

Agriculture biologique

☞ Pour les articles homonymes, voir Label d'agriculture biologique et Label Agriculture biologique.

L'**agriculture biologique** est une méthode de produc-



Légumes cultivés en agriculture biologique.

tion agricole qui se caractérise par le refus de recourir aux produits chimiques de synthèse utilisés notamment par l'agriculture industrielle et intensive depuis le début du XX^e siècle. Cette méthode a pour objectif de mieux respecter le vivant et l'environnement^[1]. Elle vise à gérer de façon globale la production en favorisant l'agrosystème mais aussi la biodiversité, les activités biologiques des sols et les cycles biologiques^[2]. Elle s'oppose à l'agriculture dite « conventionnelle ». Plusieurs définitions assez voisines ont été proposées :

« L'agriculture biologique est un système de production qui maintient la santé des sols, des écosystèmes et des personnes. Elle s'appuie sur des processus écologiques, sur la biodiversité et sur des cycles adaptés aux conditions locales, plutôt que sur l'utilisation d'intrants ayant des effets néfastes. L'agriculture biologique allie la tradition, l'innovation et la science au bénéfice de l'environnement commun... »

— International Federation of Organic Agriculture Movements^[3]

« La production biologique est un système global de gestion agricole et de production alimentaire qui allie les meilleures pratiques environnementales, un haut degré de biodiversité, la préservation des ressources naturelles, l'application de normes élevées en matière de bien-

être animal et une méthode de production respectant la préférence de certains consommateurs à l'égard des produits obtenus grâce à des substances et des procédés naturels »

— Règlement (CE) N°834/2007 du Conseil de l'Union européenne^[4]

Définie depuis les années 1920, l'agriculture biologique est organisée à l'échelle mondiale depuis 1972 (International Federation of Organic Agriculture Movements - IFOAM) et reconnue depuis 1999 dans le Codex Alimentarius, un programme commun de la Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et de l'Organisation mondiale de la santé. À ce titre, il s'agit de l'une des formes les plus anciennement organisées d'agriculture durable^[2]. Au sein de ces dernières, l'agriculture biologique se caractérise notamment par le fait que l'épithète « biologique », ou son abréviation « bio » impliquent une certification, et que le mot est, souvent, légalement protégé. Plusieurs labels internationaux de reconnaissance de ce type d'agriculture ont été définis. Pour atteindre les objectifs du label, les agriculteurs biologiques doivent respecter des cahiers des charges et des normes qui excluent notamment l'usage d'engrais minéraux chimiques de synthèse et de pesticides de synthèse, ainsi que d'organismes génétiquement modifiés (OGM). Des pesticides sont autorisés en cas de besoin technique pour préserver la récolte.^[réf. nécessaire]

Depuis 1990, le marché des aliments et autres produits biologiques a augmenté rapidement, atteignant 63 milliards de dollars dans le monde en 2012^[5]. Cette demande s'est accompagnée d'une augmentation de la surface des terres agricoles destinées à l'agriculture biologique, celles-ci se sont développées au cours des années 2001 à 2011 à un taux moyen de 8,9 % par an^[6]. Dans le monde, plus de 37,2 millions d'hectares étaient consacrés à l'agriculture biologique à la fin de l'année 2011^[7], soit 0,9 % des terres agricoles des 162 pays pris en compte dans le calcul. L'agriculture biologique occupe près de 5 % de la superficie agricole utilisée de l'Union européenne^[8].

1 Fondements

Le mouvement de l'agriculture biologique s'est constitué en réaction à l'avènement de l'agrochimie, au milieu du XX^e siècle, et surtout au développement de l'usage des engrais minéraux issus de la chimie de synthèse, dans les

années 1930.

On considère usuellement comme ses fondateurs Albert Howard, Raoul Lemaire, Rudolf Steiner, Hans Müller (de) et Maria Müller (de), Hans Peter Rusch (de), et Masanobu Fukuoka, pour ne citer qu'eux.

L'apparition de l'agriculture biologique s'accompagne de nombreuses critiques sur l'évolution de la pratique agricole. Sont notamment critiqués :

- l'abandon d'une vision **holistique** (ou **holiste**) de la nature et de la croyance en une nature bienveillante ;
- le rejet des pratiques traditionnelles et du rôle prépondérant de l'**humus** (notamment pour Howard et Fukuoka) ;
- la dégradation des liens sociaux et des libertés paysannes, à la suite des restructurations du **XIX^e siècle** et du développement des grands groupes agro-industriels (Müller) ;
- le développement d'une vision **réductionniste** du monde et l'instrumentalisation de la nature aux dépens d'une relation plus **spirituelle** avec celle-ci, et le désenchantement qui accompagne ce rapport au monde (Steiner, Fukuoka) ;
- l'autorité d'une science agronomique confinée au laboratoire et détachée des réalités du terrain (Howard, Fukuoka) ;
- la prédominance des intérêts financiers et commerciaux dans la conception des exploitations agricoles et dans les développements technologiques, généralement aux dépens de la **fertilité du sol** (Howard, Müller, Fukuoka).

Le rejet des produits de synthèse dans la production agricole et la volonté de produire des aliments de meilleure qualité sont apparus plus tardivement^[9] ; ils constituent à l'heure actuelle les critères principaux pris en compte par les systèmes de labellisation.

L'appellation française *agriculture biologique* est apparue vers 1950 comme équivalent de l'expression anglaise *organic farming*, apparue une dizaine d'années plus tôt. Cette appellation fait référence au fait qu'en agriculture biologique la fertilisation du sol et la protection contre les parasites sont assurées par des processus biologiques, tandis que l'agriculture conventionnelle a recours aux intrants chimiques de synthèse (engrais, pesticides, hormones).

2 Mises en œuvre des systèmes d'agriculture biologique

« Une ferme biologique, à proprement parler, n'est pas celle qui utilise certaines méthodes et substances et évite d'autres, c'est une

ferme dont la structure imite la structure d'un système naturel qui a l'intégrité, l'indépendance et la dépendance bénigne d'un organisme »

— Wendell Berry, *The Gift of Good Land*

Des techniques spécifiques, ou empruntées à l'agriculture conventionnelle, sont utilisées :

- La **lutte biologique** et la **confusion sexuelle** protègent les cultures des parasites, et des insectes ravageurs, par exemple par l'emploi d'insectes entomophages.
- L'utilisation de certains produits phytosanitaires est autorisée en agriculture biologique (cuivre, soufre, pyréthrine, etc.),
- Les **cultures associées**, en combinant plusieurs espèces végétales sur une même parcelle, limitent la prolifération des parasites et ravageurs, la **Milpa** est un exemple.
- La **permaculture** est une méthode de conception qui permet de planifier les cultures, entre autres choses, de manière à exploiter au mieux les conditions climatiques et géographiques locales, et à maximiser les interactions entre les cultures.
- L'**agroforesterie** intègre les arbres aux exploitations agricoles.
- Les **techniques culturales simplifiées** limitent le travail du sol ; cette technique est difficile en agriculture biologique car elle augmente les risques de prolifération d'adventices.
- Le **semis direct** sous couvert permet de restituer au sol les nutriments prélevés, d'entretenir les bactéries permettant leur assimilation par les plantes, et de limiter le développement des adventices. Cette technique issue de l'**agriculture de conservation** est assez délicate en agriculture biologique à cause de la gestion des adventices, même si le risque est plus faible qu'avec les techniques culturales simplifiées (présence de paillis protecteur, mortalité plus importante des graines non désirées qui restent en surface).
- Le **compostage** et le **paillis** permettent de restituer les nutriments prélevés au sol, de limiter les méfaits des intempéries, et d'entretenir le développement de l'**humus**.
- Les **purins** qui sont avant tout des fertilisants, mais qui auraient aussi des effets sur les ravageurs.
- La **micro-agriculture biointensive**.
- L'**agriculture biodynamique** est une approche globale, avec son propre comité international.

- La culture sans labour et l'agriculture naturelle se concentre sur un minimum ou une absence de culture mécanique et de labour pour les cultures de céréales.

Les méthodes d'agriculture biologique combinent la connaissance scientifique de l'écologie et de la technologie moderne avec les pratiques agricoles traditionnelles basées sur des processus biologiques naturels. Les méthodes d'agriculture biologique sont étudiées dans le domaine de l'agroécologie. Alors que l'agriculture conventionnelle utilise des pesticides de synthèse et des engrais de synthèse purifiés solubles dans l'eau, les agriculteurs biologiques sont limités par la réglementation pour l'utilisation de pesticides et d'engrais naturels. Les principales méthodes de l'agriculture biologique comprennent la rotation des cultures, les engrais verts et de compost, la lutte biologique et la culture mécanique. Ces mesures utilisent l'environnement naturel pour améliorer la productivité agricole : des légumineuses sont plantées pour fixer l'azote dans le sol, les insectes prédateurs naturels sont encouragés, la rotation des cultures permet de confondre les ravageurs et de renouveler le sol, et des matériaux naturels tels que le bicarbonate de potassium^[10] et le paillis sont utilisés pour contrôler les maladies et les mauvaises herbes. Des plantes plus rustiques sont générées par la culture sélective des plantes plutôt que par le génie génétique.

Plusieurs des méthodes développées pour l'agriculture biologique ont été utilisées ensuite par l'agriculture conventionnelle. Par exemple, la lutte intégrée est une stratégie qui utilise diverses méthodes biologiques de lutte contre les ravageurs, auxquelles l'agriculture conventionnelle a également parfois recours^[11].

2.1 La diversité des cultures

La diversité des cultures est une caractéristique distinctive de l'agriculture biologique. L'agriculture conventionnelle se concentre le plus souvent sur la production de masse d'une culture en un seul endroit, une pratique appelée monoculture. La science de l'agroécologie a révélé les avantages de la polyculture (plusieurs cultures dans un même espace), qui est souvent mise en œuvre par l'agriculture biologique^[12]. Planter une variété de cultures maraîchères prend en charge un large éventail d'insectes bénéfiques, de micro-organismes du sol et d'autres facteurs qui ajoutent à la santé globale de l'exploitation. La diversité des cultures permet de protéger les espèces en voie d'extinction^[13].

2.2 La gestion des sols

L'agriculture biologique repose largement sur la décomposition naturelle de la matière organique, en utilisant des techniques comme engrais vert et compostage, pour

remplacer les nutriments extraits du sol par les cultures précédentes. Ce processus biologique, grâce à des micro-organismes tels que les mycorhizes, permet la production naturelle de nutriments dans le sol tout au long de la saison de croissance, et a été désigné comme « nourrir le sol pour nourrir la plante ». L'agriculture biologique utilise une variété de méthodes pour améliorer la fertilité du sol : la rotation des cultures, les cultures de couverture, le travail réduit du sol, et l'application de compost. En réduisant le travail du sol, le sol n'est pas inversé et exposé à l'air ; moins de carbone est perdu dans l'atmosphère. Cela a un avantage supplémentaire par la séquestration du carbone qui permet de réduire l'effet de serre et aide à inverser le changement climatique.

Les plantes ont besoin d'azote, de phosphore et de potassium, ainsi que des micronutriments et des relations symbiotiques avec des champignons et autres organismes pour s'épanouir. Mais obtenir suffisamment d'azote au bon moment, lorsque les plantes en ont le plus besoin, est un défi pour les agriculteurs biologiques, qui doivent gérer cette synchronisation^[14]. La rotation des cultures et l'engrais vert (« plantes de couverture ») contribuent à fournir de l'azote grâce aux légumineuses (plus précisément, la famille des Fabacées) qui fixent l'azote de l'atmosphère par symbiose avec des bactéries rhizobium. La culture associée, qui est parfois utilisée pour le contrôle des insectes et des maladies, peut également augmenter les nutriments du sol, mais la concurrence entre les légumineuses et les cultures peut être problématique et l'espacement entre les lignes de culture est nécessaire. Les résidus de récolte peuvent être charriés dans le sol, et différentes plantes laissent différentes quantités d'azote, ce qui pourrait aider la synchronisation^[14]. Les agriculteurs biologiques utilisent également le fumier animal, certains engrais transformés comme la farine de graines et diverses poudres minérales telles que le phosphate de roche et le sable vert, une forme naturelle de la potasse qui fournit du potassium. Ensemble, ces méthodes aident à contrôler l'érosion. Dans certains cas, le pH doit être modifié. Il existe des modificateurs du pH naturel comme la chaux et le soufre, mais aux États-Unis certains composés tels que le sulfate de fer, le sulfate d'aluminium, le sulfate de magnésium, et les produits solubles de bore sont autorisés dans l'agriculture biologique^[15].

Les exploitations mixtes avec bétail et cultures peuvent opérer comme des « ley farms », par lesquelles les terres accumulent de la fertilité par la croissance des graminées fourragères fixatrices d'azote comme le trèfle blanc ou la luzerne et sur lesquelles poussent des cultures de rente ou de céréales lorsque la richesse du sol est établie. Les fermes sans bétail peuvent trouver qu'il est plus difficile de maintenir la fertilité du sol, et peuvent s'appuyer davantage sur les intrants externes comme les engrais importés ainsi que les légumineuses à grains et engrais verts, bien que les légumineuses à grains peuvent fixer l'azote de façon limitée car ils sont récoltés. Les exploitations horticoles (fruits et légumes) qui opèrent dans des condi-

tions protégées sont souvent encore plus dépendantes des intrants extérieurs croissants^[14].

La recherche biologique du sol et des organismes du sol s'est avérée bénéfique à l'agriculture biologique. Variétés de bactéries et de champignons décomposent les produits chimiques, les matières végétales et déchets d'animaux en éléments nutritif qui rendent le sol plus productif pour les récoltes à venir^[16]. Les champs avec peu ou pas de fumier montrent une baisse considérable des rendements, due à une diminution de la faune microbienne du sol^[17].

2.3 La gestion des mauvaises herbes

La gestion des mauvaises herbes de façon biologique favorise la suppression des mauvaises herbes, plutôt que l'élimination, en intensifiant la concurrence des cultures et des effets phytotoxiques sur les mauvaises herbes^[18]. Les agriculteurs biologiques intègrent des tactiques culturelles, biologiques, mécaniques, physiques et chimiques pour combattre les mauvaises herbes sans herbicides synthétiques.

Les normes biologiques exigent la rotation des cultures annuelles^[19], ce qui signifie qu'une seule culture ne peut pas être cultivée au même endroit sans une autre, la culture intermédiaire. La rotation des cultures biologiques comprend souvent des cultures de couverture avec des cycles de vie différents pour décourager les mauvaises herbes associées à une culture particulière^[18]. La recherche est en cours pour développer des méthodes biologiques pour promouvoir la croissance de micro-organismes naturels qui suppriment la croissance ou la germination des mauvaises herbes communes^[20].

D'autres pratiques culturelles utilisées pour améliorer la compétitivité des cultures et réduire la pression des mauvaises herbes comprennent la sélection de variétés de cultures compétitives, la plantation à haute densité, l'espacement des rangs serrés, et les semis tardifs dans un sol chaud pour favoriser la germination rapide des cultures^[18].

Les pratiques de désherbage mécaniques et physiques utilisés sur les fermes biologiques peuvent être regroupées comme suit^[21] :

- Le labour - Tourner le sol entre les cultures pour incorporer les résidus de culture et additifs ; enlever les mauvaises herbes existantes et préparer un lit de semence pour la plantation ; tourner le sol après le semis pour tuer les mauvaises herbes, y compris l'utilisation de motoculteur.
- La tonte et la coupe – Coupe de la partie supérieure des mauvaises herbes.
- Le désherbage au feu et le désherbage thermique - Utilisation de la chaleur pour tuer les mauvaises herbes.

- Le paillage – Blocage des mauvaises herbes avec des matières organiques, films plastiques, ou tissu du paysage^[22].

Certains critiques, citant les travaux publiés en 1997 par David Pimentel de l'Université Cornell^[23], qui décrit une épidémie de l'érosion des sols dans le monde entier, pensent que le travail du sol contribue à l'épidémie d'érosion^[24]. La FAO et d'autres organisations ont préconisé une approche « sans labour » pour à la fois l'agriculture classique et biologique, et souligne en particulier que les techniques de rotation des cultures utilisées en agriculture biologique sont excellentes pour l'approche sans labour^{[24]. [25]}. Une étude publiée en 2005 par Pimentel et ses collègues^[26] confirme que « La rotation des cultures et cultures de couverture (engrais vert) typique de l'agriculture biologique réduit l'érosion des sols, les problèmes de ravageurs, et l'utilisation des pesticides. « Certains produits chimiques d'origine naturelle sont autorisés pour une utilisation herbicide. Il s'agit notamment de certaines formulations d'acide acétique (vinaigre concentré), du gluten de maïs, et des huiles essentielles. Quelques bioherbicides sélectifs fondés sur les agents pathogènes fongiques ont également été développés. Pour le moment, cependant, les herbicides biologiques et bioherbicides jouent un rôle mineur dans la boîte à outils de contrôle biologique contre les mauvaises herbes^[21].

Les mauvaises herbes peuvent être contrôlées par le pâturage. Par exemple, des oies ont été utilisées avec succès pour éliminer les mauvaises herbes dans des cultures biologiques de coton, de fraise, de tabac et de maïs^[27], et ont relancé la pratique de garder les oies Cotton Patch, qui étaient communes dans le sud des États-Unis avant les années 1950. De même, certains riziculteurs introduisent des canards et des poissons dans les rizières humides pour manger les mauvaises herbes et les insectes^[28].

