



Pour lutter contre la famine dans le monde, il nous faut de l'agroécologie

par Esmeralda Borgo



Introduction – LES DÉFIS DEVANT NOUS

La population mondiale atteindra en 2050 entre 9 et 10 milliards d'hommes. Comment les nourrir ? Comment allons-nous arrêter les conséquences des changements climatiques pour la production alimentaire ? Comment pouvons-nous combattre la régression générale de la biodiversité et la perte de diversité génétique dans l'agriculture, de sorte que nous soyons capables de produire de la nourriture suffisamment variée à l'avenir. Partout dans le monde, la qualité de la terre agricole se détériore : comment pouvons-nous rendre cette terre à nouveau fertile et résiliente si bien qu'une production alimentaire saine ne sera pas compromise ?

Quel système agro-alimentaire nous faut-il pour nourrir en 2050 tous les hommes, compte tenu de tous les défis évoqués ci-dessus ? Cette question génère de ces jours un débat intensif entre deux points de vue, qui sont souvent décrits, en simplifiant un peu, comme la contradiction entre l'agriculture biologique et l'agriculture conventionnelle. La recherche comparative regarde alors les effets de ces deux modèles sur la productivité de l'agriculture, l'émission de gaz à effet de serre et l'impact sur la qualité de l'air, du sol et de l'eau. Essentiellement J'argumenterai que de toutes les données il apparaît que l'agroécologie est nécessaire pour pouvoir alimenter le monde,

Au cours du débat, on se demande si la production alimentaire devrait s'inclure dans un système plutôt agroécologique qui tient compte des processus écosystémiques ou dans un système d'agriculture productiviste qui ambitionne une production maximale et à quel niveau une combinaison des deux est possible.

Cet essai débute avec un aperçu schématique des différences entre les deux modèles agricoles. Après je développe les conséquences des deux modèles en ce qui concerne la récolte, l'impact sur l'environnement et sur la biodiversité. Il est important de prendre en compte non seulement les conclusions générales des méta-études, mais de prêter notre attention à toutes les nuances, et de nous demander s'il est justifié d'insister si fortement à l'augmentation de la production agricole sans avoir l'œil sur le contexte social et politique et sur la résistance de l'écosystème, aujourd'hui et à l'avenir puisqu'évidemment il nous faut une agriculture résiliente qui puisse faire face aux défis énumérés et, en même temps, garder intact l'écosystème. Cela n'empêche que dans le modèle agroécologique, il qu'il existe des points d'amélioration., Ce qui fera le thème de la dernière partie de cet essai.

QU'EST-CE L'AGROÉCOLOGIE ?

La définition de l'agroécologie a évolué au cours des décennies. L'agroécologie a longtemps été décrite comme le fait d'appliquer les principes écologiques à l'agriculture, mais au fil de temps la définition a été élargie au système alimentaire dans sa globalité, du champ à l'assiette¹. Ceci est logique étant donné

que nous voulons tenir compte des dimensions socio-économique et politique. Ci-dessous suit une comparaison simplifiée des modèles alimentaires agroécologique et productiviste conventionnels.

¹ Ref. 1



Le modèle productiviste	Le modèle agroécologique
Une grande dépendance d'intrants externes (semences, engrais chimiques, énergie, produits phytosanitaires)	Une dépendance limitée d'intrants externes ; propre sélection et multiplication de semences, des engrais organiques, du fumier de la ferme, compost
Ambition de réaliser une production maximale	Ambition de réaliser une production optimale
Peu de variétés (plantes et animaux), matériel génétique uniforme	Beaucoup de variétés (plantes et animaux), matériel génétique varié
Monocultures ou rotation de cultures courte	Rotation de cultures longue pour ne pas épuiser la terre
Le sol comme substrat pour les cultures qui sont nourries directement à l'aide d'engrais chimiques à action rapide	Nourrir et maintenir en premier lieu en bon état la fertilité du sol, qui à leur tour nourrit les cultures
La nature est fortement contrôlée (et parfois transformée)	Coopération avec la nature pour profiter des interactions naturelles à l'intérieur d'un écosystème
Des nutriments transportés mondialement	Le cercle des nutriments est fermé le plus proche possible
Les agriculteurs sont producteurs de matières premières pour la chaîne agro-alimentaire	Les agriculteurs sont des producteurs d'aliments sains pour la communauté locale
Des chaînes commerciales longues	Des chaînes commerciales plus courtes
Les agriculteurs doivent accepter le prix qu'on leur donne	Une recherche de prix équitables
L'agriculteur invisible, traité de plus en plus en tant que salarié	Une nouvelle relation entre agriculteur et communauté
Innovation venant de l'industrie et du monde scientifique : top-down	Innovation trouve son origine dans l'interaction entre scientifique et agriculteur ; la recherche participative
Un consommateur passif	Un consommateur actif

Il serait incorrect de prétendre que le modèle alimentaire agroécologique correspond complètement, en ce qui concerne les pratiques agricoles, à l'agriculture biologique. Par contre, il est clair que beaucoup de pratiques des agriculteurs biologiques correspondent à l'approche agroécologique. L'agriculture biologique doit répondre à des exigences sévères notées dans un cahier des charges légal, ce qui rend facile les comparaisons scientifiques entre l'agriculture biologique et conventionnelle. Pour l'agroécologie, ceci n'est pas le cas : Dans la pratique on constate qu'on a à faire à une grande diversité d'exploitations agricoles, classiques et biologiques certifiées.

Lorsqu'on veut comparer on voit que chaque cas est particulier suivant la gestion du chef d'entreprise. Toutes les entreprises

conventionnelles (dans le sens de non certifiée bio) ne sont pas grandes et industrielles et beaucoup utilisent des méthodes agroécologiques. En même temps, nous distinguons également parmi les entreprises certifiées bio un spectre d'entreprises qui, respectant les contours du cahier de charges légal bio, réalisent plus ou moins les principes agroécologiques et d'autres qui travaillent d'une façon plus industrielle, par exemple en monoculture, ce qui n'est pas conforme à l'agroécologie.

C'est pourquoi nous devons interpréter les résultats des méta-études qui comparent l'agriculture conventionnelle à celle bio, avec beaucoup de prudence. (Selon Wikipédia, une méta-étude est une recherche dans laquelle les résultats d'une série de recherches antérieures sont analysés.)

LA DIFFÉRENCE EN PRODUCTIVITÉ : DES RÉSULTATS NUANCÉS

L'agroécologie n'ambitionne pas d'atteindre un niveau de production maximale mais une production optimale et tient compte des conditions écologiques et sociales du milieu. Mais quel est le niveau de production ? Nombreux sont ceux qui, pour trouver une réponse à cette question, citent la méta-étude de 62 recherches (mondiales) de Seufert et autres², ces derniers mentionnent un rendement plus important pour l'agriculture conventionnelle d'une moyenne de 25% par rapport à l'agriculture biologique.

