noter que, malgré la part qu'y tient le rôle du marché, il ne s'agit pas nécessairement d'un modèle purement libéral au sens économique : la demande est bien équilibrée avec l'offre par les mécanismes du marché, mais l'offre (et en particulier la part d'agriculture extensive) peut y être déterminée par une intervention politique. Cela nous amène à un aspect fondamental du débat LSS : il n'a de sens que s'il est coordonné avec une réflexion sur les objectifs environnementaux et sociaux, et de production agricole, du pays ou de la région du monde auquel on l'applique.

Par ailleurs, dans ce modèle, le nouvel équilibre entre offre et demande est atteint avec un niveau de prix agricoles plus élevé que dans la situation initiale, ce qui soulève des questions politiques, notamment sur la légitimité des modes d'internalisation des externalités agricoles : par le citoyen, le consommateur, les générations futures ?

Ces deux questions (détermination de la production alimentaire visée par la politique agroécologique, et acceptabilité sociale de cette politique), sont essentielles quand on en vient aux implications politiques du débat LSS.

3 Quelles conséquences pour la transition agroécologique ?

Cet aperçu rapide sur le débat LSS montre bien qu'il n'est pas clos, mais aussi qu'une partie des controverses restées en suspens tient aux malentendus sur la définition de ce qu'est le land sparing.

Précisons donc que par land sparing, nous n'entendons pas la continuation de l'agriculture intensive telle qu'elle s'est développée dans les 50 dernières années, mais le maintien d'une agriculture raisonnée à haute productivité, qui préserverait ou renforcerait quand nécessaire les IAE qui encadrent les parcelles. Il s'agit également d'un modèle agricole qui n'exclut pas l'élevage herbager, mais veille à optimiser la productivité des parcelles de prairies, comme celle de n'importe quelle culture, toujours dans l'optique de laisser le plus d'espace possible pour les milieux naturels et les IAE. L'agroforesterie, extra- ou intra-parcellaire, fait également partie des outils que ce land sparing peut mobiliser, de même que les techniques de conservation des sols, tant que l'on veille à bien préserver le potentiel de rendement de la ou des espèces cultivées. Contrairement à des biais d'interprétations trop fréquents²⁷, il s'agit donc bien d'une vision multifonctionnelle de l'agriculture, tout comme le land sharing, et non d'une vision centrée uniquement sur la production : les services écosystémiques y sont bien assurés, mais par d'autres moyens que dans le land sharing. C'est une des formes possibles de l'« agriculture écologiquement intensive », concept développé par le CIRAD, en particulier par M. Griffon dès les années 80, qui avait connu un regain d'intérêt suite au Grenelle de l'Environnement en 2008, mais s'est depuis effacé derrière le terme d'agroécologie, plus consensuel mais plus vague.

Quand on aborde la question des choix de politique agricole, il faut également bien distinguer les choix concernant le modèle agricole retenu (land sharing, land sparing, ou une combinaison des deux), et ceux concernant l'évolution des surfaces agricoles. Rappelons une fois encore que le modèle de Green détermine simplement le modèle le plus favorable à la **biodiversité pour un objectif de production agricole donné**. La définition de cet objectif de production est un paramètre exogène au modèle, qui doit résulter d'un choix politique national ou européen basé sur :

- Les habitudes de consommation et leur capacité d'évolution pour réduire la demande alimentaire (ce qui est tout-à-possible et même souhaitable pour l'Europe)
- Les objectifs d'autosuffisance du pays ou de l'Union, dont la crise sanitaire mondiale puis la crise ukrainienne nous rappellent l'importance un peu oubliée ces dernières années
- L'arbitrage entre la préservation de la biodiversité du pays concerné, et celle des pays tiers où il va puiser les ressources alimentaires qu'il ne produit pas lui-même

Si l'on s'accorde sur cette définition du land sparing et de l'articulation des choix politiques, on peut déjà tirer du débat quelques conclusions solides sur les orientations souhaitables pour la transition agroécologique française ou européenne :

