

# Agriculture post-carbone : passer à la vitesse supérieure

Pablo Servigne & Gauthier Chapelle

8155 mots (notes comprises)

<b>Introduction</b>	<b>2</b>
<b>1. L'agriculture post-carbone</b>	<b>3</b>
A. Une agriculture biomimétique (« intensive en connaissances »)	3
B. Une génération entière de nouveaux paysans (« intensive en main d'oeuvre »)	6
C. L'arbre au cœur des systèmes agricoles : en finir avec l'agronomie néolithique	7
<b>2. Passer à la vitesse supérieure</b>	<b>9</b>
A. Un réseau de micro-fermes	9
B. Une stratégie énergétique audacieuse et globale	10
C. Reconnecter les grands cycles de matière	12
D. Déverrouiller les cadres juridiques	14
<b>Conclusion</b>	<b>15</b>
<b>Remerciements</b>	<b>15</b>

## Introduction

Soyons francs : le système alimentaire industriel - et a fortiori l'agriculture industrielle - vit ses dernières années. Dans nos régions, il est devenu extrêmement vulnérable et ne sera bientôt plus capable de produire, transformer et distribuer suffisamment de nourriture, compte tenu des conséquences du changement climatique, de la raréfaction brutale des énergies fossiles, des imminents chocs économiques et financiers, et de la disparition inexorable de la classe des agriculteurs<sup>1</sup>. Que l'on mette en place dès maintenant des politiques de transition anticipées, ou que l'on décide de ne rien changer, les bouleversements seront dans les deux cas vastes et profonds, voire incommensurables.

Nous sommes pris en tenaille. Si notre société décide d'arrêter brutalement la combustion d'énergies fossiles (i.e. transition) en vue de limiter les conséquences du réchauffement climatique et de la perturbation du système-Terre, alors la civilisation thermo-industrielle s'effondrera immédiatement. Si au contraire nous décidons de maintenir notre civilisation en marche, nous devons continuer à brûler toujours plus d'énergies fossiles, ce qui perturbera de manière profonde et irréversible les grands cycles biogéochimiques de la planète, le climat et la biodiversité. En retour, ces bouleversements provoqueront ce que l'on cherchait à éviter, un effondrement de notre civilisation (voire éventuellement de la population humaine), ainsi que de nombreuses autres espèces vivantes. Quoi qu'il arrive, notre civilisation ne peut éviter un effondrement qui sous quelle forme que ce soit, démarrera vraisemblablement avant 2030 et s'étalera sur tout le siècle<sup>2</sup>.

D'un point de vue agricole, les années qui viennent seront donc marquées par 1. un appauvrissement significatif de la biodiversité, donc de la fonctionnalité des écosystèmes ; 2. des bouleversements climatiques profonds ; 3. des sols très dégradés et/ou pollués et 4. la fin des énergies fossiles. Nous tenterons dans cet article de définir les grandes lignes des systèmes agricoles qui pourront émerger *durant et après* l'effondrement de la civilisation thermo-industrielle, et que nous nommons *l'agriculture post-carbone*.

Mais la transition à grande échelle vers des systèmes alimentaires résilients que beaucoup annoncent se fait attendre, freinée par des phénomènes de verrouillage socio-technique très puissants. Ainsi, dans une deuxième partie, nous explorerons des moyens que nous pouvons mettre en œuvre pour amorcer cette transition à *grande échelle*, c'est-à-dire pour anticiper ces bouleversements catastrophiques afin d'atténuer au maximum les conséquences économiques, politiques et sociales.

L'agriculture post-carbone ne constitue pas encore un modèle bien défini dont on pourrait appliquer la recette à l'ensemble du monde agricole actuel. Mais il constitue d'ores et déjà un mouvement (politique, social, technique et scientifique) qui a émergé sous forme d'un réseau discret de micro-initiatives, aux marges du système industriel dominant, et parfois sous des formes très prometteuses, comme c'est le cas de la Ferme du Bec Hellouin en Normandie<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Servigne P. (2014) *Nourrir l'Europe en temps de crise*. Nature & Progrès Belgique ; UNCTAD, V. (2013). *Wake up before it is too late. Make agriculture truly sustainable now for food security and changing climate*. Trade and Environment Review.

<sup>2</sup> Servigne P. & Stevens R. (2015) *Comment tout peut s'effondrer. Petit manuel de collapsologie à l'usage des générations présentes*. Seuil.

<sup>3</sup> Guégan, S. et al. (2013). *Maraîchage biologique permaculturel et performance économique, Rapport d'étape n° 2, Juillet 2013*. Disponible sur [www.fermedubec.com](http://www.fermedubec.com)

# 1. L'agriculture post-carbone

L'agriculture du futur ne servira pas seulement à nourrir la population, à produire du fourrage ou du textile. Elle aura aussi pour rôle de produire de l'énergie et de régénérer les écosystèmes. En effet, s'il n'y a plus d'importations d'énergies fossiles vers l'Europe, il apparaît évident que le rôle de production d'énergie reviendra essentiellement aux zones rurales. Ajouté à cette fonction de production d'énergie, les fermes auront pour tâche de régénérer les sols, la biodiversité et de stocker du carbone. Ce n'est pas un luxe : si l'une des conditions n'est pas remplie, la sécurité alimentaire des pays post-industriels pourrait aisément vaciller.

L'agriculture post-carbone devra donc assurer ces trois fonctions (nourriture, énergie, régénération) avec deux obstacles majeurs : beaucoup moins d'énergie et un climat instable. Pour y parvenir, elle s'appuiera sur trois blocs de connaissances théoriques et/ou pratiques :

- Les agricultures pré-industrielles
- Les systèmes agricoles directement inspirés du fonctionnement des écosystèmes (qui eux-mêmes ont passé leur test de durabilité et de productivité sans recours au carbone fossile), déjà expérimentés à différentes échelles, comme la permaculture, l'agriculture biodynamique ou l'agro-foresterie.
- Les progrès en écologie scientifique.

Par ailleurs, l'agriculture post-carbone ne pourra plus compter sur :

- L'utilisation massive de moteurs à explosion et de métaux pour la mécanisation.
- Les fertilisants de synthèse, gourmands en gaz naturel.
- Les pesticides de synthèse, le plus souvent issus de la pétrochimie.

De plus, à défaut d'énergies fossiles abondantes, d'écosystèmes sains et diversifiés, et dans un contexte climatique imprévisible et perturbé, l'agriculture post-carbone de nos régions reposera (et repose déjà en partie) sur trois piliers interconnectés : la tête, les mains et l'arbre.

## A. Une agriculture biomimétique (« intensive en connaissances »)

En situation de précarité énergétique, il est conforme au bon sens de se tourner vers les principes de fonctionnement des écosystèmes, tels que formulés par les biomiméticiens<sup>4</sup> ou les agronomes<sup>5</sup>. Malézieux a proposé sous le vocable d'« écomimétisme » une liste de six principes directeurs issus de l'expérience :

- *Utiliser des traits fonctionnels complémentaires* pour assurer production et résilience. Ce principe est à l'opposé de la monoculture, car il parie surtout sur les synergies entre espèces de plantes, et se trouve notamment au cœur de l'agro-foresterie, de la permaculture, ou des cultures mélangées d'herbacées vivaces (céréales, légumineuses et oléagineuse) expérimentées notamment par le *Land Institute* (Kansas)<sup>6</sup>. Il peut aussi être étendu à la complémentarité entre les productions animales et végétales (les premiers se nourrissant des seconds tout en leur restituant de la fertilité), tel que pratiqué de façon fine en biodynamie ou pour l'élevage, dans l'approche mise au point par le *Savory Institute*<sup>7</sup>.