La citation reste presque toujours limitée à ce chiffre et le plus souvent, on ne regarde pas les nuances et les données plus détaillées des chercheurs. Pourtant ce sont ces détails qui fournissent des explications et des pistes d'améliorations possibles. Ainsi ils démontrent que ce chiffre dépend fortement selon les cultures, des méthodes de gestion de l'entreprise et des conditions de croissance locales.

LES TYPES DE CULTURES

La différence de production entre l'agriculture conventionnelle et biologique est moins grande pour les plantes fixatrices d'azote comme les légumineuses (p.ex. les petits pois et les haricots) et pour les plantes pluri annuelles comme la plupart des fruits. Selon les chercheurs, ceci serait dû au fait que, dans les systèmes biologiques, on apporte moins d'engrais azotés et que, par conséquent les plantes absorbent moins d'azote. Ils concluent ceci du fait que généralement les récoltes des systèmes biologiques augmentent fortement par rapport aux systèmes conventionnels, que lorsqu'on apporte plus d'azote. Ils en concluent que l'Azote est le facteur limitant des systèmes biologiques. Les plantes fixatrices d'azote seraient, selon eux, moins limitées par la restriction en azote, puisque ces plantes sont capables de générer elles-mêmes un apport en azote. Les plantes pluri annuelles de leur côté connaissent une période de croissance plus longue et un système racinaire plus étendu, ce qui leur donne la capacité de capter l'azote libéré de manière lente à partir du matériel organique et d'être moins limitées par le faible apport d'engrais azotés, disent les chercheurs.

MÉTHODES DE GESTION

Quand on compare les systèmes d'agriculture conventionnelle à celle biologique dans des situations où on prête beaucoup d'attention aux bonnes pratiques de gestion, les chercheurs constatent une différence de production remarquablement plus petite (récolte en biologique 13% moins grande). Ceci est intéressant, surtout quand on réalise combien de moyens que l'état et le privé ont déjà investi dans la recherche pour soutenir l'agriculture productiviste, en comparaison avec les moyens que l'on a investis et que l'on investit encore en agroécologie³. En réaffectant de manière raisonnée les priorités et moyens (de l'Etat) dans la recherche agricole pour soutenir l'agroécologie, on pourra rattraper le retard dans le développement des techniques agroécologiques. Ainsi, il reste probablement beaucoup d'opportunités pour augmenter la production.

LES CONDITIONS DE CROISSANCES LOCALES

Les conclusions sont intéressantes par rapport aux différences en récolte entre des sols irrigués et des sols non irrigués. La productivité en agroécologie reste jusqu'à 35% plus basse sur les sols irrigués, tandis que sur les sols non irrigués, la différence n'est que de 17%. Les auteurs avancent que l'irrigation influence moins les plantes cultivées de façon biologique, parce qu'elles reçoivent moins d'engrais azotés que les plantes cultivées de façon conventionnelle. L'azote reste donc le facteur limitant, quel que soit l'apport en eau. Mais la différence est selon eux également dû au fait que les sols cultivés de façon biologique sont capables de mieux capter l'eau. En période de sécheresse ou lors d'inondations, la production des sols biologiques est même plus élevée que celle des sols cultivés en conventionnel.⁴Le constat est que l'agriculture biologique fonctionne mieux que la conventionnelle sous des conditions météorologiques extrêmes, elle est intéressante vu les défis futurs dans le domaine du changement climatique. Cette conclusion a été trouvée par d'autres chercheurs.⁵ Finalement, Seufert constate des différences entre les sols qui sont cultivés de façon biologique depuis longtemps et les sols qui viennent d'être convertis au bio. Les premières connaissent

² Ref. 2

³ Ref. 3

⁴ Ref. 4

⁵ Ref. 5



de meilleures récoltes. Et en plus, les études de la méta-étude de Seufert comparent à chaque fois les différences en récolte pour une plante spécifique cultivée en monoculture. *L'International Panel of Experts on Sustainable Food Systems (IPES Food)* constate, sur base de recherche de la littérature, que les systèmes diversifiés livrent un rendement plus important. Par exemple, plus une prairie se compose d'espèces diverses, plus sa productivité augmente. En moyenne de 15% et selon une autre étude même de 89%⁶. Il reste en outre beaucoup de possibilités d'augmenter la production, grâce aux systèmes mélangés *d'intercropping* et *agroforestry*, qui sont des systèmes qui augmentent la diversité pour obtenir une augmentation de production⁷.

UNE PREMIÈRE CONCLUSION PARTIELLE

Dire que la productivité de l'agroécologie est trop faible pour pouvoir nourrir le monde en 2050, manque de nuances. Quand on tient compte des nuances dans le débat, nous voyons les possibilités pour réaliser des productions plus importantes. En outre, il est naïf de supposer que l'augmentation de la productivité des cultures industrielles va persister⁸. Des scientifiques nous mettent déjà en garde contre trop d'optimisme^{9 10}. Etant donné la perte de qualité du sol, la production peut même chuter, certainement lors de conditions météorologiques extrêmes.

L'AGROÉCOLOGIE CONNAÎT UN IMPACT ABSOLU PLUS BAS SUR L'ENVIRONNEMENT

» Pour connaître l'impact environnemental des systèmes agricoles, le plus souvent on fait recours à des méta-analyses. Les effets sur l'environnement qui sont comparés diffèrent d'étude en étude. On compare entre autres la qualité du sol, le lessivage de nutriments (et d'azote en particulier) vers les eaux souterraines et de surface, la biodiversité, l'émission de gaz à effet de serre et la consommation d'énergie.

Pour exprimer les effets environnementaux, les chercheurs se servent de deux unités de mesure : d'une part l'effet par unité de surface autrement dit 'absolu', d'autre part l'effet par unité de production (kilogramme ou litre) ou 'relatif'. Comme ceci trouble souvent le débat public, expliquons d'abord la signification cachée de ces deux unités de mesure.

MESURER L'IMPACT RELATIF OU ABSOLU ?

Pour obtenir une image correcte de l'impact d'une méthode agricole, il faut mesurer son impact absolu (donc réel) sur l'environnement ou le climat. Si par exemple on applique trop de nutriments comme de l'azote ou du phosphate, ceci mène à l'Eutrophisation de l'environnement avec plusieurs conséquences nuisibles pour entre autres la biodiversité. Que l'on produise en même temps peu ou beaucoup de kilos de produits, ne change rien à l'impact réel sur l'environnement : une fois la capacité d'absorption dépassée, les effets écologiques

négatifs surviennent et nous hypothéquons l'avenir. Il est donc important de limiter le plus possible l'impact absolu.

$$\text{Impact environnemental absolu} = \frac{\text{impact environnemental}}{\text{hectare}}$$

Une comparaison sur base d'impact environnemental par kilo produit, ne dit rien sur l'impact absolu, mais exprime l'impact relatif de la méthode culturale.

$$\text{Impact environnemental relatif} = \frac{\text{impact par surface}}{\text{kilos par surface}} = \frac{\text{impact}}{\text{kilogramme (ou litre) produits}}$$

Un impact relatif plus bas peut être réalisé soit en diminuant l'impact absolu, soit en augmentant la production par surface. Une méthode de production qui dépasse gravement la capacité d'absorption environnementale, peut donc, grâce à son niveau de production élevé, obtenir un chiffre favorable pour l'impact relatif. On aura l'impression que cette méthode est écologique, mais en réalité on se jette de la poudre aux yeux. Le choix d'exprimer l'impact par un chiffre absolu ou relatif, reflète la façon dont on analyse la durabilité. Choisit-on de partir d'une durabilité 'faible' ou 'forte'¹¹?

