

Agronomie  
Gembloux



# AgricultureS & Enjeux de société



Luc Pussemier et Leo Goeyens



Presses Universitaires de Liège

Agronomie  
Gembloux



# AgricultureS & Enjeux de société



Presses Universitaires de Liège



# AgricultureS & Enjeux de société

Luc Pussemier & Leo Goeyens

2017



<http://www.pressesagro.be/e-book/9782870161500.pdf>

2017, LES PRESSES AGRONOMIQUES DE GEMBOUX, A.S.B.L.

Passage des Déportés 2 — B-5030 Gembloux (Belgique)

Tél. : +32 (0) 81 62 22 42

E-mail : [pressesagro.gembloux@uliege.be](mailto:pressesagro.gembloux@uliege.be) URL : [www.pressesagro.be](http://www.pressesagro.be)

D/2017/1665/150

ISBN 978-2-87016-150-0

*Cette œuvre est sous licence Creative Commons. Vous êtes libre de reproduire, de modifier, de distribuer et de communiquer cette création au public selon les conditions suivantes :*

- *paternité (BY) : vous devez citer le nom de l'auteur original de la manière indiquée par l'auteur de l'œuvre ou le titulaire des droits qui vous confère cette autorisation (mais pas d'une manière qui suggérerait qu'ils vous soutiennent ou approuvent votre utilisation de l'œuvre) ;*
- *pas d'utilisation commerciale (NC) : vous n'avez pas le droit d'utiliser cette création à des fins commerciales ;*
- *partage des conditions initiales à l'identique (SA) : si vous modifiez, transformez ou adaptez cette création, vous n'avez le droit de distribuer la création qui en résulte que sous un contrat identique à celui-ci.*

*À chaque réutilisation ou distribution de cette création, vous devez faire apparaître clairement au public les conditions contractuelles de sa mise à disposition. Chacune de ces conditions peut être levée si vous obtenez l'autorisation du titulaire des droits sur cette œuvre. Rien dans ce contrat ne diminue ou ne restreint le droit moral de l'auteur.*

<http://creativecommons.org/licences/by-nc-sa/4.0/deed.fr>

**Publié avec l'aide du Service public de Wallonie  
(Aides à la promotion de l'emploi)**

# Préface

Agriculture conventionnelle ou agriculture biologique? Laquelle des deux est la plus durable et respectueuse de l'environnement? Laquelle est la meilleure pour notre santé? Nombreux sont les citoyens et les consommateurs à se poser ces questions. La réponse n'est pas toujours simple surtout si l'on cherche à prendre en considération tous les paramètres importants pouvant influencer l'avenir de notre planète ...

Quel type d'agriculture permettra de répondre aux grands défis qui nous attendent à l'échelle mondiale? Quelle agriculture pour nourrir une population sans cesse croissante qui s'approchera des 10 milliards de bouches à nourrir d'ici 2050? Pour adopter des pratiques agricoles gages de durabilité en matière de gestion des ressources naturelles? Quelle agriculture permettra de réduire les émissions de gaz à effet de serre pour éviter des changements climatiques trop radicaux? Comment offrir des produits alimentaires sains et diversifiés pour aider la population à mieux se nourrir et prévenir ainsi nombre de maladies non transmissibles tels que diabète, obésité, cancers et maladies neurodégénératives?

Les auteurs de ce livre sont persuadés qu'il n'y a pas UNE solution à proposer, mais que les pistes à explorer, à encourager, sont multiples : les circuits courts, l'agriculture urbaine, la permaculture, l'agriculture de précision, l'agriculture écologique intensive ou l'agriculture intensivement écologique... les semences de ces agricultures de demain ne sont pas en dormance, mais germent un peu partout dans nos campagnes et même dans nos villes et leurs périphéries. Ce sont ces nouvelles greffes qui nous aideront à relever les grands défis auxquels nous sommes dangereusement confrontés. Il suffit d'ouvrir les yeux et interagir avec les divers acteurs de terrain pour bien se rendre compte que ces agricultures existent déjà, souvent survivances de formes ancestrales mais aussi adaptations profondes de ce qu'il est convenu d'appeler l'agriculture conventionnelle.

Ce tome consacré à l'agriculture est le premier d'une série de quatre ouvrages abordant quatre thématiques complémentaires pour une approche globale des enjeux de sociétés relatifs à notre alimentation. Les quatre thèmes sont l'Agriculture, l'Alimentation, l'Environnement et la Santé. Ces quatre pôles s'influencent mutuellement, se complètent et jouent un rôle fondamental dans ce que nous sommes, ce pourquoi nous vivons.

Le trèfle à quatre feuilles est le symbole de la bonne fortune, de la chance qu'il nous faut rencontrer pour que notre vie soit heureuse et pleine de satisfactions. Ce livre se présente comme un trèfle à quatre feuilles : il a pour ambition d'aider le lecteur à trouver des réponses à des questions très importantes qu'il peut se poser dans sa quête d'un mode de vie sain et gratifiant pour lui-même et pour l'ensemble de la population.

Luc Pussemier & Leo Goeyens



## Biographies

**Dr Leo Goeyens** détient un doctorat en sciences chimiques de la Vrije Universiteit Brussel. Il enseigna au Laboratoire de Chimie Analytique et Environnementale de la Vrije Universiteit Brussel et au Centre de Technologie Alimentaire et Microbienne de la Katholieke Universiteit Leuven. Parallèlement, il fut le chef du département chimique de l'Institut Scientifique de Santé Publique de janvier 1998 à décembre 2007. Actuellement, il gère l'entreprise Life and Chemistry Office (<http://lc-office.be/>).

**Dr Ir Luc Pussemier** est expert international en évaluation des risques sanitaires et environnementaux et dirige depuis 2013 le bureau de consultance «Safe Food Consult» situé à Louvain-la-Neuve (Belgique). Il a exercé ses activités professionnelles de 1986 à 2013 au CERVA (Centre d'Études et de Recherches Vétérinaires et Agrochimiques, Bruxelles) où il a terminé sa carrière comme Directeur Opérationnel de la DO «Sécurité Chimique de la Chaîne Alimentaire». Il a été membre pendant 12 ans du Comité Scientifique de l'Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire (AFSCA, Bruxelles) et est, depuis 2008, expert pour le Conseil Supérieur de Santé (SPF-Santé Publique, Bruxelles) où il assure actuellement la vice-présidence du groupe de travail permanent NASSA (Nutrition, Alimentation, Santé et Sécurité de la chaîne Alimentaire).



# Table des matières

Préface .....	5
Biographies .....	7
Table des matières .....	9
Abréviations .....	11
Introduction .....	13
<b>Chapitre 1. Agriculture d’hier, d’aujourd’hui et de demain : quels défis? ..</b>	<b>15</b>
1.1. Le grand défi de l’agriculture d’hier : assurer la sécurité alimentaire ! .....	15
1.2. Les grands défis de l’agriculture d’aujourd’hui : le respect de l’environnement et la quête de durabilité .....	17
Encart : Comment pourrions-nous nourrir 9 milliards d’hommes à l’horizon 2050? .....	20
1.3. Les grands défis pour l’agriculture de demain .....	23
<b>Chapitre 2. Systèmes de production agricole : de l’agriculture industrielle à l’agriculture écologique .....</b>	<b>25</b>
2.1. Production bio : quels sont les principaux avantages et inconvénients? .....	25
Encart : La biodynamie dans le mouvement de l’agriculture biologique .....	27
2.2. Production bio, production locale et circuits courts .....	29
2.3. Bio versus conventionnel : un monde bipolaire? .....	30
2.4. Conclusions .....	35
<b>Chapitre 3. Systèmes de production durables : de quoi parle-t-on? .....</b>	<b>37</b>
3.1. Dépendance aux intrants .....	38
3.2. Émission de gaz à effet de serre .....	40
3.3. Diversification .....	41
Encart : Monoculture et perte de biodiversité – des effets insoupçonnés ! .....	44
3.4. Circuits courts .....	49
3.5. Durabilité, labels et certification .....	50
3.6. Indicateurs et empreintes environnementales des produits agricoles et des aliments .....	51
3.7. Conclusions .....	55
<b>Chapitre 4. En quête d’un système de production durable – présentation de la ferme de Baugnies .....</b>	<b>57</b>
4.1. Un modèle de développement durable .....	57
4.2. Caractère innovant, qualité nutritionnelle des produits et respect de l’environnement .....	58
Encart : APL – Appel à modération à l’intention des friands d’azote .....	60

Encart : Le lait de ferme : pourquoi est-il meilleur ? .....	66
4.3. Conclusions .....	70
<b>Chapitre 5. Systèmes de production durables – enjeux sociétaux et batailles d’experts</b> .....	71
5.1. Bio et conventionnel – à couteaux tirés .....	72
5.2. Bio local ou bio mondial ; bio éthique ou bio économique .....	73
5.3. Bio et OGM : le mariage n’aura pas lieu ! .....	74
5.4. Opposition aux OGM : question de principe ou de perception des risques? .....	74
5.5. Diversité des sources d’informations, impartialité des experts et conflits d’intérêts : peut-on encore faire confiance à la science (et aux scientifiques)? ...	76
5.6. Études contestées et communication biaisée : comment faire pour s’y retrouver? .....	78
Encart : «Zéro phyto» – un projet qui tient la route? .....	80
5.7. La voie unique? .....	83
5.8. Conclusions .....	85
<b>Chapitre 6. Esquisse d’un système de production idéal</b> .....	87
6.1. Importance des trois déterminants d’un système de production durable dans le modèle d’agriculture idéal .....	87
6.2. Ébauche concrète d’un modèle de production idéal .....	90
Encart : Agriculture de précision .....	93
6.3. Deux pistes à proposer pour accélérer la quête de durabilité .....	96
6.4. Quelles recommandations peut-on proposer pour s’approcher d’un système optimal? .....	97
<b>Chapitre 7. Conclusions : l’agriculture de demain sera écologique et plurielle</b> .....	99
Bibliographie .....	105

# Abréviations

**AEI** – Agriculture Écologiquement Intensive

**AFSCA** – Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire (Belgique)

**Anses** – Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (France)

**APL** – Azote Potentiellement Lessivable

**BPA** – Bonnes Pratiques Agricoles

**CE** – Commission européenne

**CETA** – Comprehensive Economic and Trade Agreement (accord économique et commercial global entre l'Europe et le Canada)

**DJA** – Dose Journalière Admissible

**EFSA** – European Food Safety Authority (Agence européenne de sécurité sanitaire des aliments)

**FAO** – Food and Agriculture Organisation of the United Nations (Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation)

**GES** – Gaz à Effet de Serre

**IPM** – Integrated Pest Management (gestion intégrée de ravageurs ou protection intégrée des cultures)

**MAEC** – Mesures Agro-Environnementales et Climatiques

**OGM** – Organisme Génétiquement Modifié

**OMS** – Organisation Mondiale de la Santé

**ONG** – Organisation Non Gouvernementale

**PAC** – Politique Agricole Commune

**PGDA** – Plan de Gestion Durable de l'Azote

**TTIP** – Transatlantic Trade Investment Partnership (Partenariat Transatlantique de Commerce et d'Investissement)

**UE** – Union européenne

**WWF** – World Wide Fund for Nature (Fonds mondial pour la nature, anciennement World Wildlife Fund – Fonds mondial pour la vie sauvage)

**WFP** – World Food Programme (Programme Alimentaire Mondial – Agence humanitaire pour la lutte contre la faim dans le monde)



# Introduction

Que sera l'agriculture de demain? Ou devrions-nous dire quelles seront les agricultures de demain? Tout le monde semble d'accord sur un point. Elle(s) devra (devront) être durable(s).

Certains estiment que l'agriculture d'aujourd'hui, l'agriculture conventionnelle, est déjà durable car de nombreux efforts sont prodigués pour optimiser les rendements des cultures tout en veillant à limiter autant que faire se peut le recours aux intrants tels qu'engrais et produits phytosanitaires.

Pourtant, il ne sera pas possible de continuer le développement agricole en poursuivant l'application du modèle actuel ! Et cela, pour une raison évidente : le modèle actuel est encore trop gourmand en énergie, et en particulier pour certains intrants de production comme les fertilisants de synthèse (engrais azotés).

En outre, nous émettons trop de gaz à effet de serre (GES). Ces gaz, nous le savons, sont responsables des changements climatiques qui risquent de bouleverser de nombreux équilibres biologiques et provoquer des catastrophes d'ampleur considérable. Or, à l'échelle globale, l'agriculture est responsable d'un tiers des émissions totales de GES (Vermeulen et al., 2012). Les causes en sont, d'une part, le recours toujours trop important à la fertilisation minérale et, en particulier, aux engrais azotés, et, d'autre part, un élevage industriel hors-sol non soutenable. Non soutenable dans le sens que cette forme d'élevage n'est pas en adéquation avec l'utilisation des ressources locales et avec nos objectifs de limiter la pollution de l'environnement par les rejets d'azote et de phosphates. Non soutenable, surtout, parce que l'élevage industriel constitue une source très importante d'émission de GES. Notre planète ne peut le supporter : elle est en surchauffe !

Alors quelle serait la solution? L'agriculture biologique? Certaines régions, comme la Région wallonne en Belgique, ont lancé l'idée du «Zéro Phyto» que l'on voit traduire un peu trop rapidement en «cent pour cent bio». Est-ce la voie à suivre? Qu'en pensent les scientifiques et experts en développement durable?

Il semble bien qu'il y ait consensus sur le fait que l'agriculture devra être plus écologique. Mais certains diront «Agriculture Écologique Diversifiée» alors que d'autres avanceront «Agriculture Écologique Intense».

Mais comment l'agriculture pourra-t-elle évoluer et prendre la direction souhaitée? Est-il possible de limiter drastiquement l'usage des engrais azotés? Peut-on garder des rendements satisfaisants sans devoir recourir aux pesticides? L'élevage hors-sol doit-il être délaissé au profit de formes moins intensives, moins centralisées de productions animales? Et qu'en est-il des innovations scientifiques et technologiques en matière de sélection et amélioration génétique? Si les OGM d'aujourd'hui n'ont pas la cote, en

sera-t-il de même avec les nouvelles générations d'OGM et les autres progrès attendus en génie génétique ?

Toutes ces questions méritent mûres réflexions tant de la part des décideurs politiques que des agriculteurs qui sont concernés en premier chef par ces enjeux. Mais rien ne pourra se faire si la volonté d'un changement n'est pas présente chez le citoyen et chez le consommateur que nous sommes tous. Nous proposons donc de faire ensemble cette réflexion au fil des pages de cet ouvrage destiné à apporter une information scientifique, rigoureuse et objective sur les enjeux de société liés aux modes de production agricole.

# Chapitre 1. Agriculture d’hier, d’aujourd’hui et de demain : quels défis ?

*«Il n’est nul art au monde auquel soit requis une plus grande philosophie qu’à l’agriculture»*

**Bernard Palissy (1510 - 1589)**

L’agriculture de nos jours est mise sur la sellette : on lui reproche de produire trop (surplus, montagnes de beurre stockées dans les frigos européens, camions de fruits et légumes déversant leur cargaison dans la rue, épandage de lait sur les prairies des régions herbagères) ou pas assez (carences alimentaires et sous-nutrition, dans certaines parties du monde). On lui reproche surtout de produire mal, de préférer la quantité à la qualité, de mettre l’environnement en péril.

En a-t-il toujours été ainsi? Depuis quand l’état de grâce entre producteurs et consommateurs est-il rompu? Et pour quelles raisons? Quelles orientations faut-il prendre pour assurer un avenir meilleur? Nous proposons dans ce premier chapitre un regard sur l’agriculture d’hier et d’aujourd’hui, ainsi qu’une première réflexion sur ce que pourrait être l’agriculture de demain.

## **1.1. Le grand défi de l’agriculture d’hier : assurer la sécurité alimentaire !**

Nul ne peut contester que le développement de l’agriculture à travers l’histoire de l’humanité a conduit à des progrès énormes. Avant que l’agriculture ne se développe, le mode de vie des chasseurs-cueilleurs permettait de répondre aux besoins alimentaires d’environ 4 millions de personnes dans le monde. L’agriculture moderne nourrit actuellement plus de 6 milliards de personnes, peut-être même 7,5 milliards et, selon certaines estimations, il faudra en nourrir entre 9,6 et 12,3 milliards d’ici la fin du siècle (Gerland et al., 2014). Aussi, la production céréalière mondiale a doublé au cours des 40 dernières années principalement grâce à la hausse des rendements (Tilman et al., 2002).

Au cours du <sup>xx</sup>e siècle, le secteur agricole s’est mécanisé, ce qui a permis d’économiser la main-d’œuvre surtout dans les pays les plus développés. Le recours à des machines et à des équipements agricoles lourds fonctionnant aux combustibles fossiles, le travail intensif du sol, l’emploi de variétés végétales à haut rendement, l’irrigation, les intrants de fabrication industrielle tels qu’engrais et pesticides sont autant de facteurs qui ont permis de réaliser des gains impressionnants de productivité. Comme indicateur

d'intensification on peut citer, à l'échelle globale, l'utilisation d'azote qui a été multipliée par huit au cours de la seconde partie du XX<sup>e</sup> siècle. Ainsi, si on prend l'exemple du blé (Figure 1.1), entre 1946 et 1990 le rendement en Allemagne a augmenté de 50 kg par an et, si l'on exprime les gains par rapport aux fertilisants, le gain par ha est de 10 kg de blé par kg d'azote appliqué (Chloupek et al., 2004). Pendant cette même période, le recours à l'irrigation s'est également développé de façon considérable dans les pays au climat plus aride et/ou pour certains besoins spécifiques (cultures sous serre, pommes de terre) puisque les besoins en eau ont globalement décuplé. Quant aux pesticides de synthèse, ils sont véritablement apparus après la seconde guerre mondiale et, depuis, leur importance n'a cessé de croître pour satisfaire aux besoins de désherbage chimique et de lutte contre les maladies et ravageurs, pour représenter un volume de vente global de l'ordre de 35 milliards de dollars en 2000 (Agrios, 2005).



**Figure 1.1.** Depuis la nuit des temps, les céréales sont associées à la sécurité alimentaire. De nos jours, nos préoccupations vont davantage vers la qualité nutritionnelle et la sécurité sanitaire (© L. Pussemier).

En misant exclusivement sur le facteur de l'intensification, l'agriculture des décennies passées a pu relever avec succès le défi de la sécurité alimentaire, de façon certes partielle car la faim et la malnutrition n'ont pas été complètement enrayerées. Ce n'est toutefois pas l'agriculture qui en est le principal responsable : l'instabilité politique, les guerres, les catastrophes naturelles et le partage non équitable des ressources sont des facteurs prépondérants qui entretiennent un état de crise dans certaines régions du monde.

Il est généralement admis que l'agriculture a la capacité de répondre aux besoins alimentaires de 8-10 milliards de personnes tout en diminuant sensiblement la proportion de la population qui souffre de la faim (Godfray et al., 2010; Gerland et al.,

2014), mais les avis divergent quant à la façon de réaliser cet objectif de façon durable. La durabilité implique à la fois des rendements élevés et des pratiques agricoles ayant un impact environnemental acceptable.

## **1.2. Les grands défis de l'agriculture d'aujourd'hui : le respect de l'environnement et la quête de durabilité**

Si l'agriculture, à côté de son rôle de production alimentaire, a longtemps été le principal gestionnaire de l'environnement, force est de constater que l'agriculture intensive a quelque peu mis à mal cette fonction traditionnelle qui lui est dévolue puisque, globalement, près de la moitié des terres disponibles sont consacrées à la culture et l'élevage, en ce compris les activités agro-pastorales (Tilman et al., 2001). En outre, les politiques récentes en matière d'énergie et de climat ont fait augmenter la demande de bioénergie, ce qui a entraîné des changements directs et indirects de l'utilisation des terres (les biocarburants de première génération en compétition avec les cultures alimentaires), et une série de préoccupations environnementales et socioéconomiques (Miyake et al., 2012).

### **Situation dans les pays développés**

Comme impact environnemental négatif de l'agriculture intensive on peut citer en premier lieu la conversion des écosystèmes naturels en terres agricoles et l'utilisation d'intrants qui polluent les milieux aquatiques et terrestres ainsi que les eaux souterraines (Tilman et al., 2002). Dans une perspective écologique, ce sont surtout les pesticides qui ont frappé l'opinion publique depuis la parution du livre «Silent Spring» de Rachel Carson en 1962 (Carson, 1962). Plus récemment, c'est surtout l'émission de gaz à effet de serre qui focalise l'attention des scientifiques. Si la foresterie et l'élevage extensif peuvent jouer un rôle favorable en séquestrant le C à raison de 74 g (foresterie) et 14 g de C par m<sup>2</sup> (élevage extensif), il n'en va pas de même pour l'élevage intensif qui occasionne d'importantes émissions de gaz à effet de serre (CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O) ni pour les cultures intensives qui émettent 40 g de C par m<sup>2</sup> (Schulze et al., 2009). Les aspects de durabilité de l'agriculture en termes de réduction d'intrants (pesticides et engrais) et réduction des émissions de gaz à effets de serre sont traités plus en détails dans le chapitre consacré aux systèmes de production durable.

La perte de biodiversité est un autre inconvénient majeur résultant de l'intensification de l'agriculture. Le néologisme «biodiversité», apparu dans les années 80, a été popularisé par le Sommet de la Terre de Rio en 1992. Il englobe trois niveaux d'organisation du vivant (Raustiala & Victor, 1996) :

- la diversité écologique (ou diversité des écosystèmes),
- la diversité spécifique (diversité des espèces ou interspécifique),
- la diversité génétique (ou intra-spécifique).

La recherche d'un contrôle le plus poussé possible des conditions de production a justifié le développement de grands projets d'aménagement rural, d'irrigation,

d'assèchement des zones humides et de drainage. Même dans les régions qui ont toujours été propices à l'agriculture, des changements sont apparus, notamment au niveau du paysage, suite au remembrement agricole qui a permis d'augmenter la taille des parcelles. Mais qui a trop souvent été accompagné d'arrachage de haies, de conversion de prairies permanentes en terres de culture et autres perturbations apportées à l'espace rural avec une perte importante de la diversité écologique. La profonde modification des assolements s'est traduite, à l'échelle de la parcelle, par un raccourcissement des rotations (perte de diversité spécifique) au bénéfice quasi exclusif de quelques variétés seulement (pertes de diversité génétique) de blé, de betteraves et de cultures fourragères comme l'escourgeon, le maïs et le ray-grass. L'intensification de l'élevage et de la production laitière a été rendue possible grâce à une importante augmentation des rendements des prairies permanentes et par un recours accru aux céréales, aux prairies artificielles, à l'ensilage, et aux importations de soja et autres protéagineux. Certaines régions proches des grands ports de mer, comme la Bretagne ou la Flandre, sont plus propices à l'approvisionnement en produits d'importation comme les protéagineux qui servent d'ingrédient principal pour la fabrication d'aliments pour animaux. En conséquence de cet avantage concurrentiel, ces régions ont connu, durant la deuxième partie du siècle précédent, une dégradation significative de la qualité environnementale en raison de la prolifération de grandes porcheries industrielles, concentrées sur un territoire restreint et confrontées à des problèmes de gestion des effluents d'élevage comme le lisier. Si l'évaluation de la politique agricole et des performances de l'agriculture commence aujourd'hui à prendre en compte les coûts environnementaux longtemps ignorés, il n'existe toujours pas de statistiques ou d'indicateurs des performances environnementales de l'agriculture et des exploitations agricoles qui permettraient de donner un bilan économique complet du processus de modernisation en prenant en compte les effets sur l'environnement dont la perte de biodiversité (Le Roux et al., 2008).

En dépit de grands succès engrangés en matière de productivité, le modèle d'agriculture intensive peut donc poser de gros problèmes à l'environnement. D'un point de vue socio-économique, le modèle entraîne également des effets pervers. Le haut niveau de mécanisation et d'automatisation a fait chuter les besoins en main d'œuvre. Ainsi, si plus de la moitié de la population de nos contrées était occupée en agriculture au XIX<sup>e</sup> siècle, actuellement, en Belgique, ce n'est plus qu'une toute petite fraction de la population, proche de 1% (Van Molle & Segers, 2016). Plus grave, nombre de ces quelques agriculteurs subsistants doivent faire face à des difficultés économiques très importantes. Peu de chefs d'exploitation ont un successeur, ce qui tend à accentuer le mouvement d'abandon de la profession au profit d'exploitations toujours plus grandes, plus intensives, plus spécialisées. S'il y a bien eu augmentation de la productivité et de la production agricole globale, ce n'est pas toujours l'agriculteur qui est gagnant, loin s'en faut ! Ainsi, dans nos pays riches, les agriculteurs continuent à faire face à des risques financiers et des incertitudes économiques élevées. Les revenus agricoles sont irréguliers et ne laissent guère de chances de développement durable aux agriculteurs les plus démunis (CE, 2016).

## **Et qu'en est-il pour les pays moins développés ?**

La situation en Europe et dans de nombreux pays développés fait état de problèmes environnementaux majeurs, héritage d'une agriculture trop industrialisée, mais qu'en est-il ailleurs ? Dans le monde en développement, l'intensification de la production agricole a véritablement commencé avec ce que l'on a appelé la Révolution verte autour des années 60 du siècle précédent. Le modèle de production était axé sur l'introduction de variétés de blé, de riz et de maïs de qualité supérieure offrant des rendements supérieurs. Ainsi, au cours des 50 dernières années, la production mondiale annuelle de céréales, de céréales secondaires, de racines et de tubercules, de légumineuses et de cultures oléagineuses est passée de 1,8 à 4,6 milliards de tonnes, ce qui a considérablement atténué l'insécurité alimentaire au cours des années 70 et 80, et a provoqué une réduction effective du nombre de personnes souffrant de sous-alimentation en dépit d'une croissance démographique relativement rapide (FAO, 2016).

Cependant, la Révolution verte a également entraîné une perte de diversité en limitant le choix à quelques variétés génétiquement uniformes et nécessitant des volumes importants d'intrants comme l'eau d'irrigation, les engrais et les produits phytosanitaires. Le recours aux engrais est venu remplacer la gestion de la qualité des sols, tandis que les herbicides offraient une solution de rechange aux rotations culturales pour lutter contre les plantes adventices (FAO, 2016). Dès lors, les gains considérables de production et de productivité enregistrés au cours des dernières décennies ont souvent eu des effets négatifs comme, par exemple, la dégradation des terres, la salinisation des zones irriguées, les risques d'épuisement et de contamination des nappes aquifères souterraines, la généralisation des phénomènes de résistance des ravageurs aux produits phytosanitaires et l'érosion de la biodiversité. Les ressources naturelles ont parfois connu un niveau de dégradation tel qu'il compromet maintenant le potentiel de production (FAO, 2016).

Si globalement la lutte contre la faim est en train de rencontrer certains succès, il n'en reste pas moins que les petits producteurs du Sud ne sont pas encore sortis de l'ornière dans laquelle ils sont enlisés. Beaucoup de petits agriculteurs, en particulier les femmes, ont du mal à sortir du simple niveau de subsistance, car souvent ils n'ont pas ou peu de soutien technique, ils n'ont pas assez accès au crédit ni aux marchés, et doivent faire face aux incertitudes de la volatilité des prix des produits de base sur les marchés mondiaux (FAO, 2016). La mondialisation a apporté de nouveaux défis en raison des pressions à la baisse sur les prix et des charges réglementaires coûteuses pour les agriculteurs. En conséquence, le monde est confronté au paradoxe suivant : ce sont les petites communautés agricoles qui représentent environ 50 % de la population atteinte par la faim (WFP, 2015).

## Encart : Comment pourrions-nous nourrir 9 milliards d'hommes à l'horizon 2050 ?

Nous serons 9 milliards d'hommes sur la planète « Terre » en 2050.

« D'ici à 2050, la population humaine sera probablement plus grande de deux à quatre milliards d'habitants, en croissance plus lente (même en déclin dans les régions les plus développées), plus urbaine aussi, en particulier dans les régions moins développées, et plus âgée qu'au  $XX^e$  siècle. [...] La densité de la population moyenne mondiale est de 45 personnes/km<sup>2</sup> en 2000 ; elle devrait atteindre 66 personnes/km<sup>2</sup> d'ici 2050. Or, au niveau mondial, à peu près 10 % des terres sont cultivables, la densité de population par unité de terres arables sera dès lors environ 10 fois plus élevée. » (Cohen, 2003).

Pratiquement, cette augmentation de population se produira principalement dans le monde en développement. Dans la seconde moitié du siècle, on estime qu'une stabilisation de la population et l'apparition d'un déclin sont possibles (Lutz & Samir, 2010).

Mais cette stabilisation n'est pas confirmée. Les Nations Unies ont récemment publié des projections démographiques basées sur les données jusqu'en 2012 et une méthodologie probabiliste bayésienne. L'analyse de ces données révèle, contrairement à la littérature existante, que la population mondiale ne devrait pas cesser de croître ce siècle. En outre, il existe bel et bien une probabilité de 80 % que la population mondiale, soit 7,2 milliards, augmentera de 2,4 à 5,1 milliards d'individus entre aujourd'hui et 2100 (Gerland et al., 2014).

Comment arriver à les nourrir tous alors qu'aujourd'hui même nous ne parvenons pas à nourrir quantitativement et qualitativement les 7,5 milliards qui la peuplent (Ingram, 2017) ? Sans parler des gaspillages (Stuart, 2009) et des crises alimentaires, conséquences de contaminations diverses (Grunert, 2005 ; Barrett, 2010). Sans tenir compte non plus du fait que, avec le niveau de production actuel, on met déjà à mal l'avenir de la planète, notamment par les émissions de GES (10 à 20 % des émissions totales de GES sont d'origine agricole, et ces émissions pourraient doubler d'ici 2030) (Friel et al., 2009).

Toutes les pistes de solutions présentent des arguments positifs mais aussi négatifs. En effet, si nous poursuivons la politique de déforestation pour créer de nouvelles terres agricoles, nous connaissons une flambée d'émissions de GES et risquons d'accélérer encore plus le réchauffement climatique et les dérèglements attendus en matière d'intensité des précipitations, de durée des saisons sèches (Costa & Pires, 2010) et déplétion des stocks anciens de matière organique du sol (Karhu et al., 2010). Il faut savoir que cette déplétion de la matière organique des sols conduirait elle-même à une diminution de la fertilité et à une augmentation accrue des émissions de GES : nous sommes donc bien confrontés à un véritable cercle vicieux. Or, le réchauffement climatique lui-même constitue déjà une source de préoccupation pour la sécurité alimentaire avec le cortège de maux qui en résultent : extension des zones arides et semi-arides dans certaines parties du globe, augmentation des inondations et élévation du niveau de la mer dans d'autres. Tout cela, bien sûr, au détriment de la superficie globale cultivable.

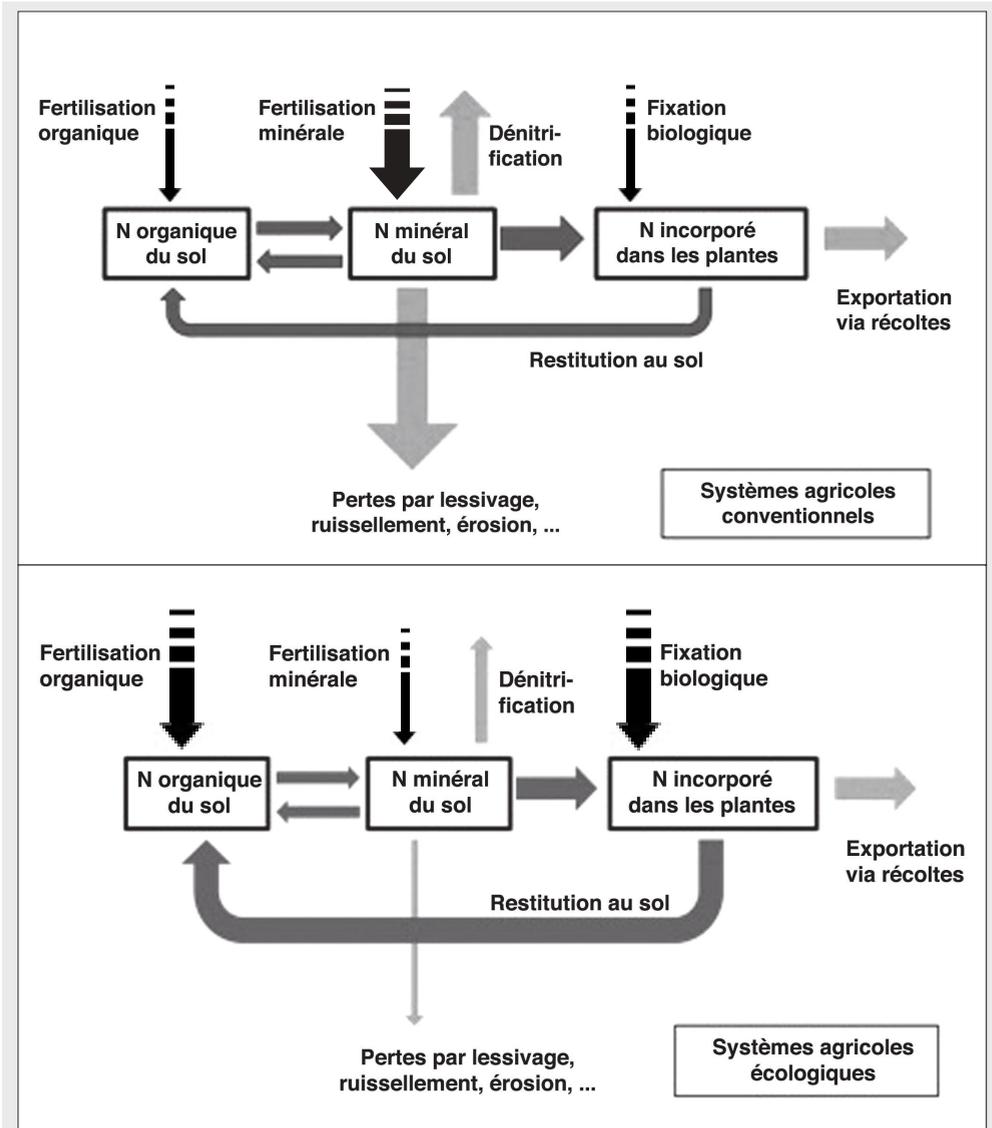
On pourrait penser à mettre un frein, voire arrêter complètement la production de cultures énergétiques (production de bio fuel). Il semblerait qu'ici au moins les choses soient claires, surtout en ce qui concerne les productions énergétiques de première génération à base de blé, de betteraves, de canne à sucre, de colza, etc. Il faut abandonner cette voie même si ces produits permettent aujourd'hui de limiter quelque peu les émissions de CO<sub>2</sub>

en épargnant les combustibles fossiles, car la priorité est de disposer d'assez de terres arables pour assurer l'alimentation humaine.

Ensuite, il y a la grande confrontation entre les tenants de l'agriculture intensive et de l'agriculture extensive, disons bio pour simplifier. Les premiers affirment que des rendements élevés sont nécessaires pour limiter les besoins en nouvelles terres agricoles et préserver, par exemple, la forêt tropicale, tandis que les seconds mettent en avant le fait qu'il faut arrêter de produire de façon non durable, c'est-à-dire en polluant les eaux et en favorisant des techniques de fertilisation qui sont responsables d'émissions massives de  $N_2O$ , ce redoutable gaz à effet de serre (De Cara et al., 2005 ; Smith et al., 2008). C'est vrai qu'avec 20 à 30 % de différences de productivité, il est difficile d'imaginer que le bio aura la capacité de nourrir la population mondiale. Cependant, des études récentes montrent que cet écart peut être réduit très significativement, jusqu'à moins de 10 % en moyenne (Reganold & Watcher, 2016).

Bien sûr, la superficie consacrée à l'agriculture biologique ne cesse d'augmenter, surtout en Europe et en Amérique du Nord. Mais à l'échelle mondiale cela reste marginal : même pas 1 % de la superficie totale ! Il ne faut pas se leurrer non plus, car, tant dans les pays développés qu'en développement, de nombreux agriculteurs pratiquent une agriculture écologique sans pour autant bénéficier de la certification bio. Et c'est ce message-là qu'il est important de faire passer : il faut impérativement intensifier le recours aux méthodes écologiques telles que les longues rotations, le piégeage des reliquats d'azote pour nourrir le sol et alimenter la culture suivante, l'introduction des légumineuses dans la rotation pour intensifier le captage de l'azote atmosphérique, le maintien de la biodiversité à tous les niveaux (cultures et abords des cultures), et bien sûr, la réduction par tous les moyens disponibles du recours aux pesticides.