- *Maintenir la fertilité du sol en le gardant couvert*. Ce principe, donnant la prééminence à la vie du sol, permet à la fois de diminuer considérablement les besoins en travail du sol (voire de l'éliminer), et donc de se passer de mécanisation motorisée. Il permet aussi d'assurer une meilleure circulation et rétention des nutriments dans le sol. En fait, la mise à nu d'un sol peut

<sup>4</sup> Chapelle G. (in press) *Le Vivant comme modèle. Manifeste pour une éthique du biomimétisme*. Albin Michel.

<sup>5</sup> Jackson, W., Bormann, F. H., & Kellert, S. R. (1991). *Nature as the measure for a sustainable agriculture*. Yale University Press ; Malézieux, E. (2012). Designing cropping systems from nature. *Agronomy for sustainable development*, n°32, p. 15-29.

<sup>6</sup> Soule, J. (1992). *Farming in nature's image: an ecological approach to agriculture*. Island Press.

<sup>7</sup> Butterfield, J., Bingham, S., & Savory, A. (2006). *Holistic management handbook: healthy land, healthy profits*. Island Press.

être considérée comme une aberration agronomique car il le laisse vulnérable au rayonnement solaire qui stérilise les premiers centimètres (rayons UV), et aux précipitations génératrices d'érosion. A l'opposé, un couvert organique permanent le protège de ces agressions. Suivant le type de cultures, ce couvert peut être assuré par des plantes vivantes (engrais verts ou semis sous couvert). Par ailleurs, maintenir les racines des plantes récoltées ou rabattues nourrit le sol tout en respectant les champignons mycorrhiziens.

- *Favoriser les collaborations plutôt que la compétition entre plantes.* Un des groupes-clés pour ce principe est celui des légumineuses, capables de fixer l'azote atmosphérique grâce à leur symbiose avec les bactéries de type *Rhizobium*. Un célèbre exemple d'agroécosystème basé sur la collaboration est la "milpa", originaire de Méso-Amérique : en cultivant simultanément du haricot (légumineuse grimpante) sur du maïs (comme céréale et tuteur), et en utilisant les courges (comme couvre-sol productif), les populations amérindiennes parviennent (sans énergie fossile) à égaler le rendement du maïs industriel (lorsque les trois espèces sont prises en compte)<sup>8</sup>. En Europe, une même approche — autrefois très commune — est notamment prônée par André Pochon pour les prairies, en associant le trèfle blanc avec du ray-grass<sup>9</sup>. La plante fixatrice d'azote peut aussi être ligneuse, en utilisant par exemple des acacias, des *Leucaena* en agro-foresterie tropicale, ou des aulnes le long des cours d'eau européen<sup>10</sup>.

- *Contrôler les ravageurs par des niveaux trophiques complexes.* Un des meilleurs exemples de cette approche est celui de la méthode dite du "push-pull"<sup>11</sup>, appliquée notamment au Kenya pour le maïs par le Professeur Khan et son équipe<sup>12</sup>. Deux espèces de plantes sont jointes à la culture de la céréale. Le "push" : *Desmodium uncinatum* (ou autre espèce du genre *Desmodium*), une légumineuse qui repousse la pyrale du maïs et empêche chimiquement l'installation du *Striga*<sup>13</sup> (une plante parasite du maïs) tout en enrichissant le sol en azote. Et le « pull » : l'herbe à éléphant<sup>14</sup> (*Pennisetum purpureum*), plantée en périphérie, et qui joue le rôle d'attracteur pour les femelles de pyrale, tout en diminuant le taux de survie des chenilles. Pour être plus efficace, cette approche inclut aussi des rotations régulières pour "diluer" les plantes favorables à la pyrale. Pour couronner le tout, le *Desmodium* et l'herbe à éléphant représentent un fourrage de bonne qualité, et permettent de coupler l'élevage de bétail à la culture du maïs<sup>15</sup> et ainsi de ramener la complémentarité, notamment en termes de fertilité, entre production végétales et animales.

Au-delà de cet exemple précis, il s'agit de maintenir une mosaïque de parcelles cultivées et de zones (plus) spontanées avec maintien de la biodiversité locale, incluant les éléments favorables aux prédateurs et parasitoïdes (entre autre des pucerons) des espèces indésirables en trop forte densité. En maraichage<sup>16</sup>, il est ainsi conseillé d'installer des piquets à buse et nichoirs à effraie pour limiter les campagnols, de garder les milieux favorables aux hérissons,

---

<sup>8</sup> Altieri, M. A. (2004). Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(1), 35-42.

<sup>9</sup> Pochon A., 2002. La prairie temporaire à base de trèfle blanc, 3ème édition mise à jour. Cedapa (Ed), 127p

<sup>10</sup> Cf. Par exemple ce projet mené par l'INRA, [http://mycor.nancy.inra.fr/ARBRE/?page\\_id=1171](http://mycor.nancy.inra.fr/ARBRE/?page_id=1171)

<sup>11</sup> Miller, J. R., & Cowles, R. S., 1990. Stimulo-deterrent diversion: A concept and its possible application to onion maggot control. *Journal of Chemical Ecology*, 16(11), 3197-3212.

<sup>12</sup> Voir le mode d'emploi sur [www.push-pull.net/farmers\\_guide\\_2012.pdf](http://www.push-pull.net/farmers_guide_2012.pdf)

<sup>13</sup> Khan, Z. R. et al., 2002. Control of witchweed *Striga hermonthica* by intercropping with *Desmodium spp.*, and the mechanism defined as allelopathic. *Journal of chemical ecology*, 28(9), 1871-1885.

<sup>14</sup> Khan, Z. R. et al., 2007. Evaluation of Napier grass (*Pennisetum purpureum*) varieties for use as trap plants for the management of African stem borer (*Busseola fusca*) in a push-pull strategy *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 124, 201-211.

<sup>15</sup> Khan, Z. R. et al., 2008. Farmers' perceptions of a 'push-pull' technology for control of cereal stem borers and *Striga* weed in western Kenya. *Crop Protection*, 27(6), 976-987.

<sup>16</sup> Hervé-Gruyer Ch. & P. (2014) *Permaculture. Guérir la terre, nourrir les hommes*. Actes Sud.

grives et carabes et de créer des mares pour les crapauds, quatre grands prédateurs de limaces. Contre les limaces, il est aussi possible d'impliquer des espèces domestiques, comme les canards coureurs et les poules, une approche bien connue des permaculteurs. Un autre exemple en plein développement est le recours aux guêpes parasitoïdes du genre *Trichogramma* sur différents insectes ravageurs. Les surfaces agricoles protégées de la sorte sont en rapide expansion, notamment en Chine<sup>17</sup>, tandis que le développement de l'agro-écologie à Cuba (voir plus bas) a aussi permis la mise au point de techniques d'élevage "artisanales"<sup>18</sup> à des échelles massives, notamment pour la protection de la canne à sucre.