⁶ Ref. 6

⁷ Ref. 7

⁸ Ref. 8

⁹ Ref. 9

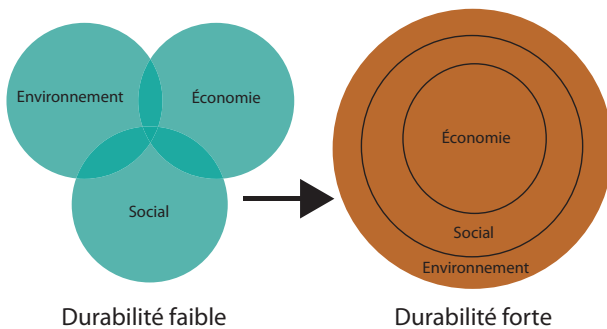
¹⁰ Ref. 10

¹¹ Ref. 11



DURABILITÉ FAIBLE OU FORTE

La différence entre une durabilité faible ou forte a été schématisée dans la figure ci-dessous.



Une durabilité faible représente le concept classique des 3P (People, Planet, Profit) (Peuple, Planète, Profit). Selon ce point de vue, le développement durable recherche un équilibre entre les aspects sociaux, économiques et écologiques. Entre temps il s'est avéré que la durabilité faible ne suffit pas pour sauvegarder la planète pour les générations futures. L'approche 3P ne tient pas compte des limites de notre planète. Sans un écosystème Terre qui fonctionne stablement, une société saine est impossible. Et sans une société saine, une économie saine est impossible. L'approche 3P est une approche relative et ne tient pas compte des limites absolues de la capacité d'adaptation de l'environnement. Celui qui assoit une opinion uniquement sur les effets par unité de produit (l'impact relatif), se sert d'un modèle de durabilité faible.

La durabilité forte par contre tient compte des limites absolues de l'écosystème et du fait que lorsqu'on dépasse continuellement ces limites, à long terme il n'y aura pas de société humaine, ni de système agricole productif, ni une économie qui fonctionne. Pour obtenir une durabilité forte il faut se fonder sur l'impact absolu. Dans ce qui suit, je choisis évidemment la durabilité forte (et donc l'impact absolu), parce que c'est le seul moyen de sauvegarder notre avenir.

LES RÉSULTATS DE QUELQUES MÉTA-ÉTUDES

D'une méta-étude de 2009¹², il apparaît que les sols biologiques contiennent en moyenne une plus grande quantité de

matière organique (ils sont donc de meilleure qualité) et que l'agriculture biologique a un impact positif sur l'agrobiodiversité (la diversité en races et en espèces agricoles) et sur la biodiversité générale. En ce qui concerne l'impact sur le lessivage des nutriments (l'azote et le phosphate) et sur l'émission de gaz à effet de serre, le bio obtient un meilleur résultat par unité de surface mais un résultat moins bon par unité de produit.

Une méta-étude plus récente¹³ (71 études et 170 cas) de 2012, qui a étudié l'impact écologique d'entreprises agricoles biologiques et conventionnelles en Europe, arrive aux mêmes conclusions : en général l'agriculture biologique est meilleure (donc moins nuisible) quand on regarde l'impact absolu (exprimé par unité de surface), mais pas toujours quand l'impact sur l'environnement est exprimé par unité de produit.

Concrètement : l'agriculture biologique mène à une plus grande quantité de matière organique dans le sol, dont bénéficie la biodiversité du sol et la fertilité du sol. Le besoin en énergie des systèmes biologiques est plus faible, aussi bien par unité de surface que par unité de produit. Les entreprises agricoles biologiques ont moins de pertes absolues de nutriments (azote, émission de N₂O et de NH₃) par unité de surface. Mais exprimées par unité de produit, les pertes de nutriments sont plus importantes pour l'agriculture biologique. Selon les chercheurs, il y a plus d'eutrophisation et d'acidification par unité de produit.

Ils conseillent à l'agriculture conventionnelle d'améliorer la qualité du sol, de recycler les nutriments et d'augmenter et protéger la biodiversité. L'agriculture biologique doit à son tour augmenter sa productivité et améliorer la gestion des nutriments.

Des études nommées ci-dessus, il apparaît donc que les systèmes biologiques réalisent en ce qui concerne l'impact absolu, quasi toujours dans les différents domaines écologiques, de meilleurs résultats. Les systèmes biologiques et agroécologiques obtiennent de meilleurs résultats en ce qui concerne la durabilité forte et tiennent plus compte de la résilience de l'environnement, ce qui sauvegarde la production alimentaire future.

¹² Ref. 12

¹³ Ref. 13



Nous avons vu également que la productivité des systèmes biologiques reste en ce moment le plus souvent plus faible, ce qui fait que l'impact relatif (exprimé par unité de produit) est parfois plus grand que des systèmes conventionnels. Seufert et al. attribuent la production plus faible à un apport plus petit d'engrais azoté dans l'agriculture biologique. Ceux qui se concentrent uniquement sur l'impact relatif, concluraient presque qu'il faut apporter plus d'azote. Mais rien n'est plus faux !

LE SOL ET L'ENGRAIS : LES CONSÉQUENCES POUR L'IMPACT ÉCOLOGIQUE

Que l'agriculture biologique connaisse moins de lessivage d'azote par unité de surface tient, selon Tuomisto et autres, du fait que l'apport en azote est plus faible¹⁴. La supposition que la présence d'azote détermine si fort l'augmentation de la production (selon Seufert) a d'autres conséquences. En fait, c'est justement la pratique d'engraisser fortement la terre, qui constitue le tendon d'Achille du modèle d'agriculture productiviste.

Ceci ne concerne pas seulement les grandes quantités d'énergie nécessaires pour produire les engrais chimiques. De différentes études, il est connu¹⁵ que l'apport de grandes quantités d'engrais minéraux azotés qui sont absorbables rapidement (comme l'engrais chimique), mène à des plantes fragiles qui sont plus sensibles à des maladies et des blessures. Celles-ci doivent être combattues avec plusieurs produits phytosanitaires nuisibles. Un focus sans limite sur l'augmentation de production va de pair avec une cascade de conséquences indésirables : trop d'engrais qui entraîne l'acidification et l'eutrophisation, des plantes fragiles, une perte de qualité de sol et le besoin de produits phytosanitaires. La perte de qualité de sol peut même à long terme rendre impossible de grandes récoltes.

