

Nourrir l'Europe en temps de crise

VERS DES SYSTÈMES ALIMENTAIRES RÉSILIENTS



Les Verts | Alliance Libre Européenne
au Parlement européen

Imprimé sur du papier 100% recyclé

Mise en page : Micheline Gutman – MURIEL sprl

Photo de couverture : © Cyrus Dowlatshahi

Tous droits réservés

Nourrir l'Europe en temps de crise

VERS DES SYSTÈMES ALIMENTAIRES RÉSILIENTS



Les Verts | Alliance Libre Européenne
au Parlement européen

Résumé	4
Présentation de l'étude	6
A. Contexte	6
B. Structure et limites	6
1. La sécurité alimentaire... en Europe ?	7
A. Tout repose sur le système alimentaire industriel	7
B. Un système toxique	7
Contribue au réchauffement climatique.....	8
Détruit les écosystèmes.....	9
Condamne les agriculteurs.....	9
Met en danger la santé des populations.....	9
Génère un immense gaspillage.....	10
C. Un système vulnérable	10
Vulnérable à l'instabilité du climat.....	10
Vulnérable à la fin de l'énergie bon marché.....	12
Vulnérable à la rareté des minerais.....	13
Vulnérable au manque d'eau.....	14
Vulnérable aux crises économiques.....	14
Vulnérable à cause de sa structure.....	14
D. Toutes les crises sont liées	16
L'effet domino.....	16
Résoudre toutes les crises en même temps.....	17
2. Penser les systèmes alimentaires de demain	19
A. Guide n° 1 : Des systèmes résilients	19
Locaux.....	19
Diversifiés.....	20
Modulaires et décentralisés.....	20
Cycliques.....	21
Basés sur les collectivités.....	21
Transparents.....	22
B. Guide n° 2 : L'agriculture	22
Vers une agriculture « de réparation ».....	22
Vers une agriculture « solaire ».....	23
C. Guide n° 3 : Une demande consciente des limites	23
3. Sécuriser l'alimentation des villes	24
A. Le système de distribution	24
B. L'agriculture urbaine et péri-urbaine	24
Encadré : La permaculture.....	26
Encadré : L'aquaponie.....	26
Un complément alimentaire.....	27
Un bénéfice social avant tout.....	27
Economiquement viable ?.....	29
La pollution.....	29

Encadré : Des micro-fermes hyper-intensives... en main d'œuvre.....	28
Encadré : Deux expériences viables d'agriculture urbaine.....	30
4. Refaire vivre les campagnes	30
A. Sans pétrole	30
Redevenir producteur d'énergie.....	31
La fin du labour ?.....	31
Le travail animal.....	31
Encadré : Le scénario Afterres2050.....	32
Le travail humain.....	33
Maintenir les nutriments à la ferme.....	33
B. Avec un climat instable	33
Cultiver des arbres.....	33
Favoriser la diversité génétique.....	34
Encadré : La ferme post-industrielle de Mark Shepard.....	35
5. La transition	36
A. Ne pas viser un système agricole unique	36
B. Le verrouillage institutionnel (Lock-in)	36
C. La difficile question de la demande	37
D. Quels scénarios du futur ?	37
6. Conclusions	39
7. Recommandations	40
A. Recommandations thématiques	40
Le pic pétrolier et le « peak everything ».....	40
Encadré : Recommandations de la force opérationnelle de la ville de Portland (USA) à propos du pic pétrolier.....	40
L'agriculture urbaine et péri-urbaine.....	40
Les zones rurales.....	40
Le foncier.....	41
Les semences.....	41
Les échanges commerciaux.....	41
La main d'œuvre.....	41
Réduire le gaspillage alimentaire.....	41
limiter et modifier la demande alimentaire.....	41
Le changement climatique.....	41
B. Principes généraux	41
Au niveau national et européen.....	41
Pour les collectivités locales.....	42
Pour les entreprises.....	42
Pour la recherche.....	42
Pour les agriculteurs.....	43
Pour les citoyens.....	43
Encadré : Principes de base destinés aux décideurs politiques.....	43
Remerciements et biographies	44

Résumé

La sécurité alimentaire n'est pas uniquement un problème d'agriculture. Elle oblige à repenser l'ensemble du système alimentaire : des champs aux supermarchés, puis à l'assiette et enfin à l'incinération des déchets.

