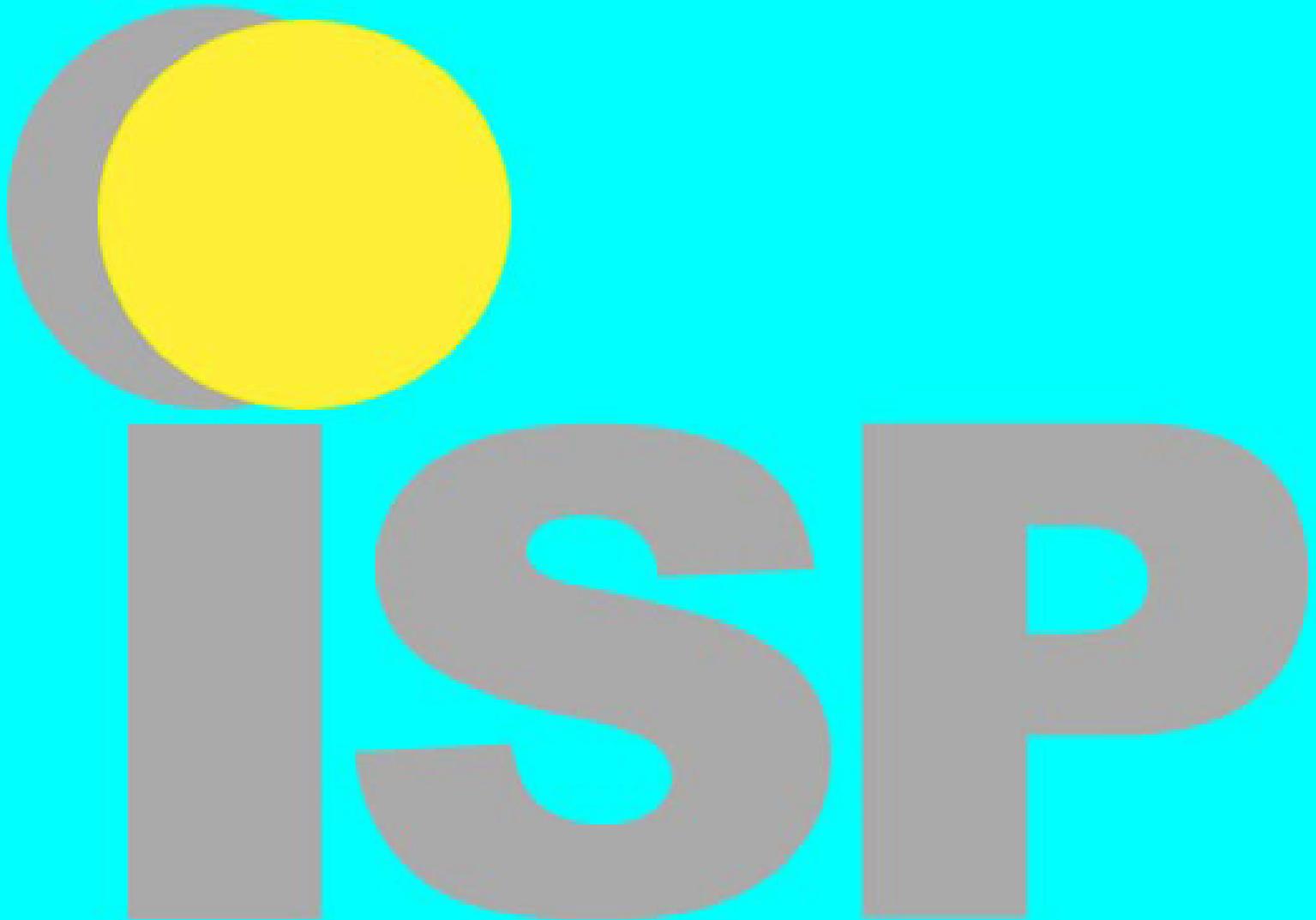


**Le Plaidoyer en Faveur
d'Un Monde Sustainable
Sans Modification
Génétique**



Panel pour une Science Indépendante

Préface

Les Membres du Panel pour une Science Indépendante (PSI) sur les Modifications Génétique ont étudié pendant les dernières décennies un nombre important de documents scientifiques sur le génie génétique. Nombreux sont ceux qui, parmi les membres du Panel ont signé "La Lettre Ouverte des Scientifiques aux Gouvernements", initiée en 1999 et signée par plus de 600 personnalités provenant de 72 pays¹. Cette lettre appelle à un moratoire sur les disséminations d'organismes génétiquement modifiés (OGM) dans l'environnement, à une interdiction du brevetage des processus vivants, des organismes, des semences, des lignées cellulaires et des gènes et est en faveur d'une recherche publique sur le futur de l'agriculture et de la sécurité alimentaire.

De nombreux développements scientifiques ont depuis 1999 confirmé nos préoccupations au sujet de la sécurité du génie génétique, des plantes génétiquement modifiées (PGM) et de la sécurité alimentaire. Parallèlement, les succès et les bénéfices des différentes formes d'agriculture durable sont indéniables. Les démonstrations rassemblées ici poussent à une interdiction de toutes les disséminations de PGM dans l'environnement afin d'ouvrir la voie vers un changement complet de direction en faveur de l'agriculture durable et biologique.

Les preuves que les PGM ne sont pas une solution viable pour un futur soutenable sont présentées dans les Parties 1 et 2 ; la troisième Partie se concentre sur les succès et bénéfices confirmés des pratiques agricoles durables.

Note

Ce rapport est une compilation provenant d'un large éventail de sources. Nous nous sommes attachés à rester le près possible du texte de la référence, mais de nombreux documents cités dans la liste des références sont eux-mêmes des résumés complets issus de la littérature scientifique ou autre et présentés dans de nombreuses enceintes nationales et internationales qui en ont examiné les démonstrations.

Sommaire

Préface	1
Sommaire	3
Résumé	4
<i>1^{er} Partie : Pas de futur pour les Plantes Génétiquement Modifiées</i>	9
Chapitre Un. Pourquoi dire non aux PGM ?	10
Chapitre Deux. Problèmes croissants à la ferme	12
<i>2^{ème} Partie : Les Plantes Génétiquement Modifiées ne sont pas sûres</i>	15
Chapitre Trois. Science et Précaution	16
Chapitre Quatre. Les contrôles de sécurité pour les aliments génétiquement modifiés	19
Chapitre Cinq. Les dangers du transgène	21
Chapitre Six. Les plantes Terminator dispersent la stérilité mâle	22
Chapitre sept. Les dangers des herbicides	23
Chapitre Huit. Le transfert de gène horizontal	25
Chapitre Neuf. Le promoteur CaMV 35S	26
Chapitre Dix. L'ADN transgénique se dissémine plus facilement	28
Chapitre Onze. Le transfert horizontal de l'ADN transgénique	30
Chapitre Douze. Les dangers du transfert de gène horizontal	33
Chapitre Treize. Conclusion des Parties 1 et 2	34
<i>Troisième Partie. Les Bénéfices de l'Agriculture Durable</i>	36
Chapitre Quatorze. Pourquoi agriculture durable ?	37
Chapitre Quinze. Des rendements et une production égale voire supérieure.	38
Chapitre Seize. Des sols meilleurs	42
Chapitre Dix-Sept. Un environnement plus propre	43
Chapitre Dix-Huit. Une réduction des pesticides et aucune augmentation des insectes prédateurs	45
Chapitre Dix-neuf. Soutenir la biodiversité et utiliser la diversité	46
Chapitre vingt. Soutenabilité environnementale et économique	49
Chapitre vingt et un. Participe à la réduction du changement de climat	51
Chapitre vingt deux. Une production plus performante et plus rentable	52
Chapitre vingt trois. Une amélioration de la sécurité alimentaire et des bénéfices pour les communautés locales	53
Chapitre vingt quatre. Les produits biologiques contribuent à une saine santé	55
Chapitre vingt cinq. Conclusions de la Troisième Partie	57
<i>Références</i>	58

Résumé

Pourquoi sans modification génétique ?

1. Les plantes génétiquement modifiées (PGM) n'ont pas réalisé les bénéfices escomptés

Les résultats constants des recherches indépendantes et des expérimentations en champs menés depuis 1999 montrent que plantes génétiquement modifiées (PGM) n'ont pas apporté les bénéfices annoncés, notamment en ce qui concerne l'augmentation des rendements et la réduction de l'utilisation des herbicides et pesticides. Aux Etats-Unis le coût des subventions, pertes de marché et retour de marchandises des PGM sont évaluées à 12 millions de \$. Jusqu'à 100 % de pertes dans les surfaces cultivées de coton Bt résistant aux insectes ont été signalés en Inde.

Les entreprises de biotechnologie ont enregistré un déclin rapide depuis 2000 et les experts financier ne prévoient aucun avenir pour le secteur agricole. Dans le même temps, la résistance aux PGM a atteint son paroxysme, lorsque la Zambie a refusé de l'aide alimentaire contenant du maïs génétiquement modifié malgré les risques de famine en 2002.

2. Les PGM posent des problèmes supplémentaires au niveau de la ferme

Depuis le début des PGM, l'instabilité des lignées transgéniques n'a cessé d'empoisonner l'existence de l'industrie et ce problème pourrait être la cause de nombreux échecs des principales cultures. Selon une étude parue en 1994: "Même s'il existe des exemples de plantes pour qui l'expression stable d'un transgène est possible, ces cas peuvent être considérés comme des exceptions à la règle. Au cours d'une étude informelle réalisée sur plus de 30 sociétés commercialisant des PGM... pratiquement toutes celles qui ont répondu ont indiqué qu'elles avaient observé un certain niveau d'inactivation du transgène. Plusieurs d'entre elles indiquèrent que la plupart des cas révélés d'inactivation n'avaient jamais été publiés."

Des repousses de colza avec des triples tolérances qui ont combiné des traits transgéniques et non-transgéniques sont maintenant très répandus sur l'ensemble du territoire canadien. Des repousses similaires de plantes et des mauvaises herbes avec des triples tolérances aux herbicides sont apparues aux Etats-Unis. Des mauvaises herbes tolérantes au glyphosate y envahissent les champs de coton et de soja transgéniques ; l'atrazine l'un des herbicides les plus toxiques, a du être utilisé sur des champs de maïs tolérant au glufosinate.

Les traits des biopesticides Bt menacent de créer à la fois des super mauvaises herbes et des insectes tolérants au Bt.

3. Une contamination transgénique importante est inévitable

Une contamination transgénique importante a déjà eu lieu dans des variétés autochtones de maïs poussant dans des régions reculées du Mexique, malgré un moratoire officiel qui est en place depuis 1998.

De hauts niveaux de contamination ont été repérés au Canada. Après test, 32 échantillons de stocks de semences de colza certifié sur 33 furent identifiés comme étant contaminés.

De nouvelles recherches montrent que le pollen transgénique qui est transporté par le vent et se dépose autre part ou tombe directement sur le sol est une des sources principales de contamination transgénique. La contamination est souvent reconnue comme étant inévitable, et il ne peut donc pas y avoir de co-existence entre les cultures transgéniques et les non-transgéniques

4. Les PGM ne sont pas sûres

Contrairement aux prétentions de leurs partisans, l'innocuité des PGM n'a jamais été prouvée. Le cadre réglementaire est depuis le début irrémédiablement défectueux. Il est fondé sur une approche "anti-précaution" destinée à faciliter et à accélérer l'autorisation de commercialisation au détriment des considérations de sécurité.

Le principe "d'équivalence en substance", sur lequel s'appuient les évaluations des risques, est intentionnellement vague et mal défini, donnant ainsi aux sociétés la possibilité de prétendre que les produits transgéniques sont "équivalents en substance" aux produits non transgéniques et donc par conséquent "sans risques".

5. La nourriture génétiquement modifiée pose de sérieux problèmes de sécurité

Il n'existe que très peu d'études crédibles sur la sécurité des produits alimentaires génétiquement modifiés. Et celles qui existent sont préoccupantes. Dans la seule investigation systématique sur l'alimentation génétiquement modifiée disponible à ce jour dans le monde, des effets de type facteur de croissance ont été trouvés dans l'estomac et l'intestin grêle de jeunes rats. Ces effets ne pouvaient être complètement expliqués par le produit transgénique et sont attribuables au processus ou à la construction transgénique. Ils pourraient donc être généraux à tous les aliments transgéniques.

Il y a eu au moins deux autres études, plus limitées, qui posent de sérieuses préoccupations de sécurité.

6. Des produits génétiques dangereux sont introduits dans les plantes

Les protéines Bt introduites dans 25 % des plantes transgéniques au niveau mondial se sont révélées dangereuses pour une quantité importante d'insectes non-ciblés. Certaines de ces protéines sont également de puissants

immunogènes et allergènes. Une équipe de scientifiques a émis des réserves sur les conséquences des disséminations de plantes Bt destinées à l'alimentation humaine.

Les plantes alimentaires sont de plus en plus souvent utilisées pour fabriquer des produits pharmaceutiques, comme les cytokines, qui suppriment le système immunitaire et déclenchent des maladies et des effets toxiques sur le système nerveux central ; l'interféron alpha connu pour occasionner la démence et de nombreux effets secondaires neurotoxiques, d'humeur et cognitifs ; des vaccins et des séquences virales comme le gène de la protéine "spike", du coronavirus du porc, de la même famille que le virus du SARS lié à l'épidémie actuelle. Le gène gp120 codant pour la glycoprotéine, du virus du SIDA HIV-1 qui a été introduit dans un maïs transgénique comme un "vaccin oral peu onéreux et comestible", est une autre bombe à retardement car il peut interférer avec le système immunitaire et se recombine avec des virus et des bactéries pour générer des pathogènes nouveaux et imprévisibles.

7. Les plantes Terminator disséminent la stérilité mâle

Les plantes génétiquement modifiées avec des gènes "suicide" codant pour la stérilité mâle ont été présentés comme un moyen de "contenir", ou prévenir, la dissémination des transgènes. En réalité, les plantes hybrides vendues aux agriculteurs disséminent à la fois les gènes "suicide" codant pour la stérilité mâle et des gènes de tolérance aux herbicides à travers le pollen.

8. Les herbicides à spectre large sont hautement toxiques pour l'être humain et les autres espèces

Le glufosinate d'ammonium et le glyphosate sont utilisés avec les plantes transgéniques tolérantes aux herbicides, qui représentent 75 % des cultures transgéniques au niveau mondial. Ils sont tous les deux des poisons systémiques du métabolisme, dont on peut s'attendre à ce qu'ils aient une large gamme d'effets néfastes, ce qui a été confirmé.

Le glufosinate d'ammonium est toxique pour les systèmes neurologique, respiratoire, gastro-intestinal et hématologique. Il entraîne des malformations à la naissance chez les humains et les mammifères. Il est toxique pour les papillons et un grand nombre d'insectes utiles, les larves de palourdes et les huîtres, les *Daphnis* et autres poissons d'eaux vives, particulièrement les truites arc-en-ciel. Il inhibe des bactéries et des champignons du sol bénéfiques, notamment ceux qui fixent l'azote.

Le glyphosate est la cause la plus fréquente de plaintes et d'empoisonnements au Royaume-Uni. Des troubles de nombreuses fonctions du corps ont été enregistrées après des expositions au taux normal d'utilisation. L'exposition au glyphosate double quasiment le risque d'avortement tardif et l'on constate chez les enfants nés de parents utilisateurs de glyphosate une altération importante de leur comportement nerveux. Le glyphosate entraîne le développement tardif du squelette du fœtus de rats de laboratoire. Il inhibe la synthèse des stéroïdes et est génotoxique chez les mammifères, les poissons et les grenouilles. 50 % des vers de terre qui sont exposés à une dose agricole normale meurent et ceux qui survivent ont leur estomac endommagé de façon significative. Le Round Up provoque le dysfonctionnement de la division cellulaire, qui pourrait être lié aux cancers humains.

Les effets connus du glufosinate d'ammonium et du glyphosate sont suffisamment sérieux pour que toute utilisation supplémentaire de ces herbicides soit interdite

9. Le génie génétique créé des super virus

Les dangers les plus insidieux du génie génétique résident dans la technologie elle-même, qui augmente grandement la portée et la probabilité des transferts horizontaux de gènes et de recombinaisons, la voie directe pour la création de virus et de bactéries qui pourraient provoquer des épidémies. Ce phénomène fut parfaitement illustré, lorsqu'en 2001, la création par "accident" d'un virus mortel pour les souris survint pendant une expérimentation de génie génétique apparemment bénigne.

Les techniques nouvelles, comme le réarrangement l'ADN, permettent aux généticiens de créer en laboratoire, en quelques minutes, des millions de virus recombinants qui n'ont jamais existé durant les milliards d'années de l'évolution.

Les virus et les bactéries susceptibles de provoquer des maladies et leur matériel génétique sont les matériaux et les outils prédominants du génie génétique, autant que pour la création intentionnelle d'armes biologiques.

10. L'ADN transgénique dans la nourriture peut être absorbé par des bactéries présentes dans l'intestin humain

Il existe déjà des preuves expérimentales qui montrent que de l'ADN transgénique de plantes a été absorbé par des bactéries dans le sol et dans l'intestin humain de volontaires. Les gènes marqueurs de résistance aux antibiotiques peuvent se disséminer à partir des aliments transgéniques aux bactéries pathogènes, ce qui rendrait certaines infections très difficiles à soigner.

11. L'ADN transgénique et le cancer

L'ADN transgénique est connu pour survivre à la digestion dans l'intestin et pour sa capacité à pénétrer dans le génome de cellules de mammifères, ce qui augmente la possibilité de déclencher le cancer.

On ne peut exclure la possibilité que nourrir les animaux avec des produits génétiquement modifiés, comme le maïs ne provoque des risques, non seulement pour les animaux, mais aussi pour les êtres humains qui consomment les produits issus de ces animaux.

12. Le promoteur CaMV 35S augmente le transfert génétique horizontal

Certaines conclusions tendent à prouver que les constructions génétiques qui ont utilisé le promoteur CaMV 35S pourraient être plus instables et favoriseraient les transferts horizontaux de gènes et les recombinaisons, avec toutes les incertitudes que cela entraîne : mutations de gènes à cause de l'insertion aléatoire, cancer, réactivation de virus dormants et création de nouveaux virus. Ce promoteur est présent dans la majorité des PGM qui sont cultivés commercialement aujourd'hui.

13. Une longue histoire de conclusions scientifiques erronées ou supprimées

Il existe une longue histoire de conclusions scientifiques erronées et d'autres supprimées, particulièrement sur la question du transfert de gène horizontal. Des expérimentations clés n'ont jamais été réalisées, ou réalisées de façon inappropriée pour n'aboutir qu'à des conclusions erronées. De nombreuses expérimentations ne furent pas prolongées, y compris des études qui auraient pu nous permettre de savoir si le promoteur CaMV 35S est responsable des effets de type facteurs de croissance observés chez de jeunes rats nourris avec des pommes de terre transgéniques.

En conclusion, les promesses des bénéfices des PGM annoncés n'ont jamais été réalisées, mais elles posent des problèmes de plus en plus nombreux au niveau de l'exploitation. La contamination transgénique est maintenant considérée comme inévitable et il ne peut y avoir de co-existence entre l'agriculture transgénique et la non-transgénique. Plus important encore, on n'a jamais prouvé l'innocuité des PGM. Au contraire, suffisamment de conclusions montrent qu'il existe de sérieuses préoccupations en ce qui concerne la sécurité, qui si elles continuent à être ignorées, pourraient entraîner des dommages irréversibles pour la santé et l'environnement. Les PGM devraient être refusés immédiatement.

Pourquoi l'agriculture durable ?

1. Meilleure productivité et rendement, particulièrement dans le Tiers-Monde

Près de 9 millions d'agriculteurs ont adopté des pratiques agricoles durables en Afrique, Amérique Latine et Asie, représentant une surface totale de près de 29 millions d'hectares. Des données fiables émanant de plus de 89 projets montrent une production et des rendements plus élevés : 50 à 100 % d'augmentation du rendement pour les cultures pluviales et 5 à 10 % pour les cultures irriguées. Parmi les plus grands succès, on trouve le Burkina Faso qui est passé d'un déficit en céréales de 644 kg par an à un surplus de 153 Kg ; l'Éthiopie où 12 500 familles ont vu leurs récoltes augmenter de 60 % et le Honduras et Guatemala où 45 000 familles ont augmenté leur récolte de 400-600 Kg/ha à 2000-2500 Kg/ha.

Des études à long terme dans les pays industrialisés montrent que les rendements de l'agriculture biologique sont comparables à ceux de l'agriculture conventionnelle et dans certains cas meilleurs.

2. De meilleurs sols

Les pratiques agricoles durables ont tendance à réduire l'érosion et permettent d'améliorer la structure physique et les capacités de rétention d'eau du sol, critères indispensables pour atténuer les mauvaises récoltes durant les périodes de sécheresse.

La fertilité du sol est maintenue et même améliorée par diverses pratiques agricoles. Des études montrent que la matière organique et les niveaux en azote sont plus élevés dans les champs dévolus à l'agriculture biologique que dans les champs conventionnels.

L'activité biologique est également plus importante dans les sols où est pratiquée l'agriculture biologique. Il y a plus de vers de terre, d'arthropodes, de champignons mycorrhiziens et micro-organismes bénéfiques pour le recyclage des nutriments et la diminution des maladies.

3. Un environnement plus propre

La pollution due aux intrants chimiques est faible, voire nulle en agriculture durable. De plus, la recherche suggère que grâce à la qualité des sols biologiques, moins de nitrates et de phosphore sont lessivés dans les nappes phréatiques.

Les taux d'infiltration de l'eau sont plus élevés dans les systèmes biologiques. Par conséquent, ils sont moins sujets à l'érosion et moins enclins à contribuer à la pollution aquatique provenant des écoulements de surface.

4. Une réduction des pesticides sans augmentation des insectes

Les applications routinières de pesticides sont interdites en agriculture biologique. Au Vietnam, la gestion intégrée des insectes a fait tomber le nombre des épandages de pesticides sur les champs de 3,4 à un par saison. Au Sri Lanka ils sont passés de 2,9 à 0,5 par saison et en Indonésie de 2,9 à 1,1.

Des recherches n'ont montré aucune augmentation des pertes due aux insectes dans la production de tomates en Californie, malgré l'arrêt des insecticides synthétiques.

Le contrôle des insectes est possible sans recours aux pesticides, par exemple en Afrique de l'Est, les agriculteurs utilisent des "plantes piège" pour faire reculer les attaques de la pyrale du maïs, un fléau de cette région.

5. Soutenir la biodiversité et utiliser la diversité

L'agriculture durable favorise la biodiversité agricole, qui est cruciale pour la sécurité alimentaire et les moyens de subsistance des communautés. L'agriculture biologique soutient également une biodiversité bien plus importante, ce qui bénéficie aux espèces qui ont décliné significativement.

Les systèmes ayant une grande diversité sont plus productifs que les systèmes en monoculture. À Cuba, les systèmes agricoles intégrés sont de 1,45 à 2,82 fois plus productifs que les systèmes en monocultures. Des milliers de cultivateurs de riz chinois ont doublé leurs rendements et pratiquement éliminé les maladies les plus dévastatrices simplement en mêlant la culture de deux variétés de riz différentes.

La biodiversité du sol est augmentée par les pratiques biologiques, ce qui entraîne des effets bénéfiques, par exemple la récupération et la réhabilitation des sols dégradés, l'amélioration de la structure du sol et de l'infiltration de l'eau.

6. Ecologiquement et économiquement durable

Des recherches effectuées sur des systèmes de production de pommes placent le système de production biologique en première place en termes environnementaux et économiques, le système intégré en seconde place et le conventionnel est bon dernier. Les pommes biologiques sont la production la plus profitable grâce à la plus valeur sur le prix, un retour sur investissement et une récupération des coûts plus rapides.

Une étude à l'échelle de l'Europe montre que pour la majorité des indicateurs environnementaux, l'agriculture biologique donne de meilleurs résultats que l'agriculture conventionnelle. Une compilation réalisée par l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) montre qu'un système agricole biologique bien géré conduit à des conditions plus favorables à tous les niveaux environnementaux.

7. Atténuer le changement climatique en réduisant l'utilisation directe et indirecte d'énergie

L'agriculture biologique utilise l'énergie bien plus efficacement et réduit considérablement les émissions d'oxyde de carbone en comparaison à l'agriculture conventionnelle. Cela vaut aussi bien pour la consommation énergétique directe comme pour le fioul ou l'huile que pour la consommation indirecte par les pesticides et les engrais synthétiques.

L'agriculture durable restaure la teneur en matière organique dans le sol et augmente la séquestration du carbone dans le sol, créant ainsi un important puit de carbone. Les systèmes biologiques ont montré une capacité significative pour absorber et retenir le carbone, ce qui laisse à penser que les pratiques agricoles durables pourraient participer à la lutte contre le réchauffement mondial.

L'agriculture biologique pourrait également émettre moins de dioxyde d'azote (N₂O), un autre gaz à effet de serre important et qui est également responsable de la destruction de la couche d'ozone stratosphérique.

8. Une production performante et avantageuse

Les avantages écologiques de l'agriculture biologique sont supérieurs à une perte éventuelle de rendement. Des recherches ont montré que l'approche biologique peut être commercialement intéressante sur le long terme, parce que ce système produit plus de nourriture par unité d'énergie ou de ressources utilisées.

Des études prouvent que des petites exploitations produisent plus par unité de surface que les grandes exploitations, courantes dans l'agriculture conventionnelle. Bien que le rendement par unité de surface d'une culture donnée puisse être plus faible sur une petite exploitation que sur une grande monoculture, la production totale par unité de surface, souvent composée de plus d'une douzaine de plantes et de divers produits animaux est bien plus élevée.

Les coûts de production pour l'agriculture biologique sont souvent inférieurs aux coûts de l'agriculture conventionnelle. Les retours sur investissements sont donc équivalents, voire supérieurs même si le produit ne bénéficie pas d'une plus valeur du fait de son label biologique. Lorsque les prix incorporent la plus valeur biologique du produit, les systèmes biologiques sont presque toujours plus.

9. Amélioration de la sécurité alimentaire et des bénéfices pour les communautés locales

Une étude des projets d'agriculture durable dans les pays en développement a montré que la production alimentaire moyenne par ménage avait augmenté de 1,71 tonnes par an (73 %) par an, pour 4,42 millions d'agriculteurs sur une surface totale de 3,58 millions d'hectares. Ces chiffres montrent que l'agriculture biologique peut conduire à une amélioration de la sécurité alimentaire et peut avoir des conséquences bénéfiques sur la santé.

L'augmentation de la productivité agricole a montré qu'elle augmente les réserves alimentaires et les revenus, réduisant la pauvreté, favorise l'accès à l'alimentation, diminue la malnutrition et améliore la santé et les moyens d'existence des communautés locales.

Les approches développées par l'agriculture durable s'appuient étroitement sur le savoir faire traditionnel et local et valorisent l'expérience et l'innovation des agriculteurs. Elles utilisent les ressources naturelles appropriées, disponibles localement et peu coûteuses, améliorant le statut et l'autonomie des agriculteurs, ce qui renforce les relations sociales et culturelles à l'intérieur des communautés locales.

Les moyens locaux qui facilitent la vente et la distribution des produits issus de l'agriculture biologique peuvent renforcer financièrement l'économie locale. Chaque Livre dépensée dans un cageot de produits issus d'une coopérative biologique rapporte 2,59 Livres à l'économie locale, alors qu'une Livre dépensée dans un supermarché ne lui rapporte que 1,40 Livre.

10. Une qualité alimentaire meilleure pour la santé

La nourriture biologique est plus sûre parce que cette pratique agricole interdit les épandages routiniers de pesticides et d'herbicides, ce qui rend rare la présence de résidus chimiques toxiques.

La production biologique interdit également l'utilisation d'additifs alimentaires artificiels comme les graisses hydrogénées, l'acide phosphorique, l'aspartame et le glutamate monosodique, qui sont liés à des problèmes de santé aussi variés que les maladies du cœur, l'ostéoporose, les migraines et l'hyperactivité.

Des études ont montré que les produits biologiques contenaient en moyenne plus de vitamine C, plus de minéraux et plus de phénols, - des composants des plantes qui permettent de combattre le cancer, les maladies du cœur et les dysfonctions neurologiques qui accompagnent la vieillesse - et contenaient moins de nitrates, qui sont toxiques.

Les pratiques d'agriculture durable ont prouvé leurs bénéfices sur tous les aspects sanitaires et environnementaux. Par ailleurs, elles apportent la sécurité alimentaires et un bien-être social et culturel aux communautés locales partout le monde. Nous avons un besoin urgent d'un changement de direction radical en faveur de toutes les formes d'agriculture durable.

1° Partie : Pas de futur pour les Plantes Génétiquement Modifiées

Chapitre Un. Pourquoi dire non aux PGM ?

Les PGM ne sont ni nécessaires ni voulus

Aujourd'hui, le doute n'est plus permis, les PGM ne sont pas nécessaires pour nourrir le monde et les vraies causes de la famine sont la pauvreté ou l'inégalité et non pas une production de nourriture insuffisante. Selon une estimation réalisée par l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) la production de nourriture est suffisante, en utilisant des plantes conventionnelles, pour nourrir l'ensemble des habitants de la planète et cela sera le cas pour les 25 prochaines années au moins et probablement pour un futur encore plus lointain.²

Par ailleurs comme le montrent Altieri et Rosset, même si la faim est générée par une différence entre la production et la croissance de la population humaine, les PGM commercialisées actuellement ne sont ni destinées à augmenter les rendements ni adaptées aux petits agriculteurs qui n'ont pas d'organisation pour en bénéficier.³ Une méthode qui consisterait à augmenter la production locale et ne ferait qu'accroître l'inégalité est donc vouée à l'échec puisque la véritable cause de la famine se trouve dans cette inégalité.⁴ Un récent rapport rédigé par Action Aid montre que : "l'adoption généralisée des PGM ne ferait qu'aggraver la cause sous-jacente de la sécurité alimentaire et pourrait même au contraire avoir pour conséquence une augmentation de la famine".⁵

Si les PGM ne sont pas désirées, c'est pour de bonnes raisons plus importantes encore. En effet, les bénéfices annoncés des PGM n'ont jamais été atteints et provoquent de plus en plus de problèmes sur l'exploitation alors que les preuves s'accumulent sur certains risques catastrophiques, malgré l'absence patente de recherche sur leur sécurité. Dans le même temps, des preuves toujours plus nombreuses voient le jour autour des succès de l'agriculture durable, et ne laissent aucun doute sur le choix rationnel que la société devrait prendre.

Le marché mondial des PGM n'a cessé de diminuer, même si la surface plantée en PGM a augmenté depuis que la première PGM - la tomate Flavr Savr - qui s'est soldée par un échec commercial retentissant, ait été plantée en 1994 aux Etats-Unis. Pendant les sept dernières années, de 1996 à 2002, le nombre d'hectares plantés en PGM est passé de 1,7 millions à 58,7 millions. Mais pour l'année 2002, 99 % de ces plantations ont pris place dans seulement quatre pays. Les Etats-Unis d'Amérique ont poussé 39 millions d'hectares (66 %), l'Argentine 13,5 millions d'hectares, le Canada 3,5 millions d'hectares et la Chine 2,1 millions d'hectares.⁶

La résistance aux PGM a atteint un point d'orgue l'année dernière, lorsque la Zambie, pourtant en situation de famine, a refusé une cargaison d'aide alimentaire parce qu'elle contenait du maïs OGM. Depuis ce pays a confirmé cette décision après qu'une délégation de haut niveau ait été invitée à visiter plusieurs pays, dont les Etats-Unis d'Amérique et le Royaume-Uni. Au moment où nous écrivons ce rapport, une grève de la faim est en cours aux Philippines pour protester contre l'autorisation de commercialisation du maïs Bt de Monsanto, donnée par le gouvernement.

Des jurys populaires et d'autres processus de démocratie participative ont été lancés en Inde, au Zimbabwe et au Brésil dans le but de permettre aux petits agriculteurs et aux communautés marginalisées d'évaluer les risques liés aux PGM. Ils l'ont fait selon leurs propres critères et notions de bien-être pour savoir si ces nouvelles plantes étaient désirables ou non pour leur type de société.

Les résultats montrent que lorsque ce type d'initiative a été organisé de manière crédible, digne de confiance et de façon impartiale, les petits agriculteurs et les peuples indigènes ont systématiquement rejeté les PGM, en considérant qu'ils n'en avaient pas besoin et que cette technologie était mal évaluée et ne répondait pas à leurs besoins.^{7 8}

Depuis l'an 2000, année où le secteur de la biotechnologie avait été dopé par les retombées du Projet sur le Génome Humain et avait atteint des sommets, ce secteur n'a cessé, depuis, de décliner, entraîné par son rayon agricole. L'institut pour la Science dans la Société (ISIS) a réuni de nombreuses preuves sur ce sujet dans un dossier spécifique à l'attention de l'Unité Stratégique sur les PGM qui dépend du Premier Ministre du Royaume-Uni. Ce dossier a été divulgué dans le cadre des consultations publiques sur le potentiel économique des OGM que le Ministère avait organisé.⁹ Depuis cette date, la situation n'a cessé d'empirer pour l'industrie dans son ensemble¹⁰.

Un rapport publié en Avril 2003 par l'agence Invest Strategic Value Advisors¹¹ a donné à Monsanto la note la plus basse possible et a ajouté que la biotechnologie végétale était une industrie à haut risque dans laquelle il n'était pas bon d'investir, à moins qu'elle ne recentre son activité hors du génie génétique.