Que le bio connaisse autant ou plus de lessivage d'azote par unité de produit (!), est selon certains à attribuer à une mauvaise synchronicité entre la disponibilité de nutriments et les besoins de la plante. En d'autres mots : dans les systèmes biologiques, le moment où les nutriments se libèrent et le moment où la plante absorbe les nutriments ne coïncident pas suffisamment. Ce raisonnement est faux : il néglige le fait que la straté-

gie d'apporter de l'engrais en bio est complètement différente et ignore bien sûr le lessivage absolu (réel) de nutriments.

De tels arguments font abstraction de la complexité du sol et du rôle que jouent les organismes du sol dans la réalisation d'une bonne fertilité de sol et dans la rétention et libération de nutriments. La présence et l'apport de matières organiques (et donc de carbone) sont importants pour la qualité du sol. Ils stimulent la biologie du sol qui joue un rôle capital dans les cycles des nutriments.

Nombreux sont ceux qui pensent que l'essence de l'agriculture biologique ou agroécologique, réside dans le non-usage d'engrais chimique et de produits phytosanitaires synthétiques. Celui par contre qui analyse la pratique d'une gestion d'entreprise agroécologique, voit que l'on prête beaucoup d'attention à un sol sain et riche en organismes. Ceux-ci mènent à leur tour à des plantes saines. Un sol vivant et sain résulte d'une stratégie de fertilisation adaptée et c'est exactement là que se trouve une des plus importantes différences entre la gestion agroécologique et celle productiviste. Ci-dessous nous allons approfondir cet aspect, puisque c'est une des explications du fait que l'impact écologique absolu de l'agroécologie soit plus faible.

L'ENGRAIS RAPIDE OU LENT : TELLE EST LA QUESTION

Il convient de faire la distinction entre les formes d'engrais à effet rapide et ceux à effet lent, donc, soyons clair, entre les engrais organiques et chimiques.

Une fertilisation rapide se fait à l'aide d'engrais minéraux (autrement dit engrais chimiques) ou à l'aide des engrais organiques qui ont une fraction relativement grande en azote minéral (comme par exemple le lisier). La fertilisation rapide peut également se faire à l'aide d'engrais organiques qui contiennent une fraction organique facile à décomposée, ce qui libère relativement vite les nutriments (comme par exemple la farine de sang et à nouveau le lisier). Certaines de ces formes d'engrais rapides sont également admises dans l'agriculture biologique, mais elles sont, d'un point de vue agroécologique, moins intéressantes parce qu'elles ne contribuent pas

¹⁴ Ref. 14

¹⁵ Ref. 15



ou insuffisamment à l'amélioration du sol. Dans un système agroécologique, il vaut mieux travailler avec des formes d'engrais à action lente, comme le compost, le fumier d'étable, certains débris végétaux et les engrais verts (via les couverts végétaux ou les restes de fauchage).

Les formes d'engrais lentes contribuent à augmenter la matière organique dans le sol et par conséquent à améliorer la qualité du sol. Lors de l'épandage, ces formes d'engrais lentes n'ont qu'un effet limité sur la disponibilité d'azote minéral (ou autrement dit, non fixé organiquement). L'apport d'azote a effectivement lieu, mais l'azote ne se libère et ne devient que progressivement disponible pour les plantes. Les micro-organismes dans le sol absorbent l'azote pendant la décomposition de la matière organique et le stockent dans leurs propres structures cellulaires. Étant donné que les bactéries se fixent aux particules du sol et que les mycoses forment un réseau de fils dans le sol, les nutriments absorbés restent dans le sol et ne se perdent pas par écoulement. Ce n'est que quand les micro-organismes eux-mêmes sont absorbés par des organismes supérieurs, qu'une partie des nutriments se libère dans le sol et devient alors disponible pour les plantes.

Les formes d'engrais organiques lentes améliorent le sol plutôt qu'elles nourrissent (directement) les plantes en ce qui concerne l'azote inorganique. De recherche de l'ILVO (Vlaams Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek), il apparaît que le risque d'écoulement d'azote n'augmente pas ou à peine lors de l'application régulière du compost¹⁶. Il en est de même pour le phosphate¹⁷. Pareillement, les couverts végétaux et les restes de fauchage risquent peu d'avoir une action d'azote directe, ce qui limite le risque de l'écoulement d'azote¹⁸.

Les formes d'engrais organiques lentes, attribuent plutôt, comme expliqué plus haut, à la construction de matière organique dans le sol et donc à la qualité du sol. Ceci facilite le développement de la plante et de ses racines. Grâce à une structure de racines plus développée, l'azote minéral sera absorbé plus facilement par la plante.

En outre, le surplus d'azote minéral sera absorbé dans la deuxième partie de la saison de croissance, par les micro-organismes qui se situent tout autour des racines. Donc, dans le cas de racines bien développées, et de la forte croissance de la plante qui en résulte, le résidu d'azote minéral, et donc le risque de lessivage d'azote, est limité non seulement par l'absorption d'azote minéral par la plante, mais aussi par le fait que la microbiologie fortement activée se sert des résidus¹⁹²⁰. Autrement dit, grâce aux formes d'engrais lentes, la qualité du sol s'améliore et l'azote est mieux utilisé par les plantes ou temporairement stocké dans le sol (sans être lessivé et sans causer des problèmes ailleurs).

L'engrais chimique a un effet rapide. Le lisier et certains engrais organiques granuleux ont en majorité ce même effet rapide. C'est pour ce type d'engrais rapide que l'on retrouve, lors d'un usage irréfléchi à la fin de la saison de croissance qui n'est pas adapté au besoin de la plante, le surplus d'azote minéral comme résidu de nitrate dans le sol, ce qui cause le lessivage d'azote. Ceci a lieu surtout dans des sols moins fertiles.

Dans l'agriculture biologique, le dosage du lisier et/ou d'engrais organiques granuleux rapides, est beaucoup plus limité, mais en outre, l'éventuel surplus sera absorbé par les micro-organismes vivant dans le sol et donc immobilisé. C'est pourquoi l'agroécologie prend tellement soin d'un sol sain (entre autres en appliquant les engrais lents). Une stratégie qui vise la qualité du sol, diminue d'ailleurs non seulement le risque du lessivage d'azote, mais aussi d'autres nutriments.

Bref, le raisonnement que les nutriments apportés par les engrais organiques se lessiveraient plus que ceux apportés par des engrais chimiques parce que ces derniers pourraient être mieux ajustés aux besoins des plantes, compte en premier lieu pour des sols avec une biodiversité du sol perturbée et qui ne fonctionne donc pas bien. C'est justement l'apport excessif d'engrais rapides, et en particulier d'engrais chimiques, qui (entre autres) est nuisible au bon fonctionnement de la biologie du sol.