La gestion de l'azote occupe une place de choix dans cette approche écologique. Le but est de limiter autant que faire se peut le recours à des engrais synthétiques dont la production demande beaucoup d'énergie, souvent fossile. Pour y arriver, il faut mieux gérer les flux afin, d'une part, d'éviter les pertes vers les eaux superficielles et souterraines (pollution des nappes) et, d'autre part, empêcher la dénitrification (réaction microbiologique où le nitrate est réduit, et produit finalement de l'azote moléculaire ( $N_2$ ) à travers une série de substances chimiques gazeuses dont l'oxyde nitreux – en d'autres termes, l'émission de GES !) (Figure 1.2). En ce qui concerne les apports en agriculture biologique, on mise beaucoup sur les amendements organiques (fumiers compostés, par exemple). Cette ressource est malheureusement limitée et elle le sera d'autant plus si nous nous inscrivons, durabilité oblige, dans une logique de priorisation des productions végétales dont l'empreinte environnementale est beaucoup plus favorable que celle des productions animales. Une autre source d'azote dans le circuit est la fixation d'azote atmosphérique (Figure 1.2). Actuellement il n'y a que les légumineuses qui peuvent y contribuer de façon significative, en association avec leurs partenaires microbiologiques. C'est pourquoi il est impératif de les introduire judicieusement dans les rotations. Le génie génétique pourrait également nous apporter une aide précieuse, car en incorporant dans les plantes cultivées la batterie de systèmes enzymatiques permettant de fixer l'azote atmosphérique, on pourrait accroître de façon sensationnelle l'indépendance de l'agriculture à l'égard d'un des intrants de production les plus énergivores et émetteur de gaz à effet de serre, à savoir les engrais azotés. Pour pouvoir progresser vers cette agriculture écologique, il sera nécessaire de faire des choix reposant sur l'évidence scientifique et le développement technologique, notamment les techniques poussées de sélection de plantes comme la transgénèse, et abandonner certaines positions idéologiques qui prévalent actuellement dans la sphère de l'agriculture biologique et ailleurs.



**Figure 1.2 :** Flux majeurs de N dans les systèmes agricoles conventionnels et écologiques (ligné noir et blanc = apports; gris clair = pertes; gris foncé = transformations) (adapté à partir de Institute of Medicine & National Research Council, 2015 et Reganold & Wachter, 2016).

### 1.3. Les grands défis pour l'agriculture de demain

La nécessité d'une transformation majeure de nos systèmes de production alimentaire est maintenant d'une évidence flagrante. De nombreuses études ont démontré la situation périlleuse dans laquelle se trouvent nos systèmes alimentaires. Les menaces vont de la dégradation des écosystèmes à la fragilité des moyens de subsistance des agriculteurs dans de nombreuses parties du monde. Avec comme conséquences la persistance de la faim et de la sous-nutrition chez certains, et la croissance inquiétante chez d'autres de l'obésité et des maladies liées à l'alimentation.

Le maître-mot pour relever ce grand défi de nourrir la planète sans mettre à mal ses ressources est de promouvoir la **durabilité**. Cette logique universelle doit permettre de redéfinir les systèmes agricoles de manière à reconstruire la fertilité à long terme des agroécosystèmes, de lutter contre les causes du changement climatique, de préserver les ressources naturelles, de rétablir un environnement de qualité, et de garantir aux producteurs des moyens de subsistance sécurisés.

En termes de défis, on peut épinglez plus particulièrement les difficultés de concilier les exigences de sécurité alimentaire (production agricole suffisante pour nourrir l'ensemble de la population mondiale) et de préservation de l'environnement (surtout en ce qui concerne les émissions de GES).

Parmi les nombreux chantiers sur lesquels il faudra travailler, on peut mentionner plus particulièrement la lutte contre le gaspillage alimentaire et la gestion des déchets. Le gaspillage et les pertes tout au long de la chaîne de production alimentaire représentent une masse colossale équivalente au tiers de la quantité totale d'aliments produits (FUSIONS, 2016), plus qu'il n'en faut pour nourrir décemment la fraction de la population mondiale qui souffre encore de la faim de nos jours. Quant aux déchets, il suffit d'évoquer la masse gigantesque des effluents provenant des élevages industriels pour lesquels des traitements de neutralisation et de recyclage sont appliqués à grande échelle, pour se rendre compte qu'il faut retourner à des formes d'élevage moins centralisées permettant de transformer, au niveau de la ferme, les déjections animales en fertilisants organiques de bonne qualité comme le fumier composté, par exemple.

Il n'y a pas de solution unique et universelle pour concilier sécurité alimentaire et durabilité. Toutes les pistes devront être explorées et toutes les opportunités devront être exploitées pour arriver à cette fin. À commencer par les innovations scientifiques et technologiques (génétique, informatique, robotique) qui permettront d'augmenter les rendements, de réduire les coûts de production et de diminuer l'impact environnemental. Mais aussi l'introduction de techniques plus écologiques, respectant les équilibres biologiques et les ressources naturelles. Sans oublier, toutefois, le changement de certaines habitudes alimentaires chez les consommateurs que nous sommes. Nous allons devoir freiner notre propension à consommer les produits d'origine animale dont l'empreinte écologique est défavorable et mettre davantage de végétaux dans notre assiette (De Boer & Aiking, 2011). Il convient aussi d'ajouter que la publication récente de Testa et al. (2017) nous montre que l'utilisation d'insectes comme aliment pour l'homme, ainsi que pour les animaux destinés à l'abattage, semble

avoir de nombreux aspects positifs d'un point de vue économique, environnemental et nutritionnel. Un nouveau défi et une opportunité pour le XXI<sup>e</sup> siècle ! *Last but not least*, n'oublions pas la dimension humaine : une agriculture de type familial et la promotion des circuits courts contribuent à une meilleure répartition des bénéfices, à l'épanouissement des producteurs et à celui des consommateurs qui peuvent retrouver les produits frais, sains et locaux auxquels ils sont attachés.

## Chapitre 2. Systèmes de production agricole : de l'agriculture industrielle à l'agriculture écologique

«*Bio or not Bio : Est-ce là toute la question ?*»

**Anonyme**

En matière de systèmes de production agricole, notre monde s'est fortement focalisé autour de deux pôles uniques : le «bio» et le «conventionnel». En fait, sous le vocable «conventionnel» on englobe généralement tout le reste. Mais qu'est donc ce «tout le reste»? Peut-on vraiment considérer que tous les systèmes agricoles présents sur notre planète sont compris dans ce «conventionnel» souvent opposé à «biologique»? Ne faut-il pas détailler davantage ces deux concepts et tous les autres? Le but de ce chapitre est donc d'exposer quelques particularités de ces deux systèmes de production souvent présentés comme opposés. Mais nous tenterons d'aller un peu plus loin dans notre analyse en décrivant d'autres systèmes de production actifs à grande ou petite échelle, qui font partie de notre réalité économique quotidienne et qui ont tous certaines particularités qui gagneraient à être mieux connues.

### 2.1. Production bio : quels sont les principaux avantages et inconvénients?

Il est indéniable que, fondamentalement, l'agriculture biologique (*organic agriculture*, en anglais) offre quelques avantages de taille : le respect des équilibres de la nature et de la qualité de l'environnement, l'interdiction d'utilisation de pesticides et engrais de synthèse chimique avec, à la clé, la protection des nappes phréatiques et la réduction des émissions de GES. Le bio offre, en outre, un revenu décent au producteur et accorde la préférence aux productions locales et de saison, la qualité de préférence à la quantité. Le système bio favorise la rotation des cultures et le recyclage des matières premières naturelles, comme, par exemple, le fumier produit sur la ferme.

Le système est bien organisé avec des organismes de certification au niveau régional et supra-national. Il existe des textes de référence (législation, cahier de charge) au niveau européen (CE, 2007) et la FAO s'est également dotée d'un programme de soutien à l'agriculture biologique (FAO, 2014).

En revanche, quels sont les inconvénients majeurs du bio?

Les rendements de l'agriculture biologique sont moins importants que ceux de l'agriculture conventionnelle : de 20 à 30% en moins (Seufert et al., 2012 ; De Ponti et al., 2012). Toutefois, ces différences de rendement sont très variables et contextuelles. Elles dépendent beaucoup des caractéristiques du site et du système appliqué. Ainsi, en France, les rendements relatifs de l'agriculture bio par rapport à l'agriculture conventionnelle seraient plus faibles encore que ceux observés plus globalement (Guyomard, 2013). Ceci s'expliquerait partiellement par le fait que pour certaines cultures, comme le blé tendre, l'agriculture biologique est proportionnellement plus présente dans les régions à faible potentiel de production.

En outre, le système biologique requiert davantage de travail manuel, par exemple pour le désherbage (Figure 2.1). En conséquence, malgré les efforts actuels des producteurs et des distributeurs, le bio reste en moyenne entre 20 et 30% plus cher que le conventionnel.



**Figure 2.1** : Le désherbage en agriculture biologique peut présenter d'importantes contraintes. À gauche, désherbage manuel chez un maraîcher et, à droite, utilisation de la technique de paillage à l'aide de paille de miscanthus cultivé localement (© L. Pussemier).

Par ailleurs, le système biologique est assez contraignant : il impose une période de reconversion pour les nouveaux adeptes, il y a de nombreuses exigences portant sur la nature des intrants sur l'ensemble de la chaîne de production (fumier, compost et autres engrais, aliments pour le bétail, produits de protection des plantes et conservateurs, emballages, ...) et le système fait preuve d'un conservatisme un peu dogmatique. Ainsi, tout ce qui est d'origine « synthétique » (engrais chimiques, pesticides de synthèse) est, par son essence même, à proscrire et est donc interdit même s'il s'agit de produits présentant des propriétés écologiques supérieures à certaines alternatives « naturelles » comme le cuivre de la bouillie bordelaise.

Il existe un autre système qui va encore plus loin dans cette direction en phase avec la nature mais avec des croyances et pratiques ésotériques qui sortent carrément du monde rationnel : c'est la biodynamie, inspirée des théories de Rudolph Steiner, que nous évoquons de façon un peu plus détaillée dans un encart spécifique (voir « La biodynamie dans le mouvement de l'agriculture biologique »).

En agriculture biologique, la protection phytosanitaire est assez délicate en l'absence de pesticides de synthèse et vu les limitations pour les pesticides d'origine

naturelle, tout n'étant pas autorisé (de Carné-Caravalet, 2011). Ainsi les contraintes concernant les désherbants chimiques impliquent une charge de travail plus importante pour les agriculteurs bio en l'absence de solution alternative appropriée (désherbage mécanique, par exemple). L'utilisation de conservateurs et autres additifs intégrés aux produits est limitée et soumise à des règles plus strictes que dans le conventionnel. De ce fait, la durée de conservation des aliments est généralement moins longue que pour les produits conventionnels. Généralement, car il existe quelques incohérences comme l'autorisation de sulfites dans le vin (mais à un dosage inférieur à ce qui est permis en conventionnel) et, plus interpelant, l'utilisation de nitrites en charcuterie. Les nitrites ne sont pas anodins et jouent probablement un rôle dans le fait que la consommation de viande transformée comme les charcuteries et salaisons est considérée par l'IARC comme carcinogène avéré pour l'homme (Groupe 1) (OMS, 2016).

### **Encart : La biodynamie dans le mouvement de l'agriculture biologique**

La biodynamie ou agriculture biologique dynamique est généralement considérée comme étant la première approche alternative à une agriculture jugée trop intensive. Elle a été créée au début du <sup>xx</sup>e siècle par le Dr Rudolph Steiner (1861-1925) pour contrer la dégradation de la qualité nutritionnelle des aliments et l'émergence d'une agriculture industrielle faisant appel à certains produits chimiques nocifs (dérivés arsenicaux, acide sulfurique). Steiner avait pour objectif concret d'inscrire l'agriculture dans une démarche philosophique nouvelle.

Rudolph Steiner s'est, en effet, intéressé à plusieurs domaines académiques dont la philosophie, et a développé une nouvelle discipline, appelée anthroposophie. L'anthroposophie se déclare d'un caractère universel et veut s'appliquer à une large diversité de domaines, notamment l'éducation, la musique, la peinture, l'agriculture, la médecine et l'architecture. L'anthroposophie est considérée par Steiner comme étant «une méthode expérimentale d'investigation de l'humain en général et des phénomènes de l'univers» (Steiner, Allocution du 10.8.1923) et «un chemin de connaissance qui veut mener le spirituel qui est dans l'être humain vers le spirituel qui est dans l'univers».

Le système agricole prôné par Steiner repose sur une série de cours-conférences pratiques donnés à Koberwitz (aujourd'hui Kobierzyce en Pologne) en 1924. Le but des conférences de Koberwitz était de parvenir à des idées pratiques concernant l'agriculture ; ces idées devaient se combiner avec ce qui avait déjà été acquis par la pratique et par l'expérimentation scientifique moderne, mais elles sont également inspirées de considérations spirituelles à caractère scientifique (Paull, 2011).

Le but de Steiner était d'instruire les fermiers sur «l'influence des forces cosmiques et terrestres sur la vie organique sur terre» (Kirchmann, 1994). Cette particularité a son importance parce que l'agriculture biodynamique, dans sa conception originale, consistait dans la confection et l'utilisation de «préparations» biodynamiques qui «stimuleraient la vitalité et harmoniseraient les processus dans le sol» (Paull, 2011).

De nos jours encore, on peut constater que la production et l'utilisation de ces préparations, issues des recherches de Rudolf Steiner, sont centrales dans la pratique de l'agriculture biodynamique. Comme exemple de préparation évoquant un rapport étroit

avec les formes cosmiques, on peut mentionner la silice de corne. Celle-ci est fabriquée à partir de quartz finement moulu placé dans une corne de vache qui est ensuite enterrée afin d'être exposée pendant six mois aux forces estivales de la terre. Elle s'apparente à une «pulvérisation de lumière», et agit sur les organes de la plante hors sol, en «tirant la plante vers le haut». D'autres préparations tiennent davantage des pratiques comparables à celles utilisées en agriculture biologique. Il s'agit, par exemple, de l'ortie qui est enterrée directement dans la terre et de l'extrait liquide de fleur de valériane qui est utilisé pour protéger du gel les fleurs de fruitiers ou pour favoriser leur floraison et fructification. Ainsi, la biodynamie repose bien sur des bases plutôt ésotériques, mais le système a intégré de façon empirique toute une série de pratiques traditionnelles voire ancestrales qui peuvent conduire à de bons résultats en matière de fertilité du sol, notamment.

Conceptuellement, la ferme est considérée comme un organisme vivant. Pour Steiner, faire les choses de façon appropriée et naturelle fait appel au concept idéal de l'autosuffisance nécessaire à toute ferme. «Une ferme est fidèle à sa nature essentielle, dans le meilleur sens du mot, si elle est conçue comme une sorte d'entité individuelle en elle-même – une individualité autonome. Chaque ferme devrait se rapprocher de cette condition [...] tout ce dont vous avez besoin pour la production agricole, vous devriez essayer de le posséder dans la ferme elle-même» (Paull, 2011).

Ces processus n'ont pas été développés grâce à une méthode scientifique rigoureuse, mais plutôt par la méditation de Steiner qu'il décrit lui-même comme une sorte de «clairvoyance». D'autres pratiques non scientifiques sont devenues parties intégrantes du mouvement post-Steiner. Celles-ci comprennent le recours à des agendas cosmiques (notamment l'astrologie) qui rythment le cours des événements, des activités de la ferme ou des «visualisations» de la qualité nutritionnelle des aliments.

Ainsi, la cristallisation sensible ou «cristallisation du chlorure de cuivre avec additif» est un procédé de caractérisation créé en 1925 par Ehrenfried Pfeiffer, chimiste et agronome, à l'instigation de Steiner. Cette méthode d'évaluation globale et visuelle de la qualité d'un produit, généralement un aliment ou un médicament, est basée sur l'analyse de la forme macroscopique des cristaux obtenus par cristallisation dans une enceinte dont les conditions sont standardisées. On obtient ainsi une image avec des cristaux plus ou moins organisés selon la nature et le type d'additifs ajouté. Plus l'image est complexe, structurée, avec de nombreuses ramifications et d'aspect harmonieux, plus le produit testé est supposé être naturel, respectueux du vivant.

La biodynamie a d'abord bénéficié d'un accueil favorable dans les pays de langue allemande, notamment en Allemagne et en Suisse. En France, l'association «Demeter» est créée en 1978, ainsi que la marque de même nom qui permet de certifier les produits issus de l'agriculture biodynamique (principalement le vin). Demeter France travaille également en étroite collaboration avec les organismes de contrôle et de certification de l'agriculture biologique, mais le cahier des charges est plus strict notamment en matière d'utilisation d'intrants (cuivre, sulfites, ...).

En conclusion, il apparaît que l'agriculture biodynamique consiste originellement en une approche mystique, et donc non scientifique, de l'agriculture. Des ajouts récents issus des méthodes de l'agriculture biologique ont créé une confusion dans les pratiques en amalgamant des pratiques objectives à des croyances subjectives. Toutefois, le mouvement est toujours bien présent et s'affiche même comme le meilleur garant de la qualité du terroir. En outre, le modèle conceptuel (ferme = organisme vivant autonome) est à nouveau d'actualité dans le cadre de l'autosuffisance alimentaire (production *in situ* des aliments pour le bétail) et de la réduction d'intrants (utiliser ce qui est présent à la ferme).

## 2.2. Production bio, production locale et circuits courts

La mondialisation de l'économie et du commerce est un fait indéniable et en constante progression. Il en résulte des dégâts collatéraux considérables pour les économies locales. Faut-il rappeler ces images tragiques d'agriculteurs dans la détresse et de déversements massifs de lait sur nos campagnes? Cela ne se passe pas seulement près de chez nous : l'Afrique trinque également et beaucoup de pays sub-sahariens peinent pour protéger leur propre production alimentaire contre les importations massives. C'est ainsi qu'en Afrique, on distingue le poulet industriel (importé sous forme congelée) du fameux poulet bicyclette, transbahuté à l'aide de ce moyen de locomotion par les marchands ambulants de produits locaux !

Le bio, en favorisant la production locale et la vente directe, constitue un des outils permettant aux agriculteurs de se procurer un revenu plus décent. Du reste, la consommation des produits locaux et de saison constitue une vague de fond très prometteuse pour l'économie locale et rurale en particulier, et en phase avec les exigences d'agriculture durable.

Mais, force est de constater, cependant, que l'agriculture biologique ne se limite pas aux productions locales et circuits courts. Le bio c'est aussi un gigantesque business : 72 milliards d'US\$, 43 millions d'ha et 2 millions de producteurs au niveau de la planète en 2015 (FIBL, 2015). En effet, le bio, s'il a débuté comme une mode réservée à une frange bien spécifique et/ou aisée de la population, est en train de conquérir de nouveaux marchés. La lame de fond touche maintenant l'ensemble de la population et pas seulement les ex-hippies ou nouveaux bobos. Dès lors, la production primaire, le secteur de la transformation bio et le commerce international prennent une ampleur de plus en plus grande avec, à la clé, la création de centres logistiques gigantesques pour permettre de délivrer partout et à tout moment le produit bio que les consommateurs réclament. Résultat des courses : la planète bio est maintenant entre les mains de très grands groupes agro-alimentaires comme la multinationale Royal Wessanen qui emploie plus de 2000 personnes. Alors que Wessanen se présente dans son rapport annuel sous un angle éthique et de développement durable très honorable (Anonyme, 2016a), il faut quand même savoir que Wessanen est coté à la Bourse d'Amsterdam et que ses principaux actionnaires sont des groupes financiers internationaux tels que Delta Partners dont le siège social est localisé à Dubaï (Bourse Euronext Amsterdam – [www.euronext.com/en](http://www.euronext.com/en)). On comprend que l'intérêt principal de ce bio-là est d'abord financier, et que les aspects éthiques et de durabilité ressemblent davantage à une stratégie de marketing.

Des questions se posent aussi sur les contrôles et les garanties du système de production : les contrôles effectués sont-ils partout fiables? Comment s'assurer qu'il n'y a pas d'abus vu l'attrait commercial évident pour ce débouché alléchant? C'est pourquoi, on peut comprendre et encourager les promoteurs d'une agriculture visant la consommation locale et moins nécessairement biologique, car d'un point de vue nutritionnel et socio-économique les deux se valent pour peu que les bonnes pratiques agricoles soient respectées.

Mais la production primaire n'est qu'une étape, un maillon de la chaîne entre l'agriculture et la fourniture d'aliments aux consommateurs. La production primaire est en effet stockée (chez le producteur ou chez un négociant spécialisé), transportée (par voie terrestre, maritime ou aérienne), transformée (broyage ou découpe, séparation de différents composants, traitements thermiques, ajouts d'ingrédients et additifs divers), conditionnée et emballée en portions, sachets, boîtes, bouteilles, etc., transportée à nouveau pour être stockée et distribuée essentiellement via les grandes chaînes de distribution comportant les grandes surfaces et les magasins de proximité.

Le circuit court tente de répondre plus spécifiquement aux exigences du modèle de production-consommation locale. En réduisant au maximum le nombre de maillons entre producteur et consommateur, le circuit court permet de faire en sorte que le consommateur puisse se fournir en produits peu transformés. Le circuit court apporte aussi certains avantages financiers aux acteurs locaux du fait de la réduction du nombre d'intermédiaires. Mais le système semble également préférable d'un point de vue nutritionnel. En effet, les produits proposés aux consommateurs sont moins longuement conservés et moins raffinés que leurs équivalents industriels avec comme conséquence davantage de vitamines, de minéraux, de fibres et autres phytonutriments. En outre, les produits sont traités de façon moins sophistiquée en limitant l'addition d'ingrédients et d'additifs divers. Un exemple parlant est celui du pain : les additifs type levures y jouent un rôle prépondérant pour lui donner un goût typé. Le sandwich avalé lors de la pause du midi sera confectionné à l'aide d'une baguette ou d'un pain ciabatta qui sont malheureusement fortement enrichis en gluten en comparaison avec un pain traditionnel ou artisanal alors que plus en plus de personnes souffrent d'intolérance au gluten. Un autre indice très parlant est la longueur de la liste des ingrédients qui, dans bien des cas, est nettement plus importante pour les produits industrialisés auxquels on intègre de nombreux ingrédients qui ont davantage un rôle technologique ou économique que nutritionnel, comme les nombreux stabilisants, émulsifiants, conservateurs, arômes, exhausteurs de goût, additifs alimentaires et autres formules codées débutant par le fameux E ! Avez-vous remarqué le nombre de produits industriels ou plats préparés auxquels on rajoute du sel ou du sucre ? Même les potages et les jambons n'échappent à une petite dose de sucre ajouté !

### **2.3. Bio versus conventionnel : un monde bipolaire ?**

On oppose souvent le bio au conventionnel : mais qu'est-ce donc que le conventionnel ? Dans l'esprit de beaucoup, c'est l'agriculture intensive ayant massivement recours aux pesticides de synthèse et engrais chimiques. En réalité, de nos jours, on utilise le terme conventionnel pour tout ce qui n'est pas bio. Or, derrière ce terme se cachent une foule de concepts différents qu'il est intéressant d'éclaircir un tout petit peu, ne fût-ce que pour se rendre compte qu'il existe toute une variété de pratiques agricoles plus ou moins connues, mais qui valent la peine d'être découvertes. Dans l'esprit de beaucoup, l'agriculture conventionnelle est souvent associée à l'agriculture industrielle intensive pratiquant la lutte chimique aveugle. En réalité, les pratiques évoluent et prennent de plus en plus en compte le

respect de l'environnement. Aussi, nous passerons en revue certains concepts assez souvent rencontrés et pratiqués de nos jours, tels que «Bonnes Pratiques Agricoles», «agriculture raisonnée», «lutte chimique raisonnée», «agriculture intégrée», «lutte intégrée», afin de mieux percevoir ce que ces systèmes sous-tendent.

*Lutte chimique aveugle, protection phytosanitaire d'assurance et agriculture industrielle.*  
L'agriculture industrielle intensive est caractérisée par la monoculture (voir l'encart «Monoculture et perte de biodiversité – des effets insoupçonnés !» au chapitre suivant), le recours aux intrants de production, la mécanisation poussée, la globalisation des marchés. La protection phytosanitaire y repose largement sur l'utilisation de pesticides suivant des calendriers de traitements pré-établis de façon à assurer une «couverture chimique» de la culture pendant toute la saison de production, sorte d'assurance pour éviter les dégâts des maladies et ravageurs, quels que soient les risques réels d'attaque parasitaire. Ce type de production est largement tributaire des producteurs d'intrants (semences, engrais, pesticides). La mécanisation et spécialisation y sont fortement développées de sorte que la monoculture devient souvent le mode de production dominant. L'utilisation intensive de pesticides (Figure 2.2) a pour conséquence une dépendance élevée à l'égard des fournisseurs d'intrants, une pollution importante du milieu ambiant (air, sol, eau), des effets potentiels sur la santé des personnes exposées (principalement les agriculteurs), l'induction de résistance de la part des agents déprédateurs des cultures qui deviennent progressivement insensibles aux traitements, la disparition de la biodiversité et, en particulier, de la faune auxiliaire utile à la pollinisation et à la protection naturelle des cultures. Ce type d'agriculture ayant recours à la lutte chimique aveugle n'est plus défendu ni par les agriculteurs ni par les autorités, et a été partiellement remplacé par des pratiques agricoles dans lesquelles les traitements à l'aide de produits phytosanitaires ne sont autorisés que s'ils sont vraiment nécessaires, justifiés par la pression parasitaire et, surtout, dans le respect des prescriptions légales fixées pour leur emploi.



**Figure 2.2** : Le traitement des cultures à l'aide de pulvérisateurs de plus en plus sophistiqués et performants est généralement associé à la notion de lutte chimique, même si l'épandage peut également être réalisé avec des produits biologiques (biopesticides) ou naturels (soufre, produits cupriques) (© L. Pussemier).

*Les Bonnes Pratiques Agricoles ou BPA.* L'objectif des BPA est d'aider les producteurs, les travailleurs et leurs organisations à s'engager dans des pratiques agricoles appropriées et viables, qui réduisent les effets sur l'environnement en utilisant des intrants et des ressources de façon plus efficace. Les BPA sont constituées d'un ensemble de codes d'usages, normes et règlements formant **la base minimale** à laquelle tout producteur doit pouvoir répondre au niveau de son exploitation agricole. Les BPA doivent permettre aux gouvernements, aux producteurs, à l'industrie alimentaire, de satisfaire les normes nationales et internationales sur la sécurité sanitaire et la qualité des aliments. C'est donc le fruit d'un consensus entre toutes les parties prenantes. Les BPA ont une portée large, y compris au niveau international. De ce fait, la FAO définit les Bonnes Pratiques Agricoles comme des pratiques qui «abordent la durabilité environnementale, économique et sociale des processus au niveau des exploitations agricoles et qui se traduisent par des produits agricoles alimentaires et non alimentaires sains et de qualité» (FAO, 2003). Les BPA comportent divers volets tels que la protection phytosanitaire et les règles à respecter pour un bon emploi des pesticides (produits autorisés sur la culture, appliqués au bon moment et à la bonne dose et en respectant toutes les prescriptions requises), la gestion adaptée de la fertilisation pour éviter toute forme de pollution des eaux, la gestion de l'eau (qualité de l'eau d'irrigation) et des effluents d'élevage (protection des eaux superficielles et des nappes phréatiques), et protection du sol (mesures contre l'érosion, ...) (Global.GAP, 2015).

Il existe également des initiatives privées telles que GLOBAL.BPA (ou GLOBAL.GAP en anglais). Le respect d'un cahier des charges et autres conditions liées à ce système de certification privé (audits et contrôles divers) permet de meilleurs échanges entre importateurs et exportateurs, et offre des garanties de sécurité sanitaire et de qualité des aliments. Elles définissent ainsi des facteurs tels que les limites maximales de pesticides et la traçabilité de la production.

*Agriculture raisonnée et lutte chimique raisonnée.* Le concept d'agriculture raisonnée et de lutte chimique raisonnée qui lui est associée est défendu par le milieu agricole et certaines parties intéressées comme l'industrie des engrais et pesticides. L'agriculture raisonnée se démarque en réalité assez peu du seuil réglementaire de base (et donc des BPA) et dénote, pour certains, d'une volonté de faire entrer le plus grand nombre possible d'agriculteurs dans cette démarche, de façon à faire entrer l'agriculture industrielle «classique» dans l'ère du développement durable (Anonyme, 2006).

- *La lutte chimique raisonnée* peut se résumer ainsi : utiliser le bon produit, la bonne dose avec le bon appareil, au bon moment. Si les moyens utilisés sont les mêmes que pour la lutte chimique classique ou protection phytosanitaire d'assurance, ils sont utilisés de manière plus raisonnable. Cette méthode de lutte oblige le producteur à une observation précise et permanente de sa culture. Il doit être capable de reconnaître les différents ennemis de ses cultures. Cette démarche peut être considérée comme transitoire, un premier pas pourrait-on dire vers la lutte intégrée ou biologique. Elle a pour effet de diminuer d'une manière significative l'utilisation des produits phytosanitaires.

- *L'agriculture raisonnée* est un concept un peu plus large qui va inclure l'ensemble des pratiques de production comme le choix des rotations, des variétés, la préservation de la fertilité des sols, mais il est clair que la lutte chimique raisonnée y joue encore un rôle majeur.

*IPM ou Protection biologique intégrée ou Lutte intégrée (IPM, Integrated Pest Management).* Ces systèmes se caractérisent par le fait que la protection phytosanitaire n'est plus basée sur la protection chimique mais fait intervenir toutes les autres méthodes de lutte comprises dans la prophylaxie et qui commencent par la création d'un environnement sain et favorable au développement de la culture. Les systèmes de type IPM ont pour objectif de rendre l'agriculture plus respectueuse de l'environnement tout en étant économiquement compétitive (EPA, 2016).

- Le système IPM, ou plus communément la lutte intégrée ou la protection intégrée, est un système qui privilégie les méthodes biologiques et physiques, mais permet la lutte chimique en dernier recours, lorsque les potentialités des autres méthodes de lutte ont été épuisées. La gestion de la protection phytosanitaire comprend : la prophylaxie (hygiène d'exploitation, soins culturaux, etc.), l'observation et suivi des cultures, la lutte biologique, le biocontrôle, la lutte mécanique, l'aménagement de l'environnement, les pratiques culturales, les choix variétaux et, finalement, les traitements chimiques compatibles avec les méthodes de lutte biologique.
- En Europe, la lutte intégrée est définie par la Directive du Conseil 91/414/CEE du 15 juillet 1991 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques comme suit : « L'application rationnelle d'une combinaison de mesures biologiques, biotechnologiques, chimiques, physiques, culturales ou intéressant la sélection des végétaux dans laquelle l'emploi de produits chimiques phytopharmaceutiques est limité au strict nécessaire pour maintenir la présence des organismes nuisibles en dessous du seuil à partir duquel apparaissent des dommages ou une perte économiquement inacceptables. »
- Si l'ambition de l'IPM est de gagner son approbation et son adoption par la majorité des producteurs, il faut qu'il soit clairement défini et qu'il soit économiquement et socialement acceptable. En pratique, il existe des normes légales et des cahiers de charge officiels pour des productions spécifiques. On trouve, par exemple, en production intégrée pour les fruits à pépins, le groupement de producteurs wallons GAWI qui fut à l'origine du label certifié «FRUITNET». Les producteurs et organismes de contrôles doivent être agréés par les autorités et il existe des organismes certificateurs. En ce sens, cette approche montre de nombreuses similitudes avec l'agriculture biologique.

*Agriculture intégrée ou Production intégrée.* La protection ou lutte intégrée doit être vue comme une des composantes de l'agriculture intégrée, caractérisée par des pratiques agricoles n'utilisant que des moyens naturels et des mécanismes régulateurs proches de ceux qui existent dans la nature, pour remplacer les intrants (fertilisants et pesticides) polluants et coûteux, et pour assurer une agriculture visant le développement durable. L'expression agriculture ou production intégrée est plus adéquate que celle de lutte ou protection intégrée dans la mesure où le producteur ne se limite pas à la protection

de la culture, vu que le concept implique également les autres facteurs cultureux : l'entretien du sol, la nutrition des plantes, l'aménagement de l'environnement, etc. Le concept porte sur la production, le stockage et la transformation des aliments. Bien que le concept et la philosophie de production intégrée aient été largement acceptés pendant un certain temps, leur mise en œuvre est complexe et doit faire face à de nombreux problèmes potentiels.

*Agriculture Écologique (Permaculture, agriculture écologique diversifiée et agriculture écologiquement intensive)*. Ce mouvement présente certaines similitudes avec l'agriculture biologique car il remet fortement en question l'agriculture industrielle et ses dérivés.

La permaculture est un concept inspiré de l'écologie et des traditions, qui ne se limite pas à l'agriculture puisqu'il porte aussi sur l'habitat et les liens sociaux, par exemple. Depuis le milieu des années 80, divers groupes, projets, associations et instituts de permaculture se sont installés dans de très nombreux pays sur l'ensemble de la planète. Les principes qui sous-tendent ce système de production vont de l'observation et imitation de la nature en visant une production et un rendement généralement à petite échelle, à la gestion de la diversité et des déchets, en passant par une exploitation maximale des ressources énergétiques et biologiques naturelles (Holmgren, 2011). La grande différence avec l'agriculture biologique réside dans le fait que, contrairement à cette dernière, la permaculture n'est pas sujette à un processus de certification : seul le fait d'adhérer aux principes de la permaculture compte. On reste en dehors d'une logique de marketing de la commercialisation et on échappe donc aux dérives que cette approche «marketing» peut entraîner dans son sillage (globalisation des échanges, uniformité de la production).

Quant à *l'agriculture écologique diversifiée*, il s'agit d'un concept créé par un panel d'experts en systèmes durables de production alimentaire (IPES-FOOD, 2016) qui estiment qu'il faut passer de l'agriculture industrielle vers une forme plus écologique de l'agriculture favorisant la diversité et s'affranchissant le plus possible des intrants de productions et de la dépendance à l'égard du secteur agro-alimentaire (circuit court, par exemple). En quelque sorte, on pourrait dire qu'il s'agit d'une sorte de généralisation de la permaculture qui deviendrait, à terme, le mode de production principal pour alimenter l'ensemble des populations et subvenir aux besoins de ceux qui travaillent la terre dans cet objectif sur tous les continents.

Finalement, *l'agriculture écologiquement intensive* (AEI ; Griffon, 2013) est probablement le modèle le plus approprié à l'agriculture européenne, qui possède une tradition de productivité importante dans le cadre d'exploitations familiales et qui est en recherche de nouveaux horizons pour pouvoir répondre aux défis de durabilité du système de production. Pour agir dans ce sens, l'AEI se présente comme une démarche transversale qui vise à utiliser intensivement les mécanismes naturels et à chercher à amplifier le fonctionnement des écosystèmes. L'AEI, par exemple, entend innover en utilisant davantage le potentiel naturel des sols (Delvaux, 2014), en favorisant la biodiversité, en associant les cultures et en utilisant autant que faire se peut les ressources de la nature pour économiser l'eau, l'énergie et limiter les intrants non renouvelables. L'AEI veut redonner progressivement à l'écologie scientifique toute sa place dans les

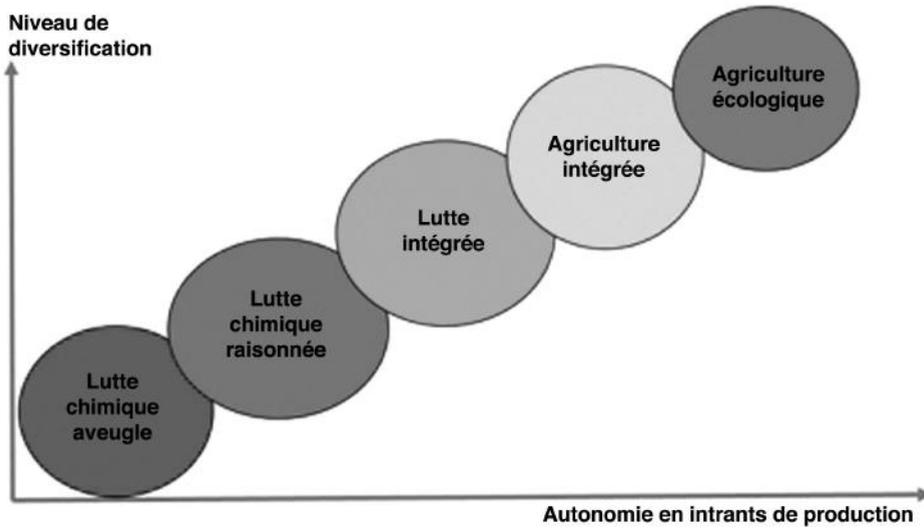
modes de production. Elle permet l'émergence de pratiques agricoles qui assurent à la fois durabilité et productivité. Si, pour atteindre ses objectifs, l'AEI peut s'inspirer d'anciennes pratiques qui ont fait leur preuve, elle préconise aussi d'essayer de nouvelles approches et de tirer parti des ressources formidables que sont les nouvelles technologies. En particulier, l'innovation génétique peut être exploitée pour améliorer les facultés de résistance des organismes vivants aux divers agresseurs biotiques et abiotiques, ce qui permet par exemple d'adapter les systèmes de production aux changements climatiques (stress hydrique, résistance au gel) (Des Marais & Juenger, 2010).