2.4 Contrôle d'autres organismes

Articles détaillés : Lutte biologique et Lutte intégrée.

Les organismes, autres que les mauvaises herbes, qui causent des problèmes dans les fermes biologiques sont des arthropodes (insectes, acariens), des nématodes, des champignons et des bactéries. Les pratiques biologiques comprennent, mais ne sont pas limitées à :

- encourager les insectes prédateurs bénéfiques pour lutter contre les ravageurs en installant des plants de pépinière et / ou un habitat alternatif, généralement sous la forme d'un brise-vent, haies, ou banque de coléoptères ;
- encourager les micro-organismes bénéfiques ;
- rotation des cultures à différents endroits d'une année à l'autre pour interrompre les cycles de reproduction des ravageurs ;



Compteur d'insectes

- semer des cultures de compagnie et les plantes repoussantes qui découragent ou détournent les ravageurs ;
- couvrir les rangées pour protéger les cultures pendant les périodes de migration de ravageurs ;
- utiliser des pesticides et herbicides biologiques ;
- utiliser l'assainissement pour éliminer l'habitat des ravageurs ;
- utiliser des pièges à insectes pour surveiller et contrôler les populations d'insectes ;
- utiliser des barrières physiques.

Les insectes bénéfiques prédateurs comprennent les punaises, et dans une moindre mesure, les coccinelles (qui ont tendance à s'envoler), qui tous mangent un large éventail d'organismes nuisibles. Les chrysopes sont également efficaces, mais ont tendance à s'envoler. Les mantes religieuses ont tendance à se déplacer plus lentement et à moins manger. Les guêpes parasitoïdes ont tendance à être efficace pour leur proie choisie, mais comme tous les petits insectes peuvent être moins efficaces à l'extérieur parce que le vent perturbe leur mouvement. Les acariens prédateurs sont efficaces pour lutter contre d'autres acariens^[15].

Les substances autorisées dans la lutte biologique par la réglementation du label AB sont réparties en sept catégories :

- les substances actives d'origine animale ou végétale (purin d'ortie, huiles végétales, pyréthrinés, etc.) ;
- les micro-organismes ;
- les substances produites par des micro-organismes ;
- les substances à utiliser uniquement dans des pièges ou des distributeurs (par exemple phéromones et certains pyréthrinés) ;

- les préparations à disperser en surface entre les plantes cultivées (molluscicides) ;
- les autres substances traditionnellement utilisées dans l'agriculture biologique (notamment cuivre, soufre, huile de paraffine, etc.) ;
- les autres substances telles que l'hydroxyde de calcium et le bicarbonate de potassium.

Les insecticides, dérivés naturellement, autorisés pour une utilisation sur les fermes biologiques comprennent *Bacillus thuringiensis* (une toxine bactérienne), le pyréthre (un extrait de chrysanthème), le spinosad (un métabolite bactérien), le margousier (un extrait d'arbre) et la roténone (un extrait de racine). Moins de 10 % des agriculteurs biologiques utilisent ces pesticides régulièrement ; une enquête a montré que seulement 5,3 % des producteurs de légumes en Californie utilisent la roténone tandis que 1,7 % utilisent le pyréthre^[29]. Ces pesticides ne sont pas toujours plus sûrs ou respectueux de l'environnement que les pesticides synthétiques et peuvent causer des dommages^[15]. Le principal critère pour les pesticides biologiques, c'est qu'ils sont d'origine naturelle, et certaines substances d'origine naturelle sont controversées. Les pesticides naturels controversés comprennent la roténone^[30], le cuivre, le sulfate de nicotine, et pyréthrinés^{[31],[32]}. La roténone et le pyréthre sont particulièrement controversés parce qu'ils attaquent le système nerveux, comme la plupart des insecticides conventionnels. La roténone est extrêmement toxique pour les poissons^[33] et peut induire des symptômes ressemblant à la maladie de Parkinson chez les mammifères^{[34],[35]}. La roténone^[30] était autorisée jusqu'au 10 octobre 2008^[36]. Bien que le pyréthre (pyréthrinés naturelles) soit plus efficace contre les insectes lorsqu'il est utilisé avec du butoxyde de pipéronyle (qui retarde la dégradation des pyréthrinés)^[37], les normes biologiques ne permettent généralement pas l'utilisation de cette dernière substance^{[38],[39],[40]}.

Les fongicides autorisés pour une utilisation sur les fermes biologiques comprennent les bactéries *Bacillus subtilis* et *Bacillus pumilus* ; et le champignon *Trichoderma harzianum*. Ils sont principalement efficaces contre les maladies affectant les racines. Le thé de compost contient un mélange de microbes bénéfiques, qui pourrait attaquer ou supplanter certaines pathogènes des plantes^[41], mais la variabilité des formulations et des procédés de préparation peuvent contribuer à des résultats incohérents ou même la croissance dangereuse de microbes toxiques dans les thés de compost^[42].

Certains pesticides d'origine naturelle ne sont pas autorisés pour une utilisation sur les fermes biologiques. Ceux-ci comprennent le sulfate de nicotine, l'arsenic et la strychnine^[43].

Les pesticides de synthèse autorisés pour une utilisation sur les fermes biologiques comprennent les savons insecticides et les huiles horticoles pour la ges-

tion des insectes, la bouillie bordelaise, l'hydroxyde de cuivre et de bicarbonate de sodium pour la gestion des champignons^[43]. Le sulfate de cuivre et la bouillie bordelaise (sulfate de cuivre avec chaux), approuvés pour une utilisation biologique dans différents pays^{[38],[39],[43]} ont fait l'objet de critiques^{[44],[45]}. La bouillie bordelaise, utilisée entre autres en viticulture et arboriculture fruitière biologiques et conventionnelles, est autorisée malgré sa toxicité pour l'environnement. Des préoccupations similaires s'appliquent à l'hydroxyde de cuivre. L'application répétée de sulfate de cuivre ou de l'hydroxyde de cuivre comme fongicide peuvent éventuellement provoquer une accumulation de cuivre à des niveaux toxiques dans le sol^[46], et des avertissements, pour éviter l'accumulation excessive de cuivre dans le sol, apparaissent dans diverses normes biologiques et ailleurs. Les préoccupations environnementales sur plusieurs types d'organismes vivants se posent à des taux moyens d'utilisation de ces substances pour certaines cultures^[47]. Dans l'Union européenne, où le remplacement des fongicides à base de cuivre dans l'agriculture biologique est une priorité de la politique^[48], la recherche est en quête d'alternatives pour la production biologique^[49].

Certains agriculteurs biologiques utilisent des insecticides naturels. Le neem^[50] et le tourteau de ricin sont interdits en France mais utilisés par certains agriculteurs bio^[51]; le neem est en vente libre dans les jardinerie. L'huile de neem, est connue pour provoquer des effets hormonaux chez les insectes^[52] et sur les rats^[53].

Les agriculteurs biologiques préfèrent maintenir les équilibres de la faune auxiliaire (y compris les bousiers nécessaires au recyclage rapide des excréments animaux dans le sol^[54]) en favorisant la faune utile et les prédateurs naturels plutôt qu'éliminer indistinctement toute activité animale, même si l'usage autorisé de roténone n'est pas très sélectif.

Ces produits ne sont pas forcément anodins. « Naturel » ne veut pas dire « sans danger ». Ces produits sont d'ailleurs utilisés pour leur efficacité. La supériorité du profil environnemental des pesticides autorisés par le label AB par rapport aux pesticides de synthèse ne fait pas l'unanimité^[55]. Si certains pesticides naturels se dégradent plus rapidement que des produits de synthèse ayant le même usage, d'autres comme le soufre et le cuivre ne sont pas biodégradables. En théorie on trouverait *a priori* moins de déchets dans la nature en agriculture biologique, mais ceci n'est pas encore confirmé, les études prenant rarement en compte les résidus de pesticides employés dans l'agriculture biologique. Les aliments issus d'une agriculture labellisée AB contiennent moins de pesticides de synthèse^[56] mais n'en sont pas toujours exempts, la présence de résidus dans cette agriculture est courante^[57] à cause du non-respect de la législation.

L'utilisation de produits phytosanitaires autorisés par le label AB n'exempte pas l'apporteur, y compris le jardinier amateur, des précautions exigées pour les produits

de synthèse. Dans les deux cas, il est important de lire les étiquettes de produits utilisés et d'appliquer les recommandations.

2.5 Élevage

Cette section est vide, insuffisamment détaillée ou incomplète. Votre aide est la bienvenue !

L'élevage d'animaux pour la production de viande, de produits laitiers et d'œufs, est une activité agricole qui fait partie intégrante de l'agriculture biologique. Les fermes biologiques fournissent aux animaux des conditions de vie plus respectueuse du bien-être animal que l'agriculture conventionnelle. L'usage d'antibiotiques et de médicaments vétérinaires en général y est réglementé. L'alimentation des animaux doit être intégralement issue de cultures biologiques.

Aux États-Unis, il n'y a aucune exigences sur le plan de la protection des animaux pour qu'un produit puisse être désigné comme biologique, il s'agit d'un écart par rapport aux autres pratiques agricoles biologique^[58].

En outre, historiquement la force des chevaux et du bétail étaient utilisés pour le labour, leur fumier était utilisé pour l'enrichissement des sols. Alors qu'aujourd'hui, les petites fermes ne comprennent pas de bétail, les animaux domestiqués sont une partie souhaitable de l'équation de l'agriculture biologique, en particulier pour une véritable durabilité, la capacité d'une ferme de fonctionner comme une unité auto-suffisante est primordiale.^[réf. nécessaire]

2.5.1 Porcs

La caudectomie est interdite dans les élevages porcins labellisés agriculture biologique en France^[59]. Cela s'explique par une recherche du bien-être animal plus poussée qu'en élevage conventionnel, ainsi que par une nécessité moindre de prévenir la caudophagie^[60]. En effet, dans ce mode de production il est obligatoire de laisser un espace plus important aux animaux ainsi qu'un accès à l'extérieur, les porcs peuvent alors exprimer les comportements propres à leur espèce et souffrent moins de troubles du comportement, comme la caudophagie.

2.5.2 Bovins

Cette section est vide, insuffisamment détaillée ou incomplète. Votre aide est la bienvenue !

2.5.3 Volailles

Cette section est vide, insuffisamment détaillée ou incomplète. Votre aide est la bienvenue !

2.5.4 Poissons

Cette section est vide, insuffisamment détaillée ou incomplète. Votre aide est la bienvenue !

2.6 La modification génétique

Articles détaillés : Aliment génétiquement modifié, Plante génétiquement modifiée et Débat sur les organismes génétiquement modifiés.

Une caractéristique clé de l'agriculture biologique est le rejet de plantes et d'animaux génétiquement modifiés. Le 19 octobre 1998, les participants au 12^e Congrès scientifique de l'IFOAM ont publié la Déclaration de Mar del Plata, où plus de 600 délégués de plus de 60 pays ont voté à l'unanimité d'exclure l'utilisation d'organismes génétiquement modifiés dans la production alimentaire et l'agriculture.

Par contre la culture sélective des plantes et l'élevage sélectif des animaux sont autorisés, ces techniques permettent de sélectionner les plantes et les animaux les plus aptes pour l'agriculture biologique, de la même manière qu'elles ont été utilisés en agriculture conventionnelle pour optimiser les rendements. Cette sélection est primordiale pour l'agriculture biologique pour permettre de trouver les combinaisons de plantes les plus adaptées et pour augmenter les rendements.

Bien que l'opposition à l'utilisation de toutes les technologies transgéniques dans l'agriculture biologique est forte, les chercheurs agricoles Luis Herrera-Estrella et Ariel Alvarez-Morales continuent de préconiser l'intégration des technologies transgéniques dans l'agriculture biologique comme moyen optimal de l'agriculture durable, en particulier dans le monde en développement^[61], comme le fait l'auteur et scientifique Pamela Ronald, qui considère ce genre de biotechnologie comme étant compatible avec les principes biologiques^[62].

Bien que les OGM soient exclus de l'agriculture biologique, le pollen des plantes génétiquement modifiées peut contaminer les semences biologiques et patrimoniales, ce qui rend difficile, voire impossible, d'interdire à ces génomes d'entrer dans la chaîne des aliments biologiques. Le risque de contamination est fonction de la réglementation des organismes génétiquement modifiés appliquée par chaque pays.

3 Standards et Législation

Article détaillé : Label d'agriculture biologique.

La commercialisation des produits agricoles biologiques est réglementée par des labels de qualité publics ou privé, et définie légalement par de nombreux pays. Ces réglementations donnent des critères de certification variables, généralement basées sur les normes de la Fédération internationale des mouvements d'agriculture biologique (IFOAM)^[63], association internationale coordonnant les organisations actives dans le secteur bio, en 2005 elle a créé les principes de l'agriculture biologique, une directive internationale pour les critères de certification^[64]. Les cahiers des charges des labels ne portent pas sur la qualité des produits, mais sur le respect de l'environnement. On parlera aussi d'achats durables pour les clients (entreprises, entités publiques et particuliers) achetant des produits biologiques. Il existe aussi des labels autres plus stricts (Bioprogrès, ...). En général, les organismes accréditent des groupes de certification plutôt que des exploitations individuelles.

En 1927, le label Demeter est le premier label certifiant les produits issus de l'agriculture biologique. Il est utilisé dans plus de 50 pays dans le monde^[65].

Dès les années 1970, des associations privées certifiaient des producteurs biologiques. Dans les années 1980, les gouvernements ont commencé à élaborer des lignes directrices pour la production biologique. Dans les années 1990, une tendance vers des normes imposées par la loi a commencé, notamment avec en 1991 avec l'EU-Ecoregulation^[66] développé pour l'Union européenne, qui a établi des normes pour 12 pays, et un programme de 1993 au Royaume-Uni.

Le programme de l'UE a été suivi par un programme japonais en 2001, et en 2002 les États-Unis a créé le National Organic Program (NOP)^[67]. En 2007, plus de 60 pays réglementent l'agriculture biologique (IFOAM 2007 : 11).

3.1 Dans l'Union européenne

Article détaillé : Label bio de l'Union européenne.

Au sein de l'Union européenne, le premier règlement sur l'agriculture biologique est entré en vigueur en 1992, et a ensuite été progressivement complété et ajusté. Les règlements 834/2007 et 889/2008 et leurs annexes s'appliquent obligatoirement à tout agriculteur qui veut être reconnu comme agriculteur biologique par l'Union Européenne. Il est soumis à des contrôles de leur bonne application chaque année^[68].

Ils fournissent les règles relatives à la production, l'étiquetage et l'inspection en matière d'élevage, et précisent quels sont les objectifs et les principes de l'agriculture biologique, tout en établissant les niveaux de compétences en matière de législation bio.

Les règles de base sont l'interdiction d'utiliser des engrais et pesticides ou herbicides de synthèse.

Ces règlements ne prévoient pas de seuil spécifique pour les **organismes génétiquement modifiés (OGM)**. En conséquence, c'est le seuil applicable en agriculture conventionnelle, qui est de 0,9 %, qui reste d'application pour les produits bio. Au-delà de ce seuil, la réglementation générale oblige à mentionner la présence d'OGM sur les étiquettes, provoquant donc le déclassement automatique de produits bio qui contiendrait accidentellement des substances d'OGM. Cela signifie qu'en cas de contamination à un taux situé entre le seuil de détection (qui est de l'ordre de 0,1 %) et le taux de 0,9 %, un organisme de contrôle n'est pas dans l'obligation de retirer le certificat bio du produit^[69].

Le régime particulier des importations de produits labellisés Agriculture Biologique en provenance des pays tiers fait l'objet d'un règlement séparé : la **Commission européenne** établit progressivement des listes d'équivalence entre le standard de l'UE et celui de pays tiers ou celui employé par des organismes de contrôle opérant en dehors de l'UE.

3.1.1 En France



Logo français de l'agriculture biologique.

En 1964, *Nature & progrès* devient le premier label réglementant l'agriculture biologique en France. En 1985, le ministère de l'Agriculture définit sa propre réglementation, plus souple, avec le label AB, et conditionne l'appellation commerciale « agriculture biologique » à l'obtention de ce label^[70]. Ce label devient bientôt pré-

dominant dans l'agriculture biologique française. Depuis 2009, ses critères sont alignés sur le label bio européen.

3.2 Au Québec

Au Québec, depuis 2002, l'appellation biologique est protégée par des exigences strictes. Le Conseil des appellations réservées et des termes valorisants (CARTV) a été mis sur pied par le gouvernement du Québec le 6 novembre 2006, en vue de l'application de la Loi sur les appellations réservées et les termes valorisants. Une liste des organismes de certification accrédités ou reconnus au Québec est disponible sur le site du CARTV. Depuis le 1^{er} janvier 2012, le cahier des charges relatif aux produits issus du mode de production biologique comprend un référentiel de certification basé sur les exigences techniques de la Norme biologique du Canada (NBC).