Le système alimentaire européen est essentiellement **industriel**. Il permet aujourd'hui de nourrir une population dense et aussi d'exporter. Mais cela peut-il durer ?

Nous verrons dans cette étude que la sécurité alimentaire n'est pas un problème réservé aux pays du Sud.

> **Le premier apport de cette étude est de prendre comme objet principal l'ensemble du système alimentaire, et non plus seulement l'agriculture.**

Un cadre inquiétant

Les systèmes alimentaires industriels contribuent très largement à un ensemble de crises que subit notre planète et nos sociétés : le réchauffement climatique, la dégradation des écosystèmes et de la biodiversité, l'épuisement des énergies fossiles, la situation sociale des agriculteurs, la mauvaise santé des populations, et un gaspillage immense de nourriture.

Ces crises affectent en retour le système alimentaire industriel de manière inquiétante. Les menaces qui pèsent sur lui sont un climat et une économie de plus en plus instables, une réduction de la production d'énergies fossiles, de minerais et d'eau douce. Une autre menace vient de sa structure même, centralisée et interconnectée, très vulnérable aux chocs systémiques.

Toutes ces menaces interagissent, et peuvent provoquer un effet domino qui potentiellement déstabiliserait rapidement et globalement l'ensemble du système. Penser la sécurité alimentaire de l'Europe implique donc d'adopter une pensée systémique et transdisciplinaire, et de traiter les crises simultanément. Continuer des politiques de *statu quo* ou ne traiter qu'une crise, sans vision à long terme, met en danger la stabilité et la pérennité du système alimentaire industriel. Enfin, ces crises obligent à repenser l'ensemble du système alimentaire dans un temps relativement court.

> **Le deuxième apport de l'étude est d'avoir analysé les relations entre les crises qui menacent le système alimentaire industriel, d'en constater sa grande vulnérabilité, en particulier au regard du pic pétrolier et du changement climatique, d'inviter à prendre conscience d'un potentiel effet domino, et d'en conclure qu'il faut chercher des « solutions » systémiques très rapidement.**

Une proposition originale

Pour penser la structure et le fonctionnement des futurs systèmes alimentaires, il est proposé dans cette étude de se référer à des principes généraux de résilience.

La conception de systèmes alimentaires résilients s'appuiera sur les principes suivants : locaux, diversifiés, décentralisés, cycliques, transparents, ainsi que sur une grande cohésion sociale à une échelle locale.

Au niveau de la production (agriculture), elle devrait désormais être cadrée par deux principes fondamentaux : restaurer les écosystèmes et se limiter uniquement aux énergies renouvelables. On parlera donc d'agriculture « de réparation », et d'agriculture « solaire ».

Enfin, pour qu'un système alimentaire résilient se maintienne malgré ces crises, il est nécessaire que les consommateurs, qui tirent la demande, prennent conscience des mécanismes du système, ainsi que de ses limites. Sans cela, toute transition est impossible.

> **Le troisième apport est de proposer des principes généraux de résilience qui guideront les choix d'innovation et les propositions politiques. Les systèmes alimentaires, l'agriculture et la demande (les consommateurs) seront à l'avenir très économes en énergie, construits sur des petites structures décentralisées et conscientes des limites physiques de la planète.**

Un paysage radicalement nouveau

Appliquer ces principes transformera profondément l'aménagement de nos villes, qui sont aujourd'hui conçues sur des modes de fonctionnement totalement opposés (centralisation, transports à longue distance, gabegie énergétique, etc.). À l'avenir, il y aura d'abord une multitude de systèmes alimentaires de plus petites tailles et non plus un seul système dominant, les réseaux de distribution alternatifs seront bien plus courts apporteront aux citoyens les produits d'une agriculture urbaine émergente et très innovante. La production urbaine ne suffira toutefois pas à nourrir les citoyens, et nécessitera la (re)mise en culture et la sécurisation des ceintures péri-urbaines, ainsi que la revitalisation des campagnes.