## 2.4. Conclusions

Pour beaucoup de consommateurs, il y a une forte polarisation des systèmes de productions autour, d'une part, du bio, qui est considéré comme respectueux de l'homme et de son environnement, à petite échelle, proche du consommateur et, d'autre part, du conventionnel, auquel est accolée une image d'agriculture intensive, productive, industrielle, gourmande d'intrants chimiques, polluante et, de par sa tendance au gigantisme, peu respectueuse du paysage rural.

Cette bipolarité peut, toutefois, prendre diverses nuances suivant le choix que l'on fait des deux pôles à opposer l'un à l'autre. Ainsi, on peut opposer «Conventionnel» à «Biologique» mais on peut également penser à opposer «Industriel» à «Artisanal», «Intensif» à «Extensif», «Chimique» à «Écologique», «Synthétique» à «Naturel», «Raffiné» à «Brut», «Spécialisé» à «Diversifié», «Global» à «Local», etc. Si la bipolarité est bien présente, force est de constater que celle-ci peut prendre différentes facettes suivant le type de lunettes que l'on veut bien chausser ...

Et donc le tableau est beaucoup plus nuancé qu'il peut en avoir l'air. Ainsi, en Europe, le caractère intensif provient essentiellement de l'utilisation d'intrants de production alors que la taille des exploitations reste relativement modeste et que la polyculture est toujours bien présente dans de nombreuses régions. En Amérique du Nord, au contraire, la tendance est au gigantisme et à la monoculture, avec un recours moins important aux engrais et produits phytosanitaires mais une utilisation importante d'OGM. En fait, nous sommes en présence d'une sorte de constellation de systèmes, certains plus intensifs et d'autres moins, certains de petite taille et d'autres ayant un penchant vers le gigantisme. Tous ne mettent pas le même poids pour chacune des composantes du développement durable : certains vont plutôt privilégier le rendement et le profit, alors que d'autres sont plus sensibles à l'écologie et au futur de la planète. Et, même si nous nous intéressons aux seuls aspects de respect de l'environnement, nous pouvons constater qu'il y a tout un continuum entre le pôle qui le respecte le moins et celui qui en est le plus respectueux : Lutte chimique aveugle → Lutte chimique raisonnée → Lutte intégrée → Protection intégrée → Agriculture intégrée → Agriculture écologique (voir Figure 2.3).



**Figure 2.3 :** D'un système de production peu diversifié et peu respectueux de l'environnement vers une agriculture plus écologique et plus diversifiée. Cette diversification concerne autant les produits cultivés que les moyens de lutte phytosanitaire (lutte physique, chimique et biologique), sans oublier le milieu même de production (environnement, paysage rural) (© L. Pussemier).

## Chapitre 3. Systèmes de production durables : de quoi parle-t-on ?

*«L'agriculture durable (également appelée agriculture soutenable) est l'application à l'agriculture des principes du développement durable. Il s'agit donc d'assurer la production de nourriture, de bois et de fibres en respectant les limites écologiques, économiques et sociales qui assurent la durabilité dans le temps de cette production. Elle ne porte pas atteinte à l'intégrité des personnes et des êtres vivants. L'agriculture durable limite l'usage de pesticides qui peuvent nuire à la santé des agriculteurs et des consommateurs, elle vise à protéger la biodiversité.»*

**Dictionnaire Environnement** (<http://www.actu-environnement.com/>)

La durabilité et les modes de production durables apparaissent dans toutes les discussions à propos de l'avenir de la planète et des hommes qui la peuplent. Quand on parle de durabilité il faut avoir à l'esprit les 3P qui caractérisent le développement durable à savoir : **P**eople, **P**lanet & **P**rofit, slogan que l'on peut résumer en français de la façon suivante : subvenir aux besoins de la **P**opulation générale (besoins alimentaires) en préservant la **P**lanète et ses équilibres écologiques et en garantissant un **P**rofit satisfaisant au producteur (Elkington, 1994). Ce concept de durabilité associé aux 3P rencontre de plus en plus d'échos dans le monde agricole (Peterson, 2013).

Le développement durable c'est, en effet, une forme de développement qui dure dans le temps et qui résiste aux nombreuses crises, tensions et perturbations diverses susceptibles d'affecter l'économie (Profit) mais aussi le milieu environnant (pollution et dégradation des ressources, pertes de biodiversité affectant la qualité écologique de la Planète, émission de GES) et, *last but not least*, la qualité de vie de ses habitants (accès à une alimentation de qualité et aux soins médicaux, bien-être et bonheur de la Population).

En agriculture, il est possible de jouer sur ces trois déterminants du développement durable de trois façons différentes. La première est de diminuer la dépendance des agriculteurs aux intrants de production, la seconde est d'augmenter la diversification et la complémentarité des productions (exploitations mixtes) et la troisième est de favoriser les circuits courts. Dans la suite de cet article, nous expliciterons comment ces diverses «manettes» peuvent être mises à notre disposition et à celle des agriculteurs en vue d'impacter les 3P du développement durable dans le sens d'une augmentation de la durabilité et de la résilience (résistance aux perturbations, crises, etc.).

### 3.1. Dépendance aux intrants

Les intrants de production que sont les pesticides, les engrais et autres amendements du sol, et les semences, constituent, d'une part, une source de dépenses importante pour le producteur, ce qui met son profit en péril, et, d'autre part, une source de pollution de l'environnement par les pesticides, nitrates et phosphates, gènes d'OGM (dans le cas où des plantes transgéniques sont cultivées). En outre, la synthèse des engrais est particulièrement énergivore, ce qui est généralement une source d'émission de GES dans nos pays dépendant des ressources énergétiques fossiles.

D'aucuns seraient enclins à avancer que le non-recours aux produits chimiques de synthèse comme les pesticides et fertilisants chimiques est un argument décisif en faveur du respect de l'environnement pour le système de production bio. Cette prise de position demande cependant quelques nuances car c'est sans compter sur le fait que l'agriculture intensive permet une production plus importante par unité de surface, ce qui induit une diminution conséquente des GES par unité d'aliment produit (Kern et al., 2012). C'est sans considérer non plus les progrès notables réalisés ces dernières décennies dans l'agriculture conventionnelle, qu'elle soit raisonnée ou pratiquant la lutte intégrée (IPM). Sait-on, par exemple, que dans un verger pratiquant la lutte intégrée, on utilise au maximum les auxiliaires biologiques pour lutter contre les ravageurs, que l'on surveille l'apparition des populations de ravageurs à l'aide de toutes sortes de pièges comme ceux contenant des phéromones, substances spécifiques de communication entre insectes et, finalement, que l'on intervient avec un produit chimique qu'en tout dernier recours? Qui plus est, si recours aux produits chimiques il y a, ce sera en choisissant les produits les plus sélectifs et les moins rémanents pour s'assurer de ne pas porter atteinte aux ennemis biologiques naturels qui ont un rôle important à jouer dans la lutte intégrée. Sait-on également que les tomates produites dans nos serres font l'objet de la même attention et que, plus encore, des ruches de bourdons y sont carrément introduites pour favoriser la pollinisation? Alors pas question d'utiliser le premier insecticide venu si l'on ne veut pas mettre à mal les colonies d'insectes prédateurs et les ruches de pollinisateurs que l'on a introduit à grand frais à l'intérieur de l'espace de production.

En grandes cultures également, les progrès sont énormes. S'il était courant, au cours des décennies précédentes, de réaliser systématiquement un traitement insecticide lors de l'épiaison des céréales pour lutter contre les pucerons, ce n'est plus le cas aujourd'hui car l'agriculteur observe préalablement le niveau d'infestation de ses parcelles et, si ce niveau se situe en dessous du seuil fixé par les expérimentations, aucun traitement n'est effectué, ce qui est devenu maintenant la règle, alors qu'autrefois c'était l'exception. En culture de betteraves, les insecticides étaient appliqués par incorporation au sol à des doses dépassant largement le kg par ha, pour passer à des traitements localisés (uniquement sur la ligne de semis) dès les années 70 puis, par après, dans les années 90 jusqu'actuellement, à des traitements ponctuels (c'est-à-dire uniquement les environs immédiats de la semence), ce qui permet de limiter la dose d'application à moins de 10 g de matière active par ha. On est donc passé du kg au g en quelques décennies ! En culture de pommes de terre, ce sont surtout les systèmes

d'avertissement qui se sont popularisés pour permettre à l'agriculteur d'intervenir contre le *Phytophthora* uniquement lorsque l'intervention est bien justifiée. Ici également, ce seuil est déterminé par des instituts techniques spécialisés qui disposent d'un réseau de parcelles d'observation couvrant toute l'étendue de la zone de production. En fonction de la météo (précipitations, température) et des observations réalisées, des avertissements sont lancés à l'intention des agriculteurs. De cette façon le nombre d'interventions peut être limité, même s'il reste important du fait que le produit est rapidement lessivé par la pluie ou que de nouvelles feuilles non traitées apparaissent à un rythme rapide. Du reste, la situation est assez comparable en agriculture biologique où les traitements sont réalisés avec des produits cupriques pas toujours inoffensifs, et on tente ici aussi de limiter la fréquence de traitement autant que possible. En fait, pour ce genre de problème phytosanitaire, c'est surtout la résistance variétale qui pourrait faire la différence. Mais là nous abordons un sujet sensible, car nous entrons notamment dans la problématique des OGM.

Un bon agriculteur est conscient qu'il doit avant tout nourrir l'écosystème tellurique (le sol) pour que, à son tour, celui-ci puisse nourrir la plante de la façon la plus équilibrée possible. Un bon agriculteur sait que la présence de vers de terre dans le sol est nécessaire à sa fertilité et est un indice de bonne gestion de sa parcelle. En vertu de la Directive 2009/128/CE plus aucun pesticide n'est autorisé s'il n'a pas fait la preuve de son innocuité pour la faune et la microflore du sol, de même que les oiseaux et les petits mammifères terrestres. Par ailleurs, plus aucun pesticide n'est autorisé s'il s'avère qu'il possède la faculté de polluer les nappes phréatiques ou de nuire à la qualité écologique des eaux superficielles. Du reste, les résultats du monitoring des eaux le prouvent puisque, d'une part, les pesticides posent moins de problème de pollution des eaux superficielles et que, d'autre part, les pesticides retrouvés dans les eaux souterraines sont la conséquence de mauvaises pratiques du passé, et pas uniquement en agriculture... (voir l'encart « Zéro Phyto » au chapitre 5).

La problématique bat son plein en ce qui concerne le dépérissement des colonies d'abeilles (Figure 3.1) et le rôle des insecticides (notamment les néonicotinoïdes) (Botias et al., 2016; Woodcock et al., 2017). Cependant, aucune cause principale n'a encore été clairement identifiée et toutes les pressions sur les écosystèmes, tant les champs de culture que l'environnement avoisinant et la santé des abeilles, sont passées en revue : OGM, ondes électromagnétiques, pesticides, pollutions, changement climatique, raréfaction des fleurs, virus, maladies, parasites (avec le bien connu acarien *Varoa destructor*), champignons... Bien qu'il soit évident que divers facteurs interviennent dans ce problème (origine multifactorielle), les insecticides néonicotinoïdes font l'objet de nombreuses mesures d'interdiction ou de limitation d'utilisation : question de ne prendre aucun risque (Anses, 2016) ! En outre, en cas de doute, les firmes renoncent elles-mêmes à demander un renouvellement d'autorisation à la mise sur le marché européen : c'est le cas du fipronil, insecticide très persistant qui pourrait engendrer chez les abeilles des troubles de la reproduction considérés comme étant l'une des causes du déclin des colonies. Pour le reste, selon le bilan 2015 de la DGAL (Direction Générale de l'Alimentation), les pesticides seraient impliqués dans seulement 4% des cas de mortalité (Réseau Biodiversité pour les Abeilles, 2015).



**Figure 3.1** : Le rôle des pollinisateurs tels que l’abeille est primordial pour la pollinisation. L’agriculteur veillera à utiliser les produits phytosanitaires à bon escient et à installer des bandes enherbées garnies de plantes mellifères dans le cadre des mesures agro-environnementales (© L. Pussemier).

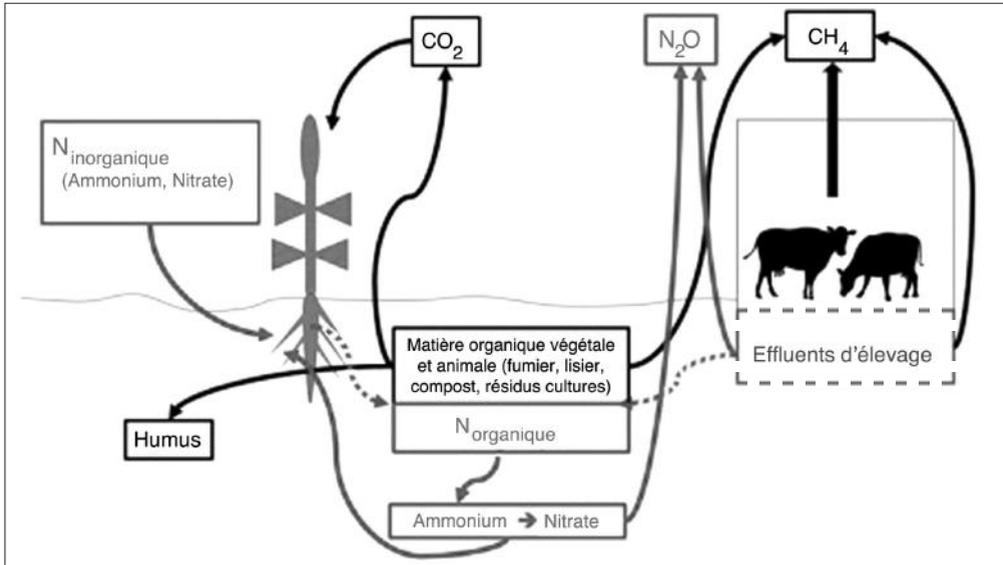
En production animale intensive, les aliments pour animaux peuvent également être considérés comme un intrant de production, dans la mesure où la plupart des ingrédients sont importés et transformés en aliments composés qui sont vendus aux éleveurs. On importe ainsi massivement des aliments (souvent OGM) qui pèsent lourd dans la balance financière et qui, comble de malheur, viennent augmenter nos émissions en polluants divers, comme les phosphates dans les eaux superficielles et les gaz à effet de serre dans l’atmosphère.

### 3.2. Émission de gaz à effet de serre

Plus que jamais, le futur de la planète c’est avant tout la lutte contre le réchauffement climatique et la limitation de l’émission des GES. Et l’agriculture joue, à ce niveau, un rôle non négligeable du fait qu’elle permet, d’une part, de séquestrer du carbone, ce qui va dans le bon sens, mais que, par ailleurs, elle consomme aussi des ressources fossiles pour la production d’engrais, de pesticides ou pour alimenter les diverses machines agricoles. En fait, près de 10% des émissions de combustibles fossiles en Europe sont compensés par le fait que les écosystèmes absorbent le dioxyde de carbone (Schulze et al., 2009). En revanche, l’agriculture est à l’origine d’émissions d’autres GES tels que le  $\text{CH}_4$  et  $\text{N}_2\text{O}$  (Figure 3.2).

Les estimations par diverses méthodes permettent de déduire que les émissions de  $\text{CH}_4$  provenant de l’élevage et les émissions de  $\text{N}_2\text{O}$  à partir des terres cultivées et du stockage des effluents d’élevage compensent entièrement la séquestration de carbone procurée par les forêts et les prairies par leur fonction de puits à  $\text{CO}_2$  (Schulze et al., 2009). Pour ces raisons, le bilan global est quasi neutre en ce qui concerne les émissions de GES. En 2012, ce niveau atteignait environ 77% de celui de 1990, ce

qui constitue une réduction un peu plus importante que ce qui a été constaté durant la même période en Europe tous secteurs d'activités confondus (Schulze et al., 2009). Cependant, la tendance à l'intensification de l'agriculture est susceptible de faire de la surface terrestre de l'Europe une source importante de gaz à effet de serre au cours des prochaines décennies.



**Figure 3.2 :** Flux des matières organiques, engrais azotés et production de gaz à effet de serre (traits noirs = flux de C; traits gris = flux d'N; traits pointillés = flux de C et N associés) (© L. Pussemier).

D'après Eurostat (2015), l'agriculture était, en 2012, responsable de 10,4% des émissions de GES en Europe, dont 5,3% provenant des sols agricoles, 3,2% de la fermentation entérique par les ruminants et 1,7% de la gestion des effluents d'élevage. La France et l'Allemagne contribuent ensemble pour un tiers des émissions totales de l'Europe (EU-28). Ceci s'explique par l'importance du secteur agricole dans ces deux pays (importante occupation des sols, rendements élevés et/ou élevage fort développé). Toutefois, les efforts récents de réduction ont été davantage couronnés de succès en Allemagne (un peu plus de 20% de réduction) qu'en France (un peu plus de 10% de réduction). La Belgique tourne autour de 18% alors que les Pays-Bas atteignent 30% de réduction, mais c'est également dans ce dernier pays que les émissions par unité de surface sont les plus élevées.

### 3.3. Diversification

Le concept de diversification est très clairement mis en évidence dans les systèmes de production de type agro-écologique et mérite que l'on s'y attarde un peu, car la diversification est souvent présentée comme un outil permettant d'inculquer de la

résilience aux systèmes de production. Par résilience, on entend la facilité de résister, de rebondir après une perturbation survenue dans le système, par exemple, une crise alimentaire, la sécheresse, des maladies dévastatrices. Il s'agit avant tout de diversifier les cultures et les productions agro-alimentaires, mais le concept est bien plus large.

*Diversification des productions alimentaires.* C'est le maître mot chaque fois que le monde agricole est en crise (et cela n'a pas manqué au cours de ces dernières décennies !). On a dit aux agriculteurs d'abandonner la betterave, le lait ou le porc d'élevage industriel pour rechercher de nouveaux créneaux, de nouvelles niches. C'est ainsi que de nouveaux venus sont progressivement apparus, parfois seulement après une éclipse de quelques dizaines d'années. Commençons par l'agriculture productrice d'aliments et constatons qu'à côté du lait de vache, d'autres laits comme celui de chèvre ou de brebis (voire le lait d'ânesse ou de jument !) ont refait surface pour conquérir de nouveaux marchés en tant que produit frais, mais surtout sous forme de fromages, eux-mêmes fort diversifiés par leurs saveurs et qualités organoleptiques. En arboriculture, on a vu le royaume des pommes «Golden» faire de la place à de nombreuses autres variétés, y compris des variétés rustiques en voie de disparition et pourtant résistantes aux maladies principales. En horticulture, une diversification plus poussée est possible grâce à la réhabilitation d'espèces et variétés de légumes anciens comme le panais, la livèche, le topinambour (Figure 3.3, photo de gauche) et le rutabaga.



**Figure 3.3 :** La diversification peut se réaliser par la réhabilitation de plantes oubliées (à gauche, le topinambour) ou l'introduction de plantes normalement adaptées à un climat plus clément (à droite, la vigne) (© L. Pussemier).

Le changement climatique que nous subissons peut nous permettre de nous essayer à des cultures moins appropriées à nos latitudes : l'essor de la vigne vers le nord de l'Europe en est un exemple (Figure 3.3, photo de droite), et le quinoa cultivé en France, au Québec ou en Belgique en constitue un autre (Vanel, 2014 ; Anonyme, 2016b). Il est même question d'introduire dans nos pays au climat tempéré des filières plus exotiques encore, comme celle du chia (*Salvia hispanica* L.) dont les graines sont particulièrement riches en acides gras de type omega 3. Cela nécessite bien entendu d'intenses efforts de recherche pour s'assurer que les nouvelles variétés développées soient caractérisées par une floraison hâtive, une productivité satisfaisante sous nos climats et un maintien de la qualité nutritionnelle (richesse en oméga 3) (Anonyme, 2017).

Les céréales ne sont pas en reste avec la réémergence de l'orge de brasserie, du seigle, du triticale et de l'épeautre, ce dernier étant fort prisé pour la boulangerie biologique. Même au sein d'une espèce classique comme le blé, la diversité fait son chemin car certains agriculteurs n'hésitent pas à mélanger jusqu'à cinq ou six variétés différentes pour augmenter la résilience : si les conditions climatiques, par exemple, sont défavorables à l'une ou l'autre d'entre elles, il y en aura dans le mélange qui réagiront mieux et prendront le dessus. Pareil pour la résistance aux maladies.

Attardons-nous un peu aux légumineuses, ces plantes merveilleuses telles que pois, haricots, lentilles, etc. qui se distinguent d'un point de vue botanique par la présence de gousses contenant les fruits et d'un point de vue agronomique par leur symbiose, au niveau des racines, avec des bactéries fixatrices d'azote atmosphérique. Dans les années 50 et 60, il n'était pas rare de rencontrer des champs de trèfle, de luzerne et de féveroles qui ont pratiquement disparu dans les décennies suivantes pour laisser la place aux «grandes cultures», betterave et blé tendre en tête. Il serait bon que ces plantes riches en protéines refassent leur apparition non seulement en alimentation animale (afin de reprendre la place du soja importé d'Amérique et réduire la dépendance à ces «intrants»), mais également en alimentation humaine. Ce n'est donc pas un hasard si la FAO a décrété l'année 2016 comme «année internationale des légumineuses» (FAO, 2016). Les légumineuses sont en effet un peu trop délaissées dans notre alimentation alors qu'elles sont une bonne source de protéines, ce qui permet donc de diminuer les besoins en protéines d'origine animale. Elles présentent l'avantage supplémentaire d'un apport en carbohydrates avec un indice glycémique très favorable, une richesse en phytonutriments bénéfiques : minéraux, vitamines et autres composés phytochimiques tels que les fibres et les antioxydants (FAO, 2016).

*Diversification des productions non alimentaires.* On oublie un peu facilement, en effet, que l'agriculture peut également servir d'usine à production de matières premières utilisables dans l'industrie textile (le lin, pour prendre un exemple connu depuis bien longtemps dans nos contrées), comme isolant dans le secteur de la construction (le chanvre, par exemple), dans l'industrie des cosmétiques et parfums, etc. En ce qui concerne la production énergétique, les biocarburants de première génération (colza pour le biodiesel, betteraves et céréales pour le bioéthanol) sont remis en cause en raison de la pression exercée sur la sécurité alimentaire, mais il n'en reste pas moins que ceux de deuxième et troisième génération (biomasse lignocellulosique et algues marines) peuvent apporter leur contribution à la lutte contre le réchauffement climatique. En effet, la biomasse lignocellulosique provient de déchets, d'effluents, de sous-produits et de cultures spécifiques. Quelques exemples sont le bois, les résidus verts, le miscanthus, la paille, la bagasse et le fourrage. L'agriculture peut également contribuer au secteur de la chimie verte (biomatériaux pour la fabrication d'emballages, par exemple).

*Environnement et milieu de production diversifiés.* La diversité doit être gérée dans l'espace et dans le temps de façon à maintenir un paysage moins uniforme. La monoculture non seulement conduit à une uniformité du paysage mais aussi de la faune et de la flore sauvages (voir l'encart «Monoculture et perte de biodiversité, des effets insoupçonnés !»).

## Encart : Monoculture et perte de biodiversité – des effets insoupçonnés !

Nul ne niera que la monoculture de céréales conduit à la perte de biodiversité. Cela commence, bien sûr, par la monotonie des campagnes des grandes plaines agricoles avec des champs à perte de vue (Figure 3.4). Plus de rideaux d'arbres ou de haies pour séparer les parcelles, pour égayer le paysage ou pour abriter insectes, reptiles, oiseaux et petits mammifères. Plus de corridors permettant le passage d'une zone sauvage à une autre. Plus d'alternances de couleurs autres que celles imposées par les saisons : rien que du gris brun à perte de vue en hiver, un vert uniforme au printemps, un jaune éphémère au moment des moissons, et ce teint marron tristement omniprésent en automne !



**Figure 3.4 :** La monoculture et ses effets néfastes sur la qualité du paysage et la biodiversité. En Europe, contrairement à l'Amérique du Nord, la monoculture constitue plutôt une exception. En France, la monoculture de maïs est plus présente au sud d'une ligne Bordeaux-Metz (source : <https://pixabay.com/fr/>).

Ces vastes plaines cultivées de façon uniforme conduisent bien entendu à un appauvrissement de la flore et de la faune naturelles et sauvages inféodées aux plaines agricoles. La monoculture des céréales est associée à une augmentation de la mortalité des espèces sauvages des terres agricoles en raison de la toxicité des pesticides, de la mécanisation agricole ou des taux de prédation plus élevés. Mais, on ignore encore beaucoup de choses sur ce que les perturbations des pratiques agricoles peuvent induire comme effet sur le destin de la faune indigène comme, par exemple, les espèces hibernantes de petits mammifères (Tissier et al., 2017a).

Il est clair, néanmoins, que tous ces changements rendent la disponibilité de la nourriture moins prévisible et fort peu diversifiée pour la faune des terres agricoles. Celle-ci doit dès lors se contenter d'un régime plus monotone et aléatoire. De façon plus générale, toutes les espèces des espaces agricoles qui sont limitées dans leurs déplacements et qui se contentent de petites parcelles résidentielles subissent des contraintes dans leur alimentation. On peut donc s'attendre à des modifications du régime alimentaire à base de plantes et à des effets sur la physiologie, le comportement ou les traits essentiels de l'évolution d'une espèce selon les teneurs en macronutriments, en minéraux ou en vitamines.

Aujourd'hui, des études sont menées en écologie pour arriver à mieux comprendre comment ces changements influent sur le rythme de vie rapide des organismes vivant dans les agroécosystèmes. Ainsi, des chercheurs alsaciens de l'Université de Strasbourg (Tissier et al., 2017a) ont étudié pour la première fois le rôle conjugué des changements climatiques et agricoles dans le déclin alarmant du hamster européen (*Cricetus cricetus*). La menace d'extinction est particulièrement élevée dans la partie occidentale de sa zone de distribution (Pays-Bas, France, Allemagne et Belgique).

Le hamster est une espèce caractérisée par un rythme de vie rapide, c'est-à-dire une durée de vie courte et un taux élevé de reproduction, qui devrait compenser un taux de prédation élevé. Il est particulièrement menacé par l'expansion des monocultures de blé et de maïs en Europe occidentale. Il appartient au groupe d'animaux dits à «hibernation alimentaire-thésaurisation» et est connu, en effet, pour accumuler de très grandes quantités de nourriture dans son terrier afin de pouvoir se nourrir pendant les périodes d'éveil hivernal mais aussi pendant la période active lorsque la nourriture en surface n'est pas disponible (Tissier et al., 2017a; 2017b). Étant donné que les espèces qui présentent un risque élevé de faire face à des périodes de pénurie alimentaire ou de malnutrition sont celles qui comptent le plus sur leur nourriture emmagasinée, la survie et le succès reproducteur des hamsters sauvages dépendent de la valeur nutritionnelle de leurs réserves thésaurisées.

L'étude donne une nouvelle lumière sur la façon dont le changement environnemental aurait pu affecter la reproduction, sujet qui était peu compris jusqu'à maintenant. Les chercheurs ont constaté, en effet, que la masse corporelle des femelles atteignait, certaines années, des valeurs extrêmement faibles (par exemple, 186,5 g en 2013). Or, les femelles ne deviennent fécondes qu'après le premier hiver si leur masse corporelle dépasse un seuil de 200 g. Cette diminution globale de la masse corporelle pourrait donc grandement nuire au succès reproducteur des femelles en retardant le premier événement reproducteur et en réduisant le nombre de femelles qui produisent une portée.

En outre, on savait déjà que la carence en vitamine B3 (niacine ou nicotinamide) dans le maïs était responsable de la croissance retardée chez les rats. L'hypothèse a donc été formulée par les chercheurs qu'une carence en vitamine B3 pourrait affecter les hamsters sauvages lorsqu'ils sont nourris essentiellement de maïs. Grâce

à leurs expérimentations en conditions contrôlées (animaux sauvages élevés en cage) les chercheurs strasbourgeois ont ainsi pu démontrer que, indépendamment des macronutriments et du contenu énergétique, une carence en vitamine B3 dans les grains de maïs pouvait être tenue comme responsable de l'échec de la reproduction et d'un comportement maternel anormal chez les hamsters européens.

Mais, le plus inquiétant est la façon dont les jeunes ont péri. Les mères de hamster ont stocké leur progéniture vivante avec le maïs avant de les manger. Tissier et al. (2017a) rapportent que le maïs a causé un comportement maternel anormal, un infanticide et un siblicide (compétition entre juvéniles entraînant la mort), associés à la diarrhée et des problèmes de peau chez les jeunes. Ces symptômes ressemblent fortement à ceux observés chez les humains atteints de pellagre (Hegyí et al., 2004) ainsi qu'aux symptômes de la langue noire (une maladie des chiens) due au manque de vitamine B3.

Dans une nouvelle série d'expériences, les hamsters ont reçu des régimes à base de maïs, l'un d'eux avec de la vitamine B3 ajoutée. Le régime enrichi en vitamine B3 a éliminé ces symptômes et comportements. Les conséquences néfastes du régime de maïs déficient en vitamine B3, d'après les chercheurs, ne découlent pas d'une réduction en hormones maternelles, mais plutôt d'un changement du système nerveux qui a induit un comportement démentiel semblable à celui précédemment diagnostiqué chez l'homme.

En mettant l'accent sur l'impact direct des régimes alimentaires sur la reproduction plutôt que sur l'impact indirect de la monoculture sur la mortalité, les chercheurs ont pu apporter un éclairage sur les conséquences du régime alimentaire sur les traits biologiques des animaux des terres agricoles. Cela pourrait ainsi expliquer comment l'expansion de la monoculture intensive affecte la mise en valeur de la faune dans les agroécosystèmes. Sachant que ces espèces sont déjà confrontées à de nombreuses menaces, et que la plupart d'entre elles sont en danger d'extinction, il est urgent de rétablir une gamme diversifiée de plantes dans les systèmes agricoles, afin de s'assurer que les animaux terrestres des régions agricoles aient accès à un régime alimentaire plus diversifié.

La surabondance de maïs par rapport à d'autres plantes alimentaires dans l'alimentation des animaux de terres agricoles est clairement préjudiciable à leur survie et à leur forme physique. Du reste, n'en va-t-il pas de même pour les humains qui intentionnellement ou involontairement ne parviennent pas à avoir un régime alimentaire bien équilibré et varié? Les résultats de ces études peuvent signaler des menaces potentielles pour la santé humaine, tout comme les canaris ont averti les mineurs de charbon du risque de gaz toxiques (Burrell & Seibert, 1914). Les animaux servent de sentinelle en raison de leur plus grande susceptibilité, de leur exposition environnementale ou de leur durée de vie plus courte.

La diversité tant au niveau du paysage que de la faune et de la flore sauvages pourra être assurée par des rotations longues, impliquant donc un grand nombre d'espèces cultivées. La succession des cultures se fait en assurant la meilleure gestion possible de l'azote (intégrer des légumineuses dans la rotation, assurer un couvert végétal l'hiver) et des maladies (le lin assainit le sol avant une culture de céréale) (Tilman et al., 2002). Dans certaines circonstances, comme le maraîchage par exemple, cette diversité peut également être installée au sein même des parcelles en associant diverses espèces complémentaires (exemples : poireaux et carottes ; tomates et choux ; pommes de terre et fèves, etc.) afin de construire un agroécosystème au sein duquel les interactions entre espèces permettent de maintenir les populations de ravageurs et d'agents pathogènes à un niveau acceptable. L'enjeu est également de structurer l'espace de façon à limiter la dissémination des espèces non désirables et à favoriser la présence de prédateurs ou de parasites des principaux ravageurs comme les coccinelles, les syrphes, les chrysopes, divers passereaux,... La diversité des végétaux présents sur la parcelle (diverses espèces de légumes, par exemple) et dans les environs immédiats (tournières environnementales, arbres, haies, mares avec végétaux aquatiques, etc.) permet à un grand nombre d'espèces régulatrices de se maintenir et d'exercer leur activité bénéfique (Chloupek et al., 2004 ; Smith et al., 2008). Grâce à la diversité, un équilibre complexe peut donc se créer et permettre un meilleur contrôle des ravageurs. La permaculture est ici une bonne source d'inspiration pour l'association des espèces et la gestion des rotations.

Les mesures agro-environnementales soutenues par la Politique Agricole Commune au niveau européen (Règlement (CE) no 1698/2005) peuvent aller dans le même sens en encourageant l'installation de tournières enherbées ou fleuries, qui serviront de zones tampons pour héberger certaines espèces utiles à la lutte biologique ou pour lutter contre le ruissellement, et ainsi éviter l'érosion et la pollution des eaux des rivières et plans d'eau par les pesticides et engrais. L'installation de haies va évidemment dans le même sens et a un effet très positif sur la qualité du paysage. Ces mesures sont donc essentielles pour compenser quelque peu les effets néfastes des pratiques qui étaient monnaie courante durant la deuxième partie du XX<sup>e</sup> siècle pour «moderniser» l'agriculture : remembrement pour former des grandes parcelles, arrachage des haies, labour des prairies et spécialisation à outrance pour se limiter à la culture d'une poignée d'espèces telles que céréales et betterave sucrière. Toutes ces pratiques ont contribué à une dégradation de la qualité de l'environnement et à une perte de résilience des systèmes de production car trop limités aux quelques espèces dites rentables. En effet, le manque de diversité tant au niveau de l'environnement que des espèces cultivées ont mis à mal les capacités de défense naturelle des agroécosystèmes, et ont augmenté dangereusement la dépendance des agriculteurs aux risques de fluctuations du marché, leurs productions étant limitées à une ou deux espèces principales.

La pratique du non labour, associée éventuellement à un couvert végétal durant l'interculture, mérite également notre attention, car celle-ci présente quelques avantages environnementaux (Soane et al., 2012). Cette pratique permet, en effet, de réduire l'érosion des sols, d'augmenter la teneur en matière organique du sol (séquestration du carbone) et de favoriser l'activité biologique du sol en augmentant

sa biodiversité (Figure 3.5). Ainsi, d'après les études réalisées par l'INRA (Gloria et al., 2007), il y a une tendance générale à l'accroissement de la biodiversité dans les sols en non labour comparés à ceux qui sont travaillés. Chez les micro-organismes (bactéries, champignons et leurs prédateurs), il y a peu d'impact de la suppression du labour sur le niveau de la diversité. On observe des espèces différentes : pionnières en labour et caractéristiques des milieux non perturbés en non labour. En revanche, il y a une plus forte abondance et diversité pour les organismes transformateurs de litières que sont les acariens, collemboles et autres arthropodes.



**Figure 3.5** : En haut : illustration de l'aspect général d'un champ labouré (à gauche) et en technique de non labour (à droite); en bas, gros plan sur un labour (à gauche) et sur un non labour (à droite) à la sortie de l'hiver. On peut apercevoir que le sol labouré est plombé et rendu imperméable à l'eau et à l'air alors que le non labour se distingue par une structure plus grumeleuse et mieux aérée (© L. Pussemier).

En utilisant la technique de culture sans labour associée à une rotation de cultures plus diversifiées, y compris des légumineuses comme les lentilles et les pois, il est possible de créer des conditions de sol appropriées pour rétablir un grand nombre d'espèces

de champignons bénéfiques, tels que les mycorhizes (Kabir, 2005). Ces champignons mycorrhiziens sont bénéfiques pour de nombreuses espèces cultivées de deux façons. Tout d'abord, ils vivent en symbiose avec les cultures en incorporant des éléments nutritifs à partir du sol et en les fournissant à la plante partenaire. Ces champignons rendent les nutriments accessibles aux plantes cultivées en augmentant efficacement l'étendue du système racinaire de la plante dans le sol, et en explorant des portions de sol non accessibles aux racines. En outre, ils ont la capacité de dissoudre les composés nutritifs faiblement solubles que les racines des cultures ne sont pas capables d'absorber (Mercola, 2015 ; Siddiqui & Pichtel, 2008).

Une autre différence encore plus nette entre labour et non labour est la présence des vers de terre avec de deux à sept fois plus de lombrics en technique culturale sans labour (Gloria et al., 2007). Tout ceci est donc favorable pour améliorer les propriétés physiques du sol et notamment sa capacité de drainage et d'aération. L'augmentation de la capacité de drainage a pour conséquence une meilleure croissance de la plante (meilleure exploration du profil par les racines) et la prévention de l'érosion (meilleure infiltration de l'eau dans le profil, et donc moins de ruissellement) (Figure 3.5). La meilleure aération est favorable à la décomposition biologique des résidus de culture et donc à l'augmentation du carbone organique et du stock en nutriments disponibles.