3.1 Faire cohabiter land sparing et land sharing pour optimiser la biodiversité

- DANS L'ETAT ACTUEL DES TECHNIQUES, quand on compare la biodiversité des parcelles conventionnelles (donc intensives) et des parcelles bio (la principale forme d'agriculture extensive en Europe), les résultats penchent nettement en faveur du land sparing pour la faune épigée : c'est-à-dire qu'A PRODUCTION EGALE l'agriculture intensive permet globalement de mieux préserver la biodiversité que l'agriculture bio.
- Contrairement à une idée reçue, ce n'est pas seulement parce qu'il est plus favorable aux espèces spécialistes des milieux naturels que le land sparing est globalement préférable au land sharing : il est bénéfique même pour la majorité des espèces spécialistes des milieux agricoles, par le fait qu'il permet de réserver plus de place pour les IAE, qui constituent le principal réservoir de biodiversité des paysages agricoles.
- Cela ne retire bien sûr rien au fait que l'agriculture bio reste la plus favorable à la biodiversité à l'intérieur des parcelles agricoles productives, tout au moins pour la faune et la flore épigée. Par ailleurs elle permet d'éviter les pollutions diffuses liées à l'agriculture intensive (tout au moins en ce qui concerne les pesticides de synthèse). Il y donc un compromis à trouver entre la préservation locale de la biodiversité (dans les parcelles agricoles productives), et sa préservation globale (à l'échelle des paysages, et à l'échelle mondiale), pour éviter que la politique agroécologique des pays développés provoque une externalisation supplémentaire de leur demande alimentaire vers des pays moins exigeants sur le plan environnemental.

Compte tenu de ces trois points, il apparaît clairement qu'il n'est pas pertinent de choisir un modèle unique entre land sharing et land sparing, mais plutôt d'équilibrer, à l'échelle des territoires, trois types d'occupation des sols : espaces « naturels », agriculture extensive (par exemple bio) et agriculture intensive avec IAE renforcées (land sparing au sens où nous l'entendons). C'est d'ailleurs la conclusion à laquelle arrivent, par des voies différentes, deux publications récentes :

- une étude réalisée par le Ministère de l'Agriculture Français, et publiée en juin 2021 (Sirami, C. et Midler, E., 2021²⁸)
- une synthèse bibliographique réalisée par l'écologue anglais A. Balmford²⁹

Cette approche en 3 compartiments paraît la plus cohérente avec l'état actuel des connaissances sur la relation biodiversité/intensification de l'agriculture, mais soulève une difficulté nouvelle par rapport à l'approche binaire classique du débat LSS : elle implique une politique d'incitation agroécologique différenciée en fonction des régions, selon des critères qui restent à définir. Cette régionalisation des orientations agricoles est un sujet d'autant plus sensible politiquement, qu'elle conditionne les parts concédées respectivement à l'agriculture bio et à l'agriculture intensive, contre laquelle existe actuellement un fort courant d'opinion.

Ce choix du zonage des orientations agricoles est difficile à objectiver scientifiquement. Nous avons vu que, contrairement à une autre idée répandue, le débat LSS et le modèle de Green ne permettent pas d'arbitrer valablement sur les surfaces à réserver aux espaces naturels d'une part et aux espaces agricoles de l'autre, la comparaison de leurs biodiversités respectives étant trop complexe. La logique voudrait que la surface réservée aux espaces naturels soit allouée en fonction des besoins pour la préservation des espèces végétales et animales qui les occupent, et que :

- parmi les surfaces consacrées à l'agriculture, l'agriculture bio soit favorisée dans les secteurs où des espèces « messicoles strictes » sont menacées, ou pour les territoires particulièrement sensibles aux pollutions diffuses (zones de captage des eaux par exemple),
- le land sparing soit favorisé dans les secteurs agricoles sans enjeux de biodiversité particulier, avec des incitations plus fortes au développement d'IAE.

Définir des mesures à la fois efficaces pour la biodiversité, et n'affectant pas la durabilité économique des exploitations agricoles, sera un défi complexe, mais nécessaire. Sur ce sujet, il sera intéressant de suivre l'exemple du Royaume-Uni, où la National Food Strategy recommande de mettre en place une cartographie du territoire britannique en 3 compartiments, inspirée des travaux d'A. Balmford^{30,31}.