¹⁶ Ref. 16

¹⁷ Ref. 17

¹⁸ Ref. 18

¹⁹ Ref. 19

²⁰ Ref. 20



LA BIODIVERSITE

» L'agriculture a un impact sur la biodiversité. Ceci a conduit à un débat fortement polarisé autour de la question de savoir de quelle manière il nous faut arrêter la perte de la biodiversité en relation avec l'agriculture. Des méta-études citées plus haut, il apparaît que l'agroécologie est plus positive pour la biodiversité que l'agriculture productiviste. Malgré ceci, le débat continue. Certains pensent que l'agroécologie a un impact négatif sur la superficie de la nature, vu qu'elle réalise (pour le moment) une récolte plus petite et nécessite une superficie plus grande pour une même production. La superficie qui est déjà prise par l'agriculture, ne peut plus être attribuée à la pure gestion de paysages naturels. Ce débat est connu sous l'expression de *land sparing* versus *land sharing*. A nouveau, la réalité se montre plus complexe que la distinction théorique et il convient de s'arrêter aux nuances.

LAND SPARING VERSUS LAND SHARING

Norman Borlaug a été le premier à introduire la terminologie de *land sparing* et *land sharing*²¹. Il était d'avis que, grâce à la révolution verte, il serait possible de produire plus de nourriture sur une superficie plus petite, ce qui libérerait une superficie plus grande pour la protection de la nature. C'est ce qui est entendu sous la stratégie de *land sparing* : de larges superficies d'habitat naturel sont 'sauvegardées' et donc séparées des parcelles où l'on cultive de façon intensive. La solution alternative est *land sharing*, où la nature et l'agriculture se servent pour ainsi dire 'ensemble' de la même parcelle. Cette stratégie part d'une agriculture plus extensive, qui entraîne une plus grande biodiversité sur les parcelles agricoles mêmes.

Les défenseurs de *land sparing* reconnaissent qu'à une entreprise agricole plus extensive et plus écologique, plus de biodiversité est possible, mais en même temps ils disent qu'il s'agit d'espèces plus communes qui de toute façon se tiennent mieux dans un contexte agricole. Etant donné qu'il y a perte en productivité dans les systèmes plus extensifs, et par conséquent la présence d'un grand besoin de terre, ceci est pour eux la raison pour préférer une séparation stricte entre la nature et l'agriculture²².

LE SCÉNARIO DE LAND SPARING NE TIENT PAS COMPTE DE LA SOCIÉTÉ RÉELLE

Plus haut dans cet essai, j'ai constaté que la perte en productivité dans l'agroécologie doit être relativisée et qu'il est possible de l'augmenter en prêtant plus attention au développement de connaissance et à l'adoption de bonnes techniques de gestion. A part cela, il y a d'autres raisons de s'interroger pourquoi il n'est pas souhaitable et même hasardeux de choisir tout simplement le scénario du *land sparing* pour protéger la biodiversité. Les chercheurs^{23 24} ont déjà réfuté la thèse trop simple de Borlaug à base de faits de la mise en pratique. Ainsi, en réalité une productivité agricole qui augmente, entraîne justement que plus de terres soient cultivées.

Mettre le *land sparing* face au *land sharing*, est une simplification énorme d'une réalité sociale très complexe, où jouent, à côté d'autres facteurs écologiques, également des facteurs sociaux et économiques. En tout cas une politique très dirigeante serait nécessaire pour effectivement attribuer la terre éventuellement 'libérée' à la nature et non à plus d'agriculture intensive, ou même à la construction de logements ou à l'industrie. Dans notre société, dirigée par le libre marché, on ne peut qu'en rêver.

UN ÉQUILIBRE DE BIODIVERSITÉ DE SIÈCLES

De plus, le scénario de *land sparing* passe outre au fait que pendant des siècles il y a eu un équilibre durable entre la nature et l'agriculture. Ce n'est que dans le 20^{ème} siècle que ceci a changé avec l'intensification de l'agriculture et la politique agricole européenne. Avant, les changements se faisaient au fur et à mesure et ils étaient limités, de telle façon que la biodiversité avait le temps d'évoluer et de s'adapter. L'interférence de milliers d'années entre l'agriculture et la nature, a résulté en Flandres en une richesse énorme en paysages semi-naturels. Les prés de crételle, les prairies humides mésotrophes, les prairies de fauches de basse altitude, les prairies de fromental, la bruyère, des haies, des côtés de bois, des rangées de saules... Tous témoignent de notre histoire agricole riche en nature. Une grande partie de la gestion de paysages naturels telle qu'on la connaît aujourd'hui, remonte à des pratiques agricoles anciennes.

²¹ Ref. 22

²² Ref. 23

²³ Ref. 24

²⁴ Ref. 25



LE LAND SPARING ISOLE LES ESPÈCES

Vu que l'impact écologique négatif de l'agriculture intensive dépasse le seul lieu où les activités agricoles se déroulent effectivement, le scénario du *land sparing* ne marchera qu'à condition d'une séparation rigide entre la nature et l'agriculture intensive. Dans ce cas, les populations d'espèces (rares) seront isolées encore plus. Cela les rend plus vulnérables. En outre, beaucoup d'espèces ne peuvent survivre sans le domaine agricole, parce qu'elles y retrouvent leur aire de fourrage et parfois même leur aire de couvain. L'oie des moissons, l'oie rieuse, le canard siffleur et le cygne de Bewick, hibernent tous et massivement dans nos prés et champs de blé d'hiver flamands. Poursuivre et amplifier cette intensification dans les régions agricoles rend la survie de ces espèces impossible. De même le bruant jaune, le bruant proyer, le busard des roseaux, le busard Saint-Martin, l'alouette des champs, le vanneau huppé... ont besoin, au moins partiellement, de grands ensembles d'habitats adéquats en zone agricole.

BESOIN D'ÉCOSYSTÈMES QUI FONCTIONNENT

L'argument comme quoi la politique de biodiversité doit surtout se concentrer sur les espèces rares, et qui néglige la préservation des espèces plus communes qui peuvent exister grâce à une agriculture plus extensive, fait preuve d'une vue étroite à la préservation de la nature. Eckhart Kuijken, un des fondateurs les plus importants de la préservation de la nature en Flandre, a écrit en 1988²⁵ déjà, que la politique de nature flamande ne devrait pas seulement prêter attention aux espèces menacées et critiques, mais que nous devons ambitionner des écosystèmes fonctionnant de façon optimale, que ce soit sous influence humaine ou non. Une bonne gestion des paysages naturels doit non seulement avoir l'œil pour des domaines de nature représentative, mais aussi pour la sauvegarde, la réparation et le développement de valeurs naturels en région rurale et urbaine. Cette vision se retrouve maintenant en partie dans la politique de nature européenne et flamande, qui ne se concentre pas seulement à la sauvegarde d'espèces menacées mais essaie aussi et surtout de maintenir de bons écosystèmes, pour qu'ils fournissent des services et fonctions éco systémiques nécessaires.