Le contrôle des adventices en non labour peut parfois poser problème, car le travail du sol permet de limiter leur développement (Gloria et al., 2007). Notons, cependant, qu'en fabriquant un mulch en surface et en couvrant les sols toute l'année, on arrive à diminuer la pression des adventices et réduire le recours aux herbicides. Enfin, les mammifères et les oiseaux profitent également du non labour en raison d'une plus grande disponibilité de nourriture en surface du sol.

En résumé, la technique de non labour permet une économie pour l'agriculteur en réduisant ses interventions et la consommation de carburant (réduction des émissions en CO<sub>2</sub>). La consommation d'intrants (fertilisants) peut également être réduite grâce à l'augmentation de la diversité de la microflore et de la faune tellurique. Sur le plan environnemental on note, en outre, une meilleure prévention de l'érosion et une augmentation de la biodiversité (Gloria et al., 2007).

### 3.4. Circuits courts

Les circuits courts de commercialisation de produits agricoles connaissent aujourd'hui une forte diversification et un regain d'intérêt, notamment dans l'espace périurbain. Les circuits courts constituent une réaction à la mondialisation de l'économie et de la production alimentaire standardisée, en particulier. À première vue fort avantageuse, la mondialisation a profondément bouleversé nos modes de production, nos circuits de distribution et nos manières de consommer. Le modèle mondialisé permet de produire là où les coûts sont les plus bas et aurait donc une conséquence directe sur le portefeuille du consommateur. Il comporte néanmoins de nombreux risques (qualité des produits, crises alimentaires, dépendance à l'égard des grands producteurs, etc.) et coûts sociétaux (diminution du nombre d'agriculteurs,

industrialisation de la production alimentaire). Les circuits de proximité permettent aux consommateurs de proposer une réponse aux risques redoutés ainsi qu'aux conséquences sociales et environnementales de la mondialisation. En relocalisant l'économie, les circuits courts peuvent protéger les producteurs et consommateurs de certains problèmes générés par la mondialisation. Ils permettent de réagir aux risques perçus en offrant certaines alternatives.

Le consommateur peut, par exemple, s'approvisionner en produits qu'il estime sains parce que frais et ayant subi un minimum de transformation. Il est proche du producteur et peut s'assurer par lui-même que le mode de production est conforme à ses attentes en matière de santé et d'environnement, car les circuits courts favorisent la diffusion d'informations sur la qualité des produits commercialisés et leurs conditions de production. Ils favorisent aussi le développement d'une consommation durable et responsable (Dethier, 2013). En conclusion, en s'approvisionnant dans des circuits courts, le consommateur (c'est-à-dire le P de People) peut parfaitement y trouver son avantage, tant pour lui-même que pour la société en général.

Par ailleurs, les filières commerciales de type court permettent également aux producteurs de valoriser leur savoir-faire, d'écouler leurs produits à un prix jugé plus équitable et de fidéliser une clientèle pour garantir un revenu plus stable, moins fluctuant (le P de Profit). Les circuits courts offrent également aux agriculteurs la possibilité de diversifier leurs productions et une moindre dépendance à l'égard des chaînes de distribution (Dethier, 2013). Dans bien des cas, il s'agit donc d'une nécessité économique et un moyen permettant d'assurer la survie de l'exploitation.

Enfin, les circuits courts contribuent à la promotion de pratiques favorables à l'environnement et sont donc bénéfiques pour le P de Planète. Ils ont une influence sur la mise en valeur du patrimoine naturel et des paysages, car il est clair que pour fidéliser sa clientèle le producteur sera tenu de maintenir un environnement accueillant et de qualité, environnement qui sera lui-même l'indicateur de la qualité supérieure des produits commercialisés. Ainsi, le client-consommateur pourra exercer une influence très positive en incitant d'avantage l'agriculteur à mettre en œuvre des mesures favorables à l'environnement, telles que les tournières enherbées ou fleuries, le maintien d'un couvert hivernal, le compostage de la biomasse et du fumier, la réduction de l'utilisation des intrants, l'aménagement des abords de la ferme, etc.

Quant au maintien de l'agriculture (et de l'horticulture!) de proximité, outre son rôle social bien évident, il contribuera également à une économie des ressources naturelles puisque les produits seront écoulés localement et n'auront pas dû parcourir de longues distances par des moyens souvent très gourmands en énergie fossile.

### **3.5. Durabilité, labels et certification**

Pour permettre au consommateur de se procurer des produits issus d'un système de production durable, il existe toute une série de labels qui donnent quelques informations sur le système de production, voire certifient que le produit est bien

conforme à un cahier de charges donné. Ils sont reconnaissables par un logo apposé sur les produits certifiés. Certains labels sont reconnus officiellement. Ils portent sur l'origine géographique du produit (Appellations d'Origine Contrôlée, AOC et Appellations d'Origine Protégée, AOP), sur une qualité supérieure ou un savoir-faire traditionnel (Label Rouge, par exemple) ou sur un mode de conduite de la culture plus respectueux de l'environnement (Agriculture Biologique) (Alim'Agri, 2016).

En plus des labels officiels, il existe un nombre important de marques ou de signes privés plus ou moins sérieux, voire à caractère commercial, qui sont mis en place par des organismes professionnels ou des distributeurs dans le but de crédibiliser leurs produits. Ces labels sont souvent basés sur des cahiers des charges imposés par les distributeurs à leurs producteurs ou mis en place par les producteurs eux-mêmes (Flandria, Truval, Tesco Nurture, Vergers Ecoresponsables, TransGourmet Fruits & Légumes, notamment). Dans le même registre, on notera la certification Global.GAP qui est aussi présente dans les pays en développement et qui permet aux importateurs européens de s'assurer que les produits issus de l'agriculture locale répondent bien à un certain nombre de critères jugés essentiels par les consommateurs européens.

Enfin, il existe une série de labels créés par des ONG ou par des organismes professionnels qui portent sur le caractère équitable à l'égard des producteurs (par exemple Fairbel, Max Havelaar, etc.) et/ou sur le respect de l'environnement, comme UTZ Certified dans le domaine du café/cacao et Forest Stewardship Council (FSC) dans le secteur forestier. En matière d'environnement, il existe également un système de certification des produits soutenu par des instances officielles (par exemple, les Ecolabels européens) (Notre-planète.info, 2014).

### **3.6. Indicateurs et empreintes environnementales des produits agricoles et des aliments**

Scientifiquement, si l'on veut quantifier l'impact environnemental d'un produit ou d'un aliment, il convient d'en réaliser une analyse complète du cycle de vie, depuis sa conception jusqu'à sa disparition (du berceau au tombeau) et d'en déduire un bilan environnemental qui peut porter sur l'énergie et les ressources naturelles dépensées pour pouvoir mettre ce produit à la disposition des consommateurs (Haas et al., 2000). Ce genre d'études se fait régulièrement depuis des décennies. Plus récemment, toutefois, des indicateurs ont été créés de façon à réunir, à l'aide de quelques chiffres synthétiques, une masse d'informations générées par ces analyses du cycle de vie et qui permettent aux consommateurs – mais surtout aux preneurs de décision – de réaliser des choix visant à privilégier le développement durable et l'avenir de la planète. Trois indicateurs principaux sont largement utilisés à cette fin. Il s'agit de l'empreinte ou bilan carbone, l'empreinte dite écologique et l'indicateur des besoins en eau.

Le bilan carbone, basé sur les émissions de GES ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  et  $\text{N}_2\text{O}$ ), mesure l'impact sur le climat. Dans le cas d'un aliment, on mesure cet impact à partir du champ, jusqu'au site d'enfouissement. Tout y passe : culture, transformation, emballage,

distribution, consommation et gestion des déchets (Pandey & Agrawal, 2014). Pour toutes ces étapes, on calcule les équivalents « carbone » émis dans l’atmosphère. Les émissions de  $\text{CH}_4$  et de  $\text{N}_2\text{O}$  sont converties en équivalents  $\text{CO}_2$  (ou carbone) en introduisant un coefficient qui prend en compte leur pouvoir de réchauffement climatique des différents gaz par rapport au  $\text{CO}_2$  (soit 25 pour le  $\text{CH}_4$  et 298 pour le  $\text{N}_2\text{O}$ ) comme l’illustre la formule suivante (Stechemesser & Guenther, 2012) :

$$\text{Équivalents } \text{CO}_2 \text{ (ou } \text{CO}_2\text{e)} = (\text{CO}_2 \times 1) + (\text{CH}_4 \times 25) + (\text{N}_2\text{O} \times 298)$$

Ainsi, il apparaît, au vu des coefficients appliqués, qu’à concentrations égales le  $\text{CH}_4$  et le  $\text{N}_2\text{O}$  sont respectivement 25 et 298 fois plus puissants que le  $\text{CO}_2$  en potentiel de réchauffement climatique en raison de leurs propriétés physiques (absorption et réémission des rayons infrarouges ; stabilité et persistance dans l’atmosphère). Quant à l’empreinte écologique, elle prend en compte d’autres impacts sur l’environnement (pluies acides et désertification, par exemple). L’empreinte écologique mesure la surface nécessaire à la production des ressources consommées par un individu ou une population, incluant la gestion de leurs déchets. Dès lors, cet indicateur est exprimé en gha (global ha) par unité de masse de produit ou de denrée sortant du système de production. C’est à l’aide de ce type d’indicateur que de grandes ONG comme le World Wildlife Fund (WWF) sont en mesure d’estimer l’état de la planète en matière de dépenses effectives des ressources par rapport au potentiel disponible et d’en conclure que nos besoins actuels équivalent à 1,6 fois ce que la Terre est en mesure de nous fournir durablement (GFN, 2016).

Finalement l’indicateur des besoins en eau (empreinte eau) cumule l’ensemble des besoins pour la production primaire végétale et tous les autres besoins consécutifs à la transformation du produit jusqu’à sa mise à disposition au consommateur. Ces besoins comprennent l’eau requise pour la production de protéines animales par les techniques d’élevage, l’eau requise pour le lavage des légumes et des machines dans les usines de transformation, etc. On parle d’eaux bleue, verte et grise pour désigner respectivement l’eau captée des ressources naturelles (nappes, lacs, rivières), l’eau transitant par le sol (utilisée par les cultures) et l’eau nécessaire pour les différents procédés de transformation, nettoyage, etc. Cette empreinte eau est très importante dans le contexte géopolitique actuel et celui des échanges internationaux, car un pays importateur de produits agricoles tels que des céréales ou de la poudre de lait importe également une quantité d’eau « virtuelle » très importante que l’on peut estimer à partir de l’empreinte eau (Hoekstra & Mekonnen, 2012).

Le tableau 3.1 reprend quelques valeurs caractéristiques d’empreinte environnementale (empreinte carbone, empreinte écologique et empreinte eau) pour divers types d’aliments d’origine végétale et animale.

**Tableau 3.1** : Indicateurs de l’empreinte carbone, écologique et eau pour différents produits agricoles (Green Eatz, n.d. ; Collins & Fairchild, 2007 ; Barilla, 2012 ; Hoekstra & Mekonnen, 2012 ; Wikipedia, 2016). NB : de grandes différences peuvent être décelées suivant les sources, il est donc nécessaire d’être attentif aux modalités de calcul (ce qui est pris en compte et ce qui ne l’est pas) et aux pratiques agricoles très variables (aspects géographiques, recours aux meilleures pratiques, etc.).

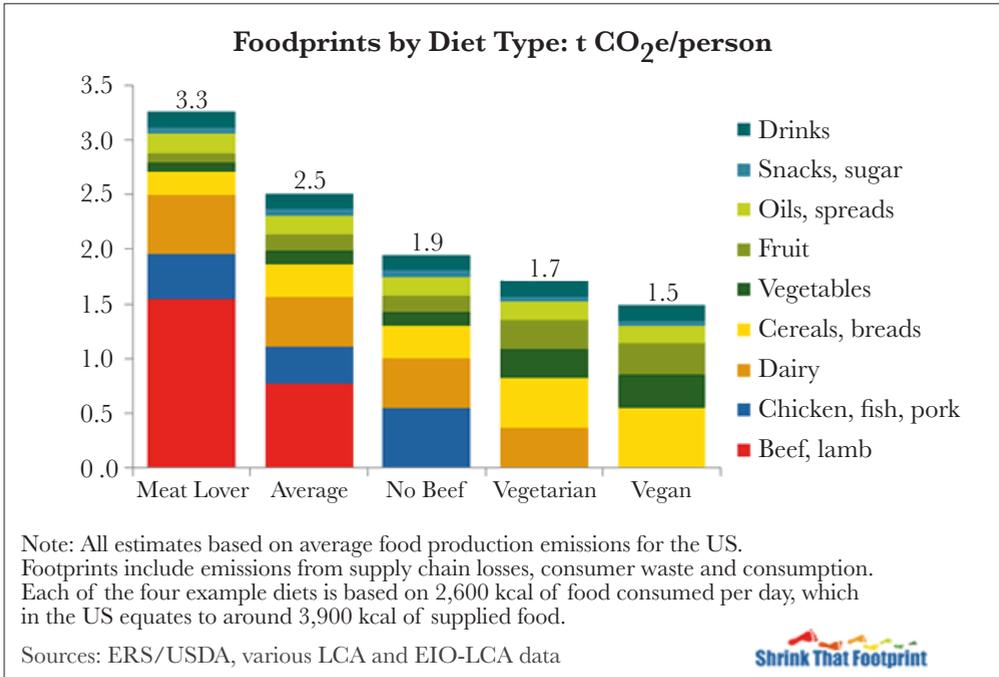
	<b>Empreinte C (en kg de CO<sub>2</sub>e/ kg)</b>	<b>Empreinte écologique (surface globale en gha/ kg)</b>	<b>Empreinte eau (en m<sup>3</sup> d’eau verte, bleue et grise/kg)</b>
Bœuf	27,0	15,7	16,7
Porc	12,1	1,9	5,5
Poulet	6,9	1,6	3,8
Thon	6,1	10,1	Pas applicable
Lait	1,9	1,4	0,7
Fromage	13,5	11,1	3,2
Œufs	4,8	1,2	3,5
Blé	1,0	0,5	0,5
Riz	2,9	1,2	2,6
Soja	1,0	0,6	2,4
Pommes de terre	0,6	0,3	0,4
Légumes	2,0	0,4	0,3
Fruits	1,1	0,5	1,0

De l’examen du tableau 3.1, il ressort clairement que les indicateurs d’empreintes sont tous particulièrement élevés pour la production de viande de bœuf, et dans une moindre mesure, pour la production des autres produits d’origine animale (viande de porc, poisson et volaille, lait, œufs et fromage). Les produits végétaux sont caractérisés par des valeurs beaucoup plus basses. En outre, il est frappant de constater qu’en gros, les trois indicateurs s’accordent sur les grandes tendances observées. Qui plus est, comme le fait remarquer le groupe alimentaire Barilla, il y a certaines similitudes entre la pyramide alimentaire des recommandations nutritionnelles (diminuer la viande au sommet et étendre la base constituée de fruits et légumes) avec la pyramide de l’empreinte environnementale des aliments (empreinte élevée pour la viande de bœuf au sommet de la pyramide pour une empreinte réduite dans le cas des fruits et légumes, base de la pyramide) (Barilla, 2012).

La comparaison de la pyramide environnementale avec la pyramide alimentaire connaît toutefois des limites sérieuses car si les aliments riches en sucre occupent une place favorable dans la pyramide des empreintes environnementales, on ne peut pas en dire autant pour la position du sucre dans la pyramide nutritionnelle.

Ces empreintes environnementales peuvent également être très utiles pour estimer l’impact environnemental et donc le caractère de durabilité de différents régimes alimentaires. Au vu des résultats présentés au tableau 3.1, il n’est pas étonnant que des

régimes évitant la viande de bœuf et/ou privilégiant les aliments d'origine végétale soient dotés d'une empreinte beaucoup plus favorable. Un exemple illustratif repris de «Shrink That Footprint» (2014) est présenté à la figure 3.6.



**Figure 3.6 :** Comparaison de l'empreinte carbone pour un régime riche, normal ou sans viande de bœuf, ainsi que pour un régime végétarien et végétalien avec respectivement 3,3, 2,5, 1,9, 1,7 et 1,5 t CO<sub>2</sub>e par personne (conditions prévalant aux USA d'après Shrink That Footprint, 2014).

Finalement, l'approche par empreintes environnementales permet également au consommateur de prendre davantage conscience du poids de la transformation, transport/distribution et emballage dans la consommation globale des ressources énergétiques et en eau. Ainsi TESCO, grande chaîne de distribution au Royaume-Uni, a publié des tableaux reprenant l'empreinte carbone d'un grand nombre de produits commercialisés dans son réseau (TESCO, 2012). De ce fait, il est possible de comparer l'empreinte C de produits frais avec celle de produits semblables mais transformés. Ainsi, pour les carottes, l'empreinte C varie suivant la catégorie considérée de 76 à 88 g CO<sub>2</sub>e par 100 g de commodité à l'état frais, contre 150 à 170 g CO<sub>2</sub>e par 100 g de commodité en boîte de conserve. Le consommateur peut donc réaliser que la transformation des carottes et leur commercialisation sous forme de conserves s'accompagne d'une empreinte C deux fois plus importante que pour le produit frais. Bien entendu, les différentes formes de préparation culinaires au sein des ménages doivent également être prises en compte. De tels tableaux permettent non seulement d'apprécier l'impact écologique de différents types de transformation, conservation, et

emballage, mais aussi du mode de transport et de la distance parcourue entre le lieu de production et de consommation.

La prudence s'impose toutefois si l'on veut convaincre le consommateur avec des arguments solides, car trop souvent ces indicateurs manquent de raffinement et de nuances. Ainsi, si nous prenons l'exemple de la production de viande bovine, on comprendra aisément que suivant le mode d'élevage pratiqué (intensif ou extensif) et suivant la région climatique dans laquelle on se trouve (maritime, continentale, voire aride ou semi-aride), des variations considérables existeront sur l'empreinte environnementale, et en particulier sur la quantité d'eau nécessaire pour la production de viande de bœuf. Aussi, n'est-il pas possible dans nos contrées humides de convaincre les éleveurs de l'empreinte environnementale négative de la viande de bœuf en avançant que plus de 15 000 litres d'eau sont nécessaires pour produire seulement 1 kg de viande (Tableau 3.1) ! En réalité, des études plus fines indiquent que ce volume peut varier de 5 000 à 25 000 litres suivant le mode d'élevage et le pays concerné (Gerbens-Leenes et al., 2013).

### 3.7. Conclusions

La question de durabilité des systèmes de production agricole a toujours été d'actualité, mais a souvent été résolue par des solutions prônant l'intensification voire la conquête de nouveaux produits et de nouveaux espaces à exploiter. Et comme nous arrivons à un stade où l'intensification apporte à son tour son cortège d'effets indésirables (pollution de l'environnement, perte de diversité, émission de GES, effets sur la santé, etc.) et où la conquête de nouvelles terres de culture menace la survie de la forêt tropicale, le moment est venu de se poser la question s'il ne faut pas revoir nos critères de durabilité.

Le défi est colossal et tient un peu de la quadrature du cercle puisqu'il faut nourrir la terre, préserver le futur de la planète et assurer un revenu décent aux agriculteurs. Paradoxalement, l'intensification n'est pas nécessairement opposée au développement durable, car elle peut permettre d'optimiser l'utilisation des ressources naturelles telles que le sol et l'eau pour peu que l'on soit attentif à limiter l'émission des GES. Les choix à faire ne sont donc pas toujours évidents et nécessitent une approche globale qui intègre l'ensemble des paramètres (productivité, raréfaction des ressources naturelles, aspects énergétiques, pollution de l'environnement et émission de GES).

Des outils existent pour identifier et préciser les pistes à suivre. Ces outils sont imparfaits et doivent être améliorés pour mieux prendre en compte la complexité de la réalité du terrain. Des études plus complètes d'impact doivent être réalisées sur les denrées alimentaires, en comptabilisant la somme des ressources naturelles nécessaires à leur production et mise sur le marché pour toutes les étapes de leur cycle de vie (du berceau au tombeau). Pareilles études nous permettront de réfléchir et mieux prendre conscience de ce qui va inexorablement poser un problème à la planète dans un avenir pas si lointain.

Cette prise de conscience par les consommateurs, que nous sommes tous, est primordiale, car elle est un moteur essentiel de la machine qui doit se mettre en marche dès maintenant pour pouvoir changer et améliorer les choses aussitôt que possible. Plutôt que consommateurs nous devons être des consomm'acteurs.

# Chapitre 4. En quête d'un système de production durable – présentation de la ferme de Bagnies

*Ce chapitre est dédié à la mémoire du Dr Philippe Debongnie (1956-2016), scientifique de grande rigueur, homme bon et juste, véritable passionné de la nature.*

*Ses racines familiales sont originaires de Bagnies.*

La recherche de la durabilité n'est pas qu'un concept théorique développé dans les livres et articles scientifiques, sociologiques et autres, et discuté dans les forums sur internet et ailleurs. Heureusement, il y a aussi des gens qui mettent la durabilité en pratique au quotidien. Nous allons découvrir ensemble la ferme de Jean-Marie et Arnaud Velghe à Bagnies (Péruwez) dans le Tournaisis (Belgique). Ou plutôt l'entreprise familiale car, outre le père et le fils, c'est l'ensemble de la famille qui s'implique dans le projet, chacun ayant son rôle à jouer. Les dimensions familiale, locale, environnementale et sociale sont toutes bien présentes dans ce projet.

## 4.1. Un modèle de développement durable

Il s'agit, en fait, d'une véritable quête de durabilité. Celle-ci se traduit par une volonté tenace de vouloir transformer une exploitation agricole conventionnelle en laboratoire d'étude de l'écosystème agricole, en chantier orienté vers l'avenir. Un avenir que l'on veut ouvert à l'écologie, en étant attentif à la fertilité biologique des sols et à la diversité des espèces cultivées. Un avenir que l'on veut durable en misant sur l'autonomie du système, en visant l'indépendance la plus poussée possible à l'égard des intrants agricoles tels que les engrais chimiques, les produits phytosanitaires et les médicaments vétérinaires. Un avenir que l'on veut honnêtement profitable.

Le modèle suivi est celui d'une exploitation mixte avec, d'une part, une centaine d'hectares en productions végétales et, d'autre part, l'élevage d'un troupeau de vaches laitières. Avec l'objectif d'en faire un système rentable dans lequel les deux volets se complètent, entrent en synergie et favorisent l'économie circulaire. Ici, les productions végétales visent en premier lieu à nourrir le cheptel et, en retour, les déjections du cheptel serviront à nourrir la terre en veillant à bien respecter les équilibres biologiques et à ne pas bouleverser la vie du sol.

Mais le modèle va plus loin vu le souci de valoriser ses propres produits en les transformant et en les commercialisant dans une logique de circuit court.

Et pas n'importe quels produits car ceux-ci (lait, beurre, fromage et yaourt) sont vraiment différenciés des produits de grande consommation et offrent une plus-value au consommateur qui souhaitera se les procurer. En quoi ces produits se différencient-ils des autres produits fermiers? Ils sont produits par des vaches nourries à l'herbe et au foin. Pas de tourteaux à base de soja ou autres protéagineux importés d'outre-Atlantique, pas d'ensilages de maïs ou d'herbe aux relents de fermentation acido-lactique. Non, de l'herbe fraîche ou du foin aux effluves tellement plus agréables à respirer. En complément, quelques céréales et pois secs produits sur place.

## **4.2. Caractère innovant, qualité nutritionnelle des produits et respect de l'environnement**

Cette approche est assez innovatrice par rapport à ce qui se fait dans la pratique courante. Elle présente des avantages, mais aussi des inconvénients. Au rang des premiers, une qualité nutritionnelle exceptionnelle des produits laitiers obtenus en nourrissant les vaches à l'herbe et au foin. Ce type de lait est en effet connu (Benbrook et al., 2013) pour une plus grande richesse en certains acides gras qui s'avèrent très intéressants pour la santé, comme l'acide linoléique conjugué (le fameux CLA que l'on peut se procurer sous forme de compléments alimentaires !) et d'autres propriétés nutritionnelles très favorables (voir l'encart «Le lait de ferme : pourquoi est-il meilleur?»). Parmi les inconvénients on retrouve la difficulté de produire du foin de bonne qualité dans nos contrées au climat capricieux ! Mais, ici aussi, le projet de la famille Velghe propose des solutions adaptées et respectueuses de l'environnement. Le foin est séché dans un hangar spécialement conçu avec un système d'aération partiellement alimenté par l'énergie solaire pour réchauffer passivement l'air qui sera propulsé dans l'installation de séchage.

Voyons point par point quelles sont les particularités de ce formidable projet de développement durable.

### **Assolement**

La diversité est au rendez-vous lorsque l'on parle de rotation chez les Velghe. Une bonne quinzaine d'espèces végétales différentes entrent dans la rotation contre deux ou trois dans un grand nombre d'exploitations conventionnelles. Mixité aussi car on rencontre des espèces de type «herbe», spécifiques à l'alimentation des vaches sous forme de foin (dactyles, fêtuques, fléole, luzerne et trèfle), des productions conventionnelles pour l'industrie agro-alimentaire (blé, betteraves, pommes de terre), des légumineuses (pois, haricots) et des cultures céréalières à vocation fourragère (escourgeon, maïs grain, pois, épeautre), sans oublier bien sûr les prairies permanentes (près de 20% de la superficie cultivée). Ce qui est très remarquable c'est la part belle réservée aux légumineuses telles que luzerne, trèfle et pois, sources de protéines pour l'alimentation du bétail et sources d'azote pour le sol grâce à la symbiose avec les bactéries fixatrices d'azote atmosphérique.

## L'interculture pour piéger l'azote

En réalité, le nombre d'espèces cultivées à la ferme de Baugnies est encore bien plus élevé que ce qui ressort de la description de l'assolement et des rotations pratiquées. En effet, il faut préciser que systématiquement, après chaque culture, un engrais vert est implanté. Les agronomes appellent cela une Culture Intermédiaire Piège À Nitrate (CIPAN), car un des rôles de cet engrais vert est d'assimiler l'azote encore disponible en fin de saison (reliquat de la fertilisation appliquée ou nouvelle production suite à la minéralisation des restes de la culture récoltée). Et le nombre d'espèces susceptibles de remplir cette fonction est assez impressionnant puisqu'il atteint la dizaine d'espèces. Le choix de l'espèce à implanter tiendra compte de la période de l'année (milieu ou fin d'été, début ou fin d'automne) et de quantités d'autres paramètres d'appréciation laissés à l'expertise de l'agriculteur (développement racinaire, résistance au gel, lutte contre certaines mauvaises herbes comme le chiendent, etc.). Ainsi Jean-Marie, à Baugnies, fait régulièrement appel aux espèces suivantes durant la période estivale : phacélie (aux belles fleurs de couleur mauve-violet à bleu foncé, figure 4.1), lin, avoine, sarrasin, tournesol, vesce, trèfle d'Alexandrie. Plus tard dans la saison, il pourra être tenté également par la moutarde, et vers la mi-octobre son choix se portera sur le seigle.



**Figure 4.1** : La phacélie donne de jolies touches de couleur bleue dans nos campagnes. Elle est appréciée par les insectes pollinisateurs (excellente plante mellifère) et différents insectes prédateurs des pucerons (photo de gauche). Elle peut également servir d'engrais vert (photo de droite) (© L. Pussemier).

La culture intermédiaire reste en place durant l'hiver, assurant de ce fait un couvert au sol et une protection contre l'érosion. À la sortie de l'hiver, la culture intermédiaire est détruite soit mécaniquement soit chimiquement, sauf si un gel intense s'est chargé lui-même de cette opération. Les débris végétaux sont incorporés dans le sol et libèreront l'azote progressivement au cours de la belle saison assurant ainsi une fertilisation par petites doses continues à la nouvelle culture implantée. Le CIPAN a fonctionné comme un piège à azote : les nitrates qui s'accumulaient en automne ont été absorbés par l'engrais vert et n'ont pas pu être lessivés vers le sous-sol par les pluies hivernales, en route vers les nappes souterraines. En revanche, le stock d'azote est remobilisé au printemps, permettant à l'agriculteur d'économiser de l'azote pour la culture qui suivra.

## Encart : **APL – Appel à modération à l’intention des friands d’azote**

C’est une activité qui n’est pas très connue du grand public, et pourtant les agriculteurs font bien l’objet de contrôles de la part des Autorités afin de vérifier s’ils n’ont pas la main trop lourde lorsqu’il s’agit d’épandre des engrais azotés sur les cultures. APL est un acronyme pour **Azote Potentiellement Lessivable**. C’est aussi le nom d’un vaste programme en Région wallonne (Belgique) qui a démarré en 2008 et qui a pour objectif d’amener les agriculteurs à utiliser les engrais azotés avec modération et ce, afin de protéger les nappes d’eau souterraines en zones vulnérables (Moniteur Belge, 2009). En réalité, la législation ne fait rien d’autre qu’appliquer le principe selon lequel l’épandage de fertilisants n’est autorisé que pour couvrir les besoins physiologiques en azote des végétaux, tout en veillant à limiter les pertes d’éléments nutritifs. L’approche APL est un des outils mis à la disposition du législateur dans le cadre du PGDA (Programme de Gestion Durable de l’Azote en Agriculture ; MRW, 2006).

Le principe de l’approche pour la détermination de l’APL est le suivant : entre octobre et décembre, on procède à des prélèvements de sol sur toute la profondeur du profil (de 30 cm pour les prairies à 90 cm pour les cultures), et la quantité d’azote nitrique présente dans le profil est déterminée par voie d’analyses en laboratoire. La quantité d’azote exprimée en kilo d’azote nitrique par hectare est comparée avec celle déterminée dans des sites de références présentant des points communs avec la parcelle échantillonnée en matière de culture, type de sol, etc. Si l’APL ainsi mesuré dépasse la borne supérieure (en tenant compte d’une marge d’incertitude) des parcelles de références, la parcelle est déclarée non conforme et la machine administrative se met en route pour assurer le suivi de cette parcelle (programme d’observation). Si les non-conformités s’accumulent, des sanctions sont prises (pénalités).

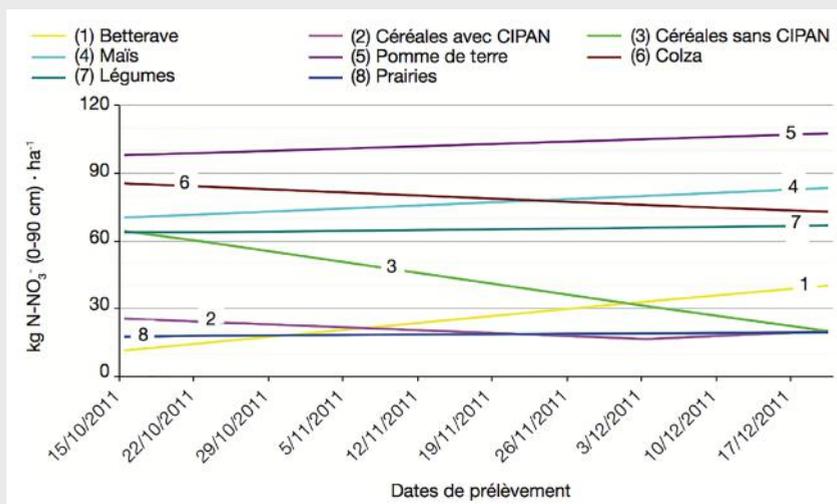
L’expérience APL mise en œuvre en Région wallonne est originale en Europe. D’autres régions disposent de systèmes moins élaborés (Flandre, Bade-Wurtemberg) ou commencent à développer des systèmes similaires (Bretagne, Nord Pas-de-Calais) (Vandenberghe et al., 2013).

### **Fondements scientifiques des APL**

L’azote potentiellement lessivable est l’azote nitrique disponible en fin de culture, additionné de celui qui se forme en fin de saison par minéralisation des restes de cultures. Ce stock d’azote peut facilement être lessivé vers le sous-sol durant la période hivernale lorsque le mouvement descendant de l’eau n’est plus contrecarré par le mouvement ascendant dû à l’évapotranspiration que l’on observe durant la bonne saison (Vandenberghe et al., 2013).

C’est donc durant la période hivernale que se fait l’alimentation en eau des nappes souterraines et que la pollution par l’azote peut se produire. Il en résulte que la mesure de l’APL et l’interprétation qui s’ensuit nécessitent de prendre en compte cet aspect dynamique puisque, en fonction du temps, une part de l’azote sort du profil par lessivage et une autre fraction peut être générée par minéralisation. Pour contrer cet élément perturbant lié au climat, au type de culture et au type de sol, la méthode APL prévoit de déterminer un APL de référence. Celui-ci est déterminé sur des parcelles de références pour huit classes de cultures et pour une région donnée. L’échantillonnage de ces parcelles de référence est réalisé à au moins deux moments distincts, le premier en début d’automne et le dernier en début d’hiver. Lors du premier prélèvement, qui a lieu au moment où la culture a été récoltée (typiquement en octobre), l’azote mesuré correspond essentiellement au reliquat de

fumure qui peut être très important pour certaines cultures comme la pomme de terre. Le dernier échantillonnage, effectué en début d'hiver, prend en compte, d'une part, l'apport de la minéralisation des reliquats de cultures et de la matière organique du sol et, d'autre part, les pertes par lessivage sous l'effet des pluies. Les valeurs d'APL déterminées à ces deux dates vont permettre de tirer une droite entre les deux valeurs médianes, comme l'illustre la figure 4.2 pour différents types de cultures. C'est la valeur donnée par cette droite qui formera le point de départ pour calculer l'APL de n'importe quelle parcelle échantillonnée dans la même région, et c'est donc la base officielle du contrôle de l'APL chez les agriculteurs ciblés par le programme (Moniteur Belge, 2012).



**Figure 4.2 :** Médianes des huit classes de cultures/prairies (échantillonnage 0-90 cm pour les cultures et 0-30 cm pour les prairies) – (Vandenberghes et al., 2013).

### Autres mesures dans le cadre du PGDA

Dans le cadre du Plan PGDA en agriculture, d'autres mesures sont prises pour éviter la surfertilisation et les pertes d'azote vers les nappes phréatiques ou sous forme gazeuse (MRW, 2006). On citera notamment les dispositions en matière de taux de liaison au sol (le nombre d'animaux élevés doit être en proportion avec les capacités d'épandage des effluents sur les sols disponibles), le stockage des effluents (pour éviter les émissions de GES), l'implantation d'une interculture (CIPAN pour piéger l'azote) et les périodes d'épandage (pas d'épandage sur sol gelé, par exemple, pour éviter le ruissellement vers les eaux de surface).

## Travail du sol

La technique de non labour est pratiquée sur toute l'exploitation depuis 20 ans. Cette application de ce que l'on appelle communément les techniques culturales simplifiées (TCS) conduit tout d'abord à une diminution des heures de travail et à une économie en carburant (réduction des émissions de GES). D'un point de vue environnemental, l'avantage est aussi de favoriser une augmentation du taux d'humus. Ainsi, à la ferme de Bagnies le taux de carbone (forme d'expression de la teneur en matière organique du sol) est passé de 0,9% avant la mise en application de la méthode à un pourcentage compris entre 1,3 et 1,6%. C'est quelque chose de remarquable tant pour les bénéfices agronomiques (fertilité et facilité de travail du sol) que pour les conséquences environnementales (meilleure rétention d'eau lors d'épisodes de pluviosité intense et piégeage de CO<sub>2</sub>, gaz à effet de serre). Cette technique conduit également à une meilleure infiltration de l'eau dans le sol (activité des vers de terre), le sol est plus meuble, s'émiette plus facilement : les racines n'ont aucune peine à s'enfoncer profondément (Figure 4.3).



**Figure 4.3** : Photos de profils de sol illustrant la richesse en humus et la bonne structure (agrégats facilement dissociables, pénétration profonde des racines, présence de vers de terre) (© L. Pussemier).

Notons également que grâce à cette technique, les exigences en engrais et produits phytosanitaires sont réduites, la plante trouvant dans ce riche substrat ce qui lui est nécessaire pour croître et augmenter sa résistance aux attaques diverses. Tout bénéfique pour l'environnement bien sûr, mais également très bon pour le portefeuille de l'agriculteur !

Il y a aussi quelques inconvénients à épinglez du fait qu'il faut utiliser des machines spécifiques couteuses, mais bien plus efficaces et rapides. Il s'agit souvent de matériel à disques, permettant d'incorporer au sol les résidus de cultures et les engrais verts, mais aussi des rouleaux, car le sol enrichi en matière organique a tendance à se soulever comme si c'était un soufflé et il faut tempérer un peu ses ardeurs.