Selon le rapport : "La façon dont l'argent coule depuis les comptes des sociétés du génie génétique en direction des comptes des politiciens et la fréquence à laquelle des représentants se voient offrir des postes dans les agences de réglementation, et vice-versa, a pour effet de créer des conflits d'intérêt qui réduisent la disposition des investisseurs à faire confiance à la fiabilité des législations en matière de sécurité des PGM mises en place par le gouvernement des Etats-Unis. Cela permet également de comprendre pourquoi le gouvernement des Etats-Unis n'a pas exigé l'approche de précaution pour le génie génétique et continue dans le même temps d'interdire l'étiquetage des produits qui en sont issus malgré les demandes émanant d'une majorité écrasante de consommateurs. Après le scandale financier de ENRON et de bien d'autres encore, Il semble que la communauté financière se soit laissée éblouir par les histoires des sociétés de la biotechnologie végétale sans avoir été au fond

des choses..." Et le rapport de conclure : " Pour les investisseurs, Monsanto pourrait être un nouveau désastre annoncé".

Les bénéfices annoncés des plantes génétiquement modifiées (PGM) n'ont jamais été atteints

La conclusion constante du compte rendu réalisé sur la base de recherches indépendantes et d'études exécutées auprès des exploitations témoins aux Etats Unis depuis 1999 par l'agronome Charles Benbrook,^{12 13} confirmée depuis par d'autres études¹⁴ est formelle : Les bénéfices annoncés des plantes génétiquement modifiées (PGM) n'ont jamais été atteints.

Des milliers d'essais réalisés en plein air sur des parcelles de soja transgénique ont révélé une réduction du rendement par rapport à des surfaces plantées avec du soja non-transgénique compris entre 5 et 10 % pour atteindre sur certaines d'entre elles des pertes comprises entre 12 et 20 %. Des conclusions similaires ont été faites en Grande-Bretagne sur des plantations de colza d'hiver et sur des champs d'expérimentation de betteraves. Les PGM n'ont pas permis une réduction significative de l'épandage d'herbicides, d'insecticides et de pesticides sur les champs. Le soja Roundup Ready (RR) a besoin de deux à cinq fois de plus d'herbicide (mesure réalisée en livre par arpent) que d'autres systèmes de gestion des mauvaises herbes. De même, des résultats obtenus en l'an 2000, par le Département de l'Agriculture des Etats-Unis (USDA) montrent qu'en moyenne, il est nécessaire d'utiliser 30 % d'herbicide en plus pour traiter un arpent de maïs RR par rapport à une surface similaire plantée avec du maïs conventionnel.

L'analyse de quatre années de données officielles provenant de l'USDA et portant sur l'épandage d'insecticides dans les champs transgéniques donne une image très claire de la réalité. [13] Alors que dans plusieurs états, l'utilisation d'insecticides a baissé sur les plantations en coton Bt ; l'utilisation d'insecticides sur le maïs Bt n'a que très peu diminué, voire pas du tout. Des données de l'USDA montrent que les épandages d'insecticides visant à traiter directement la pyrale du maïs sont passés de 4 % d'arpent traités en 1995 à 5 % en 2000.

Le prix plus élevé des semences OGM, associé à l'utilisation accrue des herbicides et des pesticides, et à un rendement qui laisse à désirer, auquel s'ajoutent les redevances sur l'utilisation des semences et les marchés réduits, permet de conclure que tous ces facteurs mis bout à bout font perdre de l'argent aux agriculteurs. La première étude d'impact économique du maïs Bt réalisée au Etats-Unis montre qu'entre 1996 et 2001, les pertes nettes des agriculteurs se sont élevées à 92 millions de \$, soit à peu près 1,31 dollars par arpent de terre cultivée. Un rapport publié en septembre 2002¹⁵ par une association anglaise, la "Soil Association", estime que les PGM ont coûté aux Etats-Unis la somme de 12 milliards de dollars en subventions, pertes de ventes et retours de produits pour cause de la contamination transgénique. Ce rapport peut se résumer comme suit :

"Les conclusions de notre rapport montrent... qu'aucun des bénéfices annoncés par les partisans des PGM n'a été atteint. Au contraire les agriculteurs annoncent, outre des pertes de rendements, une dépendance inchangée aux pesticides et herbicides, une perte de marché et plus grave encore une rentabilité réduite de leur exploitation, ce qui rend la production de l'alimentation encore plus dépendante des subventions et plus vulnérable aux intérêts des sociétés de biotechnologie".

Ces études n'ont pas pris en compte les échecs des PGM dans les autres parties du monde, notamment l'un des plus sérieux, qui a eu lieu en Inde l'année dernière¹⁶. Des pertes record de coton Bt allant jusqu'à 100 % de la récolte ont été rapportées dans plusieurs états indiens, dues entre autres à la non-germination des semences, à la pourriture des racines et à des attaques de la noctuelle de la tomate (*Helicoverpa armigera*) contre lequel le coton était supposé résister.

Chapitre Deux. Problèmes croissants à la ferme

Instabilité du transgène

L'échec manifeste du coton OGM en Inde, et de différentes PGM dans d'autres parties du monde est principalement dû à l'extrême instabilité des PGM, un problème identifié et décrit par Finnegan et McElroy¹⁷ depuis 1994 :

"Alors qu'il existe des exemples de plantes pour lesquelles l'expression stable d'un transgène est possible, ces cas peuvent être considérés comme des exceptions à la règle. Au cours d'une étude informelle réalisée sur plus de 30 sociétés commercialisant des PGM... pratiquement toutes celles qui ont répondu soulignèrent qu'elles avaient observé un certain niveau d'inactivité du transgène. Plusieurs d'entre elles indiquèrent que la plupart des cas révélés d'inactivation n'avaient jamais été publiés."

Pourtant, il existe une littérature scientifique conséquente sur les phénomènes de l'instabilité transgénique^{18 19}. Lorsque l'outil moléculaire approprié est utilisé pour examiner la question, l'instabilité est immanquablement confirmée, même dans les cas où la stabilité du transgène a été affirmée. Dans une publication²⁰ dont le résumé disait que "l'expression du transgène était stable en phase dans les lignées de tous les génotypes du riz", les données présentées montraient en fait qu'au maximum sept des quarante lignées (18 %) se révélaient stables jusqu'à la génération R3²¹. Ce document, comme beaucoup d'autres, a également conclu à tort à une hérédité mendélienne, ou stabilité génétique, du simple fait de ne pas s'écarter significativement des arbitraires "ratios mendéliens". Pour ce type d'erreur élémentaire, des étudiants auraient échoué leur examen en statistique et en génétique.

L'instabilité du transgène peut s'expliquer de deux façons. La première à travers les mécanismes de défense qui protègent l'intégrité de l'organisme et "réduisent au silence" ou désactivent le gène étranger qui a été intégré dans le génome, pour qu'il ne puisse pas s'exprimer. Ce mécanisme fut découvert pour la première fois en 1990 dans le cadre des recherches sur le lien entre les transgènes insérés, reconnu depuis comme étant une des défenses de l'organisme contre les infections virales.

La deuxième cause majeure vient de l'instabilité *structurelle* propre aux transgènes conçus et de leur prédisposition à se fragmenter, à partir de joints artificiels fragiles, pour se recombiner incorrectement avec de l'ADN qui se trouve autour. Cette dernière cause est certainement celle qui pose le plus de problèmes de sécurité parce qu'elle augmente le transfert de gène horizontal et la capacité du transgène à se recombiner. (voir plus loin) Il existe une troisième cause d'instabilité du transgène qui vient dernièrement d'être mise en évidence[18] selon laquelle il semblerait y avoir des "endroits privilégiés pour réceptionner" le transgène à l'intérieur du génome, aussi bien dans celui de la plante que dans le génome humain. Ces endroits privilégiés pourraient également être des "endroits privilégiés pour la recombinaison" enclins à favoriser la cassure et la réplication du transgène inséré. Ce phénomène pourrait également permettre aux transgènes de se détacher de leur construction pour se recombiner ou envahir d'autres génomes.

Des recherches montrent aussi que l'instabilité du transgène pourrait survenir dans les générations postérieures sans être nécessairement "refusée" par les premières générations. Ces problèmes pourraient être la cause des incohérences et des faibles rendements des PGM. Cet aspect sera certainement sous-documenté par les agriculteurs qui préféreront opter pour une compensation financière à travers une clause de confidentialité.

Arrêter de se presser

Un rapport publié dernièrement, (Makarevitch I, Svitashv SD, et Somers DA. Analyse séquentielle complète d'emplacements de transgènes provenant de plantes transformées par bombardement de micro projectiles. *Plant Molecular Biology* 2003, 52, 421 - 32), révèle que le problème associé à l'intégration incontrôlable des transgènes et à ses conséquences imprévisibles est encore plus sérieux que certains ne l'imaginaient. Ce rapport conclut que par conséquent le génie génétique ne peut pas être considéré comme équivalent à l'amélioration végétale conventionnelle ou à la mutagenèse.

Les auteurs soulignent que la plupart des lignées transgéniques produites par bombardement de micro-projectiles possèdent des "loci" de transgènes complexes composés de copies multiples de l'ADN introduit entières, tronquées et réarrangées, et fréquemment structurées en répétitions directes ou inversées intercalées avec des fragments d'ADN de tailles différentes". L'ADN introduit serait intégré dans les génomes des plantes par une "recombinaison illégitime" (RI) associée à une réparation de cassure bicaténaire, un procédé utilisé également pour l'intégration d'ADN-T dans la levure et le génome des plantes."

Les caractéristiques de la RI dans les loci de transgènes produits par l'introduction directe d'ADN incluent la désorganisation des séquences de transgènes par la recombinaison de grands et petits fragments non-contigus de l'ADN introduit, l'incorporation fréquente de séquences d'ADN génomique dans les loci des transgènes et les réarrangements dans la l'ADN génomique flanquant le locus du transgène".

Les sites cibles sont très difficilement identifiables à cause des ruptures et de certaines mutations du génome de l'ADN adjacent. Cela veut dire qu'il n'est même pas possible de dire dans quelle partie du génome le transgène s'est intégré, et ce, même si la séquence entière du génome hôte est connue.

Les chercheurs ont réussi à séquencer quelques emplacements de transgènes dans une avoine transgénique. Et parce que son génome semblait être "simple", il y avait plus de chance pour qu'un ordre de gène supposé apparaisse et que des régions flanquantes soient identifiées.

Malheureusement, les trois emplacements "simples" identifiés se trouvent dans des régions dans lesquelles se rencontrent de petits fragments désorganisés d'ADN génomique. De plus tous les emplacements ont laissé apparaître soit de l'ADN désorganisé d'origine inconnue flanquant l'ADN du transgène, soit la preuve de la perte de la section du matériel génétique sur le site prévu pour l'insertion de l'ADN.

Une des lignées transgéniques étudiée qui avait été préalablement identifiée semblait n'avoir qu'un seul emplacement principal d'une longueur estimée à 15 kb. Pourtant la descendance T1 étudiée à partir d'un transfert d'ADN dont le temps d'exposition avait été allongé et qui contenait plus d'ADN génomique a donné deux autres emplacements de transgènes plus petits.

Le transfert d'ADN montre que l'ADN génomique qui flanquait les deux côtés de l'un des emplacements était fortement répétitif. L'alignement par PCR d'un emplacement de transgène avec un type sauvage a montré que 845 bp de l'ADN génomique du type sauvage disparaissaient pendant l'intégration du transgène et que des parties d'ADN génomique d'origine inconnue étaient intégrées sur l'emplacement sous forme d'ADN de remplissage sur les deux côtés de l'ADN du transgène.

Les sites cibles des deux autres emplacements ne purent être identifiés à cause d'une désorganisation importante de l'ADN génomique. Les auteurs en conclurent : "qu'il est maintenant reconnu que des estimations du nombre d'emplacements d'un transgène se basant sur un coefficient de ségrégation phénotypique sont inexactes à cause de la perturbation de l'expression du transgène par un gène silencieux ou à cause d'un réarrangement de l'emplacement du transgène. "Peu importe la sonde utilisée, les petits emplacements, non fonctionnels, ne sont tout simplement pas détectables.

Les sites d'intégration sont pires qu'aléatoires. Il existe des preuves que l'ADN du transgène se lie dans des régions qui sont riches en gènes mais aussi dans des régions sujettes aux cassures bicaténaires. La première raison augmente les possibilités d'activer et désactiver des gènes, la dernière augmente l'instabilité structurelle des transgènes et des lignées transgéniques.

Les repousses et les mauvaises herbes

Des repousses provenant de colza tolérant à trois herbicides ont été retrouvées pour la première fois dans l'Etat d'Alberta au Canada en 1998, deux années après que la première PGM tolérante aux herbicides ait été plantée²². Une année plus tard, ces repousses tolérantes à de nombreux herbicides étaient présentes dans onze champs²³. Ce sont les USA qui, en 2001, furent les premiers à faire pousser du colza OGM tolérant aux herbicides. Des recherches entreprises par l'Université d'Idaho ont montré que ce type de tolérance avait pu être constaté dans des parcelles expérimentales pendant deux années, et pendant la même période, des mauvaises herbes tolérantes à deux herbicides avaient été trouvées.

De nombreux autres problèmes liés aux mauvaises herbes ont été identifiés depuis (résumé dans la note²⁴ En 2000, aux Etats-Unis, de l'érigéron du Canada tolérant au glyphosate a envahi plus de 200 000 acres de coton dans l'ouest du Tennessee, soit 36 % de la surface de coton de l'Etat. De plus, quelque 200 000 acres de soja furent également touchés. Le problème est tel avec les repousses et les mauvaises herbes tolérantes aux herbicides, que les sociétés recommandent aux agriculteurs d'épandre des herbicides supplémentaires sur leurs cultures. Des experts agricoles américains ont révélé qu'entre 75 % et 90 % des producteurs de maïs OGM utilisaient un produit appelé Liberty ATZ, un mélange de glufosinate d'ammonium provenant de la société Aventis, et d'atrazine, un herbicide couramment utilisé depuis des décennies sur les champs de maïs et qui pose de nombreux problèmes.²⁵ L'atrazine est sur la liste rouge de l'Europe et sur la liste Prioritaire des produits ayant des effets perturbateurs sur les fonctions hormonales des animaux. (Voir plus loin)

Les plantes Bt vont également avoir des problèmes avec la résistance que leurs insectes prédateurs vont probablement développer (voir ci-dessous). Comme base d'une nouvelle demande de brevet qui lui permettrait d'utiliser deux insecticides sur ces plantes Bt, Monsanto se fonde sur la possibilité pour les plantes Bt de développer des souches résistantes aux insectes prédateurs et : "qu'il existe des problèmes non résolus... dans les conditions de culture actuelles."

Des recherches récentes montrent que des transgènes provenant de cultures de tournesol transgénique qui se sont croisées avec des plantes de la même famille ont rendu celles-ci plus difficiles à éliminer et plus prolifiques, ce qui pourrait les faire devenir des super mauvaises herbes.²⁶

La résistance au Bt

Les plantes Bt sont génétiquement modifiées pour produire des protéines insecticides provenant de gènes de bactérie *Bacillus thuringiensis* (*Bt*). La probabilité de voir les insectes cibles de la plante Bt développer une résistance aux toxines Bt est si importante et si réelle que les Etats-Unis ont adopté des stratégies de gestion des résistances en mettant en place des "refuges" de plantes non Bt. Par ailleurs, ils ont commercialisé des plantes Bt avec un haut degré d'expression de toxine, allant même jusqu'à développer des plantes contenant plusieurs toxines.

Malheureusement, les insectes ont développé une résistance à toutes ces toxines ou des résistances croisées à différentes toxines.²⁷ Et des études récentes révèlent que des souches d'insectes résistantes utilisent la toxine pour en tirer une source nutritive supplémentaire, ce qui les rendrait encore plus dangereux pour les plantes.

Une contamination transgénique importante

Un rapport du généticien des plantes de l'université de Berkeley, Ignacio Chapela, publié dans *Nature*²⁸ en novembre 2001, montre que des variétés de maïs, cultivées dans des régions reculées du Mexique, avaient été contaminées par des transgènes malgré la mise en place d'un moratoire qui interdisait la culture des maïs transgénique dans le pays.

Cette information eut pour effet de déclencher une levée de boucliers orchestrée par Monsanto²⁹ parmi les scientifiques en faveur de la biotechnologie. En février 2002, dans une démarche jamais accomplie à ce jour par ce type de revue scientifique, le journal *Nature* a retiré son soutien à la publication alors qu'aucune des informations présentées dans celle-ci n'était fautive, et que ses conclusions n'ont pas été récusées. D'autres scientifiques mexicains confirmèrent les résultats, et montrèrent que la contamination était bien plus étendue qu'on ne le pensait³⁰. 95 % des surfaces étudiées étaient contaminées avec des taux de contamination allant de 1 % à 35 %, pour une moyenne de 10 % à 15 % par parcelle. Depuis, la société impliquée dans cette contamination a refusé de divulguer l'information moléculaire ou les sondes utilisées pour la recherche, qui auraient permis de déterminer le responsable des dégâts causés. *Nature* pour sa part a refusé de publier les confirmations des scientifiques mexicains.

Il est certain, comme le rappelle le rapport d'Innovest (voir plus haut), qu'un des facteurs qui condamnerait Monsanto est la perte substantielle qu'entraînerait une contamination transgénique inattendue. Selon le rapport, *la contamination est inévitable et pourrait entraîner la faillite de Monsanto et d'autres sociétés de biotechnologie, laissant la société dans son ensemble régler le problème.*

Selon Ignacio Chapela, qui doit faire face à un éventuel licenciement de la part de l'Université, suite à cette polémique: "la contamination s'aggrave au Mexique."

L'étendue de la catastrophe est alarmante pour toutes les semences non-transgéniques. Un porte-parole de la société Dow Agrosience a déclaré dernièrement : "la totalité des circuits de semences du Canada sont contaminés".³¹ Le Dr. Lyle Friesen de l'Université du Manitoba a trouvé que 32 des 33 échantillons provenant de 27 réserves de semences de colza étaient contaminés.³²

Des tests sur le flux de pollen ont montré que le pollen de blé peut voler pendant au moins une heure, ce qui voudrait dire qu'il peut, selon la vitesse du vent, parcourir une distance très longue. Le pollen de colza, qui est encore plus léger, peut voler entre trois et six heures. Un vent, normal, de 70 km à l'heure, "se moque des distances de séparation de quelques centaines de mètres prévues par la loi" commente Percy Schmeiser, agriculteur canadien devenu célèbre et qui vient d'être condamné par la justice canadienne à payer à Monsanto "des dommages", alors que selon lui, la contamination de son champ provenait de la parcelle de colza transgénique de son voisin. Alors que M. Schmeiser vient de perdre en Appel devant la cour Fédérale, la Cour Suprême du Canada vient de lui donner l'autorisation de faire valoir ses droits devant sa Juridiction.

Certains agriculteurs biologiques qui accusent Monsanto et Aventis de contaminer leurs champs et de mettre en danger leur label biologique ont également entamé des actions en justice à l'encontre de ces entreprises.

En mai 2000, la Commission Européenne a demandé à l'Institut d'Etudes Technologiques Prospectives du Centre Européen des Recherches Conjointes de réaliser une étude sur la co-existence des cultures OGM et non-OGM. Les résultats ont été présentés à la Commission Européenne en Janvier 2002 avec la recommandation de ne pas être rendus public. Cette étude confidentielle, dont Greenpeace³³ a pu avoir une copie, confirme ce que nous savions déjà : "La co-existence entre l'agriculture OGM et non-OGM ou l'agriculture biologique est impossible dans de nombreux cas". Même dans le cas où cette configuration est techniquement faisable, le surcoût nécessaire afin d'éviter une contamination serait impossible à gérer pour les agriculteurs et spécialement les petits agriculteurs.

La contamination transgénique ne se limite pas à la contamination par le pollen. De nouvelles recherches montrent que le pollen transgénique, qui est transporté par le vent et déposé aléatoirement plus loin, n'est pas la source principale de contamination transgénique. De l'ADN transgénique a même été retrouvé dans des parcelles sur lesquelles des PGM n'avaient jamais été plantées. Des chercheurs ont même démontré que de l'ADN transgénique pouvait passer dans les bactéries du sol à travers des échantillons de sol contaminés avec du pollen³⁴.

Pourquoi dans ces conditions la contamination transgénique est-elle une question si importante ? La réponse immédiate est qu'elle n'est pas acceptée par les consommateurs. Mais la raison la plus grave est qu'il existe des préoccupations de sécurité non résolues.

2^{ème} Partie : Les Plantes Génétiquement Modifiées ne sont pas sûres

Chapitre Trois. Science et Précaution

La Précaution, le bon sens commun et la Science

On nous dit qu'il n'y a aucune preuve scientifique qui prouve que les PGM soient dangereuses. Mais sont-elles sans danger ? C'est la question que nous devrions nous poser. Lorsque que quelque chose peut provoquer de graves dommages irréversibles, il est de notre devoir et c'est normal pour les scientifiques, de demander que l'affirmation selon laquelle les PGM sont sans danger soit garantie *au-delà du doute raisonnable*. C'est le concept résumé de façon notoire sous le terme de "principe de précaution", mais qui pour les scientifiques et pour le grand public s'appelle tout simplement le bon sens³⁵⁻³⁶⁻³⁷.

Une preuve scientifique n'est pas différente d'une preuve ordinaire et devrait être comprise et jugée de la même façon. Des preuves provenant de sources et de formes différentes doivent être pondérées et combinées afin d'orienter les décisions et les actions des pouvoirs publics. C'est cela la bonne science et le bon sens.

Le génie génétique fait appel à la recombinaison, ce qui revient à joindre de l'ADN provenant de sources différentes pour former de nouvelles séquences dans le but de les insérer dans le génome d'organismes qui deviennent alors des "organismes génétiquement modifiés" ou OGM³⁸

Les OGM ne sont pas des organismes naturels, pas seulement parce qu'ils ont été créés en laboratoire, mais parce qu'un grand nombre d'entre eux ne peuvent être produits qu'en laboratoire, ce qui est bien différent des organismes que la nature a façonnés au cours des milliards d'années d'évolution.

Il est maintenant possible d'insérer des nouveaux gènes et de nouveaux produits génétiques provenant de bactéries, virus et autres espèces ou même des gènes produits essentiellement depuis un laboratoire dans des plantes y compris des plantes destinées à l'alimentation. Pourtant, nous n'avons jamais mangé ces nouveaux gènes et ces nouveaux produits génétiques, ceux-ci n'ont jamais fait partie de notre chaîne alimentaire.

Ces constructions artificielles sont introduites dans les cellules grâce à des méthodes importunes qui ont pour résultat de les insérer de façon aléatoire dans le génome, ce qui peut entraîner des effets indéterminés et imprévus, pouvant aller jusqu'à des anomalies grossières chez les animaux mais aussi chez les plantes, ainsi que l'essor de toxines et d'allergènes dans les plantes destinées à l'alimentation. En d'autres termes, les contrôles de qualité alimentaire sont impossibles. Ce problème est aggravé par la haute instabilité des lignées transgéniques ce qui rend l'évaluation des risques virtuellement impossible.

Une évaluation des risques anti-préventive

De nombreux problèmes auraient pu être identifiés si les législateurs avaient pris au sérieux l'évaluation des risques. Mais comme l'ont montré Ho et Steinbrecher,³⁹ depuis le début, la procédure d'évaluation des risques alimentaires laisse apparaître des défauts irrémédiables, comme c'est le cas, par exemple, dans le Rapport sur la Sécurité Alimentaire et la Biotechnologie de la FAO /WHO qui émane d'une Consultation d'Expert qui a eu lieu du 30 septembre au 4 octobre 1996 à Rome et qui sert depuis de référence.

Le Rapport est remis en cause sur les points suivants :

- Il fait des allégations controversées sur les bénéfices de cette technologie.
- La notion de responsabilité fait défaut dans le sens où il ne traite ni des principaux aspects de la sécurité alimentaire, notamment, l'utilisation de plantes destinées à l'alimentation qui fabriquent des produits chimiques pharmaceutiques et industriels, ni de l'étiquetage et ni du suivi de contrôle.
- Le cadre de prise en compte de la sécurité est restreint pour exclure de son champ les dangers liés à la toxicité des herbicides à spectre large.
- Il prétend à tort que le génie génétique est une technique similaire à l'amélioration végétale conventionnelle.
- L'évaluation des risques se fait sur la base du "principe d'équivalence en substance" qui est un concept arbitraire et non-scientifique.
- Les impacts à long terme sur la santé et la sécurité alimentaire des PGM font défaut.
- Les conclusions scientifiques sur les dangers reconnus des PGM, notamment, le transfert horizontal des gènes et la recombinaison de l'ADN transgénique sont ignorés.

Toutes ces raisons font de ce rapport un exemple d'évaluation des risques anti-préventif destiné à accélérer les procédures d'autorisation d'un produit transgénique au détriment de la prise en compte de la sécurité.

L'évaluation des risques dans le cadre du "principe d'équivalence en substance" est une mystification

Les principales lacunes se trouvent dans le concept même du "principe d'équivalence en substance" qui sert de charpente à l'évaluation des risques des PGM. Selon le rapport :

Dans l'éventualité où un nouvel aliment ou un nouvel élément d'aliment est considéré comme équivalent en substance à un aliment ou élément d'aliment déjà existant, celui-ci pourra être assujéti aux mêmes règles de sécurité. (Cela revient à dire qu'un nouvel aliment ou élément d'aliment est considéré aussi inoffensif qu'un aliment ou élément d'aliment conventionnel)."

Comme nous pouvons le voir la formulation de ce concept est vague et ses limites mal définies. Mais ce qui suit montre clairement qu'il a été énoncé de cette façon pour être aussi flexible, malléable et sujet à interprétation que possible :

"La mise en place de l'équivalence en substance n'est pas une évaluation des risques en soit, mais plutôt un exercice dynamique et analytique dans le processus de l'évaluation des risques d'un nouvel aliment par rapport à un aliment déjà existant. La comparaison entre les deux aliments peut être une simple opération ou au contraire très longue selon la quantité d'information disponible et la nature de l'aliment ou de l'élément considérés. Les études et les comparaisons à être réalisées dans le cadre d'une équivalence en substance devront être flexibles et évolueront avec le temps aux grés des besoins des industriels, des demandes des consommateurs et avec l'expérience accumulée."

En d'autre terme, aucun test spécifique ne sera demandé ni exigé pour établir l'équivalence en substance (ES). Les sociétés sont libres de comparer le point qu'elle juge être le plus adéquate pour pouvoir revendiquer une ES afin de mettre en place une évaluation des risques la plus simple possible qui occulterait une éventuelle différence substantielle.

Dans la pratique l'ES a permis aux entreprises :

- D'effectuer les tests les moins discriminatoires possibles, sur les compositions rudimentaires des protéines, des glucides et des graisses, des acides aminés et de certains métabolites.
- D'éviter de donner la caractérisation moléculaire détaillée afin de confirmer la stabilité génétique, les profils d'expression des gènes, les profils métaboliques, etc..., des lignées transgéniques insérées qui auraient pu révéler des effets inattendus.
- De prétendre qu'une lignée transgénique est substantiellement équivalente à une lignée non-transgénique à l'exception du produit transgénique, afin de n'effectuer l'évaluation des risques que sur le seul produit transgénique.
- D'éviter de comparer la lignée transgénique à sa lignée non-transgénique "parente" qui pousse dans les mêmes conditions environnementales.
- De pouvoir comparer la lignée transgénique à n'importe quelle autre variété à l'intérieur de l'espèce, allant même jusqu'à pouvoir la comparer à une entité abstraite constituée d'un composé de caractéristiques sélectionnées de toutes les variétés à l'intérieur de l'espèce, ce qui permet à la lignée transgénique d'être considérée comme équivalente en substance alors qu'elle a acquis la pire caractéristique de chaque variété.
- De pouvoir comparer des éléments différents d'une lignée transgénique avec différentes espèces comme dans le cas d'un colza transgénique modifié pour produire un acide gras. Alors que "d'autres éléments d'acides gras sont généralement reconnus comme sans dangers (GRAS) lorsqu'ils sont évalués individuellement parce qu'ils sont présents à différents niveaux dans d'autres huiles communément consommées."

Les auteurs du Rapport ne s'étonnent pas que dans ces conditions :

"Il n'y a eu, jusqu'à présent et certainement dans un futur proche, que peu voire aucun exemple d'aliment ou élément d'aliment génétiquement modifié qui ait pu être considéré comme non équivalent en substance par rapport à un aliment ou un élément d'aliment déjà existant"

Les réglementations basées sur le concept d'ES qui légifèrent sur l'instabilité transgénique sont d'autant plus ridicules. Selon un document présenté dans le cadre d'un groupe de travail de l'OMS⁴⁰: "La principale difficulté associée à l'évaluation de la biosécurité des plantes transgéniques est la nature imprévisible de la modification. Cette incertitude suscite la préoccupation de savoir si les plantes transgéniques se comporteront de manière incohérente lorsqu'elles seront en cultures commerciales." Pourtant, des conclusions qui au cours d'essais en plein air de pommes de terre transgéniques "montraient dans la morphologie des pousses des altérations ainsi que de faibles rendements du tubercule, y compris un petit nombre de tubercules avec des malformations", se sont transformées en "n'ont montré pratiquement aucun changement dans la qualité du tubercule" au cours des tests appliqués ce qui a permis d'appliquer le principe d'équivalent en substance.

Par conséquent et contrairement à ce qui a été amplement affirmé, les aliments génétiquement modifiés n'ont jamais fait l'objet des tests nécessaires qui auraient pu prouver leur innocuité. C'est en 1992, qu'aux Etats Unis il a décidé par la Food and Drug Administration (FDA), que le génie génétique n'était qu'une extension de l'amélioration variétale conventionnelle et qu'il n'était donc pas nécessaire d'évaluer la sécurité de cette nouvelle technologie. Bien que pour la première plante transgénique, la tomate Flavr Savr les chercheurs ont dû réaliser une évaluation des risques spécifique (qui c'est révéler négative, voir plus tard), par la suite toutes les plantes transgéniques ont été testées sur la base de procédure volontaires.

La scientifique Belinda Martineau qui a dirigé les recherches sur la tomate Flavr Savr pour le compte de la société Calgene a depuis publié un livre⁴¹ dans lequel elle cite : "La tomate de Calgene ne devrait pas servir de norme de sécurité pour cette nouvelle industrie. En vérité, aucun des produits génétiquement modifiés n'est qualifié pour le faire." Elle critique ouvertement le manque de données des impacts des plantes transgéniques sur la santé et l'environnement. Et elle ajoute : "déclarer simplement que ces aliments sont sans danger et qu'il n'existe pas de preuve scientifique pour prouver le contraire, ce n'est pas la même chose que de dire de nombreux tests ont été réalisés et voici les résultats."

Dans un rapport publié en février 2002, l'Académie Nationale des Sciences des Etats-Unis, critique l'USDA pour ne pas protéger de façon adéquate l'environnement des risques liés aux PGM⁴². Selon ce rapport, les processus de révision pèchent par leur manque de justification scientifique et ne sont pas appliqués de manière uniforme ; l'évaluation des risques environnementaux est "généralement superficielle" en particulier pour les PGM résistantes aux insectes ; de plus, un examen externe et la transparence du processus est rendue impossible pour les évaluations environnementales qui sont considérées confidentielles comme des secrets commerciaux. Le rapport demande à l'USDA, de chercher à l'extérieur des experts scientifiques un complément d'évaluation et de solliciter une plus grande implication du public pour rendre le processus de révision" significativement plus transparent et rigoureux".

Il existe en effet, très peu d'études indépendantes qui s'attachent à étudier la sécurité des PGM en matière de santé et d'environnement. Pourtant, de nombreuses preuves ont été accumulées qui montrent que les PGM ne sont pas sûres.

Nous sommes définitivement dans la période de pré-alerte durant laquelle le bon sens ou l'application du principe de précaution peuvent encore prévenir et minimiser les désastres qui pourraient se produire dans le long terme⁴³.

Chapitre Quatre. Les contrôles de sécurité pour les aliments génétiquement modifiés

Le manque de données publiées disponibles

La publication de données pertinentes sur la sécurité des PGM fait clairement défaut. Mais ce qui est plus grave c'est que la qualité scientifique des études publiées est dans la plupart des cas bien au deçà des normes considérées par la bonne science.

En réponse à des investigations du Parlement Ecossais sur les impacts sur la santé des PGM, ⁴⁴Stanley Ewen, histopathologiste du 'Grampian University Hospital Trust' et responsable du Programme Pilote pour la Détection du Cancer du Colon pour la région de Grampian, résumait la situation de la manière suivante :

"Il est regrettable que si peu de tests sur les animaux qui ont été réalisées sur des PGM destinées à l'alimentation humaine soient disponibles dans le domaine public dans la littérature scientifique. Cela est d'autant plus regrettable, que les PGM n'ont pas prouvé être sans risque, au contraire les résultats des expérimentations scientifiques disponibles sont inquiétants."

Des recherches publiées dans deux rapports en 1999, sur des animaux nourris avec des PGM concluent à des effets nocifs. Le premier, émane d'un rapport de la FDA des Etats-Unis sur des rats nourris avec des tomates Flavr Savr. Plusieurs rats développèrent des ulcères de l'estomac similaires à ceux que peuvent développer des personnes âgées suite à l'ingestion d'aspirines ou médicaments similaires. Chez les humains, ce type d'ulcères précoces peuvent entraîner des hémorragies qui peuvent mettre notre vie en danger.

Le deuxième document, publié dans une revue scientifique spécialisée, montrait que l'intestin grêle de jeunes rats, vieux de quelques mois, avait grandi de manière anormale⁴⁵.

