

L'agriculture écosystémique - une perspective pour une production alimentaire durable ?

(Partie 1 - Contexte)

Frank Adams
Semencier, maraîcher, enseignant et formateur
Luxembourg, août 2022

Cet article est basé sur 30 ans de mise en application des principes de l'agriculture écosystémique¹ en maraîchage. La première partie explique la motivation et l'orientation de cette approche et présente des informations issues de la biologie, de l'économie, de la psychologie et de la philosophie censées la confirmer.

Table de matière

1. Résumé des questions abordées dans l'article
2. Le concept de développement durable
3. Quelles sont les raisons de la trajectoire suicidaire de l'humanité ?
4. Le rapport à la vie - aspects psychologiques
5. Le rapport à la vie - aspects biologiques
6. L'homme et la nature - un état des lieux
7. Approches technologiques pour l'agriculture
8. La production végétale écosystémique
9. Questions critiques sur l'approche écosystémique
10. Remarque finale
11. Sources et informations complémentaires

1. Résumé des questions abordées dans l'article

L'homme a poussé les ressources et les écosystèmes de la planète au-delà de leurs limites et de leur capacité de régénération. Quelles sont les raisons de cette trajectoire suicidaire ? L'homme a-t-il une relation perturbée avec la nature ?

Comment la population mondiale de demain pourra-t-elle être bien nourrie, en quantité et en qualité, tout en assurant une gestion durable des ressources et de la nature ?

Les systèmes alimentaires de demain seront-ils de type technologique et largement déconnectés d'un contexte naturel ? L'homme doit-il contrôler la nature pour pouvoir se protéger dans une large mesure de son imprévisibilité ?

Ou bien, une nouvelle compréhension de la nature en tant que système symbiotique, peut-elle ouvrir la voie à une agriculture écosystémique et agroécologique sans pesticides, basée sur des semences locales et une gestion innovante de l'humus ?

2. Le concept de développement durable

Depuis que le Club de Rome a publié son rapport « Les limites à la croissance » en 1972, il est admis que la croissance économique linéaire associée à l'épuisement des ressources naturelles n'est pas le bon plan si l'humanité veut vivre tranquillement et sans limite de temps sur la planète Terre. Les calculs effectués par ordinateur à l'époque se sont jusqu'à

¹ La culture écosystémique est expliquée plus en détail au paragraphe 8. Il s'agit d'une méthode qui se base principalement sur des méthodes qui s'inspirent des interactions écosystémiques dans la nature et qui se focalisent sur l'amélioration de la santé du sol et des plantes cultivées. Le but recherché est une vitalité et une rusticité naturelles des plantes cultivées et, par conséquent, l'abandon de l'utilisation de pesticides.

présent avérés conformes à la réalité, comme l'a montré une première analyse effectuée environ 30 ans après la publication du rapport. En 1972, le point de basculement, à partir duquel les courbes jusqu'alors ascendantes dépasseraient leur point culminant avant de commencer à décroître, avait été prévu entre 2020 à 2030 environ.²

En tout cas, la communauté internationale des Nations unies a organisé de nombreuses conférences au cours des trois dernières décennies et a également fixé des objectifs assez ambitieux dans différentes conventions et accords, le plus récemment dans les 17 objectifs de développement durable de l'Agenda 2030 de 2015.

Le fait que l'on ne puisse maintenir durablement la prospérité économique que si l'on tient compte simultanément des impératifs écologiques et sociaux est aujourd'hui connu de tous les écoliers sous le nom des « trois piliers du développement durable ». Le changement climatique est choisi comme exemple emblématique de la catastrophe qui s'approche, et les *Fridays For Future* des jeunes générations ont désormais également fait entrer le slogan « Sauvons la planète » dans le langage courant.

La perte de biodiversité, la disparition des insectes, la pollution et la destruction des écosystèmes, les déchets plastiques dans les océans, la toxicité des pesticides chimiques et la diminution des terres agricoles en raison de l'urbanisation et de l'érosion font désormais de plus en plus souvent la une des médias.

Une question peut-être encore plus fondamentale est celle de savoir comment la population mondiale en croissance constante pourra être suffisamment nourrie à l'avenir, alors que les sols agricoles diminuent parallèlement en qualité et en quantité (paradoxe). A cela s'ajoute la question de savoir comment l'agriculture peut être menée sans polluer et détruire la nature (dilemme).³

3. Quelles sont les raisons de la trajectoire suicidaire de l'humanité ?

Pourquoi les hommes scient-ils la branche sur laquelle ils sont assis, comme l'a formulé Bertold Brecht vers 1935 ?

Si l'on suit une voie suicidaire, c'est-à-dire que l'on flirte (consciemment ou inconsciemment) avec la mort, cela devrait logiquement signifier que l'on a un rapport perturbé avec la vie.

La nature de la planète Terre représente la vie. Tant que l'on n'a pas trouvé de vie (intelligente) ailleurs dans l'univers, la nature de la planète Terre est notre point de repère et de référence.

Si les hommes ont donc une relation perturbée avec la vie, cela signifie probablement aussi une relation perturbée avec la nature.

Les gens semblent croire qu'ils ont la liberté de défier des lois naturelles vieilles de plusieurs milliards d'années et de mener un mode de vie abusif et linéaire au lieu de s'orienter vers des processus régénératifs et cycliques.

Or, chaque courbe ascendante est nécessairement suivie d'un mouvement descendant ; la nature entière fonctionne selon le « principe de la vague ». Une croissance économique perpétuelle et linéaire serait donc « contre-nature ».

Quelle est la position de l'homme par rapport à la nature ? Se situe-t-il au-dessus, en dessous ou à côté d'elle ? Et comment la comprend-il ?

Voici quelques réflexions qui peuvent paraître inhabituelles au premier abord, mais qui se situent entre la psychologie, la philosophie et la biologie et qui n'ont d'autre prétention que de susciter la réflexion.

² Dennis Meadows, l'un des principaux scientifiques de l'étude commandée par le Club de Rome, a annoncé en 2012, lors de ses tournées de conférences de l'époque, que l'effondrement systémique mondial était désormais inévitable, car l'humanité n'avait effectué que des corrections directionnelles insignifiantes depuis 1972.

³ Le Dr Stacy Pyett de l'université de Wageningen a calculé qu'il y a suffisamment de terres arables et de nourriture pour la population mondiale si l'on produit peu de viande et beaucoup de protéines végétales.

4. Le rapport à la vie - aspects psychologiques

L'« inconscient collectif », exploré par Carl Gustav Jung dans le cadre de sa psychologie analytique, a ouvert la voie à la psychologie des profondeurs et également à l'« écopsychologie », qui s'est établie au cours du 20^e siècle à la croisée de la science et de l'ésotérisme. Il s'agit aussi bien d'archétypes religieux et mythologiques que de sciences sociales et de biologie de l'évolution.

Dans la Genèse de la Bible, le « péché originel » et l'expulsion du paradis terrestre qui en résulte font d'Adam le premier agriculteur de l'histoire de l'humanité, qui doit vivre (et subir) la production de nourriture comme un labeur exténuant sans garantie de résultat. Est-ce là l'archétype de l'agriculture en tant que lutte contre la nature ?

A l'époque de la révolution scientifique et des Lumières, René Descartes a appelé l'humanité, dans son « Discours de la méthode » de 1637, à maîtriser la nature et à se l'approprier par le biais de la science et de l'artisanat.⁴

Le désir de dominer la nature, appelée populairement « mère nature » en raison de ses propriétés clairement féminines de don et de préservation de la vie, est-il peut-être la cause psychologique profonde du patriarcat ?

Le mythe de Pygmalion reflète-t-il le désir archétypal masculin de soumettre et de contrôler la femme, tout en profitant des avantages de sa nature féminine ?

Le mythe d'Œdipe suggère-t-il, par exemple, que les hommes restent toute leur vie des « petits garçons » qui ont une relation d'amour perturbée avec leur mère et qui doivent constamment prouver leur force, notamment face aux autres hommes (compétition, guerre...) ?

L'« invention » de la guerre comme pouvoir de prendre la vie est-elle l'expression d'une sorte de jalousie par rapport au pouvoir doux mais d'autant plus puissant des femmes de donner la vie ?