- *Utiliser les propriétés des plantes et les alternatives biologiques pour contrôler les ravageurs et maladie.* En agriculture à petite échelle, deux grandes voies continuent à se développer dans ce domaine. D'une part il est possible d'avoir recours à des préparations d'origine botanique comme répulsifs ou insecticides, comme les pulvérisations par exemple à base d'ortie (*Urtica dioica*)<sup>19</sup> ou de consoude (*Symphytum officinale*) en régions tempérées, ou d'huile de neem (*Azadirachta indica*)<sup>20</sup> ou de menthe africaine (*Hyptis suaveolens*)<sup>21</sup> en régions tropicales. Par ailleurs, les connaissances et expériences progressent aussi à grands pas dans l'utilisation de champignons, qui sont soit des « entomopathogènes » qui protègent les plantes d'un certain nombre d'insectes<sup>22</sup> comme certains coléoptères<sup>23</sup>, lépidoptères, isoptères (termites) ou homoptères (pucerons)<sup>24</sup>, voir même d'autres arthropodes comme les acariens, avant ou après la récolte ; soit des champignons qui empêchent ou limitent les infections de nématodes<sup>25</sup> ou de champignons pathogènes<sup>26</sup>.

- *Reproduire les successions écologiques après une perturbation.* Les spécialistes de la résilience ont décrit l'évolution de chaque écosystème comme un cycle adaptatif passant successivement par les phases de croissance rapide (r), de conservation (K), de libération ( $\Omega$ ) et de réorganisation ( $\alpha$ )<sup>27</sup>. Cette lecture permet de mieux interpréter certaines approches agricoles « traditionnelles », comme l'agriculture sur brûlis, mais aussi d'en inventer d'autres qui tirent parti de la complémentarité des phases, en particulier les deux premières (r et K). En effet, les espèces à croissance rapide (r), celles qui sont le plus souvent domestiquées, sont généralement hautement productives, avec des capacités à facilement coloniser les espaces ouverts, tandis que les espèces de la phase de conservation (K), la plupart vivaces, sont à la fois plus compétitives et coopératives, en vue de tirer parti au mieux de ressources plus limitées. Une telle valorisation de ces deux phases est utilisée dans les régions tropicales dans l'approche de

<sup>17</sup> Wang, Z. Y., et al., 2014. Mass rearing and release of *Trichogramma* for biological control of insect pests of corn in China. *Biological Control*, 68, 136-144.

<sup>18</sup> Rosset, P., & Moore, M., 1997. Food security and local production of biopesticides in Cuba. *LEISA-LEUSDEN*, 13, 18-19.

<sup>19</sup> Voir notamment Bozsik, A., 1996. Studies on aphicidal efficiency of different stinging nettle extracts. *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz*, 69(1), 21-22; Madanlar, N. et al., 2000. Laboratory investigations on some natural pesticides for use against pests in vegetable greenhouses. *Bulletin OILB/SROP*, 23(1), 281-288.

<sup>20</sup> Schmutterer, H., 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Annual review of entomology*, 35(1), 271-297.

<sup>21</sup> Iloba, B. N., & Ekrakene, T., 2006. Comparative assessment of insecticidal effect of *Azadirachta indica*, *Hyptis suaveolens* and *Ocimum gratissimum* on *Sitophilus zeamais* and *Callosobruchus maculatus*. *J Biol Sci*, 6, 626-630.

<sup>22</sup> Inglis, G. D. et al., 2001. Use of hyphomycetous fungi for managing insect pests. *Fungi as biocontrol agents*, 23-69.

<sup>23</sup> e.g. Rehner, S. A. et al., 2006. Phylogenetic origins of African and Neotropical *Beauveria bassiana* s.l. pathogens of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*. *Journal of invertebrate pathology*, 93(1), 11-21.

<sup>24</sup> e.g. Steinkraus, D. C., 2006. Factors affecting transmission of fungal pathogens of aphids. *Journal of invertebrate pathology*, 92(3), 125-131.

<sup>25</sup> e.g. le champignon *Paecilomyces lilacineas* cité dans Fernández, E., et al., 1996. Manejo integrado de plagas en los organopónicos. *Boletín Técnico*, 2(3), 1-42.

<sup>26</sup> e.g. Dik, A. J. et al., 1998. Comparison of three biological control agents against cucumber powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) in semi-commercial-scale glasshouse trials. *European Journal of Plant Pathology*, 104(4), 413-423.

<sup>27</sup> Walker, B. & Salt, D., 2006. Resilience thinking: sustaining ecosystems and people in a changing world. Island Press

la foresterie analogue<sup>28</sup>. Celle-ci consiste à reforester en reproduisant les différentes étapes de la colonisation d'une zone dégagée, en sélectionnant chaque fois des espèces valorisables sur le plan économique (nourriture, fibres, résines, parfums, etc), tout en laissant aussi une bonne partie du territoire sans intervention humaine, afin que la forêt d'origine puisse se rétablir ou s'y maintenir. En Europe, l'approche permacole des forêts jardins a recours à cette même juxtaposition des phases, cette fois dans l'espace, en jouant sur un maillage entre clairières à forte concentration d'herbacées productives (légumes, éventuellement céréales, aromatiques, et biomasse pour la fertilité du maraichage voisin (cf section 2D) ; et d'autres parties avec arbres et arbustes<sup>29</sup>.

## **B. Une génération entière de nouveaux paysans (« intensive en main d'oeuvre »)**

L'énergie apportée par les humains pour transformer un écosystème naturel en agroécosystème est appelé l'énergie « culturelle ». Selon sa source, l'énergie culturelle peut être divisée en énergie culturelle *biologique* (qui provient principalement de l'humain et des animaux) et énergie culturelle *industrielle* (qui provient des énergies fossiles). Dans un monde post-industriel, c'est-à-dire sans énergies fossiles, l'énergie que l'on pourra injecter dans les agroécosystèmes sera donc uniquement de l'énergie culturelle biologique : traction animale, travail humain et valorisation de matières organiques.

Il est évident qu'il sera impossible de continuer le labour (pour autant qu'il soit encore nécessaire, cf. le point précédent) tel qu'il se pratique aujourd'hui en agriculture industrielle. Il faut donc imaginer une suite au mouvement d'agriculture de conservation<sup>30</sup>... qui n'utilise ni mécanisation lourde ni pesticides ni engrais de synthèse !

La traction animale est une image perturbante pour nos imaginaires modernes. Comment envisager un tel « retour en arrière » ? À Cuba pourtant, le choc énergétique des années 90 a provoqué le retour immédiat de la traction animale. Après le choc, les jeunes agronomes et les instituts de recherche agronomique ont du faire appel aux vieux paysans qui connaissaient encore ces techniques, pour pouvoir les diffuser aux agriculteurs à travers tout le pays.

Un retour à la traction animale entraînera des baisses globales de productivité à cause de la plus faible puissance de travail, mais aussi parce que les animaux se nourriront d'une partie de la production. Ce retour sera délicat à mettre en place car nos systèmes agricoles ont perdu une grande partie du savoir-faire agricole traditionnel ainsi que la diversité génétique des races animales destinées à la traction. Mais la recherche et l'innovation en traction animale peuvent encore réaliser de grands progrès. Au *Land Institute* au Kansas, par exemple, on développe de nouvelles machines agricoles plus performantes pour la traction animale. Bien que moins puissants que les machines, les animaux seront pourtant essentiels aux agroécosystèmes du futur, car même si la consommation de viande reste une très mauvaise affaire énergétique, les animaux seront utiles pour leurs déjections et le recyclage de nos déchets (voir section 1.A.). Enfin, en cas de catastrophe - climatique ou sociale - et en dernier recours, les protéines seront toujours les bienvenues...