4 L'agriculture biologique dans le monde

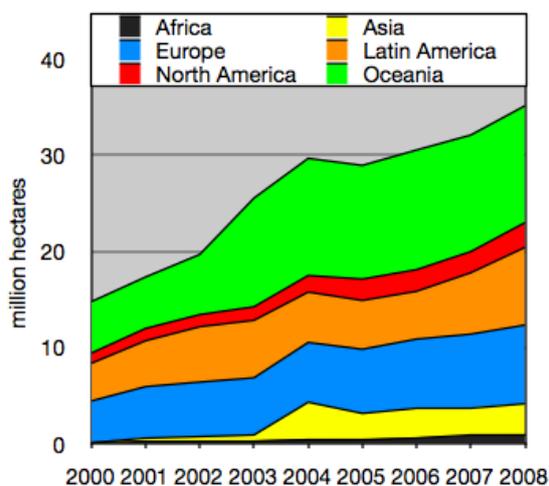
Une *Conférence internationale ONU/FAO* de mai 2007^[71] sur l'agriculture biologique et la sécurité alimentaire a conclu qu'à l'échelle mondiale, l'agriculture biologique, si elle est soutenue par une volonté politique, peut :

- Contribuer à la **sécurité alimentaire**, dont celle des pays riches également menacés par l'épuisement des énergies fossiles, les changements climatiques et certaines faiblesses de la chaîne alimentaire ;
- Atténuer les impacts de nouveaux problèmes, tels que les changements climatiques, grâce à une fixation améliorée du **carbone du sol** et une meilleure **résilience** ;
- Renforcer la **sécurité hydrique**, par exemple la qualité de l'eau, de moindres besoins en irrigation, la **restauration humique du sol**, de meilleurs rendements en cas de **stress hydrique** dû aux aléas climatiques ;
- Protéger l'**agrobiodiversité**, et en garantir un usage durable ;
- Renforcer la **suffisance nutritionnelle**, par la diversification accrue des aliments biologiques ;
- Stimuler le **développement rural**, notamment dans des zones où le seul choix est la main d'œuvre, grâce aux ressources et savoirs locaux.

Le Président de la Conférence a souhaité la constitution d'un réseau international de recherche et de vulgarisation en faveur de l'agriculture biologique et des sciences agroécologiques, en estimant que plus d'argent et moyens publics devraient y être consacrés. Il estime aussi que les mêmes règles devraient être appliquées à tous.

Toutefois, le directeur général de la FAO, Jacques Diouf, a fait le point sur la confusion entretenue sur cette conférence et la position de la FAO. En effet, s'il constate que l'agriculture biologique peut contribuer à la lutte contre la faim dans le monde, il n'en reste pas moins que selon lui, seule l'utilisation de produits phytosanitaires chimiques ou de synthèse, de manière judicieuse, est à même de la combattre^[72].

5 Impact économique



Surface cultivée bio par continent (2000-2008)

En 2001, la valeur du marché des produits biologiques certifiés a été estimée à 20 milliards de dollars. En 2002, elle était de 23 milliards de dollars et en 2007 de plus de 46 milliards de \$^[73]. En 2012, le marché a atteint 63 milliards de dollars dans le monde^[5].

La surface cultivée mondiale était évaluée fin 2010 à 37,3 millions d'hectares, avec de fortes variations régionales.

5.1 Au Québec

Un nombre croissant^[75] d'agriculteurs au Québec se tournent vers l'agriculture biologique pour répondre à la demande des consommateurs. Plusieurs organismes de certification agissent officiellement au Québec, l'organisme Québec Vrai^[76], Garantie bio/Écocert, Letis S.A., Organic Crop Improvement Association (OCIA), Pro-Cert Organic Systems Ltd et Quality Assurance International (QAI).

5.2 En Suisse

Le bio a connu un bel essor^[77], en grande partie grâce aux grandes surfaces. Le label le plus connu est le « Bourgeon ». Les productions sont contrôlées uniquement par Bio.inspecta (un organisme indépendant) depuis

le 1^{er} janvier 2007. Ce label est réputé pour être un des plus stricts d'Europe.

Les Suisses ont dépensé en moyenne 160 CHF en 2005^[78], ce qui fait d'eux les plus gros consommateurs mondiaux de produits biologiques. En 2006, environ 11 % des exploitations agricoles sont certifiées « bio »^[79]. Le marché biologique a commencé à stagner pour la première fois en 2005. On explique ce recul par un cahier des charges trop strict ou encore par les baisses de prix dans les grandes surfaces^[80]. Malgré cela, les responsables du Bourgeon sont restés optimistes lors des 25 ans de Bio Suisse le 18 août 2006 et pensent que la qualité est supérieure et en rapport avec leur prix.

La Politique agricole 2011 devra permettre à une exploitation de bénéficier d'un label bio, même si les parcelles ne sont pas toutes cultivées en bio. Bio suisse, qui détient le label Bourgeon, conteste cet assouplissement^[81].

5.3 Dans l'Union européenne

5.3.1 Politique agricole commune

Les réformes de la PAC des années 1999/2000 ont profondément modifié le soutien à l'agriculture en Europe. Les agriculteurs sont désormais tenus de respecter certaines normes environnementales de base pour pouvoir bénéficier des aides publiques. Ils sont également soumis au respect du principe de pollueur-payeur. Au-delà des normes de base, ceux qui mettent en œuvre des techniques plus favorables à l'environnement et au respect de la nature —comme l'agriculture biologique— peuvent recevoir une aide supplémentaire, mais cela n'a rien d'automatique. Ce sont les mesures agro-environnementales, qui proposent de rémunérer les agriculteurs souscrivant à des engagements allant au-delà des bonnes pratiques agricoles^[83]. En particulier, la pratique de l'agriculture biologique permet de percevoir des primes à l'hectare ainsi que des aides aux investissements. Ces actions devraient tendre à favoriser l'adoption de pratiques d'agriculture biologique, mais elles relèvent de programmes de développement rural (PDR) qui sont décidés par chacun des 27 États membres (ou par les régions). L'ensemble du dispositif des aides au bio est donc très variable d'un pays à l'autre.

Par exemple, les aides à la conversion en Autriche sont de l'ordre de 450 euros par hectare. En France, l'aide est accordée sur une période de cinq ans et varie selon les cultures :

- 100 euros par hectare et par an pour une surface en prairie permanente ;
- 200 euros par hectare et par an pour une surface en prairie temporaire, céréales et oléo-protéagineux ;
- 350 euros par hectare et par an pour une surface en culture légumière ;

- 600 euros par hectare et par an en maraîchage.

En France, les agriculteurs bio peuvent bénéficier d'une aide au maintien. Ces aides sont cumulables avec les aides accordées à l'agriculture conventionnelle. Il existe, de plus, de nombreux programmes locaux d'aides à l'agriculture biologique et un crédit d'impôt réservés aux agriculteurs « biologiques »^[84].

Depuis l'adoption du règlement européen de 1992, de nombreuses exploitations se sont converties à ce nouveau type de production agricole.

Le nouveau règlement européen sur le *bio* est entré en vigueur en 2009 sans modifier ces dispositifs.

5.3.2 Production

4,7 % de la superficie agricole utilisée de l'UE-27 fin 2009 (8,6 millions d'hectares, 209 111 exploitations agricoles) était consacrée à l'agriculture biologique, mais avec de fortes variations de surface selon les pays. En 2009, la consommation de produits alimentaires bio dans l'Union européenne a été estimée à 17,3 milliards d'euros, dont un tiers en Allemagne. 72 % des produits bio (en valeur) sont consommés dans quatre pays : l'Allemagne, la France, le Royaume-Uni et l'Italie. En moyenne, les budgets alloués par les ménages pour les achats de produits bio sont les plus élevés au Danemark (139 € en 2009 et 150 € en 2010) et en Autriche (104 € en 2009). En 2009, la part des achats de produits bio dans l'ensemble des achats alimentaires était de 8 % en Autriche et de 7,2 % au Danemark (7,9 % en 2010)^[85]. En France, la part du marché de l'alimentation bio dans l'alimentation totale a atteint 2 % en 2010^[86].

Surface (en Bio) par pays^[85] : la plus grande était en 2009 en Espagne (1,6 million d'hectares, soit 18,6 % du total de l'UE-27), devant l'Italie et l'Allemagne (respectivement 1,1 et 0,95 million d'hectares chacun, soit 12,8 % et 11 %). En 2014, la surface en France est de 1,1 million d'hectares ce qui représente 5,5% des terres cultivées^[87].

Pourcentage de la surface agricole utilisée^[85] : l'Autriche était en 2009 en tête avec 18,5 %, suivie de la Suède (12,5 %), l'Estonie avec 10,5 %. Les taux les plus faibles étaient mesurés à Malte (0,25 %), en Bulgarie (0,4 %) et en Irlande (1,2 %).

Pourcentage des exploitations en bio, dans l'UE25 : 1,6 % en 2005

Surface moyenne des exploitations bio dans l'UE-27, en 2007^[88] : elle est supérieure à celle d'une exploitation moyenne conventionnelle. 38 ha par exploitation certifiée biologique, contre 13 ha par exploitation moyenne.

Évolution : la part des cultures cultivées en bio est passée de 3,2 % fin 2001 (UE-15) à 4,7 % fin 2009. La part de la surface en cours de conversion dans le total des surfaces cultivées en bio, varie fortement, de moins de 10 % au Danemark (1 %), aux Pays-Bas (4 %), en Finlande (8 %)

et en Suède (9 %) à plus de 80 % à Malte (100 %), Chypre (87 %) ou en Lettonie (83 %), pays où le développement de la certification bio est plus récent.

5.3.3 En Allemagne

L'Allemagne est un pays leader dans le domaine de l'agriculture biologique. Fin 2007, 5,1 % des surfaces cultivées étaient consacrées à ce type de culture, et le chiffre d'affaires des produits issus de l'agriculture biologique s'élevait à presque 4 milliards d'euros^[91]. Fin 2011, le cap du million d'hectares a été franchi, avec 7,5 % des exploitations agricoles allemandes et 6,1 % de la SAU certifiées *bio* (22 506 fermes sur 1 022 718 ha de SAU ; les 2/3 des exploitations bio sont dans le Sud du pays (Bavière et Baden-Württemberg). 33 905 producteurs, transformateurs et importateurs bénéficiaient d'une certification bio fin 2011^[92].

5.3.4 En Belgique

En 2008, la part belge de la superficie européenne cultivée en bio était de 36 000 ha, soit 0,5 % de la superficie totale consacrée à l'agriculture biologique^[93]. En 2010 elle était de 41 354 ha^[94].

En 2010, la taille moyenne des exploitations biologiques était de 40,5 ha/exploitation, à comparer à une taille moyenne de 30,8 ha/exploitation (bio et non-bio)^[94]. En 2007, la part de la superficie en cours de conversion dans la superficie totale consacrée à l'agriculture biologique était de 14,0 %^[note 1].

5.3.5 En France

Article détaillé : Agriculture biologique en France.

En France, l'Association française pour l'agriculture biologique (AFAB), est fondée en 1962. Dans les années 1970, un mouvement sociétal de retour à la nature favorise le développement de modes de productions biologiques.

Le terme *agriculture biologique* est légalement protégé en France depuis la loi d'orientation agricole du 4 juillet 1980 et le décret du 10 mars 1981, lesquels l'ont définie, et ont fixé les conditions d'homologation des cahiers des charges et précisé les substances pouvant être utilisées dans la production, la conservation et la transformation des produits agricoles dits biologiques.

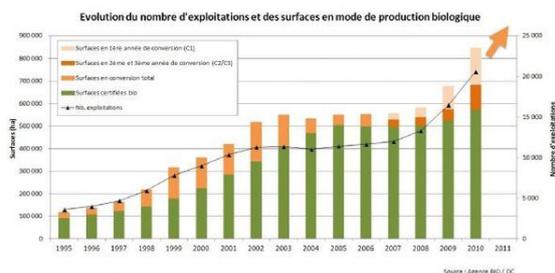
La consommation d'aliments issus de l'agriculture biologique a progressé de près de 10 % en moyenne par an entre 1999 et 2005, puis de 30 % entre 2006 et 2010, pour représenter 3,38 milliard d'euros en 2010 selon l'Agence française pour le développement et la promotion de l'agriculture biologique (Agence bio)^[95].

En 2010, le marché français des produits alimentaires biologiques s'élevait à 3,38 milliard d'euros, le poste le plus important étant celui de l'épicerie et des boissons, qui totalise 828 millions d'euros. Mais l'ensemble des produits vendus aux rayons crèmerie – produits laitiers (269 millions d'euros), lait (249 millions) et œufs (209 millions) – représentent eux-mêmes 21,5 % de la consommation des aliments bio, avec un total de 727 millions d'euros^[96].

L'agriculture biologique française représente 8 % de l'agriculture biologique européenne en 2009^[97].

En 2013, la surface agricole utile (SAU) exploitée selon le mode biologique rassemblait 1 031 568 ha, dont 130 000 ha en conversion ; soit 3,93 % de la SAU française.

En 2010, la surface agricole utile (SAU) exploitée selon le mode biologique rassemblait 845 440 ha, dont 273 626 ha en conversion ; soit 3,1 % de la SAU française avec de grandes disparités selon les secteurs (vignoble : 6 %, fruits : 10 %, grandes cultures : 1,5 %). Le nombre des exploitations bio a rapidement augmenté, passant de 3 602 producteurs certifiés en 1995 à 11 900 en 2007, puis 20 604 en 2010, puis 25 467 en 2013. Entre 2009 et 2010, 4 160 agriculteurs supplémentaires ont été recensés^[98].



Agence Bio - Chiffres clés édition 2011

Le « fond Avenir Bio » géré par l'Agence Bio, a pour objet de financer avec un appel à projet annuel, la structuration des filières de production biologiques en France.

Un plan « Agriculture biologique : horizon 2012 », a été initié à la suite du Grenelle de l'environnement, avec un objectif de 6 % de la SAU pour la surface agricole biologique à l'horizon 2012, ce qui implique de tripler les surfaces en bio en 2009^[99].

En 2014, avec 5,5 % de ses surfaces agricoles et 1,1 million d'hectares cultivés en bio, la France a dépassé l'Allemagne et affiche la troisième surface bio d'Europe, derrière l'Espagne et l'Italie^[87], et le marché français des produits biologiques s'élevait à 5 milliards d'euros, soit une progression de 10% sur cette l'année.

5.4 Prix

Les aliments biologiques sont souvent plus chers que ceux produits par l'agriculture conventionnelle.

6 Impact social

6.1 Tissu humain et rural

Les pratiques culturales de l'agriculture biologiques (par exemple le désherbage à la main et l'élevage en plein air) sont plus intensives en main-d'œuvre que celles de l'agriculture conventionnelle : l'agriculture biologique augmente le nombre d'actifs par unité de surface (+ 20 à 30 %^[100]) et permet de diminuer l'exode rural en améliorant la viabilité à long terme des exploitations et l'image des paysans ; elle revitaliserait le tissu socio-économique local, en contribuant au « développement rural »^[101].



Un champ « bio »

Elle améliore l'image de l'agriculture, qui dès lors n'est plus considérée comme polluante.

L'agriculture biologique serait liée à une préférence pour les productions locales et les circuits courts, soit par les normes (exemple : autoproduction obligatoire d'une part de l'alimentation des animaux), soit par conviction des producteurs. Néanmoins, elle se diffuse assez lentement dans le milieu agricole professionnel et reste marginale (1 exploitant sur 20 en 2013).

Nombreuses sont les collectivités territoriales à favoriser activement l'agriculture biologique, notamment en imposant l'utilisation de produits issus de l'agriculture biologique dans les cantines.

7 Nutrition et santé

7.1 Perception dans la population

Les usagers de l'agriculture biologique soutiennent communément que l'alimentation issue de l'agriculture biologique est plus saine au niveau nutritif. Par exemple en France un sondage de 2009 montre que 90 % de la population pensent que les produits biologiques sont « plus naturels car cultivés sans produits chimiques », 81 % pensent qu'ils sont « meilleurs pour la santé », et 74 %

pensent que les « qualités nutritionnelles des aliments [sont] mieux préservées »^[102].

7.2 Aspects nutritionnels

Article détaillé : Aliment biologique.

Les études scientifiques les plus récentes montrent des différences significatives au niveau nutritionnel. Dans la plus grande étude en son genre^{[103],[104]} datant du 15 juillet 2014, une équipe internationale composée de 18 experts internationaux dirigés par l'Université de Newcastle, Royaume-Uni, a montré que les aliments à base de plantes cultivées biologiquement contiennent jusqu'à 60 % d'antioxydants essentiels de plus que pour les aliments issus de cultures conventionnelles. L'analyse de 343 études, sur les différences de composition entre les cultures biologiques et conventionnelles, a constaté que le passage à la consommation de fruits, légumes et céréales bio permet de fournir des antioxydants supplémentaires (équivalent à 1-2 portions supplémentaires de fruits et légumes par jour). Cette étude, publiée dans la revue *British Journal of Nutrition*, montre également des niveaux significativement plus faibles de métaux lourds toxiques dans les aliments biologiques. Le cadmium, qui est l'un des trois seuls contaminants métalliques avec plomb et le mercure pour lesquels la Commission européenne a établi des niveaux maximaux admissibles de contamination dans les aliments, a été retrouvé à des niveaux inférieurs d'environ 50 % dans les cultures biologiques que dans celles classiquement cultivées. La concentration de ces produits en nitrates et nitrites était également inférieure (de 30 % et 87 % respectivement) dans les aliments biologiques. La nocivité des nitrates a été mise en cause par un livre concluant non seulement à leur innocuité mais leur prêtant même des vertus^[105]. Cette étude n'a toutefois jamais été confirmée par aucun travail de recherche ultérieur et l'Organisation mondiale de la santé recommande toujours de limiter leur consommation^[106]. D'autres études ont montré une différence significative pour la concentration en pesticides entre produits issus de l'agriculture biologique et produits conventionnels^[107]. Ces effets ont pu aussi être mesurés directement sur les consommateurs de produits issus de l'agriculture biologique : des enfants alimentés avec des produits biologiques ont vu la concentration en pesticides dans leurs urines rapidement baisser à des niveaux non détectables^[108].