Le concept attribué à Héraclite, selon lequel la guerre est le « père de toutes choses », se perpétue en tout cas jusqu'à aujourd'hui à travers la philosophie et la politique.

Les hommes ont-ils donc peur de la mystérieuse force des femmes qui donne et préserve la vie ? Est-ce pour cela que l'on cultive des plantes stériles et que l'on « privatise » les semences ? Les hommes doivent-ils aussi montrer à « Mère Nature » « qui est le seigneur à la maison » ? Est-ce pour cela que l'on fait la guerre à la nature en abattant les forêts, en pratiquant la culture sur brûlis et en utilisant des pesticides ?

Ou bien la peur de la nature et la manie de domination qui en résulte s'expliquent-elles tout simplement, du point de vue de la biologie de l'évolution, par l'influence incontrôlable du tronc cérébral (également appelé « cerveau reptilien »), qui nous fait instinctivement fuir les scorpions venimeux et les ours affamés ?

Les forces motrices derrière la « technologie de destruction de la nature » dans son ensemble sont-elles peut-être même un cocktail de gynophobie, de cerveau reptilien et d'intelligence créative ?

5. Le rapport à la vie - aspects biologiques

Comment l'homme comprend-il la nature ? Comment l'étudie-t-il pour mieux la comprendre ? Il s'agit ici de la biologie et de ses sous-domaines, à savoir l'évolution, la génétique et l'écologie.

Avec sa théorie de l'évolution, Charles Darwin a fondé l'idée d'une nature dans laquelle la lutte pour la survie et les mutations spontanées, associées à une sélection naturelle, sont les moteurs de l'évolution.

Cette théorie a permis à Darwin d'expliquer la vie sans « sens cohérent, ni ordre supérieur » et sans « créateur », ce qui le place dans la tradition de la révolution scientifique et des Lumières, qui ont permis de séparer la religion de la science.

⁴ « ...nous rendre comme maîtres et possesseurs de la nature »

La recherche du 20^e siècle a fait d'importantes découvertes dans les domaines de la génétique, de l'écologie et de la théorie des systèmes, qui élargissent la théorie de Darwin et la remettent en question sous certains aspects.

La théorie de l'« endosymbiose », longtemps rejetée, est considérée comme un jalon important. Lynn Margulis a contribué à sa percée en décrivant les processus symbiotiques comme la base de l'évolution.⁵

Entre-temps, le rôle des symbioses dans la nature a été considérablement revalorisé, au point que certains chercheurs reconnaissent également le parasitisme comme une forme de symbiose, en plus du mutualisme et du commensalisme.⁶

S'y ajoute le domaine relativement nouveau de l'épigénétique, avec ses mécanismes d'adaptation induits par l'environnement, qui régulent l'expression de l'ADN et qui sont génétiquement transmissibles mais aussi réversibles. L'épigénétique a donné un regain d'intérêt à la théorie de l'évolution de Jean-Baptiste de Lamarck, qui était à l'époque en défaveur à la théorie de Darwin, moins téléologique.⁷

Les mécanismes d'évolution microbienne du transfert horizontal de gènes (HGT), découverts dans le cadre de la recherche sur le génome, sont également relativement récents. Il s'agit de mécanismes d'échange d'informations génétiques entre des microbes de différentes espèces, mais aussi entre des espèces supérieures éloignées des frontières de la population, en utilisant des « éléments mobiles » comme vecteurs.⁸

Ces nouvelles découvertes indiquent-elles que la science doit sinon réviser, du moins élargir sa compréhension actuelle de la nature ? La nature est-elle plutôt une cohabitation symbiotique qu'une opposition hostile ? Une « nouvelle » image de la nature pourrait-elle aider l'homme à modifier son rapport et son comportement vis-à-vis de la nature dans le sens d'une coexistence symbiotique et harmonieuse ?⁹

6. L'homme et la nature - un état des lieux

Pourquoi l'homme s'est-il autant éloigné du « paradis terrestre » ? Le paradis n'est-il peut-être qu'une utopie mythologique, une sorte de vœu pieux pour donner un peu plus de sens à la vie ? L'harmonie entre l'homme et la nature peut-elle devenir possible dans un avenir proche ?¹⁰

En fait, il semble que l'homme n'ait jamais été aussi éloigné de la nature qu'aujourd'hui.

Depuis les années 1970, on qualifie la nature d'« environnement » qu'il faut protéger, et depuis quelques années, on veut « sauver la planète ». S'agit-il de signes sémantiques indiquant que l'homme a effectivement perdu la conscience qu'il fait partie intégrante de la nature et qu'il n'est ni au-dessus, ni au-dessous, ni à côté d'elle ?

⁵ La théorie endosymbiotique décrit l'étape évolutive des êtres unicellulaires vers les êtres multicellulaires comme une « fusion » de différents organismes unicellulaires suivie d'une spécialisation sous forme d'organites tels que le noyau, les mitochondries et les plastides (voir Lynn Margulis « Symbiotic Planet »).

⁶ Voir par exemple les travaux de Louis Villarreal et Frank Ryan.

Un exemple de ce changement de perception est l'hypothèse selon laquelle le parasitisme des nids est une forme de coopération visant à préserver la diversité génétique (<https://www.americanscientist.org/content/putting-eggs-in-many-baskets>).

⁷ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012160616302974>

Comme les mécanismes épigénétiques ne reposent pas sur des mutations spontanées, mais présentant un lien de cause à effet avec des influences environnementales, ils sont considérés comme des mécanismes d'adaptation « actifs », dont Lamarck avait fait l'hypothèse dans sa théorie.

⁸ https://fr.wikipedia.org/wiki/Transfert_horizontal_de_g%C3%A8nes

Aujourd'hui, les vecteurs reconnus de l'HGT sont non seulement les bactériophages et les plasmides, mais aussi les virus en général et les transposons (<https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.0806548105>).

⁹ Le « grand méchant loup », tout comme d'autres « super-prédateurs », se voit réhabilité en tant que gardien d'écosystème : <https://www.jeparsauxusa.com/loups-a-yellowstone/> www.science-et-vie.com/article-magazine/super-predateurs-cest-au-sommet-que-se-joue-le-destin-des-ecosystemes

¹⁰ Jean de Kervasdoué en tout cas prévient d'une approche naïve de la nature et soutient l'approche productiviste et biotechnologique dans son livre « Ils croient que la nature est bonne ». La voix de la raison ?

L'actuelle crise de Corona, dont l'ampleur globale constitue à différents points de vue une première dans l'histoire de l'humanité, n'est pas considérée par certains écologistes et médecins comme un événement séculaire exceptionnel, mais comme un phénomène seuil d'une nouvelle ère, où les zoonoses épidémiques deviennent la nouvelle normalité. La destruction progressive des écosystèmes naturels est considérée comme l'une des causes principales de l'augmentation du nombre et de l'intensité des zoonoses.¹¹

La nature est-elle fondamentalement « hostile » à l'homme, ou celui-ci en a-t-il fait son ennemi ?¹² A-t-il besoin de toujours plus de pesticides et de vaccins pour pouvoir subsister sur cette planète ? La biotechnologie est-elle la clé d'un avenir durable en tant que moyen ultime de contrôler une nature indomptable et dangereuse ?

En effet, les pesticides et antibiotiques chimiques classiques se sont révélés être une sorte de boomerang ; il y a certes un effet souhaité à court terme, mais tout peut ensuite se retourner sous la forme d'insectes, de mauvaises herbes, de champignons et de bactéries résistants. Les êtres humains sont alors eux-mêmes les victimes finales, confrontés aux défis d'un empoisonnement croissant de l'environnement et d'une dégradation de leur propre santé.¹³

Les « ciseaux génétiques » apporteront-ils enfin la paix aux êtres humains ? Le développement de la technologie CRISPR Cas9, « copiée » sur des bactéries, a valu en 2020 le prix Nobel de chimie à deux femmes non seulement intelligentes et travailleuses, mais aussi très sympathiques.¹⁴ Outre la résolution des problèmes liés aux organismes nuisibles et aux mauvaises herbes, la biotechnologie devrait également offrir des solutions au dilemme alimentaire de l'humanité.