Quant au travail humain, le calcul est vite fait : en équivalent énergétique (Joules), un baril de pétrole correspond à douze années et demi de travail humain moyen ! On calcule que chaque habitant d'un pays industrialisé vit grâce à l'équivalent de 500 « esclaves » énergétiques qui travaillent pour lui en permanence : alimentation, transports, santé, vêtements, loisirs, etc..<sup>31</sup>

<sup>28</sup> Mallet, P., & Senanayake, F. R. (1997). The analog forestry manual. Voir aussi <http://www.analogforestry.org/>

<sup>29</sup> Patrick Whitefield (2011). *Créer un jardin-forêt une forêt comestible de fruits, légumes, aromatiques et champignons au jardin*. Imagine un colibri.

<sup>30</sup> Hobbs et al., The role of conservation agriculture in sustainable agriculture, Phil. Trans. R. Soc. B. n°363, 2008, pp. 543-555.

<sup>31</sup> Cf. <http://www.manicore.com/documentation/esclaves.html>

Cela signifie qu'en l'absence d'énergies fossiles, pour *maintenir notre niveau de consommation énergétique*, il faudra travailler 500 fois plus qu'aujourd'hui. A cela s'ajoute le fait que la main d'œuvre agricole est devenue rare : les agriculteurs aujourd'hui actifs en Europe sont très peu nombreux, il ne représentent plus que 2 % de la population (soit 4,7 % de la population active pour l'Europe des 28), et leur nombre diminue (cancers, suicides ou difficultés à transmettre leur ferme).

Il y a donc urgence à former très rapidement et à grande échelle des nouveaux paysans, forestiers, éleveurs et maraîchers et à envisager une conversion rapide et planifiée d'une grande partie de la population active vers l'agriculture<sup>32</sup>.

En réalité, ces NIMAculteurs (« NIMA » pour « non issus du monde agricole ») sont déjà nombreux. Il manque une véritable étude sociologique qui mesure et comprenne les contours de ce phénomène. Néanmoins, les observations dans les centres de formation en permaculture montrent qu'ils viennent de tous horizons (informaticiens, commerciaux, enseignants, chômeurs, chercheurs, étudiants, etc.) et qu'ils n'hésitent pas à rompre totalement avec leur parcours de vie, en s'engageant dans des formations en maraîchage, en élevage caprin, en traction animale ou en boulangerie pour ne citer que quelques exemples. Les NIMAculteurs sont déjà convaincus que le monde subira de profonds changements en raison de la future pénurie d'énergie, et ils s'y préparent déjà en prenant des décisions conséquentes<sup>33</sup>.

Combien de NIMAculteurs faudra-t-il former en Europe dans la décennie à venir ? À Cuba, après une transition énergétique et agroécologique inachevée (qui a conservé beaucoup de terres en agriculture industrielle), on a estimé les besoins en main-d'œuvre agricole à 15 à 25 % de la population active. Une simple extrapolation montre que, pour l'Europe des vingt-huit, il faudrait donc former en moins de 10 ans 117 millions de nouveaux paysans, soit deux fois la population française<sup>34</sup> ! A Cuba, cependant, la reconversion d'une partie de la population urbaine à l'agroécologie s'est paradoxalement faite d'autant plus rapidement qu'elle n'était pas formée à l'agriculture industrielle et à l'agronomie conventionnelle<sup>35</sup>. Tout reste encore possible...

Les paysans du futur ne savent donc pas encore qu'il seront paysans. Non seulement ils seront nombreux, mais leur travail sera intensif, et très riche en connaissances. Ils intégreront les dernières découvertes en écologie, ainsi que les innovations agroécologiques, et les combineront à certains savoirs d'antan. Cette grande quête des savoirs que possédaient nos ancêtres, et que le mouvement de la Transition appelle « la grande requalification » - *the great reskilling*<sup>36</sup> est le grand défi de notre génération.

### **C. L'arbre au cœur des systèmes agricoles : en finir avec l'agronomie néolithique**

Le monde a quitté la zone d'exceptionnelle stabilité climatique qui caractérisait l'Holocène. L'Anthropocène (ie les prochaines décennies) annonce un climat plus chaud, instable, agressif et imprévisible, ce qui, pour l'agriculture, est un véritable casse-tête. Comment augmenter ou restaurer la capacité des agroécosystèmes à « encaisser » des événements climatiques extrêmes (sécheresses, températures extrêmes, ouragans, inondations, etc.), ? Comment inventer une « agriculture de l'imprévisible » ?

---

<sup>32</sup> Heinberg R., *Peak everything*, Gabriola Island, Canada, New Society Publishers, 2007, p. 60.

<sup>33</sup> Concernant la ferme du Bec Hellouin, les « nimaculteurs », ainsi que d'autres articles sur l'actualité de la permaculture, lire le dossier coordonné par Agnès Sinaï dans *La Revue durable*, numéro 50, automne-hiver 2013

<sup>34</sup> Servigne P. (2014) *Nourrir l'Europe en temps de crise*. Nature et Progrès Belgique.

<sup>35</sup> Wright J., *Sustainable agriculture and food security in an era of oil scarcity: lessons from Cuba*, Routledge, 2009.

<sup>36</sup> Hopkins, R., *Manuel de Transition. De la dépendance au pétrole à la résilience locale*, Ed. Silence/Ecosociété, 2010.

En Europe, la grande majorité de la production de nourriture (80 %) provient de la culture des céréales annuelles, des graines oléagineuses et des légumes<sup>37</sup>. Ce « paquet technique » a été élaboré il y a 10 000 ans dans le croissant fertile du Moyen-Orient, une zone caractérisée par des milieux naturels steppiques<sup>38</sup>. C'était donc une agriculture qui imitait les écosystèmes naturels. En migrant vers l'Europe par le Danube, ces agriculteurs ont colonisé un milieu naturellement forestier peuplé de chasseurs-cueilleurs, en considérant l'arbre comme un obstacle à l'agriculture (brulis, rotations longues, etc.). Comme l'explique l'agronome Matthieu Calame, ils ont « steppisé » la forêt. Non seulement cela coûte cher en énergie, mais les conséquences écologiques de la destruction de forêts et du travail du sol ont été catastrophiques, aussi bien en Chine, que dans le Sahara ou dans le pourtour méditerranéen.

Contrairement au Sahara, la désertification totale de la Méditerranée a été évitée grâce à la domestication de l'olivier (4000 ans après les céréales) puis du châtaignier (1000 ans avant JC), et à la création d'agroécosystèmes complexes associant *ager*, *sylva* et *saltus* (ie. polyculture élevage). La véritable catastrophe, le « grand bond en arrière » a commencé après la première guerre mondiale avec l'apparition des engrais de synthèse et des machines agricoles, puis après la seconde guerre mondiale avec la « révolution verte » (ou ce que Matthieu Calame appelle la « régression ocre »), caractérisée par une destruction systématique des sols vivants et donc des terres arables. Depuis moins d'un siècle, grâce aux énergies fossiles (gaz, pétrole, etc.) nos sociétés sont revenues à une agronomie néolithique particulièrement primitive, inefficace et destructrice.

Les impacts environnementaux des cultures annuelles sont désastreux : érosion des sols, pollution des eaux par l'utilisation de fertilisants et de pesticides<sup>39</sup>, grande consommation d'énergie, et libération d'importantes quantités de gaz à effet de serre<sup>40</sup>. Baser une agriculture sur les plantes vivaces serait donc une voie logique pour revenir à une agriculture soutenable : moins de travail, moins d'énergie dépensée, moins de perturbation de la vie du sol, etc. Nous cultivons déjà de nombreuses espèces vivaces, comme l'ail, les artichauts, la pomme de terre, la rhubarbe, le cresson, etc. (même si nous les utilisons sur un mode annuel), mais il est une catégorie de vivaces que nous utilisons trop peu, ce sont les arbres. Ils possèdent une structure très solide, stabilisent le sol, sont plus efficaces pour capter l'eau et les nutriments en profondeur, ainsi que la lumière, nécessitent moins de travail humain, et sont moins sensibles aux variations de précipitations et de chaleur.