L'étude réalisée par Pusztai et ses collègues

Avant l'étude financée par le Département de l'Environnement et des Pêches du Bureau de l'Agriculture Ecossais, (SOAEFD), il n'existait aucune étude sérieuse sur l'impact des PGM sur la santé. Ce projet dirigé par Arpad Pusztai de l'Institut Rowett, avait pour objectif d'étudier les impacts potentiels sur l'environnement et la santé publique des pommes de terre GM, modifiées par des scientifiques britanniques en utilisant un gène provenant des bulbes du perce-neige⁴⁶.

Les études montrent que les deux lignées introduites dans les pommes de terre transgéniques provenant de la même expérience de manipulation, étaient toutes les deux résistantes aux insectes de la famille des aphides et que leurs compositions *n'étaient pas* équivalentes en substance à la composition des lignées parentes de pommes de terre similaires ni même identiques entre elles. Le concept non scientifique et grossièrement défini "d'équivalence en substance" sur lequel repose les fondements de l'évaluation des risques est critiqué depuis sa conception (voir au -dessus). Il aura survécu en tout à son inefficacité.

Les conclusions des expérimentations sont encore plus graves, elles montrent que les régimes alimentaires avec lesquels les jeunes rats ont été nourris qui contenaient des pommes de terre GM, avaient entraîné des interférences avec la croissance des animaux, des problèmes dans le développement de certains de leurs organes. L'alimentation GM alla jusqu'à provoquer des changements dans la structure de l'intestin des jeunes rongeurs et dans son fonctionnement et occasionna une réduction de leurs réponses immunitaires à des antigènes dommageables. Au contraire, les animaux qui avaient suivi un régime à base des lignées parentes, non-transgéniques ou auxquelles on avait ajouté un supplément de produit génétique n'avaient subi aucun effet néfaste. Certaines de ces conclusions ont été publiées depuis^{47 - 48 - 49 - 50 - 51}. Le dernier document en date [51] est rapport accablant sur les tests de sécurité effectué sur les aliments GM, y compris les rapports d'expérimentations inédites des tomates GM soumis à la FDA que nous avons décrits plus haut.

Les résultats des recherches de Pusztai et de ses collègues ont subi les critiques de nombreux experts qui faisaient partie des institutions scientifiques, mais aucun d'entre eux n'a répété les expérimentations et ne les a fait publier dans des magazines spécialisés. Grâce à ces recherches, le laboratoire de Pusztai a montré qu'il était possible de réaliser des études toxicologiques et il a également prouvé que pour prouver l'innocuité des aliments GM il était indispensable d'étudier les effets à court et à long terme de ces nouveaux aliments sur des animaux, notamment les conséquences qu'ils peuvent avoir sur leurs métabolismes et sur leurs systèmes immunitaires. Pour de nombreux scientifiques, de tels tests devraient être effectués sur de jeunes animaux qui sont plus sensibles et donc plus enclins à développer des stress nutritionnels ou du métabolisme.

Des Analyses statistiques des résultats des expériences menées par le Service des Statistiques Agricoles Ecossais effectuées sur niveaux variés, ont montré que la présence du gène du perce-neige dans la pomme de terre GM, n'était qu'en partie responsable des effets potentiellement nocifs avérés et que la méthode de transformation génétique et - ou les dysfonctionnements dans le génome de la pomme de terre avaient également une part importante dans les mutations observées.

La publication de Ewen et de Pusztai publiée dans *The Lancet* [48] a provoqué une controverse et il semble que des tentatives de discrédit sur la personne de Pusztai de la part de certains membres de la Société Royale continuent jusqu'à ce jour.

Ewen et Pusztai ont mesuré la partie de l'intestin qui produit les cellules nouvelles et ont trouvé que le compartiment dans lequel les nouvelles cellules étaient fabriquées avait considérablement augmenté. Ils en ont conclu que l'augmentation de production des cellules était due à la présence d'une protéine "growth factor" qui favorise la croissance des cellules et qui aurait été induite par la modification génétique présente dans les

pommes de terre. Ces protéines stimulent la croissance et la multiplication des cellules. Ce phénomène s'il est incontrôlé peut entraîner des cancers. Des effets similaires furent également observés dans l'estomac. [51]

Des analyses statistiques ont également révélé que la présence de cette protéine n'était pas le fait de l'expression de la protéine transgénique, la protéine du perce-neige, mais que c'était bien une conséquence due à l'introduction de la construction génétique insérée dans l'ADN du génome de la pomme de terre.

La construction comprenait non pas seulement le nouveau gène, mais également un gène marqueur d'un promoteur puissant provenant du virus de la mosaïque du chou-fleur (CaMV), qui fait actuellement l'objet d'un débat important sur son innocuité. (Voir plus loin)

Le virus lorsqu'il est intact paraît sans danger, comme le fait remarqué Ewen [44], puisque nous nous alimentons de légumes comme le chou fleur depuis des millénaires, mais le danger "provient de l'utilisation de la partie infectieuse de ce virus qui n'a pas fait l'objet d'étude sur des animaux."

D'autres effets indésirables pourraient impliquer la réponse du foie de l'homme au virus de l'hépatite, puisque le virus de la mosaïque du chou fleur et celui de l'hépatite B sont de la même famille des pararétrovirus, avec des génomes très ressemblants et des cycles de vie caractéristiques.

Ce problème ainsi que d'autres dangers potentiels du promoteur CaMV seront traités ultérieurement dans ce recueil.

Chapitre Cinq. Les dangers du transgène

Les toxines Bt

Une fois introduit dans les PGM, La question du devenir du transgène est la question la plus manifeste qui se pose en matière de sécurité, parce qu'ils sont inconnus par l'écosystème dans lequel ils seront relâchés, et dans la chaîne alimentaire des animaux et des êtres humains.

Le pourcentage de la toxine Bt provenant de *Bacillus thuringiensis*, introduite dans l'alimentation et les plantes non alimentaire, s'élève à près de 25 % de tous les PGM qui poussent actuellement dans le monde. Il est prouvé qu'elle est dangereuse pour la souris, les papillons et les hémérobes (neuroptera) en remontant la chaîne alimentaire. [27] Les toxines Bt agissent également contre les insectes de l'Ordre des coléoptères qui contient plus d'espèces que n'importe quel autre Ordre (28 600 espèces), parmi lesquelles les coccinelles, les charançons. Les plantes suintent la toxine à travers les racines jusque dans le sol, ce qui pourrait entraîner des impacts importants sur l'écologie du sol et la fertilité.

Les toxines Bt sont et peuvent devenir des allergènes pour les êtres humains. Des travailleurs exposés à des épandages e Bt ont souffert d'allergies de la peau et ont produit des anticorps IgE et IgC. Une équipe de scientifiques nous ont mis en garde contre la nocivité de la commercialisation des plantes Bt destinées à l'alimentation humaine. Ils ont démontré que la pro toxine recombinée Cry1Ac provenant de la toxine Bt est un systémique potentiel et un immunogène des muqueuses de l'intestin aussi violent que la toxine du choléra.⁵²

Une souche de Bt a entraîné de graves nécroses humaines (mort tissulaire) et a également entraîné la mort d'une souris en huit heures.⁵³ Une alimentation à base de protéine Bt et de pomme de terre Bt a entraîné des dommages sur une partie des intestins grêles de souris de laboratoire. [45] Les souris laissaient apparaître de la mitochondrie avec des signes de dégénération et de micro villosité anormale sur la face interne de l'intestin (projections microscopiques sur la surface de la cellule).

Des échanges de plasmides (molécules d'ADN circulaires contenant des informations, génétiques qui permettent la réplication indépendamment du chromosome) qui transportent des gènes toxiques⁵⁴ entre *Bacillus thuringiensis*, et *Bacillus anthracis* (une espèce d'anthrax utilisé pour les armes biologiques) et une troisième bactérie commune du sol qui peut entraîner une intoxication alimentaire, *Bacillus cereus*, peuvent avoir lieu. Un transfert horizontal de gène pourrait avoir lieu entre *B. anthracis* et des gènes Bt provenant de plantes Bt ce phénomène entraînerait l'apparition d'une nouvelle souche de *B. anthracis* avec de nouvelles propriétés imprévisibles.

Les plantes médicaments

De nouveaux gènes, bactéries et séquences virales qui peuvent se révéler dangereux sont incorporés dans notre alimentation dans des plantes non-alimentaires qui se comportent alors comme des vaccins ou des médicaments pour devenir des plantes GM de "nouvelle génération" [^{55 - 56 - 57 - 58 - 59 - 60 - 61 - 62}] Ces plantes médicaments expriment des "cytosines" connus pour affaiblir le système immunitaire, entraîner des maladies et qui sont toxiques pour le système nerveux. Ces mêmes plantes peuvent contenir de l'interféron alpha qui est connu pour entraîner la démence, qui est neurotoxique et à des effets sur le comportement cognitif et l'humeur. Certaines d'entre elles contiennent des séquences virales telles que gène de la protéine "spicule" du coronavirus du porc qui est de la même famille que le virus SARS responsable de l'épidémie mondiale actuelle. [^{63 - 64}]

Le gène de la glycoprotéine gp120 du virus du SIDA VIH-1 introduit dans un maïs GM considéré comme "un vaccin oral comestible et bon marché" est lui aussi une nouvelle bombe à retardement. Il existe de nombreuses preuves que ce gène peut interférer avec le système immunitaire, car il a une homologie avec un anti-gène bloquant dans les régions variables des immunoglobulines et a des sites de recombinaison similaires aux immunoglobulines. Par ailleurs, ces sites de recombinaisons sont également les mêmes que de nombreux virus et bactéries avec lesquelles le gp120 peut se recombiner pour générer des pathogènes mortels.^{65 66 67 68}

Les bactéries et l'ADN viral

L'utilisation d'ADN provenant de bactéries ou de virus est une source de danger inédite et négligée des PGM, mais pas en thérapie génique pour laquelle il est reconnu qu'il ne faut pas le faire, car cet ADN a une haute fréquence avec le dinucléotide du CpG[24]. Ces motifs CpG sont immunogénétiques et peuvent provoquer des inflammations, des arthrites septiques, la promotion de lymphome de la cellule B et favoriser une maladie auto-immune. [^{69 70 71 72 73}]. Pourtant, de nombreux gènes introduits dans les OGM proviennent de bactéries et de leurs virus qui posent de nouveaux risques.

Chapitre Six. Les plantes Terminator dispersent la stérilité mâle

Des gènes "suicides" pour rendre les semences stériles

Afin d'éviter toute polémique sémantique, nous entendons par "plantes terminator", toutes les plantes transgéniques, modifiées avec un gène suicide pour que s'exprime une stérilité de l'organe mâle ou femelle de la plante ou de la semence, dans le but d'interdire aux agriculteurs de garder ou replanter leurs semences ou de protéger des caractéristiques qui font l'objet d'un brevet.

C'est lors d'un dépôt de brevet réalisé par le Département de l'Agriculture des Etats-Unis (USDA) et la société Pine Land que le grand public a entendu parler pour la première fois que la technologie terminator. Il y eut immédiatement des manifestations importantes à travers le monde et Monsanto qui avait acquis le droit d'utiliser le brevet de la société Pine Land, décida de ne pas commercialiser ce type de plantes. Pourtant comme Ho et Cummins l'apprirent plus tard il existe de nombreuses façons pour déclencher la stérilité et chacune fait l'objet d'une prise de brevet.

C'est depuis 1990 que des expérimentations en milieu ouvert sont réalisées en Europe, Canada et Etats-Unis et depuis plusieurs de ces plantes ont déjà été commercialisées en Amérique du Nord.⁷⁴ Les deux variétés de colzas GM, celle de printemps comme celle d'hiver, qui sont utilisées majoritairement dans les expérimentations du gouvernement du Royaume-Uni sont génétiquement modifiées pour exprimer une stérilité mâle.

Les colzas GM sont des plantes terminator

Le système qui permet à ces colzas GM d'exprimer une stérilité mâle est constitué de trois lignées.

La lignée stérile mâle est maintenue dans un état hémizygote, ce qui veut dire qu'il n'y a qu'une seule copie du gène "suicide", barnase, collé à un gène de tolérance au glufosinate. Le gène barnase est mené par un promoteur (gène interrupteur) qui devient actif seulement dans l'anthere, partie mâle de la plante. L'expression du gène barnase dans cette partie de la plante donne naissance à un RNase (enzyme qui casse le RNA) qui est une cellule empoisonnée qui ne s'exprime pas. La cellule meurt et interrompt le développement de l'anthere et la production de pollen s'arrête. L'état hémizygote de cette lignée stérile mâle est préservé en la croisant à une variété non-GM et en utilisant du glufosinate d'ammonium pour tuer la moitié de la génération suivante qui n'a pas intégrée une copie du transgène H-barnase.

La lignée de restauration mâle est homozygote (avec deux copies du gène suicide), quant au gène de restauration stérile il est également collé à un gène de tolérance au glufosinate. Le gène de barstar tombe également sous le contrôle d'un promoteur particulier qui devient actif dans l'anthere. Son expression permet à la protéine barstare, de provoquer la neutralisation de l'activité de cette dernière.

En croisant la ligne stérile mâle avec la lignée de restauration mâle on fabrique un hybride F1 dans lequel la barnase est neutralisée par la barstar ce qui permet à la production du pollen de reprendre.

Ainsi l'hybride F1 continue de répandre à travers le pollen un gène de tolérance et un gène suicide pour une stérilité mâle. Cette contamination peut se révéler catastrophique à la fois pour l'agriculture et pour la diversité biologique. Il est honteux que les gouvernements des Etats-Unis et du Royaume-Uni annoncent que ces plantes permettent de "contenir" ou "prévenir" toute contamination de transgènes dans l'environnement. La véritable raison de la commercialisation de cette technologie est tout autre, c'est une manière de plus qui permet de protéger les prises de brevets.

Chapitre sept. Les dangers des herbicides

Le profit des herbicides

Plus de 75 % de la totalité des PGM plantés ont été modifiés pour être tolérants à des herbicides à spectre large eux-mêmes propriété des sociétés dont la majorité des bénéfices provient de la vente de ces herbicides. Ces herbicides à spectre large non seulement tuent les plantes sans discrimination, mais ils sont également dangereux pour presque tous les animaux sauvages et les êtres humains.

Le Glufosinate d'ammonium

La toxicité du glufosinate d'ammonium ou phosphinothricine agit sur les systèmes neurologiques, respiratoires, gastro-intestinaux et hématologiques et provoque des malformations à la naissance chez les humains et les mammifères.⁷⁵ Il est toxique chez les papillons et un grand nombre d'insectes utiles, il est également toxique pour les larves, les palourdes et les huîtres, *Daphnis* et autres poissons d'eaux vives, particulièrement pour les truites arc-en-ciel. Il inhibe les bactéries et les champignons du sol particulièrement ceux qui fixent l'azote.

La perte d'insectes et de plantes aurait des effets dévastateurs sur les oiseaux et la vie des petits animaux.

Par ailleurs, certains pathogènes des plantes sont très résistants au glufosinate alors que d'autres organismes antagonistes à ces mêmes pathogènes pouvaient être affectés sérieusement. Cela pourrait avoir des effets catastrophiques sur l'agriculture.

Les plantes tolérantes au glufosinate contiennent le gène *pat* (phosphinothricine Acétyl transférase) qui désactive la phosphinothricine en lui ajoutant un acide du groupe de l'acétyl, pour en faire un acetylphosphinothricine. Ce dernier s'accumule dans les plantes GM et est un métabolite complètement nouveau dans la plante et pour la chaîne alimentaire jusqu'aux êtres humains, il nous fait courir des risques qui n'ont pas été évalués.

Des données présentées par AgrEvo, devenu depuis Aventis et aujourd'hui Bayer CropScience, montrent que les micro-organismes présents dans l'estomac d'animaux à sang chaud peuvent retirer l'acide du groupe de l'acétyl de la phosphinothricine et ainsi réactiver l'herbicide toxique. La phosphinothricine inhibe l'enzyme glutamine ligase qui convertit un acide aminé essentiel, l'acide glutamique en glutamine. Le résultat de l'action du glufosinate est que l'ammoniaque et le glutamate s'accumulent aux dépens de la glutamine. C'est cette accumulation qui est fatale pour les plantes.

Chez les mammifères, les conséquences de l'inhibition de la glutamine synthétase occasionnent une augmentation des niveaux de glutamate et une diminution des niveaux de glutamine. L'ammoniaque sort du corps à travers l'urine après avoir été filtré par le foie. Pourtant, le cerveau est spécialement sensible aux effets toxiques de l'ammoniaque et son nettoyage dépend de son inclusion dans la glutamine. Le glutamate est un neurotransmetteur majeur, et une telle perturbation sur son métabolisme aura obligatoirement un impact sur la santé.

Ces effets déjà connus devraient être suffisants pour arrêter immédiatement tous les essais en pleins champs des PGM, pour que de véritables études soient entreprises sur les conséquences de cet herbicide sur métabolisme, l'accumulation et la reconversion de N- acetylphosphinothricine pour tous les produits contenant le gène *pat*.

Le glyphosate

L'autre herbicide, le glyphosate, couramment utilisé dans les PGM n'est pas mieux que le précédent.⁷⁶

Le glyphosate tue les plantes en inhibant une enzyme, la 5-Enolpyruvylshikimate-3-phosphate Synthétase (EPSPS), indispensable pour la biosynthèse des acides amino aromatiques comme la phénylalanine, la tyrosine et le tryptophane, les vitamines et beaucoup d'autres métabolites secondaires comme les folates, ubiquinone et naphthoquinone.⁷⁷ Le principe actif de l'herbicide chemine jusqu'au chloroplaste de la plante verte. Pour que l'herbicide fasse son effet, il faut que la plante soit entraînée de pousser et exposer au soleil.

Les PGM deviennent tolérants à la formulation chimique du glyphosate de Monsanto appelée, "Roundup Ready" après qu'on leur ait inséré deux nouveaux gènes. Le premier rend la plante moins sensible au glyphosate et le second permet à la plante de le dégrader. L'action de ces deux gènes est dirigée vers le chloroplaste, l'endroit où l'activité de l'herbicide s'exprime, en ajoutant des séquences codantes pour un dérivé de plante "peptide de transit".

Le premier gène code pour la version dérivée d'une bactérie d'une enzyme d'une plante qui est associée au cheminement biochimique de la "shikimate". Alors que l'enzyme de la plante est sensible au glyphosate l'enzyme bactérienne est elle insensible à cet herbicide. Le second gène, également bactérien, code pour l'enzyme qui dégrade le glyphosate, et sa séquence codante a été altérée pour augmenter l'activité qui dégrade le glyphosate. "The shikimate-chorismate pathway" n'est pas présent chez les humains ni chez les mammifères et bien qu'il soit présent chez une variété de micro-organismes, il représente par conséquent une nouvelle cible. Pourtant, le glyphosate agit en empêchant la fixation du métabolite, le phosphoenol pyruvate (PEP) sur le site de l'enzyme.⁷⁸ Le PEP est un métabolite important que l'on retrouve chez tous les organismes y compris chez les humains. Le glyphosate, donc à la capacité de perturber plusieurs systèmes d'enzymes qui utilisent le PEP, y compris le métabolisme de l'énergie et la synthèse de très importantes membranes de lipides qui sont indispensables au bon fonctionnement des cellules nerveuses.

Le glyphosate est la cause principale d'empoisonnements et de plaintes au Royaume-Uni.⁷⁹ Seuls 100 millilitres dans une solution de 10 % à 20 % font d'une tentative de suicide un succès assuré. On a relevé de nombreux

dysfonctionnements dans de nombreuses parties du corps, notamment, des pertes d'équilibre, des vertiges, des réductions des capacités cognitives, des crises, des troubles de la vue, de l'odorat, de l'ouïe et du goût, des maux de tête, de la baisse de tension, des dérèglements psychomoteurs, des paralysies des muscles, des neuropathies périphériques, des sueurs excessives, et une extrême fatigue.⁸⁰

Une étude épidémiologique réalisée dans des fermes d'Ontario montre qu'une exposition au glyphosate peut jusqu'à doubler le risque de fausse couche.⁸¹ Les enfants de parents utilisateurs de glyphosate ont plus de chance d'avoir des troubles du comportement.⁸² Le glyphosate entraîne des retards dans le développement du squelette de rats de laboratoire.⁸³

D'autres études et expérimentations sur des animaux montrent que le glyphosate inhibe la synthèse des stéroïdes⁸⁴ et est génotoxique pour les mammifères^{85 - 86}, pour les poissons^{87 - 88} et pour les grenouilles^{89 - 90}. 50 % des vers de terre exposés à des doses de terrain sont morts et les survivants avaient de graves problèmes intestinaux.⁹¹ Un document récent montre que le Roundup entraîne une perturbation dans la division des cellules qui pourrait être une des causes des cancers chez l'homme.⁹²

Comme nous l'avons montré à la référence 76, le symbiote qui fixe l'azote pour le soja transgénique comme pour le non-transgénique est sensible au glyphosate et une application précoce de glyphosate a pour effet de diminuer la biomasse d'une plante et l'azote. Une application de glyphosate à une température élevée (à peu près 35°) sur des variétés de soja Roundup Ready entraînent des dommages sur le méristème, ce qui est une conséquence de l'augmentation du déplacement de l'herbicide sur cette partie de la plante.

Des applications de glyphosate sur des mauvaises herbes ont entraîné la destruction localisée d'espèces en voie de disparition. Dans des écosystèmes forestiers, cet herbicide réduit le développement des mousses et des lichens de manière significative.

Le traitement de semis de haricots à base de glyphosate a entraîné une augmentation à court terme des pathogènes sur le sol traité.

Des effets secondaires inattendus ont été relevés suite à une application de glyphosate effectuée sur des espèces envahissantes d'écosystèmes vaseux. Après l'épandage, la présence de l'herbicide dans les sédiments a décliné de 88 %, alors que la présence de l'herbicide dans la plante visée a augmenté de 591 % et était stocké dans les rhizomes. Le glyphosate reste présent dans le sol et les nappes phréatiques et a été trouvé dans des puits proches de régions sur lesquelles avaient été épandues l'herbicide.

Il existe une vaste documentation scientifique qui montre que l'augmentation du glyphosate due à la commercialisation des PGM tolérantes à cet herbicide, pose un risque important pour la santé humaine et animale et aussi à l'environnement.

Il existe suffisamment de données à ce jour pour qu'il soit interdit d'utiliser ces herbicides immédiatement.

Chapitre Huit. Le transfert de gène horizontal

Le transfert de gène horizontal, c'est-à-dire le transfert direct d'un matériel génétique dans les génomes des organismes, de mêmes espèces ou totalement différentes, est de loin le plus sérieux problème en matière de sécurité que le génie génétique est le seul à poser.⁹³

Le monde a été touché de plein fouet par l'hystérie qui a suivi les attaques terroristes du 11 septembre 2001 avec des "armes de destruction massive". Les gouvernements veulent maintenant interdire la publication de résultats de recherches jugés sensibles. Cette mesure a été acceptée par l'un des groupes d'édition sur les sciences de la vie le plus important. Certains scientifiques proposent même de créer une structure internationale pour réglementer les publications et les recherches.[65]

Mais rares sont les scientifiques qui acceptent de dire que le génie génétique est intrinsèquement dangereux comme le faisaient remarquer les pionniers de cette technologie qui avaient signé la Déclaration Asilomar dans les années 70 et comme le font aujourd'hui certains d'entre nous.^{94 - 95}

Sur ce sujet, ce qui a vraiment attiré l'attention des médias fut le rapport publié en janvier 2001 qui commentait "l'accident" qui avait conduit des chercheurs Australiens à créer un virus mortel pour les souris en manipulant un virus qui au départ était bénin. Le titre de l'article du "*New Scientist*" : "Désastre dans la fabrication : Comment un virus de souris manipulé a été à deux doigts de devenir une arme biologique de dernière génération". L'éditorial était encore plus clair : "Le génie est sorti de sa boîte, la biotechnologie vient juste de nous réserver une mauvaise surprise. La prochaine fois, cela pourrait être une catastrophe."

Cet événement et l'épidémie du SARS nous rappellent que le transfert de gène horizontal et la recombinaison créent de nouveaux virus et de nouvelles bactéries qui entraînent des maladies, phénomènes que le génie génétique ne peut qu'accroître par sa capacité à augmenter l'étendue et la fréquence du transfert de gène horizontal et de la recombinaison.

Le génie génétique augmente l'étendue et la fréquence du transfert de gène horizontal

D'une part, le génie génétique est une technologie qui utilise une recombinaison évolutive d'un matériel génétique provenant de diverses sources qui n'auraient eu que peu de chance de se croiser ou se recombiner dans la nature. Par exemple la technique de "réarrangement de l'ADN"^{96 - 97} créée en laboratoire en quelques minutes des millions de nouvelles recombinaisons qui n'ont jamais existé durant les milliards d'années d'évolution de notre planète. Les possibilités de réarrangement de l'ADN sont dans ces conditions sans limites.

D'autre part, les virus et les bactéries et leurs matériels génétiques qui peuvent provoquer des maladies sont ceux-là mêmes qui sont utilisés comme outils dans le génie génétique, comme c'est le cas pour la création intentionnelle d'armes biologiques. Cette situation est également vraie pour les gènes de résistance aux antibiotiques qui peuvent rendre les infections plus difficiles à soigner.

Enfin, les constructions artificielles créées par le génie génétique sont conçues pour franchir les barrières des espèces et ainsi sauter d'un génome à un autre. Avec pour intention, d'augmenter et d'accélérer le transfert de gène horizontal et la recombinaison, dont on sait aujourd'hui que c'est *le* moyen le plus sûr pour créer de nouveaux agents pathogènes, rien à voir avec les mutations ponctuelles qui changent des bases isolées dans l'ADN.

Ajouter à tout cela, l'instabilité inhérente de l'ADN transgénique dont nous avons parlé auparavant, qui augmente encore un peu plus sa capacité à se casser et à se recombiner, et vous commencez à comprendre pourquoi nous n'avons pas besoin des bios pour déclencher une catastrophe lorsque nous avons déjà des chercheurs en génie génétique.

Chapitre Neuf. Le promoteur CaMV 35S

Un point chaud de la recombinaison

Certaines constructions génétiques sont moins stables que d'autres, comme par exemple celles qui contiennent le promoteur du virus de la mosaïque du concombre (CaMV) 35 S.

Le CaMV infecte les plantes de la famille des choux-fleurs. L'un des promoteurs, le promoteur 35S est utilisé à grande échelle dans les PGM depuis le début du génie génétique, bien avant que certaines de ses caractéristiques se révèlent être préoccupantes. Ce promoteur dispose notamment d'un "point de chaud de recombinaison" qui lui permet de se recombinaison avec d'autres ADN, bien que des preuves de cette aptitude n'est pu être confirmées que dernièrement.

Depuis les débuts des années 1990, de nombreuses voix s'étaient élevées quant à la sécurité des gènes viraux qui étaient introduits dans les PGM afin de les rendre résistantes à des attaques virales. Nombreux de ces gènes avaient tendance à se recombinaison avec d'autres virus pour en produire de nouveaux voir parfois de très virulents. C'est en 1999 que les preuves irréfutables sur le point ce chaud de recombinaison du promoteur CaMV35S furent publiées de manière indépendante par deux groupes de recherche. Ces travaux se révélaient êtres très importants puisqu'ils faisaient suite aux études menées sur cette question par Ewen et Pusztai qui suggéraient que les problèmes que les jeunes rats nourris avec des pommes de terre GM venaient du processus de transformation ou de la construction génétique.

Ho et al ont effectué une révision des problèmes de sécurité que posait le CaMV 35S et ont mis en évidence que le point de chaud de recombinaison était entouré de nombreux "motifs", que l'on peut considérer comme d'autres points chauds, connus pour être impliqués dans le processus de recombinaison, qui se retrouvent notamment sur les bords du de l'ADN-T agrobacterium qui est fréquemment utilisé pour fabriquer des plantes transgéniques. De toute façon, le mécanisme de recombinaison qui est suspecté, une réparation de cassure bicaténaire (DSB), ne nécessite pas de disposer, on peut même en fait s'en passer, d'homologies dans les séquences d'ADN puisque des recombinaisons entre des transgènes viraux et des virus infectés arrivent suffisamment souvent. Par ailleurs, les fonctions du promoteur CaMV35S sont efficaces sur toutes les plantes, même sur des algues vertes, levure et E. Coli, il a une structure modulaire, avec des parties communes et interchangeableables avec les promoteurs de n'importe quel virus de plante ou d'animal.

Ces travaux suggèrent que les constructions transgéniques, qui utilisent le promoteur CaMV 35S, pourraient êtres particulièrement instables et favoriseraient le transfert de gène horizontal et la recombinaison avec tous les dangers que cela représente : mutation génétique à cause d'une insertion aléatoire, cancer, réactivation d'un virus en sommeil, création de nouveaux virus, en plus de certains de ceux déjà identifiés par Ewen et Pusztai [44 - 46 - 48 - 51]

Lorsqu'une publication d'Ho et al fut publiée⁹⁸ dans le journal *Microbial Ecology in Health and Disease*, l'éditeur publia un communiqué de presse sur son site Internet sous le titre "sujet brûlant". En quelques jours, un individu du nom de Klaus Amman avait organisé une série de neuf réponse critiques à l'encontre de l'article et les avait postées sur Internet. Elles allaient de la réponse modérée à l'agression pure et simple. Les auteurs de l'article apprirent plus tard que ce Monsieur était en fait une personne clé dans la mise en place de normes de biosécurité sur la scène internationale et occupait plusieurs postes dans des organisations subventionnées par l'industrie de la biotechnologie.

Ho et al répondit à tous les arguments et les publia dans le même journal, jusqu'à ce jour le débat s'est arrêté puisque les critiques se sont tuent.

Malheureusement, les remarques les plus abusives et scandaleuses furent reprises dans un "analyse" rédigée par un des éditeurs de Nature Biotechnology sous la rubrique des "Nouvelles réglementaire et affaires".⁹⁹ Cet article élaboré sur la base d'ouïe dire et de prise de position dogmatique, contenait des arguments si diffamatoires à l'égard des auteurs que le journal a dû donner un droit de réponse à Ho et al. La réponse fut éditée quelques mois plus tard¹⁰⁰ en même temps que des "excuses" de la part de l'éditeur, sous la forme d'une attaque déguisée, pour ne pas avoir publié leurs observations quant aux attaques dont ils faisaient l'objet. Cette fois ci Nature Biotechnology refusa de leur donner une nouvelle tribune.

Toutes les critiques scientifiquement fondées furent réunies dans un article édité dans le journal dans lequel l'étude originale avait été publiée, signé par Roger Hull et Philip Dale membres du Comité d'Experts sur les Nouveaux Aliments et les Processus du Royaume-Uni (ACNFP).¹⁰¹

Une fois encore un article plus long que l'original attaqué fut édité dans le même journal peu de temps après,¹⁰² dans lequel tous leurs arguments sont systématiquement réfutés. Cette fois ci la réponse ne vint pas. D'ailleurs, les critiques se privent bien jusqu'à aujourd'hui de citer la réponse publiée. Leurs principaux arguments peuvent se résumer comme suit.

Il a été avancé, notamment, que jamais les gens n'avaient consommé le promoteur CaMV 35S tiré de son environnement évolutif et génétique pour être introduit dans un ADN transgénique.

Pourtant, les faits prouvent que les plantes sont "saturées" de séquences para-rétrovirales similaires au CaMV et autres éléments instables de ce type qui ne peuvent qu'empirer la situation. Les para-rétrovirus sont des virus qui utilisent une transcriptase inversée qui n'ont pas besoin d'être introduit dans le génome pour se répliquer. Les para rétrovirus vont partis d'une famille qui comprend des pathogènes humains, le virus de l'hépatite B. le virus

en sommeil de l'hépatite B pourrait être activé par le promoteur CaMV 35S dont il est prouvé qu'il a est déjà présent dans certains génomes humains et semblerait être responsable du développement de la maladie.

La plupart sinon la totalité des éléments présents dans le génome ont été "apprivoisés" pendant la durée de l'évolution et sont donc maintenant stables. C'est pourquoi l'introduction de constructions transgéniques contenant le promoteur CaMV 35 S pourraient mobiliser des éléments qui à leur tour déclencheraient des fonctions auxiliaires qui pourraient déstabiliser l'ADN transgénique et pourraient également devenir des substrats pour une recombinaison qui générerait des éléments plus toxiques et envahissants.

Depuis, il a été démontré que l'introduction de gènes étrangers dans le génome, associé à une modification génétique peut effectivement activer des transposons et des séquences pro-virales qui peuvent à terme entraîner une déstabilisation du génome, comme quoi Ho et al¹⁰³ n'étaient pas loin de la vérité.

C'est durant cette période de débat avec leurs détracteurs, que Ho et ses collaborateurs ont trouvé des preuves encore plus graves.¹⁰⁴ En effet, même si le virus CaMV 35 S n'infecte que les plantes de la famille des choux-fleurs, son promoteur est particulièrement actif pour de nombreuses espèces vivantes, pas seulement les bactéries, algues, champignons et plantes mais également pour les cellules animales et humaines comme les auteurs l'ont découvert dans une revue scientifique datant de 1990. Les généticiens des plantes qui ont introduit ce promoteur dans à peu près toutes les PGM actuellement commercialisées semblaient ne pas connaître cette menace et ne l'admettent toujours pas en public.