Ne peut-il donc pas y avoir d'accord « naturel » avec la nature dans le domaine de la production alimentaire ? L'agriculture biologique n'est-elle qu'un modèle transitoire jusqu'à ce que la biotechnologie se soit développée au point que l'homme puisse contrôler, tenir à distance et diriger la nature de manière générale ?

Les processus progressifs de technologisation et de digitalisation de la production alimentaire font apparaître trois approches comme porteuses d'avenir :

- Biotechnologie verte (*smart breeding, gene editing*)
- Agriculture biologique industrielle (production mécanisée, standardisée et mondialisée sans intrants chimiques de synthèse)
- Systèmes d'hydroponie et d'aquaponie automatisés numériquement (*vertical indoor farming*).

Sommes-nous à la veille de l'abandon définitif d'une agriculture qui s'adapte à la nature et d'une percée générale des technologies qui adaptent la nature aux besoins de l'homme ? Aura-t-on encore besoin d'êtres humains dans la production alimentaire de demain, alors qu'aujourd'hui déjà, les tracteurs sont pilotés par des ordinateurs et des satellites et que des robots cueillent des poivrons ou éliminent les mauvaises herbes dans les champs ?

7. Approches technologiques pour l'agriculture

La question de savoir comment nourrir la population croissante de la Terre alors que la quantité et la qualité des terres arables diminuent a pris une autre tournure oppressante dans le sillage de la crise de Corona et de la guerre en Ukraine.

¹¹ <https://notre-environnement.gouv.fr/actualites/essentiels/article/zoonoses-quels-liens-entre-atteintes-a-la-biodiversite-et-pandemies>

<https://www.courrierinternational.com/article/coronavirus-la-destruction-des-ecosystemes-par-lhumain-favorise-lemergence-depidemies>

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/biodiversity/>

¹² Les agents pathogènes de la peste et du choléra étaient à l'origine des bactéries inoffensives pour l'homme, explique Salvador Almagro-Moreno de la Burnett School of Medical sciences en Floride dans son article « How Bacterial Pathogens Emerge ». <https://www.americanscientist.org/article/how-bacterial-pathogens-emerge>

¹³ <https://www.cdc.gov/onehealth/basics/index.html>

<https://www.boell.de/pestizidatlas>

¹⁴ <https://fr.unesco.org/news/jennifer-doudna-emmanuelle-charpentier-remportent-prix-nobel-chimie-2020>

Ainsi s'ajoutent à la surpopulation, le changement climatique, la perte de biodiversité et la raréfaction des ressources de nouveaux problèmes indiquant la fragilité de nos systèmes économiques et alimentaires : les maladies infectieuses zoonotiques, les goulots d'étranglement de la production, les restrictions commerciales, la hausse des prix de l'énergie et des denrées alimentaires et les conflits politiques. Les médias évoquent de plus en plus ouvertement la possibilité d'une crise alimentaire qui ne toucherait pas uniquement les pays pauvres et étayent un tel scénario par des prévisions fondées sur des recherches. Actuellement, des voix politiques s'élèvent déjà pour demander un report du « Green Deal » européen et exiger une production agricole alimentaire industrielle sur toutes les surfaces disponibles. Selon ce point de vue, les objectifs écologiques tels que la protection de la biodiversité et la réduction de l'utilisation de pesticides ne doivent pas être prioritaires, du moins temporairement, sous le signe de la prévention de la crise alimentaire qui menace.¹⁵

Dans ce contexte, la question de l'autonomie alimentaire des régions est également rediscutée. Quelle que soit la crise potentielle ou réelle, qu'elle soit de nature écologique, économique ou sociale, les aliments produits localement sont redécouverts, et ce en tant que moyen de prévention des crises et pilier important de la sécurité alimentaire.

Les fermes d'insectes et d'algues, la viande artificielle, la production végétale verticale en intérieur, l'agriculture de précision intelligente et la biotechnologie verte sont les pistes de solutions technologiques pour l'alimentation du futur. Elles peuvent toutes être associées au concept de production alimentaire locale. Mais elles représentent aussi des étapes supplémentaires dans le processus de la « séparation de la nature », ce qui n'est pas une raison de s'inquiéter, du moins pour les adeptes du transhumanisme en tant que philosophie de vie et perspective d'avenir.¹⁶

La technologie et la séparation de la nature sont-elles donc les approches qui montrent la voie ? Une agriculture agro-écologique, pratiquée dans les champs et, qui plus est, en harmonie avec les principes de la nature, doit-elle être considérée comme un modèle en voie de disparition plutôt que comme une perspective d'avenir réaliste ?

Actuellement, la production de denrées alimentaires de base stockables telles que les céréales et les légumineuses est toutefois indissociable d'un contexte agricole. Ces cultures, pratiquées sur de grandes surfaces, concernent bien sûr en premier lieu les hydrates de carbone produits par la photosynthèse, qui fournit à l'homme de l'énergie à partir de la lumière solaire transformée.

8. La production végétale écosystémique

La production végétale écosystémique vise à préserver l'environnement naturel de production du sol, du soleil, de la pluie, de la matière organique et de l'écosystème, et donc à adapter la culture à la nature plutôt que l'inverse. La permaculture et l'agroforesterie en sont des exemples. Mais la culture classique en plein champ de plantes alimentaires annuelles et bisannuelles peut également être gérée de manière écosystémique.

La production végétale écosystémique peut être définie comme une « coopération » entre l'homme et la nature. Les définitions courtes sont belles, mais elles demandent des précisions supplémentaires ou appellent d'autres questions.

L'agriculture est une culture et non une nature, c'est donc quelque chose d'artificiel dès le départ.

La coopération présuppose un consentement mutuel. Sous quelle forme les plantes cultivées ont-elles donné leur consentement ? Les maladies et les insectes nuisibles sont-ils également des « coopérateurs » ? Comment peut-on qualifier de « partenaires » des insectes, des plantes et peut-être même des microbes ?

La brève définition de la production végétale écosystémique repose donc d'abord sur des modes de pensée anthropocentriques.

¹⁵ <https://www.euractiv.fr/section/plan-te/news/securite-alimentaire-lexecutif-europeen-divise-sur-la-%E2%80%89suspension%E2%80%89-des-objectifs-du-green-deal-pour-lagriculture/>

¹⁶ <https://fr.wikipedia.org/wiki/Transhumanisme>

Les trois pratiques de base de la culture écosystémique de plantes alimentaires sont :

- Multiplication évolutive *on farm*¹⁷ des semences,
- Absence d'utilisation de pesticides et
- Utilisation de préparations pour l'amélioration du sol.

Alors que l'agriculture biologique établie montre depuis quelques décennies des tendances à l'industrialisation progressive, la production végétale écosystémique est une forme de culture spécifiquement locale et pourrait être qualifiée de « niche dans la niche ».

En effet, la production et l'utilisation de semences locales ainsi que le renoncement à tout pesticide correspondent à une méthode qui n'est possible que pour des exploitations et des situations spécifiques ; c'est pourquoi cette approche ne sera présentée ici qu'à titre indicatif, mais ne sera pas préconisée comme la meilleure solution.

Multiplication évolutive *on farm* des semences

Les semences développées dans un contexte *on farm* jouent un rôle central dans le cadre de la production végétale écosystémique. Il s'agit d'obtenir des semences à partir des plantes cultivées et de répéter régulièrement ce processus, ce qui permet d'obtenir des générations de plantes continues et successives. Le semencier peut toujours choisir les meilleures, les plus belles, les plus saines plantes comme porte-graines (sélection humaine), et la nature procède ensuite à la sélection naturelle. Seuls les porte-graines qui résistent à toutes les formes biotiques et abiotiques de « stress environnemental » que leur impose l'écosystème finiront par produire des graines.

Les semences *on farm* reposent sur une conception de l'évolution qui va au-delà des paradigmes darwiniens (mutations spontanées, sélection naturelle, avantage évolutif). Cette conception de l'évolution reconnaît trois niveaux d'évolution génétique :

- Transmission de caractères inscrits dans l'ADN par voie sexuelle et générative
- Transmission d'informations épigénétiques par voie sexuelle et générative
- Transmission d'informations génétiques par transfert horizontal de gènes (HGT).