OPTIMALISER LES SERVICES ÉCO SYSTÉMIQUES DANS LE CONTEXTE LOCAL

Bref, la question de savoir si on doit séparer la nature et l'agriculture, est contre-productive et cause plus de dommages qu'elle n'apporte de solutions. Ce débat passe outre au fait que les écosystèmes offrent beaucoup plus de services en dehors de la nourriture et de la nature. Pensez au potentiel de purification d'eau, de pollinisation (des cultures), de stockage du carbone, de lutte contre des épidémies, etcetera. Une bonne politique spatiale tient compte de plusieurs services éco systémiques. Quelle est alors la meilleure stratégie pour un lieu spécifique, dépendamment du contexte du paysage spécifique. Pour chaque région des choix nuancés peuvent être faits. La somme des différents services éco systémiques dans un paysage où l'on choisit d'optimiser le plus de services possibles, sera souvent la plus grande que lorsqu'on choisit dans un paysage de maximiser un service par domaine²⁶. C'est pour ainsi dire du *land sharing*, que non seulement pour l'articulation entre l'agriculture et la nature, mais aussi pour beaucoup plus de services éco systémiques. Optimiser les services éco systémiques différents dans une région plus étendue, apporte au total plus que la somme des domaines plus petits où à chaque fois qu'un service a été, maximisé (*land sparing*). Ceci demande bien sûr une autre façon de penser, à savoir une vision systémique, où différents services éco systémiques sont valorisés en même temps et en tant que homologues, et où on ambitionne une stratégie de combinaison optimale. Hélas, cette vision systémique n'est pas encore *main stream* dans le contexte actuel scientifique et politique où on a tendance à séparer les disciplines scientifiques et politiques de manière réductionniste.

LA DURABILITÉ

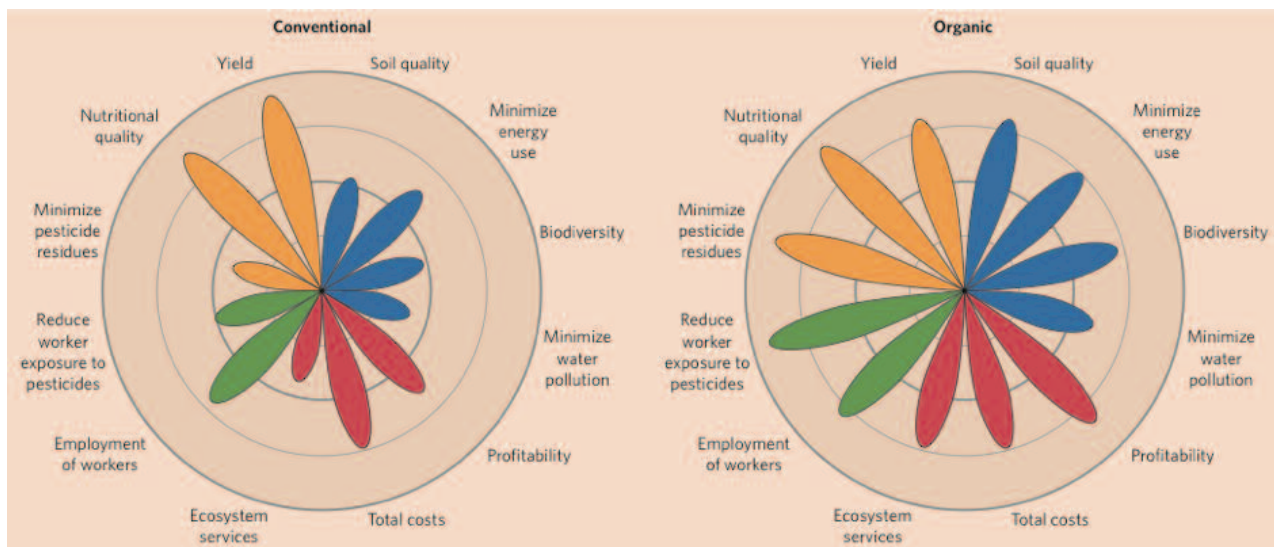
Du précédent, il apparaît que l'agroécologie obtint bel et bien de bons résultats écologiques et qu'elle a sa raison d'être pour la biodiversité. Pour ce qui concerne la productivité, l'agroécologie dispose encore d'une capacité d'amélioration. L'agroécologie obtient en outre des résultats équilibrés pour les thèmes de durabilité plus larges. Ceci est démontré par les constations de Reginald et Wachter (2016) qui ont étudié différentes méta-

²⁵ Ref. 26

²⁶ Ref. 27

études. Ils ont synthétisé leurs constatations par rapport à la durabilité (En y incluant les critères socio-économiques) de l'agriculture biologique et conventionnelle dans la figure ci-

dessous. La longueur des pétales montre à chaque fois le degré de performance par critère.



Les défis du 21^{ème} siècle

La Révolution Verte a réalisé beaucoup, mais nous ne pouvons fermer les yeux pour la réalité pénible. Aujourd'hui 795 millions d'hommes ont faim²⁷. Pas moins de 2 milliards d'hommes souffrent de 'faim cachée', ce qui veut dire qu'ils manquent certains micronutriments. Pourtant il y a un excès en nourriture de 20 à 25%, donc plus qu'il nous faut : ce n'est pas la productivité qui est en cause. La faim ne se résout pas en se fixant sur une production agricole (plus) élevée, mais est plutôt la conséquence de facteurs politiques et économiques.

LA PAUVRETÉ EST LA VRAIE CAUSE DE LA FAMINE

Il y a plus de 35 ans, le futur gagnant du prix Nobel d'Economie Amartya Sen défendait la thèse que la faim n'est pas la conséquence du manque de nourriture, mais du fait que les hommes sont trop pauvres pour acheter de la nourriture²⁸. Si nous produisons plus de nourriture, elle ne parviendrait pas à ceux qui en ont besoin le plus. Suite à la logique du libre marché mondial, la production agricole ne parviendra pas aux lieux où les

besoins sont les plus grands, mais là où elle peut être vendue au prix le plus élevé, donc au consommateur prospère. La production agricole peut d'ailleurs aussi bien être du fourrage ou des biocarburants. Le côté pervers du marché mondial est que les pays en voie de développement sont encouragés à produire pour l'exportation et à préférer les monnaies fortes à la possibilité de nourrir la propre population qui est trop pauvre pour payer sa nourriture. L'ambition d'obtenir des devises fortes comme objet principal de la production agricole, stimule aussi d'autres procès négatifs, comme le vol de terre. Les petits paysans sont de plus en plus chassés de leur terre. Ils sont forcés de laisser la place à des projets d'agriculture productiviste à grande échelle et s'ajoutent à la masse de plus en plus grande de gens pauvres en ville.