Dans les zones rurales, le chantier est immense, puisque les exploitations devront fournir non seulement une production alimentaire régionale diversifiée mais, en absence d'énergies fossiles abondantes, produiront aussi des énergies renouvelables à partir de biomasse et d'énergie solaire. La descente énergétique annonce la fin des monocultures et du labour à grande échelle, et le retour d'une génération entière de nouveaux paysans. Les instabilités climatiques quant à elles favoriseront une agriculture qui privilégie les polycultures de plantes vivaces, dont principalement les arbres et les arbustes, qui, sans consommer beaucoup d'énergie, protègent et restructurent les sols et la biodiversité tout en produisant de bons rendements.

> **Le quatrième apport est de dessiner un cadre général pour la ville et les campagnes, qui prennent en compte les limites énergétiques, les risques climatiques et les exigences écologiques de l'environnement de demain. Ce cadre permettra de guider les futurs choix politiques, et de transformer l'imaginaire des acteurs du système alimentaire.**

Des graines déjà en place

Nous ne partons pas de rien, les graines du nouveau système alimentaire ont déjà été plantées. Le cadre de transition esquissé dans cette étude est en réalité déjà incarné sur le terrain. De multiples petites expériences alternatives, souvent à la marge et parfois économiquement viables, émergent partout autour du globe, là où la sécurité alimentaire vacille, et où des citoyens conscients des menaces décident d'agir collectivement.

Dans les pays industrialisés, même sans graves problèmes de famine, l'agriculture urbaine est en plein essor. Ses bénéfices ne sont pas uniquement alimentaires, ils sont aussi sociaux : cohésion sociale, amélioration du cadre de vie, création d'emplois, etc.

Dans les campagnes, les expériences d'une agriculture « post-pétrole » et « post-industrielle » sont assez isolées mais heureusement prometteuses, car très productives, sobres en énergie et économiquement viables.

Toutes ces expériences, invisibles car pionnières, s'insèrent parfaitement dans le nouveau cadre de transition développé dans cette étude. Ainsi, elles rendent crédibles ce cadre de pensée, et inversement, le cadre de pensée permet de les rendre plus visibles et compréhensibles par le public.

> **Le cinquième apport est de montrer que des expériences alternatives concrètes et crédibles existent et s'insèrent dans le cadre théorique développé dans l'étude. Ceci redonne espoir en la possibilité d'une transition et favorise le passage à l'action. Mais les initiatives sont encore fragiles, il convient donc de les soutenir et de favoriser leur émergence par des politiques publiques fortes.**

Quelle transition ?

La transition est ici vue comme le passage d'un système industriel dominant à de multiples systèmes très divers, plus autonomes en énergie, plus simples et plus locaux.

Sur le terrain, une transition a déjà démarré silencieusement depuis des années. Beaucoup d'agriculteurs ont déjà réduit leur

consommation d'énergie, d'engrais et de pesticides. Le nombre de fermes biologiques et agroécologiques, de marchés de producteurs locaux et de circuits courts type AMAP est en constante augmentation dans les pays industrialisés. Des consommateurs de plus en plus nombreux sont conscients de l'impact de leur nourriture sur l'environnement et privilégient les systèmes locaux. Mais si la transition a démarré aux marges du système, il faudra passer à la vitesse supérieure en commençant dès à présent une transition programmée, à une plus grande échelle et de manière bien plus officielle. Car le temps presse. Alors que nous avons le temps de commencer à construire un « développement durable » dans les années 70, à l'heure des bilans, nous n'avons aujourd'hui plus le temps. L'imminence de perturbations systémiques de grande ampleur obligent plutôt à construire rapidement des systèmes résilients.