Remettre l'arbre au cœur de l'agriculture, c'est précisément développer des systèmes mixtes céréales/arbres ou élevage/arbres (agroforesterie), mais aussi des agroécosystèmes complexes (polyculture élevage) tels que les développent les permaculteurs (« forêts-jardins »)<sup>41</sup>. Pour diminuer les risques de dégâts causés par les maladies, maximiser le prélèvement d'eau, des nutriments et de la lumière, et créer une plus grande complexité au sein des agroécosystèmes, l'idéal est donc une polyculture d'arbres, d'arbustes, d'herbacées et de champignons comestibles

En Europe, si on laisse un terrain en friche, la forêt réapparaît naturellement après quelques années. Le principe de base d'une agriculture sobre et soutenable et donc d'imiter les écosystèmes naturels locaux. Autrement dit, aller dans le sens de la nature, pour dépenser moins d'énergie, et pour travailler moins. Favoriser ce que l'on pourrait appeler une « agriculture forestière » ou une « forêt agricole ».

<sup>37</sup> Cox, T.S., et al. 2010. Progress in breeding perennial grains. *Crop Pasture Sci.* n°61, p. 513–521.

<sup>38</sup> Calame, M. *La tourmente alimentaire. Pour une politique agricole mondiale.* Charles Leopold Meyer. p 27.

<sup>39</sup> Il a été montré que les céréales n'absorbent que 20 à 50 % de l'azote que l'on répand dans les champs. Voir Cassman et al. (2002) Agroecosystems, nitrogen use efficiency, and nitrogen management. *AMBIO* n°31, p.132–140.

<sup>40</sup> Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science* n°304, p. 1623–1627

<sup>41</sup> Crawford, Martin (2010). *Creating a Forest Garden.* Green Books. ; Patrick Whitefield (2011). *op. cit.*



Bien sûr, c'est une véritable révolution qui nécessite de se défaire de réflexes (et de mythes) tenaces qui remontent à plusieurs millénaires. Pour les agronomes sceptiques, et plus largement « *pour ceux qui ne croient pas aux vivaces parce qu'ils pensent que les rendements n'atteindront pas ceux des annuelles, je suggère qu'ils essaient pendant quelques années de faire pousser leurs annuelles à la manière dont nous allons les faire pousser bientôt : uniquement avec du fumier, sans pulvérisation, sans tracteur pour le sol ou le désherbage, avec des semences 'libres' et un minimum d'arrosage. Après tout, il faut comparer des pommes avec des pommes. Alors, comment sont les rendements maintenant ?* »<sup>42</sup>.

Les plantes annuelles ne sont toutefois pas à bannir. Il conviendra d'en associer à des cultures vivaces, car à l'avenir, l'extraordinaire diversité variétale des plantes annuelles que l'humanité a créée au fil des millénaires pourrait nous servir à obtenir des rendements rapides durant des périodes d'accalmie du climat, et même, parce que les graines sont facilement transportables, à accompagner les migrations rapides et forcées de populations en cas de catastrophe.

## 2. Passer à la vitesse supérieure

Nous proposons ici la mise en place de trois piliers supplémentaires qui permettront de soutenir ce mouvement naissant, c'est-à-dire de consolider et d'accélérer la transition vers une généralisation anticipée de ce type d'agriculture.

### A. Un réseau de micro-fermes

Imaginons une ferme « post-carbone », diversifiée, productive et résiliente. Le bon sens veut que pour qu'elle augmente sa résilience, elle se connecte à d'autres fermes et forme un réseau dense et modulaire qui maintienne une diversité, qui permette les échanges commerciaux et qui ne transmette pas les chocs à l'ensemble du réseau par effet en cascade. Se faisant, c'est l'ensemble de la région (et pas seulement les micro-fermes) qui gagneront en résilience face à des chocs systémiques globaux.

Selon Charles et Perrine Hervé-Gruyer<sup>43</sup>, la constitution d'un tel réseau n'est pas qu'une idée abstraite. Car en créant une micro-ferme hyper-productive (comme celle du Bec Hellouin<sup>44</sup>), et donc si on peut produire autant sur un dixième de la surface prévue, on libère tout le reste d'espaces agricoles... pour planter des arbres. En France, il serait donc possible de gagner des millions d'hectares d'espaces agricoles pour faire des forêts comestibles. Au Bec Hellouin, sur un hectare, 1000 m<sup>2</sup> sont réservés à des cultures de maraîchage, il reste donc 9000 m<sup>2</sup> sur lesquels ont été installés une maison bioclimatique avec une serre côté sud, un pré/verger, des animaux, un forêt-jardin côté nord pour s'abriter des vents dominants, un bassin pour recueillir l'eau de pluie et faire de l'aquaculture, des ruches, etc. Tout cela a finalement gonflé la production mais surtout apporté une diversité et une biodiversité incroyables.

Selon le couple Hervé-Gruyer, en trois ans, le paysage a été « re-naturé », il est beaucoup plus agréable à vivre et à travailler, et en plus, il produit *lui-même* les intrants en matière organique nécessaires pour les 1000 m<sup>2</sup> de maraîchage (arbres, haies, fumier des animaux, vase des mares, etc). Le système est devenu plus résilient, plus productif et plus autonome !

Ensuite, selon ce maraîcher permaculteur, « cela peut être comme une fusée à plusieurs étages » : dans l'étape suivante, on peut imaginer des écosystèmes de micro-fermes de petit élevage, de fromages, d'apiculture, de plantes aromatiques et médicinales, de pépinières, etc.

<sup>42</sup> Allen, D. (2013) *When Agriculture Stops Working: Ten Recommendations for Growing Food in the Anthropocene*. [www.resilience.org](http://www.resilience.org)

<sup>43</sup> D'après leur interview dans Chapelle G. (in press) op. cit.

<sup>44</sup> Voir les résultats actualisés de l'étude des chercheurs de l'INRA sur [www.fermedubec.com/Institut%20Sylva%20-%20Rapport%20interm%C3%A9diaire%20n%C2%B04%20-%20d%C3%A9cembre%202014.pdf](http://www.fermedubec.com/Institut%20Sylva%20-%20Rapport%20interm%C3%A9diaire%20n%C2%B04%20-%20d%C3%A9cembre%202014.pdf)

En les regroupant en réseau, il est possible mutualiser une partie des moyens de production des points de vente, du secrétariat, des sites internet, des petites machines agricoles et de chevaux. Pourquoi ne pas imaginer une mutualisation pour l'organisation des congés les échanges de matières organiques ou les croisements génétiques ?