Ce système demande donc beaucoup plus d'expérience et d'expertise. Il faut sans cesse regarder, observer, réfléchir ... On est bien loin d'itinéraires techniques standard que l'on suit aveuglément.

## **Agriculture de conservation**

Un évènement survenu en 1998 a été l'élément déclencheur pour inciter Jean-Marie à adopter des techniques anti-érosives. Revenons un peu sur le contexte. Depuis quelques années les travaux sont entrepris pour implanter le tracé du TGV en site propre. Ces travaux réalisés à seulement 300 m de la ferme chamboulent le paysage et l'organisation de l'espace. Pour éviter que les fermiers n'aient plus d'accès aisé à leurs parcelles en raison de ce nouveau tracé, un remembrement des terres a été réalisé. Par cette opération d'échanges entre agriculteurs, on regroupe l'ensemble des petites parcelles disséminées un peu partout en une seule localisation, si possible tout près de la ferme. On en profite également pour créer de grandes parcelles : chez Jean-Marie, ce sont 6 nouvelles parcelles qui voient le jour avec des superficies comprises entre 6 et 28 ha. En 1998, une de ces nouvelles parcelles (16 ha) est plantée en pommes de terre. Seize hectares, cela fait une belle étendue de champ de pommes de terre. Oui mais voilà, le champ présente une inclinaison avec une pente régulière à 3% et de violents orages s'abattent sur la plaine, déversant jusqu'à 50 mm de précipitations en un seul épisode. La pluie se met à ruisseler, ne rencontre aucun obstacle sur le sol nu, crée des sillons de plus en plus profonds et emporte une bonne quantité de terre dans sa course folle. Résultat de cet incident climatique : 2 ha sont sous eaux en bas de parcelle et les pommes de terre sont déterrées : elles ne pourront pas être récoltées et pourriront sur place !

Cet évènement difficilement acceptable par le cultivateur a cependant induit une réflexion en profondeur en vue d'instaurer un système plus durable. C'est ainsi qu'a débuté une longue quête de durabilité qui s'est concrétisée par l'adoption progressive de techniques culturales simplifiées telles que le non labour, le semis direct, les couverts végétaux, le compostage du fumier pour enrichir le sol en humus, etc.

La source d'inspiration est Frédéric Thomas qui publie le journal TCS (Techniques Culturales Simplifiées). Ce pionnier de l'agroécologie est toujours actif de nos jours et voici ce que l'on peut retrouver dans son magazine en ligne (Thomas, 2016) :

*« Si pour beaucoup, l'agroécologie est une nouvelle forme de discours plus écologique et un verdissement habile des modes de production agricole, les réseaux AC (Agriculture de Conservation), qui déjà cherchent à favoriser et à utiliser des processus agroécologiques, perçoivent beaucoup mieux cette notion. L'idée n'est pas de s'interdire une action jugée trop agressive sur le milieu, ni de supprimer un intrant jugé trop perturbateur sur l'environnement, mais de continuer de produire tout en s'appuyant le plus possible sur les fonctionnalités du vivant. C'est ici que ce concept novateur devient très intéressant et apporte une réelle rupture. Il n'oppose pas deux visions de l'agriculture mais s'appuie sur une approche globale centrée sur la recherche de solutions techniques construites sur l'expérience et le savoir-faire des agriculteurs. Il s'agit donc d'une démarche positive qui, de fait, débouche sur beaucoup moins d'intrants et d'impacts négatifs sur l'environnement mais qui, avant tout, cherche à stimuler la diversité biologique, l'autonomie, l'économie et la responsabilisation des acteurs. Ainsi et par essence, l'agroécologie est très*

*diverse et nous éloigne des modèles. Elle ne peut pas se décréter ni même être labellisée mais, déjà aujourd'hui sur le terrain, elle se construit patiemment».*

C'est ainsi que germa et se développa le concept d'agriculture de conservation chez Jean-Marie. La voie était tracée pour un long voyage dont la première étape fut l'adoption des techniques culturales simplifiées. Vingt ans après, que de chemin parcouru et quel motif de satisfaction quand on voit cette diversité de cultures sur un sol meuble, bien structuré, riche en humus, dans lequel les racines des plantes cultivées peuvent plonger sans résistance et y trouver oxygène, humidité et nutriments à profusion.

## **Fertilisation**

Le principe général adopté à la ferme de Baugnies en matière de fertilisation est le suivant. Utiliser au mieux les ressources produites à la ferme et compléter avec une fertilisation à la carte. Les ressources de la ferme comprennent 700 m<sup>3</sup> de lisier par an (les 70 vaches laitières disposent d'un caillebotis à proximité du robot pour empêcher qu'elles ne souillent trop l'espace de traite) et un volume de 1 000 t de fumier par an qui sera composté à la ferme avant d'être épandu sur les 80 ha de terres cultivées.

La fertilisation proprement dite comprend deux volets : le premier est constitué de spécialités à base d'oligo-éléments et d'autres micronutriments destinés à dynamiser la vie microbienne du sol et mobiliser les éléments indispensables à une bonne croissance des végétaux. Le second n'est rien d'autre que le fameux N-P-K, c'est-à-dire l'ensemble des engrais conventionnels à base d'azote (N), de phosphore (P) et de potasse (K). Pour appliquer ceux-ci à bon escient, des échantillons de sols sont prélevés en début de saison et analysés pour leur contenu en nutriments afin de pouvoir calculer les quantités exactes qui seront nécessaires. Et il vaut mieux bien s'y tenir, car, si on ne dispose pas toujours de la conscience écologique qui encourage la modération, un rappel à l'ordre est toujours possible de la part des autorités après un contrôle en bonne et due forme (voir l'encart «APL – Appel à modération à l'intention des friands d'azote»).

## **Technique de pâturage**

On ne peut aborder la technique de pâturage sans évoquer un autre «Maître à Penser» de la famille Velghe, j'ai nommé André Pochon, éleveur breton.

«La méthode Pochon» (Pochon, 2003) se base sur un système de prairie qui allie le trèfle blanc, une légumineuse, et une graminée. Ce type de prairie est favorable au bien-être animal, contribue à l'autonomie alimentaire de l'exploitation et génère des effets positifs pour l'environnement. Voici comment André Pochon résume lui-même sa méthode :

*« Cette prairie produit une herbe de meilleure qualité, mieux répartie tout au long de l'année. Sur une même surface, elle permet donc de nourrir davantage de bêtes et de les laisser plus longtemps à la pâture. Le plus beau, c'est qu'une telle prairie piège dans la terre bien plus de carbone de l'air qu'un sol en culture. On contribue ainsi à la baisse des gaz à effet de serre et donc à celle du réchauffement climatique ».*

Nous sommes donc parfaitement dans la logique du développement durable !

Concrètement, la ferme de Baugnies dispose de 18 ha de pâtures. La surface réservée au pâturage (environ une dizaine d'hectares) est divisée de manière à disposer de 21 parcelles de taille assez réduite. Les vaches sont mises à pâturer sur une de ces petites parcelles pendant deux jours avant d'être transférées vers une nouvelle parcelle pour deux nouvelles journées. Et ainsi de suite jusqu'à ce que le cycle complet soit bouclé (soit 2 fois 21 jours). Ceci leur permet d'avoir pratiquement tout le temps accès à de l'herbe fraîche. Les parcelles, une fois pâturées, pourront assurer une première transformation des bouses et leur incorporation à la litière afin de pouvoir régénérer un nouveau fourrage pendant les 40 jours restants avant qu'un nouveau cycle de pâturage ne démarre.

### Préparation du foin

Les prairies non pâturées vont servir à produire du foin ainsi que certaines parcelles consacrées à la production spécifique d'herbe réservée au fanage et séchage en grange. Les espèces et variétés choisies pour cette fin font partie d'un mélange comprenant dactyle, fétuque, fléole, luzerne, trèfle blanc géant. Ces espèces se prêtent bien au séchage en grange, ce qui n'est pas le cas pour les classiques ray-grass italiens et plusieurs variétés de trèfle.

Pour obtenir un foin de qualité optimale, celui-ci est récolté deux ou trois jours après la fauche et le séchage est terminé dans un séchoir intérieur (grange). Les avantages sont nombreux (Wyss et al., 2011) : toutes les qualités alimentaires du fourrage sont mieux préservées (protéines, vitamines, minéraux, etc.), les feuilles des légumineuses (luzerne et trèfle) sont récoltées sans perte, le foin est très appétant et reste vert comme de l'herbe fraîche. Au rang des inconvénients, on épinglera des investissements lourds et la nécessité de gros volumes de stockage. Les fourrages manquants ( $\pm 30$  ha) sont achetés chez des voisins en transition ou en culture biologique. Ils sont séchés dans le séchoir à foin (Figure 4.4), ou ballotés et enrubannés si la qualité est moindre.



**Figure 4.4** : Séchage du foin en grange : le foin est disposé sur un lattis en bois sous lequel de l'air sec préchauffé à l'énergie solaire passive est insufflé à l'aide de puissants ventilateurs. À droite, à l'avant-plan, on distingue le bras articulé de la griffe nécessaire à la manipulation de grandes masses de foin (© L. Pussemier).

## Encart : Le lait de ferme : pourquoi est-il meilleur ?

Le circuit court connaît un réel engouement et les produits laitiers (lait, fromages, yaourts, crèmes glacées, etc.) sont des produits très bien représentés dans ce système de production. Ce n'est pas vraiment le cas pour le lait de laiterie qui est décrié parce qu'industrialisé et peu rémunérateur pour le producteur. À la laiterie, le lait est d'abord homogénéisé, puis les différents constituants sont séparés pour être mélangés à nouveau suivant des recettes complexes, permettant d'obtenir toute sorte de laits (entier mais standardisé en matière grasse et protéines, mi-écrémé, maigre, etc.). Il en va de même pour les différents produits dérivés comme les fromages, yaourt et autres kéfirs, sans parler de produits qui n'ont de nom que leur marque, car ces préparations industrielles sont tellement distantes des beurres, maquées et fromages frais qu'ils ne peuvent même plus en porter l'appellation, la liste de leurs ingrédients fourmillent de produits de type émulsificateurs, conservateurs et autres exhausteurs de goût.

### Les atouts du lait de ferme

Le premier atout du lait de ferme c'est qu'il n'a pas subi toutes ces transformations industrielles : cela reste un produit très naturel.

Le support à l'économie locale et la rémunération équitable de l'agriculteur est le second atout du lait de ferme. Le fermier sera mieux rémunéré en faisant l'impasse sur tous les autres intermédiaires actifs dans les chaînes de transformation/distribution conventionnelles qui, il faut bien vivre, doivent prélever leur écot.

Mais c'est la qualité nutritionnelle qui sera le meilleur atout. Ce dernier pourra même revêtir une puissance croissante en fonction du mode d'élevage : plus l'herbe et le pâturage prennent de l'ampleur, meilleures seront les qualités nutritionnelles du lait et des produits qui en seront dérivés. Et c'est prouvé scientifiquement. Il est déjà prouvé qu'en production biologique, le lait possède quelques traits différents du lait conventionnel (Lairon, 2010 ; Palupi et al., 2012). Ainsi, le lait bio contiendrait davantage d'acides gras polyinsaturés favorables à la santé et, en corollaire, un peu moins d'acides gras saturés de mauvaise réputation auprès des cardiologues.

On va plus loin avec une nouvelle tendance qui revoit le jour dans nos contrées mais qui a toujours été populaire dans les pays de haute montagne, c'est le lait de vaches nourries exclusivement à l'herbe (en été) et au foin (en hiver). Selon une grande étude réalisée aux USA (Benbrook et al., 2013), ce lait se différencie encore plus du lait conventionnel par les aspects suivants :

- Davantage d'oméga-3 dans le lait d'herbe (jusqu'à + 62 %).
- Autant ou un peu moins (jusqu'à - 25 %) d'oméga-6.
- Le rapport oméga-6/oméga-3 est plus faible (plus proche de 1), ce qui est considéré comme meilleur pour la santé.
- On trouve davantage (jusqu'à deux, voire cinq fois plus) d'acide linoléique conjugué (CLA) et d'acide vaccénique trans.

Ces deux acides gras et surtout le CLA sont associés à une grande variété de bienfaits pour la santé (Jacome-Sosa et al., 2010), incluant le soutien du système immunitaire et inflammatoire, une masse osseuse améliorée, une régulation améliorée de la glycémie, une réduction de la graisse corporelle, un risque réduit de crise cardiaque et le maintien d'une masse corporelle maigre. On en fait même des compléments alimentaires, ce n'est pas peu dire...

## **Vous reprendrez bien un peu de A2?**

Mais que penser de la race laitière? Le choix de celle-ci va-t-il également exercer une influence sur la qualité du lait? La question est complexe et controversée. Certains disent que le lait des grandes races laitières hyper productives comme la race Holstein n'est pas aussi bon pour la santé que celui de races plus rustiques comme la race limousine ou normande. Qu'en est-il exactement?

Pour répondre à cette question, il est important de préciser d'emblée qu'une race qui produit beaucoup de lait produit également un lait de bonne qualité si l'on prend en compte les paramètres classiques de qualité en matière de composition des matières grasses et des protéines. En effet, les facteurs génétiques ont moins d'influence sur ces paramètres qualitatifs que, par exemple, l'alimentation (herbage ou pas). Ceci dit, il faut savoir qu'une des protéines du lait de vache, la bêta-caséine, peut comporter différentes isoformes, comme c'est le cas pour l'ensemble des protéines du monde vivant. Ces isoformes, petites variantes au sein de la famille considérée, viennent du fait que, suite à des mutations, l'un ou l'autre acide aminé d'une chaîne peptidique a été remplacé par un autre. C'est ainsi que, pour la bêta-caséine, il existe plusieurs isoformes dont les principales sont dénommées bêta-caséine A1 et bêta-caséine A2 (EFSA, 2009). La forme A2 serait la plus ancienne alors que la forme A1 serait apparue par mutation chez la vache Holstein il y a environ 8 000 ans. Comme la race Holstein possède un potentiel génétique exceptionnel qui en fait une productrice de lait hors pair, elle a été abondamment sélectionnée et croisée pour améliorer ce caractère au fil des ans chez Holstein, mais aussi chez d'autres races qui ont ainsi pu bénéficier du potentiel génétique Holstein. Et, de ce fait, toutes ces races produisent, en quantités variables, la forme A1 de la bêta-caséine, alors que certaines races plus isolées de ce mouvement de sélection ont gardé la propriété de ne produire que du lait A2 pur.

## **Dans les bras de Morphée**

Tout ceci serait sans conséquence aucune s'il n'y avait pas une petite différence entre les deux formes de lait qui peut se manifester lors de la digestion. Le lait A1, en effet, est capable de libérer un certain oligopeptide du joli nom rêveur de Bêta-Caso-Morphine-7 ou BCM7. Cette BCM7 ne nous inquiète pas à cause d'une possible activité opioïde comme c'est le cas pour d'autres oligopeptides apparentés (par exemple, les endorphines bien connues des sportifs). Non, le BCM7 serait plutôt associé à toute une série de pathologies inquiétantes tels que le diabète de type 1, les maladies cardiovasculaires, la mort subite du nouveau-né, les troubles du comportement et les troubles digestifs. Le hic c'est qu'aucun lien de causalité n'a pu être étayé, bien qu'il existe certains liens d'association, et que des effets biologiques ont été mis en évidence sur modèles cellulaires ou sur modèles animaux (EFSA, 2009; Woodford, 2011).

Toujours est-il que dans le continent austral (notamment en Nouvelle-Zélande), ce problème potentiel a été exploité par certains pour créer un nouveau marché très lucratif avec la production et la commercialisation du lait 100% A2. Ce nouveau «hype» est en train de traverser les océans et, par précaution, les éleveurs de nos contrées prennent le devant en veillant, à l'aide de marqueurs génétiques, de favoriser l'expression du phénotype A2 dans la descendance de leurs vaches laitières, y compris chez les fameuses Holstein et autres pie noire ou rouge qui ont tendance à produire un peu trop de bêta-caséine A1.

## Hébergement des animaux

L'hébergement des animaux (vaches laitières, génisses, jeunes veaux) est réalisé dans un bâtiment unique, spécialement conçu pour assurer le bien-être animal et le confort de l'agriculteur, en l'occurrence Arnaud, le fils, qui prend en charge cet aspect de l'exploitation familiale. Le bien-être animal est assuré grâce à d'importants espaces paillés. Une pailleuse automatique a été installée pour permettre un paillage idéal et soulager Arnaud dans ses tâches, lui permettant de consacrer plus de temps à la surveillance de son cheptel. Pour ce faire, le bâtiment dispose d'un plateau central surélevé, situé à côté du bureau d'Arnaud et tout près de l'espace de traite. De son « mirador », Arnaud est en position idéale pour avoir une vue plongeante sur l'ensemble de son cheptel (Figure 4.5).

Cette surveillance de tous les instants est indispensable pour bien suivre l'état sanitaire du cheptel et pour être en mesure d'intervenir à temps pour tous les aspects relatifs à la fécondation (chaleurs), le bien-être et la santé des animaux.



**Figure 4.5** : Vues plongeantes sur l'étable. À gauche, l'espace paillé pour vaches laitières avec la pailleuse automatique au premier plan et, à droite, une vue panoramique prise du poste d'observation situé à côté du bureau et montrant sur la gauche l'espace réservé aux vaches et sur la droite celui réservé aux génisses (© L. Pussemier).

## Production laitière

La production de lait est assurée par un troupeau de race Holstein (pie noir) en conversion vers la race normande par intégration. Pour ce faire on pratique l'insémination artificielle en sélectionnant rigoureusement les critères et marqueurs génétiques. Ainsi, Arnaud, l'éleveur responsable, espère augmenter le degré de rusticité de ses vaches tout en bénéficiant d'un haut potentiel de production laitière. La race normande dispose d'un autre atout, celui d'un héritage génétique propice à la production de lait A2 (contenant la bêta-caséine A2 et non la bêta-caséine A1). Le lait A2 pourrait être plus bénéfique pour la santé en raison de l'absence de libération de bêta-caso-morphine-7 lors de la digestion (voir l'encart « Le lait de ferme : pourquoi est-il meilleur? »).

Le rendement laitier obtenu est satisfaisant : 6 à 7 000 litres de lait par vache et par an. C'est moins que la production des grands champions qui peuvent dépasser allègrement les 10 000 litres, mais n'oublions pas que nous sommes dans une situation d'autonomie complète sans achat d'aliments composés commerciaux. Au final, cela aussi doit être pris en compte dans le calcul de rentabilité.

La famille Velghe a opté pour l'acquisition d'un robot de traite : c'est un investissement très conséquent mais indispensable pour permettre de diminuer le poids des tâches routinières et très accaparantes en temps (Figure 4.6). En outre, à l'aide d'un robot on peut viser jusqu'à trois traites par jour, ce qui contribue à augmenter le rendement.



**Figure 4.6** : À gauche, on aperçoit le robot de traite en action et, à droite, le foin disponible *ad satias*.

L'alimentation de base repose sur les disponibilités en herbe et foin bien adaptées au cheptel bovin. La ration alimentaire est complétée à la carte (distribution automatisée individualisée lors de la traite) en fonction des besoins de chaque vache et de la période de l'année. Le complément est à base de maïs grain, triticale, avoine-pois, épeautre, escourgeon et pulpes sèches de betterave. Tout cela est produit dans l'exploitation : c'est bien l'autonomie alimentaire qui est pratiquée à la ferme de Baugnies.

L'autonomie alimentaire pour la production laitière est un premier critère de durabilité. Et chez les Velghe, il devrait être associé au circuit court pour l'écoulement des produits, ce qui présente un atout supplémentaire pour assurer la rentabilité de l'exploitation familiale. Arnaud a, en effet, un grand projet : assurer la transformation du lait et produire beurre, fromages, yaourt et autres crèmes glacées. Pour cela, il a suivi des formations spécifiques, et sa sœur et sa compagne sont prêtes à l'accompagner dans cette nouvelle aventure. La démarche en vaut la peine car il n'est pas évident pour le consommateur de trouver des produits offrant une telle qualité nutritionnelle et organoleptique. En ces temps où le consommateur est à la recherche de produits authentiques, locaux et supérieurs nutritionnellement, ce projet familial est une initiative à appuyer et un exemple à suivre.

### 4.3. Conclusions

Dans cet intéressant projet porté par la famille Velghe, on retrouve bien l'impact sur les 3P du développement durable (Profit, Planet & People).

**Profit** : Autonomie alimentaire et diminution des coûts liés aux intrants, augmentation des revenus grâce à un produit différencié qui peut offrir une plus-value, pratique de la vente directe (suppression d'intermédiaires).

**Planet** : diminution des émissions de GES, lutte antiérosive, limitation des utilisations de pesticides et engrais polluants (rotation, herbage); énergie solaire pour séchage du foin; transformations et commercialisations futures sur le site.

**People** : Disponibilité en produits de haute qualité nutritionnelle et meilleurs pour la santé (lait et produits laitiers d'herbe); participation collective au projet tant pour la cellule familiale (épanouissement de tout un chacun) que pour les clients : sentiment de participer à un projet qui est bon pour l'environnement et le bien-être animal; contribution à une meilleure image de marque du secteur de l'agriculture pour l'ensemble de la société.

C'est un exemple concret parmi tant d'autres qui a été choisi pour illustrer la quête du développement durable. La trajectoire suivie par la famille Velghe débute par l'Agriculture de conservation, passe par l'autonomie alimentaire du bétail pour aboutir à la transformation des produits laitiers et la vente directe au consommateur. Tant d'autres opportunités existent, à chacun de choisir sa voie en fonction de sa motivation, ses compétences et des opportunités telles qu'elles se présentent, ou qu'il faut arriver à créer si elles ne sont pas encore rencontrées.

## Chapitre 5. Systèmes de production durables – enjeux sociétaux et batailles d’experts

*«La lutte contre les gaz à effet de serre (GES) et les incertitudes sur la capacité des pratiques exploitant les potentialités des écosystèmes à nourrir la planète risquent de relancer le débat sur le bien-fondé des organismes génétiquement modifiés (OGM) comme moyen de résoudre le problème de la malnutrition et de limiter l’utilisation d’intrants pour accroître les rendements»*

Extrait de «Le bio peut-il nourrir le monde?» paru dans *Alternatives Economiques* n° 264 – décembre 2007.

Notre système actuel de production des aliments est-il durable ? Faut-il abandonner le système conventionnel pour privilégier les systèmes alternatifs comme le bio pour sauver la planète, pour assurer la sécurité alimentaire et pour préserver la santé des consommateurs et assurer un revenu décent aux producteurs ? De plus en plus de citoyens en sont convaincus et manifestent de plus en plus de méfiance à l’égard de l’agriculture conventionnelle. Alertés par certaines publications alarmistes sur les menaces que présente l’agriculture conventionnelle, menaces largement relayées par les médias, des changements profonds voient le jour dans le comportement des consommateurs et des chaînes de distribution (même le hard discount s’y met). Et, *last but not least*, nos politiciens ne veulent pas laisser aux « Verts » le privilège d’être les seuls à se préoccuper de l’environnement.

Pour le commun des mortels il est souvent difficile de s’y retrouver. Régulièrement, des polémiques voient le jour ou sont alimentées par des éléments nouveaux qui relancent le débat. Qui faut-il croire : les organisations officielles chargées de la sécurité sanitaire ou les ONG qui défendent les intérêts du consommateur ou de la planète ? Et quel est le rôle des multinationales du secteur agrochimique et pharmaceutique accusées bien souvent de recourir à tous les moyens pour sauvegarder leurs produits sans prendre en considération la santé du consommateur et de la planète. Un exemple illustratif est celui du glyphosate, matière active du produit commercial « Roundup », commercialisé en premier lieu par la multinationale Monsanto (voir l’encart « Zéro phyto » – un projet qui tient la route ?).

Qu’en est-il exactement ? Les choses sont-elles aussi simples ou, comme dans beaucoup de cas ou situations complexes, est-il nécessaire de prendre un peu de recul et tenter d’y voir plus clair ? Dans cette section, nous tenterons de donner quelques éclaircissements sur la nature des enjeux et sur les différents arguments avancés par les uns et les autres, avec un regard particulièrement attentif sur les positions émanant

du monde scientifique concernant ces grands enjeux de société liés au choix d'un système de production durable.

## 5.1. Bio et conventionnel – à couteaux tirés

Il n'est pas rare de trouver dans les médias des prises de positions pour le moins tranchées telles que : «Il n'est pas recommandé de manger des fruits et légumes traités (non issus de l'agriculture biologique) car tous les bénéfices nutritionnels sont annihilés par les résidus de pesticides !» Les fruits et légumes traités sont ainsi quasiment assimilés à du poison et, qui plus est, ce genre d'affirmations se retrouvent dans les conversations et sur les sites internet en faveur (ou chez les inconditionnels) du bio. Le moins que l'on puisse dire c'est que de telles allégations font du tort et remettent en cause le travail des nutritionnistes et diététiciens qui prônent la consommation quotidienne de cinq portions de fruits et légumes ! Et de nombreux efforts sont déployés pour encourager la consommation de fruits et légumes qu'ils aient été traités ou non (voir, par exemple, Rosenbloom, 2017) ou de relativiser les dangers et bienfaits tant des productions conventionnelles que biologiques (Burke, 2004 ; Greiff, 2014).

Dans l'autre «camp», on ne fait pas non plus dans la dentelle puisque les opposants au bio clament que les produits de l'agriculture biologique sont tout simplement dangereux et qu'ils tuent. Depuis des lustres, *E. coli* y est présenté comme le principal coupable des dégâts occasionnés par le bio, et cela s'est encore vu renforcé en 2011 suite à la découverte d'une nouvelle souche (O104:H4), à l'origine d'une flambée mortelle qui a touché la production biologique en Allemagne et d'autres pays (Robert Koch Institute, 2011).

On trouvera sur un blog du périodique «Scientific American» (Wilcox, 2011) une synthèse intéressante sur certains mythes relatifs à l'agriculture biologique opposée à l'agriculture conventionnelle, et une interprétation proposée par l'auteur permettant au lecteur de se faire une opinion sur quelques grands sujets à polémique tels que l'usage des pesticides et les effets sur la santé et l'environnement.

En résumé, pour les questions de santé, ce sont les résidus de pesticides présents dans l'agriculture conventionnelle qui effraient le plus les partisans du bio, tandis que ce sont les bactéries, parasites et toxines naturelles potentiellement présentes dans les produits bio qui effraient le plus les opposants au bio. Si l'on s'en tient au paradigme scientifique d'évaluation des risques en vertu duquel on procède systématiquement à une comparaison de l'exposition du consommateur à des valeurs toxicologiques de référence, comme la quantité d'une substance qu'un individu peut théoriquement ingérer quotidiennement sans risque pour la santé (Dose Journalière Admissible, DJA), les résidus de pesticides ne constituent pas un problème particulier puisque les dépassements de la limite maximale en résidus tourne autour des 5 % des échantillons analysés (95 % étant conformes) et que l'exposition du consommateur est généralement bien en dessous de 1 % de la DJA. En plus, si l'on tient compte du fait que le lavage, l'épluchage et la cuisson, lorsqu'ils sont réalisés, peuvent souvent diminuer fortement les teneurs résiduelles dans le produit tel qu'il sera consommé, on peut s'assurer que

l'exposition du consommateur est loin de tout niveau d'alerte (Claeys et al., 2008 et 2011). Les arguments contre le bio ne tiennent pas la route non plus. Si l'on se penche sur l'exposition du consommateur en termes de prévalence d'*E. coli* et autres bactéries responsables de salmonelloses, listérioses et autres zoonoses, les valeurs de prévalence sont pratiquement comparables à celles relevées dans le conventionnel (Hoogenboom et al., 2008; Smith-Spangler et al., 2012).

Il est donc clair que ce n'est pas sur ce terrain-là (celui des résidus chimiques et des contaminants biologiques) que la confrontation entre les deux camps devrait avoir lieu : c'est un problème beaucoup plus large auquel nous sommes confrontés, problème qui tient davantage au développement durable et à la protection de l'environnement. Reste la constatation que nous sommes tous exposés aux cocktails de contaminants (pesticides et médicaments, métaux lourds, PCB et dioxines, mycotoxines et toxines de plantes, d'algues et de poissons, hydrocarbures aromatiques polycycliques, acrylamide et furane, etc.) dont les effets ne sont pas suffisamment connus.

## **5.2. Bio local ou bio mondial; bio éthique ou bio économique**

Le titre d'une émission présentée le 9 décembre 2016 sur la chaîne de télévision francophone Belge RTBF1 dans le cadre du magazine «Questions à la Une» donne le ton : «Bio lowcost : aubaine ou dérive?». On y rappelle que le bio est en train de devenir un juteux business car les enjeux sont de taille : 514 millions d'euros rien qu'en Belgique, 80 milliards de dollars pour l'ensemble du monde (essentiellement l'Europe et l'Amérique du Nord). Les produits s'échangent par containers entiers venus de tous les coins de la planète (Raynolds, 2004). Les firmes sont cotées en bourse et disposent de courtiers spécialisés. Toutes les chaînes de grands magasins veulent offrir du bio mais du bio accessible, entendez par là du bio bon marché ! Bref, le marketing est aussi intense que dans le conventionnel, et la pression sur les producteurs est bien réelle car il faut impérativement gagner la guerre des prix. Il n'est pas rare que, dans ces conditions, ce soient des producteurs lointains, voire extra-européens, qui remportent le marché.

La question se pose donc : ne sommes-nous pas en route vers un bio à deux vitesses ? Le premier qui écrase les prix et le second qui respecte l'esprit des pères fondateurs ? Le premier avec des ambitions mondiales et le second modestement local ? Le premier qui répond aux règles du marché et le second qui lui préfère l'éthique et la rémunération décente des producteurs ?

Tout semble bien confirmer que la voie du bio «économique» prend de l'ampleur et que les émigrés qui travaillent dans les très grandes exploitations de production de tomates bio du Sud sont tout aussi exploités que ceux employés dans les exploitations conventionnelles comme l'a relaté la RTBF avec son émission «Bio lowcost : aubaine ou dérive?» diffusée sur la première chaîne publique belge en décembre 2016.

Un règlement bio est en gestation au niveau européen. Prendra-t-il en compte cet aspect éthique au nom de la «Biocohérence» (entendez par là un comportement

cohérent intégrant les aspects éthiques de production bio)? Va-t-on intégrer dans ce nouveau règlement des considérations et règles visant à protéger les travailleurs? Rien n'est moins sûr, car la priorité est de pouvoir répondre à la demande toujours en hausse. Cela vaut bien quelques compromis, le pragmatisme avant la biocoherence !

### **5.3. Bio et OGM : le mariage n'aura pas lieu !**

Agriculture biologique et innovation génétique par les méthodologies de sélection ciblée, ces deux approches disposent de nombreux atouts qui peuvent les rendre complémentaires. Ainsi, le bio, pour qui le développement durable est si important, aurait pu se renforcer grâce au progrès technologique obtenu en biologie. La technique de la transgénèse, utilisée en vue de créer des nouvelles variétés, permet d'augmenter la productivité sans pour autant devoir recourir à l'utilisation massive d'engrais et de pesticides de synthèse. En effet, les techniques de transferts ciblés de gènes ouvrent de nouvelles portes, pour protéger les plantes à l'égard de leurs ennemis (insectes, maladies) par des moyens biologiques (résistance), ou pour améliorer la fertilisation via, par exemple, un transfert des gènes des bactéries vivant en symbiose avec les légumineuses et permettant de fixer l'azote atmosphérique. Les importantes lacunes du bio, du fait de la plus faible productivité économique, auraient pu être comblées largement en ayant recours aux techniques d'amélioration génétique et d'utilisation d'OGM. La peur de l'inconnu et/ou les réflexes conservateurs ont toutefois pris le dessus puisqu'en 1998, à Mar del Plata en Argentine (IFOAM, 1998), lors de la 12<sup>ème</sup> Conférence Scientifique de la Fédération Internationale des Mouvements d'Agriculture Biologique (*International Federation of Organic Agriculture Movements*, IFOAM), il a été décidé de ne pas prendre de risques jugés inacceptables pour la santé humaine, pour l'environnement mais également pour l'esprit même du mouvement biologique. Le mariage entre OGM et bio, tant attendu par certains esprits novateurs, n'a donc pas eu lieu : les tenants de l'agriculture biologique ont décidé de ne pas accepter les OGM en leur sein (Lammerts van Bueren et al., 2007).

### **5.4. Opposition aux OGM : question de principe ou de perception des risques ?**

Pourquoi tant de réticences et de méfiance à l'égard des techniques de manipulation génétique? En tout premier lieu, la perception négative que l'on peut se faire devant toute nouveauté technologique. Un risque lié à un danger méconnu est perçu par de nombreux citoyens comme une source de cataclysmes potentiels. Le danger, pour éviter tous risques, doit donc être mieux cerné, maîtrisé, apprivoisé. Depuis des décennies que la recherche et le développement travaillent ce thème, on aurait pu croire que le danger soit mieux connu et, dès lors, mieux appréhendé par le grand public. Mais il n'en est rien, alors que ces mêmes techniques de recombinaisons génétiques sont par contre bien acceptées en médecine et pharmacie (Marris, 2001 ; Oliver, 2014). L'argument de menace potentielle des aliments transgénétiques pour la santé ne convainc pas ses partisans qui relèvent que des millions de personnes en consomment de par le

monde et il en va de même, dans nos contrées, pour une grande partie du bétail qui est nourri aux OGM (soja, essentiellement) sans que rien d'alarmant n'ait été constaté (voir plus loin dans cet article la section « Études contestées et communication biaisée : comment faire pour s'y retrouver ? »). Restent les problèmes environnementaux et les risques de dispersion incontrôlée de certaines espèces modifiées, devenant par là des espèces invasives. Mais là, il est parfaitement possible d'établir les risques au cas par cas et de refuser ou limiter (par les biais de conditions restrictives) l'introduction des espèces présentant des risques non acceptables ou non maîtrisables.

Non, c'est le principe même des OGM qui fait l'objet d'un refus catégorique. Non pas seulement refusé par les tenants de l'agriculture biologique, mais aussi par l'ensemble de la population de plusieurs régions du monde, comme une bonne partie de l'Europe. Pourquoi ce rejet sélectif puisqu'orienté uniquement vers les plantes et l'agriculture et non pas vers la médecine ou l'industrie pharmaceutique, voire l'agro-industrie ? On entend souvent dire du côté des opposants que les OGM n'apportent aucun avantage à l'agriculteur. Mais alors pourquoi sont-ils largement disséminés dans certaines régions du monde comme en Amérique du Nord et du Sud, et non pas dans d'autres comme en Europe et Russie ? En ce qui concerne la Russie, qui s'est officiellement engagée à interdire tous les OGM sur son territoire qu'ils soient produits ou importés (Anonyme, 2014), le choix est clairement un enjeu de sa stratégie géopolitique. Comment expliquer, si l'agriculteur n'y trouve pas de profit, une croissance régulière et continue des OGM depuis une vingtaine d'années pour atteindre une superficie de 170 millions d'hectares sur l'ensemble de la planète (Magdelaine, 2014) ? Certains états font preuve d'hésitation comme la Chine en matière d'acceptation du riz transgénique, mais le processus suit son cours et le choix des OGM s'affirme de plus en plus (Guoji, 2010). Des exemples d'échec sont parfois épinglés par les médias, comme les fibres trop courtes du coton transgénique qui a conduit le Burkina Faso à arrêter cette culture (France2, 2016). Mais s'agit-il d'un échec résultant de la technique OGM ou de l'implantation d'une variété OGM spécifique qui n'est pas adaptée à la situation locale ? Nous savons qu'il vaut mieux pouvoir disposer d'un éventail de variétés pour pouvoir mieux affronter les différents problèmes qui peuvent se poser, comme les aléas climatiques. Mettre tous ses œufs dans le même panier n'a jamais été présenté comme une bonne mesure de précaution. Et cela est également valable avec les OGM : le risque est de se limiter aux quelques variétés disponibles alors que la situation agronomique diffère d'un endroit à l'autre et requiert de pouvoir puiser dans un catalogue varié permettant de faire face aux spécificités locales.