Une telle transition comporte des obstacles de taille, comme le problème du changement des choix des consommateurs (la demande) ou le système de verrouillage de l'innovation technique (*lock-in*). Il faudra par ailleurs favoriser une multitude de systèmes agricoles sans imposer un seul modèle à l'ensemble des acteurs. Enfin, les décisions politiques devront se baser sur des scénarios prospectifs linéaires et quantitatifs, aussi bien que sur des scénarios de discontinuité, plus qualitatifs. S'adapter et se préparer aux deux est un facteur très important de résilience.

La nourriture, et plus précisément les systèmes alimentaires, possèdent cette capacité particulière de lier toutes les crises (climat, énergie, biodiversité, faim, cohésion sociale, économie, géopolitique, gouvernance, etc.). Entrer en transition par la voie des systèmes alimentaires apparaît donc comme un bon outil de mobilisation.

> **Le sixième apport est de penser la transition, et de discuter des principales difficultés qu'elle pourrait rencontrer.**

Recommandations

Pour réinventer des systèmes alimentaires plus résilients et qui fonctionneraient avec des ressources plus limitées et des énergies renouvelables, l'Europe, les gouvernements, les collectivités locales, les entreprises, le monde académique, les agriculteurs et les familles ont chacun-e un rôle à jouer. Des recommandations sont proposées pour tous ces niveaux d'actions.

Par ailleurs, nous proposons aussi des recommandations thématiques : sur le pic pétrolier, l'agriculture urbaine et péri-urbaine, les zones rurales, le foncier, les semences, les échanges commerciaux, la main d'œuvre agricole, le gaspillage de nourriture, la demande alimentaire et enfin le changement climatique.

Présentation de l'étude

A. Contexte

La spectre de la crise financière, économique et sociale de 2008 hante toujours les esprits. Le choc a fait trembler la structure économique des pays les plus riches et mis à jour une vulnérabilité que l'on croyait réservée aux autres continents. Et si la « crise » européenne durait ? Au vu des nouvelles du monde, il est plutôt légitime de se poser la question.

D'abord, on est surpris par la convergence et la magnitude des crises au niveau mondial : climat, énergie, pollutions, conflits, chômage, précarité, émeutes... Tout semble s'accélérer et converger vers des tensions de plus en plus palpables, y compris en Europe. Ensuite parce que cela *est en train d'arriver*. Dès les années 70, les écologues, les écologistes et certains économistes hétérodoxes ont annoncé des catastrophes à venir. Or, ces catastrophes globales, telles que le climat, les pollutions, la perte de biodiversité ou la fin du pétrole bon marché, sont déjà là. Désormais, la question n'est plus de savoir comment les éviter, mais comment s'y adapter.

Au siècle dernier, le développement de l'agriculture industrielle, puis de la révolution verte, ont permis de tripler les rendements agricoles moyens par hectare. Le système alimentaire industriel réussit ce pourquoi il a été conçu : approvisionner les marchés internationaux, produire des rendements très élevés pour un petit nombre d'espèces végétales et animales, et produire d'immenses profits à court terme. En 2007, 18% de la production mondiale de viande et 17% de la production de céréales ont été produits en Europe. C'est l'une des régions les plus productives du monde : les rendements de céréales sont en moyenne 40% plus hauts que la moyenne mondiale¹. Mais le fonctionnement de ce type de système alimentaire est conditionné par deux postulats : une disponibilité illimitée en énergies fossiles bon marché et une stabilité du climat. Or, ces deux postulats sont aujourd'hui largement remis en cause, ce qui permet, au moins, de se poser la question de la viabilité d'un tel système alimentaire.