Les études scientifiques plus anciennes ne montrent pas de différences significatives au niveau nutritionnel^{[109],[110],[111],[112],[113],[114]}, mais les fruits et légumes biologiques tendent à porter moins de résidus de pesticides^[115]. Une étude de 2009 des effets potentiels sur la santé, réalisée pour l'Agence britannique des normes alimentaires (Food Standards Agency), a analysé onze articles et conclu : « en raison des données limitées et très variables disponibles, et d'inquiétude sur la fiabilité

de certains résultats rapportés, il n'existe actuellement aucune preuve d'un avantage pour la santé de consommer des aliments biologiques comparé aux denrées alimentaires produits de manière conventionnelle. Il convient de noter que cette conclusion se rapporte sur la base des données actuellement disponibles sur la teneur en nutriments des denrées alimentaires, et comporte des limitations dans la conception et la comparabilité des études »^[116]. Des études individuelles ont considéré une variété d'impacts possibles sur la composition des aliments. L'une d'elle conclut que les fruits et légumes biologiques contiennent moins de résidus agrochimiques que ceux cultivés de manière traditionnelle, mais que l'importance de cette différence est discutable^[117].

Selon une méta-analyse (compilation critique d'études) de l'Université de Stanford regroupant 200 études sur 40 ans conclue à l'absence de différence nutritionnelle entre aliment conventionnel et issu de l'agriculture biologique^[118]. Néanmoins il remarque que les fruits et légumes conventionnels tendent à porter plus de résidus de pesticides, et que la viande conventionnelle est plus contaminée par des bactéries résistantes aux antibiotiques^[115].

Parallèlement à ces études, d'autres montrent que les produits biologiques peuvent contenir certains nutriments en plus grand quantité. Par exemple, le lait biologique contient plus d'acides gras oméga 3^[119] ou ses fruits et légumes ont des teneurs en flavanoïdes (protecteur des vaisseaux sanguins) plus élevées^[120].

Les études sont contradictoires : il est impossible de conclure de façon générale^[121], les différences sont supposées minimales et très dépendantes des méthodes agricoles qui restent très différentes les unes des autres au-delà des labellisations. Le 11 octobre 2013 l'INRA a réalisé un rapport intitulé « Vers des agricultures à hautes performances » <ref group="Rapport INRA "Vers des agricultures hautes performances"><http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Etudes/Toutes-les-actualites/Rapport-Agricultures-hautes-performances#</ref>>. Ce rapport compare les agricultures biologique et conventionnelle, notamment sur un plan agronomique. Dans ce rapport, les auteurs estiment que les différences entre les produits issus des agricultures biologique et conventionnelle sont « globalement peu différents »^[122].

7.3 Impact sur la santé

L'agriculture biologique élimine un certain nombre de risques sanitaires induits par l'usage ou l'abus de certains intrants chimiques, mais elle introduit des facteurs de risque liés à certaines pratiques. Ainsi l'absence de recours aux herbicides peut favoriser les contaminations par des plantes toxiques. En France, en septembre et octobre 2012, de la farine de sarrasin biologique est contaminée par des graines de datura^[123]. 32 personnes seront in-

toxiquées, dont 8 hospitalisées^[124]. Les graines ayant la même taille elles ne peuvent être séparées par tamisage. Sans herbicides, la contamination ne peut être évitée que par arrachage manuel et repérage visuel^[125].

Les aliments biologiques sont contraints aux mêmes normes sanitaires que les autres.

7.3.1 Mycotoxines et pathogènes

L'interdiction de certains fongicides voire certains insecticides chimiques augmenterait le risque de présence de mycotoxines dans les aliments. Cependant les pratiques culturales privilégiées par l'agriculture biologique semblent limiter ces contaminations^[126].

L'emploi de fertilisants organiques, quasiment obligatoire en agriculture biologique et de moins en moins utilisé en agriculture conventionnelle, peut amener des germes pathogènes pour l'homme ; l'épidémie de gastro-entérite et de syndrome hémolytique et urémique de 2011 en Europe, qui a fait 47 morts, dont des graines germées biologiques étaient à l'origine illustre ce risque, même si l'enquête n'a pas permis de comprendre l'origine de la contamination.

7.3.2 Pesticides

L'agriculture biologique supprime des nuisances liées aux pesticides de synthèse que ce soit pour les nappes phréatiques ou les eaux de surface, la faune et celles supposées pour l'Homme. Selon une étude de Générations Futures, une ONG fortement liée au Syndicat National des transformateurs de produits naturels et de culture biologique^[127], il y a 223 fois moins de résidus de pesticides dans les aliments bio^[128]. Par ailleurs, une agriculture sans l'utilisation de pesticides n'expose pas ses producteurs à des maladies^[129], telles que celle de Parkinson, reconnue en 2012 comme maladie professionnelle pour les agriculteurs exposés aux pesticides^[130].

Le label AB n'interdit que les produits de synthèses, les produits naturels et minéraux sont autorisés, certains sont reconnus pour leur dangerosité (roténone, cuivre, pyréthres) pour l'environnement et l'humain. Le cuivre, indispensable à un grand nombre de cultures biologiques, est un métal lourd qui stérilise les sols.

7.3.3 Antibiotiques

Certains labels d'agriculture biologique restreignent l'usage des antibiotiques. Le label AB les autorise sous certaines conditions^[131]. Ils doivent faire l'objet d'une prescription par un vétérinaire, qui ne l'accorde qu'en cas de maladie bactérienne. L'usage comme facteur de croissance dans l'agriculture, qu'elle soit conventionnelle ou biologique, est interdit dans l'Union européenne depuis 2006^[132].

7.3.4 Cancers

Aucune étude^[133] n'a mise en évidence un taux de cancer plus faible chez les consommateurs de produits biologiques, une fois que les autres facteurs (diversité de l'alimentation, consommation d'alcool et de tabac, activités physiques) sont pris en compte. Même si les agriculteurs utilisateurs de produits phytosanitaires peuvent dans certains cas avoir plus de cancer^[134], quoique cela fasse débat dans le cas des agriculteurs en France^[135], l'étude AgriCan montre au contraire une incidence du cancer plus faible, sans doute attribuée à une meilleure hygiène de vie (moins de tabac, d'alcool et plus d'exercice physique). Les organismes de lutte contre le cancer conseillent une alimentation riche en fruits et légumes, quels que soient leurs modes de production^[136].

7.3.5 Testostérone et hormones

Certains pesticides imitent les hormones femelles. En plus l'agriculture bio interdit l'utilisation d'hormones artificielles utilisées pour manipuler les cycles de reproduction. Si les hormones de croissance sont interdites en UE depuis 1988, l'usage d'hormones sexuelles pour décaler des mises bas ou débloquent des cycles sexuels est d'usage courant en élevage d'ovins^[137]. Aucune étude n'a montré un danger lié à la consommation d'animaux ayant reçu ces hormones.

Si les aliments bio présentent un avantage par leur plus faible teneur en antibiotiques et en pesticides, consommer des aliments conventionnels qui respectent les limites de résidus ne présente pas de danger connu. Toutes les études qui montrent l'intérêt de manger beaucoup de fruits et légumes, donc a priori de s'exposer plus fortement aux résidus, ont été faites avec des aliments conventionnels. Les aliments biologiques sont plus exposés aux risques de contenir des biotoxines et mycotoxines toxiques pour l'homme, même si ce risque est contrôlé.

8 Externalités

L'agriculture occasionne des externalités négatives (coûts non compensés) pour la société lorsqu'elle est source de pollution par les pesticides et les infiltrations de produits azotés notamment, ou lorsque l'eau qu'elle consomme n'est pas facturée. Des externalités positives existent également, à travers la contribution de certaines activités agricoles à l'entretien des paysages. Les méthodes biologiques réduisent les coûts liés à la pollution^[138]. En 2000, les coûts non compensés pour 1996 ont atteint 2 343 millions de livres sterling ou 208 livres par hectare^[139]. Une étude des pratiques aux États-Unis publiée en 2005 a conclu que les terres cultivées coûtent à l'économie environ 5 à 16 milliards de dollars (30 \$ à 96 \$ par hectare), alors que les coûts de production de l'élevage de 714 millions de dollars^[140]. Les deux études ont recommandé de

réduire les externalités. L'examen de 2000 incluait les intoxications déclarées dues aux pesticides, mais ne comprenait pas d'estimation des effets chroniques des pesticides sur la santé, et l'examen de 2004 reposait sur une estimation de 1992 de l'impact total des pesticides.

Il a été proposé que l'agriculture biologique puisse réduire le niveau de certaines externalités négatives de l'agriculture (conventionnelle). Savoir si les avantages sont publics ou privés dépend de la division des droits de propriété^[141].

Dans le cas des effets environnementaux de l'agriculture sur la biodiversité et le réchauffement climatique, la supériorité de l'agriculture biologique n'est pas établie, car les rendements agricoles plus faibles de cette technique obligent à cultiver une superficie plus grande pour une même quantité de produit ; cela réduit d'autant l'espace disponible pour les animaux sauvages et les forêts (les forêts permettent de stocker le carbone). En revanche, l'agriculture biologique est généralement moins intensive en énergie et rejette moins de substances polluantes dans l'environnement ; comme la production d'énergie est un facteur important de réchauffement climatique tandis que la pollution, notamment par les pesticides, affecte la biodiversité, l'impact global du choix du mode d'agriculture selon ces deux critères est ambigu.

Plusieurs enquêtes et études ont tenté d'examiner et de comparer les systèmes conventionnels et biologiques de l'agriculture et ont constaté que les techniques biologiques, tout en n'étant pas sans danger, sont moins dommageables que les conventionnelles, car elles réduisent moins les niveaux de biodiversité que les systèmes conventionnels, utilisent moins d'énergie et produisent moins de déchets lorsque calculé par unité de surface^{[142],[143]}. Toutefois ce résultat ne peut pas être généralisé à l'ensemble des cultures si on rapporte l'effet sur la biodiversité à la quantité produite^{[144],[145]}.

Une enquête de 2003-2005 menée par l'Université de Cranfield pour le ministère de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires rurales du Royaume-Uni a constaté qu'il est difficile de comparer le potentiel de réchauffement global (GWP), l'acidification et les émissions d'eutrophisation, mais « la production biologique se traduit souvent par une augmentation des charges, de facteurs tels que le lessivage de l'azote et les émissions de N_2O », même si la consommation d'énergie primaire est inférieure pour la plupart des produits biologiques. N_2O est toujours le plus grand contributeur de gaz à effet de serre sauf pour les tomates. Cependant, « les tomates biologiques entraînent toujours plus de charges (sauf pour l'utilisation des pesticides) ». Certaines émissions étaient plus faibles « par surface », mais l'agriculture biologique nécessite toujours 65-200 % plus de surface que l'agriculture non biologique. Les chiffres sont les plus élevés pour le blé tendre (200 % de plus) et les pommes de terre (160 % de plus)^[146].

8.1 Émissions de gaz à effet de serre

En tant que forme d'agriculture qui doit s'occuper de la qualité du sol (au lieu de dépendre des produits de synthèse), l'agriculture biologique peut fixer plus de carbone (selon une étude, 28 %^[147]) au sein du sol que la conventionnelle. Cela permettrait une réduction de la teneur de dioxyde de carbone dans l'atmosphère^{[148],[149]}.

La production d'engrais est responsable de 1,2 % d'émissions à effet de serre globales^[150]. On attribue 1 % d'émissions globales de dioxyde de carbone à la production d'ammoniac, dont la plupart devient des engrais à base d'azote^[151]. Une parcelle cultivée de manière biologique émet ainsi moins de gaz à effet de serre liés aux engrais.

Si le bilan par unité de surface est favorable à l'agriculture biologique, les différences de rendements doivent être également pris en compte. Dans certains domaines où les rendements sont nettement plus faibles pour l'agriculture biologique, l'agriculture conventionnelle reprend l'avantage comme pour l'élevage. Selon un calcul effectué par l'Institut Hudson, l'élevage biologique du porc demande 25% de surface supplémentaire mais celui du bœuf demande jusqu'à 3 fois plus de surface^[152]. À l'inverse, pour les cultures où les rendements sont semblables, comme le maïs, le bilan est favorable à l'agriculture biologique^[153].

L'agriculture biologique peut aussi avoir des effets sur le réchauffement climatique à travers une plus grande production de méthane par les animaux élevés selon cette technique. La comparaison d'une ferme laitière conventionnelle dans le Wisconsin et d'une ferme en Nouvelle-Zélande où les animaux paissent en profondeur a révélé une plus grande production de gaz à effets de serre dans cette dernière^[154]. Utilisant les émissions agricoles totales par kg de lait produit en tant que paramètre, les chercheurs ont montré que la production de méthane à partir des éructations était plus élevée dans la ferme en Nouvelle-Zélande, tandis que la production de dioxyde de carbone était plus élevée dans la ferme du Wisconsin. La production de l'oxyde nitreux, un gaz ayant un potentiel de réchauffement de la planète d'environ 310 fois celui du dioxyde de carbone, est également plus élevée dans la batterie de Nouvelle-Zélande. Le dégagement de méthane du fumier a été similaire dans les deux types d'exploitations. L'explication de la découverte se rapporte aux différents régimes alimentaires utilisés dans ces fermes, en se basant de façon plus complète sur le fourrage (et donc plus fibreux) en Nouvelle-Zélande et contenant moins concentré que dans le Wisconsin. Les régimes fibreux favorisent une plus grande proportion d'acétate dans l'intestin des ruminants, ce qui entraîne une augmentation de la production de méthane qui doit être libéré par éructation. Lorsque les bovins sont soumis à un régime contenant des aliments concentrés (comme le maïs et le tourteau de soja), en plus de l'herbe et d'ensilage, le modèle de la fermentation ruminale se modifie de l'acétate au propio-

nate en grande partie. Avec comme résultat une réduction de la production de méthane. Capper et al. ont comparé l'impact environnemental de la production laitière des États-Unis en 1944 et 2007^[155], ils ont calculé que l'« empreinte carbone » par milliard de kg de lait produit en 2007 était de 37 pour cent celle de la production de lait équivalent en 1944.

8.2 Nitrates

Selon une méta-analyse de 71 études, l'agriculture biologique permet une infiltration de produits azotés de 4,4 à 5,6 fois inférieure à ce que l'on observe en agriculture conventionnelle et présente un meilleur potentiel de dénitrification des sols et de reconstitution de la matière organique^[156].

Un excès de nutriments dans les lacs, les rivières et les eaux souterraines peuvent causer la prolifération d'algues, l'eutrophisation, et ultérieurement des zones mortes. En outre, les nitrates, par eux-mêmes, sont nocifs pour les organismes aquatiques^[157]. La France est régulièrement condamnée par l'Union européenne pour la mauvaise qualité de ses eaux et la pollution aux nitrates^[158].

8.3 Pesticides

Contrairement aux fermes conventionnelles, la plupart des fermes biologiques évitent en grande partie les pesticides de synthèse^[159]. Certains pesticides nuisent à l'environnement ou, avec une exposition directe, la santé humaine. Les enfants peuvent être plus à risque que les adultes lors d'une exposition directe, car la toxicité des pesticides est souvent différente chez les enfants et les adultes^[160].

Les cinq principaux pesticides utilisés dans l'agriculture biologique sont Bt (une toxine bactérienne), la pyréthrine, la roténone^[161], le cuivre et le soufre^[162]. Moins de 10 % des agriculteurs bio utilisent des insecticides botaniques sur une base régulière, 12 % utilisent du soufre et 7 % utilisent des composés à base de cuivre^{[163],[164]}. La réduction et l'élimination de l'utilisation des pesticides chimiques est techniquement difficile. Les pesticides biologiques sont souvent complémentaires d'autres stratégies de lutte contre les ravageurs.

Les préoccupations écologiques se concentrent principalement autour de l'utilisation des pesticides, car 16 % des pesticides mondiaux sont utilisés pour la production de coton^[165].

Le ruissellement est l'un des effets les plus néfastes de l'utilisation des pesticides. Le Service de la conservation des ressources naturelles de l'USDA assure le suivi des effets sur l'environnement de la contamination de l'eau et a conclu : « les politiques de pesticides de la nation au cours des vingt-six dernières années ont réussi à réduire le risque environnemental global, malgré une légère aug-

mentation de la superficie plantée et le poids des pesticides appliqués. Néanmoins, il y a encore des régions du pays où il n'existe aucune preuve de progrès, et des zones où les niveaux de risque pour la protection de l'eau potable, les poissons, les algues et les crustacés restent élevés »^{[166],[167]}.