Le Comité Consultatif sur les Relâchements dans l'Environnement (ACRE) du Royaume-Uni n'a aucune excuse de ne pas diffuser cette information dans son dernier rapport.¹⁰⁵ Pour cette structure, il n'existe "aucune preuve de danger" pour l'utilisation de ce promoteur, comme Ho l'a prouvé dans de nombreux rapports écrits et présentations orales. Pourtant, en coulisse le promoteur CaMV35 S est aujourd'hui discrètement retiré des futures constructions génétiques des PGM en développement.

Ce n'est pas tant parce qu'il y a eu une contamination des maïs fermiers Mexicains que la controverse existe mais plutôt parce que les constructions transgéniques qui étaient instables, pourraient, selon une analyse critique¹⁰⁶, "se fragmenter et se disperser à travers les génomes."

C'est parce que tous les maïs transgéniques dont les constructions contiennent un promoteur CaMV 35S pourraient être responsables de la contamination, qu'il faudrait les tester pour éviter des contaminations génétiques futures. La fragmentation et la dispersion d'ADN instable dans le génome est connu pour être responsable de l'activation de pro virus en sommeil et transposons (voir au-dessus) et donc causer des réarrangements, des délétions, des déplacements et autres perturbations qui pourraient déstabiliser le génome des plantes fermières voire à terme les faire disparaître.

Chapitre Dix. L'ADN transgénique se dissémine plus facilement

L'ADN transgénique contre l'ADN naturel

Il existe de nombreuses différences entre l'ADN transgénique et l'ADN naturel, chacune contribue à augmenter la probabilité d'un transfert horizontal dans les génomes d'organismes étrangers dans lesquels il pourrait se recombiner avec de nouveaux gènes (Tableau 1) [93]

Tableau 1

L'ADN Transgénique se dissémine horizontalement plus facilement
<ul style="list-style-type: none">• L'ADN transgénique contient souvent des nouvelles combinaisons de matériel génétique qui n'ont jamais existé.• L'ADN transgénique a été créé pour sauter d'un génome à un autre• La construction génétique inhabituelle structurellement instable et donc sujette à se casser et à se recoller ou à se recombiner avec d'autres gènes• Le mécanisme qui permet aux constructions de gènes étrangers de sauter dans le génome leur permet de la même façon de sauter et de réinsérer à un autre endroit ou sur un autre génome. Par exemple, l'enzyme intégrase qui catalyse l'insertion de l'ADN viral dans un génome récepteur fonctionne également comme une désintégrase, en catalysant une réaction inverse. Ces intégrases font parties d'une super famille d'enzymes analogues qui se retrouvent dans tous les génomes depuis les virus jusqu'aux bactéries, plantes supérieures et animaux. Les Recombinases et les transposons sont semblables.• Les bordures de l'ADN -T <i>Agrobacterium</i> qui est communément utilisé comme vecteur dans les plantes transgéniques sont des points chauds, (emplacements dans le génome qui ont tendance à se casser et à se recoller), qui favorisent la recombinaison. De plus l'un de ces emplacements est également associé au promoteur du virus de la mosaïque du chou fleur (CaMV) et autres terminateurs (signaux génétiques qui terminent une transcription) ce qui veut dire que l'ensemble de la séquence d'ADN introduit aura une probabilité plus importante à effectuer un transfert horizontal secondaire et à se recombiner.• Des preuves récentes montrent que les constructions de gènes étrangers favorisent l'intégration et la recombinaison de points chauds dans le génome, ce qui pourrait également augmenter les chances pour que l'ADN transgénique se désintègre et ce transfert horizontalement.• L'ADN transgénique à souvent des signaux génétiques différents, comme les origines de réplication abandonnées par le plasmide du vecteur. Ces signaux sont également des point chauds de recombinaisons et en plus peuvent permettre à l'ADN transgénique de se répliquer indépendamment comme un plasmide qui se transfère horizontalement parmi les bactéries facilement.• Le stress métabolique qui s'abat sur l'organisme récepteur à cause de la sur expression continue de gènes étrangers associés à des promoteurs agressifs comme le CaMV 35S vont augmenter l'instabilité de l'ADN transgénique facilitera le transfert de gène horizontal.• L'ADN transgénique est une construction en mosaïque constituée de séquences d'ADN provenant de plusieurs espèces et de leurs parasites génétiques ; ces homologies lui permettent de se recombiner et d'effectuer un transfert plus facilement et avec plus de succès vers des génomes de nombreuses espèces comme d'ailleurs en direction de parasites génétiques. Une recombinaison homologue survient à la fréquence de mille à un million de fois celle d'une recombinaison non-homologue.

La preuve que l'ADN transgénique est différent

Il n'existe qu'une seule expérimentation réalisée pour confirmer l'hypothèse que les transgènes sont ou non les mêmes que les gènes mutants introduits pas des moyens traditionnels (la mutagenèse) par exposition à des rayons X ou avec le recours à des mutagènes chimiques qui entraînent des changements dans la séquence de base de l'ADN.

Après que Bergelson et ses collègues ¹⁰⁷ aient obtenu un mutant d'une souche de laboratoire d'*Arabidopsis* pour qu'il soit tolérant à un herbicide en ayant eu recours à une mutagenèse traditionnelle, ils ont créé une lignée transgénique en introduisant ce gène mutant, découpé dans un vecteur dans des cellules de plante réceptrice.

Après cette manipulation, ils ont comparé la vitesse à laquelle la plante transgénique et la mutante non-transgénique disséminaient la tolérance à l'herbicide à des plantes sauvages qui poussaient aux alentours. Ils ont observé que les transgènes provenant de la plante transgénique avaient une probabilité 30 fois plus importante de s'échapper et de disséminer que le même gène obtenu à partir de la mutagenèse.

Les résultats sont difficiles à expliquer en termes de pollinisation croisée classique. Etait-ce parce que le transgène introduit grâce à un vecteur a entraîné des effets imprévus ? Est-ce que les plantes transgéniques ont

produit plus de pollen ou plus de pollen vivace ? Est-ce que les abeilles étaient plus attirées par le pollen provenant des plantes transgéniques ?

Une autre possibilité pour expliquer ce phénomène est qu'un transfert de gène horizontal est survenu à travers les insectes qui butinaient les plantes en quête de pollen ou de nectar ou qui se nourrissaient simplement de façon successive de la sève ou d'autres parties de plantes transgéniques ou de plantes sauvages. Bergelson pense qu'il est peu probable qu'un transfert de gène horizontal soit intervenu, mais il ne pouvait pas en être sûr. Ils n'ont pas étudié cette possibilité.

Peut être important la manière dont les transgènes se sont disséminés, l'expérimentation démontre que l'ADN transgénique ne se comporte pas de la même façon que l'ADN non-transgénique.

Chapitre Onze. Le transfert horizontal de l'ADN transgénique

Les expérimentations qui confirment le transfert horizontal de l'ADN transgénique

Depuis le milieu des années 90 les scientifiques ont reproduit en laboratoire, le transfert horizontal des transgènes et des gènes marqueurs de résistants aux antibiotiques provenant de PGM en direction des bactéries du sol et des champignons.

À la fin de cette même décennie, des transferts du gène marqueur résistant à la kanamycine en direction de la bactérie du sol *Acinetobacter* ont été réalisés avec succès en extrayant de l'ADN provenant de feuilles homogénéisées pour être ensuite introduit dans de nombreuses plantes transgéniques¹⁰⁸: *Solanum tuberosum* (pomme de terre), *Nicotiana tabacum* (tabac), *Beta vulgaris* (betterave), *Brassica napus* (colza) et *Lycopersicon esculentum* (tomate). Il suffit de 2500 copies du gène résistant à la kanamycine (provenant du même nombre de cellules de la plante) pour transformer avec succès une bactérie, malgré le fait qu'il y ait un

6×10^6 fois plus d'ADN de la plante. Des résultats positifs montrant un transfert de gène horizontal dans ce système ont été obtenus avec seulement 100 microlitres de feuilles broyées insérées dans la bactérie.

Obscurantisme et mauvaise interprétation

Depuis le début, l'obscurantisme et la mauvaise interprétation règnent en maître. Malgré le titre trompeur d'un rapport rédigé par Schluter, Futterer et Potrykus selon lequel durant leurs expérimentations, le transfert de gène horizontal "c'est produit, si ce n'est jamais, à une fréquence très faible"¹⁰⁹, les données disponibles montrent qu'en fait la fréquence de transfert était au contraire très élevée pour atteindre 5.8×10^{-2} par bactérie réceptrice dans des conditions maximales.

Pourtant, les auteurs ont continué leurs expérimentations pour aboutir à une fréquence théorique de transfert de gène proche de zéro en extrapolant sur les "conditions naturelles." Ils sont arrivés à cette conclusion en présumant que des facteurs différents peuvent agir indépendamment et en inventant des "conditions naturelles" qui sont par définitions peu connues et imprévisibles et selon les propres termes des auteurs pour lesquelles les effets synergiques provenant des combinaisons et de facteurs divers ne peuvent être exclus.

Ce rapport a été par la suite largement diffusé pour étayer la thèse selon laquelle le transfert de gène horizontal ne survient jamais.

Les expérimentations en champs le prouvent de façon irréfutable

En 1999, des chercheurs Allemands¹¹⁰ avaient déjà effectué le premier, et à ce jour le seul, essai approfondi qui montre de façon irréfutable que de l'ADN transgénique c'est transféré depuis des fragments de betterave transgénique jusqu'à des bactéries du sol. Ho a fait circuler les conclusions de cette expérience et l'a présenté devant les conseillers scientifiques du gouvernement du Royaume-Uni. Ils ont ignoré l'information et pire encore l'ont citée comme preuve que le transfert de gène horizontal n'intervenait pas dans la nature.

Non seulement l'ADN survit dans l'environnement, dans le sol et dans l'eau, mais il ne se dégrade pas assez rapidement dans le système digestif pour éviter que l'ADN transgénique ne se transfère aux micro-organismes qui vivent dans l'intestin des animaux.

Le transfert d'ADN transgénique depuis la bouche

Un tel transfert pourrait commencer depuis la bouche. En 1999, Mercer et al. ont montré¹¹¹ qu'un plasmide génétiquement modifié avait de 6 à 25 % de chance de rester intact après 60 minutes d'exposition à la salive humaine. Par ailleurs, le plasmide d'ADN partiellement dégradé a été capable de transformer *Streptococcus gordonii* l'une des bactéries qui normalement vit dans la bouche et le pharynx humain. La fréquence de transformation a chuté avec le temps, mais était tout de même significative après 10 minutes. En fait la salive humaine contient des facteurs qui facilitent la transformation des bactéries qui vivent dans la bouche.

Cette recherche a été réalisée dans un tube éprouvette et les auteurs le disent clairement : "des recherches plus poussées sont nécessaires pour établir si la transformation des bactéries orales peut ou non survenir à une fréquence significative *in vivo*." Pourtant, aucune étude de ce type n'a pour l'instant été réalisée, ce qui peut paraître difficile à comprendre puisque la recherche initiale était financée par le Programme sur les Nouveaux Aliments du gouvernement du Royaume-Uni.

Un autre groupe de chercheurs de l'Université de Leeds, ont reçu une subvention de la nouvellement créée Agence pour les Normes Alimentaires (FSA) afin d'étudier la possibilité de transfert de gène horizontal dans les estomacs des ruminants, dans lesquels la nourriture reste pour de longues périodes de temps.¹¹² Les chercheurs ont trouvé que l'ADN était transformé rapidement dans les liquides de la panse mais que pour autant, le transfert horizontal pouvait survenir avant que l'ADN transgénique ne soit complètement dégradé.

Ils ont également noté que l'ADN transgénique se cassait très lentement dans la salive et que par conséquent, la bouche pouvait être un des sites essentiels pour que le transfert de gène horizontal survienne. Cette étude confirme celle réalisée par Mercer et al [111], pourtant encore une fois aucun suivi n'a été réalisé sur des animaux vivants dans la nature. Pourquoi ne pas réaliser de telles expérimentations si évidentes ? Par peur de constater que les résultats seraient positifs et donc plus difficiles à cacher ?

Un transfert d'ADN transgénique à travers le placenta et les parois de l'intestin

Le transfert de gène horizontal est encore plus étendu que beaucoup le pensait comme nous le montre la littérature scientifique existante. Le Groupe de Döepler basé en Allemagne a en 1990, exécuté une série d'expérimentations sur le devenir de l'ADN étranger dans la nourriture.

Durant ces tests, ils ont donné à manger de l'ADN à des souris, duquel ils avaient isolé le virus de la bactérie M13 ou à dans lequel il y avait un gène cloné de la protéine fluorescente verte qui avait été inséré dans un plasmide. Ils ont trouvé qu'un petit, mais tout de même significatif pourcentage de l'ADN du virus et du plasmide non seulement avait échappé à la dégradation dans l'intestin mais qu'il était passé à travers les parois de l'intestin dans le système sanguin, pour se retrouver dans certaines cellules sanguines, dans les cellules de la rate et du foie et avait même été incorporé dans le génome de la souris.¹¹³ Lorsque cette alimentation a été donnée à des souris enceintes, ils ont retrouvé de l'ADN étranger dans certaines cellules du fœtus et celles des animaux nouveau-nés ce qui prouve que le l'ADN est passé à travers le placenta.¹¹⁴

Comme Terje Traavik,¹¹⁵ virologue norvégien et Conseiller Scientifique du Gouvernement Norvégien et d'autres scientifiques [94 - 95] nous le dit, ce travail souligne les risques de toutes sortes liés à l'ADN nu, y compris le risque d'émergence de génomes viraux créés par l'industrie du génie génétique qui pourraient se manifester.

Selon un document publié en 1998 par Döepler et Schubert : " A ce jour, on n'a pas encore évalué les probabilités que peut entraîner l'utilisation de l'ADN étranger comme des mutagenèses (provoquer des mutations) ou une oncogenèse (déclencher un cancer)." La pertinence de cette remarque nous donne à réfléchir à la vue du nombre de cancers qui se sont développés chez les patients traités par thérapie génique pendant l'année 2002.¹¹⁶ Au-delà de cet aspect, cette phrase nous dit que l'utilisation d'ADN transgénique pour la thérapie génique ou dans les aliments GM, nous fait courir les mêmes risques. La thérapie génique n'est que la modification de l'être humain en utilisant des constructions qui sont très proches de celles utilisées pour modifier génétiquement les plantes et les animaux.

Éviter l'aboutissement d'expérimentations

Dans un rapport publié en 2001,¹¹⁷ de l'ADN provenant de feuilles de soja conventionnel a été comparé à celui de plasmide d'ADN. L'expérimentation confirma les conclusions précédentes : L'ADN du plasmide transgénique avait envahi les cellules de nombreux tissus.

Mais comme de nombreuses recherches auparavant, celle-ci, encore une fois a marqué la fin des investigations qui auraient pu permettre de d'obtenir des résultats plus clairs et sans appels quant aux raisons de ce changement, alors qu'il aurait suffi d'alimenter des souris avec du soja transgénique et de contrôler le devenir de l'ADN transgénique et celui de l'ADN de la plante elle-même. Cette étude aurait permis d'avancer dans la compréhension de cette interrogation, pour qui comme Ho et Cummins n'ont cessé de le répéter : l'ADN transgénique peut être plus invasif pour les cellules et le génome que l'ADN naturel.

En effet, comme Exen l'a montré [44], on ne peut exclure la possibilité qu'il existe un risque d'alimenter les animaux avec des produits GM comme le maïs. Le lait de vaches contient des dérivés GM et même un morceau de viande pourrait contenir du matériel GM actif, car l'ADN est particulièrement stable et est difficilement détruit par la chaleur. De l'ADN a même été retrouvé dans des sédiments du sol vieux de 300 000 à 400 000 ans.¹¹⁸ Le Professeur Alan Cooper premier conférencier de l'Université d'Oxford lors d'un voyage en Nouvelle Zélande à déclarer¹¹⁹ : "La capacité de l'ADN à survivre dans les sédiments a été complètement sous-estimée... Cela illustre le peu de savoir dont nous disposons" et "la somme importante de connaissance qu'il nous faut encore acquérir avant que nous puissions prédire les effets sur l'environnement de la dissémination de PGM."

L'ADN transgénique dans la nourriture se transfère dans les bactéries de l'estomac de l'homme

Lorsque le gouvernement du Royaume-Uni a mandaté une recherche pour étudier l'éventualité sur des volontaires d'un transfert de gène horizontal dans des bactéries de leur estomac, les *résultats ce sont révélés positifs*.

Cette expérimentation fait partie du projet UK FSA chargé d'évaluer les risques des OGM pour l'alimentation humaine.¹²⁰

Un transfert d'ADN transgénique en direction des bactéries de l'estomac humain n'est pas du tout inattendu. Nous savons déjà que l'ADN survit dans l'estomac et que les bactéries peuvent facilement intégrer de l'ADN étranger comme nous l'avons vu précédemment. Pourquoi dans ces conditions le législateur a-t-il attendu si longtemps pour entreprendre des recherches ? Et pourquoi, les scientifiques chargés de les réaliser ont-ils fait tout ce qui leur était possible pour rendre difficile la découverte de résultats positifs.¹²¹

Par exemple la méthode qui permet de détecter la présence d'ADN transgénique consiste à amplifier une petite partie -180 bp - d'une insertion complète d'ADN transgénique qui doit être au moins dix à vingt fois aussi longue. Donc, pour être détecté un fragment doit impérativement recouvrir l'échantillon amplifié de 180 bp, ou ne pas être réarrangé. Les chances d'obtenir des résultats positifs sont de 5 % et peut-être bien moins. *Pourtant, un résultat négatif dans ce cadre précis ne veut pas forcément dire qu'il n'y a pas d'ADN transgénique.*

Malgré cela les chercheurs ont tout de même trouvés de l'ADN transgénique, résultats qui ont été immédiatement démentis et cachés par la FSA. Selon la l'Agence : "De nombreux experts gouvernementaux ont étudié les conclusions et ont statué sur l'absence de danger pour l'être humain." Sur leur site Internet, la FSA a conclu que le "risque était extrêmement faible" pour que des gènes GM se retrouvent dans l'estomac de personnes qui aurait consommé des aliments modifiés.

Le vecteur *Agrobacterium* est un véhicule de dissémination des gènes

Ce n'est pas tout. Des informations récentes suggèrent que la méthode communément utilisée pour créer des plantes transgéniques pourrait également faciliter le transfert de gène horizontal.^{122 123}

La bactérie *Agrobacterium* une bactérie du sol qui est responsable de la maladie de la galle du collet, a été développé pour devenir le principal vecteur de transfert de gène pour fabriquer des plantes transgéniques. Des gènes étrangers sont systématiquement découpés en ADN-T, une partie du plasmide de *A. tumefaciens* appelé Ti (Qui-provoque-une-tumeur), et est intégré dans le génome de la cellule de la plante qui à son tour développe une tumeur. C'est ce que l'on connaissait au moins jusqu'en 1980.

Mais des expérimentations successives, ont révélé que le processus à partir duquel *Agrobacterium* est injecté un ADN-T dans la cellule de la plante est similaire à la conjugaison de deux cellules de bactéries.

La conjugaison qui agit pour certains plasmides de bactéries, nécessite sur l'ADN qui est transféré une séquence appelé l'origine du transfert (oriT). Toutes les autres fonctions peuvent être fournis par des sources non définies, appelées des " fonctions agissantes" (ou *tra*). Par conséquent, les plasmides "infirmes" sans "fonctions agissantes" sont également transférés par des plasmides "assistants" qui portent le gène codant pour les " fonctions agissantes". Et c'est ce processus qui est à la base d'un système de vecteur complexe dans lequel l'ADN-T *Agrobacterium* a été utilisé pour fabriquer de nombreuses plantes transgéniques.

Mais rapidement on s'est rendu compte que les bordures à gauche et à droite de l'ADN-T sont similaires à la séquence d'origine du transfert et peuvent être remplacées par celle-ci. Par ailleurs, l'ADN-T désarmé, qui ne contient pas de fonctions agissantes (des gènes virulents qui peuvent déclencher des maladies), peut se faire aider par des gènes similaires qui appartiennent à de nombreuses autres bactéries pathogènes. Il semblerait que le transfert génétique qui permet le passage entre les règnes de l'*Agrobacterium* et des systèmes conjugués des bactéries sont tous les deux impliqués dans le transport de macromolécules, pas seulement d'ADN mais également de protéines.

Ce qui veut dire que les plantes transgéniques fabriquées sur la base du système de vecteur de l'ADN-T rassemblent un ensemble d'évènements susceptibles de permettre une dispersion de gène horizontal, à travers l'*Agrobacterium* aidés en ce sens par les mécanismes conjugués ordinaires de plusieurs bactéries qui peuvent générer des maladies qui sont présentes dans l'environnement.

En vérité, la possibilité que l'*agrobacterium* serve de véhicule pour un transfert de gène horizontal a été pour la première fois émise en 1997 dans une étude commanditée par le gouvernement du Royaume-Uni,¹²⁴ qui concluait qu'il serait très difficile de se débarrasser d'*Agrobacterium* dans le système de vecteur après transformation. En effet, des traitements d'une durée de 13 mois avec des batteries d'antibiotiques et des sous-cultures répétées n'ont pas réussi à se débarrasser d'*Agrobacterium*. Enfin, 12,5 % d'*Agrobacterium* qui reste contiennent encore le vecteur binaire (de l'ADN-T et du plasmide "assistant") et *sont donc absolument capables de transformer d'autres plantes*. Cette étude a été publiée par la suite dans un journal scientifique.¹²⁵

D'autres observations permettent de conclure à un transfert de gène horizontal à travers *Agrobacterium*. Non seulement cette bactérie permet de transférer des gènes dans les cellules des plantes, il existe également une possibilité de retro transfert d'ADN depuis la cellule de la plante jusqu'à *Agrobacterium*.¹²⁶

Des taux élevés de transfert de gène sont associés au système des racines des plantes et de la semence pour lesquels les conjugaisons surviennent le plus souvent.¹²⁷ C'est à ces endroits qu'*Agrobacterium* pourrait se multiplier et transférer de l'ADN transgénique à d'autres bactéries y compris aux récoltes suivantes. Ces hypothèses n'ont pas été étudiées de façon empirique.

Enfin *Agrobacterium* s'insère et transforme génétiquement plusieurs lignées cellulaires humaines.¹²⁸ Dans la cellule HeLa (une lignée cellulaire humaine provenant à l'origine d'un patient atteint du cancer) transformée et stable l'introduction de l'ADN-T est intervenue pas la partie droite de la bordure, exactement comme cela se produit lorsqu'elle transférée dans le génome de la plante. Cela voudrait dire qu'*Agrobacterium* transforme les cellules humaines par un mécanisme similaire à celui qu'elle utilise pour modifier les cellules des plantes.

Chapitre Douze. Les dangers du transfert de gène horizontal

Comme nous l'avons montré dans les chapitres précédents les risques que pourrait provoquer le transfert horizontal d'ADN transgénique sont inhérents au génie génétique

Tableau 2

Les risques potentiels d'un transfert horizontal d'ADN transgénique dû au génie génétique
<ul style="list-style-type: none">• L'Apparition de nouveaux virus qui traversent les espèces et peuvent provoquer des maladies.• L'Apparition de nouvelles bactéries qui peuvent provoquer des maladies.• La dissémination de résistance aux antibiotiques et médicaments parmi des pathogènes bactériens et viraux qui pourrait rendre certaines infections impossibles à traiter.• Des insertions aléatoires dans le génome des cellules, ayant pour conséquence des effets nocifs y compris le développement de cancers.• La réactivation et la recombinaison de virus en sommeil (qui sont présents dans tous les génomes) qui peuvent déclencher des virus infectieux.• La dissémination de nouveaux gènes dangereux et des constructions génétiques qui n'ont jamais existé.• La multiplication d'impacts écologiques à cause de toutes les raisons exposées dans ce tableau.

Les expérimentations qui semblent avoir été évité jusqu'à présent

Ces critiques ont été communiquées à l'ACRE et à l'ACNPF en même temps qu'une série d'expérimentations incontournables que nous avons exposée en séance publique lors d'une réunion de l'ACNPF et que la FSA devrait commanditer.¹²⁹Ces études sont énoncées dans le Tableau 3.

Tableau 3

Les expérimentations qui font défaut pour évaluer la sécurité des aliments GM et des PGM

Les expérimentations ci-dessous devraient faire parties d'une série d'études qui nous permettrait d'acquérir du savoir sur la sécurité des aliments GM et des PGM. Jusqu'à aujourd'hui, il semble qu'on se soit intentionnellement dispensé de les réaliser.

1. Réaliser des tests alimentaires similaires à ceux effectués par l'équipe Pusztai en utilisant du soja ou du maïs transgénique bien identifié destiné à l'alimentation animale, et de façon appropriée, utiliser des méthodes de contrôle impartial sur la présence d'ADN transgénique dans les matières fécales, dans le sang et les cellules sanguines et des analyses histologiques post-mortem qui comprendront le suivi d'un transfert éventuel d'ADN transgénique dans le génome des cellules. Comme contrôle supplémentaire, l'ADN non-transgénique provenant des mêmes échantillons GM devraient être observés également. Enfin, le rôle du promoteur CaMV35 S à entraîner des effets sur la croissance sur les jeunes rats devrait être examiné.
2. Des essais alimentaires sur des volontaires humains utilisant du soja ou du maïs transgénique bien identifié destiné à l'alimentation humaine et de façon appropriée, utiliser des méthodes de contrôle impartial sur le transfert de gène horizontal d'ADN transgénique dans la bouche et dans les matières fécales, dans le sang et les cellules sanguines. Comme contrôle supplémentaire, l'ADN non-transgénique provenant des mêmes échantillons GM devraient être observés également.
3. Des examens sur la stabilité des plantes transgéniques sur plusieurs générations devront être entrepris en utilisant des techniques moléculaires quantitatives particulièrement sur celles qui contiennent le promoteur CaMV 35 S.
4. Une caractérisation moléculaire de toutes les lignées transgéniques avec comme objectif d'établir l'uniformité et la stabilité génétique des insertions d'ADN transgénique et permettre la comparaison avec les données originales qui devront être mises à disposition par la société de biotechnologie avant toute autorisation d'essai en plein champ et de relâchement commercial.
5. Des tests sur toutes les plantes transgéniques modifiées qui l'ont été en utilisant le vecteur d'ADN-T *Agrobacterium* afin de connaître la capacité de survie des bactéries et des vecteurs. Le sol dans lequel la plante transgénique a été plantée devrait être contrôlé pour étudier la dispersion de gène éventuelle dans les bactéries du sol. L'analyse du transfert de gène horizontal probable en direction de la récolte suivante à travers les semences en germination ou la réseaux des racines devrait faire l'objet également faire l'objet d'une étude approfondie.

Chapitre Treize. Conclusion des Parties 1 et 2

Notre recherche intensive de la vérité nous amène à conclure que les PGM ne sont ni voulus ni souhaitables, que leurs bénéfices annoncés n'ont jamais été atteints et qu'au contraire, au niveau de l'exploitation ils posent plus de problèmes. Il n'existe aucune possibilité pour que l'agriculture GM et la non-GM puissent co-exister, comme nous le montre le niveau de contamination en cours dans un pays comme le Mexique ou pourtant un moratoire est en place depuis 1998.

Plus grave encore, les PGM sont inacceptables parce qu'ils sont loin d'être sûrs. Ils ont été introduits sans qu'est été mis en place des protections et des évaluations des risques appropriées en s'appuyant sur une réglementation défectueuse qui est basée sur le principe "d'équivalence en substance" dont le premier objectif est d'accélérer la commercialisation des produits transgéniques au détriment d'une évaluation réelle des risques.

Malgré le manque de données provenant d'expérimentations sur les aliments transgéniques, force est de constater que celles dont nous disposons actuellement renforcent les préoccupations de ceux qui pensent que la sécurité de cette technologie n'est pas assurée.

Parallèlement, les gènes introduits dans la nourriture et autres plantes se comportant comme des bio-pesticides, et qui représentent 25 % de la totalité de la surface plantée dans le monde, sont perçus comme étant des immunogènes et allergènes puissants. De plus, des principes médicamenteux et des vaccins sont introduits dans des plantes destinées à l'alimentation lors d'essais en milieu ouvert.

Sous la fausse assurance d'essais en milieu confiné, des plantes sont modifiées avec des "gènes suicides" qui entraînent une stérilité mâle chez celles-ci. En réalité ces plantes répandent à travers le pollen un gène de tolérance à l'herbicide et un gène mâle stérile avec des conséquences potentiellement dévastatrices pour l'agriculture et la biodiversité.

À peu près 75 % des PGM plantées dans le monde sont tolérantes à l'un ou l'autre des herbicides à spectre large les plus répandus, le glufosinate d'ammonium et le glyphosate. Tous deux sont des poisons qui s'attaquent au métabolisme de façon systématique et dont on sait maintenant qu'ils ont des effets néfastes sur les humains et sur les autres êtres vivants.

La toxicité du glufosinate d'ammonium agit sur les systèmes neurologiques, respiratoires, gastro-intestinaux et hématologiques et provoque des malformations à la naissance chez les humains et les mammifères

Le glyphosate est la cause principale d'empoisonnements et de plaintes au Royaume-Uni et de nombreux dysfonctionnements ont été relevés dans de nombreuses parties du corps suite à une exposition à des doses normales. Une exposition au glyphosate peut jusqu'à multiplier par deux le risque de fausse couche. Les enfants de parents utilisateurs de glyphosate ont plus de chance d'avoir des troubles du comportement. Le glyphosate entraîne des retards dans le développement du squelette de rats de laboratoire. Le glyphosate inhibe la synthèse des stéroïdes et est génotoxique pour les mammifères, pour les poissons et pour les grenouilles. 50 % des vers de terre exposés à des doses de terrain sont morts et les survivants avaient de graves problèmes intestinaux. Un document récent montre que le Roundup entraîne une perturbation dans la division des cellules qui pourrait être une des causes des cancers chez l'homme.

C'est dans la technologie même que se situe le danger de loin le plus insidieux du génie génétique car elle permet d'augmenter et d'accélérer le transfert de gène horizontal et la recombinaison, le moyen le plus sûr pour créer de nouveaux virus et bactéries qui pourraient provoquer des épidémies.

De nouvelles techniques, comme celle du "réarrangement de l'ADN" permet aux généticiens de créer en laboratoire en quelques minutes des millions de nouveaux virus recombinants qui n'ont jamais existé. Les virus et les bactéries et leurs matériels génétiques qui peuvent provoquer des maladies sont ceux-là mêmes qui sont utilisés comme outils dans le génie génétique, comme c'est le cas pour la création intentionnelle d'armes biologiques.

Il existe déjà des preuves scientifiques que l'ADN transgénique provenant de plantes a été récupéré par une bactérie du sol et peut se retrouver dans l'estomac de volontaires humains. Des gènes marqueurs résistants aux antibiotiques peuvent se répandre à partir d'aliments transgéniques jusqu'à des bactéries pathogènes, ce qui rendrait le traitement de certaines infections plus difficile.

L'ADN transgénique est connu pour survivre au processus de digestion de l'estomac pour de là, sauté dans le génome de cellules de mammifères, ce qui à terme pourrait faciliter le déclenchement de cancers.

Les preuves montrent que les constructions génétiques contenant le promoteur CaMV35S, présent dans à peu près toutes les plantes GM, pourrait être particulièrement instable et enclin à favoriser le transfert de gène horizontal ainsi que la recombinaison avec tous les dangers que cela peut représenter : mutations génétique à cause des insertions aléatoires, cancers, réveil de virus en sommeil et création de nouveaux virus.

Il existe une histoire très riche de mauvaise interprétation et de suppression de preuves scientifiques, particulièrement sur la question transfert de gène horizontal. Des expérimentations clés n'ont pas été réalisées ou mal exécutées pour être dénaturées. De plus beaucoup de conclusions d'expérimentations, qui auraient pu permettre d'améliorer notre connaissance, non pas été suivies, notamment pour savoir si c'est le promoteur CaMV 35S qui est responsable ou non de la présence de protéines qui favorisent la croissance de cellules dans l'estomac des jeunes rats qui avaient été nourris avec des pommes de terre GM.

Pour toutes ces raisons, les PGM nous devrions rejeter l'idée que les PGM sont une option viable pour le futur de notre agriculture.

Troisième Partie. Les Bénéfices de l'Agriculture Durable

Chapitre Quatorze. Pourquoi agriculture durable ?

Une agriculture alternative est nécessaire

Les modèles de l'agriculture "moderne" se caractérisent par de grandes surfaces de monocultures intensives hautement mécanisées qui dépendent largement d'intrants chimiques.

D'une part, ce système productif ne prend en compte que l'approche unidimensionnelle basée sur le rendement d'une seule plante. Ce schéma est hautement dépendant de l'utilisation de pesticides chimiques, herbicides et autres intrants synthétiques qui ont des conséquences négatives sur la santé et l'environnement, font courir des risques pour la santé des travailleurs agricoles, déposent des résidus chimiques dangereux dans la nourriture, de même qu'ils entraînent une réduction de la biodiversité, une baisse de qualité du sol et de l'eau et une augmentation des risques de maladies des récoltes. D'autre part, la monoculture "moderne" marginalise les petits agriculteurs particulièrement dans les pays en voie de développement qui représentent la majorité des paysans du monde. Aujourd'hui, les plantes transgéniques viennent se rajouter à cet ensemble et mettent plus encore en danger la santé et l'environnement. (Voir Chapitre 2)

Des pratiques agricoles durables variées

Au contraire, les approches de l'agriculture durable mettent l'accent sur la diversité des ressources naturelles locales et sur l'autonomie des paysans au niveau local qui doit leur permettre de décider ce qu'ils feront pousser et comment améliorer leurs cultures et leur vie.