En nous fixant uniquement sur la question de produire plus, nous n'allons pas chasser la faim du monde. En accentuant, la productivité à chaque fois dans ce débat, nous négligeons les

²⁷ Ref. 28

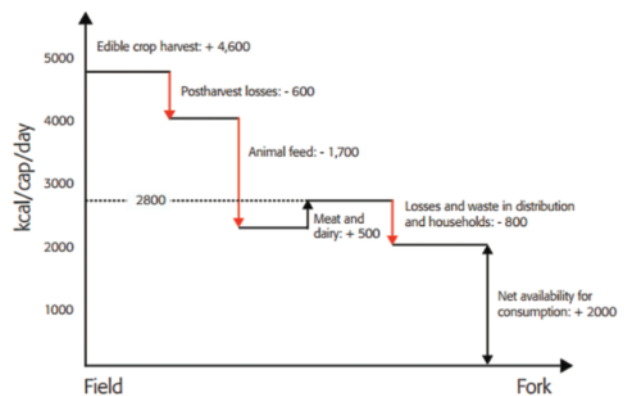
²⁸ Ref. 29



vraies causes de la faim. Les structures de pouvoir, l'inégalité et l'influence du penser du marché, sont insuffisamment mises en question. Si nous voulons arrêter ce débat trompeur et trouver des réponses sincères à la question de savoir si nous pourrions nourrir tous les hommes en 2050, il est temps de s'attaquer aux vraies causes de la faim.

LA PERTE DE NOURRITURE ET L'ÉLEVAGE INTENSIF

A côté des conséquences négatives de l'économie du libre marché et la pauvreté qui en résulte, il est possible de réaliser des bénéfices. L'institut IPES Food a calculé que pour chaque 2000 kcal que nous consommons (plus ou moins le besoin journalier par personne), nous produisons 4600 kcal²⁹. La figure ci-dessous montre schématiquement les causes principales de cette perte : les pertes après récolte, les fourrages, les pertes lors de la distribution et à l'intérieur des ménages.



Conclusion : l'agroécologie connaît de nombreux atouts

À cause d'un manque de compréhension de la problématique de la pauvreté et de la faim, l'agriculture productiviste risque de l'emporter. En accentuant l'impact relatif du système productiviste, l'impact écologique réel du système productiviste est diminué mathématiquement. Cela est hasardeux, puisqu'un chiffre relatif ne tient pas compte de l'impact écologique effectif, ni de la résistance de notre environnement. Il s'y ajoute que l'augmentation de la récolte dans l'agriculture productiviste a atteint ses limites. Un tel système est moins résilient et moins apte à affronter les changements climatiques auxquels nous devons faire face. C'est un système qui à long terme est insoutenable et qui rend impossible la production future de nourriture.

L'approche agroécologique par contre, possède de nombreux atouts. C'est une méthode d'agriculture qui rend naturellement fertile le sol, qui stimule la diversité en races et espèces et qui renforce les écosystèmes locaux. Il en suit que l'agroécologie est résiliente par rapport aux changements climatiques à attendre. Puisque l'agroécologie est une forme d'agriculture pauvre en intrants, elle est très accessible, même pour des pay-

sans qui manquent de moyens.

Tout ceci n'empêche qu'il reste beaucoup de possibilités à optimiser l'agroécologie. Il va de soi que l'agroécologie permet d'ambitionner une intensification écologique³⁰. Mais afin de réaliser ce potentiel, il nous faut de la recherche scientifique de qualité. En outre, l'esprit scientifique vis-à-vis de l'agroécologie, doit oser laisser derrière lui la pensée ancienne réductionniste et oser être très innovateur. Deux exemples sont : l'amélioration génétique pour l'agroécologie et le développement de plus de connaissance des sols et des stratégies de fertilisation.

L'AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE POUR L'AGROÉCOLOGIE

Dans le domaine de l'amélioration de races et de variétés, il reste un grand potentiel de progrès. L'amélioration classique s'est spécialisée pendant des décennies à des variétés de forte production qui en même temps dépendent fortement des engrais rapides ainsi que de l'usage des pesticides. Aujourd'hui on dépense des montants hallucinants à la recherche de la modification génétique³¹. Seule une fraction des montants de recherche, est attribuée à une amélioration qui répond aux

²⁹ Ref. 30

³⁰ Ref. 31

³¹ Ref. 32



besoins de l'agriculture écologique. De ce fait, les agriculteurs agroécologiques se voient obligés le plus souvent d'utiliser les semences conventionnelles, faute de semences adaptées.

Le travail d'amélioration qui sert l'agriculture écologique doit mettre d'autres accents. Vu l'importance des processus dans le sol, un enracinement important, tout comme les interactions avec les micro-organismes du sol, parce qu'ils aident la plante à absorber les nutriments nécessaires. Etant donné que l'usage de pesticides chimiques est à éviter dans l'agriculture écologique, les agriculteurs ont besoin de plantes qui sont compétitives par rapport aux mauvaises herbes : une forte croissance dans la première phase ou le potentiel de créer plus d'ombre (une meilleure couverture du sol). La résistance contre des maladies aussi est importante. Ceci est d'ailleurs reconnu de plus en plus dans la sélection classique, même s'il reste quand même des différences puisque d'autres techniques agricoles entraînent souvent une autre problématique³².

Mais la différence avec l'amélioration conventionnelle est encore plus grande. Dans l'amélioration conventionnelle, nous avons vu naître, au cours des années, une tendance à plus de généralisation : un nombre très limité de races génétiquement uniformes avec des caractéristiques précises et stables, qui peuvent être utilisées dans différents milieux. La législation de semences y correspond et entrave l'aspiration à la diversité, justement ce dont a besoin l'agroécologie. Dans l'agroécologie, l'interaction entre la plante et son environnement est très importante, contrairement à l'agriculture conventionnelle où l'environnement est adapté le plus possible : exempt de maladies et de pestes grâce à l'usage de pesticides et pourvu d'azote minéral à l'absorption facile. Vu que l'agroécologie interagit avec l'environnement, il est logique que le travail d'amélioration tienne compte d'une diversité en environnements. Il en résulte une résilience plus élevée. Quand on part des besoins de l'agroécologie, nous arrivons à une amélioration participative et un autre rôle sera attribué à l'agriculteur et à l'environnement local. L'amélioration de populations, où des races connaissent une diversité génétique beaucoup plus grande, aura de nouvelles opportunités et conduira à un système de

production encore plus résilient. La diversité en matériel génétique sera mise sur l'avant-plan, ce qui nous permet de faire face plus facilement aux futures maladies et pestes.

LE SOL ET LES STRATÉGIES DE FERTILISATION

Notre connaissance du sol et du réseau alimentaire du sol, de la gamme d'interactions entre les organismes du sol et les plantes, et du degré auquel tout ceci peut être mobilisé pour la production de la nourriture, est encore trop limitée. L'alimentation de la plante se trouve à la frontière entre le sol et la plante, donc en fait entre les racelles avec leur microflore adjacente et le sol. Il faut agrandir à plusieurs reprises afin de voir les micro-organismes qui y jouent leur rôle : « un monde ravissant quand on a une approche joyeuse-candide, mais très encombrant quand on aspire le contrôle », comme le dirait Joost Visser. Visser explique dans son essai très étendu³³ qu'une vaste connaissance a été perdue après la Première Guerre Mondiale. La recherche agricole d'après la guerre est partie de l'idée que le sol est un substrat inerte. Sa thèse centrale est que ce paradigme n'a pu être construit que grâce à une érosion extrême de la connaissance. La science de la nourriture de plantes d'avant la Guerre Mondiale était bien avancée et avait démontré empiriquement, que les plantes peuvent se nourrir avec des monomères, oligomères et polymères. En d'autres mots : une plante peut également absorber des composés organiques du carbone et de l'azote et n'est donc pas limitée aux composés minéraux. Après la Première Guerre Mondiale cette science a été réduite suite à un concours de circonstances. La nourriture de plante a été regardée de plus en plus partant de la question de la présence des éléments dans des formes minérales facilement absorbables par les plantes. Pourtant autour de 1900, des chercheurs constataient déjà que les plantes peuvent également absorber des composés organiques. La recherche plus récente porte à nouveau à les croire. Ceci offre des opportunités par rapport à la rétention de nutriments dans le sol et mène à une meilleure compréhension de la santé des plantes.