Bien qu'elle ne se réfère pas directement au modèle de Green, et ne cherche pas à arbitrer entre agriculture intensive et extensive, l'étude française de Sirami et Midler arrive à des recommandations assez voisines, en rappelant l'importance des espaces intermédiaires entre les parcelles, et de la variété des cultures pratiquées, afin de favoriser la biodiversité, indépendamment du niveau d'intensification des parcelles. Cela conduit à proposer une incitation à la réduction de la taille des parcelles et une diversification des cultures dans les grands bassins de grandes cultures du Bassin Parisien et de celui de la Garonne.

3.2 Des objectifs arbitraires de réduction d'intrants n'ont pas de sens écologique

Une autre leçon importante du débat LSS est qu'une politique agroécologique fondée sur des réductions arbitraires et non raisonnées d'intrants (engrais ou pesticides) n'a aucun sens, puisque que l'agriculture intensive, fortement consommatrice d'intrants, s'avère globalement plus favorable à la biodiversité que le modèle agricole extensif qui sert actuellement de référence, l'agriculture biologique, quand on ramène son impact à la quantité produite plutôt qu'à l'hectare. Bien sûr, certaines études ont montré un lien statistique négatif entre biodiversité et consommation d'intrants, mais les résultats des études LSS suggèrent que cette liaison négative est simplement un effet de la corrélation entre intensification et réduction des IAE, et non un effet direct des intrants. A ce titre, on peut s'interroger sur les effets pervers potentiels pour la biodiversité des politiques Ecophyto (en France) et Farm to Fork (en Europe). Il va de soi qu'optimiser l'emploi des engrais et pesticides, comme le fait l'agriculture raisonnée, ne peut qu'être bénéfique pour la biodiversité et

pour réduire les pollutions diffuses générées par l'agriculture. Mais ces deux politiques ont fixé des objectifs de réduction très stricts, qui impliquent nécessairement une extensification de l'agriculture : dans son rapport Ecophyto R&D³², l'INRA avait estimé en 2010 que réduire l'usage des pesticides de 50%, comme le prévoyait le plan Ecophyto, entraînerait une réduction de la production agricole française de 12% environ. L'état de l'art sur la relation rendement-biodiversité n'ayant pas clairement évolué depuis (pas plus que la consommation de pesticides d'ailleurs...), il est probable que cette estimation reste vraie à l'heure actuelle, et peut probablement s'appliquer à la plupart des pays européens auxquels la politique Farm to Fork doit s'appliquer. De même, la réduction de 20% de l'emploi des engrais, prônée par Farm to Fork, aura forcément de forts impacts sur le rendement des cultures, en particulier dans les zones vulnérables aux nitrates, pour lesquelles la réglementation prévoit déjà une limitation des apports d'azote, basés sur les potentiels de rendement actuels. Une réduction supplémentaire des apports dans ces zones entrainera mécaniquement une baisse de rendement, que le plan Farm to Fork ne prévoit pas de compenser par une augmentation des surfaces agricoles, bien au contraire, puisqu'il préconise aussi une transformation de 10% des surfaces productives en SIE (Surface d'Intérêt Ecologique). Cette augmentation des SIE serait un objectif cohérent pour une politique de land sparing... mais elle est incompatible avec une réduction d'intrants qui entraîne une baisse des rendements ! Si elle n'est pas accompagnée d'une réduction drastique de la demande alimentaire des citoyens européens, la politique Farm to Fork ne peut donc que conduire à une exportation de l'empreinte alimentaire de l'Europe.

Cette question de l'empreinte alimentaire rappelle aussi que le débat LSS ne concerne qu'une composante des impacts écologiques de l'agriculture, celle de l'offre (c'est-à-dire de la production de biens agricoles). Or la maîtrise de la demande alimentaire est un facteur tout aussi important pour réduire l'impact de notre alimentation sur l'environnement. Dans la référence ⁷ déjà citée, Salles et al. mettent en garde, à juste titre, contre le manque de réalisme des objectifs de production que peut se fixer un pays. Toutefois, même si l'atteinte de ces objectifs est très aléatoire, leur fixation reste un préalable théorique indispensable à toute politique agroécologique cohérente, et permet de sensibiliser les citoyens à leur part de responsabilité dans l'empreinte agricole de la France ou de l'Europe, puisque ces objectifs de production visent à satisfaire au mieux leur demande.