L'agriculture est durable quand elle est écologiquement saine, économiquement viable et socialement juste, et lorsqu'elle prend en compte la diversité culturelle et suit une approche holistique basée sur l'être humain. Un bref résumé des critères clés de ce type d'agriculture élaboré par Pretty and Hine¹³⁰ est présenté dans le tableau 4.

Les approches agricoles durables peuvent se nommer de différentes façons : agrobiologique, agriculture durable, agriculture biologique, agriculture écologique, agriculture bio-dynamique mais ont toutes certains critères en commun.

Par exemple, l'agriculture biologique exclue l'utilisation d'intrants chimiques comme les pesticides, herbicides et fertilisants, elle suit une approche basée sur l'écosystème qui gère les processus écologiques et biologiques comme les relations entre les réseaux trophiques, les cycles nutritifs, la continuité de la fertilité du sol, le contrôle naturel des insectes et la diversification des cultures et des animaux. Elle s'appuie sur les ressources locales et renouvelables de la ferme et reste écologiquement durable.

Alors que de nombreux consommateurs sont familiers avec la production biologique certifiée, celle-ci ne représente que la partie visible de l'iceberg de l'ensemble des terres cultivées en biologique, mais qui ne sont pas reconnues comme telles.

L'agriculture biologique non-certifiée prévaut de manière générale dans les régions agricoles marginales dans lesquelles les agriculteurs n'ont que peu de ressources et sont peu au contact de l'économie monétaire.¹³¹ Les paysans qui travaillent dans ces écosystèmes comptent sur les ressources naturelles pour maintenir la fertilité de leurs sols et pour combattre les insectes et les maladies qui attaquent leurs champs. Ils utilisent des systèmes sophistiqués basés sur le savoir-faire traditionnel pour les rotations de leurs parcelles, pour la gestion des sols et pour le contrôle des insectes et maladies.

De même, l'agrobiologie s'appuie sur des technologies qui sont peu coûteuses, accessibles à tous sans risque et qui permettent de produire dans des écosystèmes marginaux, de renforcer la santé humaine et écologique et d'être culturellement et socialement acceptables par le plus grand nombre.¹³² Elle met en avant la biodiversité, le recyclage des substances nutritives, la synergie entre les plantes, animaux, sols et les autres composantes biologiques comme la régénération et la conservation des ressources. Cette approche combine les principes écologiques et les ressources locales pour gérer des systèmes agricoles dans le but de permettre aux petits agriculteurs qui habitent des régions marginales d'intensifier leurs productions tout en préservant l'environnement.

Ces alternatives agrobiologiques peuvent résoudre le problème agricole, que les OGM disent pouvoir solutionner, de manière socialement juste et en harmonie avec l'environnement. [3]

La littérature scientifique et les études qui illustrent les bénéfices des approches de l'agriculture durable sont nombreuses, notamment pour l'agriculture biologique, et viennent de faire l'objet d'un recensement récent de la FAO¹³³ et de l'ISIS¹³⁴

Nous avons résumé dans le tableau 4, certaines des preuves qui exposent les bénéfices de l'agrobiologie et de l'agriculture biologique pour la sécurité alimentaire des paysans, de leur santé et de leur environnement, et qui améliorent la qualité de vie des communautés locales. Ces arguments viennent illustrer le besoin d'un changement en faveur d'approches agricoles durables à la place de celles qui sont proposées par les tenants des PGM.

Tableau 4

L'Agriculture durable

- Fait une meilleure utilisation des biens et des services provenant de la nature en intégrant des processus naturels et régénérateurs dans les pratiques agricoles, notamment au niveau du cycle nutritif, de la fixation de l'azote, la régénération du sol et la lutte biologique des prédateurs.
- Réduit les intrants non dégradables comme les pesticides et les fertilisants qui ont des impacts négatifs sur l'environnement et la santé humaine.
- S'appuie sur le savoir et l'expérience des agriculteurs, ce qui leur permet d'améliorer leur autonomie.
- Fait la promotion et protège le capital social, c'est-à-dire la capacité des personnes à travailler et à résoudre des problèmes ensemble.
- Dépend de pratiques adaptées localement pour innover face à de nouvelles situations
- Est multi-fonctionnelle et contribue à la préservation des biens publics, comme l'eau, la nature, la fixation du carbone dans les sols, les inondations et la qualité des paysages.

Chapitre Quinze. Des rendements et une production égale voire supérieure.

Regardons de plus près la question "des rendements"

L'agriculture biologique est souvent critiquée parce qu'elle produit moins que l'agriculture intensive conventionnelle. Bien que cela puisse être vrai dans les pays industrialisés, ces comparaisons sont trompeuses parce qu'elles ne prennent pas en compte les coûts environnementaux et sanitaires réels de l'agriculture en monoculture : terres dégradées, eau polluée, biodiversité menacée et autres services écologiques en danger sur lesquels la production durable de nourriture dépend. [133]

De plus, n'étudier la question que sous l'angle du rendement d'une seule plante, comme le font souvent les critiques de l'agriculture biologique, c'est oublier les autres indicateurs de durabilité de cette pratique agricole et notamment le rendement par unité de production qui est plus importante pour les systèmes agro-écologiques¹³⁵ puisqu'elle permet une diversification des plantes, des arbres et des animaux sur la surface de l'exploitation. Il est souvent possible d'obtenir un rendement très élevé sur une plante particulière cultivée seule sur un champ, en monoculture, mais bien que cette plante produise beaucoup, elle n'apportera aucun autre bénéfice à l'agriculteur.¹³⁶

Quoi qu'il en soit, à cause des dégâts causés par l'agriculture conventionnelle, une période de transition est nécessaire pour permettre aux sols de se nettoyer afin que les bénéfices de l'agriculture durables puissent se faire sentir. Une fois le système restauré, des rendements comparables ou supérieurs sont observés. Les exploitations familiales traditionnelles qui font le choix de se convertir voient le rendement de leurs champs augmenter immédiatement.

En fait, la seule réduction des surfaces d'exploitations agricoles dans la plupart des pays stimulerait la production bien au-delà des prévisions de l'industrie de la biotechnologie pour les PGM. Les petites fermes produisent plus,

sont plus rentables et contribuent de façon plus importante que les grandes exploitations en monoculture conventionnelle au développement économique. [136] Les petits agriculteurs sont, par ailleurs, de meilleurs gardiens des ressources naturelles.

Des études réalisées dans le monde entier, montrent que les petites exploitations peuvent être deux à dix fois plus productives par hectares que les grandes fermes, qui ont tendance à être peu efficaces par rapport à la surface exploitée. C'est grâce à des approches technologiques fondées sur des principes de l'agrobiologie mettant en avant la diversité, la synergie, le recyclage, l'intégration et les processus sociaux qui favorisent la participation de la communauté et lui donne plus de pouvoirs, que l'on arrive à augmenter les rendements. En règle générale, plus la taille de l'exploitation est grande moins elle est rentable, c'est pourquoi, une véritable réforme agraire permettrait de donner un coup de fouet à la production et réduirait en même temps la pauvreté.

Des succès exceptionnels dans les pays en voie de développement

Les succès des pratiques agricoles soutenables sont illustrés de façon concrète dans un document qui liste 208 projets ayant pris place dans 52 pays. [130] Près de 9 millions d'agriculteurs en Afrique, Asie et Amérique Latine travaillant près de 29 millions d'hectares ont adopté les critères de l'agriculture durable.

Des données fiables sur les évolutions dans les rendements de 89 projets montrent que les agriculteurs sont parvenus à augmenter leur production de nourriture par hectare de manière substantielle. De 50 à 100 % pour les cultures pluviales, dans certains cas plus ; 5 à 10 % pour les cultures irriguées (sachant que dès le départ la référence des rendements était plus élevée). Ces projets prenaient en compte à la fois les systèmes biologiques certifiés et les non-certifiés, les intégrés et les presque biologiques. Dans tous les cas où des données valables ont pu être trouvées, on a pu noter une augmentation de la production par hectare pour les plantes alimentaires et un maintien du rendement existant pour les plantes à fibres. [133]

Ci-dessous sont énumérés quelques exemples des hausses de rendements enregistrées :

- La préservation du sol et de l'eau dans les zones de terres arides du Burkina Faso a permis d'améliorer des terres dégradées. La famille type est passée d'un déficit en céréale de 644 Kg (l'équivalent de plus de six mois de pénurie de nourriture) à un excédent de production de 135Kg.
- Le Projet de Développement Rural Intégré du Cheha en Ethiopie a permis à 12 500 ménages d'adopter l'agriculture durable a eu pour résultat une augmentation de 60 % du rendement de leurs récoltes.
- À Madagascar, c'est un système d'intensification du riz qui a permis d'améliorer les rendements de 2t/ha à 5t/ha à 10 à 15t/ha sans avoir recours à des achats de pesticides où d'intrants.
- Au Sri Lanka ce sont 55 000 familles exploitant 33 000 ha, qui ont adopté des pratiques agricoles soutenables grâce auxquelles elles ont réduit les épandages d'insecticides sur leurs champs. Dans le même temps, les rendements ont augmenté de 12 à 44 % pour le riz et de 7 à 44 % pour les céréales.
- Au Honduras et au Guatemala, 45 000 familles ont augmenté leurs rendements de 400 à 600 Kg/ha à 2 000 - 2 500 Kg/ha en utilisant des engrais verts, des plantes rampantes, des bordures en bandes gazonnées, du désherbage à la main, des petites digues de pierre et du fumier.
- Dans le Sud du Brésil, les états de Santa Catarina et de Rio Grande do Sul se sont concentrés sur la conservation du sol et de l'eau en plantant des bordures d'herbe, des bordures de pâturage et des engrais vert. Plus d'une soixantaine d'espèces différentes, légumineuses et non-légumineuses ont été mélangées sur des parcelles ou plantées pendant des périodes de jachère. Ces techniques ont eu un impact très important sur les rendements de maïs qui ont augmenté de 67 % passant de 3 à 5 tonnes/ha et sur les cultures de soja 68 % passant de 2.8 à 4.7 t/ha.
- Les hauts Plateaux de Bolivie sont les régions du monde où il est le plus difficile de faire pousser des récoltes. Malgré cette situation, les paysans ont réussi à multiplier par trois leur récolte de pommes de terre, notamment en utilisant des engrais verts pour fertiliser le sol.

D'autres études de cas de pratiques biologiques et agro-écologiques montrent une augmentation exceptionnelle des rendements ainsi qu'une amélioration de la qualité des sols, une baisse des maladies et des insectes prédateurs et de manière générale un contenu nutritionnel et un goût meilleurs, [131] par exemple :

- Au Brésil, l'utilisation d'engrais vert et de plantes rampantes ont augmenté les rendements des champs de maïs de 20 à 250 %.
- En Ethiopie à Tigray, les rendements des récoltes plantées dans des parcelles compostées étaient de 3 à 5 fois plus important que ceux des plantes cultivées dans des parcelles traitées avec des produits chimiques.
- Les petites exploitations du Népal qui ont adopté des pratiques agro-écologiques ont augmenté leur rendement de 175 %.
- Au Pérou, la restauration des terrasses traditionnelles, Incan, a entraîné une augmentation du rendement de l'ordre de 150 % pour un grand nombre de plantes d'altitude. Grâce à cette technique, les paysans peuvent faire pousser des récoltes exceptionnelles malgré les inondations, les sécheresses et le givre souvent fatal à cette altitude proche des 4 000 mètres. [135]
- Des projets au Sénégal suivis par plus de 2000 agriculteurs font la promotion en faveur d'une alimentation des troupeaux à l'étable, ainsi que des systèmes de compostages, de gestion de l'eau et de la phosphorite, et d'engrais verts. Les rendements du millet et des cacahuètes ont augmenté de façon exceptionnelle

respectivement 75-95 % et 75-165 %. Ces augmentations sont principalement dues à la capacité accrue du sol à retenir l'eau. Les variations de rendements sont moins prononcées entre les années à fortes précipitations et les années pendant lesquelles il pleut moins.

- En Honduras, des techniques de conservation du sol et l'utilisation de fertilisants biologiques ont permis de tripler voir même de quadrupler les rendements.

En Honduras, des plantations de haricots *mucuna* ont permis d'améliorer les rendements sur des terres pentues sujettes à l'érosion et dont les sols sont épuisés.¹³⁷ Les paysans plantent d'abord ce haricot qui pousse rapidement et élimine les mauvaises herbes. Lorsque les haricots sont coupés, du maïs est planté produisant à terme du paillis. Par la suite les haricots et les plants de maïs poussent en même temps. Très rapidement, la qualité du sol devient plus riche et friable, il s'améliore, parce que le mucuna produit beaucoup de matières biologiques et les rendements sont doublés voire triplés, (voir Des sols meilleurs). Le sol produit alors son propre fertilisant, fixant l'azote atmosphérique et le conservant dans le sol pour les autres plantes.

Cette simple technologie a également été adoptée au Nicaragua. Dans la région de San Juan des terres dégradées sur des bassins versants ont été récupérées en une année seulement par plus de 1 000 paysans. Ces agriculteurs ont baissé leur besoin en fertilisants chimiques de 1 900 Kg à 400 Kg/ha tout en augmentant dans le même temps le rendement de leurs champs de 700 à 2 000 Kg/ha. Le coût de production est d'à peu près 22 % moins élevé que celui des agriculteurs utilisant des intrants chimiques et qui font de la monoculture. [135]

Le phosphore (P) est la substance nutritive la plus importante après l'azote (N) dont la présence est fréquemment déficiente dans les sols d'Afrique tropicale. Au contraire de l'azote, le Phosphore ne peut pas être introduit dans le sol par fixation biologique. Par conséquent, l'apport de phosphore par des sources biologiques ou non-biologiques est primordial pour maximiser et pérenniser des rendements importants.

Des études réalisées au Kenya ont comparé l'impact de l'utilisation de fertilisants biologiques et non biologiques.¹³⁸ Les scientifiques qui ont mené ces études ont conclu qu'un rendement acceptable de plants de maïs pouvait être atteint sur des systèmes agricoles réduits si des quantités de matière biologique de haute qualité étaient utilisées comme sources de phosphore.

Comparaisons dans les pays industrialisés

Dans les pays industrialisés, les rendements de l'agriculture biologique peuvent également être comparés à ceux de la monoculture conventionnelle. Une étude réunissant les résultats des travaux de sept universités américaines, renforcée par les données vieilles de plus de dix ans provenant de deux centres de recherche, montre que les rendements des systèmes biologiques sont comparables à ceux de la monoculture conventionnelle.¹³⁹

- Pour le maïs, sur un total de 69 saisons, les rendements des systèmes biologiques représentent 94 % des productions conventionnelles.
- Pour le soja, des données émanant de cinq Etats et sur la base de 55 saisons montrent que les rendements des systèmes biologiques représentent 94 % des productions conventionnelles.
- Pour le blé, les données de deux institutions étudiées sur la base de 16 saisons montrent que les rendements de blé biologique représentent 97 % des rendements du blé produit conventionnellement.
- Pour les tomates, 14 années de recherches comparatives montrent que les productions sont égales entre les deux systèmes de production.

Vasilikiotis a effectué des études comparatives sur la productivité des pratiques biologiques et de l'agriculture conventionnelle.¹⁴⁰ Il en ressort que "l'agriculture biologique peut produire plus que l'agriculture conventionnelle". De plus : "une conversion mondiale en faveur de l'agriculture biologique pourrait permettre d'augmenter la production de nourriture, et pourrait renverser la tendance à la dégradation des terres arables, augmenter la fertilité du sol et améliorer la santé."

Les résultats découlant des quinze premières années de recherches menées par l'Institut Rodale sur des expérimentations à long terme et sur des surfaces étendues montrent qu'après une période de transition de quatre années, les rendements des plantes cultivées à partir de systèmes biologiques étaient égaux voire parfois supérieurs aux plantes cultivées de façon conventionnelle.¹⁴¹ Par ailleurs les systèmes biologiques ont produit plus que les systèmes conventionnels lorsque les conditions étaient moins bonnes notamment en période de sécheresse.

Une étude sur une période de quatre années qui faisait partie du projet à long terme "Systèmes Agricoles pour une Agriculture Durable (SAFS) de l'Université de Californie a comparé les deux systèmes pour la culture de la tomate.¹⁴² Les résultats montrent que les deux systèmes ont donné des rendements similaires

La disponibilité de l'azote est le facteur limitatif le plus important dans les systèmes biologiques, bien que cette question puisse être traitée par une gestion appropriée de l'exploitation. Un apport d'azote associé à l'ajout de matières riches en carbone, renforce la présence de substances organiques dans le sol, ce qui permet de pérenniser la fertilité de la terre sur le long terme. Après un certain temps, le niveau des matières organiques se stabilise et le besoin en azote devient moindre.

Les résultats des huit premières années du projet "Systèmes Agricoles pour une Agriculture Durable" (SAFS) montrent que les systèmes biologiques et peu demandeurs en apports extérieurs avaient des rendements similaires aux systèmes conventionnels dans toutes les catégories de plantes testées : tomate, carthame, maïs et haricot et dans certains cas leur étaient supérieurs.¹⁴³ Les rendements de tomates biologiques étaient inférieurs

pendant les trois premières années mais devenaient par la suite égaux aux systèmes conventionnels pour les dépasser dans la dernière année de l'expérimentation (80t/ha comparés aux 68t/ha en 1996). Les deux systèmes, biologiques peu demandeurs en apports extérieurs, permettent d'une part d'augmenter le contenu de carbone biologique dans le sol et d'autre part d'accumuler les substances nutritives, deux critères incontournables pour assurer la fertilité à long terme de la terre.

Les niveaux de substances organiques s'étant stabilisés pendant les deux dernières années de l'expérience, la disponibilité de l'azote s'est accrue, et des rendements plus importants ont pu être observés. Enfin, la culture biologique s'est avérée plus profitable pour les tomates et le maïs, principalement grâce à un prix plus avantageux à la vente.

Lors d'une autre expérience comparative d'une durée de plus de trois ans entre les pommes de terre et les maïs doux produits en biologique et de manière conventionnelle,¹⁴⁴ il n'y avait aucune différence dans le rendement et le contenu en vitamine C pour la pomme de terre. Seule une variété de maïs doux conventionnel a produit plus que la variété biologique, pour les autres il n'y a pas eu de différence dans les rendements ou dans le contenu en vitamine C et E. On peut donc en conclure que l'utilisation de compost permet de préparer des sols qui auront une meilleure fertilité sans incidence sur la croissance de la plante.

Chapitre Seize. Des sols meilleurs

La préservation du sol

La plupart des pratiques agricoles soutenables réduisent l'érosion du sol et améliorent sa structure physique, son contenu en matière organique, sa capacité de rétention d'eau et la présence de substances nutritives. La fertilité du sol est préservée sur les terres existantes et restaurée sur les terres dégradées.

Un exemple fort qui illustre l'action positive sur le sol des pratiques agricoles soutenables se situe sur le front du Sahara, région de terres arides où les agriculteurs du Nigeria, Niger, Burkina Faso et Kenya, doivent cultiver leurs terres sans détruire les sols. Ceux-ci ont mis en pratique des méthodes de cultures intégrées, des méthodes traditionnelles de conservation du sol et de l'eau et des mises en cultures mélangées qui permettent d'augmenter de plusieurs fois la quantité de nourriture produite par unité de production.^{145 146}

Les approches agricoles durables permettent également de protéger et d'améliorer la ressource la plus importante de l'agriculteur : la couche arable. Pour combattre le durcissement des sols, l'érosion et la perte de substance nutritive, les agriculteurs biologiques du Sud plantent des arbres, des arbustes et des légumes pour stabiliser et nourrir le sol, ils mélangent des fientes et du compost à la terre et construisent des terrasses ou des retenues de pierres pour éviter l'érosion et reconstituer les nappes phréatiques. [131]

Restaurer la fertilité du sol

La fertilité des sols dégradés a été restaurée en Amérique Latine en plantant un haricot nommé *mucuna*. Le *Mucuna* produit 100 tonnes par hectare de matière organique [137] qui rend le sol friable et riche en substance nutritive pour plusieurs années. Il produit son propre fertilisant, fixe l'azote atmosphérique et le conserve dans le sol pour que les autres plantes puissent en bénéficier. Au fur et à mesure que le sol s'améliore les rendements sont multipliés par deux et parfois par trois.

L'un des essais agricoles le plus long du monde, l'Expérimentation Broadbalk, qui continue après plus de 150 années, à la Station Expérimentale de Rothamsted, a comparé un système agricole fondé sur l'utilisation d'un fertilisant naturel à base de fumier à un système qui faisait appel à des fertilisants chimiques. Les rendements de blé sont relativement plus importants sur les parcelles biologiques que sur les lots utilisant des intrants chimiques. Par ailleurs, la fertilité du sol et notamment la présence de matière organique ainsi que les niveaux d'azote sur les parcelles biologiques ont augmenté de 120 % sur la durée des 150 années, alors que sur la même période, l'augmentation n'était que de 20 % sur les lots utilisant des intrants chimiques.¹⁴⁷

Une autre étude a comparé les caractéristiques écologiques et la productivité de 20 fermes commerciales de Californie.¹⁴⁸ Si les rendements des champs de tomates et les attaques d'insectes prédateurs étaient très proches entre les deux systèmes agricoles, les indicateurs de la santé du sol présentaient une différence significative. Le potentiel de minéralisation de l'azote, la diversité et l'activité microbienne étaient plus importants. Le potentiel de minéralisation de l'azote était trois fois plus élevé et la présence de carbone organique était de 28 % plus haut dans les fermes biologiques. Les indicateurs de bonne santé de la terre étant au plus haut, le nombre de maladies était lui en baisse, notamment pour l'une des maladies la plus répandue dans l'étude, celle de la racine de la tomate, qui était significativement en baisse dans les fermes biologiques.

Une amélioration de l'écologie du sol

L'avantage de l'agriculture biologique sur l'agriculture conventionnelle est maintenant confirmé grâce à l'essai agricole le plus long du monde.^{149 150} L'Etude Suisse, qui dure depuis 21 ans, montre que le sol nourri avec du fumier était plus fertile et produisait plus de récoltes pour un apport donné d'azote et d'autres fertilisants.

L'amélioration de la qualité du sol des fermes biologique est le point positif le plus significatif. Les sols biologiques avaient 3.2 fois plus de biomasse ainsi qu'une grande quantité de vers de terre, deux fois plus d'arthropodes (des prédateurs importants pour calculer la fertilité du sol) et 40 % de plus de champignons qui colonisent les racines des plantes. Ces champignons microscopiques aident les racines à obtenir des substances nutritives et de l'eau du sol.¹⁵¹ Une diversité accrue de la flore microbienne dans les sols biologiques permet la transformation du carbone de débris organique en biomasse à un coût énergétique moindre pour former une biomasse microbienne plus importante. Par conséquent, une flore microbienne plus abondante et diverse dans sa nature permet de mieux utiliser la ressource qu'est la terre. L'amélioration de la fertilité du sol ajoutée à sa plus grande diversité biologique permet de réduire le recours à des intrants extérieurs et entraîne des bénéfices environnementaux à long terme.

Des expérimentations conduites dans trois fermes biologiques et conventionnelles durant les années 1996 et 1997 ont étudié les effets des intrants synthétiques et les effets des modifications alternatives du sol, notamment par un ajout de compost, sur le sol.¹⁵² La densité des espèces *Trichoderma* (champignons du sol bénéfiques qui sont des agents de contrôles biologiques de champignons pathogènes de la plante) et la présence de micro-organismes qui détruisent le *Phytophthora* étaient plus importantes dans le sol. De la même façon la densité de *Phytophthora et de Pythium*, deux pathogènes des plantes, était moins importante dans les sols biologiques.

L'étude a révélé une augmentation de la présence d'entérobactéries dans le sol mais les scientifiques responsables ont affirmé qu'il n'y avait pas de problème car leur survie dans le sol est très faible. (Les critiques de l'agriculture biologique (AB) prétendent que l'utilisation de fumier peut présenter un danger pour la santé. Mais l'épandage de fumier non traité n'est pas autorisé par le cahier des charges de l'AB et l'utilisation de fumier traité, le compost,

est reconnu être sans danger et c'est bien pour cela qu'il est utilisé en AB. Des certificateurs visitent régulièrement les exploitations en AB pour confirmer que le cahier des charges est bien respecté.¹⁵³ Les différences de rendements minimales ont pu être observées entre les sols traités de manière alternative et ceux sur lesquels des intrants chimiques ont été épandus. En 1997, lorsque tous les agriculteurs plantèrent des tomates, les rendements furent meilleurs pour les exploitations qui, historiquement, avaient choisi de produire bio, indépendamment de la façon dont les sols avaient été préparés. Les concentrations de minéraux étaient plus élevées et l'utilisation de fertilisants biologiques avait amélioré la qualité des sols des fermes conventionnelles. Les chercheurs en conclurent : " qu'il n'existait aucune preuve pour corroborer les allégations selon lesquelles les exploitations AB ne produisent que des rendements faibles."(Page 158)

Une amélioration générale de la qualité des sols et une meilleure protection des récoltes contre la sécheresse

L'étude d'une durée de 15 années qui a eu lieu à l'Institut Rodale a comparé trois agro-systèmes sur lesquels on avait planté du maïs et du soja. [141]^{154 155} Sur le premier, un épandage conventionnel d'azote et de pesticides fut réalisé. Les deux autres parcelles furent traitées de manière biologique. L'une à base de fumier, sur laquelle des herbes et des légumes plantés en rotation, servaient d'alimentation à des vaches, le fumier récupéré étant épandu comme azote sur la production du maïs. L'apport d'azote pour le dernier ne venait pas du bétail mais de la couverture de légumineuses qui était incorporées dans le sol. .

Les techniques biologiques ont montré qu'elle permettaient d'améliorer la qualité du sol en se basant sur une analyse de la structure du sol et sur son activité biologique. [141] Le sol ainsi amélioré a entraîné un environnement plus propice pour le développement des racines, permettant au sol de mieux absorber et de retenir l'humidité. Au-delà du bénéfice évident en période de sécheresse, cela a permis au sol de mieux résister à l'érosion pendant les orages.

Les sols traités en bio ont montré une plus grande activité microbienne et une plus grande diversité des micro-organismes. Un tel changement profond dans la communauté microbienne du sol a entraîné une meilleure santé des plantes et à même infléchit sur la façon dont des substances nutritives comme le carbone et l'azote sont disponibles pour les plantes durant leur croissance.

De façon surprenante, les rendements des parcelles de maïs des trois systèmes n'ont différé que de 1 %. [154 - 155] La présence d'azote dans les sols des deux parcelles bio était en augmentation alors qu'elle déclinait dans la parcelle conventionnelle. On peut donc conclure que les pratiques bios sont, en termes de productivité, plus durables sur le long terme. [141]

Les systèmes productifs de soja étaient également très bons, pour atteindre 40 boisseaux à l'acre. En 1999, alors que la région subissait l'une de ses plus terribles sécheresses les systèmes bios ont produit 30 boisseaux à l'acre et les systèmes conventionnels seulement 16. Les sols traités en bio non seulement renaient mieux l'humidité mais la présence de matière organique plus importante dans le sol les rendaient moins compacts ce qui a permis aux racines de pénétrer plus profondément dans le sol pour trouver de l'eau.

Ces résultats mettent en évidence l'apport bénéfique de l'AB pour les sols et sa capacité à éviter les catastrophes. Selon Jeff Moyer, responsable de la Ferme de l'Institut Rodale : "Nos essais montrent qu'une amélioration de la qualité des sols grâce aux pratiques agricoles biologiques peuvent faire la différence entre une bonne et une mauvaise récolte en période de sécheresse."¹⁵⁶

Chapitre Dix-Sept. Un environnement plus propre

Moins de recours aux produits chimiques, moins de lessivage et de ruissellement des sols

Les systèmes agricoles n'ayant que peu ou pas recours aux produits chimiques sont clairement bénéfiques pour l'environnement. (Voir la section suivante) Les systèmes conventionnels sont souvent associés à des problèmes tels que lessivage des sols et pollution des nappes phréatiques. L'apport en quantité trop importante de fertilisant phosphorique entraîne son accumulation dans la terre arable et à pour conséquence une perte plus grande de cet élément dans les eaux superficielles.

L'eutrophisation de l'eau est l'un des résultats les plus terribles dû à la pollution par l'azote et le phosphore. La concentration élevée de substances nutritives stimule la production d'algues qui bloquent les rayons du soleil ce qui entraîne la mort de la végétation aquatique et la destruction d'un habitat important, source de nourriture et d'abris, pour les poissons. Lorsque ces algues meurent elles se décomposent et l'oxygène est utilisé au détriment de la vie aquatique.

Quatre systèmes agricoles ont été testés entre 1994 et 1998 sur des plants de tomates et des parcelles de maïs en Californie dans la vallée de Sacramento¹⁵⁷: un biologique, un intégré, un conventionnel avec une rotation toutes les quatre années et un conventionnel avec une rotation toutes les deux années. Le système biologique et l'intégré ont montré un potentiel de minéralisation des réservoirs d'azote plus important par rapport aux conventionnels, respectivement, 112 % et 36 %. Pourtant, comme ils avaient recours à des plantes couvrantes, il y a eu un relâchement plus lent mais continu d'azote durant toute la période de croissance des plantes.

Au contraire, la minéralisation de l'azote des systèmes conventionnels dont l'apport en azote minéral était assuré grâce à des fertilisants synthétiques était 100 % plus important que le système biologique et 28 % de plus que le système intégré. Par contre ce système a entraîné une probabilité plus importante de lessivage de l'azote en cas d'orage avec, comme conséquence, des problèmes de pollution dans les systèmes impliqués.

Les rendements moyens des plants de tomates et des parcelles de maïs sur la période d'essais de cinq années n'ont pas varié de façon conséquente pour les quatre systèmes étudiés. Les chercheurs en ont conclu que le faible risque potentiel de lessivage de l'azote et les faibles niveaux de minéralisation des systèmes biologiques et intégrés permettaient de conclure que ces systèmes amélioreraient la durabilité agricole des terres et la qualité de l'environnement tout en assurant des rendements similaires aux systèmes conventionnels.

Un essai Suisse d'une durée de 21 années [149 - 150] a également étudié la façon dont les pratiques de l'AB jouent un rôle sur l'accumulation du phosphore dans le sol et a comparé ces résultats par rapport à ceux qui sont obtenus avec les pratiques conventionnelles. ¹⁵⁸Des échantillons de terre ont été prélevés d'une parcelle non-fertilisée, de deux parcelles cultivées de façon conventionnelle et de deux autres cultivées biologiquement.

Les réservoirs annuels moyens de phosphore sur les deux systèmes biologiques ont été négatifs pour chaque période de rotation comprise dans la durée totale de l'essai soient 21 années. Ces chiffres indiqueraient que l'élimination du phosphore par les produits récoltés est supérieure au phosphore introduit par les fertilisants. Le système conventionnel qui a reçu des fertilisants minéraux et du fumier de ferme présentait un réservoir positif sur les trois rotations. Par ailleurs, le phosphore inorganique disponible dans la terre arable durant la totalité de l'essai a diminué de façon certaine dans toutes les parcelles, exceptée celle qui suivait les pratiques agricoles conventionnelles. On peut donc en conclure que la pollution par le phosphore est moindre dans les systèmes organiques.

L'essai d'une période de quinze années qui a eu lieu à l'Institut Rodale, montre que les systèmes conventionnels ont un impact beaucoup plus important sur l'environnement : 60 % de plus de nitrate sur une période de 5 ans dans les eaux de ruissellement que l'on retrouve jusque dans les nappes phréatiques et dans les systèmes biologiques. [154 - 155] Les sols des systèmes conventionnels étaient également imprégnés de façon non négligeable avec du carbone hydrosoluble donc plus vulnérable au lessivage. Les systèmes biologiques ont un meilleur taux d'infiltration de l'eau ce qui les rend moins sensible à l'érosion, ainsi ils ne contribuent pas à la pollution de l'eau provenant des écoulements en surface.

Chapitre Dix-Huit. Une réduction des pesticides et aucune augmentation des insectes prédateurs

Moins de pesticides

Le cahier des charges de l'AB interdit l'épandage de pesticides de routine sur les champs. Mais selon la "Soil Association", une organisation du Royaume-Uni, ce sont près de 430 pesticides synthétiques qui ont le droit d'être utilisés en agriculture non-biologique, pour seulement 7 en AB. Ces pesticides ne peuvent être épandus qu'en dernière alternative pour combattre des insectes lorsque les autres méthodes ont échoué. Ce sont des produits chimiques naturels ou simples qui se dégradent facilement dans l'environnement. Trois d'entre eux nécessitent une autorisation supplémentaire pour pouvoir être utilisés.

Plusieurs rapports provenant de projets d'agriculture durable montrent de larges réductions dans l'utilisation des pesticides des exploitations qui ont adopté des méthodes intégrées de contrôles des insectes. Au Vietnam les paysans ont pu diminuer le nombre d'épandages sur leurs champs de 3.4 à 1 par saison, ainsi qu'au Sri Lanka où ils sont passés de 2.9 à 0.5 par saison et en Indonésie de 2.9 à 1.1. Ce sont plus de 100 000 cultivateurs de riz qui participent en Asie du Sud-Est à des programmes de lutttes intégrées contre les insectes et qui augmentent leurs rendements tout en éliminant les pesticides sur leurs rizières. [130]

Un contrôle des insectes sans pesticide et sans perte de récolte

Les critiques à l'encontre de l'AB prétendent que les pertes des récoltes augmenteront parce que les cahiers des charges de cette pratique agricole interdisent l'utilisation de pesticides synthétiques. Pourtant, une recherche californienne sur une production de tomate vient contredire ces allégations.¹⁵⁹ Sur un total de 18 fermes commerciales dont la moitié étaient certifiées en AB et l'autre moitié pratiquaient une agriculture conventionnelle, il n'y avait pratiquement aucune différence de dommages provoqués par les insectes. La biodiversité des arthropodes était en moyenne un tiers plus élevé dans les fermes AB que dans celles des fermes conventionnelles. Il n'y avait pas de différence significative entre les deux sur la présence d'herbivore.