Appliquée à une échelle de cent hectares, cela peut aboutir à ce que les Hervé-Gruyer appellent un « système agraire solidaire », et qui ressemblerait à cela :

- Cinq hectares de réserve naturelle de biodiversité, surtout des forêts.
- Quarante hectares de forêt comestible : des noyers, des châtaigniers, des chênes ; en sous-bois des noisetiers, et d'autres arbres pour relancer l'artisanat du bois vert, en remplacement partiel du plastique<sup>45</sup> ; des clairières à petits fruits ; des plantes sauvages comestibles ; champignons cultivés sur bois mort ; de l'élevage extensif (« pata negra » !) ; et toutes les utilisations du bois, comme le bois de chauffage, le bois d'œuvre, le bois raméal fragmenté pour le paillage et la fertilité, etc.
- Vingt hectares de céréales et de plantes oléagineuses en agroforesterie. La farine est pour consommation humaine uniquement, et se combine avec la farine de châtaigne. Les champs deviennent parcours à mouton après la récolte, et restituent une part de la fertilité.
- Vingt hectares d'élevage bovin/ovin en parcours extensif (20 vaches + 20 moutons) de pré-vergers, de bocage (autre forme d'élevage dans les autres parties, porcs et volaille notamment), avec toujours des arbres fruitiers haute-tige dans et autour des parcelles.
- Quinze hectares de micro-fermes avec forêt-jardin, aquaculture (et épuration des eaux usées des habitations, nouvelle source de fertilité), maraîchage, céréales jardinées, et petit élevage.

Au final, au lieu des cent hectares mécanisés qui assurent un emploi et produisent une nourriture pauvre et homogène tout en détruisant les sols, on peut créer trente emplois agricoles (plus les autres emplois locaux qui en découlent), et de quoi nourrir entre 500 et 1000 personnes avec des produits sains, riches et diversifiés, tout en aggradant la biodiversité et en stockant du carbone...

Si on imagine un million de micro-fermes comparables, reliées entre elles et complémentaires dans leurs productions et les services qu'elles proposent, on pourrait créer au moins un million d'emplois dans les campagnes, et répondre à la montée du chômage des villes où à l'exode urbain des prochaines années (voir section 1B)...

## **B. Une stratégie énergétique audacieuse et globale**

Ne calculer que les rendements à l'hectare, comme nous avons pris l'habitude de le faire, et oublier les rendements énergétiques - le rapport entre l'énergie que l'on produit et l'énergie que l'on fournit - a été l'erreur fatale de la révolution verte. En 1940, avec une calorie d'énergie, on produisait 2,3 calories de nourriture. Aujourd'hui, il faut 7,3 calories d'énergie pour produire une calorie de nourriture<sup>46</sup>. C'est à la lumière de ces chiffres que l'on saisit l'immense régression qu'a été la « révolution verte ».

Sans une politique énergétique ambitieuse, rapide, globale et coordonnée, l'agriculture industrielle, et par extension le système alimentaire européen sera bientôt hors d'usage. L'Europe (4% de la production mondiale de pétrole) importe une immense quantité d'énergie de l'étranger, qui lui permet de doper sa production alimentaire, qu'elle exporte ensuite sur les marchés internationaux. Et parallèlement, elle importe de grandes quantités d'aliments. Par conséquent, sans apport massif d'énergie, elle ne pourra plus nourrir sa population ni exporter de denrées alimentaires.

<sup>45</sup> Voir notamment les sites en anglais de Ben Law, <http://ben-law.co.uk/>, Mike Abbott, [http://www.living-wood.co.uk/green\\_woodwork.html](http://www.living-wood.co.uk/green_woodwork.html) ainsi que [www.greenwoodcreations.co.uk/about-green-wood-creations.html](http://www.greenwoodcreations.co.uk/about-green-wood-creations.html)

<sup>46</sup> Heinberg R, Bomford M. 2009. op.cit.

La *transition agricole* pourrait donc être définie comme le processus qui reconvertit les campagnes des pays industrialisés en *zones autonomes et excédentaires en énergie*. Tout l'enjeu est donc de le faire à grande échelle.

Mais comment ? Comment articuler tous les secteurs - énergie, agriculture, transports, etc. - afin de concevoir un projet de transition le plus systémique possible ?

Montrer « de manière chiffrée » qu'il est possible de nourrir la population française en 2050 (71 millions de personnes), tout en luttant contre le changement climatique et en respectant la fertilité des sols, la qualité des eaux et la biodiversité, tel était l'objectif de l'équipe de Solagro en développant le scénario *Afterres2050*<sup>47</sup>. Il fallait une réponse concrète à la question : « Disposons-nous des surfaces nécessaires pour nourrir la France à l'horizon 2050 ? »

« *Nous sommes partis des besoins nutritionnels (les nôtres et ceux des animaux d'élevage) avant d'envisager les moyens de production* », explique Christian Couturier, coauteur du travail. D'ici 2050, l'équipe est partie de l'hypothèse qu'il faudra donc réduire de 25 % notre consommation en protéines, diviser par deux la consommation de viande et de produits laitiers, réduire la part du sucre dans notre alimentation (« *supprimer l'équivalent de quatre morceaux de sucre par jour sur les vingt ingérés aujourd'hui* »), et éviter 60 % du gaspillage actuel. Une fois ces conditions posées, les objectifs seront atteints en mettant en place un mélange d'agriculture et de sylviculture très polyvalentes. Par exemple, la culture principale — blé ou autre — sera systématiquement accompagnée d'arbres (agroforesterie), de cultures associées ou de cultures intermédiaires. L'agriculture conventionnelle disparaîtra vers 2030 et laissera progressivement la place à un mélange de production intégrée et d'agriculture biologique. Le cheptel bovin sera divisé par quatre, la surface des vergers augmentera de 25 % et celle des vignes diminuera de 11 % en 2050 par rapport à 2010 (car la consommation alcoolique diminuera d'un quart). Quant au maraîchage, il produira 600 % de légumes en plus !

Une partie de l'alimentation animale provient actuellement du continent américain (soja et maïs). Mais en 2050, les importations de soja et des tourteaux dérivés en provenance des Amériques seront totalement supprimées.

Toutes ces évolutions permettront de « libérer » dès 2025 cinq à huit millions d'hectares de terres, qui pourront être utilisées pour la production de matériaux et d'énergie. Des agrocarburants ? Oui, à condition de répondre à la demande alimentaire d'abord. Mais si l'on envisage sérieusement l'arrêt progressif des importations de pétrole, alors la France, et même l'Europe, devra se mettre à produire à nouveau sa propre énergie. Ainsi, *Afterres2050* a été couplé au scénario énergétique Négawatt<sup>48</sup> élaboré en 2011, qui est à l'heure actuelle le plus crédible des modèles de transition énergétique. Ce dernier montre que le système électrique français peut presque se passer de combustibles après une transition radicale de quelques années. Objectif : sortie du nucléaire et des énergies fossiles. Les ingénieurs ont calculé que l'éolien, le photovoltaïque et l'hydraulique sont en capacité de prendre le relais des centrales thermiques et nucléaires, à condition qu'elles soient couplées à une réduction drastique des consommations (- 30 % de sobriété et - 30 % d'efficacité énergétique). « *Nous avons trouvé beaucoup de niches de biomasse exploitable qui n'entrent pas en compétition avec l'alimentation, en particulier dans les forêts et les pâturages.* » Dans une trentaine d'années donc, une grande partie des déjections animales et de la biomasse sera transformée en gaz par la méthanisation, ce qui permettra à l'agriculture de produire l'énergie dont elle a besoin pour fonctionner, tout en réduisant les émissions de gaz à effet de serre.