8.4 Biodiversité

De nombreux organismes bénéficient de l'agriculture biologique, mais il est difficile de savoir si les méthodes biologiques confèrent des avantages plus importants que les programmes classiques agro-environnementaux intégrés^[168]. Presque toutes les espèces naturelles observées dans les études comparatives de la pratique des terres agricoles montrent une préférence pour l'agriculture biologique à la fois par l'abondance et la diversité^{[168][169]}. En moyenne 30 % d'espèces en plus habitent sur les fermes biologiques^[170]. Les oiseaux, les papillons, les microbes du sol, les coléoptères, les vers de terre^[171], les araignées, la végétation, et les mammifères sont particulièrement concernés. L'absence d'herbicide et de pesticide améliore la biodiversité et de la densité de la population^[169]. De nombreuses espèces de mauvaises herbes attirent les insectes bénéfiques qui améliorent la qualité des sols et se nourrissent d'organismes nuisibles^[172]. Les micro-organismes du sol bénéficient de l'augmentation des populations de bactéries du aux engrais naturels comme le fumier, et à la réduction de l'apport en herbicide et en pesticide^[168]. L'augmentation de la biodiversité, en particulier des microbes bénéfiques pour le sol et des mycorhizes, a été proposée comme mécanisme pour expliquer les rendements élevés enregistrés par certaines parcelles biologiques, en particulier à la lumière des différences observées dans une comparaison de 21 ans de cultures biologiques et de contrôle^[173].

La biodiversité de l'agriculture biologique fournit du capital à l'homme. Les espèces trouvées dans les fermes biologiques améliorent la durabilité en réduisant les interventions humaines (par exemple, les engrais, les pesticides)^[174].

En interdisant les insecticides de synthèse, l'agriculture biologique protégerait les abeilles. Une première étude^[175] a trouvé que des résidus de néonicotinoïdes réduiraient la croissance et la production de reines de bourdons terrestre (moins de 85 %^[176]). Une seconde étude^{[177],[178]} simulant une contamination du nectar montrerait une réduction du taux de retour des butineuses. Ces travaux ont néanmoins été mis en doute^{[179],[180],[181]} à cause du traitement statistique des résultats et des doses utilisés.

9 Rendements agricoles

9.1 Rendements par unité de surface

Pour juger des rendements de l'agriculture biologique trois types de données sont disponibles :

- Les rendements de référence au niveau national et international.
- Les rendements en condition contrôlée, réalisés par des scientifiques. Ces chiffres sont souvent comparés au rendement de référence et annonce des résultats 20 à 30 % inférieurs. Pour autant ces performances sont très difficiles à réaliser chez les agriculteurs.
- La production alimentaire nette, le label AB contraignant parfois à des cultures non productives pour améliorer la fertilité du sol ou désherber, et font aussi face à des pertes de culture beaucoup plus fréquentes. Il existe très peu de données de ce type.

Les études comparant les rendements ont des résultats mitigés^[182].

En France le rendement du blé biologique est de 33 quintaux par hectare contre 70 pour le conventionnel^[183].

Une étude réalisée par l'INRA dans le cadre du programme écophyto montre les pertes de rendements de 30 à 70 % pour différentes cultures^[184].

Une étude publiée en 1990 a réalisé « deux cent cinq comparaisons de rendement de systèmes agricoles biologiques et conventionnels (...) les données de 26 cultures et deux produits d'origine animale, sous la forme du ratio des rendements biologiques par rapport aux rendements conventionnels, étaient normalement distribuées avec une moyenne de 0,91, un écart-type de 0,24 et une valeur modale entre 0,8 et 0,9. Plus de la moitié des comparaisons des rendements de production de lait et de haricots ont affiché un ratio supérieur à 1, soit des rendements plus élevés à partir des systèmes biologiques. Il n'y avait pas de preuves pour démontrer que les systèmes biologiques avaient un effet sur la variabilité annuelle des rendements, qu'elle soit causée par le climat ou par des effets de transition ou de conversion ». L'étude a également discuté des difficultés de procédure en comparant la productivité des systèmes biologiques avec d'autres systèmes d'exploitation^[185].

Une étude américaine publiée en 2001 a analysé les données de 150 saisons de croissance de cultures de céréales et de soja et a conclu que les rendements biologiques étaient identiques (ratios dans la fourchette 95–100 %) aux rendements classiques^[182].

Une étude qui a duré deux décennies a été publiée en 2002 et a trouvé un rendement de 20 % plus faible pour l'agriculture biologique, en utilisant 50 % moins d'engrais, 97 % moins de pesticides, et une consommation d'énergie de 34 % à 53 % plus faible^[186].

Une étude de 2003 a constaté que pendant les périodes de sécheresse, les fermes biologiques peuvent avoir des

rendements de 20 à 40 % plus élevés que les fermes conventionnelles^[187]. Les fermes biologiques sont plus rentables dans les états les plus secs des États-Unis^[188].

Les fermes biologiques survivent beaucoup mieux aux dégâts des ouragans en conservant 20 à 40 % plus de terre végétale, et les pertes économiques sont plus faibles que pour les fermes conventionnelles^[189].

Une étude publiée en 2005 a comparé agriculture conventionnelle, agriculture biologique d'origine animale, et agriculture biologique à base de légumineuses sur une ferme de test à l'Institut Rodale pendant plus de 22 ans^[190]. L'étude a révélé que « les rendements des cultures de maïs et de soya étaient similaires dans le biologique animal, le biologique légumineuse, et les systèmes agricoles traditionnels ». Elle a également constaté que « beaucoup moins d'énergie fossile avait été dépensée pour produire du maïs dans les systèmes biologique légumineuse et biologique animal de l'Institut Rodale, que dans le système de production classique ». Il y avait peu de différence dans l'apport d'énergie entre les différents traitements pour la production de soja. Dans les systèmes biologiques, engrais et pesticides de synthèse ne sont généralement pas utilisés. En 2013 l'étude Rodale était toujours en cours^[191] et un rapport pour l'anniversaire des trente ans a été publié par Rodale en 2012^[192].

L'agriculture biologique a été comparée à l'agriculture classique dans des études portant sur les pommes en France^[193].

Une étude réalisée en Angleterre a montré que les rendements par hectare en agriculture biologique pour un échantillon d'exploitations s'établissaient à seulement 45 % de ceux obtenus par l'agriculture conventionnelle^[194]. D'autres études mettent en avant l'importance de l'ensemble de l'environnement général (présence de cultures variées, de prairies permanente, de bordures de champs non fauchés ou désherbés, taille des parcelles)^{[195],[196]} plutôt que l'usage de la chimie^[197] surtout quand ils comparent l'agriculture biologique et l'agriculture de conservation^[198].

Le système d'intensification du riz (en) est une méthode de culture du riz utilisée dans quelques pays en développement, qui respecte les principes de l'agriculture biologique et permet d'atteindre des rendements supérieurs à ceux obtenus en agriculture conventionnelle, au prix d'un recours à davantage de main-d'œuvre^{[199],[200]}.

En élevage, les différences de rendement ne sont pas significatives, la croissance des animaux n'est pas affectée par la nature « biologique » des aliments, ce sont plus les conditions du terrain et les choix des éleveurs (notamment concernant la qualité) qui conditionnent les vitesses de croissance. Pour l'élevage de ruminants, les différences de pratique entre le biologique et le conventionnel sont faibles, ce qui explique les importantes surfaces de prairie certifiées AB en France. Pour l'élevage de volaille ou de porcins, hormis les aliments un peu plus coûteux et les durées d'élevages plus longues (mais pas forcément plus

longues que certains labels de qualité), les performances pures des animaux ne sont pas affectées.

Une étude publiée en 1999 par l'Agence danoise pour la protection de l'environnement a constaté que, zone pour zone, les fermes biologiques de pommes de terre et de betteraves à sucre ont une productivité inférieure de moitié à celle de l'agriculture conventionnelle^[201]. Michael Pollan, auteur de « *Le dilemme de l'omnivore* », répond en soulignant que le rendement moyen de l'agriculture mondiale est nettement plus faible que les rendements modernes d'agriculture durable. Augmenter les rendements moyens mondiaux à des niveaux biologiques modernes pourrait augmenter l'approvisionnement alimentaire du monde de 50 %^[202].

Une autre étude de 2007^[203] qui compile 293 rapports de recherche différents en une seule étude afin d'évaluer l'efficacité globale des deux systèmes agricoles a conclu que « les méthodes biologiques pourraient produire suffisamment de nourriture sur une base globale par habitant pour soutenir la population humaine actuelle, et potentiellement une population encore plus large, sans pour autant augmenter la base des terres agricoles ». Les chercheurs ont également constaté que dans les pays développés, les systèmes biologiques ont, en moyenne, un rendement de 92 % par rapport à l'agriculture conventionnelle, alors que les systèmes biologiques produisent 80 % de plus que les fermes conventionnelles dans les pays en développement. Cette différence en faveur de l'agriculture biologique observée dans les pays en développement est due au fait que les rendements des exploitations conventionnelles prises pour référence sont très bas, car il s'agit généralement d'une agriculture de survie extensive ; par ailleurs les intrants synthétiques sont difficiles d'accès dans certains pays en développement. Cette conclusion a été contestée par une autre étude publiée la même année, intitulée « L'agriculture biologique ne peut pas nourrir le monde »^[204]. L'auteur considère que les résultats ne sont pas valides parce que les données ont été mal interprétées. En effet, il observe que les ratios utilisés pour les pays en développement reposent sur des données issues d'exploitations biologiques ayant recours à un apport extérieur de nutriments, un modèle qu'il est difficile d'étendre à une grande échelle.

Une étude méta-analyse publiée en 2012 suggère que les agriculteurs devrait adopter une approche hybride pour produire assez de nourriture pour les humains tout en préservant l'environnement^[205].

S'il est vrai que l'agriculture biologique nécessite plus de terre au détriment de la faune et de la forêt, les progrès récents résolvent la plupart de ces problèmes^{[206]. [207]. [208]}. Selon une méta-analyse de 115 études publiée en décembre 2014, le rapport de productivité entre agricultures biologique et conventionnelle, de 80,8 % en moyenne, pourrait encore progresser ; les exploitations biologiques qui pratiquent les cultures associées ou en rotation obtiennent des rendements qui se rapprochent

en effet davantage de ceux des exploitations conventionnelles (ratio de 91 % pour les cultures associées et 92 % pour les cultures en rotation)^[209].

Selon le professeur Wolfgang Branscheid toutefois, la production animale biologique n'est pas bonne pour l'environnement, car le poulet biologique nécessite deux fois plus de terres par rapport à l'élevage conventionnel et le porc biologique a besoin d'un quart de superficie en plus^[210]. Selon un calcul effectué par l'Institut Hudson, le bœuf biologique nécessite trois fois plus de terres^[152]. Inversement, certaines méthodes biologiques d'élevage ont permis de restaurer de terres désertifiées ou marginales et de les rendre disponibles pour la production agricole ou la faune^{[211]. [212]}. D'autres pratiques permettent de combiner production de fourrage et cultures de rente sur les mêmes domaines simultanément, ce qui permet de réduire l'utilisation des terres^[213].

Dans son rapport d'octobre 2013 « Vers des agricultures à hautes performances »^[122], l'INRA observe que, si des progrès en matière de productivité sont possibles, les « performances environnementales au sens large – consommation de ressources naturelles et protection des biens environnementaux – sont plus élevées » pour l'agriculture biologique que pour l'agriculture conventionnelle.

9.2 La conservation des sols

De nombreuses études montrent que l'érosion hydrique du sol est significativement plus faible en agriculture biologique qu'en agriculture conventionnelle. Ce résultat s'accorde avec les teneurs en matière organique plus élevées et les meilleurs paramètres physiques du sol pour l'agriculture biologique^[214]. Pour autant l'INRA indique que « les pratiques de travail du sol induites par les cahiers des charges de l'AB, notamment pour gérer le problème des adventices qu'il n'est pas possible de corriger par l'emploi d'herbicides de synthèse en AB, peut avoir des effets contraires sur les propriétés physiques des sols en AB par compactage, et sensibilité au ruissellement et à l'érosion »^[122].

Les partisans affirment que le sol en agriculture biologique a une meilleure qualité^[215] et une meilleure rétention de l'eau. Cela peut aider à augmenter les rendements pour les exploitations biologiques pendant les années de sécheresse. L'agriculture biologique peut fabriquer de la matière organique dans le sol bien mieux que l'agriculture classique de culture sans labour, ce qui suggère que les rendements à long terme avantagent l'agriculture biologique^[216]. Une étude de 18 ans sur les méthodes biologiques sur les sols appauvris en nutriments a conclu que les méthodes conventionnelles étaient supérieures pour la fertilité et le rendement pour les sols appauvris dans les climats froids tempérés, faisant valoir que la plupart des avantages de l'agriculture biologique sont issus de matières premières importées et donc ne pou-

vaient être considérés comme « autonomes »^[217].

Dans *Dirt : L'érosion des civilisations*, le géomorphologue David Montgomery décrit une crise venant de l'érosion des sols. L'agriculture utilise environ un mètre de terre végétale qui est en train de s'épuiser dix fois plus rapidement qu'elle est remplacée^[218]. La culture sans labour, qui selon certains dépend des pesticides, est une façon de minimiser l'érosion. Toutefois, une étude récente menée par le Agricultural Research Service de l'USDA a constaté que l'épandage de fumier en agriculture biologique est meilleure pour la reconstitution du sol que la culture sans labour^{[219],[220]}.

L'acidification, l'eutrophisation des milieux aquatiques par unité produite est identique à ce que l'on observe dans le cas de l'agriculture conventionnelle^[221].

En 2012, une étude menée dans le cadre d'un travail de thèse par l'ingénieur agronome Patrice Coll sur un échantillon représentatif de parcelles viticoles a montré que les parcelles en agriculture biologique renfermaient une population de lombrics plus faible que celles en agriculture conventionnelle^{[222],[223]}. Plus la conversion à l'agriculture biologique est ancienne et plus la diminution de la population de lombrics est importante : 12,5 vers de terre par mètre carré ont été prélevés sur les cultures conventionnelles, 6,9 et 6,1 par mètre carré dans les parcelles en agriculture biologique depuis respectivement 6 et 11 ans, 4,4 par mètre carré dans les parcelles converties en agriculture biologique depuis 17 ans. La cause pourrait être un travail de la terre plus intensif en agriculture biologique qu'en agriculture conventionnelle. L'augmentation de la teneur en cuivre des sols en agriculture biologique est également évoquée. Des résultats similaires ont été observés par le Comité interprofessionnel du vin de Champagne^[224].

Par ailleurs, une méta-étude de 2014 de l'Université de Wageningen montre que la présence de vers de terre dans le sol augmente les rendements d'environ 25% et la biomasse de 23%^[225]. L'impact positif des vers de terre devient plus important quand plus de résidus sont retournés aux sols, et il disparaît quand la disponibilité de l'azote est importante. Cela suggère que les vers de terre stimulent la croissance des plantes en libérant l'azote présent dans les résidus et la matière organique des sols. Cette étude a également observé un paradoxe : les vers de terre ont le plus d'effets positifs sur les sols pauvres et non fertiles, là où ils sont le moins susceptibles de survivre^[226].

9.3 Énergie

En agriculture biologique, la consommation d'énergie est largement inférieure par unité de surface, comparativement au conventionnel, mais peu différente par quantité produite^[122]. Aux États-Unis, où les rendements en bio sont peu inférieurs voire égaux à ceux en conventionnel, l'efficacité énergétique reste nettement plus élevée en agriculture biologique qu'en conventionnel, no-

tamment pour le maïs. Par contre, la consommation énergétique est supérieure en agriculture biologique là où les rendements sont nettement plus faibles qu'en agriculture conventionnelle^[122].

La raison principale à la plus faible consommation d'énergie en agriculture biologique qu'en agriculture conventionnelle est la non-utilisation d'engrais azotés de synthèse à la production énérgivore^{[122],[227]}.

10 Semences pour l'Agriculture biologique

Les agriculteurs labellisés AB sont tenus d'utiliser des semences issues de multiplication en mode AB (qu'elles soient de ferme ou commerciales), pour de nombreuses espèces il est possible d'obtenir des dérogations si les variétés recherchées de semences issues de l'agriculture biologique ne sont pas disponibles (les agriculteurs restent libre de planter toutes les semences existantes ou d'acheter toutes les semences du catalogue officiel, sauf les OGM), mais ces semences ne doivent pas être traitées^[228]. Pour chercher les disponibilités en semences biologiques et faire des demandes de dérogations en cas de non disponibilité les agriculteurs doivent consulter le site www.semences-biologiques.org

La plupart des agriculteurs utilisent des variétés commerciales classiques, y compris les semences de variétés hybrides, en choisissant généralement les plus vigoureuses, les mieux notées pour la résistance aux maladies, aux ravageurs et à la concurrence des adventices. Certains semenciers ont des programmes de sélection qui s'adressent plus particulièrement aux agriculteurs biologiques, et plus particulièrement à ceux qui souhaitent réduire l'utilisation de produits phytosanitaires.

11 Un concept passéiste ou progressiste ?

L'agriculture biologique a émergé à l'issue d'un processus en trois phases :

- Dans les années 1920-1930 ce sont d'abord des penseurs spirituels et ésotériques^[229], regrettant la disparition progressive de la paysannerie (Jean Giono), et des agronomes^[230] qui commencent à remettre en cause l'introduction de la science dans l'agriculture, base de la société traditionnelle.
- Dans les années 1940-70 s'organisent des associations soutenant l'agriculture biologique : Soil Association, l'Association Française d'Agriculture Biologique, l'association Nature & Progrès. L'agriculture biologique est présente au Salon de l'agriculture pour la première fois en 1970. C'est durant cette période

que le concept d'agriculture biologique est véritablement créé en synthétisant les grandes valeurs développées par les théoriciens d'avant guerre : refus de la chimie, retour à la paysannerie et aux cycles naturels. Viennent s'y greffer les préceptes de solidarité et liberté développés par les mouvements contestataires de l'époque.