Par ailleurs, les ennemis naturels des insectes étaient plus nombreux dans les fermes AB, dans lesquelles une plus grande richesse des espèces de tous les groupes, (herbivores, prédateurs et parasitoïdes), a pu être observée. On peut donc conclure que dans une ferme biologique, pour chaque espèce donnée d'insecte, sera associé une variété plus importante d'herbivores et chaque espèce sera également sous le contrôle d'une riche diversité de parasites et de prédateurs. Parallèlement, cette étude a montré qu'il est possible de contrôler les insectes sans avoir recours aux pesticides tout en enravant les pertes de récoltes. En Afrique de l'Est, le maïs et le sorgho ont deux prédateurs principaux : la pyrale et le "Striga" un parasite de la plante. Les abords des champs sont plantés avec des "plantes pièges" qui attirent la pyrale (par exemple) parce qu'elles dégagent des odeurs auxquelles les insectes sont sensibles, mais qui produisent des substances collantes tuant les larves une fois qu'elles ont été pondues par l'insecte.¹⁶⁰ Une autre technique consiste à planter le sorgho et le maïs entre des rangées d'herbe de mélasse (*Desmodium uncinatum*) et de légumes qui enrichissent le sol en azote alors que *Desmodium uncinatum* repousse les prédateurs.

Depuis 1995 au Bangladesh a été initié un projet qui fait la promotion d'outils non chimiques pour combattre les insectes s'attaquant au riz et qui ne mobilisent que des ennemis naturels et à la capacité naturelle de la plante à compenser les pertes dues aux dommages causés par ces prédateurs. Jusqu'à ce jour il n'y a eu aucun impact négatif sur les rendements¹⁶¹ Au contraire, les paysans qui n'utilisent plus de pesticides n'arrêtent pas de voir les rendements de leurs récoltes augmenter et dépasser les productions de ceux qui continuent à répandre des insecticides. Il s'en suit un changement dans les pratiques agricoles des paysans qui ont mis en pratique ces nouvelles techniques. En effet si on ne peut pas dire que c'est le seul fait de ne plus pulvériser des insecticides qui est responsable de l'augmentation des récoltes, on peut par contre affirmer que l'arrêt des pulvérisations n'entraîne pas de perte de récolte. Enfin, les participants à ce projet perçoivent plus de bénéfices que ceux qui n'y participe pas : En 1998, les bénéfices nets par participant étaient de 107 \$ contre 69 \$ pour les paysans qui continuent à suivre des pratiques agricoles conventionnelles.

Les autres bénéfices de l'arrêt de l'utilisation des pesticides

Mis à part le bénéfice évident d'arrêter la pulvérisation de pesticides dangereux, des chercheurs Coréens ont prouvé que cette suspension entraînait le retour de petits poissons de vase qui raffolent des larves de moustiques qui provoquent la malaria et l'encéphalite japonaise.¹⁶² Les rizières sur lesquelles des insecticides n'avaient pas été pulvérisés contenaient une plus grande diversité d'insecte.

Au Japon, pour faire pousser le riz, un paysan a innové un système inventif qui permet d'utiliser les mauvaises herbes et les insectes pour l'alimentation de canards.¹⁶³ Les canards mangent les insectes prédateurs et l'escargot doré qui attaque les plants de riz, les semis et les semences. C'est en utilisant leurs palmes pour gratter le sol à la recherche de nourriture que les canards aèrent l'eau et initient un processus de stimulation mécanique qui rend les épis de riz longs et productifs. Cette pratique est aujourd'hui adoptée par à peu près 10 000 paysans au Japon, ainsi qu'en Corée du Sud, Vietnam, Philippines, Laos, Cambodge, Thaïlande et Malaisie. Grâce à cette technique, les rendements augmentent de 20 % à 50 % voir plus durant la première année. Un fermier du Laos a ainsi triplé son revenu.

De tels systèmes, représentatifs des techniques agricoles durables font appel à des interactions complexes entre espèces différentes et montrent à quel point la relation entre la biodiversité et l'agriculture est importante. (Voir le chapitre suivant).

Les aspects bénéfiques que représente pour la santé la non-utilisation de pesticides sont présentés brièvement dans "les produits biologiques pour une bonne santé".

Chapitre Dix-neuf. Soutenir la biodiversité et utiliser la diversité

La biodiversité des techniques agricoles est essentielle à la sécurité alimentaire

Le maintien de la biodiversité agricole est essentiel pour la sécurité alimentaire à long terme. Pimbert a étudié les fonctions multiples de cette biodiversité et son importance pour les moyens d'existence ruraux.¹⁶⁴ La biodiversité agricole contribue de manière importante à la sécurité alimentaire, à la pérennité et au développement des communautés rurales, de même qu'à une production performante et à la qualité de l'environnement.

Elle permet de régénérer les systèmes alimentaires locaux et les économies rurales. L'existence dans les communautés locales est très complexe, elle s'appuie généralement sur la diversité des espèces sauvages ou domestiquées des plantes et des animaux. La diversité à l'intérieur des espèces provenant de l'innovation des paysans, par exemple les variétés fermières ou les variétés endémiques, est également très riche parmi les espèces domestiquées pour la production alimentaire ou animale. Une telle diversité est l'assurance incontournable contre les maladies qui peuvent frapper les récoltes ou le bétail. Par ailleurs, elle permet d'améliorer la résistance des populations locales aux difficultés et aux aléas de la vie. Ce style de vie basé sur la diversité agricole est aujourd'hui menacé par l'introduction de variétés à haut rendement et autres cultivars uniformisés qui sont promus par les partisans de la monoculture "moderne".

Les actes de la Réunion de la FAO qui a eu lieu en 2002, et s'intitulait "La biodiversité et l'Approche de l'Ecosystème dans l'Agriculture, la Gestion des Forêts et la Pisciculture", montrent l'interconnexion qui existe entre la biodiversité et la nature.¹⁶⁵ Cette réunion a fait état de plusieurs exemples précis qui illustrent la façon dont l'innovation des fermiers améliore la biodiversité et l'importance de cette dernière dans les pratiques agricoles. Un document a répertorié 16 études de cas provenant de dix pays d'Asie, d'Amérique Latine, d'Europe et d'Afrique qui témoignent de la façon dont les systèmes biologiques augmentent la diversité des ressources génétiques dans l'alimentation et l'agriculture.¹⁶⁶ Dans tous les cas étudiés, il existe clairement un lien entre les systèmes biologiques, la conservation de la biodiversité et l'amélioration des conditions socio-économiques des paysans.

Une gestion communautaire et traditionnelle permet toujours de réhabiliter les écosystèmes agricoles dégradés ou abandonnés, quelles que soient les études de cas considérées : un système agricole biologique de type communautaire au Bangladesh, la culture du *ladang*, une production d'épices biologiques en Indonésie ou une culture de café biologique au Mexique. Ces systèmes de cultures diversifiées qui produisent non seulement de la nourriture mais aussi une abondance de services nécessaires à la communauté sont caractéristiques des écosystèmes et d'une biodiversité agricole hautement complexe. Parmi les études de cas examinés, celles de cacao biologique au Mexique, de coton biologique et naturellement pigmenté, au Pérou sont autant d'exemples qui illustrent la valeur de l'agriculture biologique qui contribue ainsi à préserver des centres *in situ* de conservation et d'utilisation soutenable de la diversité dont les communautés locales peuvent bénéficier économiquement. Des espèces et des variétés traditionnelles et peu utilisées ont été sauvées de l'extinction grâce à l'agriculture biologique, au Pérou (le quinoa sans gluten) en Italie (le grain de Saraceno, le haricot de Zolfino et le blé *spelt*) et en Indonésie de nombreuses variétés de riz locales. Quatre études de cas provenant d'Allemagne, d'Italie, d'Afrique du Sud et du Brésil révèlent comment l'agriculture biologique a permis de restaurer de nombreuses variétés traditionnelles et produire de nouvelles générations mieux adaptées aux conditions écologiques locales et plus résistantes aux maladies. Selon les auteurs, l'agriculture biologique contribue à la conservation *in situ* et à la pérennisation de la biodiversité agricole.

Conserver et maintenir la biodiversité

L'agriculture soutenable joue un rôle supplémentaire important dans la conservation de la biodiversité. Les fermes biologiques possèdent souvent plus de biodiversité que les fermes conventionnelles, avec plus d'arbres une plus grande diversité de plantes et de nombreux prédateurs naturels qui contrôlent les insectes et aident à empêcher le développement de maladies. [131]

Des recherches conduites en Colombie et au Mexique montrent qu'il y a 90 % moins d'oiseaux dans les plantations de café conventionnelles que dans les plantations qui utilisent l'ombre des arbres alentour et qui reproduisent les conditions d'habitat de sous bois sous lequel pousse le pied de café à l'état naturel.¹⁶⁷ La culture de sous-bois est recommandée dans les critères de l'agriculture biologique car elle permet d'améliorer la fertilité du sol, de contrôler les insectes et les maladies et autorise une plus grande flexibilité dans les choix de mise en culture. Une autre étude provenant du Fonds Anglais pour l'Ornithologie montre qu'il y avait plus de reproduction d'alouettes de champs dans les fermes biologiques que dans les fermes conventionnelles. La diversité florale qui est également en danger à cause de l'utilisation intense d'herbicide dans les systèmes agricoles conventionnels bénéficie des systèmes biologiques qui n'autorisent pas l'épandage de tels produits chimiques sur les champs, comme le montre notamment des études en provenance de Grèce et d'Angleterre. Par ailleurs la diversité des invertébrés est plus abondante dans les systèmes biologiques.

Un rapport de la Soil Association¹⁶⁸ a étudié de manière systématique les conclusions de neuf études (sept du Royaume-Uni, deux du Danemark) et a fait le résumé de 14 autres qui démontrent comment la biodiversité est

maintenue grâce à l'agriculture biologique. Le rapport conclut que dans les plaines, l'agriculture biologique permet la conservation d'une plus grande diversité biologique que les systèmes conventionnels, y compris pour les espèces en voie de disparition. Ce constat était particulièrement avéré pour les plantes sauvages sur les terres arables, pour les oiseaux et la nidification des alouettes des champs, les invertébrés y compris des arthropodes dont se nourrissent les oiseaux, les papillons et les araignées. Par ailleurs on a pu observer un déclin chez les aphides dans les fermes biologiques. Enfin la qualité de l'habitat était plus propice au développement de la vie sauvage en bordure des champs et dans les plantations.

Plusieurs pratiques bénéfiques ont été identifiées grâce à l'agriculture biologique, comme par exemple organiser la rotation des récoltes avec de l'herbe à fourrage, le mélange des semilles de printemps et d'automne, garder plus de terre pour les pâturages, renoncer à l'épandage d'herbicide ou de pesticides synthétiques et favoriser l'utilisation d'engrais vert. Ces pratiques pourraient inverser le déclin de la biodiversité qui est associée à l'agriculture conventionnelle. Selon les conclusions du rapport, ce sont les hauteurs qui tireraient le plus grand bénéfice de ces pratiques agricoles.

De plus, la réduction ou la non-utilisation de produits agrochimiques dans l'agriculture biologique et dans les pratiques agricoles soutenables permettrait aux espèces de plantes sauvages, parmi lesquelles se trouve un nombre croissant d'herbes utilisées dans la médecine traditionnelle, de se répandre. L'OMS estime que 75 à 80 % de la population utilise une pharmacopée à base de plantes médicinales pour se soigner de manière épisodique ou régulièrement. Certaines de ces espèces de plantes sauvages sont en voie d'extinction et il est nécessaire de développer des moyens pour en permettre la conservation, tout en s'assurant que le savoir lié à leur cueillette soit préservé et continu de bénéficier à l'amélioration de l'existence des communautés locales.¹⁶⁹ Les plantes non-cultivées, tout comme les animaux, représentent un réservoir important de protéines alimentaires et de ressources thérapeutiques pour de nombreuses communautés. [164]

La diversité accroît la production agricole

La biodiversité est une donnée importante et fait partie intégrale des approches de l'agriculture soutenable. Dans un écosystème agricole chaque espèce participe à un réseau de relations écologiques qui sont connectées énergiquement et matériellement. Dans ce contexte, les différentes composantes de la biodiversité agricole sont pluri-fonctionnelles et contribuent à la stabilité des systèmes de production tout en procurant des services environnementaux. [164] La biodiversité agricole fournit certaines espèces qui peuvent jouer des rôles clés dans le renforcement des services environnementaux, comme par exemple, la décomposition de la matière organique du sol, le cycle nutritif de la terre, la production de biomasse et l'amélioration du rendement, la conservation du sol et de la terre. Mais aussi, le contrôle des insectes, la pollinisation et la dissémination, la sauvegarde de la biodiversité, le cycle de l'eau et l'influence qu'ils exercent sur la structure du paysage.

Des preuves empiriques provenant d'une étude réalisée en 1994 montrent que les systèmes qui s'appuient sur la biodiversité sont deux à trois fois plus productifs que les monocultures.^{170 171}

Dans des parcelles expérimentales le nombre d'espèces était en augmentation que ce soit dans la biomasse souterraine ou en surface. Un grand nombre de parcelles étaient exemptes de mauvaises herbes, ce qui n'était pas le cas des parcelles cultivées en monocultures ou de celles n'ayant pas une diversité très importante. On peut donc en conclure que les systèmes qui ont une grande diversité sont également moins envahis par les mauvaises herbes !

Grâce à l'adoption de techniques qui met en avant la culture diversifiée, des milliers de cultivateurs chinois de riz, ont doublé leur rendement et ont pratiquement éradiqué la maladie la plus grave de cette plante sans avoir eu recours aux produits chimiques et sans avoir à dépenser plus d'argent.^{172 173} Des scientifiques ont travaillé en liaison avec des fermiers du Yunnan, qui avaient adopté une technique très simple visant à réduire de façon drastique une maladie du riz appelée *Magnaporthe grisea* qui détruit des millions de tonnes de riz et provoque des pertes de plusieurs milliards de dollars aux fermiers chaque année.

Au lieu de planter de larges rangées de riz d'une même variété comme cela est normalement le cas, les fermiers ont planté en alternance une variété différente : un hybride standard qui n'est généralement pas attaqué par *Magnaporthe grisea* et une variété plus sensible à ce champignon. En 1998, des champs de riz ont été plantés avec cette récolte génétiquement diversifiée dans 5 districts pour une surface de 812 hectares et en 1999, ce sont 10 districts sur une surface de 3 342 hectares qui ont été testés.

Les variétés sensibles à cette maladie qui ont été plantées en alternance avec des variétés résistantes ont vu leur rendement augmenter de 89 % et les dommages provoqués par le champignon étaient de 94 % moins importants que ceux qui étaient plantés en monoculture. Les conclusions à tirer sont simples. Si une variété vulnérable à une maladie est plantée de façon concentrée, la maladie aura plus de facilité à se développer. Au contraire, l'expansion de la maladie sera moindre si les variétés sensibles sont plantées en alternance avec des variétés résistantes (un effet de dilution apparaît dans ce cadre précis). Les plants de riz glutineux qui poussent au-dessus des plants de riz hybrides plus courts préfèrent également des conditions plus sèches, plus chaudes et plus ensoleillées, ce qui leur permet de mieux résister aux attaques des champignons. Le plant de riz glutineux plus grand pourrait être responsable de la réduction des maladies chez les variétés hybrides grâce à sa capacité à bloquer les spores de *Magnaporthe grisea* en suspension dans l'air ainsi qu'à une résistance induite (des champs diversifiés contenant plus de pathogènes sans souche dominante).

À Cuba, les systèmes agricoles intégrés ou multiculturels, comme des champs qui accueillent par exemple, le manioc, les haricots et le maïs ou le manioc, les tomates et le maïs ou encore les patates douces et le maïs ont

une production entre 1.45 et 2.82 fois plus importante que des surfaces égales cultivées en monoculture. [135]Par ailleurs les légumes améliorent les caractéristiques physiques et chimiques du sol et brisent le cycle des invasions d'insectes prédateurs.

Au Bangladesh, on a planté des légumes dans des rizières sur des petits promontoires au milieu des champs sans pour autant diminuer la production malgré la perte de surface plantée.[161]Grâce aux légumes, les familles ont pu bénéficier d'une nutrition plus équilibrée. Le supplément a été partagé entre les voisins, amis et proches et les ventes ont augmenté leur budget de 14 %.

L'intégration de poissons dans les rizières n'a pas provoqué de changement notable ni affecté en aucune façon le rendement des plants, au contraire dans certains cas il a augmenté. Le bénéfice net provenant de la vente du poisson s'est élevé à Tk 7 354 soient 147 \$ par fermier et par saison, plus que le bénéfice provenant de la vente du riz. Comme pour les légumes, les fermiers qui avaient mis des poissons dans leur rizière ont augmenté leur consommation de protéines et toute la communauté alentour en a profité.

La biodiversité du sol bénéficie des pratiques de l'agriculture biologique et joue également un rôle très important dans la promotion d'une agriculture productive et soutenable.¹⁷⁴ Le fumier biologique, lorsqu'il est appliqué de manière judicieuse sur des sols dégradés et desséchés comme dans les régions du Sahel et du Burkina Faso, favorise l'activité des termites qui améliorent la qualité du sol, car grâce à leur travail elles changent la structure du sol et favorisent l'infiltration de l'eau, permettant ainsi le relâchement de substances nutritives en profondeur. La croissance et le rendement de doliques ont été bien meilleurs sur les parcelles dont la terre contenait des termites. En Inde, les fertilisants biologiques et la vermiculture appliquée entre les rangées de plants de thé ont permis d'augmenter la production de 76 à 239 % par rapport à des champs qui utilisent des fertilisants conventionnels non-biologiques.

Chapitre vingt. Soutenabilité environnementale et économique

Une production soutenable

Lors d'une recherche parue dans *Nature* étudiant les systèmes de production de pommes biologiques, conventionnelles et intégrées (qui associent les deux méthodes) entre les années 1994 et 1999,^{175 176} le système biologique est arrivé en première position en matière de soutenabilité environnementale et économique, le système intégré en seconde position et le conventionnel en dernière. Les instruments d'évaluations étudiaient la qualité du sol, les rendements, le profit de chaque plantation, la qualité environnementale et l'efficacité énergétique.

Les comparaisons relevées entre 1998 et 1999 ont montré que la qualité des sols des systèmes biologiques et intégrés était plus élevée que celle du système conventionnel, principalement grâce à l'ajout de composte et de fumier sur ces parcelles. Les trois systèmes ont donné des rendements similaires, sans différence majeure de désordres physiologiques ou de dommages provoqués par des insectes ou des maladies. La présence de substances nutritives dans le sol était la même pour tous les systèmes étudiés. Un test de consommation a considéré que les pommes biologiques étaient moins astringentes après cueillette et que leur goût était plus sucré que les conventionnelles après avoir été entreposées pendant six mois.

La vente des pommes bio a permis un bénéfice plus important du fait de la plus-value des produits issus de l'agriculture biologique et d'un retour sur investissement plus rapide. Malgré un bénéfice moins important pendant les trois premières années, période nécessaire pour convertir la ferme aux normes de l'agriculture biologique, la plus-value était en moyenne 50 % plus élevée que le prix de vente des pommes issues du conventionnel durant les trois années suivantes. Sur le long terme, le système biologique a permis de recouvrir ses dépenses plus rapidement. Une projection a montré que le système biologique serait rentable au bout de 9 années alors qu'il en faudrait 15 pour le conventionnel et 17 pour l'intégré.

L'évaluation de conséquence sur l'environnement a été réalisée en comparant les impacts négatifs de l'utilisation de pesticides sur les insectes qui mangent les fruits : plus le taux d'utilisation des pesticides nécessaires pour éradiquer les insectes prédateurs est élevé plus l'impact sur l'environnement est conséquent. Le taux de l'agriculture conventionnelle était 6.2 fois plus important que pour les systèmes biologiques. Si les besoins en main-d'œuvre sont plus importants dans les systèmes biologiques qui nécessitent de plus d'énergie parce qu'ils utilisent moins de fertilisants, ils sont plus rentables en exigeant moins de contrôle des mauvaises herbes et des insectes prédateurs.

Une autre étude qui a eu lieu dans trois fermes italiennes en Toscane¹⁷⁷ a évalué les retombées environnementales et financières liées à l'aspect soutenable des trois systèmes agricoles en leur appliquant un cadre comptable économique-environnemental. Les performances financières ont permis de constater que la marge bénéficiaire des systèmes biologiques bien implantés était supérieure à celle des fermes conventionnelles évoluant dans des conditions similaires. Les systèmes biologiques perdaient moins d'azote, réduisaient le risque lié à l'utilisation des pesticides, tout en ayant une plus grande biodiversité d'herbacée que les deux autres systèmes et en règle générale étaient en tête sur tous les indicateurs environnementaux. Ces données permettent de conclure que l'agriculture biologique améliore l'efficacité de nombreux indicateurs et qu'elle est plus rémunératrice. Bien qu'on ne puisse pas dire que l'agriculture biologique soit plus soutenable, on peut affirmer que les performances des systèmes biologiques sont meilleures que celles des systèmes conventionnels.

Environnementalement soutenable

Après avoir évalué les impacts environnementaux et d'utilisation des ressources de l'agriculture biologique, une étude réalisée en Europe a comparé ses résultats avec l'agriculture conventionnelle.¹⁷⁸ L'étude a montré que l'agriculture biologique se comporte mieux que l'agriculture conventionnelle sur la majorité des indicateurs environnementaux concernés. Sur l'ensemble des critères évalués, l'agriculture biologique n'a jamais eu une note inférieure par rapport à l'agriculture conventionnelle.

Par exemple, la diversité florale et animale, ainsi que la conservation de la vie sauvage et la diversité des habitats de l'agriculture biologique l'emportent sur les caractéristiques de l'agriculture conventionnelle. Le sol des champs cultivés avec des pratiques issues de l'agriculture biologique s'avèrent plus fertiles et confèrent une meilleure stabilité des systèmes que ceux qui sont cultivés en conventionnel. De plus, l'étude montre que les taux de lessivages de nitrate sont plus faibles voir égaux à l'agriculture intégrée ou à l'agriculture conventionnelle, mais qu'ils ne provoquent aucune pollution des eaux de surfaces ou des nappes phréatiques parce qu'ils n'utilisent pas de pesticides synthétiques.

Le rapport de la FAO [133] concluait : "à titre d'évaluation finale on peut affirmer que des systèmes cultivés en agriculture biologique bien gérés permettent d'atteindre des niveaux environnementaux plus performants à tous les niveaux." (L'italique ajoutée page 62)

Cette évaluation montre que la substance organique contenue dans le sol est généralement plus haute dans les sols biologiques, que la fertilité est plus élevée, que la capacité de rétention, l'humidité et la stabilité des sols sont supérieures, ce qui réduit les risques d'érosion et de désertification. Par ailleurs, l'activité écologique des sols biologiques est plus importante ainsi que la densité de micro-organismes qui s'y trouvent ce qui entraîne un recyclage des substances nutritives plus rapide avec pour conséquence une meilleure structure du sol.

Cette analyse montre que l'agriculture biologique ne fait courir aucun risque de pollution des eaux et qu'en terme de coût en énergie, le système biologique dépense moins que le conventionnel. (Voir chapitre suivant)

Enfin l'examen des conclusions établit que les ressources génétiques, y compris les insectes et les micro-organismes sont en augmentation systématique lorsque le champ est cultivé de manière biologique. Par ailleurs, la flore et la faune sont plus abondantes à l'intérieur et en bordure des fermes biologiques. L'agriculture biologique contribue au contrôle naturel des insectes parce qu'elle offre une source de nourriture et d'abri pour des arthropodes bénéfiques et pour une multitude d'oiseaux. Elle participe également à la conservation et à la survie des insectes pollinisateurs.

Chapitre vingt et un. Participe à la réduction du changement de climat

Elle ne consomme pas beaucoup d'énergie, elle réduit l'utilisation énergétique directe et indirecte

L'importance de la contribution de l'agriculture "moderne" est énorme dans le changement de climat, c'est même l'un des problèmes les plus graves auquel l'humanité doit faire face. Elle a augmenté les émissions d'oxyde d'azote et de méthane des gaz responsables de l'effet de serre ; cette pratique agricole consomme beaucoup d'énergie et contribue à la perte du carbone qui se trouve dans le sol en direction de l'atmosphère.¹⁷⁹

Les pratiques soutenables peuvent fournir un bénéfice synergique en faveur de la réduction du changement de climat. La FAO pense que l'agriculture biologique permet aux écosystèmes de s'adapter plus facilement aux effets du changement de climat et a un potentiel important dans la réduction des émissions des gaz à effets de serre agricoles. [133] Son analyse conclue : "L'agriculture biologique est plus performante que l'agriculture conventionnelle à l'échelle de l'hectare pour ce qui concerne la consommation directe de l'énergie (carburant et huile) et par rapport à la consommation indirecte (fertilisants indirects et pesticides) en outre, elle utilise l'énergie avec efficacité. (P. 61)

Les essais de l'Institut Rodale ont montré que l'utilisation de l'énergie dans les systèmes conventionnels était 200 % plus élevée que dans les systèmes biologiques. [141] Comme l'a montré une recherche effectuée en Finlande, la consommation énergétique totale des systèmes biologiques est tout de même plus faible malgré le fait que l'agriculture biologique utilise des machines agricoles pendant plus de temps que ne le fait l'agriculture conventionnelle.¹⁸⁰ Dans les systèmes conventionnels, la fabrication de pesticides est responsable de plus de la moitié de l'énergie consommée pour la production de seigle.

L'énergie consommée pour la production de pommes biologiques est plus avantageuse que celle dépensée avec l'agriculture conventionnelle. [175, 176] Des études danoises ont comparé les productions biologiques et conventionnelles de lait et d'orge.¹⁸¹ La consommation totale d'énergie utilisée pour produire un litre de lait était moins élevée dans le système biologique que dans le système conventionnel et elle était 35 % moindre pour la production d'orge de printemps sur une surface similaire. Pour autant, le rendement de la parcelle biologique était plus faible et par conséquent l'énergie consommée pour produire un Kg d'orge était sensiblement moins élevée pour le système biologique que pour le conventionnel.

On a calculé que les émissions de dioxyde de carbone étaient inférieures de 48 à 66 % par hectare dans les systèmes biologiques européens [133, 178], ces données peuvent être attribuées au fait que l'agriculture biologique n'utilise pas de fertilisant à base d'azote qui est une source de consommation d'énergie, peu de fertilisants minéraux comme le phosphore et de potassium et n'est pas autorisée à utiliser des pesticides.

Par ailleurs, parce que l'objectif de l'agriculture soutenable est de produire, consommer et distribuer au niveau local, moins d'énergie est gâchée en transport des marchandises, particulièrement par les airs. Selon une étude effectuée en 2001, les émissions de gaz à effet de serre associées au transport de la nourriture depuis les fermes de production jusqu'aux marchés locaux étaient 650 % moins importantes que les émissions associées à l'alimentation vendue dans les supermarchés. [179]

Une puit de carbone plus important

Les sols sont un puit important pour le CO₂ atmosphérique, mais leur efficacité a été fortement diminuée à cause de la façon dont les terres sont cultivées en agriculture conventionnelle. Au contraire, les approches de l'agriculture soutenable aident à combattre le changement de climat en restaurant les substances organiques du sol qui permettent de mieux fixer le carbone dans le sol. Ces substances sont rétablies grâce à l'ajout de fumier, composte, paille et plantes rampantes.

Pretty et Hines ont estimé que plus de 55 millions de tonnes de carbone ont été accumulés par les 208 projets étudiés. [130] Le projet SAFS a montré que le carbone organique contenu dans le sol augmente dans les deux systèmes, biologique et intégré [143]. Par ailleurs une étude réalisée en Californie sur 28 fermes, montre que les champs biologiques contiennent 28 % de plus de carbone organique. [148] Cette augmentation a été confirmée par les conclusions de l'étude d'une quinzaine d'années réalisée par l'Institut Rodale. [141] Les chercheurs ont conclu que les systèmes biologiques avaient une habilité plus grande à absorber et retenir le Carbone et ont émis l'hypothèse selon laquelle les pratiques de l'agriculture soutenable pourraient permettre de réduire l'impact mondial du réchauffement de la planète.

Moins d'émissions de dioxyde de d'azote

La FAO a estimé que l'agriculture biologique émettait moins de dioxyde d'azote, [133] autre gaz à effet de serre important et également responsable de la perte de l'ozone stratosphérique. Cela est dû au fait que l'agriculture biologique utilise moins d'azote, produit moins de fumier azoté grâce à une densité d'animaux de ferme moins élevée et à une meilleure assimilation de l'azote mobile avec l'action des plantes rampantes.

Chapitre vingt deux. Une production plus performante et plus rentable

Une production améliorée

Toute baisse de rendement d'une ferme biologique est contrebalancée par ses gains environnementaux, son efficacité et ses coûts de production faible, ce qui en fera une entreprise profitable. L'étude Suisses a montré que les besoins en fertilisant et en énergie étaient réduits de 34 à 53 % et montaient jusqu'à 97 % pour les pesticides attendu que les mauvaises récoltes représentaient seulement 20 % sur les vingt et une années de la période étudiée, ce qui permettait de conclure que la production et l'utilisation des ressources étaient performantes. [149, 150] L'approche biologique est commercialement rentable sur le long terme car elle produit plus de nourriture par unité d'énergie et de ressources utilisées.

Des données prouvent que les exploitations de petites tailles produisent plus par unité cultivée que les grandes fermes (qui sont une des caractéristiques agricoles de la monoculture mise en avant par l'agriculture conventionnelle). [136] Bien que le rendement par unité cultivée d'une plante est peut-être plus faible sur une petite exploitation que sur une grande surface en monoculture, la production totale d'une petite ferme par unité cultivée, qui se compose souvent d'une douzaine de plantes et d'une production d'animaux de ferme peut fréquemment être bien supérieure. Les petites fermes sont également plus performantes que les grandes au niveau de l'utilisation de la terre et par rapport au "facteur de production total", calculé en faisant la moyenne de l'efficacité de l'utilisation de différents facteurs qui rentrent dans la production, y compris la terre, le labourage, le rendement, le capital, etc...

Bien que des études réalisées en Bolivie montrent que les rendements des champs de pommes de terre qui sont défrichés mécaniquement et reçoivent des fertilisants chimiques sont plus élevés, leurs coûts énergétiques sont également très hauts et donc les bénéfices économiques sont moins bons que dans les champs où les cultivateurs utilisent des variétés natives adaptées au climat et plantées en rotation avec d'autres légumes. [135] D'autres études montrent que les agriculteurs préfèrent suivre la dernière option parce qu'elle optimise l'utilisation de ressources qui sont très réduites, au niveau humain mais aussi financier et qu'elle est accessible également aux paysans les plus pauvres.

Des coûts plus faibles et des bénéfices plus importants

Deux essais réalisés dans le Minnesota ont évalué pendant deux années deux parcelles cultivées en rotation, la première plantée avec du maïs et du soja et la deuxième étudiée sur une période de quatre ans produisant maïs, soja, blé et luzerne. Les stratégies de gestions pour les deux surfaces testées ont suivi les options suivantes : aucun ajout d'intrant, peu d'ajouts d'intrant, beaucoup d'ajouts d'intrant et ajout d'intrants biologique.¹⁸² Sur une période de sept années entre 1993 et 1999, la moyenne pour les rendements de maïs et de soja dans le cadre de l'option biologique d'une durée de quatre ans s'élevait respectivement à 91 % et 93 % et 81 % et 84 % dans le cadre de l'alternative "beaucoup d'intrant". Par ailleurs, les rendements de blé étaient les mêmes pour les deux stratégies, biologique et "beaucoup d'intrant". Les rendements de la luzerne biologique durant le premier essai atteignaient 92 % de ceux de la luzerne cultivée avec l'option "beaucoup d'intrant" et égaux pendant la deuxième période testée.

Malgré une réduction minime pour les rendements de maïs et de soja, l'option biologique était tout de même plus rentable car les coûts de production plus faibles que ceux de l'option "beaucoup d'intrant". Par conséquent, les bénéfices nets, des deux options, sans prendre en compte la plus value à être réalisé par les produits biologiques, étaient les mêmes. Les scientifiques en conclurent que ces systèmes de production pouvaient être aussi compétitifs que les systèmes conventionnels.

Un examen de l'ensemble des nombreuses études comparatives réalisées sur les productions de fèves de soja par six universités américaines depuis 1978 montre que la production en biologique était équivalent voir supérieure à la production en conventionnel.¹⁸³ Les systèmes biologiques avaient des rendements supérieurs aux systèmes conventionnels qui n'avaient pas adopté de rotation des récoltes et ils étaient égaux ou plus faibles comparés aux systèmes conventionnels qui les avaient adoptés. Dans des conditions climatiques plus sèches, les systèmes en biologique produisaient de meilleurs rendements que les systèmes en conventionnel.