Or, la sécurité alimentaire de l'Europe dépend entièrement du système alimentaire industriel², c'est-à-dire de l'ensemble de la filière, allant du champ à la décharge en passant par le supermarché et l'assiette.

Dès lors, si les crises s'amplifient, y a-t-il un risque que l'Europe ne mange plus à sa faim ? Cela peut paraître décalé, voire absurde d'aborder le thème de la sécurité alimentaire dans une région industrialisée qui n'a pas souffert de grande famine depuis plus de 60 ans et dont les taux d'obésité ne font qu'augmenter. Cela peut même paraître obscène alors que des millions de personnes ne mangent pas à leur faim sur d'autres continents. La FAO estime

à 850 millions le nombre de personnes souffrant de sous-nutrition, et deux milliards de malnutrition³. En réalité, ce sont les deux faces d'une même pièce : le système alimentaire industriel du Nord fabrique l'insécurité alimentaire du Sud, et, comme nous allons le voir, crée aussi les conditions de sa propre vulnérabilité.

La sécurité alimentaire⁴ n'est donc pas une question résolue, loin de là. En 2008, des émeutes de la faim ont éclaté dans pas moins de 35 pays, mais pas en Europe. Qu'en sera-t-il lors des prochaines crises économiques sachant que les États n'auront pas éternellement la capacité de renflouer les banques, que la population mondiale continue d'augmenter, que les rendements agricoles plafonnent, que les écosystèmes se dégradent dangereusement, que la production de pétrole stagne, et que le climat n'en finit pas de s'emballer ?

Cette étude est née du constat que dans la presse ou dans le monde académique, les analyses de nos systèmes alimentaires sont souvent partielles et cloisonnées à une ou quelques disciplines. On parle d'énergie sans mentionner la biodiversité, on s'alarme du climat en oubliant le pétrole, on rêve de nouvelles technologies en cachant que les crises économiques amputent des budgets de recherches, etc. Les analyses systémiques sont assez rares. C'est précisément ce que nous avons souhaité développer. Parallèlement à ce constat accablant, une multitude d'expériences originales et alternatives germent aux marges du système alimentaire industriel, mais trouvent bien souvent des difficultés pour se pérenniser. Certaines formes d'agriculture non-conventionnelles comme l'agriculture biologique, la biodynamie, l'agroécologie, la permaculture ou l'agriculture urbaine, prennent leur envol et gagnent en crédibilité ; des réseaux de distribution alternatifs se structurent, généralement en circuits courts ; d'autres formes de consommation ou même de gestion des déchets, comme le compostage de quartier, font également leur apparition. C'est la troisième face de cette étude : analyser le potentiel de résilience de ces expériences émergentes.

B. Structure et limites

L'étude a donc pour but de d'abord faire le tour des crises et de les reconnecter entre elles. Ainsi, en adoptant une vision plus systémique de la situation, et à la lumière des dernières publications scientifiques, nous évaluerons à la fois les risques que fait peser notre système alimentaire sur la société et sur l'environnement, et inversement, les risques qu'il encoure du fait de sa vulnérabilité.

Grâce à cette première partie, nous pourrions donc commencer à imaginer des chemins de transition, c'est-à-dire d'abord établir des principes généraux de résilience qui nous guideront dans la conception des futurs systèmes alimentaires.

¹ FAOSTAT (2007).

² Un système alimentaire inclut « tous les processus impliqués dans l'alimentation d'une population, ce qui comprend les intrants nécessaires, ainsi que les produits et services générés à chaque étape de la chaîne de la valeur. Les systèmes alimentaires opèrent dans un contexte social, politique, économique et environnemental donné, qui les influencent en retour ». Voir Goodman, 1997. World-scale processes and agro-food systems: critique and research needs. *Review of International Political Economy*, 4, 4.