L'évolution est donc basée sur l'information et la communication. Le flux d'informations génétiques et épigénétiques est soit vertical (d'une génération d'une espèce à l'autre), soit horizontal (entre les membres d'une même espèce ou entre différentes espèces). L'aspect vertical et l'aspect horizontal de l'évolution interagissent de manière indissociable.

L'importance centrale des mécanismes épigénétiques et du transfert horizontal de gènes dans les interactions évolutives écosystémiques fait l'objet de recherches conséquentes depuis une vingtaine d'années et est de mieux en mieux comprise ; elle reste cependant un domaine spécialisé de la génétique relativement peu pris en compte à l'heure actuelle.

Les interactions plante-environnement sont de plus en plus prises en compte également dans le développement biotechnologique des variétés, et cela non seulement dans le domaine des agents pathogènes et des ravageurs, mais aussi au niveau de la vie microbienne du sol et de ses relations symbiotiques avec la plante (p. ex. rhizobium et mycorhizes).

Or, l'industrie semencière travaille principalement avec des variétés hybrides non reproductibles par semences et avec des variétés protégées par des certificats d'obtention végétale et des brevets. De plus, les variétés industrielles sont souvent très homogènes sur le plan génétique et très proches les unes des autres, ce qui signifie qu'elles manquent de variabilité génétique intra- et intervariétale.¹⁸

¹⁷ *on farm*, littéralement « à la ferme » signifie un contexte artisanal suivi par des praticiens. Ce terme se distingue alors d'une sélection et multiplication semencière dans le cadre des entreprises semencières. Comme *on farm* a une signification large qui inclut des entreprises maraîchères, des vergers et des jardins des particuliers, on utilise cet anglicisme.

¹⁸ variabilité génétique intravariétale : diversité génétique au sein d'une variété, donc entre les plantes / variabilité intervariétale : diversité génétique entre différentes variétés, qui ne se ressemblent donc pas.

Cela révèle que de nombreuses variétés industrielles modernes, si ce n'est la plupart d'entre elles, ne permettent pas de processus évolutifs *on farm*. La raison en est que les processus progressifs d'adaptation et de développement sont basés sur la multiplication de semences et la diversité génétique (hétérogénéité).¹⁹

Renoncer à l'utilisation de pesticides

Albert Howard, pionnier britannique de l'agriculture biologique, avait déjà déduit de ses expériences en Inde dans les années 1930 que les maladies et les nuisibles

- indiquent un déséquilibre dans le système,
- font retourner les plantes trop faibles dans le cycle de la matière organique et
- ne jouent pas un rôle perturbateur mais régulateur dans le contexte de l'homéostasie.²⁰

Selon l'approche conventionnelle, la maladie est un facteur de perturbation inutile qu'il faut éliminer par tous les moyens. Selon l'approche écosystémique, la maladie est le signe d'un déséquilibre et représente en même temps le début d'un processus de guérison (mécanismes de l'autorégulation selon le principe de l'homéostasie).

Lutter contre les symptômes ne peut pas mener au but si la cause du problème persiste. L'approche de la lutte contre les symptômes conduit à un succès à court terme, mais à une intensification du problème à moyen et long terme. Ces choses sont connues depuis un certain temps déjà, mais ce principe n'est pas encore souvent pris en compte dans la pratique.

La simple lutte contre les symptômes conduit inévitablement au mécanisme de sélection naturelle d'organismes nuisibles résistants. Cela aussi est désormais bien connu.

Les germes multirésistants dans les hôpitaux, qu'aucun antibiotique ne peut plus combattre, ont placé le développement de nouveaux antibiotiques dans une situation de course contre la montre ; les germes ont désormais toujours une longueur d'avance. C'est pourquoi de nouvelles solutions sont actuellement recherchées, notamment dans le domaine de la biotechnologie.²¹

Le développement de la résistance aux herbicides chez les mauvaises herbes fait l'objet de recherches depuis la fin des années 1950. L'utilisation régulière d'herbicides, toujours avec le même produit, peut conduire à l'apparition de *superweeds*, c'est-à-dire de mauvaises herbes devenues résistantes aux herbicides par sélection naturelle et processus épigénétiques.

En conclusion, cela signifie que même les cultures rendues génétiquement résistantes au glyphosate (soja, maïs, betterave sucrière, colza, luzerne, coton) ne peuvent avoir de succès que si les mauvaises herbes qui les accompagnent ne deviennent pas elles aussi naturellement résistantes au glyphosate.²²

Les chercheurs et les entreprises chimiques impliqués dans le domaine de la biotechnologie partent toutefois du principe que, malgré les échecs initiaux des premières décennies, la biotechnologie verte sera en mesure, dans un avenir prévisible, de résoudre durablement les problèmes de l'humanité liés aux ravageurs, aux mauvaises herbes et aux maladies, car de nouvelles connaissances sont continuellement acquises et des progrès sont réalisés avec le *gene editing* (édition génomique).²³

En revanche, dans la production végétale écosystémique, une « pression sélective naturelle » est le point de départ du concept de protection des plantes : au lieu d'utiliser des pesticides qui protègent certes les plantes cultivées mais qui sélectionnent également les

¹⁹ Le nouveau règlement bio (UE) 2018/848 reconnaît au point 13 du préambule que la variabilité génétique est un moyen de contenir les maladies des plantes et de renforcer la résistance des plantes cultivées. La conclusion de cela est la possibilité de pouvoir réduire l'utilisation de pesticides.

²⁰ Albert Howard: An Agricultural Testament, 1940, Kapitel XI

²¹ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2839888/>
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6057273/>

²² https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9sistance_au_glyphosate

²³ https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89dition_g%C3%A9nomique

organismes nuisibles et les mauvaises herbes résistants, les plantes cultivées doivent, dans la mesure du possible, relever le défi des maladies et des ravageurs « par leurs propres moyens ».²⁴

Il est toutefois important que les maladies et les ravageurs ne soient pas considérés comme un problème en général, mais comme les symptômes d'un problème. Deux exemples brièvement esquissés peuvent illustrer l'approche écosystémique dans ce domaine :

- Les « maladies fongiques » participent au recyclage de la matière organique. Si elles apparaissent sur de vieilles plantes, c'est normal, si elles apparaissent sur de jeunes plantes, c'est le signe d'un déséquilibre (carence, surabondance, substances étrangères nocives...) chez les plantes ou dans le sol. Les fongicides n'éliminent pas le problème de fond, les mesures de renforcement du sol et des plantes sont préférables.
- Les pucerons apparaissent lorsqu'une plante présente un déséquilibre au niveau de la circulation de la sève (déséquilibre entre les parties souterraines et aériennes dont les causes possibles sont nombreuses). À court terme, un petit écosystème s'installe, composé de la plante, des pucerons, des fourmis et des coccinelles. Lorsque la plante a retrouvé son équilibre, les trois espèces animales disparaissent et se tournent vers d'autres « tâches ».

Bien entendu, jusqu'à présent, les relations entre les plantes, les ravageurs et les maladies ne sont généralement pas qualifiées de « symbiotiques ».²⁵

Afin de soutenir les plantes dans le développement d'une vitalité et d'une résistance naturelles et de renoncer aux pesticides, la production végétale écosystémique fait appel à la culture évolutive des semences et à la gestion durable du sol.

Utilisation de préparations améliorant le sol

Les semences et le sol sont les deux ressources fondamentales de l'agriculture. L'agriculture actuelle connaît une « érosion » dans ces deux domaines : l'érosion génétique due à la perte des variétés traditionnelles de plantes alimentaires²⁶ et l'érosion du sol due à la diminution de l'humus, à la régression de la vie du sol et à une ablation des particules fines du sol.²⁷

L'érosion du sol est reconnue comme un problème central de l'agriculture, mais elle est encore souvent expliquée de manière purement mécanique et physique. Jusqu'à présent, l'importance de l'humus, des complexes argilo-humiques, de la vie du sol et de la « consolidation biologique » des agrégats du sol n'est souvent mentionnée que de manière marginale dans sa fonction de protection contre l'érosion du sol.