Lorsque la plus value de la vente des produits était intégrée, les systèmes en biologique étaient toujours plus rentables que la plupart des systèmes en conventionnel. Même dans le cas contraire les systèmes en biologique étaient dans la moitié des cas toujours plus performants. Ces chiffres ont été attribués d'une part aux coûts de production plus faibles et d'autre part à la capacité d'adaptation supérieure des systèmes biologiques à être plus performants dans des zones sèches ou pendant des périodes de sécheresse. Selon l'auteur de l'étude : "les systèmes en biologique sont compétitifs comparés aux plus simples des systèmes en conventionnel" et rajoute : "si les agriculteurs obtenaient des primes pour leur production de grain biologique ou pour leur fève de soja, cette production serait en général plus performante que les grains et fèves issus d'une production conventionnelle. (Page 2)

Le Rapport de l'Institut Rodale indique qu'après une période de transition qui entraîne des rendements plus faibles, les systèmes en biologique devenaient plus compétitifs que les systèmes en conventionnel. [141] Bien que les coûts imputables à la période de transition puissent entraîner des pertes financières pendant quelques années, les projections montrent des bénéfices à peine différents de ceux des systèmes en conventionnels, sans que les experts aient pris en compte le prix de prestige des produits biologiques. Les bénéfices les plus hauts proviennent des exploitations dont les rendements des champs de maïs ont pratiquement doublés après la période

de transition. Lorsque les prix ou les rendements étaient bas, les fermes en biologique ont moins souffert que celles qui étaient en conventionnel et elles ont du subir moins de variation dans leurs revenus, car elles disposaient d'une plus grande diversité de plantes à vendre en plus du maïs. Enfin, les dépenses des fermes en biologique étaient également plus réduites que celles des fermes en conventionnel, ces dernières dépensant 95 % de plus que les premières sur les fertilisants et les pesticides, enfin, les coûts de production des propriétés en biologique étaient 26 % plus faibles.

Chapitre vingt trois. Une amélioration de la sécurité alimentaire et des bénéfices pour les communautés locales

Une production locale en augmentation

Malgré une production de l'alimentation mondiale satisfaisante, de nombreuses personnes sont encore victimes de famine parce que l'augmentation des réserves de nourriture ne veut pas forcément dire renforcement de la sécurité alimentaire. L'important est de savoir qui produit la nourriture, qui a accès à la technologie et au savoir permettant de la produire et enfin, qui a le pouvoir économique de l'acheter. [130] Les petits agriculteurs n'ont pas la possibilité d'acquérir des technologies "modernes" qui permettent en théorie d'augmenter les rendements. Beaucoup de paysans ont un "retard de production", non pas parce qu'ils manquent de semences "miracles" contenant leur propre insecticide ou tolérant des doses importantes d'herbicide, mais parce qu'ils ont été déplacés dans des régions marginales, sur des terres non-irriguées et qu'ils doivent affronter des structures et des politiques macro-économiques qui ont été bâties sur des inégalités historiques rendant difficile la production de nourriture par les petits paysans.¹⁸⁴

Ces types d'agriculture qui peuvent être définis comme "complexes, diversifiés et à risques"¹⁸⁵, ont été taillés sur mesure par les cultivateurs ayant dû adapter des techniques aux circonstances auxquelles ils devaient faire face, telles que le climat local, la topographie, les types de sols, la biodiversité, les systèmes de récoltes, les ressources, etc...Ce sont ces agriculteurs, eux-mêmes en danger, qui risquent d'être les plus touchés par les dangers inhérents aux PGM. [184]

Les approches de l'agriculture soutenable, doivent donc permettre aux agriculteurs d'améliorer la production locale de nourriture en faisant appel à des technologies déjà disponibles et peu coûteuses qui n'ont pas d'incidence sur l'environnement. C'est bien de cela dont il est question et qui a été étudié par Pretty et Hine [130]. La plupart des projets d'agriculture soutenable et d'initiatives similaires sur lesquels il existe des documents montrent une augmentation significative de la production familiale, grâce à un accroissement des rendements ou à une plus grande capacité à produire.

Les témoignages montrent que :

- La production moyenne de nourriture par famille a augmenté de 1.71 tonne par an, (en augmentation de 73 %) pour 4.42 millions de paysans exploitant une surface totale de plus de 3.5 millions d'hectares.
- L'augmentation de la production de nourriture s'est élevée de 17 tonnes par an, (en augmentation de 150 %) pour 146 000 paysans qui cultivaient des pommes de terre, des patates douces et du manioc sur une surface totale de 542 000 hectares.
- La production totale par famille s'est accrue de 150 tonnes, (en augmentation de 46 %) pour les grandes exploitations d'Amérique Latine, (en moyenne 90 hectares).

L'étude montre que la consommation est stimulée lorsque les réserves de nourriture augmentent, ce qui a pour conséquence directe une amélioration de la santé notamment chez les femmes et les enfants. Par ailleurs, 88 % des 208 projets ont utilisé de manière plus adéquate les ressources naturelles à leur disposition et 92 % d'entre eux ont amélioré leur façon de travailler grâce à des programmes d'éducation. Dans plus de la moitié des cas, les gens ont travaillé ensemble.

Apprendre des agriculteurs

Les approches de l'agriculture soutenable prennent en compte non seulement les valeurs du savoir traditionnel et indigène mais aussi l'expérience et l'innovation des agriculteurs. L'importance et la valeur de l'enseignement provenant surtout des agriculteurs. C'est pour toutes ces raisons que les recherches qui incitent les paysans à s'investir sont reconnues dans des concepts tels que : "les agriculteurs en premiers".¹⁸⁵ ¹⁸⁶ Des études de cas et des expériences à succès provenant de projets agro-écologiques innovateurs en Afrique, Amérique Latine et Asie¹⁸⁷, montrent que l'agriculture familiale utilisant des pratiques agro-écologiques pourrait contribuer à nourrir le monde de manière considérable pour les prochaines trente ou cinquante années. En s'appuyant principalement sur le savoir et les ressources locales, les paysans sont capables d'augmenter les rendements de façon substantielle voir parfois de les doubler ou de les tripler.

Pour ne citer qu'un seul exemple, au Mali dans la zone sahélienne, les pratiques de conservation des sols et de l'eau et des procédés agro-forestiers ont permis d'augmenter les rendements des champs de céréales pour les passer de 300Kg/ ha à 1700 Kg /ha, ce qui représente presque le double de ce qui est nécessaire pour subvenir aux besoins de la population. On a également mis l'accent sur la conservation des variétés de semences traditionnelles et sur l'importance de la biodiversité en travaillant sur un programme d'évaluation des agriculteurs et de la communauté et la construction de banques de gènes.

L'étude de la FAO met en avant les contributions importantes que représentent les ressources des paysans pauvres au niveau mondial. [133] L'agriculture biologique non-certifiée, telle qu'elle est pratiquée par des millions d'indigènes, paysans et fermes familiales de petites tailles, participe de manière significative à la sécurité alimentaire régionale : En Amérique Latine ces individus produisent plus de la moitié des maïs, haricot, manioc et pommes de terre consommés, en Afrique ce chiffre représente presque la totalité de la production de céréales et tubercules et en Asie, la presque totalité du riz.

Des études de cas provenant d'Inde, du Brésil, d'Iran, de Thaïlande et d'Uganda montrent que le savoir traditionnel, l'innovation et les approches agro-écologiques ont entraîné de nombreux bénéfices, comme par exemple une augmentation de la productivité, une santé environnementale et une meilleure fertilité du sol, une biodiversité plus riche, mais aussi les bénéfices économiques, la sécurité alimentaire, une amélioration des relations sociales dans les communautés et une renaissance des traditions. [133]

Des agriculteurs Ethiopiens sont entrain de prendre des mesures pour que leur sécurité alimentaire ne dépende que de leurs savoirs. ¹⁸⁸À Ejere, les agriculteurs ont recouvré des variétés anciennes de blé adaptées à leur environnement local, le *teff* (une céréale de base Ethiopienne), l'orge après que les "variétés modernes à haut rendement" aient montré leur limite en produisant moins et en apportant de nombreux problèmes. Dans la région de Butajira, les agriculteurs font la démonstration qu'il est possible de cultiver la terre de manière intensive mais également soutenable afin de pourvoir les besoins de la population en nourriture. Ils le font en faisant pousser des plantes indigènes sélectionnées pour leur résistance aux maladies, à la sécheresse et bien d'autres qualités et en les mélangeant avec d'autres espèces. A Worabe, les agriculteurs maintiennent un système agricole indigène soutenable et complexe qui garantit la sécurité alimentaire des habitants de la région. Ce système est basé sur le *enset*, une plante indigène à usage multiple très résistant à la sécheresse.

De meilleurs revenus et une sécurité alimentaire assurée

Des preuves provenant de centaines de projets locaux montrent que grâce à des pratiques agro-écologiques l'augmentation de la production agricole permet, au-delà de l'amélioration des réserves de nourriture, une hausse des revenus et donc une réduction de la pauvreté, rend la nourriture accessible pour un plus grand nombre, réduit la malnutrition et améliore l'existence des plus pauvres. ¹⁸⁹Les systèmes agro-écologiques permettent d'atteindre des niveaux de production par unité cultivée plus stables que des systèmes qui font appel à des ajouts de fertilisants chimiques. Les bénéfices des systèmes agro-écologiques sont plus rentables au niveau économique, et permettent d'améliorer l'existence des petits paysans et de leurs familles grâce aux bénéfices qu'ils dégagent. Enfin, ils accroissent la diversité agricole et permettent que la protection et la conservation du sol soient bien meilleures. ¹⁹⁰

Les systèmes de production intégrés dans des exploitations qui pratiquent une agriculture diversifiée ont permis aux agriculteurs de certaines régions du Chili d'acquérir une autosuffisance alimentaire durant toute l'année tout en rétablissant la capacité de production de leurs terres. [135] Des modèles de fermes de petites tailles se sont développés en s'appuyant sur la polyculture et la rotation des récoltes, passant des plantes fourragères aux plantes alimentaires, de la forêt aux arbres fruitiers, tout en utilisant le bétail dans la gestion de l'exploitation.

Suite à l'adoption de ces pratiques, la fertilité du sol s'est améliorée et aucune attaque sérieuse d'insectes n'a été répertoriée. Les arbres fruitiers et les plantes fourragères ont eu des rendements meilleurs que par les années précédentes, de même que la production de lait et d'œufs était bien supérieure que celle des exploitations puisqu'elle limite et réduit le besoin d'acheter des intrants chimiques conventionnelles. Pour une famille typique de ces régions, de tels chiffres permettent un apport en protéine de l'ordre de 250 % dans leur alimentation, et entre 80 et 550 d'apport en vitamine A et C et 330 % en plus de calcium.

En permettant aux paysans de commercialiser des plantes non-cultivées et en vendant les produits dans un marché porteur, l'agriculture biologique peut générer aussi des revenus et des profits, avec des retours sur le travail grâce à la diversification (ce qui a souvent pour conséquence d'ajouter un élément de production) et en optimisant la production tout en conservant et en améliorant la biodiversité sur et hors exploitation. ¹⁹¹Une étude de cas illustrant un projet réalisé au Sénégal montre que les rendements peuvent être multipliés plusieurs fois et sont moins sujet à des changements d'une année sur l'autre, ce qui a pour conséquence une amélioration de la sécurité alimentaire de la famille. En suivant les mêmes principes, des producteurs de café biologique Mexicains ont développé une coopérative de commerce équitable pour pouvoir avoir accès à cette niche commerciale, après avoir dû se battre contre la dégradation de leurs terres et une baisse des rendements de leurs exploitations.

Créateur de richesse pour l'économie locale

Les flux financiers de la coopérative biologique "Cusgarne Organics" ont montré au sens large les bénéfices que représente l'achat de produits biologiques au niveau local pour la communauté. ¹⁹²Les analyses économiques ont étudié la façon dont l'argent qui provenait de la consommation locale était dépensé, et de là, comment l'argent était consommé jusqu'à l'étape suivante.

L'estimation a montré que pour chaque livre sterling dépensée à la coopérative, £2.59 étaient produits au niveau de l'économie locale. Un résultat complètement différent de celui atteint par les supermarchés géants Asda et Tesco pour lesquelles, de chaque livre sterling dépensée, seule £1.40 provenait de l'économie locale. Selon l'étude : "Les chiffres démontrent qu'acheter des produits à la coopérative "Cusgarne Organics permet presque de doubler le bénéfice net pour l'économie locale." (page 16)

Chapitre vingt quatre. Les produits biologiques contribuent à une saine santé

Moins de résidus chimiques

Une étude de l'association anglaise "Soil Association" qui fait le point sur la littérature scientifique montre qu'en règle générale, la nourriture biologique est meilleure que la nourriture non-biologique.¹⁹³ Premièrement elle est plus saine car l'agriculture biologique interdit les épandages de pesticides de routine et l'utilisation des herbicides rendant par conséquent rarissime la présence de résidus chimiques. Au contraire, la nourriture non-biologique est souvent contaminée avec des résidus qui peuvent s'associer en combinaisons dangereuses. Selon les commentaires de cette étude provenant de la Société Anglaise d'Allergies Environnementale et de la Médecine Nutritionnelle : "Nous pensons depuis longtemps que les carences en micro substances nutritives, qui sont communes chez nos patients, trouvent leurs origines dans la réduction des minéraux dans le sol dont l'agriculture intensive est la principale responsable et nous suspectons que les expositions aux pesticides contribuent à l'augmentation alarmante des allergies et autres maladies" (italiques rajoutées)

Les effets négatifs des pesticides sur la santé comprennent la neurotoxicité, le dysfonctionnement du système endocrinien, la cancérogénéicité et la suppression du système immunitaire (voir également le chapitre les risques liés aux herbicides). Les impacts sur un régime alimentaire qui contiendrait des résidus à des niveaux généralement détectés dans la nourriture sont moins faciles à évaluer. Quoi qu'il en soit le principe de précaution devrait être appliqué. Bien qu'il existe des niveaux de sécurité codifiant la présence de pesticides dans la nourriture, des tests réalisés par le gouvernement du Royaume-Uni montrent qu'en moyenne la présence de ceux-ci est souvent sous-évaluée.

Une autre étude suggère également qu'une exposition aux pesticides pourrait affecter les fonctions de reproduction et aurait donc une incidence sur la perte de fertilité des spermatozoïdes et sur les taux en baisse de fertilisation.¹⁹⁴ Par contre, des membres de l'Association des Agriculteurs Biologique Danois, dont la consommation de produits laitiers biologiques est d'au moins 50 % du total des produits laitiers qui les nourrissent, ont une densité de spermatozoïdes très élevée.¹⁹⁵ Une autre étude montre que la concentration de spermatozoïdes était 43.1 % plus élevé chez les hommes consommant des produits issus de l'agriculture biologique.¹⁹⁶

Les enfants en particulier sont les plus à même de bénéficier des aliments biologiques. Les scientifiques ont suivi des enfants de Seattle en maternelle dans l'Etat de Washington afin d'évaluer leur exposition aux pesticides organophosphorés dans leur alimentation.¹⁹⁷ La concentration au métabolite diméthyle était six fois plus élevée chez les enfants qui avaient un régime alimentaire provenant d'aliments issus de l'agriculture conventionnelle que chez ceux qui consommaient des aliments biologiques. La dose sur laquelle ont été effectués ces travaux suggère que la consommation de fruits et légumes et jus biologiques puisse réduire les niveaux d'exposition des pesticides chez les enfants en les faisant passer en dessous des limites déterminées par l'Agence de Protection de l'Environnement des Etats-Unis. Ce qui voudrait dire que consommer des aliments biologiques permet de passer d'un risque d'exposition incertain à un risque négligeable. L'étude conclue que la consommation de produits biologiques pourrait être une façon facile pour les parents de réduire l'exposition des enfants aux pesticides.

Plus sains et plus nutritifs

De plus, la production de nourriture biologique interdit le recours à des additifs alimentaires comme les graisses hydrogénées, l'acide phosphorique, l'aspartame et le glutamate de sodium, ces produits étant tous liés à des problèmes de santé aussi divers que des maladies du cœur, l'ostéoporose, des migraines et de l'hyperactivité. [193] Par ailleurs, alors que les plantes extraient de nombreux minéraux du sol, des fertilisants artificiels ne peuvent remplacer qu'une partie de ceux-ci. C'est pour cette raison que depuis longtemps il y a de moins en moins de traces de minéraux dans les fruits et les légumes. Les pratiques agricoles qui semblent en être les responsables doivent être réévaluées à la lumière de ces nouvelles informations. L'étude de l'Association Soil Association [193] a montré que la nourriture biologique contient en moyenne un taux de vitamine C plus élevé, et d'avantage de minéraux et de substance phyto-nutritives - des composés de la plante qui permettent de combattre le cancer (voir plus loin) - que la nourriture conventionnelle.

Les produits conventionnels contiennent également plus d'eau que les produits biologiques qui renferment plus de matières sèches (en moyenne 20 % de plus). [193] Par conséquent, le prix plus élevé des produits biologiques frais est partiellement compensé alors que les acheteurs de produits conventionnels payent un poids d'eau supplémentaire pour seulement 83 % des substances nutritives que l'on trouve dans des produits biologiques. Enfin, la haute teneur en eau d'un produit dilue le contenu nutritif de celui-ci.

Des essais réalisés sur des animaux élevés avec de l'alimentation biologique montrent qu'elle entraîne une véritable différence sur la santé et que par ailleurs les thérapies alternatives pour le cancer ont donné des bons résultats lorsque les patients s'alimentaient exclusivement de produits biologiques. L'Etude [193] cite notamment des preuves cliniques provenant de médecins et de nutritionnistes pour lesquels un régime alimentaire à base de produits biologiques était essentiel pour la réussite du traitement. Les thérapies nutritionnelles du cancer excluent autant que possible les polluants et les toxines et prône une alimentation à base de produit exclusivement biologiques et élevée en substances nutritives. Les animaux soumis à ce régime alimentaire ont montré une meilleure aptitude à la reproduction, une meilleure croissance et une meilleure disposition à se récupérer d'une maladie.

Un rapport qui a révisé 41 études et 1240 essais comparatifs ¹⁹⁸a trouvé des différences statistiquement significatives entre le contenu nutritif des produits biologiques et conventionnels. Cette dissemblance et ses effets sur l'écologie du sol et le métabolisme de la plante a été attribuée aux différences dans la fertilité du sol et dans la gestion de l'exploitation. Les plantes biologiques contiennent plus de substances nutritives, de vitamines C, de fer, de magnésium, et de phosphore, et de manière significative moins de nitrates que les plantes conventionnelles. Le rapport n'a pas pu montrer de différence au niveau des protéines entre les deux types de plantes. Pourtant comparées aux produits conventionnels, les plantes biologiques étaient de meilleure qualité, contenaient plus de minéraux nutritionnels et avaient moins de traces de métaux lourds dans leurs tissus.

Aide à combattre le cancer

Les dérivés phénoliques de la plante (les flavonoïdes) sont des métabolites secondaires qui défendent les plantes contre les attaques de certains insectes prédateurs, les infections bactériennes et fongiques et la photo oxydation. On a découvert que ces substances chimiques produites naturellement par la plante avaient des propriétés pour la prévention du cancer, des maladies du cœur et les dysfonctionnements neurologiques liés à la vieillesse. Un document scientifique récent ^{199 200}a étudié le contenu phénolique général (PG) de fraises et de maïs cultivés en biologique et autres méthodes soutenables comparées à des pratiques conventionnelles. Le PG était de manière générale plus élevé dans les produits biologiques que dans les produits conventionnels.

Une étude précédente qui avait comparé des composés anti-oxydants dans des pêches et des poires biologiques et conventionnelles avait conclu que l'amélioration des systèmes de défense anti-oxydant des produits biologiques était une conséquence des pratiques agricoles biologiques. ²⁰¹Ce progrès pourrait permettre aux fruits de mieux résister aux insectes en l'absence de traitement à base de pesticides. Par conséquent l'agriculture biologique, qui a éliminé les épandages de pesticides synthétiques de routine et les fertilisants chimiques peut permettre de créer les conditions en faveur d'une production de dérivés phénoliques de la plante bienfaisants pour la santé.

Tous ces bénéfices et bien d'autres ont été portés à l'attention du gouvernement du Royaume-Uni. ^{202 203}Par ailleurs d'autres sujets ont été abordés parmi lesquels les coûts cachés de l'agriculture conventionnelle qui ne sont pas reflétés dans le prix final du produit. Si ces coûts étaient pris en compte, les produits agricoles conventionnels se révéleraient être plus chers que les produits biologiques. Par exemple, si l'ESB (la maladie de la vache folle) avait été évitée, plus de 4.5 milliards de livres sterling auraient pu être utilisés à d'autres fins. Il n'y a eu aucun animal né d'une exploitation labellisée par l'agriculture biologique qui ait développé l'ESB dans le Royaume-Uni.

Chapitre vingt cinq. Conclusions de la Troisième Partie

Les approches agricoles soutenables ont la capacité de fournir de la nourriture et d'augmenter la production à un coût peu élevé. Elles peuvent être économiquement, environnementalement et socialement justes tout en contribuant à l'amélioration de l'existence des communautés locales. Enfin, elles sont également bonnes pour la santé et l'environnement.

Les véritables causes de la famine qui frappe certaines parties du monde résident dans l'inégalité entre les nations et les peuples, et toute solution qui se contenterait d'augmenter la production augmenterait l'inégalité et échouerait à réduire la faim dans le monde. Réciproquement, seules des technologies qui ont des impacts positifs sur la distribution de la richesse, le revenu et les patrimoines peuvent réellement réduire la faim. [4] Heureusement, de telles technologies existent dans les approches suivies par l'agriculture soutenable.

L'agro-écologie, l'agriculture soutenable et l'agriculture biologique fonctionnent, non seulement pour quelques agriculteurs des pays développés, mais particulièrement pour les paysans des pays en voie de développement. Comme l'a montré une étude de la FAO [133] il existe une base réelle et sérieuse sur laquelle nous pouvons nous appuyer pour construire et renforcer les projets en cours au profit de l'agriculture biologique certifiée et non certifiée. Les technologies et les processus sociaux qui amélioreraient les communautés locales sont extrêmement bien testés et établis et occasionnent déjà des bénéfices en termes d'amélioration de la production. Les exemples que nous avons décrits tout au long de cet ouvrage ne sont qu'une infime partie de la myriade d'expériences locales d'agriculture soutenable qui ont été couronnées de succès. Elles représentent la démonstration sans fin du talent, de la créativité et de la capacité scientifique des communautés rurales. [132]

Nous pensons par conséquent qu'au niveau des recherches, des fonds et des politiques, il est urgent d'entreprendre un effort commun, afin de soutenir l'agro-écologie, l'agriculture soutenable et biologique, en se concentrant notamment sur le renforcement de la production par les agriculteurs eux-mêmes afin de répondre aux besoins locaux. Le défi qui nous attend est dans la répétition et la multiplication des expériences qui ont connu des fins heureuses afin de les rendre disponibles de manière équitable à tous ceux qui en ont besoin. Trop souvent dans les mains de quelques multinationales, le modèle de l'agriculture "moderne" doit être combattu comme l'est la commercialisation des plantes génétiquement modifiées. Les subventions qui inondent les approches agricoles conventionnelles dépendant des produits chimiques et les PGM doivent être redirectionnées en faveur d'alternatives agricoles. [4] Nous devons également faire attention à ce que l'agriculture biologique ne tombe pas dans les mains de puissants intérêts et au contraire soutenir la diversité des pratiques agricoles, particulièrement au niveau des petites exploitations.

Références

- ¹ . ‘Open Letter from World Scientists to All Governments’ calling for a moratorium on releases of GMOs and support for organic sustainable agriculture, now signed by more than 600 scientists from 72 countries, with many references to the scientific literature, www.i-sis.org.uk
- ² . Agriculture: Towards 2015/30. FAO Global Perspectives Studies Unit, July 2000.
- ³ . Altieri MA and Rosset P. Ten reasons why biotechnology will not ensure food security, protect the environment and reduce poverty in the developing world. *AgBioForum*, Volume 2, Number 3 & 4, Summer/Fall 1999, 155-162.
- ⁴ . Altieri MA and Rosset P. Strengthening the case for why biotechnology will not help the developing world: A response to McGloughlin. *AgBioForum*, Volume 2, Number 3 & 4, Summer/Fall 1999, 226-236.
- ⁵ . ActionAid. GM Crops - *Going Against the Grain*. 2003.
<http://www.actionaid.org/resources/pdfs/gatg.pdf>
- ⁶ . <http://www.isaaa.org/>
- ⁷ . Pimbert M, Wakeford T and Satheesh PV. Citizens' juries on GMOs and farming futures in India. *LEISA Magazine*, December 2001, 27-30.
<http://www.ileia.org/2/17-4/27-30.PDF>
- ⁸ . Pimbert MP and Wakeford T. *Prajateerpu: A Citizens Jury/Scenario Workshop on Food and Farming Futures for Andhra Pradesh, India*. IIED & IDS, 2002, <http://www.iied.org/pdf/Prajateerpu.pdf>
- ⁹ . Ho MW and Lim LC. Biotech debacle in four parts. Special briefing for the Prime Minister's Strategy Unit on GM. *ISIS Report*, August 2002, www.i-sis.org.uk
- ¹⁰ . Ho MW. The state of the art. The continuing debacle of an industry both financially and scientifically bankrupt. *GeneWatch* (in press), 2003.
- ¹¹ . “Monsanto investors face catastrophic risk,” Greenpeace, Berlin, Press Release, 16 April, 2003
- ¹² . Benbrook CM. Evidence of the magnitude and consequences of the Roundup Ready soybean yield drag from university-based varietal trials in 1998. *AgBioTech InfoNet Technical Paper Number 1*, 1999; Troubled times amid commercial success: Glyphosate efficacy in slipping and unstable transgenic expression erodes plant defences and yields. *AgBioTech InfoNet Technical Paper Number 4*, 1999, www.biotech-info-net/RR_yield_less.html
- ¹³ . Benbrook C. Do GM crops mean less pesticide use? *Pesticide Outlook*, October 2001.
- ¹⁴ . Lim LC and Matthews J. GM crops failed on every count. *Science in Society* 2002, 13/14, 31-33; fully referenced version on ISIS members' website, www.i-sis.org.uk
- ¹⁵ . Seeds of doubt, *North American farmers' experiences of GM crops*. Soil Association, 2002, ISBN 0 905200 89 6.
- ¹⁶ . Shiva V and Jafri AH. Failure of the GMOs in India. *Research Foundation for Science, Technology and Ecology Report*, 2003; see also Ho MW. Living with the Fluid Genome. ISIS & TWN, London and Penang, 2003. Chapter 1, Box 1.
- ¹⁷ . Finnegan H and McElroy D. Transgene inactivation: plants fight back! *Bio/Technology* 1994, 12, 883-8.
- ¹⁸ . Ho MW. *Living with the Fluid Genome*. ISIS & TWN, London and Penang, 2003. Chapter 11, Section, “Transgenic instability, the best kept open secret”.
- ¹⁹ . Ho MW, Cummins J. and Ryan A. *ISIS Reprints on Transgenic Instability 1999-2002*, ISIS members' website, www.i-sis.org.uk
- ²⁰ . Gahakwa D, Maqbool SB, Fu X, Sudhakar D, Christou P and Kohli A. Transgenic rice as a system to study the stability of transgene expression: multiple heterologous transgenes show similar behaviour in diverse genetic backgrounds. *Theor. Appl. Genet.* 2000, 101, 388-99.
- ²¹ . Ho MW. Questionable stability at JIC. *ISIS News* 9/10, July 2001. ISSN: 1474-1547 (print), ISSN: 1474-1814 (online), www.i-sis.org.uk, reviewing ref. 20.
- ²² . Hall L, Topinka K, Huffman J, Davis L, and Good A. Pollen flow between herbicide-resistant *Brassica napus* is the cause of multiple-resistant *B. napus* volunteers. *Weed Science* 2000, 48, 688-94.
- ²³ . Orson J. Gene stacking in herbicide tolerant oilseed rape: lessons from the North American experience. *English Nature Research Reports No. 443*. English Nature, Jan. 2002, ISSN 0967-876X.
- ²⁴ . Ho MW and Cummins J. What's wrong with GMOs? *Science in Society* 2002, 16, 11-27; fully referenced version on ISIS members' website, www.i-sis.org.uk
- ²⁵ . Cummins J and Ho MW. Atrazine poisoning worse than suspected. *Science in Society* 2003, 17, 22-23; fully referenced version on ISIS members' website, www.i-sis.org.uk
- ²⁶ . “Engineered Genes Help Wild Weeds Thrive”, by Cat Lazaroff, *Environmental News Service*, Washington, USA, 9 August 2002.
- ²⁷ . Lim LC. Environmental and Health Impacts of Bt crops. *ISIS Report*, April, 2003; containing 63 references.
- ²⁸ . Quist D and Chapela IH. Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico. *Nature* 2001, 414, 541-543.

- ²⁹. Ho MW and Cummins J. Who's afraid of horizontal gene transfer? ISIS Report, 4 March 2002, www.i-sis.org.uk; also The GM maize war in three episodes. *Science in Society* 2002, 15, 12-14.
- ³⁰. Ho MW. Worst ever contamination of Mexican landraces. ISIS Report, 29 April 2002, www.i-sis.org.uk; also The GM maize war in three episodes. *Science in Society* 2002, 15, 12-14.
- ³¹. Ho MW. Canadian farmers against corporate serfdom. *Science in Society* 2002, 16, 5-6.
- ³². Kietke L. Research shows: herbicide tolerance everywhere. Manitoba Co-operator, August 1, 2002; Friesen LF, Nelson AF and Van Acker RC. Evidence of contamination of pedigreed canola (*Brassica napus*) seedlots in Western Canada with genetically engineered herbicide resistance traits. *Agronomy Journal* (in press).
- ³³. GM Crops: *What you should know, A guide to both the science and implications of commercialisation of genetically modified crops*, GM Free Cymru, June 2002, www.gm-news.co.uk
- ³⁴. Meier P and Wackernagel W. Monitoring the spread of recombinant DNA from field plots with transgenic sugar beet plants by PCR and natural transformation of *Pseudomonas stutzeri*. *Transgenic Research* 2003, 12, 293-304.
- ³⁵. Saunders PT. Use and abuse of the precautionary principle. *ISIS News* 6, September 2000, ISSN: 1474-1547 (print), ISSN: 1474-1814 (online), www.i-sis.org.uk
- ³⁶. Saunders PT and Ho MW. The precautionary principle and scientific evidence. *ISIS News* 7/8, February 2001, ISSN: 1474-1547 (print), ISSN: 1474-1814 (online), www.i-sis.org.uk; also *TWN Biosafety Briefing Paper*, December 2002.
- ³⁷. Saunders PT and Ho MW. The precautionary principle is science-based. *ISIS Report*, April 2003, www.i-sis.org.uk
- ³⁸. Ho MW. FAQs on genetic engineering. ISIS Tutorials, www.i-sis.org.uk; also *TWN Biosafety Briefing Paper*, December 2002.
- ³⁹. Ho MW and Steinbrecher R. Fatal flaws in food safety assessment: Critique of the joint FAO/WHO Biotechnology and Food Safety Report. *Journal of Nutritional and Environmental Interactions* 1998, 2, 51-84.
- ⁴⁰. Conner AJ. Case study: food safety evaluation of transgenic potato. In *Application of the Principle of Substantial Equivalence to the Safety Evaluation of Foods or Food Components from Plants Derived by Modern Biotechnology*, pp. 23-35, WHO/FNU/FOS/95.1. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- ⁴¹. Martineau B. *First Fruit*. McGraw-Hill, New York, 2001.
- ⁴². *Greenpeace Business*, Issue 66, April/May 2002.
- ⁴³. *Late lessons from early warnings: The precautionary principle 1896-2000*. Edited by: Poul Harremoës, David Gee, Malcolm MacGarvin, Andy Stirling, Jane Keys, Brian Wynne, Sofia Guedes Vaz. Environmental issue report No 22, 2002, OPOCE (Office for Official Publications of the European Communities).
- ⁴⁴. Response by Stanley William Barclay Ewen M.B.Ch.B., Ph.D., F.R.C.Path to Health Committee of Scottish Parliament's Investigation into Health Impact of GM crops, 14 November 2002, <http://www.gmnews.co.uk/gmnews33.html>
- ⁴⁵. Fares NH and El-Sayed AK. Fine structural changes in the ileum of mice fed on dendotoxin-treated potatoes and transgenic potatoes. *Natural Toxins* 1998, 6, 219-33; also "Bt is toxic" by Joe Cummins and Mae-Wan Ho, *ISIS News* 7/8, February 2001, ISSN: 1474-1547 (print), ISSN: 1474-1814 (online), www.i-sis.org.uk
- ⁴⁶. Pusztai A. Health impacts of GM crops. Submission of evidence to the Clerk to the Health and Community Care Committee of The Scottish Parliament, 15 Nov 2002, <http://www.gm-news.co.uk/gmnews33.html>
- ⁴⁷. Pusztai A, et al. Expression of the insecticidal bean alpha-amylase inhibitor transgene has minimal detrimental effect on the nutritional value of peas fed to rats at 30% of the diet. *The Journal of Nutrition* 1999, 129, 1597-1603.
- ⁴⁸. Ewen S and Pusztai A. Effect of diets containing genetically modified potatoes expressing *Galanthus nivalis* lectin on rat small intestine. *The Lancet* 1999, 354, 1353-4; for Pusztai's full rebuttal to his critics, see also <http://plab.ku.dk/tcbh/PusztaiPusztai.htm>
- ⁴⁹. Pusztai A. Can science give us the tools for recognizing possible health risks of GM food? *Nutrition and Health* 2002, 16, 73-84.
- ⁵⁰. Pusztai A. GM food safety: Scientific and institutional issues. *Science as Culture* 2002, 11, 70-92.
- ⁵¹. Pusztai A, Bardocz S and Ewen SWB. Genetically modified foods: Potential human health effects. In *Food Safety: Contaminants and Toxins*, (J P F D'Mello ed.), Scottish Agricultural College, Edinburgh, CAB International, 2003.
- ⁵². Vázquez-Padrón RI, Moreno-Fierros L, Neri-Bazán L, de la Riva G and López-Revilla R. Intragastric and intraperitoneal administration of Cry1Ac protoxin from *Bacillus thuringiensis* induce systemic and mucosal antibody responses in mice. *Life Sciences* 1999, 64, 1897-1912.
- ⁵³. Hernandez E, Ramisse F, Cruel T, le Vagueresse R and Cavallo JD. *Bacillus thuringiensis* serotype H34 isolated from human and insecticidal strains serotypes 3a3b and H14 can lead to death of immunocompetent mice after pulmonary infection. *FEMS Immunology and Medical Microbiology* 1999, 24, 43-7.
- ⁵⁴. Cummins J. Biopesticide and bioweapons. ISIS Report, 23 October 2001, www.i-sis.org.uk
- ⁵⁵. "Poison pharm crops near you", by Joe Cummins, *Science in Society* 2002, 15; fully referenced version on ISIS members' website, www.i-sis.org.uk
- ⁵⁶. Menassa P, Nguywn C, Jevnikar A and Brindle J. A self-contained system for the field production of plant recombinant interleukin-10. *Molecular Breeding* 2001, 8, 177-85.