Si l'on réussit à mettre en place une transition agricole aussi radicale, sans incident de parcours, à l'échelle nationale ou européenne, le modèle indique que l'on réduirait seulement *par*

<sup>47</sup> Le rapport *Afterres2050* est disponible sur le site de Solagro [www.solagro.org](http://www.solagro.org) Association basée à Toulouse et spécialisée dans la réalisation d'écobilans et d'études sur les énergies renouvelables

<sup>48</sup> [www.negawatt.org](http://www.negawatt.org)

deux les émissions de gaz à effet de serre issues de l'agriculture : moins 67 % pour le méthane et moins 50 % pour le protoxyde d'azote. Pour atteindre l'objectif imposé par l'Union Européenne de diviser par quatre les émissions d'ici 2050, il faudrait alors compter sur les autres secteurs, le transport, les bâtiments, etc. L'agriculture seule ne peut pas le faire « sauf à générer des ruptures sociétales majeures comme la suppression de la quasi-totalité du cheptel bovin, ou le boisement du tiers de la surface agricole de manière à stocker du carbone. »

*Afterres2050* propose un virage serré, certes, mais « continu » vers l'horizon 2050. C'est une trajectoire considérée comme « linéaire » par les scientifiques, c'est-à-dire un changement progressif de notre agriculture en 35 ans. Une vision pas forcément partagée par le public. Car au cours de leur tournée 2013, l'équipe de Solagro a effectué plus de 100 dates et touché plus de 5000 personnes. « *Les agriculteurs y voient un scénario extrême, et pour les citoyens, c'est une véritable rupture ! C'est très intéressant, car nous avons veillé justement à ne pas faire d'hypothèses extrêmes pour pouvoir avoir un vrai débat avec la population. Mais les réactions ne sont toutefois pas agressives, car nous expliquons tout et proposons des alternatives.* » Le scénario soulève également beaucoup d'enthousiasme. Les réactions du type « *ça prouve ce qu'on disait !* » et les « *enfin !* » ne sont pas rares...

L'originalité du scénario est qu'il permet d'aller au-delà des expériences locales alternatives, de les connecter à des enjeux plus globaux. Il est surtout un très bon point de départ pour un véritable débat sur la transition.

### C. Reconnecter les grands cycles de matière

« *Pour atteindre notre demande en énergie, l'humanité a transféré d'énormes quantités de carbone des sous-sols dans l'atmosphère, perturbant gravement le climat. Pour atteindre nos besoins en nourriture, nous avons transféré d'énormes quantités d'azote de l'atmosphère vers les champs, les rivières et les forêts, en dévastant les écosystèmes. Pour faire pousser nos cultures, nous avons aussi interféré avec les réserves d'un troisième élément beaucoup moins médiatisé et pour lequel nous avons le problème d'en avoir à la fois trop et pas assez* »<sup>49</sup> : le phosphore.

Pour ce dernier, le problème est double : d'uncôté les réserves minérales s'épuisent. De l'autre, comme l'azote, il est lessivé et pollue les écosystèmes. Mais surtout, contrairement à l'azote, le phosphore ne possède pas de phase gazeuse lui permettant d'aisément ressortir des océans.

La distribution des minerais de phosphore est très inégalement répartie dans le monde<sup>50</sup>. Comme pour le pétrole, alors que la consommation tend à s'accélérer, la qualité des minerais tend à diminuer. La production d'un des plus importants producteurs de phosphore minéral, les États-Unis, voit sa production chuter depuis 20 ans, présageant d'une prochaine envolée des prix lorsque seul le Maroc détiendra des réserves importantes. En 2007-2008, par exemple, son prix a augmenté de 500 à 700 % dans une période de 14 mois, et il semble très probable que le pic de phosphore ait lieu dans les 20 prochaines années<sup>51</sup>. L'Europe est quant à elle entièrement dépendante des importations de phosphore, ce qui pose un grave problème de sécurité alimentaire, dont les institutions européennes sont d'ailleurs déjà conscientes<sup>52</sup>. Les rendements de l'agriculture industrielle risquent de chuter et les prix alimentaires grimper en flèche. D'ailleurs, en mai 2011, le département de l'énergie des États-Unis a inclus le phosphore dans les quelques minerais rares d'importance stratégique cruciale pour la sécurité nationale<sup>53</sup>.

<sup>49</sup> Bennett, E., & Elser, J. (2011). A broken biogeochemical cycle. *Nature*, n°478, p. 29-31.

<sup>50</sup> Les trois grandes sources de minerais de phosphates sont la Chine, les États-Unis et le Maghreb (Maroc et Algérie).

<sup>51</sup> Cordell, D., et al. (2009). The story of phosphorus: global food security and food for thought. *Glob. Environ. Change* n°19, p. 292-305.

<sup>52</sup> Voir le film de 2'30" [www.phosphorusplatform.eu](http://www.phosphorusplatform.eu)

<sup>53</sup> Bennett, E., & Elser, J. (2011). op. cit.

De l'autre côté, l'agriculture a largement contribué à modifier les grands cycles biogéochimiques de l'azote et du phosphore. Pour l'azote, quoi qu'il arrive, nous ne retrouverons jamais l'état d'équilibre qui précédait la révolution industrielle<sup>54</sup>. Les pollutions à l'azote provoquent des proliférations d'algues, qui créent des « zones mortes », et causent des dégâts très importants en Europe<sup>55</sup> ou même en Chine<sup>56</sup>. La rémanence des fertilisants azotés dans le sol est très longue, polluant ainsi les nappes phréatiques pendant des années. Quant au phosphore, en 2005, il a été extrait 17,5 millions de tonnes de phosphates des mines, dont 14 millions ont été utilisées comme engrais agricoles. De cette quantité d'engrais, 8 millions (soit près de 60 %) ont été perdus par érosion ou lessivage dans les sols. L'excès de phosphates dans les eaux est toxique pour la santé humaine, et favorise le développement de cyanobactéries qui sont aussi dangereuses pour la santé des humains, du bétail et des poissons. De plus, cette pollution est extrêmement onéreuse à réparer<sup>57</sup>.

La transition de l'agriculture implique donc de se passer de ces apports et de pouvoir maintenir, voire enrichir, la fertilité des sols grâce à la biomasse locale. Ceci peut éventuellement intégrer un système de collecte du compost des zones voisines et des villes alentour et/ou s'accompagner d'un développement de techniques de compostage intensif. L'équation est simple : au début de la chaîne, le système industriel doit s'approvisionner en grandes quantités de matières premières, et à l'autre bout de la chaîne, il rejette beaucoup de déchets. Pour résoudre ces deux problèmes à la fois, il suffit donc d'abandonner la vision linéaire des choses et de fermer les cycles : le déchet de quelqu'un est la matière première d'un autre.

L'exemple des phosphates est éclairant, et la solution apparaît évidente : conserver le phosphore dans les champs en le recyclant, pour éviter d'aller le puiser dans les mines, et pour éviter de polluer les rivières. Mais comment le recycler ? Par exemple en récupérant les excréments humains : 1,2 g/pers./j cela fait 3 millions de tonnes par an, ce qui correspond à 20 % de la consommation industrielle d'engrais<sup>58</sup>. En Suède, deux villes ont essayé de collecter les urines humaines pour les remettre dans les champs<sup>59</sup>. L'Allemagne et la Suède sont en train de mettre en place des programmes ambitieux pour recycler jusqu'à 60 % du phosphore des eaux usées et les renvoyer aux champs, forêts et pâtures<sup>60</sup>. Mais la plus grande barrière n'est pas d'ordre technique (nous savons tout<sup>61</sup>), elle est évidemment d'ordre psychologique...