³ FAO, World Food Programme, International Fund for Agricultural Development, (2012) *The State of Food Insecurity in the World 2012: Economic Growth Is Necessary But Not Sufficient to Accelerate Reduction of Hunger and Malnutrition*.

⁴ Définition de la FAO : (i) la disponibilité d'aliments en quantités suffisantes et de qualité appropriée, fournie par la production nationale ou des importations, (ii) l'accès des individus aux ressources adéquates (droits) d'acquiescer des aliments appropriés pour un régime alimentaire nutritif, (iii) l'accès à une alimentation adéquate de l'eau potable, l'assainissement et les soins de santé, pour atteindre un état de bien-être nutritionnel où tous les besoins physiologiques sont remplis, et (iv) la stabilité, parce que pour être en sécurité alimentaire, une population, des ménages ou des individus doivent avoir accès à une alimentation adéquate en tout temps.

La troisième partie sera consacrée à la question urbaine : quelles pistes avons-nous pour repenser la sécurité alimentaire dans les villes ? Quel est le potentiel de l'agriculture urbaine ?

La quatrième partie abordera brièvement les grands changements qui auront lieu en dehors des villes, dans les campagnes. Les changements (voulus ou non) seront si profonds que le paysage et les pratiques agricoles en seront totalement bouleversés.

Avant de conclure et de proposer des recommandations politiques, nous discuterons dans une cinquième partie de la notion de transition, de sa pertinence et de sa faisabilité.

Nous avons choisi d'étudier la question de l'avenir de l'alimentation européenne indépendamment des contingences politiques à court terme, et en particulier des discussions autour de la nouvelle PAC. Ceci afin de pouvoir projeter des logiques et une imagination loin dans le temps, sans refuser *a priori* d'idées considérées comme incongrues, atypiques ou même anachroniques.

Cet exercice prospectif ne propose malheureusement pas de modèle quantitatif et chiffré, il se contente d'arguments qualitatifs et de descriptions d'expériences qui ont pour seul but de transformer l'imaginaire. Il se propose surtout d'explorer un scénario non-

linéaire de l'avenir, ce qui est très rarement abordé dans ce genre de travaux. Enfin, il aborde un problème d'une extrême complexité en un nombre très réduit de pages. Malgré toute la rigueur qu'il est possible de mettre en notes de bas de page, certaines parties de l'étude ne manqueront pas d'apparaître à certains comme peu subtiles ou peu rigoureuses. Puissent ces critiques permettre d'amorcer des débats, qui, il faut le souligner, font terriblement défaut lorsqu'il s'agit de penser des politiques de long terme.

Néanmoins, l'aspect systémique du constat (accablant) et de l'objet d'étude (le système alimentaire), la prise en compte d'un scénario de discontinuité, ainsi que la compilation d'expériences de terrain, font de ce rapport un objet original. Les chemins de transition proposés surprendront probablement plus d'un lecteur, comme elles m'ont surprises lors de mes recherches et de la rédaction de ce rapport. Celui-ci n'est qu'une invitation à entamer des recherches plus avancées et à élaborer des propositions politiques de plus en plus concrètes.

Nous ne nous adressons pas ici uniquement aux agronomes et aux experts des questions agricoles. Cette étude s'adresse à tous les citoyens et les élus touchés par la question de l'alimentation, c'est-à-dire globalement toutes les personnes à qui il arrive de manger au moins une fois par jour.

1. La sécurité alimentaire... en Europe ?

A. Tout repose sur le système alimentaire industriel

L'alimentation européenne est dominée par un type de système alimentaire particulier : le système industriel. Dans presque tous les pays européens, les grandes classes paysannes ont disparu, l'agriculture utilise massivement des variétés hybrides, des fertilisants, des pesticides et des herbicides de synthèse, ainsi qu'une mécanisation lourde. La distribution dépend des transports de marchandises à longue distance (avion, bateau, train, camions), des marchés internationaux, des banques, des industries de conditionnement, des chaînes du froid, et des systèmes de grande distribution. En aval de l'assiette, les déchets sont gérés par des systèmes de collecte, de traitement et d'incinération de grande taille et consommateurs d'énergie.