3.3 L'enjeu majeur : les choix de production et de consommation

Le débat LSS ne porte que sur les choix de modes de production optimaux pour la biodiversité, POUR UN OBJECTIF DE PRODUCTION DETERMINE. Or le choix de ces objectifs de production (et des régimes alimentaires qui y sont associés) est une étape essentielle d'une politique agroécologique responsable. Réduire la part de l'alimentation carnée dans notre régime alimentaire est un levier essentiel pour réduire la demande en produits agricoles, et peut influencer sur la conclusion du débat LSS. En effet, les externalités négatives de l'agriculture bio sur la biodiversité viennent de ce qu'il faudrait augmenter les surfaces agricoles, pour produire la même quantité d'aliments qu'en agriculture intensive. Cet inconvénient disparaît si, simultanément à un développement de l'agriculture bio, la demande alimentaire diminue suffisamment, par adoption du flexitarisme, pour être satisfaite en conservant les mêmes surfaces malgré des rendements plus bas.

Plusieurs scénarios prospectifs suggèrent que ce serait possible :

- D'après le scénario TYFA (Ten Years for Agroecology) ³³, développé par l'IDDRI (Institut pour le Développement Durable et les Relations Internationales), l'Union Européenne pourrait en

2050 être autosuffisante, et même maintenir des courants exportateurs sur ses points forts traditionnels (céréales, produits laitiers et vin) tout en bannissant les engrais de synthèse et les pesticides (ce qui revient en clair à une production exclusivement bio). Cela grâce à une réduction de la consommation de viande, et une réorientation des productions vers les protéagineux et oléagineux.

- Le scénario Afterres2050³⁴, développé par Solagro, arrive à des conclusions similaires, sans forcément bannir complètement les pesticides, avec un mix de 45% d'agriculture bio et 45% de production intégrée (une forme d'agriculture où les intrants sont réduits de façon plus radicale qu'en agriculture raisonnée, en jouant plus sur les méthodes prophylactiques).

Ces deux scénarios ont le grand mérite de prendre le problème dans le bon sens :

- commencer par fixer des objectifs d'évolution de notre demande alimentaire,
- en déduire les besoins en production qui en résultent (en y conservant une capacité d'exportation qui permettrait à la France et à l'Union Européenne de continuer à assurer leur contribution à la sécurité alimentaire mondiale)
- et ensuite proposer les systèmes de culture qui peuvent y répondre.

Si leurs simulations sont justes, cela atténuerait grandement l'importance du débat LSS, car cela signifierait que l'UE pourrait extensifier son agriculture sans avoir besoin d'augmenter ses surfaces agricoles, et donc sans externaliser son empreinte alimentaire sur des pays tiers.

Ces scénarios doivent toutefois être examinés avec de grandes précautions, pour plusieurs raisons :

- Ils ont étudié surtout la faisabilité agronomique des transitions agroécologiques envisagées, d'un point de vue très macroscopique, et avec des hypothèses parfois très optimistes : par exemple, le scénario TYFA postule que les rendements des céréales bio seraient 75% de ceux de l'agriculture conventionnelle, alors que nous avons vu que dans la réalité française ce ratio serait plutôt inférieur à 50%. Les deux scénarios prévoient des assolements grandes cultures où la surface globale consacrée aux protéagineux et oléagineux est supérieure aux surfaces dévolues aux céréales. Cela risque de poser des problèmes de durabilité des rotations, compte tenu des contraintes bien connues en cas de retour trop fréquent des légumineuses dans une rotation.
- Par ailleurs, et surtout, ces deux scénarios risquent de poser de sérieux problèmes d'acceptabilité sociale, en raison de l'ampleur des changements alimentaires qu'ils postulent, et de l'effet sur les prix alimentaires d'une transition totale vers le bio, ou vers un mix bio/intégré, inévitablement plus coûteux que les produits de l'agriculture intensive.