En 1836, Justus von Liebig, le père de la fertilisation scientifique mais qui à la fin de sa vie avait compris l'absurdité de la fertilisation minérale, écrivait au premier ministre britannique : « *La cause de l'épuisement des sols est à voir dans les us et coutumes des citadins, c'est-à-dire dans la construction de 'water-closets' (WC), qui ne permettent pas de récolter et conserver les excréments liquides et solides. Ces derniers ne retournent pas en Grande-Bretagne sur les champs, mais sont expulsés par les fleuves vers l'océan. L'équilibre dans la fertilité des sols est*

<sup>54</sup> Canfield, D. E. et al. (2010). The evolution and future of Earth's nitrogen cycle. *Science*, n° 330, p. 192-196.

<sup>55</sup> Galloway, J. N. et al. (2008). Transformation of the nitrogen cycle: recent trends, questions, and potential solutions. *Science*, n°320, p. 889-892. ; Galloway, J. N. et al. (2004). Nitrogen cycles: past, present, and future. *Biogeochemistry*, n°70, p. 153-226. ; Sutton, M. A., et al. (Eds.). (2011). *The European nitrogen assessment: sources, effects and policy perspectives*. Cambridge University Press.

<sup>56</sup> Liu, X., et al. (2013). Enhanced nitrogen deposition over China. *Nature*. n°494, p. 459-462

<sup>57</sup> Bennett, E., & Elser, J. (2011) op. cit. ; Childers, D. L., et al. (2011). Sustainability challenges of phosphorus and food: solutions from closing the human phosphorus cycle. *BioScience*, n°61, p. 117-124.

<sup>58</sup> Bennett, E., & Elser, J. (2011). op. cit.

<sup>59</sup> Bennett, E., & Elser, J. (2011). op. cit.

<sup>60</sup> Bennett, E., & Elser, J. (2011). op. cit.

<sup>61</sup> Winblad, U. (2004). *Ecological sanitation*. Stockholm Environment Institute. Voir aussi Langergraber, G., & Muellegger, E. (2005). Ecological Sanitation—a way to solve global sanitation problems?. *Environment international*, 31(3), 433-444. Disponibles sur [www.ecosanres.org](http://www.ecosanres.org).

*détruite par cette perpétuelle suppression des phosphates, et ne peut être rétabli que par une compensation équivalente.* »<sup>62</sup>

Nous n'inventons rien. L'idée de fonctionner en cycles est d'autant plus banale qu'elle a été appliquée durant des siècles par tous les paysans de la terre, et même dans les villes avant l'invention des égouts<sup>63</sup>. Plus largement, « *par le passé, les cités étaient trop conscientes de la valeur de la nourriture et de ses sous-produits pour se permettre de les gaspiller. S'ils brisaient les cycles naturels, c'est parce qu'ils ne disposaient pas des connaissances nécessaires pour comprendre les conséquences à long terme de leur consommation. Nous n'avons plus de telles excuses.* »<sup>64</sup>

#### **D. Déverrouiller les cadres juridiques**

Cette grande transition anticipée vers une agriculture post-carbone ne pourra pas faire l'économie d'une révolution juridique. En effet, il est maintenant bien montré que les lois actuelles favorisent le système agricole (socio-technique) industriel : interdiction des semences paysannes « libres » ou de préparation naturelles, imposition des OGM, etc. Pour « déverrouiller » ce cadre qui empêche toute transition d'avoir lieu, nous proposons (avec l'aide de Gaëtan Vanloqueren), quelques mesures économiques et juridiques qui permettront de traiter la situation de manière plus systémique :

- Créer une Politique Alimentaire Commune (au lieu d'une Politique Agricole Commune) et des ministères de l'alimentation (au lieu d'agriculture) pour concevoir des politiques appliquées à l'ensemble du système alimentaire
- Appliquer cette Politique Alimentaire Commune à des territoires et non à des filières, pour concevoir des politiques cohérentes sur un territoire.
- Subsidier les aliments à haute valeur nutritionnelle (fruits, légumes, noix (au sens large), etc. au lieu des grandes cultures (céréales, betteraves, etc)
- Plafonner les aides par emploi (pour sortir du 80% des aides à 20% des exploitations)
- Rendre obligatoire (pour obtenir des subsides) les rotations, avec au minimum 5 cultures différentes (pour sortir du schéma maïs-blé)
- Etablir des règles fiscales favorisant un entrepreneuriat social qui produise des aliments locaux, de qualité et de saison.
- Modifier le cahier des charges public pour la restauration collective, notamment dans les écoles, crèches, hôpitaux et administrations pour favoriser les producteurs, distributeurs et transformateurs petits et/ou locaux, et empêcher les économies d'échelle. Favoriser la cuisine sur place (et pas seulement les plats réchauffés).
- Au niveau de l'enseignement, organiser une demi-journée par semaine dans le potager, de quoi apprendre/connecter la nourriture, et approvisionner les distributeurs de légumes (à la place des sodas et autres hyper-sucreries).

---

<sup>62</sup> cité par Steel, C. (2008). *Hungry city: how food shapes our lives*. Random House., p. 255

<sup>63</sup> Billen, G., Garnier, J., Nemery, J., Sebilo, M., Sferratore, A., Barles, S., ... & Benoît, M. (2007). A long-term view of nutrient transfers through the Seine river continuum. *Science of the total Environment*, 375(1), 80-97 ; Barles S.. Urban metabolism and river systems: an historical perspective. Paris and the Seine, 1790-1970. *Hydrology earth system sciences*, 2007, 11, pp.1757-1769 ; Barles, S. (2005). *L'invention des déchets urbains: France (1790-1970)*. Editions Champ Vallon.

<sup>64</sup> Steel C. (2008) op. cit., p. 281

## Conclusion

Les mesures à prendre pour concevoir une transition à grande échelle vers une agriculture post-carbone sont d'ordre politique, économiques, juridiques, agronomiques, énergétiques, psychologiques, etc. En bref, il s'agit d'un défi qu'il faut aborder de manière systémique, c'est-à-dire de manière transdisciplinaire (interdisciplinaire, ouverte à la société civile, et avec une éthique<sup>65</sup>).

Au vu de ce que nous risquons si nous ne faisons rien (l'effondrement des systèmes alimentaires industriels et donc de notre civilisation), il paraît évident qu'il faut aujourd'hui oser prendre de tels chemins, aussi originaux soient-ils. Le principal frein que nous voyons est de l'ordre de l'imaginaire : la plupart des personnes qui savent ce que nous risquons n'y croient simplement pas. Si l'on peine à s'imaginer un avenir catastrophique, on ne pourra l'éviter. Ce n'est qu'en l'acceptant que l'on aura une chance de l'éviter. Telle est la proposition du « catastrophisme éclairé » du philosophe Jean-Pierre Dupuy<sup>66</sup>, et que nous partageons totalement. Imaginons le pire pour pouvoir créer le meilleur et se mettre en mouvement. Pour passer à la vitesse supérieure, cette posture ne doit pas être appliquée par les transitionneurs (ils le font déjà), mais par la caste qui détient le pouvoir économique et politique.

## Remerciements

Nous remercions Gaëtan Vanloqueren pour les idées développées dans la section 2D.

---

<sup>65</sup> Dedeurwaerdere, T. (2013). *Les sciences du développement durable pour régir la transition vers la durabilité forte*. Rapport au ministre du Développement durable et de l'Administration publique du gouvernement wallon, Louvain-la-Neuve.

<sup>66</sup> Dupuy, J. P. (2009). *Pour un catastrophisme éclairé: quand l'impossible est certain*. Seuil.