Pourquoi donc ce refus si catégorique des OGM ? Une première explication serait à rechercher dans le fait que les premiers OGM commerciaux ont été développés par des multinationales comme Monsanto aux États-Unis. Avec comme circonstance aggravante le fait que la firme « offre » à l'agriculteur une solution « intégrée » en veillant à fournir **et** la semence **et** le produit phyto qui l'accompagne inévitablement, en l'occurrence le « sulfureux » glyphosate dans le cas d'un maïs transgénique bien connu. Sans compter que ces semences OGM ne peuvent être multipliées par l'agriculteur et que, dès lors, celui-ci devient encore plus dépendant de l'agrobusiness pour mener à bien ses activités. Une autre explication serait l'aspect « apprenti sorcier »

ou « Frankenstein/Frankenfood » de l'entreprise. C'est un aspect fort médiatisé et on rejoint le côté émotionnel : la perception du risque peut, en effet, être très variable d'un individu à l'autre dans le cas d'un nouveau danger dont les effets ne sont pas encore assez connus. Sauf que, encore une fois, dans certaines parties du monde on accepte les OGM et, ce depuis des lustres, mais que dans d'autres, l'opposition est radicale ! Question d'information du public ? Mais alors où l'information est-elle biaisée : en Europe ou dans le reste du monde ? Il semble bien qu'en Europe les arguments de type socio-économiques et environnementaux prédominent mais qu'en est-il vraiment des aspects purement sanitaires ? Tentative de réponse plus loin dans ce chapitre.

Imaginons un instant que les premiers OGM aient permis aux plantes de se passer de fertilisation azotée en généralisant le processus de fixation symbiotique de l'azote atmosphérique et/ou de résister à la sécheresse, suite aux travaux de recherche d'organismes publics désintéressés financièrement. Y aurait-il eu autant de résistance à l'introduction de ces nouvelles technologies si elles n'avaient pas été la nouvelle vache à lait de quelques grandes multinationales ? Or, les OGM offrent certainement des avantages pour affronter les difficultés qui nous attendent : nourrir une population toujours grandissante, en préservant le mieux possible les ressources énergétiques (les engrais azotés sont énergivores) et en offrant des alternatives permettant d'affronter les changements climatiques, permettant également de réduire l'utilisation de pesticides (Brookes & Barfood, 2015). Force est de constater, cependant, que les pouvoirs publics ont abandonné le combat, se contentant de légiférer les OGM et d'organiser les contrôles, alors qu'ils étaient à l'origine du financement des recherches fondamentales qui ont permis de créer les premières plantes OGM. Rappelons en effet que ce sont les travaux de pionniers, initiés à l'Université de Gand, qui ont permis à Marc Van Montagu et Jeff Schell de créer Plant Genetic System, racheté par la suite par Bayer CropScience. Une opportunité gâchée ?

## **5.5. Diversité des sources d'informations, impartialité des experts et conflits d'intérêts : peut-on encore faire confiance à la science (et aux scientifiques) ?**

Nous vivons dans une société de surcommunication. Nous sommes littéralement inondés d'informations diverses par les médias classiques, mais surtout par les nouveaux canaux apparus avec l'internet. Autrefois, il était aisé, en vue de se faire la meilleure opinion, de se renseigner auprès d'experts, notamment par le biais de publications scientifiques ou de compte-rendu de colloques divers, voire par des interviews paraissant dans des médias « sérieux ». Ce n'est plus le cas aujourd'hui ! D'une part, la production scientifique est tellement énorme qu'il devient très difficile de tout suivre dans son domaine d'intérêt et, surtout, il apparaît de plus en plus qu'il existe maintes interprétations des faits scientifiques suivant le contexte précis dans lequel on se situe. Un exemple frappant a trait aux conditions d'exposition des organismes étudiés : les concentrations auxquelles on observe un effet toxique sont-elles réalistes ou largement exagérées ? Or, dans les médias, les conclusions sont souvent formulées

de façon simplifiées et exagérées, voire tronquées pour attirer l'intérêt du lecteur. Dès lors, une certaine presse s'est spécialisée dans la présentation d'informations sous forme synthétique, prédigérée et préalablement analysée afin de satisfaire un public toujours de plus en plus pressé mais désireux de disposer des dernières informations qui l'intéressent et avide de sensations tapageuses.

Résultat des courses : il existe maintenant quantités de canaux d'informations plus ou moins spécialisés par thème d'intérêt et porteurs d'informations très différentes suivant la nature des lobbys et groupes de pression qui les soutiennent comme, par exemple, la pharmacie, l'agro-industrie, mais aussi les défenseurs des consommateurs et les protecteurs de l'environnement. Comme les informations divergent (bien que chaque canal se prévaut de consulter les meilleurs experts en la matière), il peut être utile et judicieux de consulter des grandes organisations d'avis scientifiques indépendantes. Ces instances existent tant au niveau national que supranational et se penchent sur l'ensemble des grands dossiers d'intérêt pour les consommateurs et citoyens. Au niveau européen, suite aux crises importantes qui ont frappé l'industrie agro-alimentaire à la fin du siècle dernier (maladie de la vache folle et crise de la dioxine, par exemple), il a été décidé de créer une telle instance indépendante de la Commission ou du Parlement et réunissant les meilleurs experts dans divers domaines de la sécurité alimentaire. Cette instance c'est l'EFSA (European Food Safety Authority) basée à Parme en Italie. Le hic, c'est qu'actuellement pareilles instances sont vivement critiquées par certains groupes de pression, qui estiment que l'expertise est souvent biaisée du fait de collusion d'intérêt de la part de certains experts financés par l'industrie. Ceux-ci ne disposeraient donc plus de l'indépendance d'esprit nécessaire pour réaliser une analyse impartiale. Cette impartialité apparaîtrait surtout pour quelques grands thèmes sujets à controverse comme les OGM, les perturbateurs endocriniens (Kortenkamp et al., 2012), l'aspartame et la problématique des résidus de pesticides. Pour contrer ce problème, les diverses instances ont mis en place une procédure de gestion de possibles conflits d'intérêts : chaque expert doit faire part des intérêts potentiels et, si un risque de manque de neutralité devait en résulter, cet expert pourrait être tenu à l'écart des discussions critiques, et surtout des prises de position du panel d'experts. Par ailleurs, parallèlement à ces conflits d'intérêts potentiels, les instances d'avis ont pour règle de reporter les points de vue divergents au cas où l'ensemble des experts seraient divisés sur l'un ou l'autre aspect de la problématique traitée. Tous ces avis sont donc transparents et consultables sur les sites internet des diverses instances et comités d'avis scientifiques (EFSA, *on line*).

Malgré toutes ces précautions, des problèmes subsistent dans certains cas litigieux comme ceux évoqués ci-dessus. On peut cependant difficilement améliorer davantage le système si l'on veut s'assurer de la collaboration des meilleurs experts en la matière. Toujours est-il qu'un avis n'est qu'un avis et que les gestionnaires de risques (les ministres, par exemple) peuvent prendre des décisions à l'encontre des avis émis. C'est ainsi que l'on peut faire face à des moratoires, situations d'attente pour calmer le jeu en attendant des informations complémentaires ou d'autres mesures de gestion visant à limiter l'impact potentiel d'un produit, par exemple.

## 5.6. Études contestées et communication biaisée : comment faire pour s’y retrouver ?

Une des raisons pour lesquelles certains groupes de pression n’acceptent pas les conclusions des grandes instances officielles est liée à l’existence d’un certain nombre de publications plus ou moins alarmistes sur certains sujets jugés importants par la société civile. Généralement, les conclusions de pareilles études n’ont pas été endossées par les experts officiels pour diverses raisons, comme la présence d’erreurs dans la conception des expériences, la trop grande variabilité et les incertitudes des résultats, la formulation de conclusions hâtives ou erronées, etc. On épinglera ci-dessous quelques exemples marquants dans le domaine des OGM et du glyphosate, deux thèmes particulièrement importants pour les opposants au lobby agro-industriel, dont le représentant le plus visé est la société multinationale Monsanto (actuellement reprise par la multinationale Bayer).

La première étude à l’origine de grands remous médiatiques est celle de Ewen et **Pusztai** publiée en 1999 dans le magazine *The Lancet* (Ewen & Pusztai, 1999), malgré l’opposition du comité de lecture qui devait en évaluer la validité scientifique. L’étude porte sur des rats nourris avec une pomme de terre transgénique dans laquelle on a intégré un gène de production de lectine pour la rendre résistante aux attaques de pucerons. Les chercheurs ont constaté une prolifération des cellules dans l’estomac, prolifération qui peut faciliter le développement de cancers causés par des produits chimiques. Les chercheurs sont convaincus que c’était le processus de manipulation génétique qui était à l’origine des dysfonctionnements observés, et non le gène de la lectine. Les expériences de Pusztai sont, pour plusieurs scientifiques de renom, impossibles à interpréter parce que trop de facteurs entrent en ligne de compte (pour plus d’information on peut consulter Wikipedia – [https://en.wikipedia.org/wiki/Pusztai\\_affair](https://en.wikipedia.org/wiki/Pusztai_affair)). Plusieurs scientifiques ont malgré tout décidé de soutenir Pusztai parce qu’ils croient que les recherches sur les OGM ne sont pas assez nombreuses. Les conclusions de Pusztai alimentent depuis lors toutes les organisations qui sont contre les OGM. Pusztai lui-même est considéré comme un lanceur d’alertes, car cette recherche, même si elle a été très critiquée, a eu le mérite de questionner sérieusement la mécanique même de la transgénèse, qui a depuis lors été améliorée (notamment par l’abandon des canons à ADN dont la maîtrise pose problème).

**Gilles-Eric Séralini**, dans une étude tout autant célèbre et publiée en 2012 dans *Food and Chemical Toxicology* (puis soumise à une action de rétraction par ce journal pour être finalement republiée en 2014 dans la revue *Environmental Sciences Europe*), s’attaque non seulement à la problématique OGM, mais également au Roundup (glyphosate) auquel les consommateurs sont plus exposés depuis l’apparition de maïs et soja transgéniques résistants à cet herbicide (Séralini et al., 2014). La manière dont a été orchestrée la sortie de cette étude a été fortement critiquée et controversée par les scientifiques et par la presse. L’étude elle-même a fait l’objet de controverses et fut réfutée par nombre de scientifiques et instances officielles pour son manque de rigueur, et par l’impossibilité d’interpréter correctement les résultats. Les conclusions de l’étude

– portant sur les effets du maïs transgénique et de l'herbicide Roundup sur des rats, à savoir de graves perturbations hépatiques et rénales ainsi que des hormones sexuelles, et l'apparition de tumeurs mammaires – ont été rejetées par l'Agence européenne de sécurité des aliments (EFSA, 2012) et l'Agence nationale de sécurité sanitaire (Anses) en France (Anses, 2012). Elles ont néanmoins permis une discussion approfondie sur les protocoles utilisés pour tester les OGM et sur les lacunes des connaissances en ce qui concerne la toxicité à long terme des pesticides et des OGM résistants à ces pesticides (Anses, 2012).

Plus récemment, un certain nombre d'effets biochimiques du glyphosate ont été associés à des perturbations du microbiote intestinal, perturbations qui pourraient être à l'origine d'une foule de maladies chroniques selon une étude publiée par **Samsel** et **Seneff** en 2013 (Samsel & Seneff, 2013). En effet, suivant les travaux de ces auteurs, la maladie coeliaque, l'intolérance au gluten et même d'autres maladies chroniques modernes (obésité, diabète), voire l'autisme, seraient consécutives à une exposition des consommateurs au glyphosate (Roundup) utilisé comme herbicide en cultures transgéniques de maïs et soja. Inutile de dire que les groupes de pression anti-OGM ont pris la balle au bond pour tenter d'apporter le discrédit aux cultures transgéniques, en arguant du fait que les personnes qui souffrent de la maladie coeliaque ont un risque accru de lymphome non-hodgkinien et de problèmes reproductifs comme l'infertilité, les fausses couches et les malformations qui pourraient aussi être expliquées par le glyphosate (Amis de la terre, 2014). Toutefois, comme pour les études de Pusztai et Séralini évoquées auparavant, ces hypothèses ont fait l'objet de vives critiques, notamment pour avoir fait d'une corrélation un lien de causalité et ce, en utilisant de larges extrapolations statistiques à partir de données limitées. Cependant, il n'en reste pas moins que les recherches sur le microbiote intestinal méritent d'être approfondies car elles n'ont pas reçu, par le passé, tout l'intérêt qu'elles méritent. Il serait donc utile de poursuivre ces recherches *in vivo* et non pas seulement *in vitro* comme ce fut le cas jusqu'à présent.

Enfin vient, en 2015, l'affaire de l'**IARC**, qui sort son rapport sur quelques pesticides parmi lesquels le glyphosate avec un verdict cinglant « Cancérogène Probable » (IARC, 2015). Et pourtant, le produit est commercialisé par Monsanto depuis 1974 et, après 2000, par de nombreuses autres compagnies suite à l'expiration du brevet. Et jusqu'il y a peu, le glyphosate était généralement perçu comme favorable à l'environnement et peu toxique. De quoi jeter le trouble en Europe, qui doit renouveler son autorisation. L'EFSA, à son tour, publie son évaluation qui porte sur un domaine beaucoup plus large incluant l'écotoxicité du pesticide, mais étonnamment sans le classer comme cancérogène ! Comment expliquer ces divergences ? L'EFSA a travaillé sur un volume de publications plus important, y compris des études confidentielles non publiées, mais offrant, néanmoins, des garanties suffisantes de sérieux tout en rejetant d'autres pour lesquelles les conditions expérimentales étaient trop éloignées de l'exposition réelle attendue. D'autres éléments sont à prendre en considération, comme la présence d'impuretés dans le produit technique et la nature des produits utilisés pour la formulation. Or, les résultats de l'évaluation dépendent bien de la nature des co-formulants utilisés, comme les tallowamines (ou amines de suif poly-éthoxylées) qui jouent un rôle important sur le transfert possible du glyphosate dans le circuit sanguin.

Conclusion, en juin 2016, l'Europe n'a pas trouvé de majorité qualifiée et, dans l'attente d'une conclusion de l'Agence européenne des Produits Chimiques (ECHA), autorise provisoirement le glyphosate sous certaines conditions. En mars 2017, le comité d'évaluation des risques de l'ECHA ne confirme pas les conclusions de l'IARC et conclut que la substance glyphosate ne remplit pas les critères de classification en tant que carcinogène, mutagène ou toxique pour la reproduction (ECHA, 2017). Le 20 juillet 2017, la Commission a repris les discussions avec les États membres. L'objectif était de finaliser les discussions en automne avant de procéder au vote. Il s'agit des dispositions spécifiques dont les États membres doivent tenir compte lors de l'examen des applications de produits à base de glyphosate, à savoir la protection des eaux souterraines, des animaux terrestres et des plantes non visées. Les États membres doivent également prendre en compte certains éléments comme par exemple l'utilisation limitée dans les espaces publics et l'interdiction des coformulants tallowamine, mise en place en 2016 (European Commission Newsletter Edition 30 – July 2017).

### Encart : « Zéro phyto » – un projet qui tient la route ?

Ces dernières années, plusieurs initiatives ont été prises un peu partout dans le monde pour décourager l'utilisation de pesticides que ce soit dans le domaine agricole ou dans un contexte plus urbain (Figure 5.1) (Brethour & Weersink, 2001 ; Meissle et al, 2010 ; Osteen & Fernandez-Cornejo, 2013). Ainsi, en Belgique, depuis 2014, différentes mesures ont été prises dans le cadre du Programme wallon de réduction des pesticides (SPW, 2013) pour interdire l'usage de produits phytopharmaceutiques dans les lieux publics et les espaces verts, ainsi que sur tous les terrains revêtus non cultivables en lien avec un réseau de collecte des eaux ou avec une eau de surface. Cependant, entre 2014 et 2019, des dérogations sont possibles sur certaines surfaces et pour certains types de plantes afin de pouvoir utiliser des produits phytopharmaceutiques en dernier recours. En 2019, cette interdiction portera sur **tous** les produits phytopharmaceutiques dans les espaces publics. Cette interdiction d'utilisation des pesticides dans des zones à risque pour la pollution des eaux superficielles (terrains rendus imperméables à l'aide d'un revêtement de surface comme l'asphalte ou le béton) est une mesure qui contribuera sans aucun doute à réduire la pollution par les herbicides des rivières et fleuves traversant la Wallonie, ainsi que les régions et pays avoisinants. Et on ne peut que se réjouir également du fait que tout le monde, mais plus particulièrement les groupes vulnérables comme les enfants, les malades, les femmes enceintes, seront mieux protégés dans les espaces publics. Jusque-là le projet tient bien la route.

Un grand malaise est apparu cependant dans le milieu agricole lorsque le Ministre wallon de l'environnement, Carlo Di Antonio, a lancé dans la presse un appel pour une "Wallonie 100% bio" à l'horizon 2025-2030 même si, de son côté, le Ministre wallon de l'Agriculture, René Collin, a tempéré quelque peu cet effet d'annonce en insistant sur le fait que ce projet « zéro phyto » n'était pas « une utopie, mais un objectif à très très très long terme » (sic).

Il y a d'abord lieu de faire une distinction entre « 100% bio » et « zéro phyto », ne fût-ce que parce que le passage au bio nécessite le respect d'un cahier de charge et demande une période de transition, alors que l'interdiction d'usage des produits phyto fait plutôt l'objet de mesures contraignantes de la part des autorités.



**Figure 5.1** : Exemples de campagnes d'affichage pour réduire l'utilisation de pesticides dans les espaces publics (sources : à gauche, logo utilisé par diverses municipalités en France ; à droite le logo de Frapna disponible sur <http://www.frapna-zeropesticide.fr/collectivites/outils-de-communication/>).

Penchons-nous un peu sur les mots et ce qu'ils veulent dire. De nos jours, il est commun d'user de slogans qui frappent l'opinion publique. On a souvent recours à des formules telles que «zéro tolérance» ou «zéro erreur» ou «risque zéro». En Wallonie, comme en France d'ailleurs, «zéro phyto» est un slogan qui fait mouche. Le recours à ce type de formulation verbale a bien sûr comme objectif de s'attirer l'engouement d'une vaste frange de la population dont il faut éveiller l'intérêt avec des mots qui choquent. On est loin d'une approche qui vise à convaincre par l'utilisation d'arguments rationnels. «Le cœur a ses raisons que la raison ne connaît pas» écrivait déjà Blaise Pascal dans ses «Pensées». Il est vrai que le cœur voudrait que la nature oriente nos choix vers des aliments purs, sans additifs, résidus ou contaminants, alors que la raison nous conduit à faire des choix d'itinéraires de production sur base de nos connaissances scientifiques et de notre expérience.

Voyons donc au cas par cas ce que les objectifs de «zéro phyto» pourraient être. En gros, on peut en distinguer quatre : i) préserver la santé des travailleurs agricoles, voire des résidents des zones rurales lors des traitements phytosanitaires, ii) préserver la santé du consommateur en évitant la présence de résidus de pesticides dans les denrées alimentaires et autres produits de consommation, iii) préserver la santé et la qualité de l'environnement, en ce compris la biodiversité (faune et flore sauvages), iv) améliorer l'image de l'agriculture et des produits qui en sont issus avec la mise en avant du caractère écologique du système de production et de la qualité des produits.

Ainsi, si l'on pense plus précisément à la santé des agriculteurs, force est de constater que les conditions de travail avec des machines puissantes ne sont pas toujours optimales. À cela s'ajoutent la fatigue physique et le stress. L'atmosphère du lieu de travail peut être chargée de poussières, de bio-aérosols et de toxines naturelles qui présentent des menaces avérées et sont à l'origine de problèmes sanitaires graves (maladies respiratoires, par exemple). S'il est parfois possible d'établir une association entre l'exposition (professionnelle) aux pesticides et l'incidence de certains cancers (Alavanja et al., 2004; INSERM, 2013), de bronchites chroniques, (Hoppin et al., 2007) ou de la maladie de Parkinson (van der Mark et al., 2012) chez les agriculteurs, la nature précise des pesticides réellement incriminés est rarement identifiée (Bassil et al., 2007) et les liens de causalité ne sont, quant à eux, toujours pas avérés (INSERM, 2013). En d'autres termes, il n'est pas du tout sûr que l'on puisse éviter des cas de cancers et d'autres maladies chroniques en écartant les pesticides d'un coup de baguette magique. Le bon sens voudrait que si l'objectif est de préserver ou améliorer la santé des travailleurs en agriculture, il serait préférable de travailler sur l'ensemble des problèmes redoutés en réalisant, au préalable, un travail de priorisation.

En ce qui concerne la santé des consommateurs, on peut comprendre l'inquiétude liée aux résidus dans les denrées alimentaires, même si d'après les paradigmes toxicologiques en vigueur, les risques seraient négligeables. La science évolue sans cesse et les effets de perturbation du système endocrinien ou de mélanges de résidus (cocktail de contaminants), pour ne citer que ceux-ci, sont très inquiétants et non encore maîtrisés (INSERM, 2013). Il est donc logique que le consommateur souhaite une alimentation sans résidus de pesticides. Mais cet objectif très ambitieux peut être atteint sans pour autant bannir tous les usages de produits phytosanitaires. La fruiticulture, par exemple, peut faire d'énormes progrès grâce aux techniques de lutte intégrée (Ehler, 2006). On peut trouver ainsi sur le marché des produits étiquetés « sans résidus » (et ce ne sont pas des produits bio, car ces derniers peuvent contenir des résidus de produits autorisés en bio comme le soufre, le cuivre, les biopesticides et dérivés). La chaîne de distribution Aldi fait également des pas dans cette direction en imposant comme condition aux producteurs de livrer des laitues qui ne contiennent pas plus de 3 résidus différents et, pour chacun d'eux, à des teneurs correspondant à moins de la moitié de la norme légale autorisée. Si l'on sait qu'une bonne laitue de supermarché peut contenir une petite dizaine de résidus différents, il est évident que la démarche proposée par Aldi a de quoi convaincre ou du moins faire réfléchir les producteurs dans leur choix d'itinéraires techniques.

En matière d'environnement, il a été prouvé scientifiquement que la démarche la plus efficace était la suppression des pesticides faisant preuve d'une toxicité élevée et modérée. Supprimer les autres n'apporte, en comparaison, que très peu de bénéfice (Brethour & Weersink, 2001). Ici également, plutôt que de prôner « zéro phyto » il vaudrait mieux viser « zéro impact de nos pratiques agricoles », sur la qualité des eaux souterraines et superficielles, sur la biodiversité de nos écosystèmes, sur la santé des abeilles,... Et ne pas perdre de vue que les vrais enjeux de société voudraient que l'on se préoccupe avant tout des GES ! Il reste beaucoup de chemin à parcourir pour améliorer la fertilité biologique des sols et diminuer le recours aux fertilisants azotés, source importante d'émission de  $N_2O$  par les écosystèmes agricoles.

Nous sommes convaincus que notre agriculture doit poursuivre sa quête vers davantage de durabilité et de respect de l'environnement et que le chemin à parcourir pour pouvoir qualifier notre agriculture de l'adjectif 'écologique' est encore très long. De nombreuses batailles devront encore être engagées et gagnées mais il n'est pas du tout sûr que « zéro phyto » soit le meilleur moyen d'y parvenir.

Tant les décideurs politiques que les citoyens (les uns sont influencés par les autres) y ont un grand rôle à jouer : le chemin est long et ardu, mais prendre un raccourci ou utiliser des slogans chocs n'apporte pas toujours la meilleure solution.

En conclusion, s'il est vrai que certaines études peuvent créer la polémique et mobiliser les forces vives tant auprès des adhérents qu'auprès des opposants de tel ou tel système de production, il convient souvent de relativiser et d'éviter les extrapolations et conclusions hâtives. Dans bien des cas, ces études, malgré leurs imperfections, vont atteindre le but que s'étaient probablement assignés leurs auteurs : celui de lanceurs d'alerte ! Et il est indéniable que ce but a bien été atteint car il a souvent permis d'ouvrir de nouvelles perspectives jusqu'ici pas encore assez explorées, et qui méritaient davantage d'investigations. Ainsi, pour le glyphosate, ce n'est certes pas l'étude de Séralini qui a été prise en considération pour que l'IARC se prononce sur la carcinogénicité probable du pesticide (classé comme cancérigène de catégorie 2a par l'IARC au vu des preuves apportées par les expérimentations sur organismes animaux (EFSA, 2015)) puisqu'après prise de connaissance de l'étude, celle-ci a été écartée de l'analyse scientifique pour raisons d'ordre méthodologique.

Il n'en reste pas moins qu'un besoin d'études portant sur les effets à long terme a bel et bien été mis en évidence à l'occasion de la « publication – rétraction – republication » de l'article en question, et que ce besoin d'études complémentaires reste lui bel et bien d'actualité pour aider les gestionnaires de risque dans leur prise de décision. De même, en ce qui concerne les risques réels de carcinogénicité du glyphosate, il apparaît que des zones d'ombre subsistent surtout dans l'optique d'une ouverture du marché après l'expiration d'un brevet et les conséquences possibles en matière d'impuretés et de co-formulants utilisés. Il apparaît ainsi plus clairement aujourd'hui qu'autrefois que les effets de la formulation doivent être mieux pris en compte dans les études toxicologiques. Plus fondamentalement, toutes ces études pointent du doigt les risques potentiels associés à une utilisation toujours plus prononcée de certains produits. À force de multiplier les applications possibles, on augmente le niveau potentiel d'exposition des organismes vivants, ce qui peut nous mettre en porte-à-faux par rapport à certaines études toxicologiques menées dans un contexte plus restrictif d'exposition (que ce soit dans le niveau et/ou la durée d'exposition). Ce fut probablement le cas avec le glyphosate, dont les usages et le niveau d'exposition des populations ont augmenté considérablement i) avec le développement de certains OGM résistants à l'herbicide, ii) avec l'acceptation de pratiques propices à augmenter la présence de résidus dans notre alimentation (par exemple, le traitement des récoltes peu avant la moisson) ou, encore, iii) avec la généralisation des usages non agricoles qui ont conduit à augmenter l'exposition au pesticide dans notre milieu de vie (désherbage des espaces publics et privés). En ce sens, on peut se réjouir que des mesures soient prises pour éviter certains excès, mais attention de ne pas jeter le bébé avec l'eau du bain !

## 5.7. La voie unique ?

Prenons l'exemple des OGM. Comme nous l'avons évoqué, il convient de mettre tous les éléments en balance avant de se faire une opinion, et il ne faut donc pas se contenter de retenir les seuls éléments à charge ou à décharge suivant le lobby que l'on défend. Du côté positif, on peut mentionner (avec des nuances diverses suivant le cas précis qui sera choisi pour l'exercice) : itinéraire technique simplifié, économie

en pesticides et diminution de leur impact environnemental, valeur nutritionnelle augmentée (ex «Golden Rice» riche en provitamine A qui peut contribuer activement à la lutte contre la malnutrition), résistance à une maladie (par exemple mildiou), etc. Du côté négatif, on peut noter : dépendance accrue de l'agriculteur aux fournisseurs d'intrants agricoles (semences, pesticides), risque de diminution de la biodiversité (plantes invasives, peu de choix parmi les variétés OGM actuellement disponibles), «pollution» génique (dispersion de gènes OGM dans les réservoirs naturels dont il est difficile d'apprécier l'impact négatif réel, en dehors du problème de certification en agriculture bio, problème qui résulte d'ailleurs d'une position de principe du bio par son refus d'intégrer la technologie OGM). Sur le plan sanitaire, les risques autrefois redoutés (dispersion et transmission de gènes de résistance aux antibiotiques, production de substances allergènes) ne semblent plus d'actualité grâce à l'évolution des techniques qui ont permis d'y apporter des solutions.

Régulièrement, toutefois, des études font état de faits nouveaux, parfois inquiétants, qui provoquent la polémique. Les réactions du secteur agro-pharmaceutique voire des grandes agences scientifiques se veulent souvent rassurantes : elles insistent sur le fait qu'il s'agit d'une étude isolée, pas fiable, qui manque de rigueur scientifique, loin de la réalité du terrain, etc. Et, en effet, il faut pouvoir faire la part des choses entre des messages d'alerte visant à attirer l'opinion scientifique sur certains aspects non encore suffisamment approfondis et des études rigoureuses, corroborées et basées sur l'évidence scientifique. Et il est vrai que l'on ne peut pas généraliser trop rapidement les conclusions de telles études, et qu'il peut être nécessaire de les répéter, de les compléter et de les améliorer afin que les faits mis en évidence soient suffisamment probants, ce qui n'est pas le cas dans les exemples épinglés ci-dessus. Reste qu'en matière d'OGM cette notion d'interdit, de tabou, de transgression des espèces, bref le syndrome de l'apprenti sorcier et des aliments Frankenstein est bien présent dans l'opinion publique et provoque des réactions émotionnelles. Pour ceux qui y sont sensibles, cet aspect va peser lourd dans la balance et alimenter les réticences voire l'opposition ouverte.

Malheureusement, certains partisans de l'agriculture biologique partagent ce sentiment d'aversion pour toute nouveauté technologique. Seul ce que fait la nature est digne de reconnaissance et de mise en valeur. La nature est effectivement un merveilleux modèle, d'une très grande complexité, permettant de faire face, par le biais de la biodiversité, à de nombreux problèmes provoqués par l'Homme ou par la nature elle-même. Toutefois, nous savons également que la nature peut se montrer dangereuse ne fût-ce qu'en raison d'une de ses lois terrible : le *struggle for life* ! il est un fait que dans l'opinion publique tout (ou presque tout) ce qui est produit par la nature vaut mieux que ce qui a été conçu par l'Homme. D'où l'engouement sans précédents pour la phytothérapie, la naturothérapie, l'aromathérapie, la gemmothérapie, ... et le recours aux huiles essentielles et compléments alimentaires qui représentent un fameux marché pour ceux qui savent jouer de cette corde sensible auprès du grand public. De plus en plus de gens sont convaincus qu'une statine produite par la nature, comme la lovostatine produite par la levure rouge du riz, vaut mieux qu'une statine produite par l'industrie pharmaceutique. C'est possible, car la lovostatine produite par la levure est accompagnée d'autres substances pouvant jouer un rôle actif dans le

contrôle du cholestérol. Mais il faut également prendre en compte les risques comme, par exemple, les interactions avec des médicaments : cela demande d'être contrôlé comme on le fait pour un médicament, or ce n'est pas le cas actuellement. Il peut arriver trop souvent que ce que le consommateur achète sous forme de compléments alimentaires aux allégations alléchantes et subtiles (lutte contre l'obésité, par exemple) n'est que de la poudre de perlimpinpin voire, dans certains scénarios catastrophes, un produit dangereux que l'on peut aisément débusquer sur l'internet.

## 5.8. Conclusions

Quoi qu'en disent les médias, les systèmes de production agricoles en vigueur de nos jours, ici et ailleurs, sont diversifiés, et c'est une bonne chose pourvu qu'ils soient durables, respectent la santé et l'environnement, et procurent un revenu décent aux producteurs. Aucun ne peut se targuer de réunir tous les points positifs nécessaires pour faire vivre les producteurs, maintenir la planète en bonne santé et nourrir la population mondiale. Chacun présente des avantages et des inconvénients, ce qui ne veut pas dire pour autant qu'il ne soit pas possible de les rendre davantage durables.

Certes des abus ont eu lieu, mais la chasse aux sorcières n'a pas de raison d'être, même si régulièrement des lanceurs d'alerte jettent un beau pavé dans la marre et que cela occasionne des remous dans la communauté des scientifiques, chez les preneurs de décisions et dans la société civile. Notre système est ainsi fait qu'il ne fonctionne que d'une façon bipolaire : c'est noir ou blanc, bio ou conventionnel. C'est le seul message que comprend (ou accepte de comprendre) le consommateur. Pourtant, une troisième voie doit être possible. Elle doit reprendre à son compte le meilleur de chaque système, de façon à ce que compétitivité et durabilité puissent chacune y trouver leur compte. C'est la voie vers un système de production optimal que nous allons tenter d'esquisser dans le prochain chapitre.



# Chapitre 6. Esquisse d'un système de production idéal

*«Produire plus et mieux avec moins, c'est possible. C'est l'enjeu de l'agriculture du 21<sup>ème</sup> siècle, c'est le défi de l'Agriculture Écologiquement Intensive».*

**Terrena – La Nouvelle Agriculture (2016)**

Idéalement un système de production se doit de répondre aux exigences de durabilité. Pour cela il doit pouvoir offrir une réponse favorable aux trois types d'enjeux incontournables auxquels il convient de faire front et qui sont synthétisés par l'acronyme anglais des 3P : **P**eople, **P**lanet et **P**rofit.

## 6.1. Importance des trois déterminants d'un système de production durable dans le modèle d'agriculture idéal

*People.* Il convient de nourrir la population et de la maintenir en bonne santé grâce à une alimentation équilibrée et saine, et grâce à un espace de vie de qualité. Pour cela, si pour une partie de la population cela pourra se faire grâce au bio, il n'en reste pas moins vrai que, pour la population en général, cet objectif sera essentiellement rempli par d'autres systèmes de production davantage susceptibles de produire en quantités importantes et à prix compétitifs.

Produire en quantités suffisantes, donc. Quantité mais aussi qualité, car il ne s'agit pas d'encourager la malbouffe. Si l'objectif premier est de nourrir, il est également de prévenir autant que possible les intoxications alimentaires (conditions sanitaires) et les maladies chroniques résultant d'une alimentation déséquilibrée (trop de calories, trop d'alcool, pas assez de fibres et phytonutriments, ...) ou de la présence de contaminants dans l'alimentation. Reconnaissons cependant que, même si les commodités produites sont de bonne qualité, l'alimentation des consommateurs ne sera vraiment bonne que si les consommateurs respectent les règles d'une bonne nutrition équilibrée.

Toutefois, tant le système bio que les circuits courts peuvent apporter un «plus» si le consommateur dispose de la volonté et de la disponibilité suffisantes pour se procurer des produits locaux et peu élaborés. Si, en plus, le consommateur prend le temps (et le plaisir) de préparer ses aliments lui-même en accordant une place suffisante aux fruits et légumes et en tentant de limiter l'apport de protéines animales, le bénéfice retiré pour la santé en sera encore plus important. Pour cela, un gros effort d'éducation des

jeunes générations est indispensable afin de bien pouvoir ancrer ces habitudes dans la population : le *slow food* devrait pouvoir se substituer au fast-food.

*Planet.* Il est clair que l'agriculture biologique est un modèle d'inspiration très intéressant pour un système de production durable. En effet, elle a pour objectif de mieux respecter le vivant et l'environnement, et est probablement plus ancrée dans notre mode de vie que ne le sont la permaculture et l'agriculture écologique diversifiée. Tous ces systèmes sont favorables à la planète, du fait qu'ils favorisent les équilibres naturels au sein des agrosystèmes, ce qui inclut le maintien de la biodiversité, d'une bonne activité biologique des sols et des rotations adaptées aux cycles biologiques et besoins des plantes.

*Profit.* Il va de soi que si le producteur, en tant que premier maillon de la chaîne, ne peut être rémunéré correctement, les enjeux évoqués avec les deux premiers P (alimentation de la population, écologie de la planète) ne pourront être relevés. Il faut donc s'assurer que le système de production puisse rémunérer correctement les producteurs. Par ailleurs, nous vivons à l'heure d'une économie planétaire, et les entraves au commerce international ainsi que les aides à l'agriculture ne sont pas au goût du jour, même si, de plus en plus, le citoyen s'y oppose et le fait savoir. La marge de manœuvre est donc très étroite. Constatons, cependant, qu'il existe quelques alternatives pour éviter que le producteur ne soit rémunéré au prix mondial non régulé, et soumis à une concurrence quasi impossible à contrer de la part des gros pays producteurs que sont par exemple les USA ou le Brésil. On peut en évoquer rapidement quelques-unes :

- Nous devons reconnaître tout d'abord que l'Europe propose des pistes intéressantes à l'aide de mesures parfois impopulaires auprès du grand public, comme la Politique Agricole Commune (PAC). Et pourtant certaines initiatives qui en découlent valent la peine que l'on s'y intéresse. C'est tout particulièrement le cas des mesures agro-environnementales qui permettent de restaurer la diversité dans nos campagnes et de réconcilier agriculteurs et amateurs de la nature. Un nouveau pas a été franchi avec l'adoption de mesures agro-environnementales et climatiques (MAEC) qui visent plus particulièrement la réduction des émissions de GES tout en œuvrant pour augmenter la biodiversité (CIAE, 2017).

Si la période des quotas et prix garantis au producteur est bien révolue ou en passe de l'être, le soutien à un agriculteur qui joue un rôle majeur dans la préservation des paysages, de la diversité des ressources biologiques et d'une certaine qualité de vie rurale a le mérite de nourrir le débat. Et cela sera d'autant plus pertinent si en même temps on cherche, par le biais des MAEC, à séquestrer le C (prairies permanentes, par exemple) et économiser l'énergie (valorisation de la biomasse et promotion d'autres sources d'énergie renouvelable). Dans nos pays urbanisés où la ville et la campagne se distinguent à peine, l'agriculteur a certainement un rôle plus large que celui de producteur de céréales ou de betteraves sucrières. L'élevage extensif (Figure 6.1) peut y contribuer dans les régions de polyculture et d'élevage, preuve qu'il ne faut pas non plus verser dans des excès extrêmes et penser que la production animale devrait être totalement abolie. En effet, les régions de

polyculture et d'élevage peuvent offrir un bel avenir à ces spéculations en phase avec les grands principes de l'économie circulaire (CE, 2015), dans la mesure où elles mettent en avant l'autonomie fourragère et la valorisation des effluents agricoles (biométhanisation, compostage du fumier, etc.) (CIAE, 2017).