Avant la révolution industrielle, un agroécosystème fonctionnait en circuit relativement clos. Le paysan fournissait la force de travail, souvent avec ses animaux, puis transformait et commercialisait une partie de sa production. Il bénéficiait de l'apport de l'énergie du soleil et fournissait lui-même de l'énergie à son système. Il se nourrissait de sa production et faisait bénéficier la société des

surplus d'énergie produits par son agroécosystème. Aujourd'hui, un agriculteur nourrit beaucoup plus de personnes, mais il n'est plus le seul à le faire. Il faut compter les ingénieurs qui fabriquent les machines et ceux qui puisent le pétrole, les chercheurs en agronomie, en chimie, en génétique, les fonctionnaires du ministère de l'agriculture et des centres de recherche, les employés des banques, les transporteurs, les industriels de la transformation, les caissières de supermarché, etc. Tout ce système alimentaire complexe a pu être mis en place et se maintenir grâce à un apport très important et constant d'un nouveau type d'énergie : les énergies fossiles.

B. Un système toxique

Contribue au réchauffement climatique

Il est désormais certain que le climat se réchauffe à cause de l'émission de gaz à effet de serre produits par l'activité humaine, et principalement la combustion de charbon, pétrole et gaz naturel⁵. La température moyenne globale a augmenté de 0,85°C depuis 1880, et la tendance s'est accélérée depuis 60 ans. Selon les estimations du GIEC, si les combustions continuent au rythme actuel, il y a des chances⁶ pour que l'augmentation des températures soit

⁵ Selon le dernier rapport du GIEC publié le 27 septembre 2013 (certitude très élevée de 95%). Voir aussi Cook, J. et al. (2013). Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature. *Environmental Research Letters*, n°8, p. 024024.

⁶ Il y a entre 66% et 100% de chances que cela arrive.

comprise entre + 0,3°C et + 4,8°C pour la période 2081-2100, par rapport à la période 1986-2005⁷. Cela concerne donc les petits-enfants des plus jeunes d'entre nous. La banque mondiale a publié en novembre 2012 un rapport sur les conséquences réellement catastrophiques qu'auraient une augmentation de + 4°C sur l'ensemble de la vie sur Terre – et *a fortiori* sur l'humanité, et sur l'absolue nécessité d'éviter un tel scénario⁸.

Un réchauffement climatique provoquera (et provoque déjà) des vagues de chaleur plus longues et plus intenses, comme celles qu'ont subies récemment la Russie, l'Australie ou les États-Unis⁹ ; des tempêtes plus fréquentes et violentes ; des dommages majeurs aux villes côtières dus à l'élévation du niveau des mers (entre + 0,18 m et + 4 m)¹⁰ ; des pénuries d'eau dans les parties densément peuplées¹¹ ; des diminutions de rendements agricoles (voir section 1.C.) ; des pertes économiques, des troubles sociaux et de l'instabilité politique¹² ; la propagation de maladies contagieuses¹³ ; l'expansion de ravageurs et de nuisibles¹⁴ ; des dégâts irréversibles et graves à des écosystèmes uniques¹⁵ ; et l'extinction de 12 000 à 14 000 espèces vivantes avant 2100 dans un scénario optimiste (+ 1,5 à + 2,5°C)¹⁶, mais il faudrait multiplier par 10 ce chiffre si l'on tient compte des autres crises et des interactions entre les espèces.