La fertilisation organique préserve la teneur en humus du sol, qui offre à son tour un habitat à la vie du sol. L'humus, la vie du sol et les racines des plantes forment ainsi une unité organique avec des transitions fluides.

En fait, le concept d'« humus permanent » stable existe depuis le début de l'agriculture. Il s'agit de la Terra Preta, la « terre noire », des vestiges millénaires d'anciennes cultures avancées. Ces cultures ont disparu, leurs sols fertiles sont toujours là. Aujourd'hui, la situation est exactement inverse.²⁸

²⁴ Les plantes peuvent se défendre elles-mêmes contre les maladies et les parasites en synthétisant différents métabolites dits secondaires, qui ont été baptisés « phytoncides » après leur découverte scientifique en 1928 (<https://de.wikipedia.org/wiki/Phytonzide>). En outre, la pression sélective et les processus épigénétiques intergénérationnels doivent également être considérés comme des mécanismes naturels de développement de résistance chez les plantes.

²⁵ Philip S. Callahan, entomologiste américain primé, mais dont les travaux sont restés relativement ignorés jusqu'à aujourd'hui, a étudié dès les années 1960 la relation symbiotique entre les insectes nuisibles et les plantes, et ce au niveau du rayonnement infrarouge comme moyen de communication.

²⁶ <https://www.fao.org/3/x0171e/x0171e03.htm>

²⁷ <http://omafra.gov.on.ca/english/engineer/facts/12-053.htm>

²⁸ https://fr.wikipedia.org/wiki/Terra_preta

L'humus permanent consiste à améliorer la structure et la biochimie des sols arables grâce au charbon végétal (biochar). Les sols améliorés par le charbon végétal ne sont pas seulement des réservoirs d'éléments nutritifs à la structure stable, ils peuvent également bien stocker et évacuer l'eau et ont un bon échange gazeux. De plus, ils offrent un habitat à une vie du sol riche et diversifiée et ne nécessitent pas de labour avec des engins lourds. L'ensemble de ces éléments constitue le principe d'une fertilité durable du sol et de sa protection contre l'érosion à long terme. L'utilisation de charbon végétal pour l'amélioration et le maintien de la fertilité des sols est en outre considérée comme une pratique agricole non nuisible au climat.²⁹

Outre le biochar et la Terra Preta, il est également possible d'utiliser des composts et des purins de plantes à fermentation anaérobie, qui ont non seulement un pouvoir fertilisant naturel, mais qui « inoculent » également le sol avec des microbes favorisant les processus vitaux et renforcent la résistance des plantes. La multiplication ciblée de micro-organismes probiotiques est une autre technique qui reprend les mécanismes de la nature et les applique de manière pratique en production alimentaire.³⁰

9. Questions critiques sur l'approche écosystémique

Si l'approche écosystémique de l'agriculture agro-écologique est promue ici comme une voie durable de production alimentaire, il convient d'aborder quelques questions critiques pour stimuler la réflexion, sans pour autant vouloir ou pouvoir donner des réponses univoques et simplistes. Le point de départ est que seul un changement de mentalité et de point de vue peut apporter de nouvelles solutions.³¹

1) L'approche écosystémique ne représente-t-elle pas le souhait irréaliste d'un retour à l'agriculture traditionnelle, préindustrielle ?

La recherche en biologie, notamment dans ses sous-domaines de la génétique et de l'évolution, a progressé de manière incroyable au cours des dernières décennies, de sorte que les dernières découvertes sur les séquences génétiques, l'épigénétique, le transfert horizontal de gènes et la nature des virus donnent une image nouvelle et fondamentalement différente des écosystèmes de la nature. De ce fait, si le « retour à la nature » s'accompagne de nouvelles connaissances scientifiques, il ne s'agit donc pas d'un retour en arrière, mais d'une évolution en avant.

De toute évidence, on ne peut développer des concepts durables pour l'avenir sur des théories en constant mouvement / en pleine évolution. Autrement dit, des solutions basées sur une vision de la nature partielle ou même erronée ne pourraient qu'être instantanés et provisoires.

Une production alimentaire écosystémique ne doit en aucun cas exclure la technique et la technologie, mais au contraire les intégrer. Mais l'orientation de la technologie changerait : au lieu de choisir la voie du contrôle, de l'exclusion ou de la lutte de la nature, on s'efforcerait de comprendre toujours mieux les principes et mécanismes naturels pour les utiliser et travailler avec eux. La recherche dans les sous-domaines de la biologie que sont l'évolution, la génétique, la microbiologie et l'écologie est extrêmement importante et peut, avec les progrès technologiques, fournir de nouvelles solutions pour une production alimentaire écosystémique.

2) Une production alimentaire écosystémique peut-elle vraiment produire suffisamment de nourriture pour tous les habitants de la planète ?

²⁹ <https://fr.wikipedia.org/wiki/Biochar>

³⁰ https://fr.wikipedia.org/wiki/Micro-organisme_efficace

³¹ Francis Picabia: « Notre tête est ronde pour permettre à la pensée de changer de direction »
Albert Einstein (1946): « A new type of thinking is essential if mankind is to survive and move toward higher levels »

Ici aussi, on peut dire qu'il ne s'agit pas de critiquer ou de vouloir abolir le système industriel actuel de production alimentaire. Il s'agit de se poser les bonnes questions afin d'évaluer les modes d'action et les méthodes existantes, de les améliorer et de les adapter aux véritables besoins. Un système industriel mondialisé, qui donne de bons résultats à court terme mais provoque des dilemmes contre-productifs, des déséquilibres, voire des situations d'urgence à long terme, peut-il être un modèle pour l'avenir ?

Tant que la production alimentaire

- se fait sur la base de la pollution et de la destruction de la nature,
- affecte la santé de la nature et des êtres humains à cause des intrants toxiques,³²
- favorise une distribution de vivres inégale avec l'abondance d'un côté et la pénurie de l'autre
- et provoque des phénomènes absurdes comme le gaspillage alimentaire et la spéculation sur les prix,

la question exclusive de la simple quantité de nourriture ne peut sans doute pas être vraiment pertinente, car il faudrait d'abord corriger les conditions de base.

3) Dans une production alimentaire écosystémique et locale, ne faudrait-il pas qu'une grande partie de la population soit à nouveau engagée dans la production primaire, ce qui exigerait une restructuration sociale fondamentale ?

En effet, une production alimentaire locale diversifiée se base par définition sur des petites structures à faible niveau de mécanisation et implique alors davantage de travail manuel et de main-d'œuvre.

Selon la conception dominante, l'agriculture industrielle est considérée plus économique et plus efficace que l'agriculture traditionnelle régionale et artisanale, car elle réduit les coûts de production, et ainsi aussi les prix du marché, grâce à l'automatisation, la centralisation et la standardisation.

L'industrie agroalimentaire a permis une augmentation considérable des quantités de nourriture produite dans le monde grâce aux progrès technologiques dans les domaines de la mécanisation, de la sélection végétale, des engrais, des produits phytosanitaires, ainsi qu'au niveau des moyens de stockage, de conservation et de transports.

L'agriculture industrielle a également engendrée une diminution progressive du nombre de personnes travaillant dans le domaine de la production alimentaire ainsi qu'une augmentation progressive de la taille moyenne des exploitations agricoles.³³

Chez les consommateurs des pays industrialisés les produits locaux et artisanaux ont le vent en poupe actuellement. Ils sont écologiques, créent des emplois et contribuent à la prospérité économiques des campagnes. Toutefois, s'agit-il vraiment d'une perspective d'avenir ou juste d'un marché de niche (qui, en plus, confirme la règle de l'agriculture industrielle) ?

Les deux questions les plus importantes par rapport aux perspectives de la production alimentaire locale (dans les pays industrialisés) sont : 1. Qui, après des centaines d'années d'exode rural, va retourner volontairement à la campagne pour travailler dans la production primaire ?³⁴ et 2. Une production alimentaire locale (artisanale, écologique...), pourra-t-elle bien permettre aux producteurs d'avoir un revenu décent ?³⁵

³² Voir les travaux de Francis Chaboussou et de Gerhardt Preuschen sur l'influence négative des pesticides chimiques de synthèse et des engrais industriels sur la qualité des produits récoltés.