- Les grands acteurs institutionnels et économiques apparaissent à partir de la fin des années 1970 : la Fédération nationale d'agriculture biologique des régions de France en 1978, Biocoop et Ecocert en 1986, le logo officiel en 1993, un premier plan de conversion des surfaces agricole est établi par l'Agence Bio en 2001 (premier échec, l'objectif de 5 % de surface en AB en 2007 n'est toujours pas atteint), un second plan est lancé à la suite du Grenelle de l'environnement en 2007 (nouvel échec probable, seule 3,5 % de la SAU porte le label AB en 2011 contre 6 % dans l'objectif 2012).

Si l'agriculture biologique présente des aspects humanistes, l'idéologie de ses pionniers et leaders (par exemple Teddy Goldsmith) est aussi empreinte d'une certaine nostalgie du passé. Le thème du retour à la terre est souvent présent^[231]. Les thèmes de la décadence^[232] et un certain catastrophisme ont été mis en avant par ces théoriciens^[233] pour justifier la nécessité d'abandonner les techniques contemporaines. Ces mouvements s'opposent à la logique productiviste des idéologies dominantes du XX^e siècle, le libéralisme et le socialisme^[234]. L'opposition au productivisme reste présente aujourd'hui, conduisant certains acteurs à s'inquiéter du développement d'une agriculture biologique à grande échelle^{[235]. [236]}, animée par la logique productiviste qui était reprochée à l'agriculture conventionnelle^[237].

L'opposition entre passé et modernité à toutefois ses limites : l'utilisation massive de la chimie en agriculture n'est en effet pas nouvelle : cuivre, arsenic, plomb, soufre, et les engrais de synthèse sont utilisés depuis la fin du XIX^e siècle. Certains traitements sont connus depuis le Moyen Âge mais étaient réservés aux vergers et potagers des riches nobles.^[réf. nécessaire]

L'agriculture biologique est aujourd'hui une activité économique éloignée de ces considérations, et représente pour beaucoup de producteurs un moyen de mieux rentabiliser leur production et pour les consommateurs un moyen de protéger l'environnement. Elle est souvent perçue comme plus moderne et plus « jeune » que l'agriculture conventionnelle. Globalement, l'agriculture biologique est portée par une population d'agriculteur plus jeune que l'agriculture conventionnelle^[238], contribuant à donner une image de modernité à cette technique.

12 L'agriculture biologique : un concept, plusieurs labels

L'esprit de l'agriculture biologique originelle est difficile à concilier avec le fonctionnement des grandes exploitations biologiques qui fournissent une part importante de la production, notamment en ce qui concerne les aliments importés, qui représentent le tiers de la consommation labellisée AB en France^[239]. Ce conflit^{[240]. [241]. [242]} entre le label AB et les valeurs de l'agriculture biologique a provoqué l'apparition de plusieurs labels plus stricts^[243], imposant notamment le localisme dans l'approvisionnement et la vente, une production « paysanne » et des contraintes supplémentaires sur les engrais et produits de traitement autorisés. Le principal objectif du localisme est de réduire la consommation d'énergie et le rejet de gaz à effets de serre liés au transport, afin de protéger davantage l'environnement.

À l'inverse, des cahiers des charges intermédiaires de bonnes pratiques moins stricts que ceux de l'agriculture biologique se sont développés (agriculture raisonnée, production fruitière intégrée, GlobalGAP (de), Agriconfiance...).

13 Médiathèque

13.1 Bibliographie

- *Évaluation nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique*, Agence française de sécurité sanitaire des aliments, Maisons-Alfort, 2003
- Claude Aubert et Blaise Leclerc, *Bio, raisonnée, OGM, Quelle agriculture dans notre assiette ?*, Terre vivante, 2003
- Yvan Besson, *Les fondateurs de l'agriculture biologique*, Sang de la Terre, 2011 (ISBN 9782869852044)
- Jacques Caplat, *L'agriculture biologique pour nourrir l'humanité : Démonstration*, Actes Sud, coll. « Domaine du possible », 2012 (ISBN 978-2-330-00750-8)
- Jacques Caplat, *Changeons d'agriculture : Réussir la transition*, Actes Sud, coll. « Domaine du possible », 2014 (ISBN 978-2-330-03234-0)
- François Desnoyers et Elise Moreau, *Tout beau, tout bio ? L'envers du décor*, Éditions de l'Aube, 2011
- Guillaume Mauricourt, *Agriculture et santé, l'impact des pratiques agricoles sur la qualité de vos aliments*, éditions Dangles, 2005
- Gil Rivière-Wekstein, *Bio Fausses promesses et vrai marketing*, éditions Le Publieur, 2011

- Jean-Claude Rodet, *L'agriculture biologique*, Lyon, Camugli, 1978, p. 165
- Catherine de Silguy, *L'Agriculture biologique*, Quersais-je ?, n° 2632, PUF, 2000
- Pascale Solana, *La Bio, de la terre à l'assiette*, Sang de la Terre, 1999
- Pascale Solana et Nicolas Leser, *Passions bio, des produits, des hommes, des savoir-faire*, éditions Aubanel, 2006

13.2 Filmographie

13.2.1 Filmographie de l'environnementalisme

Article détaillé : Filmographie de l'environnementalisme.

- La science au chevet des sols agricoles, Réalisation : Thierry Trelluyer, universcience.fr.

14 Notes et références

14.1 Notes

- [1] selon les chiffres publiés par Eurostat en juin 2007, pour l'UE25

14.2 Références

- [1] Ehrenfried Pfeiffer, 1937. Fertilité de la terre ; Sir Albert Howard, 1940, Testament agricole
- [2] Fao - Comité De L'Agriculture
- [3] "Definition of Organic Agriculture". IFOAM. Consulté le 2008-09-30.
- [4] [PDF] Règlement CE 834/2007
- [5] Helga Willer, Julia Lernoud and Robert Home The World of Organic Agriculture : Statistics & Emerging Trends 2013 Research Institute of Organic Agriculture (FiBL) and the International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM, 2013)
- [6] Paull, John (2011) "The Uptake of Organic Agriculture : A Decade of Worldwide Development", *Journal of Social and Development Sciences*, 2 (3), p. 111-120.
- [7] « L'agriculture biologique dans le monde », édition 2013 (consulté le 4 janvier 2015)
- [8] (en) « European Commission and South Korea agree to an equivalence arrangement on organic trade », 27 janvier 2015 (consulté le 29 janvier 2015)

- [9] Source de ce passage : *Histoire de l'agriculture biologique : une introduction aux fondateurs, Sir Albert Howard, Rudolf Steiner, le couple Müller et Hans Peter Rusch, Masanobu Fukuoka*, thèse d'Yvan Besson
- [10] FiBL (2006) Use of potassium bicarbonate as a fungicide in organic farming.
- [11] "Integrated Pest Management". U.S. Environmental Protection Agency. Retrieved 1 January 2013.
- [12] Fargione J, and D Tilman. 2002. "Competition and coexistence in terrestrial plants". Pages 156-206 In U. Sommer and B Worm editors, *Competition and Coexistence*. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- [13] Crop diversity : A Distinctive Characteristic of an Organic Farming Method - Organic Farming ; April 15, 2013
- [14] Watson CA, Atkinson D, Gosling P, Jackson LR, Rayns FW. (2002). "Managing soil fertility in organic farming systems". *Soil Use and Management* **18** : 239-247. doi :10.1111/j.1475-2743.2002.tb00265.x. Preprint with free full-text.
- [15] Gillman J. (2008). *The Truth About Organic Farming*.
- [16] Ingram, M. (2007). "Biology and Beyond : The Science of Back to Nature Farming in the United States". *Annals of the Association of American Geographers* **97** (2) : 298-312. doi :10.1111/j.1467-8306.2007.00537.x
- [17] Fließbach, A. ; Oberholzer, H. ; Gunst, L. ; Mäder, P. (2006). "Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming". *Agriculture, Ecosystems and Environment* **118** : 273-284. doi :10.1016/j.agee.2006.05.022
- [18] Kathleen Delate and Robert Hartzler. 2003. Weed Management for Organic Farmers. Iowa State University Extension Bulletin 1883.
- [19] Staff, United Nations Conference on Trade and Development. Organic Standards
- [20] Robert J. Kremer and Jianmei Li. 2003. Developing weed-suppressive soils through improved soil quality management. *Soil & Tillage Research* **72** : 193-202.
- [21] Mark Schonbeck, Virginia Association for Biological Farming. Last Updated : March 23, 2010. An Organic Weed Control Toolbox.
- [22] Szykitka, Walter (2004). *The Big Book of Self-Reliant Living : Advice and Information on Just About Everything You Need to Know to Live on Planet Earth*. Globe-Pequot. p. 343. ISBN 978-1-59228-043-8.
- [23] Pimentel D et al. (1997) Environmental and Economic Costs of Soil Erosion and Economic Benefits of Conservation Science 267(52010) :1117-1123
- [24] Staff, Green.View (2008-08-11). "Stuck in the mud". *The Economist*.
- [25] David R. Huggins and John P. Reganold. (2008) No-till : The Quiet Revolution Scientific American July 2008 Issue:70-77

- [26] Pimentel D et al. (2005) Environmental, Energetic, and Economic Comparisons of Organic and Conventional Farming Systems. *BioScience* 55(7) :573-82
- [27] Glenn Geiger and Harold Biellier. 1993. Weeding With Geese. University of Missouri Extension Bulletin G8922.
- [28] How to feed the world By Laurent Belsie (February 20, 2003 edition) The Christian Science Monitor
- [29] Lotter, D. (2003). "Organic Agriculture" (PDF). *Journal of Sustainable Agriculture* 21 (4) : 59. doi:10.1300/J064v21n04_06
- [30] <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>
- [31] IFOAM. Criticisms and Frequent Misconceptions about Organic Agriculture : The Counter-Arguments
- [32] Pottorff LP. Some Pesticides Permitted in Organic Gardening. Colorado State University Cooperative Extension.
- [33] Marking, L. L. and T. D. Bills. 1976. Toxicity of rotenone to fish in standardized laboratory tests. U. S. Dept. Interior, No. 72. 11 pp.
- [34] Panov, A.; Dikalov, S; Shalbuyeva, N; Taylor, G; Sherer, T; Greenamyre, JT (2005). "Rotenone Model of Parkinson Disease : MULTIPLE BRAIN MITOCHONDRIA DYSFUNCTIONS AFTER SHORT TERM SYSTEMIC ROTENONE INTOXICATION". *Journal of Biological Chemistry* 280 (51) : 42026–35. doi :10.1074/jbc.M508628200. PMID 16243845
- [35] Sherer, TB; Betarbet, R; Testa, CM; Seo, BB; Richardson, JR; Kim, JH; Miller, GW; Yagi, T; Matsuno-Yagi, A; Greenamyre, JT (2003). "Mechanism of toxicity in rotenone models of Parkinson's disease". *The Journal of Neuroscience* 23 (34) : 10756–64. PMID 14645467
- [36] Journal officiel de l'Union Européenne du 10/04/2008
- [37] Jones, D. 1998. Piperonyl butoxide : the insecticide synergist. Academic Press, London. 323 pp.
- [38] Canadian General Standards Board. CAN/CGSB-32.311-2006.
- [39] OGA. 2004. OGA standard. Organic Growers of Australia. Inc. 32 pp.
- [40] 7 CFR, part 205. U.S. Code of Federal Regulations
- [41] Scheuerell SJ, Mahaffee WF (2004). "Compost tea as a container medium drench for suppressing seedling damping-off caused by Pythium". *Phytopathology* 94 (11) : 1156–1163. doi :10.1094/PHYTO.2004.94.11.1156. PMID 18944450
- [42] Brinton W et al. (2004). "Compost teas : Microbial hygiene and quality in relation to method of preparation". *Biodynamics* : 36–45. Retrieved 2009-04-15.
- [43] USDA National Organic Program, Subpart G. The National List of Allowed and Prohibited Substances.
- [44] Edwards-Jones, G; Howells, O (2001). "The origin and hazard of inputs to crop protection in organic farming systems : Are they sustainable ?". *Agricultural Systems* 67 : 31. doi :10.1016/S0308-521X(00)00045-7
- [45] Leake, A. R. 1999. House of Lords Select Committee on the European Communities. Session 1998-99, 16th Report. Organic Farming and the European Union. p. 81. Cited by Trewavas, A. 2004. A critical assessment of organic farming-and-food assertions with particular respect to the UK and the potential environmental benefits of no-till agriculture. *Crop Protection* 23 : 757-781.
- [46] Caldwell, B., E. B. Rosen, E. Sideman, A. M. Shelton and C. D. Smart. 2005. Resource guide for organic insect and disease management. Cornell Univ.
- [47] Health Canada. 2009. Consultation document on copper pesticides - proposed re-evaluation decision - PRVD2009-04.
- [48] Cooper, J., U. Niggli and C. Leifert (eds.). 2007. Handbook of organic food safety and quality. CRC Press, Boca Raton. 544 pp.
- [49] "European organic farming research projects". Organic Research. Retrieved 2014-01-10.
- [50] <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/mata/100673.htm>
- [51] <http://alerte-environnement.fr/2011/12/21/les-pratiques-de-certains-agris-bio/>
- [52] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17097701>
- [53] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19357745>
- [54] (fr) Fiche technique sur les auxiliaires de l'agriculture consacrée au bousier
- [55] <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0011250>
- [56] « Bio, Les pesticides et les pratiques agricoles en bio », sur www.natura-sciences.com (consulté le 11 août 2014)
- [57] http://www.60millions-mag.com/actualites/archives/des_pesticides_meme_dans_le_vin_bio/
- [58] « Clouds on the Organic Horizon ». CropWatch. Retrieved 14 March 2007.
- [59] Article 18, paragraphe 1 du règlement (CE) n°889/2008 de la Commission du 5 septembre 2008 portant modalités d'application du règlement (CE) n°834/2007 du Conseil relatif à la production biologique et à l'étiquetage des produits biologiques en ce qui concerne la production biologique, l'étiquetage et les contrôles
- [60] Le cahier des charges Agriculture Biologique - Conséquences en production porcine et évolutions prévisibles
- [61] Luis Herrera-Estrella, Ariel Alvarez-Morales (April 2001). "Genetically modified crops : hope for developing countries ?". *EMBO Reports* (The EMBO journal) 2(4) : 256–258. doi :10.1093/embo-reports/kve075. PMC 1083872.PMID 11306538.
- [62] Pamela Ronald, Raoul Admachak (April 2008). *Tomorrow's Table : Organic Farming, Genetics and the Future of Food*. Oxford University Press.ASIN 0195301757
- [63] site officiel de l'IFOAM