**Figure 6.1** : La réhabilitation des prairies permanentes et d'un paysage rural diversifié fait partie intégrante des MAEC (© L. Pussemier).

- D'autres pistes existent pour assurer une rémunération plus décente aux producteurs et certaines ont déjà été évoquées : il s'agit du bio, des produits artisanaux authentifiés et des circuits courts. À l'échelle globale, on épinglera aussi le *fair trade* et les labels garantissant un revenu décent aux producteurs. Divers produits tels que le café, le chocolat, le vin, les fruits et jus de fruits sont concernés par cette approche.

Une menace se profile cependant avec la négociation (et la possible ratification) du traité transatlantique (TTIP). L'agriculture européenne de type familial avec ses exploitations de taille modeste (14,4 ha en moyenne contre 170 aux USA) risque d'en pâtir sérieusement, avec l'abolition possible des mesures agro-environnementales, la réduction drastique des appellations d'origine géographique protégée et autres produits du savoir-faire traditionnel, sans compter bien sûr l'invasion massive des produits américains exempts de droits de douane et un plus grand laxisme en matière de contrôles tout au long de la chaîne alimentaire.

## 6.2. Ébauche concrète d'un modèle de production idéal

Pour rester à l'échelle humaine, il est fondamental que les systèmes de productions reposent sur des entreprises familiales ou de dimension similaire dont la superficie est adaptée au type d'activité pratiquée (grandes cultures, élevage, horticulture, arboriculture, etc.). Dans la mesure du possible, la mixité entre élevage et production laitière, d'une part, et productions végétales d'autre part sera de mise, de sorte que la ferme puisse gérer de façon optimale les flux de biomasse et de nutriments : la paille sera récoltée pour assurer la litière du bétail et le fumier obtenu sera recyclé de façon optimale sous forme d'engrais (éventuellement après compostage) pour les cultures et les pâtures. Le plan de culture comprendra des cultures fourragères de façon à assurer à l'agriculteur un maximum d'indépendance par rapport aux fournisseurs d'intrants agricoles.

Les cultures choisies s'intégreront harmonieusement au paysage, au type de sol. Trop de prairies ont été labourées dans les régions les plus fertiles pour être reconverties en terres de grandes cultures. En conséquence, l'aménagement du sol a été complètement chamboulé : champs de grandes cultures de plus en plus étendus, disparition des haies et du bocage là où il était encore présent. On voit des initiatives pointer çà et là pour reconstituer un paysage plus diversifié, pour encourager la diversité de la flore et de la faune, y compris les auxiliaires tellement utiles intervenant dans la pollinisation ou la lutte biologique naturelle. Heureusement, la politique agricole européenne relayée par les Régions a bien assimilé ce message et apporte son aide aux tournières environnementales. Mais il reste encore à faire si l'on veut que Dame Nature puisse exercer son rôle à fond dans sa reconquête des paysages, dans l'aide qu'elle apporte aux cultivateurs en protection des cultures (ennemis naturels), sans oublier son rôle majeur dans la réduction des émissions de GES et dans la gestion des flux hydriques. Faut-il rappeler, en effet, l'importance d'une bonne gestion de la terre pour favoriser la percolation des eaux de pluie dans le sol afin d'éviter le ruissellement superficiel et la formation de coulées de boues dont se passeraient bien volontiers les habitants en zone rurale lorsque la saison des orages fait ses ravages.

Mais pour produire quoi? Une réponse est proposée dans le magnifique album photographique «Je suis Agriculteur» retraçant en texte et images la vie d'un agriculteur au gré des saisons et les défis qu'il rencontre (Gillot & Sven, 2016). À cette question concernant les cultures à promouvoir, l'agriculteur répond : *«un peu de tout, partout : des céréales, du bétail, du maraîcher. Chaque région du monde pourrait ainsi subvenir à une partie substantielle de ses besoins, on instaurerait des circuits courts entre agriculteurs et consommateurs, et on limiterait au strict nécessaire les échanges commerciaux de longue distance»*. Pour subvenir à nos besoins alimentaires les plus pressants, on pense bien sûr aux céréales, produits laitiers, fruits et légumes, un peu de viande mais en privilégiant les produits d'un élevage plus extensif. De nombreuses niches existent dans ce domaine et pas seulement pour les bovins : le porc et de nombreuses autres espèces (mouton, chèvre, volailles diverses et même poissons) peuvent être valorisés sous forme de produits traditionnels à haute valeur ajoutée. Et pour compléter l'apport en protéines des humains comme du bétail pourquoi pas quelques légumineuses? L'agriculture peut également pourvoir

à d'autres besoins qu'alimentaires, comme les besoins en fibres textiles avec le lin ou comme les besoins en énergie avec des biocarburants obtenus, par exemple, à partir des effluents d'élevage et de divers sous-produits de l'industrie alimentaire.

En revanche, diversifier a également un coût : l'agriculteur ne peut pas être spécialiste dans tous les domaines, dans toutes les cultures, dans tous les procédés. Ses capacités d'investissement financier sont également limitées, il faudra donc trouver des solutions pratiques pour pallier ces inconvénients. Le travail en collaboration et le partage de matériel agricole constitue une piste possible. La sous-traitance présente également quelques opportunités comme la location de terres pendant une saison culturale pour la culture de la pomme de terre, du lin, des légumes de conservation, etc. En effet, nos régions sont particulièrement propices à certaines de ces cultures, comme celle de la pomme de terre, et on y retrouve de bonnes infrastructures pour la transformation agro-industrielle de pareilles productions (transformations des pommes de terre en frites et chips, préparation de légumes congelés, etc.). Le compostage du fumier constitue une autre activité qui peut être sous-traitée et confiée à des entreprises spécialisées.

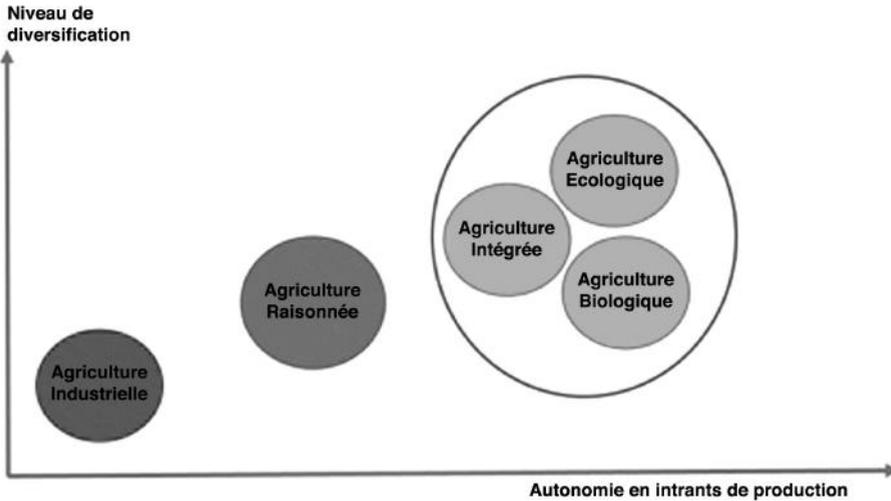
L'agriculteur n'utilisera pas les engrais pour nourrir la plante, mais plutôt pour nourrir le sol et faire en sorte que la fertilité naturelle liée à la diversité de la microflore tellurique puisse être exploitée au mieux. Pour cela il aura recours aux cultures qui piègent et retiennent l'azote en surface pendant la saison hivernale, voire en produire s'il s'agit de légumineuses fixatrices d'azote atmosphérique. Il pourra pratiquer la technique de non labour pour optimaliser l'activité biologique de son sol et favoriser l'action des vers de terre dont les galeries vont aider les transferts d'air, d'eau et de nutriments dans la zone explorée par les racines et contribuer ainsi à la lutte antiérosive.

L'agriculteur pourra ainsi procurer un milieu de croissance idéal pour la (les) culture(s) à planter, ce qui favorisera leur vigueur et résistance naturelle aux maladies et ravageurs. Fidèle aux principes de la lutte intégrée, il n'utilisera les produits phytosanitaires qu'en dernier recours. Il choisira donc des variétés résistantes et installera de longues rotations pour assurer la protection de ses cultures contre les maladies et ravageurs. Enfin, ayant pris connaissance des seuils de nocivité, il supportera un certain niveau d'attaque avant d'intervenir. De toute façon il sera attentif aux messages qu'il recevra de la part des organismes chargés d'encadrer les agriculteurs et il veillera, lorsqu'il aura épuisé toutes les autres mesures de lutte, à n'utiliser que des produits présentant le meilleur profil écologique de façon à préserver les auxiliaires utiles, les pollinisateurs et la qualité de l'environnement.

Pour améliorer les potentialités de commercialisation de ses produits, notre agriculteur va exploiter, dans la limite du possible, les avantages du circuit court et promouvoir la diversification des produits offerts en s'organisant si possible avec d'autres producteurs.

Des groupes de recherche planchent actuellement sur ce qui pourrait devenir le système de production idéal pour sauvegarder l'avenir d'une agriculture à échelle humaine, respectueuse de l'environnement, génératrice de diversité et moins dépendante économiquement du secteur agro-industriel (IPES-FOOD, 2016). Il s'agit de

systèmes agroécologiques diversifiés qui prônent une diversification des productions, une meilleure intégration dans le paysage, une moindre utilisation d'intrants de production tels qu'engrais, pesticides et semences commerciales, bref une stratégie holistique visant à créer la fertilité à long terme, augmenter la diversité et fournir des moyens d'existence décents aux producteurs. Ce système est présenté comme étant l'anti-thèse du modèle de l'agriculture industrielle trop enclin à la monoculture, trop dépendant du secteur agro-industriel, trop globalisé et ne profitant qu'à un trop petit nombre de producteurs (voir Figure 6.2).



**Figure 6.2** : Vers des systèmes de production moins gourmands en intrants et plus diversifiés au niveau des productions et de l'utilisation des ressources naturelles (© L. Pussemier).

Ce modèle idéal n'est pas utopique : il existe déjà un peu partout que ce soit en bio ou en conventionnel, où il a survécu grâce à la clairvoyance de certains agriculteurs restés fidèles aux principes fondamentaux de l'agriculture familiale traditionnelle, pratiquant autant que faire se peut la lutte intégrée et le recours parcimonieux aux intrants de production pour limiter les effets néfastes sur l'environnement. Ceci n'exclut pas un niveau d'intensification et de modernisation assez développé pour permettre au producteur de rester compétitif. C'est ainsi qu'au sein d'exploitations de ce type on commence à voir çà et là des robots de traite qui ne sont plus le symbole d'un gigantisme à tout crin mais plutôt une opportunité technologique permettant de soulager quelque peu l'agriculteur et sa famille dans la gestion des tâches quotidiennes. De telles innovations sont possibles de nos jours et d'autres suivent dans le domaine de l'agriculture de précision (machinisme agricole) et des économies d'énergies (valorisation de la biomasse, conception des bâtiments d'élevage). Elles apportent un peu de baume au quotidien de l'agriculteur, mais il faut veiller à bien garder en point de mire les principes fondamentaux sur lesquels se base le développement durable. C'est clairement dans cette voie que se profile le modèle d'Agriculture Écologiquement Intensive (AEI) (Terrena, 2016).

## Encart : Agriculture de précision

L'agriculture de précision et l'utilisation des technologies modernes d'information et de communication (TIC) font partie de l'arsenal des outils mis à la disposition de l'agriculteur pour progresser sur le terrain du développement durable (EU, 2014).

Il y a trois critères fondamentaux dans ces technologies qui permettent d'entrevoir de grands progrès de développement : la précision, l'automatisation et l'acquisition/traitement de grandes quantités de données. Les trois, en outre, sont complémentaires et permettent d'exploiter de formidables synergies.

### Précision

La précision est incarnée par le GPS et d'autres outils de géolocalisation destinés à l'agriculture. Il s'agit bien entendu de permettre une géolocalisation d'une précision sans précédent grâce à la technologie basée sur l'utilisation de satellites. Ainsi, on peut programmer les tracteurs et autres engins motorisés pour qu'ils suivent un trajet précis à quelques centimètres près ! Avec comme avantage d'assister le conducteur d'engin, ce qui permet, lors des épandages au champ, d'éviter de déborder sur les parties déjà traitées. On améliore ainsi la qualité et l'uniformité du traitement en évitant de surdoser engrais et phytos à certains endroits (ces fameuses «bandes de redoublement» avec des nuances de vert plus foncé alternant avec des bandes plus claires caractéristiques d'une application d'engrais mal répartie). Mais il y a plus, la machine peut être programmée pour moduler son travail (par exemple, application d'engrais ou de phytos) en tenant compte des besoins des différentes parties de la parcelle. Ce sont des outils déjà largement utilisés aux Pays-Bas, mais encore de façon marginale en Allemagne et en France (Busse et al., 2013).

### Automatisation

L'automatisation est incarnée par les robots et les drones. Un robot de traite, par exemple, est un concentré de technologie qui permet, grâce à la présence de capteurs très pointus et la précision de ses gestes (on rejoint donc le critère de précision), de prendre en charge toutes les opérations liées à la traite : introduction de la vache dans le box, identification de l'animal grâce à son collier informatique, nettoyage des trayons, positionnement et placement de l'appareil de traite, distribution d'une alimentation adaptée de la vache qui a été préalablement identifiée pour connaître ses besoins précis, et, enfin, libération de la vache au moment le plus opportun lors de la chute du débit de lait enregistré tout au long de l'opération de traite. Le robot travaille du matin au soir, sans relâche, car les vaches attendent impatiemment leur tour pour ce moment de détente et de plaisir gourmand entretenu par la distribution sur mesure du complément d'aliment. De ce fait, la traite des vaches peut se pratiquer trois fois par jour au lieu de deux, ce qui contribue à augmenter la productivité et permet à l'agriculteur de s'occuper à des tâches moins routinières et d'accorder toute son attention et son expertise à la surveillance de l'état général et sanitaire de son cheptel (Atzori et al., 2013).

Le drone constitue une autre application de type robot. Les applications sont diverses comme, par exemple, un traitement hyperlocalisé de certaines adventices ou de certaines maladies. Celles-ci sont repérées par des senseurs appropriés et géolocalisées de sorte qu'elles puissent faire l'objet d'un traitement très ciblé avec un herbicide ou fongicide adapté à la situation. Drones et robots peuvent également être complémentaires, les premiers servant à visualiser et localiser le problème, et les seconds agissant mécaniquement pour contrer ledit

problème (ravageur, mauvaise herbe, etc.). En outre, le robot peut exploiter les innovations récentes en matière d’approvisionnement énergétique (panneaux photovoltaïques, par exemple), comme c’est déjà le cas des robots domestiques qui tondent les pelouses de nos grandes propriétés résidentielles. Actuellement, de tels robots sont déjà commercialisés pour le désherbage de certaines cultures, comme la betterave, la chicorée ou autres cultures sarclées.

## **Technologies d’information et communication (TIC)**

Finalement la capacité d’acquisition et de traitement de grandes quantités de données (Big Data), révèle un potentiel énorme en termes d’innovation. Avec les moyens mis en œuvre actuellement (senseurs, GPS) il est devenu possible d’engranger de grandes quantités de données dans le temps et dans l’espace. Par exemple, on peut suivre l’état hydrique d’un sol, de même que le développement d’une culture, d’une saison à l’autre, d’une parcelle à l’autre et au sein même d’une parcelle. Ce sont des données fondamentales qui, mises en relation avec d’autres données (climatiques, par exemple), permettent de prévoir l’état sanitaire de la culture (développement de certaines maladies). Cette approche permet également d’estimer de façon plus précise les besoins en fertilisants et produits phytosanitaires et, ainsi, d’éviter tout excès. Dans le cas des fertilisants azotés, cela permet de réduire les pertes par infiltration dans le sol et, dans le cas de certains produits phytosanitaires comme les insecticides, cette meilleure focalisation sur la cible (pucerons, par exemple) permet de mieux protéger les insectes utiles (comme les larves de coccinelles, par exemple ; Dammer & Adamek, 2012). De nombreux systèmes d’avertissement agricoles peuvent donc bénéficier de ces technologies d’acquisition et de traitement des données de plus en plus localisées, ce qui permet de mettre au point des modèles toujours plus performants et fiables, et de proposer des mesures de gestion tout à fait adaptées à la situation précise que connaît l’agriculteur dans son exploitation (Jiang et al., 2013). Finalement, des percées sont également enregistrées en nutrition animale, car l’acquisition et le traitement de données spécifiques à chaque animal permettent d’orienter son alimentation vers la ration qui lui convient individuellement. Les systèmes de distribution d’aliments individualisés (en association avec un robot de traite, par exemple) permettent d’obtenir des solutions concrètes et applicables (Atzori et al., 2013).

## **Éléments de durabilité**

Si les termes d’automatisation et précision riment avec intensification et industrialisation, il n’en reste pas moins qu’il s’agit d’éléments importants pour conforter le développement durable. Tout d’abord, l’agriculteur en tire de grands avantages en matière de confort de vie pour de nombreuses opérations routinières, exigeantes en temps et, parfois, fastidieuses. Cela nécessite toutefois d’inscrire les lourds investissements requis dans un plan financier qui tient la route, pour assurer la rentabilité de l’entreprise par un gain de productivité (par exemple, augmentation de la production laitière (Bewley & Russell, 2010) ou économie sur certains intrants tels qu’engrais et phytos).

Mais, paradoxalement, c’est surtout l’environnement qui peut être gagnant car cette approche permet une gestion plus rigoureuse des intrants comme les engrais, les produits phytosanitaires, mais aussi, le cas échéant, l’eau d’irrigation, l’énergie, etc. (Schieffer & Dillon, 2013). L’utilisation méticuleuse et au plus juste de ces moyens de production permet de réduire les fuites vers l’environnement avec, à la clé, une meilleure protection de l’environnement et des ressources naturelles.

À noter, finalement, qu'il commence à y avoir des nouveaux métiers comme certains services spécialisés pour prodiguer des conseils et une aide à la prise de décision par les agriculteurs. Ainsi, des experts qui ont accès aux technologies les plus avancées (exemple, spin off d'universités) peuvent acquérir le savoir-faire et disposer des logiciels et des données qui permettent d'alimenter des services experts pour guider la gestion et l'entretien des cultures et des exploitations en production animale. Si, d'aventure, ces experts sont indépendants des grands groupes fournisseurs d'intrants, ils offrent une garantie de neutralité permettant de faire des choix plus objectifs et offrir ainsi les meilleures options en termes de durabilité.

Les outils modernes de l'agriculture de précision sont en train de provoquer une petite révolution dans le métier d'agriculteur. Après le gigantisme que l'on a connu dans le machinisme agricole, on assiste actuellement à l'apparition de petits robots, drones, applications sur smartphone qui assistent l'agriculteur dans son quotidien que ce soit pour traire les vaches, désherber les cultures, anticiper les problèmes phytosanitaires, dispenser les aliments et fertilisants selon les besoins réels des animaux et des plantes, etc. Bref, si la génération précédente espérait soulager la peine du travail quotidien à l'aide de puissants tracteurs, la nouvelle génération fait de plus en plus appel à son smartphone. Ces nouvelles opportunités pour rendre l'agriculture plus attirante pourraient être une source de motivation pour les candidats repreneurs d'une exploitation agricole qui font dramatiquement défaut de nos jours.

### 6.3. Deux pistes à proposer pour accélérer la quête de durabilité

Pour relever cet énorme défi que doivent affronter les systèmes de production, quelques pistes peuvent être esquissées pour limiter le recours aux intrants et augmenter la durabilité.

- La première est de privilégier la production végétale plutôt qu'animale. Aussi faut-il encourager les consommateurs à diminuer leur consommation de protéines animales, ce qui est souhaitable pour la santé de la population. Mais c'est également un plus pour la planète, car la synthèse de protéines animales coûte énormément en énergie fossile, nécessite beaucoup d'eau et constitue une source importante d'émission de GES. De plus, dans les zones d'élevage intensif (Bretagne, Flandre) les déjections animales sont largement excédentaires par rapport à ce que l'écosystème peut recycler (Hooda et al., 2000). Elles sont donc une source de pollution des eaux et de l'air par les nitrates, phosphates, ammoniac, en plus du méthane émis par les ruminants en grande quantité. L'élevage est ainsi responsable de 18% des émissions globales de CO<sub>2</sub>. En adoptant un régime plus équilibré et plus sain (avec moins de protéines animales), il est déjà possible d'avoir un impact significatif sur l'émission de gaz à effet de serre (-20%), sur l'eutrophisation des eaux (-20%), sur l'acidification de l'environnement (-30%) et sur l'occupation du sol de culture (-25%) (Coelho et al., 2016).

Il existe peut-être des segments où cette substitution de la production végétale au détriment de la production animale pourrait se faire progressivement et en douceur. Ainsi dans les restaurants huppés, on commence à proposer au menu de la viande végétale (Consoglobe, 2016a). Mais c'est probablement dans le domaine des plats préparés et du fast-food que les opportunités les plus intéressantes se cachent. En effet, il est de notoriété que le poulet industriel ou le poisson d'aquaculture (comme le pangasius, par exemple) sont pratiquement démunis de goût intrinsèque. En effet, c'est l'assaisonnement et le mode de préparation qui font souvent la différence. Ainsi, un poulet Tandoori peut nous paraître agréable au palais même si le poulet n'est pas de ferme et que sa chair ne soit pas particulièrement goûteuse. Dans l'alimentation préparée en grandes quantités (exemple, le *take away* ou le fast-food), des alternatives à la viande font leur apparition. Elles sont basées sur des préparations concoctées à partir d'espèces végétales comme les légumineuses, ou à partir de mycoprotéines de marque bien connue, voire carrément à partir de cultures de cellules *in vitro* (agriculture cellulaire). On parle beaucoup, de nos jours, d'élevage d'insectes pouvant être consommés tels quels ou incorporés de façon plus sophistiquée dans les aliments. Les insectes pourraient même devenir une source de protéines pour les animaux d'élevage. Toutes ces alternatives pourraient permettre de limiter sensiblement le recours aux protéines animales classiques (Testa et al., 2017). Ainsi, l'hamburger de soja ou le steak de culture de cellules pourraient bien trouver leur place dans l'alimentation de tous les jours, tandis que les viandes nobles provenant d'un élevage de type extensif seraient, quant à elles, plutôt réservées à des fins plus gastronomiques, tout à l'opposé du fast-food industriel... (Consoglobe, 2016b).

- Une seconde piste qui peut être proposée est l'amélioration génétique des plantes pour les rendre plus résistantes aux maladies, pour les protéger contre les déprédateurs, pour mieux les acclimater à des conditions pédo-climatiques défavorables, pour améliorer leur qualité nutritionnelle, etc. Cette amélioration peut se réaliser par les techniques génétiques classiques plus ou moins poussées, mais également en utilisant la technologie OGM. Ces approches peuvent nous permettre de sélectionner des organismes mieux adaptés à nos besoins. Si la transgénèse offre des possibilités plus avancées et plus intéressantes, on peut également penser que de nouvelles techniques de sélection non transgéniques viendront compléter l'arsenal des moyens disponibles pour créer de nouvelles variétés, du moins si l'on parvient à convaincre le grand public de leur utilité. Ainsi, on peut espérer obtenir des plantes résistantes à leurs principaux ravageurs et maladies, ou susceptibles de puiser dans le sol et l'atmosphère les éléments essentiels à leur croissance sans recours aux engrais chimiques gourmands en énergie comme les engrais azotés, ou encore présenter un profil nutritionnel plus intéressant pour l'alimentation humaine comme, par exemple, une teneur plus élevée en acides aminés essentiels.

Il peut paraître surprenant à première vue de proposer des pistes faisant appel à des OGM ou autres plantes sélectionnées (exemple hybrides F1) dans le but d'affranchir l'agriculteur d'intrants tels que les engrais et pesticides, car les semences de ces variétés améliorées sont elles-mêmes des intrants de production qui ont leur coût. Pour contrer cette dérive, il est important de tout mettre en œuvre pour que l'accès aux semences (même pour des variétés améliorées par des technologies conventionnelles) soit garanti, et que les techniques d'amélioration n'impliquent pas l'impossibilité pour l'agriculteur de multiplier ses propres semences. Pour ce faire, il est impératif que la recherche publique remplisse son rôle en matière de recherches génétiques et qu'elle ne laisse pas au seul secteur privé la responsabilité de prendre des initiatives et de créer de nouvelles variétés.

#### **6.4. Quelles recommandations peut-on proposer pour s'approcher d'un système optimal ?**

Pour s'approcher d'un système de production meilleur que celui d'aujourd'hui et des dernières décennies, il n'est pas nécessaire d'introduire des modifications profondes à notre façon actuelle d'améliorer les systèmes de culture, car les bonnes graines existent déjà et ont été plantées çà et là : on peut les retrouver dans le concept de l'IPM et de l'AEI (CIRAD, 2016). De même, l'agriculture biologique et la permaculture constituent un terreau riche qui peut continuer à inspirer les modèles agricoles plus orientés vers la productivité. Ce qu'il faut maintenant, c'est faire en sorte que ces bonnes graines croissent, que les plantules qui en émergent s'épanouissent et portent leurs fruits. La direction à prendre est connue (Terrena, 2016) : il faut diversifier la production, davantage respecter l'environnement, diminuer encore plus le recours aux produits phytosanitaires et ne retenir que ceux qui présentent les profils les plus avantageux, favoriser l'économie circulaire (autonomie fourragère, valorisation des

effluents d'élevage), accroître les contacts avec le consommateur local pour pérenniser les circuits commerciaux courts, sans oublier ce rôle tant respectable de maintien d'un paysage rural diversifié, capable de mieux résister aux aléas climatiques et en particulier aux inondations.

Pour cela, la solidarité des consommateurs est indispensable afin de renforcer la résistance aux chocs financiers et crises économiques diverses. Le consommateur a son mot à dire en achetant local, comme les produits régionaux de qualité différenciée, et en acceptant de payer un petit plus pour certains produits sensibles comme le lait labellisé offrant un prix plus décent aux agriculteurs.

Les pouvoirs publics ont également leur part de responsabilité. La politique agricole commune a souvent été critiquée : elle a toutefois eu des effets positifs, comme dans le cadre des mesures agro-environnementales. En matière de globalisation des échanges, le monde politique commence à réellement se préoccuper de son terroir comme nous pouvons le constater lors des négociations des grands traités comme le CETA et TTIP. La (nouvelle) ruralité est un concept qui fait son chemin et qui peut offrir des perspectives socio-économiques intéressantes. Œuvrer à préserver (ou restaurer) la qualité de l'environnement est un autre grand chantier : nos ressources naturelles comme les eaux souterraines et superficielles doivent être protégées de toute menace, et la biodiversité doit être maintenue au niveau le plus élevé. Les risques de dérive sont toutefois importants, car l'*Homo politicus* aime les effets d'annonce sensationnelle. Le slogan «zéro phyto» en est un exemple. Mais la forme ne doit pas dissimuler le fond : c'est le «zéro impact» sur l'environnement et sur la santé que tout le monde souhaite, et pas nécessairement le bannissement de tous les produits phytosanitaires ! À cette fin, il est important que le grand public et les autorités soient bien informés des problèmes réels et des solutions envisageables, sans tabou et sans idées préconçues. La bonne communication, c'est peut-être ce qui fait le plus défaut dans ce monde de surinformation. Tout le monde y a sa part de responsabilité !

## Chapitre 7. Conclusions : L'agriculture de demain sera écologique et plurielle

L'agriculture de demain sera écologique ou ne sera pas ! Cette affirmation peut sembler péremptoire et, pourtant, il tombe sous le sens que si l'on conçoit un avenir à l'agriculture c'est que cette agriculture s'inscrit dans la durabilité. Or, l'agriculture occupe une grande portion des terres de la planète (et même des mers si l'on inclut la pêche et l'aquaculture) et elle emploie une fraction importante des êtres humains qui la peuplent, qui en vivent, ne fût-ce que pour en tirer la nourriture de subsistance. On ne peut indéfiniment épuiser les ressources, émettre des GES et perdre de la biodiversité dans l'espace limité de notre planète que l'on peut (doit) réserver aux productions agricoles. L'agriculture est responsable de 13,5% des émissions mondiales de GES en rejetant du CH<sub>4</sub> (élevage et sols), du N<sub>2</sub>O (fertilisation azotée et gestion des déjections animales) et du CO<sub>2</sub> (consommation d'énergie) alors qu'en fonction des pratiques exercées, l'agriculture peut aussi permettre de capturer le CO<sub>2</sub> contenu dans l'atmosphère et atténuer le changement climatique. En réalité, l'agriculture intensive industrielle alimente et accélère même le cercle vicieux du changement climatique. La mise en culture de nouvelles terres se fait aux dépens de zones encore vierges comme la forêt tropicale, qui jusqu'à présent servaient de puits de carbone. L'élevage industriel et le recours à une fertilisation azotée minérale intense sont responsables d'émissions massives de GES (plus particulièrement le N<sub>2</sub>O). La combinaison déforestation et agriculture/élevage intensifs conjuguent leurs effets et ont des conséquences énormes en termes de réchauffement du climat. Or, ce réchauffement climatique conduira à la perte de terres cultivables (zones arides, zones proches voire en dessous du niveau de la mer) et le cycle vicieux peut prospérer.

Donc, si on veut voir une ou des agriculture(s) de demain, il faudra qu'elle(s) soi(en)t durable(s). Et pour être durable, il faut respecter les lois de l'Écologie. Donc l'agriculture de demain se doit d'être écologique !

L'agriculture sera aussi plurielle car il n'y a pas qu'une seule voie à suivre ! Différentes approches peuvent coexister et se compléter. Différentes trajectoires sont possibles. Différentes trajectoires seront d'ailleurs nécessaires et différents types d'agricultures devront se développer ! En effet, les petits producteurs du tiers monde ne sont pas comparables aux agriculteurs des grandes plaines agricoles. Les habitudes alimentaires varient suivant le continent, voire la région que l'on occupe et, en outre, les besoins des consommateurs peuvent être guidés par des motivations diverses : certains rechercheront une nourriture accessible en suffisance avec leurs moyens financiers, d'autres privilégieront la qualité nutritionnelle ou organoleptique, d'autres enfin seront plus sensibles aux aspects éthiques et à l'impact sur le développement harmonieux de la communauté locale.

L'agriculture écologique pourra donc prendre différentes formes qui peuvent englober l'agriculture biologique, la permaculture, la biodynamie, l'agriculture urbaine ou péri-urbaine, l'agriculture écologique diversifiée, l'agriculture écologique intensive, etc. Toutes ces formes d'agriculture ont quelque chose en commun : elles privilégient la biodiversité (en commençant par les cultures concernées) et l'économie circulaire surtout en matière de fertilisation azotée. Or, la gestion de l'azote et de l'énergie occupe une place centrale dans les actions à entreprendre pour limiter les émissions de gaz à effet de serre.

Il y a pourtant de nombreuses résistances à vaincre avant de pouvoir aboutir à un monde capable de produire son alimentation en quantité suffisante, en qualité adéquate et sans mettre en péril l'avenir même de notre planète.

Commençons par les partisans d'une agriculture intensive à tous crins. Pour ceux-ci, il n'est pas crédible que l'agriculture écologique devienne le moteur essentiel de notre production alimentaire. Ce serait faire marche arrière que de passer à une agriculture écologique qui fait fi des progrès de la technique et de la science. Nous aurions besoin, au contraire, d'intensifier au maximum les systèmes de productions si nous ne voulons pas être obligés de convertir les grandes étendues de forêts tropicales en nouvelles terres agricoles pour faire face aux besoins. Le fait que nombre de pays émergents comme la Chine, par exemple, augmentent leurs besoins en produits alimentaires plus nobles comme les produits carnés et autres produits d'origine animale (œufs, produits laitiers) ne fait qu'accélérer le mouvement et devrait nous pousser à intensifier davantage. Nous pensons, quant à nous, que suivre pareil modèle c'est foncer droit dans le mur. En effet, le recours à des intrants coûteux en énergie comme les engrais azotés et la promotion de l'élevage pour satisfaire les nouveaux besoins en produits carnés ne vont qu'augmenter l'émission de GES et accélérer le réchauffement climatique : c'est le cercle vicieux esquissé plus haut. Car c'est tout là le paradoxe : l'agriculture est à la fois un des secteurs les plus vulnérables au changement climatique et un important contributeur aux émissions anthropiques de GES.

Mais des résistances ou des contradictions on en trouve également chez les partisans d'une agriculture écologique. En gros, il y deux tendances : ceux qui appartiennent de cœur et d'esprit à la génération des pionniers de l'agriculture biologique et ceux qui appartiennent à la génération disons plus pragmatique qui s'impose de plus en plus de nos jours. Les premiers sont opposés, par principe, à toute concession qui leur ferait perdre leur âme. Les seconds pensent qu'il faut pouvoir s'adapter à la situation actuelle et que la fin justifie les moyens. Les premiers se sont opposés au mariage du bio avec les OGM et continuent la lutte contre non seulement les formes de coexistence du bio avec les OGM mais aussi de coexistence du bio avec le conventionnel au sein d'une même exploitation (exploitations mixtes). Les seconds constatent que l'offre en produits bio n'est actuellement pas suffisamment en mesure de répondre à la forte demande et sont prêts à faire certaines concessions au détriment de l'esprit bio, de l'éthique bio. Comme exemple, épinglons la guerre des prix qui se joue dans les grandes surfaces et la pression exercée sur les producteurs pour produire à moindre prix, quitte à mettre les produits locaux en concurrence avec ceux produits dans des contrées lointaines, souvent moins

soucieuses du bien-être social des populations paysannes. Le bio, au contraire de, par exemple, la permaculture, offre cette particularité que c'est le produit final qui est certifié et non pas l'éthique (sociale ou écologique) en vigueur dans l'exploitation.

De nombreuses autres pistes se dessinent, toutefois, et bon nombre s'orientent dans la bonne direction. Le circuit court en est un premier exemple. L'agriculture urbaine et péri-urbaine en est un autre. De nombreux agriculteurs font preuve d'imagination et d'innovation en se lançant dans de nouveaux projets permettant, par exemple, d'augmenter leur autarcie et leur indépendance à l'égard des intrants. Des itinéraires techniques alternatifs et plus responsables de l'environnement voient le jour, comme la technique de non labour qui permet d'intensifier l'activité biologique des sols et lutter contre l'érosion. À côté des produits phytosanitaires classiques qui ont pour action de tuer des organismes nuisibles (les pesticides), on trouve de plus en plus des produits biologiques au mode d'action plus sophistiqué, des substances naturelles qui peuvent renforcer les capacités de défense des plantes ou stimuler leur croissance, des substances qui peuvent interférer avec les modes de communication des organismes vivants. Ces substances d'origine naturelle présentent généralement la caractéristique d'être particulièrement biodégradables, ce qui nous permet de nous affranchir de nombreux problèmes générés par une persistance trop grande comme ce fut le cas pour le DDT et, plus récemment, le fipronil. L'Europe a apporté son petit grain de sel avec la PAC qu'elle a associé à sa politique de mesures agroécologiques. Celles-ci se voient mises en application au niveau de régions qui y apportent des éléments permettant de lutter en même temps contre le réchauffement climatique, par exemple.

Si nous voulons surmonter les défis qui nous attendent il faudra conjuguer tous les efforts et faire en sorte que le cap à suivre soit bien dans le collimateur de tous les acteurs, y compris les citoyens et les consommateurs. Nous ne pourrions pas nous permettre de passer outre certaines opportunités qui se présentent ou de faire l'impasse sur des alternatives qui s'imposent. Les priorités sont connues : mieux gérer la biodiversité au sein des écosystèmes, et en particulier les sols et les rotations, privilégier toutes les sources de fertilisation permettant de réduire la fertilisation minérale, innover par la génétique et développer de nouveaux cultivars plus susceptibles de résister aux stress divers, en ce compris les agresseurs biologiques, les conditions climatiques défavorables, le manque de nutriments disponibles dans l'environnement tellurique.

Dans ce contexte, les légumineuses ont une place prépondérante à occuper. Il faut travailler sur tous les aspects : augmenter la part des légumineuses dans les assolements, mieux gérer la fertilisation azotée au sein des rotations, créer de nouvelles variétés adaptées à une gamme plus large de conditions pédo-climatiques, trouver davantage de débouchés alimentaires pour les produits qui en dérivent, augmenter la part de protéines de légumineuses locales dans l'alimentation des animaux mais aussi dans l'alimentation humaine.