³³ https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/Pri2105/Primeur%202021-5_Recensement-Agricole-2020.pdf

³⁴ L'atelier paysan, dans son manifeste pour une autonomie paysanne et alimentaire de 2021, avance l'objectif d'installer un million de nouveaux paysans en France.

³⁵ <https://modelesdebusinessplan.com/blogs/infos/creer-exploitation-agricole-chiffre-affaires-rentabilite>

Quelle est la « juste mesure des choses » ? Est-ce que dans un contexte de libre échange sur un marché globalisé des petites structures locales / régionales peuvent être rentables ou est-ce que tout fonctionne toujours selon le principe « s'agrandir ou partir » ?³⁶

Une nouvelle focalisation sur la production alimentaire locale pourrait contribuer à résoudre bon nombre de problèmes mondiaux actuels : surproduction, gaspillage alimentaire, faim, changement climatique, spéculation sur les prix, pauvreté des paysans, esclavage moderne, érosion des sols, diminution de la biodiversité, pollution et destruction des écosystèmes...

Les approches des « villes en transition » et de l'« agriculture solidaire »³⁷ promettent de nouveaux emplois régionaux et même une amélioration de la qualité de vie grâce à une nouvelle implication des citoyens dans la production alimentaire. Peut-être qu'une telle approche semble à première vue insensée si l'on part du principe que l'agriculture a été vécue pendant des milliers d'années comme une entreprise laborieuse et douloureuse sans garantie de succès et que la mécanisation puis la technologisation de la production alimentaire ont apporté une véritable rédemption...³⁸

4) Pourquoi la biotechnologie verte ne serait-elle pas une meilleure solution que la sélection végétale traditionnelle ?

Après tout, la biotechnologie verte du *smart breeding* et du *gene editing* permet d'accélérer les processus de sélection végétale et d'obtenir des améliorations génétiques ciblées. Or, le nouveau règlement bio de l'UE (UE)2018/848, qui est entré en vigueur en 2022, interdit à nouveau l'utilisation de plantes et d'animaux issus de la sélection biotechnologique dans la production certifiée biologique (de même que les cultures hydroponiques et les cultures sur substrat).

S'agit-il d'une attitude de base désormais dépassée et obsolète, plutôt philosophique, qui n'exprime peut-être qu'une méfiance fondamentale à l'égard de la technologie ?

Bien sûr, la science doit aller de l'avant et parfois prendre le risque d'obtenir des résultats inattendus, dangereux et peut-être même irréversibles. Bien sûr, le principe de précaution s'applique toujours, mais il faut aussi veiller à ce que le progrès scientifique reste possible.

Bien que la génétique ait fait de nombreuses découvertes fondamentales et révolutionnaires au cours des 50 dernières années, il est toujours impossible de dire quel pourcentage de la « vérité » a déjà été découvert : Près de 90 ou seulement 20 ?

Il est désormais reconnu que l'ADN n'est pas tout ; un gène ne code pas seulement pour une protéine, l'« ADN poubelle » a de multiples fonctions importantes, l'épigénétique est un facteur central de l'évolution, tout comme le transfert horizontal de gènes.

Les virus en tant que « premiers êtres vivants » et « moteurs de l'évolution » semblent encore être une théorie ésotérique, bien qu'un nombre croissant de chercheurs s'y consacrent.³⁹

³⁶ https://www.researchgate.net/publication/338010183_Wachsen_oder_weichen_Eine_Analyse_der_agrarstrukturellen_Debatte_im_Kontext_der_EU-Agrarpolitik_nach_2020_Get_big_or_get_out_An_analysis_of_the_agricultural_structures_debate_in_the_context_of_the_pos / Une forme d'économie à taille humaine, adaptée à l'homme et le protégeant de l'aliénation, a été promue en 1973 par Ernst Friedrich Schumacher dans son livre « Small is Beautiful », conformément à la philosophie de la « suffisance ».

³⁷ <https://transitionnetwork.org/>
<https://www.cairn.info/revue-pour-2014-1-page-205.htm#no1>

³⁸ Dans son livre peu remarqué « Der Kleinsthof und andere gärtnerisch-landwirtschaftliche Nebenerwerbsstellen » de 1995, Oswald Hirschfeld dessine l'utopie d'une société dans laquelle les gens n'exerceraient leur métier qu'à mi-temps et passeraient le reste de leur temps à produire de la nourriture dans des « cités-jardins » flanquées d'exploitations paysannes.

³⁹ Par exemple Patrick Forterre, Karin Mölling, Louis Villarreal, Frank Ryan et Curtis Suttle
https://www.researchgate.net/publication/247872886_How_viruses_shape_the_tree_of_life

Outre les virus de toutes sortes, omniprésents dans la biosphère, d'autres « éléments mobiles » sont en action, comme les plasmides et les transposons⁴⁰, dont la nature et la fonction ne sont pas encore bien comprises.

Il convient également de s'interroger sur le degré d'étude des interactions écosystémiques. Comment fonctionne la génétique au niveau très pratique ?

Les « erreurs d'écriture » (mutations) sont-elles vraiment la base unique et aléatoire de l'évolution ? Les mutations aléatoires suivies de la sélection naturelle sont pratiques comme explications de la nature dans la mesure où il n'est pas nécessaire de se poser d'autres questions, par exemple celle de l'intelligence ou même de la conscience dans la nature. Y a-t-il de l'altruisme et du bonheur aussi dans le règne animal ? Oui, pourquoi pas, si on les explique de manière neutre comme des « avantages évolutifs » issus de la sélection naturelle et qu'on ne les idéalise pas en tant que « conscience » ?⁴¹

Bien sûr, notamment pendant la crise Corona, des scientifiques sérieux n'ont cessé de répéter qu'« un virus ne peut pas penser », et que la « fuite immunitaire » observée de nouvelles variantes virales est plutôt le fruit du hasard qu'un processus actif. Mais le transfert horizontal de gènes (HGT), qui est également un facteur dans l'apparition de variantes virales, peut-il vraiment se produire simplement par hasard, alors qu'il est si indescriptiblement fréquent dans le monde de la nature ? Ne devrait-il pas plutôt être considéré comme un principe naturel fondamental, tant dans la macro- que dans la micro-évolution ?⁴²

En conclusion, il est techniquement possible d'intervenir directement sur le génome au niveau des acides nucléiques, mais des effets secondaires ou consécutifs négatifs à long terme ne sont pas à exclure. Même si l'objectif à court terme de « l'amélioration génétique » est clairement atteint, la durabilité de l'effet positif de l'intervention génétique ne peut pas être garantie.

Il ne s'agit évidemment pas d'arguments contre la biotechnologie, mais ici aussi, la question est la suivante : sur quel modèle de la nature se base-t-on si l'on considère l'édition génétique comme la voie royale pour l'avenir ?

5) En quoi le retour à une production traditionnelle de semences paysannes peut-il être considéré comme un modèle d'avenir ? Veut-elle par exemple remplacer l'industrie semencière et la recherche génétique ?

Une diversité génétique dynamique et décentralisée des plantes alimentaires et la souveraineté semencière des régions du monde sont des piliers importants d'une sécurité alimentaire durable. Ces deux points sont au mieux couverts par les systèmes de semences paysannes traditionnelles. C'est un principe qui ne s'applique pas seulement aux pays du Sud global, où l'on pratique encore davantage l'agriculture de subsistance, mais aussi aux pays industrialisés.

Les systèmes de semences régionaux ne peuvent et ne doivent cependant pas remplacer la sélection végétale moderne ou rendre la recherche génétique superflue. Ce serait une idée absurde.

La multiplication locale et évolutive des semences nécessite une sélection végétale professionnelle en amont, et cette dernière sera toujours centralisée jusqu'à un certain point. La simple raison est qu'il y a plus de multiplicateurs de semences que de sélectionneurs, car la sélection végétale exige un savoir-faire spécifique ainsi qu'un bon équipement technique, tandis que la multiplication des semences est un métier relativement simple. La sélection végétale et la multiplication des semences vont de pair, tout comme la sélection végétale et la recherche génétique.