- ⁵⁷. Cummins J. Pharming cytokines in transgenic crops. *Science in Society* 2003, 18, fully referenced version on ISIS members' website, www.i-sis.org.uk
- ⁵⁸. Dantzer R. Cytokine-induced sickness behaviour: Mechanisms and implications. *Annals of the NY Acad. of Sci.* 2001, 933, 222-34.
- ⁵⁹. Bocci V. Central nervous system toxicity of interferons and other cytokines. *J. Biol. Regul. Homeost. Agents* 1998, 2, 107-18.
- ⁶⁰. Moulinier A. Recombinant interferon alpha induced chorea and subcortical dementia. *Neurology (Correspondence)* 2002, 59, 18-21.
- ⁶¹. Caracenti A, Gangeri L, Martini C, Belli F, Brunelli C, Baldini M, Mascheroni L, Lenisa L and Cascinetti N. Neurotoxicity of interferon alpha in melanoma therapy. *Cancer* 1998, 83, 482-9.
- ⁶². Valentine A, Meyers C, Kling MA, Richelson E and Hauser P. Mood and cognitive side effects of interferon alpha. *Semin. Oncol.* 1998, 25 (suppl 1) 39-47.
- ⁶³. Ho MW and Cummins J. SARS and genetic engineering? *ISIS Report*, April 2003; *Science in Society* 2003, 18, 10-11; fully referenced version on ISIS members' website, www.i-sis.org.uk
- ⁶⁴. Tubolya T, Yub W, Baileyb A, Degrandisc S, Dub S, Erickson L and Nagya E. Immunogenicity of porcine transmissible gastroenteritis virus spike protein expressed in plants. *Vaccine* 2000, 18, 2023-8.
- ⁶⁵ Ho MW. Bioterrorism and SARS. *ISIS Report*, April 2003; *Science in Society* 2003, 18; fully referenced version on ISIS members' website www.i-sis.org.uk
- ⁶⁶ Prljic J, Veljkovic N, Doliana T, Colombatti A, Johnson E, Metlas R and Veljkovic V. Identification of an active Chi recombinational hot spot within the HIV-1 envelope gene: Consequences for development of AIDS vaccine. *Vaccine* 1999; 17: 1462-7.
- ⁶⁷ Veljkovic V and Ho MW. AIDS vaccines or dangerous biological agent ? *AIDScience*, <http://aidsscience.org/Debates/aidsscience019d.asp>
- ⁶⁸ Ho MW. AIDS vaccines trials dangerous. *ISIS News* 11/12, October 2001, ISSN: 1474-1547 (print), ISSN: 1474-1814 (online), www.i-sis.org.uk
- ⁶⁹ Manders P and Thomas R. Immunology of DNA vaccines: CpG motifs and antigen presentation. *Inflamm. Res.* 2000, 49, 199-205.
- ⁷⁰ Gurunathan S, Klinman D and Seder R. DNA Vaccines. *Annu. Rev. Immunol.* 2000, 18, 927-74.
- ⁷¹ Deng G, Nilsson A, Verdrengh M, Collins L and Tarkowski A. Intra-articularly located bacteria containing CpG motifs induces arthritis. *Nature Medicine* 1999, 5, 702-6.
- ⁷² Hsu S, Chung S, Robertson D, Ralph L, Chelvarajan R and Bondada S. CpG oligodeoxynucleotides rescue BKS-2 immature B cell lymphoma from anti-Ig-M-mediated growth inhibition by up-regulating of egr-1. *International Immunology* 1999, 6, 871-9.
- ⁷³ Rui L, Vinuesa CG, Blasioli J and Goodnow CC. Resistance to CpG DNA-induced autoimmunity through tolerogenic B cell antigen receptor ERK signalling. *Nature Immunology* 2003, 4, 594-600.
- ⁷⁴ Ho MW and Cummins J. Chronicle of an ecological disaster fore-told. *ISIS Report*, March 2003, www.i-sis.org.uk; fully referenced version on ISIS members' website.
- ⁷⁵ Hooper M. Evidence with special emphasis on the use of glufosinateammonium (phosphinothricin). Chardon LL T25 maize hearing, May 2002; also submitted to the World Health Organization (containing more than 40 references) and posted on ISIS members' website, www.i-sis.org.uk
- ⁷⁶ Cummins J. Glyphosate and glyphosate-tolerant crops. Impacts on health and the environment. *ISIS Report*, June 2002; also submitted to the World Health Organization and posted on ISIS members' web-site, www.i-sis.org.uk; updated April 2003.
- ⁷⁷ Canadian Food Inspection Agency Canada Plant Health and Production Division, Plant Biosafety Office 2001, *Decision Document DD95-02: Determination of Environmental Safety of Monsanto Canada Inc.'s Roundup® Herbicide-Tolerant Brassica napus Canola Line GT73.*
- ⁷⁸ Schonbrunn E, Eschenburg S, Shuttleworth WA, Schloss JV, Amrhein N, Evans JNS and Kabsch W. Interaction of the herbicide glyphosate with its target enzyme 5-enolpyruvylshikimate 3-phosphate synthase in atomic detail. *PNAS* 2001, 98, 1376-80.
- ⁷⁹ <http://www.pan-uk.org/pestnews/actives/glyphosa.htm>, containing many other references.
- ⁸⁰ "Weed Killer", *The Progressive*, July 1987, <http://www.naturescountrystore.com/roundup/page3.html>
- ⁸¹ Arbuckle T, Lin Z and Mery L An exploratory analysis of the effect of pesticide exposure on the risk of spontaneous abortion in an Ontario farm population. *Envir. Health Perspectives* 2001, 109, 851-60.
- ⁸² Garry V, Harkins M, Erickson L, Long S, Holland S and Burroughs B. Birth defects, seasons of conception and sex of children born to pesticide applicators living in the red river valley of Minnesota, USA. *Envir. Health Perspectives (Suppl. 3)* 2002, 110, 441-9.
- ⁸³ Dallegrave E, DiGiorgio F, Coelho R, Pereira J, Dalsenter P and Langeloh A. The teratogenic potential of the herbicide glyphosate-Roundup in Wistar rats. *Toxicology Letters* 2003, 142, 45-52.
- ⁸⁴ Walsh L, McCormick C, Martin C and Stocco D. Roundup inhibits steroidogenesis by disrupting steroidogenic acute regulatory protein expression. *Envir. Health Perspectives* 2000, 108, 769-76.
- ⁸⁵ Peluso M, Munnia A, Bolognisi C and Parodi S. P32-Postlabeling detection of DNA adducts in mice treated with the herbicide roundup. *Environmental and Mol. Mutagenesis* 1998, 31, 55-9.

- ⁸⁶ Lioi M, Scarfi M, Santoro A, Barbeiri R, Zeni O, Barardino D and Ursini M. Genotoxicity and oxidative stress induced by pesticide exposure in bovine lymphocyte cultures in vitro. *Mut. Res.* 1998, 403, 13-20.
- ⁸⁷ Szarek J, Siwicki A, Andrzejewska A, Terech-Majeska E and Banaszkiwicz T. Effect of the herbicide roundup on the ultrastructural pattern of hepatocytes in carp. *Marine Envir. Res.* 2000, 50, 263-66.
- ⁸⁸ Grisolia C. A comparison between mouse and fish micronucleus test using cyclophosphamide, mitomycin C and various pesticides. *Mut. Res.* 2002, 400, 474, 1-6
- ⁸⁹ Mann R and Bidwell J. The toxicity of glyphosate and several glyphosate formulations to four species of southwestern Australian frogs. *Archives of Environ. Contam. Toxicol.* 1999, 36, 193-99.
- ⁹⁰ Clements C, Rapph S and Petras M. Genotoxicity of select herbicides in *Rana catesbeiana* tadpoles using the alkaline single-cell gel DNA electrophoresis (comet) assay. *Env. Mol. Mutagenesis* 29, 277-88.
- ⁹¹ Morowati M. Histochemical and histopathological study of the intestine of the earthworm exposed to a field dose of the herbicide glyphosate. *The Environmentalist* 2000, 20, 105-11.
- ⁹² Mark EJ, Lorrilon O, Boulben S, Hureau D, Durrand G and Belle R. Pesticide roundup provokes cell cycle dysfunction at the level of CDK1/Cyclin B activation. *Chem. Res. Toxicol.* 2002, 15, 326-31.
- ⁹³ Ho MW. *Living with the Fluid Genome*. ISIS & TWN, London and Penang, 2003, Chapters 8-10.
- ⁹⁴ Ho MW, Traavik T, Olsvik R, Tappeser B, Howard V, von Weizsacker C and McGavin G. Gene Technology and Gene Ecology of Infectious Diseases. *Microbial Ecology in Health and Disease* 1998, 10, 33-59.
- ⁹⁵ Ho MW, Ryan A, Cummins J and Traavik T. *Slipping through the regulatory net. 'Naked' and 'free' nucleic acids*. TWN Biotechnology & Biosafety Series 5, Third World Network, Penang 2001.
- ⁹⁶ Stemmer WPC. Molecular breeding of gene, pathways and genomes by DNA shuffling. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic* 2002, 19-20, 2-12.
- ⁹⁷ Ho MW. Death by DNA shuffling. ISIS Report, April 2003; also *Science in Society* 2003, 18, 9, www.i-sis.org.uk
- ⁹⁸ Ho MW, Ryan A and Cummins J. Cauliflower mosaic viral promoter - A recipe for Disaster? *Microbial Ecology in Health and Disease* 1999, 11, 194-7.
- ⁹⁹ Hodgson J. Scientists avert new GMO crisis. *Nature Biotechnology* 2000, 18, 13.
- ¹⁰⁰ Cummins J, Ho MW and Ryan A. Hazardous CaMV promoter ? *Nature Biotechnology* 2000, 18, 363.
- ¹⁰¹ Hull R, Covey SN and Dale P. Genetically modified plants and the 35S promoter: Assessing the risks and enhancing the debate. *Microbial Ecology in Health and Disease* 2000, 12, 1-5.
- ¹⁰² Ho MW, Ryan A and Cummins J. Hazards of transgenic plants with the cauliflower mosaic viral promoter. *Microbial Ecology in Health and Disease* 2000, 12, 6-11.
- ¹⁰³ Courtail B, Fenebach F, Ebehard S, Rhomer L, Chiappello H, Carilleri C and Lucas H. Tnt 1 transposition events are induced by in vitro transformation of *Arabidopsis thaliana*, and transposed copies integrated into genes. *Mol. Gen. Genomics* 2001, 265, 32-42.
- ¹⁰⁴ Ho MW, Ryan A and Cummins J. CaMV35S promoter fragmentation hotspot confirmed and it is active in animals. *Microbial Ecology in Health and Disease* 2000, 12, 189.
- ¹⁰⁵ The Advisory Committee on Releases to the Environment's (ACRE's) response to concerns raised in written representation and submissions associated with the CHARDON LL public hearing and to statements made at ACRE's open hearing relating to the safety assessment of T25 GM maize conducted under Directive 90/220/EEC, www.defra.gov.uk/environment/acre
- ¹⁰⁶ Metz M and Futterer J. Suspect evidence of transgenic contamination. *Nature*, Advance Online Publication, 4 April 2002, www.nature.com; see also Ho MW. Astonishing denial of transgenic pollution. *Science in Society* 2002, 15, 13-14; fully referenced version on ISIS members' website, www.i-sis.org.uk
- ¹⁰⁷ Bergelson J, Purrington CB and Wichmann G. Promiscuity in transgenic plants. *Nature* 1998, 395, 25.
- ¹⁰⁸ De Vries J, and Wackernagel W. Detection of nptII (kanamycin resistance) genes in genomes of transgenic plants by marker-rescue transformation. *Mol. Gen. Genet.* 1998, 257, 606-13.
- ¹⁰⁹ Schluter K, Futterer J and Potrykus I. Horizontal gene-transfer from a transgenic potato line to a bacterial pathogen (*Erwinia chrysanthemi*) occurs, if at all, at an extremely low-frequency. *BioTechnology* 1995, 13, 1094-8.
- ¹¹⁰ Gebhard F and Smalla K. Monitoring field releases of genetically modified sugar beets for persistence of transgenic plant DNA and horizontal gene transfer. *FEMS Microbiol. Ecol.* 1999, 28, 261-72.
- ¹¹¹ Mercer DK, Scott KP, Bruce-Johnson WA, Glover LA. and Flint HJ. Fate of free DNA and transformation of the oral bacterium *Streptococcus gordonii* DL1 by plasmid DNA in human saliva. *Applied and Environmental Microbiology* 1999, 65, 6-10.
- ¹¹² Duggan PS, Chambers PA, Heritage J and Forbes JM. Survival of free DNA encoding antibiotic resistance from transgenic maize and the transformation activity of DNA in ovine saliva, ovine rumen fluid and silage effluent. *FEMS Microbiology Letters* 2000, 191, 71-7.
- ¹¹³ Schubert R, Rentz D, Schmitz B and Döerfler W. Foreign (M13) DNA ingested by mice reaches peripheral leukocytes, spleen and liver via the intestinal wall mucosa and can be covalently linked to mouse DNA. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 1997, 94, 961-6.

- ¹¹⁴ Döerfler W, and Schubert R. Uptake of foreign DNA from the environment: the gastrointestinal tract and the placenta as portals of entry. *Wien Klin. Wochenschr.* 1998, 110, 40-4.
- ¹¹⁵ Traavik T. *Too Early May Be Too Late: Ecological Risks Associated with the Use of Naked DNA as a Biological Tool for Research, Production and Therapy*. Report for the Directorate for Nature Research, Trondheim, 1998.
- ¹¹⁶ “Predicted hazards of gene therapy a reality” by Mae-Wan Ho. ISIS Report, October 2002, www.i-sis.org.uk commenting on Science, News of the Week, 4 October 2002; also Ho MW. Gene therapy’s first victim. *Science in Society* 2003, 17, 26-7.
- ¹¹⁷ Hohlweg U and Döerfler W. On the fate of plant or other foreign genes upon the uptake in food or after intramuscular injection in mice. *Mol. Genet. Genomics* 2001, 265, 225-33.
- ¹¹⁸ Willerslev E, Hansen AJ, Binladen J, Brand TB, Gilbert MTP, Shapiro B, Bunce M, Winf C, Gilichinsky DA and Cooper A. Diverse plant and animal genetic records from Holocene and Pleistocene Sediments. *Scienceexpress Report*, 17 April 2003.
- ¹¹⁹ “Fears raised over DNA survival in soil”. The Dominion Post (Wellington), April 25, 2003, via GM Watch, <http://www.ngin.org.uk>
- ¹²⁰ Netherwood T, Martin-Orue SM, O'Donnell AG, Gockling S, Gilbert HJ and Mathers JC. *Transgenes in genetically modified Soya survive passage through the small bowel but are completely degraded in the colon*. Technical report on the Food Standards Agency project G010008 “Evaluating the risks associated with using GMOs in human foods”, University of Newcastle.
- ¹²¹ Ho MW. Stacking the odds against finding it. *Science in Society* 2002, 16, 28; fully referenced paper on ISIS members' website, www.i-sis.org.uk
- ¹²² Ferguson G and Heinemann J. Recent history of trans-kingdom conjugation. In Horizontal Gene Transfer 2 nd ed., Syvanen M and Kado CI. (eds.), *Academic Press*, San Diego, 2002.
- ¹²³ Ho MW. Averting sense for nonsense in horizontal gene transfer. *Science in Society* 2002, 16, 29-30.
- ¹²⁴ Mc Nicol MJ, Lyon GD, Chen MY, Barrett C and Cobb E. Scottish Crop Research Institute. Contract No RG 0202. The Possibility of *Agrobacterium* as a Vehicle for Gene Escape. MAFF. *R&D and Surveillance Report*: 395.
- ¹²⁵ Cobb E, MacNicol R and Lyon G. A risk assessment study of plant genetic transformation using *Agrobacterium* and implication for analysis of transgenic plants. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 1997, 19, 135-144.
- ¹²⁶ Kado C. In Horizontal Gene Transfer 2 nd ed., Syvanen M and Kado CI. (eds.), *Academic Press*, San Diego, 2002
- ¹²⁷ Sengelov G, Kristensen KJ, Sorensen AH, Kroer N and Sorensen SJ. Effect of genomic location on horizontal transfer of a recombinant gene cassette between *Pseudomonas* strains in the rhizosphere and spermosphere of barley seedlings. *Current Microbiology* 2001, 42, 160-7.
- ¹²⁸ Kunik T, Tzfira T, Kapulnik Y, Gafni Y, Dingwall C and Citovsky V. Genetic transformation of HeLa cells by *Agrobacterium*. PNAS USA, 2001, 98, 1871-87; also “Common plant vector injects genes into human cells”, *ISIS News* 2002, 11/12, 10, www.i-sis.org.uk
- ¹²⁹ Ho MW. Recent evidence confirms risks of horizontal gene transfer. ISIS’ written contribution to ACNFP/Food Standards Agency open meeting 13 November 2002, Cambridge, www.i-sis.org.uk
- ¹³⁰ Pretty J and Hine R. *Reducing food poverty with sustainable agriculture : A summary of new evidence*. Centre for Environment and Society, Essex University, 2001, www2.essex.ac.uk/ces/ResearchProgrammes/CESOccasionalPapers/SAFErepSUBHEADS.htm
- ¹³¹ Parrott N and Marsden T. *The real Green Revolution: Organic and agroecological farming in the South*. Greenpeace Environment Trust, London, 2002, <http://www.greenpeace.org.uk/MultimediaFiles/Live/FullReport/4526.pdf>
- ¹³² Altieri MA. *The case against agricultural biotechnology: Why are transgenic crops incompatible with sustainable agriculture in the Third World?* 2003.
- ¹³³ *Organic agriculture, environment and food security*. Scialabba NE-H and Hattam C (eds), FAO, Rome, 2002.
- ¹³⁴ Lim LC. Organic agriculture fights back. *Science in Society* 2002, 16, 30-32.
- ¹³⁵ Altieri MA, Rosset P and Thrupp LA. The potential of agroecology to combat hunger in the developing world, 1998, http://www.agroeco.org/fatalharvest/articles/potential_of_agroeco_ch19.pdf
- ¹³⁶ Rosset PM. The multiple functions and benefits of small farm agriculture in the context of global trade negotiations. *Policy Brief No. 4*, Institute for Food and Development Policy, 1999, <http://www.food-first.org/pubs/policybs/pb4.html>
- ¹³⁷ ‘Magic bean’ transforms life for poor Jacks of Central America, by Julian Pettifer, *Independent on Sunday*, 10 June 2001.
- ¹³⁸ Kwabiah AB, Stoskopf NC, Palm CA, Voroney RP, Rao MR and Gacheru E. Phosphorus availability and maize response to organic and inorganic fertilizer inputs in a short term study in western Kenya. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 2003, 95, 49-59.
- ¹³⁹ “Get the facts straight: organic agriculture yields are good”, by Bill Liebhardt, Organic Farming Research Foundation Information Bulletin 10, Summer 2001, <http://www.ofrf.org/publications/news/IB10.pdf>

- ¹⁴⁰. Vasilikiotis C. *Can Organic Farming "Feed the World"?* 2000, http://www.agroeco.org/fatalharvest/articles/organic_feed_world.pdf
- ¹⁴¹. Petersen C, Drinkwater LE and Wagoner P. *The Rodale Institute Farming Systems Trial: The First 15 Years*, The Rodale Institute, 1999
- ¹⁴² Clark MS, Horwath WR, Shennan C, Scow KM, Lantni WT and Ferris H. Nitrogen, weeds and water as yield-limiting factors in conventional, low-input, and organic tomato systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 1999, 73, 257-270.
- ¹⁴³. Clark MS, et al. Crop-yield and economic comparisons of organic, low-input, and conventional farming systems in California's Sacramento Valley. *American Journal of Alternative Agriculture* 1999, 14 (3), 109-121; and Clark MS et al. Changes in soil chemical properties resulting from organic and low-input farming practices. *Agronomy Journal* 1998, 90, 662-671. Cited in 140.
- ¹⁴⁴. Warman PR and Havard KA. Yield, vitamin and mineral contents of organically and conventionally grown potatoes and sweet corn. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 1998, 68, 207-216.
- ¹⁴⁵. Pearce F. Desert harvest. *New Scientist*, 27 October 2001, 44-47.
- ¹⁴⁶. Lim LC. Sustainable agriculture pushing back desert. *Science in Society* 2002, 15, 29.
- ¹⁴⁷. Jenkinson DS et al. In *Long-term experiments in Agricultural and Ecological Sciences* (eds Leigh RA & Johnston AE), p.117-138, CAB International, Wallingford, UK, 1994. Cited in 140.
- ¹⁴⁸. Drinkwater LE et al. Fundamental differences between conventional and organic tomato agroecosystems in California. *Ecological Applications* 1995, 5 (4), 1098-1112. Cited in 140.
- ¹⁴⁹. Mäder P, Fliebbach A, Dubois D, Gunst L, Fried P and Niggli U. Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science* 2002, 296, 1694-97.
- ¹⁵⁰. Pearce F. 20-year study backs organic farming. *New Scientist*, 30 May 2002, <http://www.newscientist.com/news/news.jsp?id=ns99992351>
- ¹⁵¹. "Soil fungi critical to organic success", USDA Agricultural Research Service, 4 May 2001.
- ¹⁵² Bulluck III LR, Brosius M, Evanylo GK and Ristaino JB. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. *Applied Soil Ecology* 2002, 19, 147-160.
- ¹⁵³. Ryan A. Organics enter the science wars. *ISIS News* 11/12, October 2001.
- ¹⁵⁴. Drinkwater LE, Wagoner P and Sarrantonio M. Legume-based cropping systems have reduced carbon and nitrogen losses. *Nature* 1998, 396, 262-265.
- ¹⁵⁵. Tilman D. The greening of the green revolution. *Nature* 1998, 296, 211-212
- ¹⁵⁶. "100-year drought is no match for organic soybeans", Rodale Institute, 1999, http://www.rodaleinstitute.org/global/arch_home.html
- ¹⁵⁷. Poudel DD, Horwath WR, Lanini WT, Temple SR and van Bruggen AHC. Comparison of soil N availability and leaching potential, crop yields and weeds in organic, low-input and conventional farming systems in northern California. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 2002, 90, 125-137.
- ¹⁵⁸. Oehl F, Oberson A, Tagmann HU, Besson JM, Dubois D, Mäder P, Roth H-R and Frossard E. Phosphorus budget and phosphorus availability in soils under organic and conventional farming. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 2002, 62, 25-35.
- ¹⁵⁹. Letourneau DK and Goldstein B. Pest damage and arthropod community structure in organic vs. conventional tomato production in California. *J. Applied Ecology* 2001, 38(3), 557-570.
- ¹⁶⁰. Pearce F. An ordinary miracle. *New Scientist* 2001, Vol. 169, Issue 2276, p. 16.
- ¹⁶¹. Barzman M and Das L. Ecologising rice-based systems in Bangladesh. *ILEIA Newsletter* 2000, 16(4), 16-17, http://www.agroeco.org/fatalharvest/articles/ecologising_rice.pdf
- ¹⁶². "Organic rice is twice as nice", by John Bonner, Report from the International Congress of Ecology, 15 August 2002.
- ¹⁶³. Ho MW. One bird - ten thousand treasures. *The Ecologist* 1999, 29(6), 339-340, and *Third World Resurgence* 1999, 110/111, 2-4.
- ¹⁶⁴. Pimbert M. Sustaining the multiple functions of agricultural biodiversity. FAO background paper series for the Conference on the Multifunctional Character of Agriculture and Land, The Netherlands, September 1999.
- ¹⁶⁵. *Biodiversity and the ecosystem approach in agriculture, forestry and fisheries*. Proceedings of a satellite event on the occasion of the Ninth Regular Session of the Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, Rome 12-13 October 2002, FAO, Rome.
- ¹⁶⁶. Scialabba NE-H, Grandi C and Henatsch C. Organic agriculture and genetic resources for food and agriculture. In *Biodiversity and the ecosystem approach in agriculture, forestry and fisheries*, p. 72-99, 2002, FAO, Rome.
- ¹⁶⁷. Organic agriculture and biodiversity: Making the links. IFOAM, IUCN and BfN, Germany, 2002; see also Stolton S. *Organic Agriculture and Biodiversity*, IFOAM Dossier 2, 2002.
- ¹⁶⁸. Azeez G. *The biodiversity benefits of organic farming*, Soil Association, Bristol, 2000.
- ¹⁶⁹. Burcher S. Herbalert to the rescue. *Science in Society* 2003, 18, 17.

- ¹⁷⁰. Tilman D, Reich PB, Knops J, Wedin D, Mielke T and Lehman C. Diversity and productivity in a long-term grassland experiment. *Science* 2001, 294, 843-5.
- ¹⁷¹. Ho MW. Biodiverse systems two to three times more productive than monocultures. *Science in Society* 2002, 13/14, 36.
- ¹⁷². Zhu Y, Chen H, Fan J, Wang Y, Li Y, Chen J, Fan JX, Yang S, Hu S, Leung H, Mew TW, Teng PS, Wang Z and Mundt C. Genetic diversity and disease control in rice. *Nature* 2000, 406, 718-722.
- ¹⁷³. "Simple Method Found to Vastly Increase Crop Yields", by Carol Kaesuk Yoon, *New York Times*, 22 August 2000. http://www.agroeco.org/fatalharvest/articles/economics_organic_prod.pdf
- ¹⁷⁴. Bennack D, Brown G, Bunning S and de Cunha MH. Soil biodiversity management for sustainable and productive agriculture : Lessons from case studies. In *Biodiversity and the ecosystem approach in agriculture, forestry and fisheries*, p.196-223, 2002, FAO.
- ¹⁷⁵. Reganold JP, Glover JD, Andrews PK and Hinman JR. Sustainability of three apple production systems. *Nature* 2001, 410, 926-930.
- ¹⁷⁶. "Organic apples win productivity and taste trials", 10 August 2001, Pesticide Action Network Updates Service, <http://www.panna.org>
- ¹⁷⁷. Pacini C, Wossink A, Giesen G, Vazzana C and Huirne R. Evaluation of sustainability of organic, integrated and conventional farming systems: a farm and field-scale analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 2003, 95, 273-288.
- ¹⁷⁸. Stolze M, Pierr A, Häring A and Dabbert S. *Environmental and resource use impacts of organic farming in Europe*, Commission of the European Communities, Agriculture and Fisheries (FAIR) specific RTD programme, Fair3-CT96-1794, "Effects of the CAP-reform and possible further development on organic farming in the EU", 1999.
- ¹⁷⁹. Goldsmith E. How to feed people under a regime of climate change (unpublished paper), 2003.
- ¹⁸⁰. Lötjönen T. Machine work and energy consumption in organic farming. *Ecology and Farming* 2003, 32, 7-8, IFOAM.
- ¹⁸¹. Dalgaard T. On-farm fossil energy use. *Ecology and Farming* 2003, 32, 9, IFOAM.
- ¹⁸². Porter PM, Huggins DR, Perillo CA, Quiring SR and Crookston RK. Organic and other management strategies with two- and four-year crop rotations in Minnesota. *Agronomy Journal* 2003, 95(2), 233-244.
- ¹⁸³. Welsh R. *The Economics of Organic Grain and Soybean Production in the Midwestern United States*. Henry A. Wallace Institute for Alternative Agriculture, 1999, http://www.agroeco.org/fatalharvest/articles/economics_organic_prod.pdf
- ¹⁸⁴. Rosset P. Taking seriously the claim that genetic engineering could end hunger: A critical analysis. Pp 81-93 in Britt Bailey and Marc Lappé (eds), *Engineering the Farm: Ethical and Social Aspects of Agricultural Biotechnology*. Island Press, Washington DC, 2002.
- ¹⁸⁵. Chambers R, Pacey A and Thrupp LA. *Farmer First: Farmer Innovation and Agriculture Research*, Intermediate Technology Publications, London, 1989.
- ¹⁸⁶. Scoones I and Thompson J. *Beyond Farmer First: Rural People's Knowledge, Agricultural Research and Extension Practice*, Intermediate Technology Publications, London, 1994.
- ¹⁸⁷. *Agroecological Innovations: Increasing Food Production with Participatory Development*. Edited by Norman Uphoff, Earthscan Publications, 2002.
- ¹⁸⁸. Lim LC. Ethiopia's own agriculture. *Science in Society* 2003, 17, 7-8.
- ¹⁸⁹. Uphoff N and Altieri MA. *Alternatives to conventional modern agriculture for meeting world food needs in the next century*. (Report of a Conference "Sustainable Agriculture: Evaluation of New Paradigms and Old Practices", Bellagio, Italy). Cornell International Institute for Food, Agriculture, and Development, Ithaca, NY, 1999. Cited in ref. 4.
- ¹⁹⁰. Pretty J. *Regenerating agriculture*. Earthscan, London, 1995. Cited in ref. 4
- ¹⁹¹. Rundgren G. *Organic Agriculture and Food Security*, IFOAM Dossier 1, 2002.
- ¹⁹². Boyde T. *Cusgarne Organics local money flows*. New Economics Foundation and The Countryside Agency, London, 2001.
- ¹⁹³. Heaton S. *Organic farming, food quality and human health: A review of the evidence*. Soil Association, Bristol, 2001
- ¹⁹⁴. Tielemans E, van Kooij E, te Velde ER, Burdorf A and Heederik D. Pesticide exposure and decreased fertilisation rates in vitro. *The Lancet* 1999, 354, 484-485.
- ¹⁹⁵. Abell A, Ernsnt E and Bonde JP. High sperm density among members of organic farmers' association. *The Lancet* 1994, 343, 1498.
- ¹⁹⁶. Jensen TK, Giwercman A, Carlsen E, Scheike T and Skakkebaek NE. Semen quality among members of organic food associations in Zealand, Denmark. *The Lancet* 1996, 347, 1844.
- ¹⁹⁷. Curl CL, Fenske RA and Elgethun K. Organophosphorus pesticide exposure of urban and suburban preschool children with organic and conventional diets. *Environmental Health Perspectives* 2003, 111(3), 377-382.

-
- ¹⁹⁸. Worthington V. Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables, and grains. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine* 2001, 7(2), 161-173.
- ¹⁹⁹. Asami DK, Hong YJ, Barrett DM and Mitchell AE. Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. *J. Agric. Food Chem.* 2003, 51(5), 1237-1241, 10.1021/jf020635cS0021-8561.
- ²⁰⁰. Cummins J. Organic agriculture helps fight cancer. *ISIS Report*, 27 March 2003, www.isis.org.uk
- ²⁰¹. Carbonaro M, Mattera M, Nicoli S, Bergamo P and Cappelloni M. Modulation of antioxidant compounds in organic vs conventional fruit (Peach, *Prunus persica* L., and Pear, *Pyrus communis* L.). *J. Agric. Food Chem.* 2002, 50, 5458-5462.
- ²⁰². Novotny E. Report IV - The Wheel of Health (in the Chardon LL T25 maize hearing listings) 2002, <http://www.sgr.org.uk/GMOs.html>
- ²⁰³. Novotny E. Letter to MSPs on the Organic Farming Targets Bill, 2003, <http://www.sgr.org.uk/GMOs.html>

Le Panel pour une Science Indépendante (PSI) à été présenté à Londres le 10 Mai 2003 lors d'une Réunion publique à laquelle a participé le Ministre de l'Environnement du Royaume-Uni de l'époque, Michael Meacher et plus de 200 participants parmi lesquels de nombreux scientifiques provenant de sept pays différents exerçant dans les disciplines suivantes : l'agroécologie, l'agronomie, les bio-mathématiques, la botanique, la médecine chimique, l'écologie, l'histopathologie, l'écologie microbienne, la génétique moléculaire, la biochimie nutritionnelle, la physiologie, la toxicologie et la virologie.

Les membres du PSI ont rédigé ce dossier complet dans le but de contribuer au débat mondial sur la modification génétique. Il met en évidence les problèmes et les risques connus liés aux plantes génétiquement modifiées et met en avant les nombreux bénéfices de l'agriculture durable pour la sécurité alimentaire.

Lisez le pour faire le bon choix pour le futur de l'agriculture et de la sécurité alimentaire