- [64] IFOAM. (2005). The IFOAM Norms
- [65] http://www.consoglobe.com/label-demeter_577.html
- [66] EEC Regulation No. 2092/91
- [67] USDA NOP Program Standards. Retrieved April 2, 2008.
- [68] <http://www.agencebio.org/les-textes-reglementaires>
- [69] http://ec.europa.eu/agriculture/organic/eu-policy/eu-legislation/brief-overview/index_en.htm
- [70] <http://agriculture.gouv.fr/l-agriculture-biologique>
- [71] Conférence internationale sur l'agriculture biologique et la sécurité alimentaire Rome, 3 - 5 mai 2007
- [72] Communiqué de presse de la FAO
- [73] Willer, Helga ; Kilcher, Lukas (2011). "The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2011". Bonn ; FiBL, Frick : IFOAM.
- [74] *Agence Bio - l'agriculture biologique dans le Monde*
- [75] *Plan stratégique du secteur des aliments biologiques du Québec 2004-2009* p. 3
- [76] Site internet de Québec Vrai
- [77] Statistiques Agriculture Biologique - 1. Production
- [78] <http://www.agirinfo.com/PRODUCTION/Publications/PDF/ItineraireDuBio.pdf>
- [79] Presseportal : BIO SUISSE - BIO SUISSE : Le bio poursuit sa croissance
- [80] Statistiques Agriculture biologique - 2. Consommation, marché
- [81] swissinfo - Politique agricole : un peu de « bio » suffit au Parlement
- [82] Agence Bio - l'agriculture biologique dans le Monde
- [83] « Intégration à la PAC des préoccupations environnementales » (consulté le 11 septembre 2014)
- [84] Agence Bio - aides à l'agriculture biologique
- [85] Agence Bio - chiffres clés Europe
- [86] Agence Bio - chiffres clés France
- [87] « La France devient la troisième surface agricole bio d'Europe »
- [88] UE - analysis of the UE organic sector
- [89] FiBL / IFOAM - The world of organic agriculture 2011
- [90] Agence Bio - chiffres clés 2002, 2005, 2010
- [91] « La filière bio », Ambassade d'Allemagne Paris (consulté le 13 juin 2012)
- [92] Allemagne : plus d'un million d'hectares en bio Source : BMELV
- [93] http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_PUBLIC/5-01032010-BP/FR/5-01032010-BP-FR.PDF
- [94] http://statbel.fgov.be/fr/binaries/chiffrescles_agriculture_2010_fr_tcm326-106257.pdf
- [95] Agence Bio - chiffres clés
- [96] Agence Bio - chiffres clés France consommation
- [97] Agence Bio - chiffres clés France
- [98] (Agence Bio, - chiffres clés France)
- [99] L'environnement en France - Édition 2010 - COLL. Références Commissariat général au développement durable, juin 2010 par le service de l'observation et des statistiques
- [100] *Agriculture biologique : évaluation d'un gisement d'emplois de Vérot D.* aux éditions FNAB paru en 1998
- [101] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:189:0001:0023:FR:PDF>
- [102] Baromètre consommation et perception des produits biologiques en France, « Baromètre consommation et perception des produits biologiques en France », sur *le site de l'Agence Bio*, 2009
- [103] (en) Marcin Barańska, Dominika Średnicka-Tobera, Nikolaos Volakakis, Chris Seala, Roy Sanderson, Gavin B. Stewart, Charles Benbrook, Bruno Biavata, Emilia Markellou, Charilaos Giotisa, Joanna Gromadzka-Ostrowska, Ewa Rembiałkowska, Krystyna Skwarło-Sołtka, Raija Tahvonena, Dagmar Janovská, Urs Niggli, Philippe Nicota et Carlo Leifert, « Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops : a systematic literature review and meta-analyses », *British Journal of Nutrition*, Cambridge University Press, 2014, p. 1-18 (ISSN 1475-2662, résumé, lire en ligne)
- [104] Laetitia Van Eeckhout, « Les fruits et légumes bio, plus riches en antioxydants », *Le Monde.fr*, 22 juillet 2014 (ISSN 1950-6244, lire en ligne)
- [105] l'Hirondel, J. and J.-L. l'Hirondel. 2002. Nitrate and man : toxic, harmless or beneficial ? CABI, Wallingford. 168 pp.
- [106] http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/methaemoglobin/fr/
- [107] Curl, C. L. et al., « Organophosphorous Pesticide Exposure of Urban and Suburban Preschool Children with Organic and Conventional Diets », *Environmental Health Perspectives*, 111(3), mars 2003 (consulté le 3 novembre 2007)
- [108] Lu, Chensheng et al., « Organic Diets Significantly Lower Children's Exposure to Organophosphorus Pesticides », *Environmental Health Perspectives* 114(2), février 2006 (consulté le 3 septembre 2014)
- [109] *Are Organic Foods Safer or Healthier Than Conventional Alternatives ? A Systematic Review*, American College of Physicians, 4 September 2012 *Annals of Internal Medicine* Volume 157, Number 5

- [110] C Smith-Spangler, « Are organic foods safer or healthier than conventional alternatives?: a systematic review », *Annals of Internal Medicine*, vol. 157, n° 5, 4 septembre 2012, p. 348–366 (PMID 22944875, DOI 10.7326/0003-4819-157-5-201209040-00007, lire en ligne)
- [111] Bourn D, Prescott J, « A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods », *Crit Rev Food Sci Nutr*, vol. 42, n° 1, janvier 2002, p. 1–34 (PMID 11833635, DOI 10.1080/10408690290825439)
- [112] M Kouba, « Quality of organic animal products », *Livestock Production Science*, vol. 80, 2003, p. 33–40 (DOI 10.1016/S0301-6226(02)00318-4)
- [113] Blair, Robert. (2012). *Organic Production and Food Quality: A Down to Earth Analysis*. Wiley-Blackwell, Oxford, UK. ISBN 9780813812175
- [114] Williams, C. M. February 2002. Nutritional quality of organic food : shades of grey or shades of green ? Proceedings of the Nutrition Society. 61(1) : 19–24
- [115] <http://rodaleinstitute.org/2012/why-organic/>
- [116] Dangour A et al (2009) Comparison of putative health effects of organically and conventionally produced food-stuffs Report for the UK Food Standards Agency
- [117] Magkos F, F Arvaniti et A Zampelas, « Organic Food : Buying More Safety or Just Peace of Mind ? A Critical Review of the Literature », *Critical reviews in food science and nutrition*, vol. 46, n° 1, 2006, p. 23–56 (PMID 16403682, DOI 10.1080/10408690490911846, lire en ligne)
- [118] <http://annals.org/article.aspx?articleid=1355685>
- [119] Kraft, J., Collomb, M., Möckel, P., Sieber, R., & Jahreis, G. (2003) : Differences in CLA isomer distribution of cow's milk lipids. *Lipids* 38 (6), 657-664. Cité dans : Dossier FiBL n° 4 (2006) : Qualité et sécurité des produits bio, p. 8
- [120] Argument 1.2 <http://www.bio-gironde.fr/files/90%20arguments%20en%20faveur%20de%20l'AB.pdf>
- [121] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22858819>
- [122] <http://inra-dam-front-resources-cdn.brainsonic.com/ressources/afile/243141-20890-resource-vers-des-agricultures-a-hautes-performances-synthese-l-agriculture-biologique.html>
- [123] <http://alimentation.gouv.fr/sarrasin-datura>
- [124] <http://www.agriculture-environnement.fr/actualites/12/farine-de-sarrasin-bio-vous-en-prendrez-bien-un-autre-paquet,859.html>
- [125] <http://alimentation.gouv.fr/le-datura>
- [126] « [Le] cahier des charges de l'agriculture biologique interdit le recours aux traitements fongicides de synthèse, mais privilégie des pratiques culturales favorables à une limitation de la contamination par les mycotoxines. Les données disponibles de contamination des produits biologiques par des mycotoxines montrent des niveaux de contamination variables avec quelques cas de fortes contaminations sans qu'il puisse globalement être dégagées de grandes différences avec les contaminations des produits conventionnels. Compte tenu de la diversité des mycotoxines, des facteurs influençant leur apparition et du caractère très hétérogène de la contamination des denrées alimentaires, la représentativité des résultats disponibles reste discutable et justifie de poursuivre une surveillance attentive des contaminations, pour les deux modes de production, par la mise en œuvre de nouveaux plans de surveillance. » *Évaluation des risques et bénéfices nutritionnels et sanitaires des aliments issus de l'agriculture biologique*, AFSSA, 28 avril 2003
- [127] <http://alerte-environnement.fr/2011/12/20/bio-decryptage-d%E2%80%99un-lobby-marketing/>
- [128] Étude de Générations Futures (ex-MDRGF, www.mdgrf.org) « Menus toxiques : enquête sur les substances chimiques présentes dans notre alimentation » de décembre 2010, sur le site télétaire www.menustoxiques.fr
- [129] <http://www.wwf.fr/s-informer/actualites/agriculteurs-victimes-des-pesticides-il-est-urgent-de-sortir-du-modele-agricole>
- [130] http://www.lemonde.fr/planete/article/2012/05/09/le-lien-entre-la-maladie-de-parkinson-et-les-pesticides-officiellement-reconnu_1698543_3244.html
- [131] « La réglementation de la bio : bref résumé »
- [132] http://www.agrobiosciences.org/article.php?id_article=1611
- [133] http://potency.berkeley.edu/pdfs/Gold_Misconceptions.pdf
- [134] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2231435/>
- [135] <http://www.youtube.com/watch?v=vevyPonBW60>
- [136] <http://cancer.about.com/od/foodguide/f/Do-Organic-Fruits-And-Vegetables-Prevent-Cancer.htm>
- [137] <http://www.reconquete-ovine.fr/IMG/pdf/poseEponges.pdf>
- [138] Marshall, G. (1991). "Organic Farming: Should Government Give it More Technical Support?". *Review of Marketing and Agricultural Economics* 59 (3) : 283–296.
- [139] J Pretty et al., C. Brett, D. Gee, R.E. Hine, C.F. Mason, J.I.L. Morison, H. Raven, M.D. Rayment et G. Van Der Bijl, « An assessment of the total external costs of UK agriculture », *Agricultural Systems*, vol. 65, n° 2, 2000, p. 113–136 (DOI 10.1016/S0308-521X(00)00031-7, lire en ligne)
- [140] E.M. Tegtmeier et M. Duffy, « External Costs of Agricultural Production in the United States », *The Earthscan Reader in Sustainable Agriculture*, 2005 (lire en ligne)

- [141] New Zealand's Ministry of Agriculture and Forestry, « A Review of the Environmental/Public Good Costs and Benefits of Organic Farming and an Assessment of How Far These Can be Incorporated into Marketable Benefits » (consulté le 20 avril 2008)
- [142] Stolze, M.; Piorr, A.; Häring, A.M. and Dabbert, S. (2000) Environmental impacts of organic farming in Europe. Organic Farming in Europe : Economics and Policy Vol. 6. Universität Hohenheim, Stuttgart-Hohenheim.
- [143] Birgitt Hansen, « Approaches to assess the environmental impact of organic farming with particular regard to Denmark », *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 83, n° 1–2, janvier 2001, p. 11–26 (DOI 10.1016/S0167-8809(00)00257-7)
- [144] Sauphanor B., Simon S., Boisneau C., Capowiez Y., Rieux R., Bouvier J.C., Defrance H., Picard C, Toubon J.F., 2009. Protection phytosanitaire et biodiversité en agriculture biologique. Le cas des vergers de pommiers. *Innovations Agronomiques* 4, 217-228
- [145] Forget D., Lacombe J., Durand A., 2009. Évaluation agri-environnementale de la conduite de la vigne en agriculture biologique et en production intégrée. *Innovations Agronomiques* 4, 253-258
- [146] Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities. - ISO205, Williams, A.G. et al., Cranfield University, U.K., August 2006. *Svensk mat- och miljöinformation*. Pages 4-6, 29 and 84-85.
- [147] <http://www.fwi.co.uk/Articles/27/11/2009/118925/Going-organic-would-capture-more-carbon.htm>
- [148] <http://www.bioactualites.ch/fr/actualites/nouvelle/article/treibhausgase-mindern-kohlenstoff-binden-potenzial-des-biolandbaus-nutzen.html>
- [149] <http://www.soilassociation.org/LinkClick.aspx?fileticket=BVTfXnaQYc%3D&>
- [150] page 2 : « http://www.ieabioenergy-task38.org/publications/GHG_Emission_Fertilizer%20Production_July2004.pdf » (Archive • Wikitrix • Archive.is • Google • Que faire ?), consulté le 2014-08-17
- [151] <http://grist.org/article/2009-11-11-the-dark-side-of-nitrogen/>
- [152] The Environmental Safety and Benefits of Growth Enhancing Pharmaceutical Technologies in Beef Production, Alex Avery and Dennis Avery, Hudson Institute, Center for Global Food Issues, Figure 5, page 22.
- [153] <http://www.ifr.ac.uk/waste/Reports/DEFRA-Environmental%20Impacts%20of%20Food%20Production%20%20Consumption.pdf>
- [154] KA Johnson et DE Johnson, « Methane emissions from cattle », *Journal of animal science*, vol. 73, n° 8, 1995, p. 2483–92 (PMID 8567486)
- [155] J. L. Capper, R. A. Cady et D. E. Bauman, « The environmental impact of dairy production : 1944 compared with 2007 », *Journal of Animal Science*, vol. 87, n° 6, 2009, p. 2160–7 (PMID 19286817, DOI 10.2527/jas.2009-1781)
- [156] SB Kramer, JP Reganold, JD Glover, BJ Bohannon et HA Mooney, « Reduced nitrate leaching and enhanced denitrifier activity and efficiency in organically fertilized soils », *Proceedings of the National Academy of Sciences, United States National Academy of Sciences*, vol. 103, n° 12, 21 mars 2006, p. 4522–7 (PMID 16537377, PMCID 1450204, DOI 10.1073/pnas.0600359103, Bibcode 2006PNAS..103.4522K, lire en ligne)
- [157] D Tilman, J Fargione, B Wolff, C d'Antonio, A Dobson, R Howarth, D Schindler, WH Schlesinger, D Simberloff et D Swackhamer, « Forecasting Agriculturally Driven Global Climate Change », *Science*, vol. 292, n° 5515, 21 mars 2006, p. 281–4 (PMID 11303102, DOI 10.1126/science.1057544, Bibcode 2001Sci...292..281T, lire en ligne)
- [158] http://www.lemonde.fr/planete/article/2014/09/04/pollution-aux-nitrates-la-france-de-nouveau-condamnee-par-la-justice-euro-4481614_3244.html
- [159] (en) Ronald Hester, Biodiversity under threat, Royal Society of Chemistry, 2007 (ISBN 978-0-85404-251-7, lire en ligne), p. 16
- [160] « Pesticides in the Diets of Infants and Children », Nap.edu, 1^{er} juin 2003 (consulté le 12 juin 2012)
- [161] DOI :10.1021/jf980332b
- [162] Janna Beckerman, « Using Organic Fungicides », Planet Natural (consulté le 3 septembre 2014)
- [163] D. Lotter, « Organic Agriculture », *Journal of Sustainable Agriculture*, vol. 21, n° 4, 2003, p. 59 (DOI 10.1300/J064v21n04_06, lire en ligne [PDF])
- [164] Pesticides, agriculture and the environment(12 December 2005) Written by : Collective Scientific Expertise Unit, Communications Department / Unit : Collective Scientific Expertise Unit / Date of creation : 19 January 2006 / Date of last update : 18 February 2009
- [165] EJF. (2007). The deadly chemicals in cotton. Environmental Justice Foundation in collaboration with Pesticide Action Network UK : London, UK. ISBN 1-904523-10-2.
- [166] « Trends in the Potential for Environmental Risk from Pesticide Loss from Farm Fields », USDA Natural Resources Conservation Service, 12 juillet 2007 (consulté le 29 septembre 2007)
- [167] (en) Katherine Kemper, Addressing Add Naturally, Xlibris, Corp., 2010, i p. (ISBN 978-1-4535-6052-5, lire en ligne)
- [168] D.G. Hole, A.J. Perkins, J.D. Wilson, I.H. Alexander, P.V. Grice et A.D. Evans, « Does organic farming benefit biodiversity ? », *Biological Conservation*, vol. 122, n° 1, 2005, p. 113–130 (DOI 10.1016/j.biocon.2004.07.018, lire en ligne)

- [169] Doreen Gabriel, Indra Roschewitz, Teja Tschardt et Carsten Thies, « Beta Diversity at Different Spatial Scales : Plant Communities in Organic and Conventional Agriculture », *Ecological Applications*, vol. 16, n° 5, 2006, p. 2011–21 (PMID 17069391, DOI [2011 :BDADSS2.0.CO;2 10.1890/1051-0761(2006)016[2011 :BDADSS]2.0.CO;2])
- [170] J. Bengtsson, J. Ahnström et A. Weibull, « The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance : a meta-analysis », *Journal of Applied Ecology*, vol. 42, n° 2, 2005, p. 261–269 (DOI 10.1111/j.1365-2664.2005.01005.x)
- [171] « Blakemore », 2000
- [172] T. van Elsen, « Species diversity as a task for organic agriculture in Europe », *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 77, n° 1–2, 2000, p. 101–109 (DOI 10.1016/S0167-8809(99)00096-1)
- [173] A. Fließbach, H. Oberholzer, L. Gunst et P. Mäder, « Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming », *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 118, 2006, p. 273–284 (DOI 10.1016/j.agee.2006.05.022)
- [174] C. Perrings et al., L. Jackson, K. Bawa, L. Brussaard, S. Brush, T. Gavin, U. Pascual, P. De Ruiter et Peter De Ruiter, « Biodiversity in Agricultural Landscapes : Saving Natural Capital without Losing Interest », *Conservation Biology*, vol. 20, n° 2, 2006, p. 263–264 (PMID 16903084, DOI 10.1111/j.1523-1739.2006.00390.x)
- [175] <http://www.sciencemag.org/content/336/6079/351.abstract>
- [176] <http://www.guardian.co.uk/environment/2012/mar/29/crop-pesticides-honeybee-decline>
- [177] <http://www.sciencemag.org/content/336/6079/348.abstract>
- [178] http://www.aaas.org/news/releases/2012/0329sp_bees.shtml
- [179] <http://www.efsa.europa.eu/fr/press/news/120601.htm>
- [180] http://www.bastamag.net/IMG/pdf/Avis_ances_cruiser_2012.pdf
- [181] <http://www.sciencemag.org/content/337/6101/1453.2.abstract>
- [182] Welsh, Rick (1999). “Economics of Organic Grain and Soybean Production in the Midwestern United States”. « <http://www.winrock.org/wallacecenter/documents/pspr13.pdf> » (Archive • Wikiwix • Archive.is • Google • Que faire ?), consulté le 2014-08-17 Henry A. Wallace Institute for Alternative Agriculture.
- [183] FranceAgriMer Variétés et rendements biologiques Récolte 2012
- [184] « Écophyto R&D : Quelles voies pour réduire l'usage des pesticides », janvier 2010 (consulté le 6 mai 2015)
- [185] Stanhill, G. (1990). “The comparative productivity of organic agriculture”. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **30** : 1. doi :10.1016/0167-8809(90)90179-H
- [186] Mader, et al.; Fließbach, A; Dubois, D; Gunst, L; Fried, P; Niggli, U (2002). “Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming”. *Science* **296** (5573) : 1694–1697. Bibcode :2002Sci...296.1694M. doi :10.1126/science.1071148. PMID 12040197
- [187] Lotter, D. W., Seidel, R. & Liebhardt W. (2003). “The performance of organic and conventional cropping systems in an extreme climate year”. *American Journal of Alternative Agriculture* **18** (3) : 146–154. doi :10.1079/AJAA200345
- [188] Welsh (1999) The Economics of Organic Grain and Soybean Production in the Midwestern United States.
- [189] A study of 1,804 organic farms in Central America hit by Hurricane Mitch : Holt-Gimenez, E. (2000) Hurricane Mitch Reveals Benefits of Sustainable Farming Techniques. PANNA.
- [190] Pimentel DP et al (2005) Environmental, Energetic, and Economic Comparisons of Organic and Conventional Farming Systems *Bioscience* 55(7) : 573-582.
- [191] Rodale Farm Trial Site
- [192] Rodale 30 year report
- [193] http://www1.montpellier.inra.fr/dinabio/docs/Session_2_oraux/Sauphanor.pdf
- [194] Organic farming shows limited benefit to wildlife, University of Leeds, 5th May 2010.
- [195] http://www.bgu.ac.il/desert_agriculture/Agroecology/Reading/Bengtsson05.pdf
- [196] Eileen F. Power, Daniel L. Kelly et Jane C. Stout, « Organic farming and landscape structure : effects on insect-pollinated plant diversity in intensively managed grasslands », *Public Library of Science*, 30 mai 2012 (lire en ligne)
- [197] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22666450>
- [198] <http://science.howstuffworks.com/environmental/green-science/conservation-agriculture.htm>
- [199] Higher yields with fewer external inputs ? The System of Rice Intensification and potential contributions to agricultural sustainability, in the International Journal of Agricultural Sustainability, Volume 1, Issue 11, 2003
- [200] Nicola Piras, « New record in Bihar thanks to SRI », *Agri Cultures Network* (consulté le 20 mai 2013)
- [201] The Bichel Committee. 1999. Report from the main committee. Danish Environmental Protection Agency. Conclusions and recommendations of the Committee : 8.7.1 Total phase-out. “A total abolition of pesticide use would result in an average drop in farming yields of between 10% and 25%, at the farm level ; the smallest losses would occur in cattle farming. On farms that have a large proportion of special crops, such as potatoes, sugar beet