« Que nous puissions nourrir la population mondiale grâce aux engrais chimiques, est une déclaration élogieuse faites à

³² Ref. 33

³³ Ref. 34



son propre sujet », ainsi Visser. « On ne s'est sciemment pas servi de (l'intensification de) la fixation biologique d'azote pour augmenter la production agricole, tandis que ceci était parfaitement possible. Seulement, ceci nécessite des soins locaux d'un agriculteur compétent. Et c'est justement cet agriculteur

compétent que l'on a mis de côté par la Révolution Verte. De tous les organismes qui nous fournissent des services, de la bactérie au ver de terre et de la fourmi à l'insecte pollinisateur, il n'y en a aucun qui écoute nos ordres. Arrêtons donc à négliger ce monde. »



- ¹ Francis et al. 2003, The Ecology of Food Systems. *J. Sustainable Agriculture* 22, 99-118.
- ² Seufert V. et al. 2012. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature* 485:229-232.
- ³ Baret P. et al. 2015. Research and organic farming in Europe, report.
- ⁴ Ook andere onderzoeken wijzen daar op, bv. Reganold J. & Wachter J. 2016. Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants*. 2(2):15221.
- ⁵ Reganold J. & Wachter J. 2016. Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants*. 2(2):15221.
- ⁶ IPES-Food. 2016. From uniformity to diversity: a paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems. International Panel of Experts on Sustainable Food systems.
- ⁷ Reganold J. & Wachter J. 2016. Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants*. 2(2):15221.
- ⁸ Ray, D.K. et al. 2012. Recent patterns of crop yield growth and stagnation, *Nature Communications* 3:1293
- ⁹ IPES-Food. 2016. From uniformity to diversity: a paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems. International Panel of Experts on Sustainable Food systems.
- ¹⁰ FAO. 2017. The future of food and agriculture – Trends and challenges. Rome.
- ¹¹ Zie ondermeer: Tom Jones P. & Jacobs R. 2006, *Terra Incognita, globalisering, ecologie en rechtvaardige duurzaamheid*, Gent, Academia Press, XXiii + 647p.
- ¹² Mondelaers et al. 2009, A meta-analysis of the differences in environmental impacts between organic and conventional farming. *British Food Journal*, 111(10), 1098-1119.
- ¹³ Tuomisto et al. 2012, Does organic farming reduce environmental impacts? A meta-analysis of European research. *Journal of Environmental Management* 112 (2012) 309-320.
- ¹⁴ Tuomisto et al. 2012, Does organic farming reduce environmental impacts? A meta-analysis of European research. *Journal of Environmental Management* 112 (2012) 309-320.
- ¹⁵ Verschillende studies worden opgelijst in Visser J. 2010, *Down to earth*, 592 + VI pp.
- ¹⁶ Willekens et al. 2014, Limited short-term effect of compost and reduced tillage on N dynamics in a vegetable cropping system, *Scientia Horticulturae* 178 (2014) 79-86
- ¹⁷ D'Hose T. et al. 2016, Farm compost amendment and non-inversion tillage improve soil quality without increasing the risk for N and P leaching, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 225 (2016) 126-139.
- ¹⁸ Willekens, K., 2016. Nitrogen dynamics in relation to soil management and soil quality in field vegetable cropping systems. PhD thesis, Ghent University, Ghent, Belgium, p. 178
- ¹⁹ Bv. Willekens, K. 2016. Nitrogen dynamics in relation to soil management and soil quality in field vegetable cropping systems. PhD thesis, Ghent University, Ghent, Belgium, p. 178
- ²⁰ Wichern, F. 2016. Cover crops trigger nitrogen uptake by soil microorganisms, abstract in 19th nitrogen workshop, Skara, Sweden 27-29/7/2016.
- ²¹ Willekens et al. 2014, Limited short-term effect of compost and reduced tillage on N dynamics in a vegetable cropping system, *Scientia Horticulturae* 178 (2014) 79-86 en Willekens, K., Vandecasteele, B., Buchan, D., De Neve, S., 2014a. Soil quality is positively affected by reduced tillage and compost in an intensive vegetable cropping system. *Appl. Soil Ecol.* 82, 61-71.
- ²² Borlaug, N. 2007, Feeding a hungry world, *Science* vol 318, 359
- ²³ Keulemans et al., Voedselproductie en voedselzekerheid: de onvolmaakte waarheid. Metaforum visietekst 14.
- ²⁴ Rudel T. et al. , 2009, Agricultural intensification and changes in cultivated areas, 1970-2005, *PNAS* 106(49) 20675-20680.
- ²⁵ Ewers, M. et al., 2009, Do increases in agricultural yield spare land for nature? *Global Change Biology* 15(7): 1716-1726.

- ²⁶ Kuijken E. 1988 Beleidsvisie voor het Natuurbehoud in Vlaanderen (eindontwerp) Rapport Instituut voor Natuurbehoud A 88 .15; 45p
- ²⁷ Lerouge F. et al. 2019, Revisiting production and ecosystem services on the farm scale for evaluating land use alternatives. *Environmental Science & Policy* 57:50-59.
- ²⁸ FAO, 2015, The state of food insecurity in the world.
- ²⁹ Sen A., 1981, Poverty and Famines. An essay on entitlement and deprivation, Oxford: Clarendon Press.
- ³⁰ Frison E. Et al. 2016. From uniformity to diversity, report.
- ³¹ Tittone P., 2013, Farming systems ecology, towards ecological intensification of world agriculture, Inaugural lecture upon taking up the position of Chair in Farming Systems Ecology at Wageningen University.
- ³² Baret P. et al. 2015. Research and organic farming in Europe, report.
- ³³ Voor meer info, zie bijvoorbeeld Wolfe et al. 2008, Developments in breeding cereals for organic agriculture, *Euphytica* 163:323-346.
- ³⁴ Visser J. 2010, Down to earth, 592 + VI pp.
- ³⁵ Schmidt, S. et al. (2013), The mixotrophic nature of photosynthetic plants. *Functional Plant Biology*, 40:425-438.
- ³⁶ Persoonlijk contact met J. Visser.