On touche ainsi à l'épineuse problématique de l'alimentation carnée (ou à base d'autres produits animaux) contre une alimentation végétarienne voire végétalienne (c'est-à-dire sans aucun produit animal). La raison voudrait que nous devenions tous végétariens ou que nous consommions beaucoup moins de protéines animales et il ne

fait aucun doute que c'est dans cette direction qu'il nous faudra progresser. Cependant, Rome ne s'est pas faite en un jour et il peut être dangereux de vouloir changer tout radicalement et brusquement. Commençons par conseiller à nos éleveurs de progresser sur le chemin de l'alimentation des animaux en privilégiant les aliments produits sur la ferme, car cela nous évitera d'importer de l'étranger des quantités massives de sources de protéines et d'hydrates de carbone d'origine végétale. Ces aliments que nous importons massivement sont les premiers responsables d'importantes perturbations que nous produisons sur les cycles de l'azote et du phosphore avec de graves répercussions sur la qualité des eaux. Il est aussi possible de mieux gérer les effluents d'élevage générateurs de GES comme le méthane en réintroduisant des techniques basées sur des litières de paille, ce qui permet de produire du fumier et du compost mieux adaptés à la nutrition des cultures végétales. L'élevage extensif avec un large accès aux pâtures et au foin est également bénéfique non seulement pour l'environnement (moins d'émissions de GES) mais aussi pour la qualité nutritionnelle des produits alimentaires qui en sont issus. Bref, il est possible dans un premier temps d'améliorer les techniques d'élevage en les rendant moins intensives, moins industrielles.

Le prix des produits concernés va inéluctablement connaître un mouvement à la hausse : la viande et les produits laitiers ne seront plus aussi bon marché. Mais il est impératif que le consommateur change lui aussi progressivement ses habitudes en acceptant de payer un peu plus cher pour une meilleure qualité de produits à consommer avec un peu plus de modération. D'ailleurs, il est bien établi maintenant que consommer trop de viande n'est pas bon pour la santé des hommes. Soyons aussi bien conscients que le végétarisme n'est bon pour la santé que si l'alimentation est équilibrée, qu'elle couvre nos besoins en vitamines et acides aminés essentiels et qu'elle donne la part belle aux produits non raffinés, peu transformés (Satija et al., 2017). Somme toute c'est ce que le circuit court nous offre à profusion ! Ce premier *shift* vers une production de produits moins abordables financièrement mais de meilleure qualité nutritionnelle serait un grand pas dans notre quête du développement durable, et tout bénéfique pour la santé de la planète et de ses habitants.

En sillonnant nos campagnes, on peut s'apercevoir que les changements dans la façon de cultiver et produire des aliments sont bien présents chez nos agriculteurs. Il suffit d'ouvrir les yeux et de discuter avec les acteurs concernés pour se rendre compte combien il est important à leurs yeux de s'intéresser à des systèmes de cultures qui accordent une place de choix à la bonne santé du sol et au respect de l'environnement. À côté des grandes cultures traditionnelles (blé tendre, betterave et escourgeon) et à côté de la pomme de terre qui a pris beaucoup d'ampleur sous nos climats, on peut apercevoir, en effet, la réapparition de nombreuses cultures qui ont été délaissées durant les dernières décennies du siècle dernier (Figure 7.1). Cela est très flagrant chez les petits producteurs maraîchers pratiquant l'agriculture biologique, chez lesquels on retrouve une grande diversité d'espèces cultivées qu'elles soient introduites à partir de régions au climat plus chaud (éventuellement sous abri plastique) comme l'artichaut, la tomate, le poivron et une multitude de cucurbitacées. Ou qu'elles refassent leur réapparition après une longue éclipse comme les topinambours et autres panais. De nombreux efforts ont également été déployés pour relancer des productions plus conventionnelles comme

le haricot, le pois, la carotte, l'oignon à destination des entreprises de transformation et de conditionnement des légumes de grande consommation. Parmi les cultures non alimentaires, le lin et le colza sont toujours bien présents et il n'est plus surprenant de rencontrer un vignoble ou une culture de miscanthus. Du reste, chanvre, chia et quinoa ont des adeptes en France et pourquoi pas aussi dans les pays voisins? Si l'élevage industriel est toujours bien une réalité, il existe aussi de très belles niches pour des formes d'élevage plus extensives et des races bovines moins classiques que le blanc bleu belge ou la vache Holstein. L'alimentation du cheptel animal n'est pas en reste et de nombreux agriculteurs-éleveurs poursuivent toujours la pratique du pâturage, à côté de la production de maïs fourrager et de foin. Les champs de luzerne et de féveroles apportent leur touche de couleur et rivalisent avec les bandes aménagées pour le maintien de la faune et de la flore dans le cadre de programmes agro-environnementaux. Qui a dit qu'agriculture et nature sont incompatibles, en perpétuelle compétition? Oui, l'agriculture écologique est bien en marche dans nos contrées : la diversité des organismes vivants que l'on peut y rencontrer contribue à rendre nos campagnes plus attrayantes et les soins prodigués par nos agriculteurs à leurs cultures et animaux d'élevage se veulent plus que jamais respectueux de l'environnement et du bien-être animal.



**Figure 7.1** : La diversité des cultures dans nos contrées est bien plus importante que l'on pourrait l'imaginer de prime abord. Dans le sens des aiguilles d'une montre, un champ de seigle à maturité, une culture de lin en floraison, pois et oignons (© L. Pussemier).



# Bibliographie

- Agrios G., 2005. *Plant Pathology*. 5<sup>th</sup> Edition. Cambridge, UK: Academic Press.
- Alavanja M.C., Hoppin J.A. & Kamel F., 2004. Health effects of chronic pesticide exposure: cancer and neurotoxicity. *Annu. Rev. Public Health*, **25**,155-197.
- Alim'Agri, 2016. *Mieux connaître les produits de l'origine et de la qualité*, <http://agriculture.gouv.fr/mieux-connaître-les-produits-de-l'origine-et-de-la-qualité>, (19/06/2016).
- Amis de la terre, 2014. *Glyphosate : intolérance au gluten et maladie cœliaque*, <http://www.amisdelaterre.org/Glyphosate-intolerance-au-gluten.html>, (06/11/17).
- Anonyme, 2006. *Décryptage : Agriculture biologique, raisonnée ou intégrée?*, <http://agri.over-blog.org/article-4781281>, (06/11/17).
- Anonyme, 2016a. *Wessanen annual report – 2015*, <http://www.wessanen.com/en/investors/annual-report/>, (06/11/17).
- Anonyme, 2016b. *La filière du quinoa français en plein essor*, <http://www.culture-filiere.com/filiere-quinoa/>, (06/11/17).
- Anonyme, 2017. *ORURO® : graine de chia 100 % française*, <http://www.agrofun.fr/oruro.htm>, (06/11/17).
- ANSES, 2012. *Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à l'analyse de l'étude de Séralini et al. (2012) «Long term toxicity of a ROUNDUP herbicide and a ROUNDUP-tolerant genetically modified maize»*. Saisine n° 2012-SA-0227. Maisons-Alfort, France : ANSES.
- ANSES, 2016. *Avis relatif aux risques que présentent les insecticides à base de substances de la famille des néonicotinoïdes pour les abeilles et les autres pollinisateurs dans le cadre des usages autorisés de produits phytopharmaceutiques*, *Avis de l'Anses, Saisine n°2015-SA-0142*. Maisons-Alfort, France : ANSES.
- Atzori A.S., Tedeschi L.O., Armenia S., 2013. *Farmer Education Enables Precision Farming of Dairy Operations*. The 31<sup>st</sup> International Conference: System Dynamic Society July 21-25, 2013, Cambridge, Massachusetts, USA.
- Barilla, 2012. Implementing EPD Process Certification: What's done & what's next? *In: EPD conferences*, 15/05/2012, Stockholm.
- Barrett C.B., 2010. Measuring food insecurity. *Science*, **327**(5967), 825-828.
- Bassil K.L. et al., 2007. Cancer health effects of pesticides Systematic review. *Can. Fam. Physician*, **53**(10), 1704-1711.
- Benbrook C.M. et al., 2013. Organic production enhances milk nutritional quality by shifting fatty acid composition: a United States-wide, 18-month study. *PLoS One*, **8**(12), e82429.
- Bewley J.M. & Russell R.A., 2010. Reasons for slow adoption rates of precision dairy farming technologies: evidence from a producer survey. *In: Proceedings of the First North American Conference on Precision Dairy Management 2010*.
- Botías C., David A., Hill E.M. & Goulson D., 2016. Contamination of wild plants near neonicotinoid seed-treated crops, and implications for non-target insects. *Sci. Total Environ.*, **566**, 269-278.

- Brethour C. & Weersink A., 2001. An economic evaluation of the environmental benefits from pesticide reduction. *Agr. Econ.*, **25**(2-3), 219-226.
- Brookes G. & Barfoot P., 2015. Environmental impacts of genetically modified (GM) crop use 1996–2013: Impacts on pesticide use and carbon emissions. *GM Crops & Food*, **6**, 103-133.
- Burke M., 2004. *Don't worry, it's organic*. The Royal Society of Chemistry (GB), <https://www.chemistryworld.com/feature/dont-worry-its-organic/3004572.article>, (06/11/17).
- Busse M. et al., 2013. Innovation mechanisms in German precision farming. *Precision Agric.*, **15**(4), 1-24.
- Carson R., 1962. *Silent Spring*. Boston, MA, USA: Houghton Mifflin Company.
- CE, 2007. *Règlement (CE) No 834/2007 DU CONSEIL du 28 juin 2007 relatif à la production biologique et à l'étiquetage des produits biologiques et abrogeant le règlement (CEE) no 2092/91*.
- CE, 2015. *Circular Economy Package: Questions & Answers*. European Commission – Fact Sheet (MEMO/15/6204), [http://europa.eu/rapid/press-release\\_MEMO-15-6204\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-15-6204_en.htm), (06/11/17).
- CE, 2016. *Prospects for EU agricultural markets and income 2016-2026*. Bruxelles: Commission européenne, [https://ec.europa.eu/agriculture/markets-and-prices/medium-term-outlook\\_fr](https://ec.europa.eu/agriculture/markets-and-prices/medium-term-outlook_fr), (06/11/17).
- Chloupek O., Hrstkova P. & Schweigert P., 2004. Yield and its stability, crop diversity, adaptability and response to climate change, weather and fertilisation over 75 years in the Czech Republic in comparison to some European countries. *Field Crop. Res.*, **85**, 167-190.
- CIAE (Cellule Intégration Agriculture et Environnement), 2017. Agriculture, changement climatique et agroenvironnement – Dossier de base et argumentaire. Louvain-la-Neuve, Belgique: UCL, Earth Life Institute & Natagriwal. ([https://www.natagriwal.be/sites/default/files/kcfinder/files/Autres\\_doc/Argumentaire\\_carbone\\_final.pdf](https://www.natagriwal.be/sites/default/files/kcfinder/files/Autres_doc/Argumentaire_carbone_final.pdf)).
- CIRAD, 2016. L'agriculture écologiquement intensive, Cirad 2009-2017, <http://www.cirad.fr/qui-sommes-nous/notre-strategie/axes-strategiques/agriculture-ecologiquement-intensive/resultats-de-recherche>, (06/11/17).
- Claeys W. et al., 2008. Exposure assessment of the Belgian population through fruit and vegetable consumption. *Food Addit. Contam.*, **25**(7), 851-863.
- Claeys W. et al., 2011. Exposure of several Belgian consumer groups to pesticide residues through fresh fruit and vegetable consumption. *Food Control*, **22**, 508-516.
- Coelho C., Pernollet F. & van der Werf H.M.G., 2016. Environmental Life Cycle Assessment of Diets with Improved Omega-3 Fatty Acid Profiles. *PLoS ONE*, **11**(8), doi:10.1371/journal.pone.0160397.
- Cohen J., 2003. Human Population: The Next Half Century. *Science*, **302**, 1172-1175.
- Collins A. & Fairchild R., 2007. Sustainable Food Consumption at a Sub-national Level: An Ecological Footprint, Nutritional and Economic Analysis. *J. Environ. Pol. Plan.*, **9**(1), 5-30.
- Consoglobe, 2016a. *L'agriculture cellulaire : une alternative plausible à l'élevage?*, [www.consoglobe.com/agriculture-cellulaire-alternative-elevage-cg#u32tHW3fCyReK5g4.99](http://www.consoglobe.com/agriculture-cellulaire-alternative-elevage-cg#u32tHW3fCyReK5g4.99), (24/09/2016).
- Consoglobe, 2016b. *La viande végétale, nouveau mets à la mode dans la Silicon Valley?*, <https://www.consoglobe.com/la-viande-vegetale-nouveau-met-la-mode-dans-la-silicon-valley-cg>, (06/09/2016).
- Costa M.H. & Pires G.F., 2010. Effects of Amazon and Central Brazil deforestation scenarios on the duration of the dry season in the arc of deforestation. *Int. J. Climatol.*, **30**, 1970-1979.

- Dammer K.H. & Adamek R., 2012. Sensor-Based Insecticide Spraying to Control Cereal Aphids and Preserve Lady Beetles. *Agron. J.*, **104**(6), 1694-1701.
- De Boer J. & Aiking H., 2011. On the merits of plant-based proteins for global food security: Marrying macro and micro perspectives. *Ecol. Econ.*, **70**(7), 1259-1265.
- De Cara S., Houzé M. & Jayet P. A., 2005. Methane and nitrous oxide emissions from agriculture in the EU: a spatial assessment of sources and abatement costs. *Environ. Res. Econ.*, **32**(4), 551-583.
- De Carné-Carnalet C., 2011. *Agriculture biologique – une approche scientifique*. Paris : France Agricole.
- De Ponti T., Rijk B. & Van Ittersum M.K., 2012. The crop yield gap between organic and conventional agriculture. *Agr. Syst.*, **108**, 1-9.
- Delvaux B., 2014. *Le sol, aux racines d'une Agriculture Intégrée*, <http://www.cra.wallonie.be/img/page/Conference/2014-09-25/delvaux-bruno.pdf>, (06/11/17).
- Des Marais D.L. & Juenger T.E., 2010. Pleiotropy, plasticity, and the evolution of plant abiotic stress tolerance. *Ann. New York Acad. Sci.*, **1206**, 56-79.
- Dethier S., 2013. *Les circuits courts, une solution d'avenir?* Bruxelles : CPCP. (<http://www.cpcp.be/etudes-et-prospectives/collection-au-quotidien/circuits-courts>).
- ECHA, 2017. *Glyphosate not classified as a carcinogen by ECHA*, ECHA/PR/17/06, <https://echa.europa.eu/-/glyphosate-not-classified-as-a-carcinogen-by-echa>, (06/11/17).
- EFSA, 2009. Review of the potential health impact of  $\beta$ -casomorphins and related peptides. Report of the DATEX Working Group on  $\beta$ -casomorphins. *EFSA Sci. Rep.*, **231**, 1-107.
- EFSA, 2012. Final review of the Seralini et al. (2012a) publication on a 2-year rodent feeding study with glyphosate formulations and GM maize NK603 as published online on 19 September 2012 in Food and Chemical Toxicology. *EFSA J.*, **10**(11), 2986.
- EFSA, 2015. Conclusion of the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance glyphosate. *EFSA J.*, **13**(11), 4302.
- EFSA. *Science indépendante*, <https://www.efsa.europa.eu/fr/topics/topic/independence>, (06/11/17).
- Ehler L.E., 2006. Integrated pest management (IPM): definition, historical development and implementation, and the other IPM. *Pest Manag. Sci.*, **62**(9), 787-789.
- Elkington J., 1994. Towards the Sustainable Corporation: Win-Win-Win Business Strategies for Sustainable Development. *Calif. Manag. Rev.*, **36**(2), 90-100. DOI: 10.2307/41165746.
- EPA, 2016. *Integrated Pest Management (IPM) Principles*, <https://www.epa.gov/safepestcontrol/integrated-pest-management-ipm-principles>, (06/11/17).
- EU, 2014. *Precision agriculture – An opportunity for EU farmers – Potential support with the CAP 2014-2020*. Bruxelles: Joint Research Centre (JRC) of the European Commission.
- Eurostat – Statistics Explained, 2015. *Agriculture – greenhouse gas emission statistics*, [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agriculture\\_-\\_greenhouse\\_gas\\_emission\\_statistics](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agriculture_-_greenhouse_gas_emission_statistics), (06/11/17).
- Ewen S.W.B. & Pusztai A., 1999. Effect of diets containing genetically modified potatoes expressing *Galanthus nivalis* lectin on rat small intestine. *The Lancet*, **354**(9187), 1353-1354.
- FAO, 2003. *Élaboration d'un cadre de bonnes pratiques agricoles*. In : *Comité de l'agriculture 17<sup>ème</sup> session*, 31 mars-4 avril 2003. Rome.
- FAO, 2014. *Organic Agriculture*. Rome: FAO. (<http://www.fao.org/organicag/oa-home/fr>).

- FAO, 2016. *Les avantages nutritionnels des légumineuses*. Rome: FAO.
- FIBL, 2015. *Growth continues: Global organic market at 72 billion US Dollars with 43 million hectares of organic agricultural land worldwide*, <http://www.fibl.org/en/media/media-archive/media-release/article/growth-continues-global-organic-market-at-72-billion-us-dollars-with-43-million-hectares-of-organic.html>, (06/11/17).
- France2, 2016. *OGM : le Burkina Faso va se passer du coton de Monsanto*, [http://www.francetvinfo.fr/economie/emploi/metiers/agriculture/ogm-le-burkina-faso-va-se-passer-du-coton-de-monsanto\\_1889731.html](http://www.francetvinfo.fr/economie/emploi/metiers/agriculture/ogm-le-burkina-faso-va-se-passer-du-coton-de-monsanto_1889731.html), (25/10/2016).
- Friel S. et al., 2009. Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: food and agriculture. *The Lancet*, **374**(9706), 2016-2025.
- FUSIONS – FP7 EU Project, 2016. *Reducing food waste through social innovation*. Stockholm: Fusion EU.
- Gerbens-Leenes P.W., Mekonnen M.M. & Hoekstra A.Y., 2013. The water footprint of poultry, pork and beef: A comparative study in different countries and production systems. *Water Resour. Ind.*, **1**, 25-36.
- Gerland P. et al., 2014. World population stabilization unlikely this century. *Science*, **346**(6206), 234-237.
- GFN – Global Footprint Network, 2016. *World Footprint*. ([http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/world\\_footprint/](http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/world_footprint/)) (08/05/2016).
- Gillot C. & Sven E., 2016. *Je suis agriculteur*. Neufchâteau, Belgique : Éditions Weyrich.
- Global.GAP, 2015. *Global.GAP ANNUAL REPORT 2015*. Cologne, Germany: Global.GAP.
- Gloria C., Nicolas D., Baratte E. & Vincent M.H., 2007. *Les vertus du non labour*, Réussir grandes cultures, 207. Paris : Réussir sa.
- Godfray H.C.J. et al., 2010. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science*, **327**(5967), 812-818.
- Green Eatz, n.d. *Food's Carbon Footprint*, <http://www.greeneatz.com/foods-carbon-footprint.html>, (06/11/17).
- Greiff J., 2014. *'Organic' Isn't Clean and It Isn't Toxin-Free*. Bloomberg view (US), <https://www.bloomberg.com/view/articles/2014-06-06/organic-isn-t-clean-and-it-isn-t-toxin-free>, (06/11/17).
- Griffon M., 2013. *L'agriculture écologiquement intensive*. Paris : QUAE. (<http://www.cirad.fr/qui-sommes-nous/notre-strategie/axes-strategiques/agriculture-ecologiquement-intensive/defis-pour-la-recherche>).
- Grunert K.G., 2005. Food quality and safety: consumer perception and demand. *Eur. Rev. Agric. Econ.*, **32**(3), 369-391.
- Guoji X.D., 2010. *Polémique. En Chine, le riz OGM a du mal à passer*, Courrier Sciences, <http://www.courrierinternational.com/article/2010/03/11/en-chine-le-riz-ogm-a-du-mal-a-passer>, (06/11/17).
- Guyomard H. (ouvrage collectif sous la direction de), 2013. *Vers des agricultures à hautes performances*. Volume 1. Paris : INRA.
- Haas G., Wetterich F. & Geier U., 2000. Life cycle assessment framework in agriculture on the farm level. *Int. J. Life Cycle Assess.*, **5**(6), 345.
- Hegyí J., Schwartz R. A. & Hegyí V., 2004. Pellagra: dermatitis, dementia, and diarrhea. *Int. J. Dermatol.*, **43**(1), 1-5.

- Hoekstra A.Y. & Mekonnen M.M., 2012. The water footprint of humanity. *PNAS*, **109**(9), 3232-3237.
- Holmgren D., 2011. *Permaculture: Principles and Pathways Beyond Sustainability*. East Meon, Hampshire, UK: Permanent Publications, The Sustainability Centre.
- Hooda P.S., Edwards A.C., Anderson H.A. & Miller A., 2000. A review of water quality concerns in livestock farming areas. *Sci. Tot. Environ.*, **250**(1), 143-167.
- Hoogenboom L.A.P. et al., 2008. Contaminants and microorganisms in Dutch organic food products: a comparison with conventional products. *Food Addit. Contam.*, **25**(10), 1195-1207.
- Hoppin J.A. et al., 2007. Pesticide use and chronic bronchitis among farmers in the Agricultural Health Study. *Am. J. Ind. Med.*, **50**(12), 969-979.
- IARC, 2015. Some Organophosphate Insecticides and Herbicides: Diazinon, Glyphosate, Malathion, Parathion, and Tetrachlorvinphos. *IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans*, **112**.
- IFOAM – International Federation of Organic Agriculture Movements, 1998. *Mar del Plata Declaration*, <https://www.ifoam.bio/en/communications-and-events/declarations>, (06/11/17).
- Ingram J., 2017. Look beyond production. *Nature*, **544**, S17.
- INSERM, 2013. *Pesticides – Effets sur la santé*. Paris : Les Éditions INSERM.
- Institute of Medicine & National Research Council, 2015. *A framework for assessing effects of the food system*. Washington, DC: The National Academies Press.
- IPES FOOD, 2016. *From Uniformity to Diversity – A paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems, Report 02, June 2016*. International Panel of Experts in Sustainable Food Production
- Jacome-Sosa M.M. et al., 2010. Increased hypolipidemic benefits of cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid in combination with trans-11 vaccenic acid in a rodent model of the metabolic syndrome, the JCR: LA-cp rat. *Nutr. Metab.*, **7**(1), 60.
- Jiang J.A. et al., 2013. Application of a web-based remote agro-ecological monitoring system for observing spatial distribution and dynamics of *Bactrocera dorsalis* in fruit orchards. *Precision Agric.*, **14**(3), 323-342.
- Kabir Z., 2005. Tillage or no-tillage: Impact on mycorrhizae. *Can. J. Plant. Sci.*, **85**(1), 23-29.
- Karhu K. et al., 2010. Temperature sensitivity of soil carbon fractions in boreal forest soil. *Ecology*, **91**(2), 370-376.
- Kern M., Noleppa S. & Schwarz G., 2012. Impacts of chemical crop protection applications on related CO<sub>2</sub> emissions and CO<sub>2</sub> assimilation of crops. *Pest Manage. Sci.*, **68**(11), 1458-1466.
- Kirchmann H., 1994. Biological dynamic farming — An occult form of alternative agriculture? *J. Agric. Environ. Ethics*, **7**(2), 173-187.
- Kortenkamp et al., 2012. Response to a critique of the European Commission Document, “State of the Art Assessment of Endocrine Disrupters” by Rhomberg and colleagues – letter to the editor. *Crit. Rev. Toxicol.*, **42**(9), 787-789.
- Lairon D., 2010. Nutritional quality and safety of organic food. A review. *Agron. Sustain. Dev.*, **30**, 33-41.
- Lammerts van Bueren E.T. et al., 2007. Organic agriculture requires process rather than product evaluation of novel breeding techniques. *NJAS Wageningen J. Life Sci.*, **54**, 401-412.

- Le Roux X. et al., 2008. *Agriculture et biodiversité. Valoriser les synergies. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport*. Paris : INRA.
- Lutz W. & Samir K.C., 2010. Dimensions of global population projections: what do we know about future population trends and structures? *Phil. Trans. R. Soc. B*, **365**, 2779-2791.
- Magdelaine C., 2014. La Russie interdit l'importation et la culture d'OGM sur son territoire, <http://www.notre-planete.info/actualites/4112-Russie-interdiction-OGM>, (05/07/2016).
- Marris C., 2001. Public views on GMOs: deconstructing the myths. *EMBO Rep.*, **2**(7), 545-548.
- Meissle M. et al., 2010. Pests, pesticide use and alternative options in European maize production: current status and future prospects. *J. Appl. Entomol.*, **134**(5), 357-375.
- Mercola, 2015. *Interview Dr W. Taheri: Soil Health and the Importance of Mycorrhizal Fungi, November 17, 2015*, <http://articles.mercola.com/sites/articles/archive/2015/11/17/mycorrhizal-fungi-soil-health.aspx>, (06/11/17).
- Miyake S. et al., 2012. Land-use and environmental pressures resulting from current and future bioenergy crop expansion: A review. *J. Rural Stud.*, **28**(4), 650-658.
- Moniteur Belge, 2009. *Arrêté ministériel du 2 février 2009 adaptant l'arrêté ministériel du 18 février 2008 portant certaines dispositions d'exécution relatives aux techniques de mesure de l'azote potentiellement lessivable et au «Survey surfaces agricoles» en application du chapitre IV de la partie réglementaire du Code de l'Eau*. (M.B. du 25/03/2009, p. 24029).
- Moniteur Belge, 2012. *Arrêté ministériel établissant les valeurs de référence des mesures d'azote potentiellement lessivable pour l'année 2011*. (M.B. 23.03.2012).
- MRW (Ministère de la Région Wallonne), 2006. Le programme de Gestion Durable de l'Azote (PGDA) change. Direction Générale de l'Agriculture. *Les Cahiers de l'Agriculture*, **42**.
- Notre-planète.info, 2014. *Les écolabels ou labels écologiques*, [https://www.notre-planete.info/ecologie/eco-citoyen/labels\\_ecologiques.php](https://www.notre-planete.info/ecologie/eco-citoyen/labels_ecologiques.php), (20/06/2014).
- Oliver M.J., 2014. Why we need GMO crops in agriculture. *Missouri Med.*, **111**(6), 493.
- OMS, 2016. Q&A on the carcinogenicity of the consumption of red meat and processed meat. (<http://www.who.int/features/qa/cancer-red-meat/fr/>).
- Osteen C.D. & Fernandez-Cornejo J., 2013. Economic and policy issues of US agricultural pesticide use trends. *Pest Manage. Sci.*, **69**(9), 1001-1025.
- Palupi E., Jayanegara A., Ploeger A. & Kahl J., 2012. Comparison of nutritional quality between conventional and organic dairy products: a meta-analysis. *J. Sci. Food Agric.*, **92**(14), 2774-2781.
- Pandey D. & Agrawal M., 2014. Carbon Footprint Estimation in the Agriculture Sector. In: Muthu S.S. (ed.), *Assessment of Carbon Footprint in Different Industrial Sectors*, Volume 1, DOI: 10.1007/978-981-4560-41-2\_2. Singapore: Springer.
- Paull J., 2011. Biodynamic Agriculture: The Journey from Koberwitz to the World, 1924-1938, *J. Org. Syst.*, **6**(1), 27-41.
- Peterson H.C., 2013. Sustainability: a Wicked Problem. In: Kebreab E. (ed.), *Sustainable Animal Agriculture*. Oxon, UK: CABI.
- Pochon A., 2003. *La prairie temporaire à base de trèfle blanc*. Édition 2012. Plérin, France : Éditions CEDAPA.
- Raustiala K. & Victor D.G., 1996. Biodiversity since Rio: the future of the Convention on Biological Diversity. *Environ. Sci. Policy for Sustainable Dev.*, **38**(4), 16-45.

- Raynolds L.T., 2004. The globalization of organic agro-food networks. *World Dev.*, **32**(5), 725-743.
- Reganold J.P. & Wachter J.M., 2016. Organic agriculture in the twenty-first century. *Nat. Plants*, **2**, 1-8.
- Réseau Biodiversité pour les Abeilles, 2015. *Bilan des suivis des mortalités d'abeilles par la DGAL (Ministère de l'Agriculture). Pathologies, mauvaises pratiques apicoles et famine : les véritables causes des mortalités d'abeilles clairement identifiées*. Communiqué de presse.
- Robert Koch Institute, 2011. *Technical report: EHEC/HUS O104 outbreak, Germany, May/June 2011*. Berlin, Germany: Robert Koch Institute.
- Rosenbloom C., 2017. *A diet rich in fruits and vegetables outweighs the risks of pesticides*. The Washington Post (US), [https://www.washingtonpost.com/lifestyle/wellness/a-diet-rich-in-fruits-and-vegetables-outweighs-the-risks-of-pesticides/2017/](https://www.washingtonpost.com/lifestyle/wellness/a-diet-rich-in-fruits-and-vegetables-outweighs-the-risks-of-pesticides/2017/,), (06/11/17).
- Samsel A. & Seneff S., 2013. Glyphosate's Suppression of Cytochrome P450 Enzymes and Amino Acid Biosynthesis by the Gut Microbiome: Pathways to Modern Diseases. *Entropy*, **15**(4), 1416-1463. DOI: 10.3390/e15041416.
- Satija A. et al., 2017. Healthful and Unhealthful Plant-Based Diets and the Risk of Coronary Heart Disease in US Adults. *J. Am. Coll. Cardiol.*, **70**(4), 411-422.
- Schieffer T. & Dillon T., 2013. Precision agriculture and agro-environmental policy. In: Stafford J.V. (ed). *Precision agriculture '13*. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Schulze E.D. et al., 2009. Importance of methane and nitrous oxide for Europe's terrestrial greenhouse-gas balance. *Nat. Geosci.*, **2**, 842-850. DOI: 10.1038/ngeo686.
- Séralini G.E. et al., 2014. Republished study: long-term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Environ. Sci. Eur.*, DOI: 10.1186/s12302-014-0014-5.
- Seufert V., Ramankutty N. & Foley J.A., 2012. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature*, **485**(7397), 229-232.
- Shrink that Footprint, 2014. *The carbon footprint of 5 diets compared – by Lindsay Wilson*, <http://shrinkthatfootprint.com/food-carbon-footprint-diet#fpoCgYRuwq8rz6Y4.99>, (06/11/17).
- Siddiqui Z.A. & Pichtel J., 2008. Mycorrhizae: an overview. In: Siddiqui Z.A., Akhtar M.S. & Futai K. (eds). *Mycorrhizae: sustainable agriculture and forestry*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Smith P. et al., 2008. Greenhouse gas mitigation in agriculture. *Philos. Trans. R. Soc. Biol. Sci.*, **363**(1492), 789-813.
- Smith R.G., Gross K.L. & Robertson G.P., 2008. Effects of crop diversity on agroecosystem function: crop yield response. *Ecosystems*, **11**(3), 355-366.
- Smith-Spangler C. et al., 2012. Are organic foods safer or healthier than conventional alternatives? A systematic review. *Ann Intern Med.*, **157**(5), 348-366.
- Soane B.D. et al., 2012. No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil Tillage Res.*, **118**, 66-87.
- SPW, 2013. *Programme Wallon de Réduction des Pesticides*. SPW – Service Public de Wallonie. Namur, Belgique : SPW Éditions.

- Stechemesser K. & Guenther E., 2012. Carbon accounting: a systematic literature review. *Journal Cleaner Prod.*, **36**, 17-38.
- Stuart T., 2009. *Waste: Uncovering the Global Food Scandal*. London: Penguin A.
- Terrena – La Nouvelle Agriculture, 2016. *L'Agriculture Écologiquement Intensive, comme socle technologique*, Terrena 2016, <http://www.terrena.fr/agriculture-ecologiquement-intensive/>, (06/11/17).
- TESCO, 2012. *Product Carbon Footprint Summary*. Dundee, Scotland: Tesco PLC.
- Testa M. et al., 2017. Ugly but tasty: A systematic review of possible human and animal health risks related to entomophagy. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **57**, 3747-3759.
- Thomas F., 2016. *La revue TCS et l'agroécologie*. In : Techniques Culturelles Simplifiées – Mars/avril/mai 2016.
- Tilman D. et al., 2001. Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science*, **292**(5515), 281-284.
- Tilman D. et al., 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, **418**(6898), 671-677.
- Tissier M.L. et al., 2017a. Diets derived from maize monoculture cause maternal infanticides in the endangered European hamster due to a vitamin B3 deficiency. *Proc. R. Soc. B.*, **284**(1847). DOI: 10.1098/rspb.2016.2168.
- Tissier M.L. et al., 2017b. How maize monoculture and increasing winter rainfall have brought the hibernating European hamster to the verge of extinction. *Sci. Rep.*, **6**, 25531.
- van der Mark M. et al., 2012. Is pesticide use related to Parkinson disease? Some clues to heterogeneity in study results. *Environ. Health Perspect.*, **120**(3), 340-347.
- Van Molle L. & Segers Y., 2016. Les agriculteurs. In : Vantemsche G., *Les classes sociales en Belgique : deux siècles d'histoire*. Bruxelles : Éditions CRISP.
- Vandenberghe C. et al., 2013. Contrôle de l'azote potentiellement lessivable dans le sol début de période de lixiviation. Établissement des valeurs de référence. *Base – Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **17**(S1), 231-236.
- Vanel M., 2014. *La viticulture en Wallonie : un projet économique viable?* Bruxelles : Le Soir, 22 septembre 2014.
- Vermeulen S.J., Campbell B.M. & Ingram J.S.I., 2012. Climate change and food systems. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, **37**, 195-222.
- WFP, 2015. *Who are the hungry?* *World Food Programme*, <http://www.wfp.org/hunger/who-are>, (06/11/17).
- Wikipedia, 2016. Empreinte eau, [https://fr.wikipedia.org/wiki/Empreinte\\_eau](https://fr.wikipedia.org/wiki/Empreinte_eau), (06/11/17).
- Wilcox C., 2011. *Mythbusting 101: Organic Farming > Conventional Agriculture*, <https://blogs.scientificamerican.com/science-sushi/httpblogsscientificamericancomscience-sushi20110718mythbusting-101-organic-farming-conventional-agriculture/#>, (06/11/17).
- Woodcock B.A. et al., 2017. Country-specific effects of neonicotinoid pesticides on honey bees and wild bees. *Science*, **356**, 1393-1395.
- Woodford K., 2011. Milk Proteins and Human Health: A1 Versus A2 Beta-Casein. *GPCE, 22 May 2011, Sydney*.
- Wyss U. et al., 2011. Les facteurs de réussite du foin séché en grange à partir de l'expérience suisse. *Fourrages*, **205**, 3-10.



L'agriculture d'aujourd'hui permet-elle encore de remplir les fonctions de production d'aliments sains et de qualité? Ou faut-il privilégier des systèmes alternatifs tels que les circuits courts et l'agriculture biologique?

Quel avenir pour l'agriculture locale? Vers quoi se dirige-t-on à l'échelle mondiale?

Les OGM ont-ils encore un rôle à jouer pour pouvoir faire face aux défis qui nous attendent? Nos méthodes d'élevage sont-elles durables? Comment gérer la problématique d'émission de gaz à effet de serre?

Ce premier ouvrage rédigé par des scientifiques œuvrant principalement dans le domaine de l'alimentation et de l'environnement a pour objectif d'apporter aux lecteurs des informations fiables, basées sur l'évidence scientifique, afin de les aider à trouver des réponses à des questions importantes qu'ils peuvent se poser. Dans un monde où il est de plus en plus difficile de trouver des informations correctes, non déformées par les nombreux groupes de pression qui chacun défendent leurs propres intérêts, il est bon de pouvoir prendre un peu de recul et entamer une réflexion en profondeur sur certains de ces grands problèmes ou enjeux de société.

«AgricultureS & Enjeux de société» constitue le premier tome de la collection «Le trèfle à quatre feuilles». Il sera suivi par trois autres ouvrages, portant sur des thématiques complémentaires que sont l'Alimentation, l'Environnement et la Santé. À l'image du trèfle à quatre feuilles, porte-bonheur et symbole de bonne fortune, la collection comprend donc quatre tomes, correspondant aux quatre folioles de notre talisman. Chacun d'entre eux a son importance et converge vers un objectif ultime : le bien-être de l'être humain vivant dans un environnement sain et se nourrissant de produits de qualité.

Dr Leo Goeyens détient un doctorat en sciences chimiques de la Vrije Universiteit Brussel. Il enseigne à la VUB et la KUL. Il gère actuellement l'entreprise Life and Chemistry Office (<http://lc-office.be/>).

Dr Ir Luc Pussemier est expert international en évaluation des risques sanitaires et environnementaux et dirige depuis 2013 le bureau de consultance «Safe Food Consult» situé à Louvain-la-Neuve (Belgique).