De plus, même si la faisabilité agronomique de ces scénarios se confirme à l'avenir, on ne voit pas très bien leur rationalité environnementale, puisque comme nous l'avons vu, le débat LSS montre que l'agriculture bio n'est globalement pas meilleure pour la biodiversité que l'agriculture raisonnée, et que les ACV montrent par ailleurs qu'elle n'est pas non plus meilleure pour les émissions de GES³⁵.

Vouloir absolument développer massivement l'agriculture bio, comme le font ces deux scénarios, complique donc inutilement l'atteinte des objectifs agronomiques de la transition agroécologique. Et surtout, cela risque de peser lourdement sur l'acceptabilité sociale de cette transition agroécologique, sans avantage clair pour l'environnement, et même plutôt à son détriment. L'histoire politique récente a montré que des mesures écologiques rationnellement fondées, comme une taxe carbone sur les carburants, peuvent se heurter à des mouvements sociaux de grande ampleur. La grande inconnue, en matière de transition agroécologique, est le consentement des citoyens à réduire leur consommation de viande, pour permettre la réduction de la demande

alimentaire prévue dans ces deux scénarios décroissants. Il paraît donc dangereux d'aggraver encore le fardeau d'une telle politique, en y ajoutant un renchérissement des prix alimentaires. Ce serait d'autant plus absurde que, même si les citoyens adoptaient spontanément un régime alimentaire compatible avec les objectifs de production des scénarios TYFA ou Afterres2050, un mix agriculture bio+agriculture raisonnée permettrait de répondre à cette demande avec un meilleur bilan carbone en préservant plus d'espaces naturels.

De plus, les politiques volontaristes de développement du bio ne peuvent influencer que sur l'offre, au risque de la pousser au point de dépasser la demande. Sans aller aussi loin que TYFA ou Afterres2050, les politiques Ecophyto et Farm to Fork se sont fixées toutes deux un objectif de 25 % de production bio, alors que rien ne prouve que la demande puisse atteindre un tel niveau avec l'écart de prix actuel entre bio et conventionnel. Cela risque d'aggraver la pression déjà ressentie pour une baisse des prix du bio, au risque de pénaliser l'équilibre économique déjà fragile de la filière.

A l'inverse, un mix bio/agriculture raisonnée déterminé par la demande, et non par une orientation politique de l'offre, n'influerait pas sur les prix des aliments perçus par les consommateurs, et donc sur les marges des deux filières. Il ne permettrait pas de maîtriser la proportion de parcelles bio sur notre territoire, mais nous avons vu que ce n'est pas un enjeu environnemental majeur.

On voit que de telles considérations nous éloignent grandement d'une interprétation rigoriste des lignes décidées dans le plan Farm to Fork, sans toutefois être complètement incompatibles avec son esprit. Espérons donc que le pragmatisme l'emportera pour son interprétation et sa transposition dans les politiques de chaque pays européen ! La crise ukrainienne a déjà montré la nécessité de reconsidérer les objectifs généraux de ce plan, pour éviter toute mesure affectant la production européenne sans avantage écologique. Le débat land sparing/land sharing contribue à cette réflexion, en rappelant que si le renforcement des infrastructures agroécologiques est indispensable pour la biodiversité, de même qu'une amélioration de l'efficacité des intrants est nécessaire pour réduire les émissions de GES, des réductions d'intrants conduisant à une baisse des rendements peuvent être contreproductives pour la biodiversité globale, et même pour celle de notre continent.

¹ <https://doc.agribalyse.fr/documentation/>

² https://www.lemonde.fr/planete/article/2021/01/08/un-eco-score-des-produits-alimentaires-pour-mieux-informer-les-consommateurs_6065603_3244.html

³ http://itab.asso.fr/divers/Note%20ITAB_ACV%20&%20Agribalyse%2020201211_web.pdf Cette note, produite par l'ITAB (Institut Technique de l'Agriculture Biologique), a également été reprise sur son site Web par Interbev, l'Interprofession de l'Élevage.