- and seed grass, the production losses in terms of quantity would be closer to 50%. These crops would probably be ousted by other crops.”
- [202] Pollan, Michael (2008-10-12). “Chief farmer”. *New York Times*. Retrieved 2008-11-15.
- [203] Badgley, Catherine ; Moghtader, Jeremy ; Quintero, Eileen ; Zakem, Emily ; Chappell, M. Jahi ; Avilés-Vázquez, Katia ; Samulon, Andrea ; Perfecto, Ivette (2007). “Organic agriculture and the global food supply”. *Renewable Agriculture and Food Systems* **22** (2) : 86. doi :10.1017/S1742170507001640. Lay summary – *New Scientist* (July 12, 2007).
- [204] Connor, D. J. 2008. « Organic agriculture cannot feed the world » (consulté le 17 août 2014). *Field Crops Res.* 106 : 187-190.
- [205] Verena Seufert, Navin Ramankutty & Jonathan A. Foley 2012. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature* 485, 229–232
- [206] « Rodale Institute Farming Systems Trial », Rodale Institute (consulté le 24 février 2014)
- [207] Dan et al. Undersander, « Pastures for Profit : A Guide to Rotational Grazing », *University of Wisconsin*, Cooperative extension publishing (consulté le 24 février 2014)
- [208] Dan et al. Undersander, « Grassland Birds : Fostering Habitats Using Rotational Grazing », *University of Wisconsin*, Cooperative extension publishing (consulté le 24 février 2014)
- [209] « L'agriculture biologique, plus productive qu'on ne le pense », 10 décembre 2014 (consulté le 29 décembre 2014)
- [210] Experte zur Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft : „Bio ist auch keine Lösung“, Westfälischen Nachrichten, 19.11.2012.
- [211] Chrissy Coughlin, « Allan Savory : How livestock can protect the land », *GreenBiz* (consulté le 5 avril 2013)
- [212] Dan Dagget, « Convincing Evidence », *Man in Nature* (consulté le 5 avril 2013)
- [213] Kirsten Bradley, « Why Pasture Cropping is such a Big Deal », *Milkwood* (consulté le 10 janvier 2014)
- [214] Les aspects spatiaux et environnementaux de l'agriculture biologique, p. 341, Éric Blanchart, Yves-Marie Cabidoche, Yvan Gautronneau, Roland Moreau
- [215] Johnston, A. E., « Soil organic-matter, effects on soils and crops », *Soil Use Management*, vol. 2, n° 3, 1986, p. 97–105 (DOI 10.1111/j.1475-2743.1986.tb00690.x)
- [216] ARS (2007) Organic Farming Beats No-Till ?
- [217] Kirchmann H et al., Lars Bergström, Thomas Kätker, Lennart Mattsson et Sven Gesslein, « Comparison of Long-Term Organic and Conventional Crop-Livestock Systems on a Previously Nutrient-Depleted Soil in Sweden », *Agronomy Journal*, vol. 99, n° 4, 2007, p. 960–972 (DOI 10.2134/agronj2006.0061)
- [218] Seattle PI (2008). The lowdown on topsoil : it's disappearing
- [219] « No Shortcuts in Checking Soil Health », USDA ARS (consulté le 2 octobre 2007)
- [220] Hepperly, Paul, Jeff Moyer, and Dave Wilson. “Developments in Organic No-till Agriculture.” *Acres USA : The Voice of Eco-agriculture* September 2008 : 16-19. And Roberts, Paul. “The End of Food : Investigating a Global Crisis.” Interview with Acres USA. *Acres USA : The Voice of Eco-Agriculture* October 2008 : 56-63.
- [221] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22947228>
- [222] http://www.viti-net.com/vigne_vin/article/moins-de-vers-de-terre-dans-les-sols-de-parcelles-bio-18-80599.html
- [223] <http://www5.montpellier.inra.fr/ecosols/layout/set/print/Recherche/These-et-HDR/These-Patrice-Coll>
- [224] <http://www.lunion.presse.fr/article/marne/champagne-bio-letude-secrete-qui-embarrasse>
- [225] Van Groenigen JW, Lubbers IM, Vos HMJ, Brown GG, De Deyn GB, Van Groenigen KJ. 2014. "Earthworms increase plant production : a meta-analysis." *Scientific Reports*, 4, 6365.
- [226] Earthworms as nature's free fertilizer. *Phys.org*.
- [227] Objectif terres 2020, réponse 23
- [228] <http://www.semences-biologiques.org/pages/reglementation.php>
- [229] <http://www.bio-lelivre.com/Rudolf-Steiner-1861-1925.html>
- [230] <http://www.bio-lelivre.com/Sir-Albert-Howard-1873-1947.html>
- [231] <http://www.bio-lelivre.com/Jean-Boucher-1915-2009.html>
- [232] <http://www.bio-lelivre.com/Dr-Jacques-William-Bas-1899-1974.html>
- [233] <http://alerte-environnement.fr/2011/08/26/les-racines-reac%E2%80%9999-des-precurseurs-du-bio-le-cas-de-pierre-gevaert/>
- [234] L'étrange fondation de la famille Calame, *Agriculture & Environnement* 28 décembre 2006
- [235] http://www.organicagcentre.ca/MarketInfo/mkt_WP_organic_mainstream_f.asp
- [236] <http://alerte-environnement.fr/2012/06/08/des-champions-de-la-croissance-avec-pierre-rabhi/>
- [237] <http://www.monde-diplomatique.fr/2011/02/BAQUE/20129>
- [238] <http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/primeur284.pdf>
- [239] <http://www.slate.fr/story/12659/le-bio-pas-si-vert-que-ca>

- [240] <http://www.bioaddict.fr/article/alimentation-les-poulets-bio-industriels-bientot-dans-nos-assiettes-a2377p1.html>
- [241] <http://www.association-lecercledegindou.com/le-cercle-de-gindou/les-dossiers-du-cercle/oui-%C3%A0-la-bio-locale-non-au-bio-industriel/>
- [242] http://www.alterravia.com/cariboost_files/Articles_20Silence_20Novembre_202010.pdf
- [243] http://www.actu-environnement.com/ae/news/label-bio-ecolabel-europeen-ab-bio-coherence_10076.php4

15 Voir aussi

15.1 Articles connexes

- Éco-consommation
- Labellisation : Écocertification | Écolabel | Label bio de l'Union européenne
- Agriculture : Agriculture | Agriculture paysanne | Agriculture durable | Agrosylviculture

15.2 Liens externes

- Agriculture biologique sur le site de la Commission européenne
- S'engager en production biologique - Agence française pour le développement et la promotion de l'agriculture biologique (site institutionnel)
- ABioDoc : Centre national de ressources documentaires spécialisé en agriculture biologique
- Site officiel de gestion des variétés disponibles en semences issues de l'agriculture biologique
-  Portail de l'agriculture et l'agronomie
-  Portail de l'environnement

16 Sources, contributeurs et licences du texte et de l'image

16.1 Texte

- **Agriculture biologique** *Source* : http://fr.wikipedia.org/wiki/Agriculture_biologique?oldid=115400676 *Contributeurs* : Anthere, Med, Mikue, Looxix, Jerome misc, Orthogaffe, Céréales Killer, Delorme, Kelson, Semnoz, JidGom, Ske, (:Julien :), Almacha, HasharBot, R, Gem, Archeos, Spedona, Lucas thierry, Nguyenld, Sanao, Phe, Dujo, Marc Mongenet, MedBot, Pgreenfinch, Sam Hocevar, Jmskobalt, Phe-bot, Dromygo, Papillus, Nepomuk, Kōan, Alexh, Mistouke, Yorick, Notafish, Korrigan, Jonathaneo, GL, MaCRoEco, Jef-Infojef, Fralambert, Bradipus, Philippe hirou, Pixeltoo, Hedom, Vincnet, Leag, Bob08, Piku, GastelEtwane, Pseudomoi, Anierin, Haaron, Laurent Jerry, Orel'jan, DocteurCosmos, Gede, JbF, Angeldream, Gotty, Stéphane33, GôTô, RobotE, Taguelmoust, Bokken, Zetud, Romanc19s, Old-Lion, Lmaltier, Ybourgogne, Kilom691, Inisheer, Stemby, Arnaud.Serander, Yelkrokoyade, Hardouin~frwiki, EyOne, Cherry, Matpib, Gzen92, Liquid 2003, Coyau, Clement b, RobotQuistnix, Laika, Wiz, Jerome66, SoCreate, MMBot, Litlok, AlphaBot, Moez, CHEFA-LAIN, ChevalierOrange, Chaps the idol, Loveless, Et caetera, Le gorille, Ludovic89, Julianedm, Eltra, Littlecelt, Ouikipédix, Tit'mary, Megateuf, MHM55, Chlewbob, Boretti, Morula, Pautard, Toniomic, Blidu, Erasoft24, Noô, Rosier, Cthulhu22, Esprit Fugace, Apoz, Playtime, Od1n, Mwarf, Manu1400, Epsilon0, Lamiot, Shelley Konk, Moumousse13, Liquid-aim-bot, Asabengurtza, Basicdesign, Grondin, Arn, Olivier, CyrilJ25, TroOn, BaptIsteD, Escalabot, Milean Creor, Thijs !bot, Maloq, Diti, Grimlock, Jarfe, Romainbehar, En passant, Escarbot, Alkashi, Gourgandin, VincentPalmieri, Kyle the bot, Huronoi, Kropotkine 113, Le Pied-bot, Dauphiné, JAnDbot, Rhizome, Clem23, Cyberprout, IAlex, BioPowa, Nono64, Sebleouf, Alchemica, Aratal, Zouavman Le Zouave, Francis Vérillon, Erabot, Eiffele, Portulan, M-le-mot-dit, Ptinux, Piston, Jotun, Salebot, Akeron, Speculos, Noomade, Stef48, Lucyin, Romainberth, Airongreg, Gerakibot, Nklv, Critias, Idioma-bot, Chandres, TXiKiBoT, Bapti, VolkovBot, Ydecreux, Manucomp, Littlestone~frwiki, Moilamain, Blub, Jakez Ar Gwelou, Jymm, Gz260, SieBot, Cardabelle, DelosMarc, Skiff, Veilleur, Cxielarko, AkeronBot, Bouarf, Thiboniste, Pymouss, Mekeur, Freeman1, Kyro, Bubka, Webgardener, Ange Gabriel, Alecs.bot, Lepsyleon, Garfieldairlines, Henneqxp, Vlaam, Lilyu, Hercule, AFAccord, Matt95, DumZiBoT, DeepBot, SniperMaské, Alphos, Sir-ano, Hatonjan, Rinaku, Alfred456654, Mathieu063, BodhisattvaBot, Ekocitoyen, HerculeBot, SilvonenBot, ZetudBot, Linedwell, Ggal, Supercalimerot, Fapp, RogueLeader, Benoit Drappe, Jajt, Blufrog, Bub's wikibot, Guillaume70, Dalisse, Elfix, MakiZen, Guy Courtois, Muro Bot, Micthev, Macadamdam, Alixmarchetti, Luckas-bot, Micbot, Guillaumelebrun, Nadin123, Persyst, K90, Moonyloony, Daddymbino, GrouchoBot, Zagzag, HomericStories, Racconish, Mélanie Huguet, Murthag06, DSisyphBot, XZeroBot, Copyleft, Patrice78500, Yohann.martineau, Abracadabra, Xqbot, Rubinbot, Nomarcland, Etyc, JackBot, Nouill, EpopBot, Alex-F, CThoum., AnneJea, Amos39, JYCEE, Roger666.9, LeCardinal, Hfg, Reviens Léon !, Coyote du 57, Lomita, Bioalaune, Xiglofre, TobeBot, Eco-blog, Super Bazooka, Cessna150, Lbqr, Sdevaux, Stileex, Maxou1012, Schtups, Helgismidh, Gars d'ain, LAGRIC, EmausBot, Hoquei44, Dolomama, Ediacara, Kilith, Sisqi, Ltrlg, TyphB, TuHan-Bot, Pjacquot, Patrice FAYET, JoleK, Catotheyoung, ChuispastonBot, Sapin88, Baptiste.V, Jules78120, Colette7800, Rigoureux, Hadrien76, MerllwBot, Marylis B, Ssalonso, Indeed, Lemagnyt, OrlodrimBot, Le pro du 94 :), Yehoshoua, Dick Doliprane, Kinashut Kamui, Karg se, Rene1596, Thinkgreen, Agro-media, Agence Bio, FDo64, Christophe95, Durand1978, Lucquessoy, Bioexpertise, Vigneron60, Qr189, OrikriBot, Sebseb, Rome2, Jeremy77186, Tourissemment, Clouso, VVVV, Addbot, Jeandu54, Léodras, Fedor Goliadkine, Tubezlob, Krzc56, HunsuBot, Pablo9741, Red.dot, Panieri, Chronique carto, Girart de Roussillon, Alice-franceagro, Mamalapurna de consuela vava, Ency-Writer et Anonyme : 307

16.2 Images

- **Fichier:2008_dd_day3.2.jpg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/85/2008_dd_day3.2.jpg *Licence* : CC BY 3.0 *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Sigurdas
- **Fichier:AB.svg** *Source* : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/fr/fc/AB.svg> *Licence* : marque déposée *Contributeurs* : Cette image vectorielle au format SVG a été créée en convertissant ce fichier disponible au format Encapsulated PostScript sur la banque de logos Brands of the World. *Artiste d'origine* : Ministère de l'Agriculture (France)
- **Fichier:CC_Ed2011_graph1_surf.jpg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/16/CC_Ed2011_graph1_surf.jpg *Licence* : CC BY-SA 3.0 *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Agence Bio
- **Fichier:Disambig_colour.svg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3e/Disambig_colour.svg *Licence* : Public domain *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Bub's
- **Fichier:Ecologically_grown_vegetables.jpg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fa/Ecologically_grown_vegetables.jpg *Licence* : CC BY-SA 3.0 *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Elina Mark
- **Fichier:Gelbtafel.JPG** *Source* : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/76/Gelbtafel.JPG> *Licence* : CC-BY-SA-3.0 *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : rupp.de
- **Fichier:Growth_of_organic_farmland_since_2000.png** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d6/Growth_of_organic_farmland_since_2000.png *Licence* : Public domain *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Spitzl
- **Fichier:Nuvola_apps_kpager.svg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/34/Nuvola_apps_kpager.svg *Licence* : LGPL *Contributeurs* : Inconnu *Artiste d'origine* : David Vignoni
- **Fichier:Organic-vegetable-cultivation.jpeg** *Source* : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/38/Organic-vegetable-cultivation.jpeg> *Licence* : Public domain *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Hajhouse
- **Fichier:Tractor_icon.svg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b5/Tractor_icon.svg *Licence* : CC BY-SA 3.0 *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Spedona
- **Fichier:Unbalanced_scales.svg** *Source* : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fe/Unbalanced_scales.svg *Licence* : Public domain *Contributeurs* : ? *Artiste d'origine* : ?
- **Fichier:View-refresh.svg** *Source* : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/fc/View-refresh.svg> *Licence* : Public domain *Contributeurs* : The Tango ! Desktop Project *Artiste d'origine* : The people from the Tango ! project

16.3 Licence du contenu

- Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0