Le grand défi pour l'avenir est perçu dans un autre domaine, celui de la privatisation des semences.

⁴⁰ <https://de.wikipedia.org/wiki/Plasmid>
<https://de.wikipedia.org/wiki/Transposon>

⁴¹ <https://www.science-et-vie.com/article-magazine/le-bonheur-un-avantage-evolutif>

⁴² <https://en.wikipedia.org/wiki/Macroevolution>

Le transfert progressif de la sélection végétale vers le secteur privé s'est fait selon le principe de l'économie de marché selon lequel la concurrence favorise la productivité, le progrès et la qualité. Cet argument est généralement mis en avant en raison de l'échec de l'économie planifiée du communisme. Appliqué à la sélection végétale, cela signifie que seule la concurrence entre les entreprises semencières peut apporter un véritable progrès en matière de sélection.

Effectivement, les progrès réalisés à partir des années 1950 sont impressionnants, notamment en ce qui concerne l'augmentation des récoltes. Les conséquences plutôt négatives de la privatisation de la sélection végétale n'ont commencé à être visibles qu'environ 30 ans plus tard :

- « Erosion génétique » des plantes alimentaires et perte de la souveraineté des régions en matière de semences,
- Déplacement de la conservation dynamique et décentralisée de la diversité génétique dans les champs et les jardins (*on farm, in situ*) vers une conservation statique et centralisée dans des « banques de semences » (*ex situ*)⁴³,
- Elargissement de la fonction initiale des lois sur les semences comme instrument de garantie de la qualité vers un instrument de protection des intérêts de l'industrie semencière,
- Privatisation des semences, jadis considérées comme un bien culturel commun, en tant que marchandise privée protégée par des droits de propriété,
- Monopolisation du marché des semences par un nombre toujours plus restreint de sociétés « multinationales ».⁴⁴

Pour trouver une issue à ces dérives, il faut sans doute commencer par se demander si et comment la sélection végétale peut être financée autrement que par les seuls profits de l'industrie semencière privée.⁴⁵

La nécessité de processus évolutifs à la ferme, qui ne peuvent être garantis que dans le cadre de systèmes de semences paysans, est donc valable indépendamment de la sélection végétale et de la recherche génétique, et il ne devrait pas y avoir d'opposition dichotomique à ce niveau.

10. Remarque finale

En fait, il ne s'agit pas ici d'opposer des modèles concurrents de production alimentaire. Il s'agit plutôt de questions de complémentarité et de pluralité des approches dans un contexte qui ne cesse d'évoluer. De même qu'il n'existe pas une seule analyse correcte de la situation problématique existante, il n'existe pas non plus une seule solution.

Il ne sera pas possible de savoir dans un avenir proche si ce sont les collapsologues ou les optimistes de la croissance qui ont raison. De toute façon, il ne s'agit pas de se demander quels pronostics se réaliseront réellement. Cependant, personne ne voudra contester que la crise de l'humanité connaît actuellement un point culminant. Une transition écologique est absolument nécessaire, et une approche conjuguant nature et technologie semble être la bonne voie pour y parvenir.

Pour qu'une telle collaboration soit fructueuse, il faut peut-être élargir une perception de la technologie limitée à ce qui est techniquement faisable et investir davantage d'énergie dans l'étude de la nature réellement existante. Des interventions techniques de grande envergure dans la nature peuvent avoir des conséquences indésirables si le fonctionnement des écosystèmes n'est pas encore vraiment compris.

L'ouverture à une nouvelle vision de la nature en tant que système symbiotique global

⁴³ in situ : dans son contexte naturel / ex situ : à l'écart de son contexte naturel

⁴⁴ <https://www.publiceye.ch/fr/thematiques/semences/concentration>

⁴⁵ <https://www.apbrebes.org/content/financing-plant-breeding>

https://www.sektion-landwirtschaft.org/fileadmin/SLW/Literatur/Saatgutstudie/seeds_as_a_commons.pdf

https://ressources.semencespaysannes.org/docs/genes_pouvoirs_et_profits.pdf

semblait à première vue être une entreprise plutôt philosophique, mais entre-temps, une base scientifique sérieuse s'est également développée pour cette approche.

Comme dans tous les autres domaines de la vie, la science part du principe que l'on ne peut trouver que ce que l'on cherche.

« Je ne peux croire que ce que je vois » est certainement une bonne résolution pour l'administration de preuves dans la recherche scientifique, mais si l'on retourne la phrase, elle prend aussi tout son sens : « Je ne peux voir que ce que je crois ». Cela signifie que la science a toujours besoin d'une attitude de base ouverte et qu'elle devrait aussi toujours accepter le contraire des postulats comme hypothèse possible.

Actuellement, la biotechnologie verte et le génie numérique dans les cultures *in door* automatisées par ordinateur constituent encore l'exception et il n'est pas encore possible de prédire avec certitude une future histoire à succès pour eux. Dans ce contexte, il est certainement préférable de maintenir et de promouvoir une production alimentaire écosystémique, basée sur des semences locales et donc sur des mécanismes d'adaptation évolutifs, non seulement comme plan de secours, mais aussi comme composante importante et à long terme des systèmes alimentaires de notre société.

La nature, avec ses milliards d'années d'« expérience », ne peut pas être classée de manière aussi légère et présomptueuse par le « terrien récemment arrivé » comme un « modèle à améliorer » ou comme un « environnement à tenir à distance », d'autant plus que les scientifiques vraiment sérieux admettent clairement à quel point on en sait en fait encore peu sur les relations génétiques, évolutives et écosystémiques complexes.

L'homme devrait peut-être commencer par repenser son attitude fondamentale vis-à-vis de la nature et remettre en question certains schémas de pensée et de comportement conscients ou inconscients.

La réflexion sur le fait que l'homme a réussi, dans le laps de temps extrêmement court des 200 dernières années, à déséquilibrer fondamentalement la nature de la planète pourrait peut-être aider à un tel processus de changement de mentalité.

Ce fait pourrait peut-être suggérer aux êtres humains, dans leurs réflexions anthropocentriques sur les futurs systèmes alimentaires, un peu plus de respect et de gratitude envers la nature.

11. Sources et informations complémentaires

Livres à recommander

Bonneuil, Christophe / Thomas, Frédéric : Gènes, Pouvoirs et Profits, Quae, 2009

Brandstetter, Johann / Reichholf, Josef H. : Symbioses, l'étonnante cohabitation dans la nature, Matthes und Seitz, Berlin, 2017

Callahan, Philip Sema : Tuning In To Nature - Infrared Radiation and the Insect Communication System, Devin Adair Co., 1975

Chable, Véronique / Chapelle, Gauthier : La Graine De Mon Assiette, Editions Apogée, 2020

Chaboussou, Francis : Santé des Cultures, Flammarion, Paris, 1985

Hitschfeld, Oswald : Der Kleinsthof und andere gärtnerisch-landwirtschaftliche Nebenerwerbsstellen: Ein sicherer Weg aus der Krise (La micro-ferme et autres activités annexes de jardinage et d'agriculture : Une voie sûre pour sortir de la crise), Organischer Landbau Verlag, 1995

Holdrege, Craig: Thinking Like A Plant: A Living Science For Life, Lindesfarne, 2013

Howard, Sir Albert : An Agricultural Testament, Oxford University Press, Londres, 1943

Kasic, Duzan : Quand les plantes ne font qu'à leur tête, Edition La Découverte, 2022

Kempf, John : Agriculture de qualité Volume 1, Kempf, 2020

L'Atelier Paysan : Reprendre La Terre Aux Machines, Edition du Seuil, Paris, 2021

Leclerc, Blaise : Les Jardiniers De L'Ombre, terre vivante, Mens, 2002

Le Van Quyen, Michel : Cerveau Et Nature, Flammarion, 2022

Lovelock, Jame : Gaia, A New Look at Life on Earth, Oxford University Press, Londres, 1979

Margulis, Lynn : Symbiotic planet, Basic Books, New York, 1998

Mölling, Karin : Supermacht des Lebens - Reisen in die erstaunliche Welt der Viren, C.H. Beck, 2015, édition actualisée 2021