⁴ <https://www.nature.com/articles/s41893-020-0489-6>

⁵ <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00945304/>

⁶ Couvet et al, 2019 Biodiversité et Agriculture : séparation ou réconciliation ? Une question centrale, des réponses contingentes <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02090943>

⁷ [Land sparing versus land sharing: an economist's perspective \(archives-ouvertes.fr\)](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02090943)

⁸ <https://www.researchgate.net/publication/333827642> Chapitre 2 Un âge d'or de la biodiversité

⁹ <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0200438>

¹⁰ (1) (PDF) [Cropping Systems to Improve Soil Biodiversity and Ecosystem Services: The Outlook and Lines of Research \(researchgate.net\)](https://www.researchgate.net/publication/333827642)

¹¹ <https://community.rspb.org.uk/ourwork/b/biodiversity/posts/sparing-or-sharing>

¹² Green R.E et al., 2005, « Farming and the Fate of Wild Nature », *Science* 307, 550-555

¹³ Schneider, M.K. et al, 2014. « Gains to species diversity in organically farmed fields are not propagated at the farm level », *Nature Communications*, 2014(5), 4151

-
- ¹⁴ Marcon E. , 2015 : [Mesures de la Biodiversité \(archives-ouvertes.fr\)](#), chapitre 2
- ¹⁵ Nous considérons l'agriculture bio comme « moyennement intensive », dans la mesure où elle conserve la notion de parcelle cultivée pérenne et nettement distincte des espaces naturels, par opposition avec des modèles encore plus extensifs, comme l'agropastoralisme, ou les formes d'agroforesterie tropicales où l'espèce cultivée n'est pas dominante.
- ¹⁶ Bengtsson, J., Ahnström J. and Weibull A.C., 2005, "The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance", *Annals of Applied Ecology* 42 : 261–269
- ¹⁷ Elizabeth A. Law & Kerrie A. Wilson, 2015. "Providing Context for the Land-Sharing and Land-Sparing Debate", The University of Queensland, School of Biological Sciences, Brisbane, QLD 4072, Australia. doi : 10.1111/conl.12168
- ¹⁸ <https://www.natura-sciences.com/agriculture/biologique-conventionnel-comparaison922.html>
- ¹⁹ https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/rapport-inra-pour-cgsp-volume-1-web071020131_0.pdf , pages 24 à 26).
- ²⁰ Henneron et al. , 2014 : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01173289>
- ²¹ <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02106270>
- ²² http://www.pelagicos.net/MARS6400/readings/Callicott_et_al_1999.pdf
- ²³ [Produire des indicateurs à partir des indices des espèces | Vigie-Nature \(vigienature.fr\)](#)
- ²⁴ https://www.iddri.org/sites/default/files/PDF/Publications/Catalogue%20iddri/Propositions/PB0320_agrobiodiversity_0.pdf . On note que, curieusement, cette publication est signalée comme favorable au land sharing dans la réf. ², alors que ce terme n'y est mentionné nulle part, et que les IAE dont cet article recommande le développement peuvent être plus abondants dans une politique de land sparing.
- ²⁵ https://www.researchgate.net/publication/281860034_Land_sharing_or_land_sparing_for_managed_grasslands_in_cultural_landscapes
- ²⁶ <https://www.afis.org/Production-agricole-et-preservation-de-l-environnement-est-ce-possible>
- ²⁷ Cf par exemple la réf ², page 51.
- ²⁸ <https://agriculture.gouv.fr/telecharger/126401?token=d0e561a3ca93f322f82ce355c1f856d2f843a8b4535b9b04f495789fe61c958e>
- ²⁹ <https://zslpublications.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/jzo.12920>
- ³⁰ <https://www.eurekalert.org/news-releases/930150>
- ³¹ <https://www.nationalfoodstrategy.org/wp-content/uploads/2021/07/National-Food-Strategy-Chapter-16.pdf>
- ³² <https://www.inrae.fr/actualites/ecophyto-rd-reduire-lusage-pesticides>
- ³³ <https://www.iddri.org/fr/publications-et-evenements/etude/une-europe-agroecologique-en-2050-une-agriculture>
- ³⁴ <https://afterres2050.solagro.org/decouvrir/scenario/>
- ³⁵ <https://www.nature.com/articles/s41893-020-0489-6>