Pelt, Jean-Marie : La Loi De La Jungle, Fayard, 2003 / La Solidarité, Fayard, 2004 / La raison du plus faible, Fayard, 2009

Preuschen, Gerhardt : Ackerbaulehre nach ökologischen Gesetze, C.F. Müller, Karlsruhe, 1991

Robinson, Raoul A. : Self-Organising Agro-Ecosystems, Sharebooks, 1996, 2004, 2007

Schumacher, Ernst Friedrich : Small Is Beautiful : A Study of Economics As If People Mattered, Blond & Briggs, 1973

Servigne, Pablo / Chapelle, Gauthier : L'Entraide, L'Autre Loi De La Jungle, Les Liens qui Libèrent, 2019

Wilson, Edgar Oswald : Biophilia, Harvard University Press, Cambridge, 1984

Liens internet

Page 1

<https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/analytiker-dennis-meadows-es-geht-darum-weniger-zu-konsumieren-1.533394>

Page 2

<https://donellameadows.org/archives/a-synopsis-limits-to-growth-the-30-year-update/>

[https://www.wur.nl/en/news-wur/Show/The-world-can-be-fed-with-only-plant-based-food.htm?](https://www.wur.nl/en/news-wur/Show/The-world-can-be-fed-with-only-plant-based-food.htm?utm_source=Measuremail&utm_medium=email&utm_campaign=Wageningen+Newsletter+(EN))

[\(EN\)](https://www.wur.nl/en/news-wur/Show/The-world-can-be-fed-with-only-plant-based-food.htm?utm_source=Measuremail&utm_medium=email&utm_campaign=Wageningen+Newsletter+(EN))

[https://www.eea.europa.eu/fr/signaux/signaux-2019/articles/modifier-les-menus-modifier-les \(Agence Européenne Pour L'environnement : Modifier les menus, modifier les paysages - Agriculture et alimentation en Europe\)](https://www.eea.europa.eu/fr/signaux/signaux-2019/articles/modifier-les-menus-modifier-les-(Agence-Européenne-Pour-L'environnement:-Modifier-les-menus,-modifier-les-paysages-Agriculture-et-alimentation-en-Europe))

Page 3

https://fr.wikipedia.org/wiki/Ma%C3%A0tres_et_possesseurs_de_la_nature

https://en.wikipedia.org/wiki/Misogyny#The_patriarchal_bargain

Page 4

https://www.researchgate.net/publication/23165751_Systemic_Darwinism

<https://cpb-us-e2.wpmucdn.com/faculty.sites.uci.edu/dist/b/22/files/2011/03/Villarreal-Ryan-Curr-Top-in-Vir-Paper.pdf> : Viruses in host evolution: General principles and future extrapolations

<https://www.americanscientist.org/content/putting-eggs-in-many-baskets>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012160616302974> (Epigenetics : The origins and evolution of a fashionable topic)

https://fr.wikipedia.org/wiki/Transfert_horizontal_de_g%C3%A0nes

<https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.0806548105> (John K. Pace et al. : Repeated horizontal transfer of a DNA transposon in mammals and other tetrapods)

<https://www.jeparsauxusa.com/loups-a-yellowstone/> www.science-et-vie.com/article-magazine/super-predateurs-cest-au-sommet-que-se-joue-le-destin-des-ecosystemes

www.science-et-vie.com/article-magazine/super-predateurs-cest-au-sommet-que-se-joue-le-destin-des-ecosystemes

<https://www.academia.edu/3856573/Biophilia>

<https://laffont.ca/livre/ils-croient-que-la-nature-est-bonne-9782221189238/>

Page 5

<https://notre-environnement.gouv.fr/actualites/essentiels/article/zoonoses-quels-liens-entre-atteintes-a-la-biodiversite-et-pandemies>

<https://www.courrierinternational.com/article/coronavirus-la-destruction-des-ecosystemes-par-lhumain-favorise-lemergence-depidemies>

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/biodiversity/>

<https://www.americanscientist.org/article/how-bacterial-pathogens-emerge>

<https://www.cdc.gov/onehealth/basics/index.html>

<https://www.boell.de/pestizidatlas>

<https://fr.unesco.org/news/jennifer-doudna-emmanuelle-charpentier-rempotent-prix-nobel-chimie-2020>

Page 6

<https://www.euractiv.fr/section/plan-te/news/securite-alimentaire-lexecutif-europeen-divise-sur-la-%E2%80%89suspension%E2%80%89-des-objectifs-du-green-deal-pour-lagriculture/>

<https://www.euractiv.fr/section/plan-te/news/guerre-en-ukraine-lue-reporte-ses-propositions-de-reduction-des-pesticides-et-de-preservation-de-la-biodiversite/>

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Transhumanisme>

Page 8

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0848&from=FR>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2839888/>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6057273/>

<https://www.deutschlandfunkkultur.de/multiresistente-keime-neue-medikamente-und-antibiotika-100.html>

<https://www.cell.com/action/showPdf?pii=S0092-8674%2818%2930651-2>

<https://geneticliteracyproject.org/gmo-faq/what-are-superweeds/>

<https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2015/roundup-ready-crops/>

https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9sistance_au_glyphosate

Page 9

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Phytoncide>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3353342/>

<https://www.fao.org/3/x0171e/x0171e03.htm> (FAO : Les femmes - utilisatrices, conservatrices et gestionnaires de l'agro-biodiversité, 1999)

<http://omafra.gov.on.ca/english/engineer/facts/12-053.htm>

https://fr.wikipedia.org/wiki/Complexe_argilo-humique

https://fr.wikipedia.org/wiki/Terra_preta

Page 10

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Biochar>

https://fr.wikipedia.org/wiki/Micro-organisme_efficace

Page 11

https://www.researchgate.net/publication/237312673_Trophobiosis_Theory_A_Pest_Starves_on_a_Healthy_Plant

<http://docplayer.org/18104385-Duengung-und-lebensmittelqualitaet.html>

https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34463/JSUNEPPF_Fr.pdf (ONU : Effets des pesticides et des engrais sur l'environnement et la santé et solutions envisageables pour les réduire au minimum)

<https://www.eea.europa.eu/fr/signaux/signaux-2019/articles/modifier-les-menus-modifier-les> (Agence Européenne Pour L'environnement : Modifier les menus, modifier les paysages - Agriculture et alimentation en Europe)

https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/download/publication/publie/Pri2105/Primeur%202021-5_Recensement-Agricole-2020.pdf
<https://www.latelierpaysan.org/>

<https://modelesdebusinessplan.com/blogs/infos/creer-exploitation-agricole-chiffre-affaires-rentabilite>

Page 12

https://www.researchgate.net/publication/338010183_Wachsen_oder_weichen_Eine_Analyse_der_agrarstrukturellen_Debatte_im_Kontext_der_EU-Agrarpolitik_nach_2020_Get_big_or_get_out_An_analysis_of_the_agricultural_structures_debate_in_the_context_of_the_pos

<https://transitionnetwork.org/>

<https://www.cairn.info/revue-pour-2014-1-page-205.htm#no1>

<https://www.lovelybooks.de/autor/Oswald-Hitschfeld/Der-Kleinsthof-142851160-w/>

https://www.researchgate.net/publication/247872886_How_viruses_shape_the_tree_of_life

Page 13

<https://de.wikipedia.org/wiki/Plasmid>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Transposon>

<https://www.science-et-vie.com/article-magazine/le-bonheur-un-avantage-evolutif>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Macroevolution>

Page 14

<https://www.publiceye.ch/fr/thematiques/semences/concentration>

<https://www.apbrebes.org/content/financing-plant-breeding>

https://www.sektion-landwirtschaft.org/fileadmin/SLW/Literatur/Saatgutstudie/seeds_as_a_commons.pdf

https://ressources.semencespaysannes.org/docs/genes_pouvoirs_et_profits.pdf

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Collapsologie>

Page 15

<https://theinterim.com/issues/society-culture/borlaug-proved-malthus-wrong/>

<https://www.brandeins.de/magazine/brand-eins-wirtschaftsmagazin/2017/fortschritt/was-koennen-wir-von-der-natur-lernen>