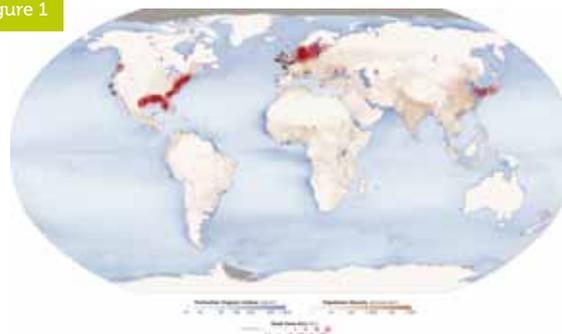
L'agriculture est responsable d'une grande proportion des émissions de gaz à effet de serre : par la déforestation (17 % des émissions), le rejet de méthane de l'activité d'élevage (14,3 %) ou la production d'engrais par le rejet de protoxyde d'azote (7,2%)¹⁷.

Détruit les écosystèmes

L'activité agricole a déjà transformé plus de 70 % des prairies, 50 % des savanes, 45 % des forêts tempérées et 27 % des forêts tropicales¹⁸ du globe. Les cultures occupent 12 % des terres émergées (non-recouvertes de glaces) et les pâturages 26 % (les villes occupent 3%)¹⁹.

L'expansion de l'agriculture a de graves conséquences sur les écosystèmes naturels, la biodiversité et les sols²⁰. « Des traces de pesticides et les polluants industriels sont régulièrement trouvés dans des échantillons de sol ou d'écorce d'arbres de presque toutes les forêts dans le monde, dans la graisse des baleines et des ours polaires, dans les poissons de la plupart des rivières et des océans,

Figure 1



Les zones mortes aquatiques sont causées par des pollutions graves en nitrates et en phosphates. Les cercles rouges indiquent l'emplacement et la taille des zones mortes. Les points noirs indiquent les zones mortes dont la taille est inconnue. L'Europe est particulièrement concernée. Dans les zones mortes en eau profonde, l'oxygène dissous est si faible que les êtres vivants ne peuvent plus survivre. La taille et le nombre de ces zones mortes ont connu une croissance explosive au cours des 50 dernières années. Source : NASA Earth Observatory.

ainsi que dans les cordons ombilicaux des nouveau-nés »²¹. Il y a désormais très peu d'endroits sur terre où l'on n'en détecte pas.

L'agriculture a largement contribué à modifier les grands cycles biogéochimiques de l'azote et du phosphore. Pour l'azote, quoi qu'il arrive, nous ne retrouverons jamais l'état d'équilibre qui précédait la révolution industrielle²². Les pollutions à l'azote provoquent des proliférations d'algues, qui créent des « zones mortes » [voir Figure 1], et causent des dégâts très importants en Europe²³ ou même en Chine²⁴. La rémanence des fertilisants azotés dans le sol est très longue, polluant ainsi les nappes phréatiques pendant des années. Il est aussi important de souligner que sans l'apport d'azote, l'agriculture industrielle ne produirait pas la moitié de ce qu'elle produit actuellement²⁵.

En 2005, il a été extrait 17,5 millions de tonnes de phosphates des mines, dont 14 millions ont été utilisées comme engrais agricoles. De cette quantité d'engrais, 8 millions (soit près de 60 %) ont été perdus par érosion ou lessivage dans les sols. L'excès de phosphates dans les eaux est toxique pour la santé humaine, et favorise le développement de cyanobactéries qui sont aussi dangereuses pour la santé des humains, du bétail et des poissons. De plus, cette pollution est extrêmement onéreuse à réparer²⁶.

7 IPCC (2007) *Fourth Assessment Report (AR4)*.

8 World Bank (2012) *Turn Down The Heat: Why a 4°C Warmer World Must be Avoided*, 84 p.

9 Une étude montre même que dans certaines régions actuellement peuplées, l'être humain ne pourrait même plus y survivre à partir de 2100. Voir Sherwood, S. C. & Huber, M. (2010) An adaptability limit to climate change due to heat stress. *Proceedings of the National Academy of Science* n°107, p. 9552-9555.

10 Rahmstorf, S. (2007) A semi-empirical approach to projecting future sea-level rise. *Science* n°315, p. 368-370. ; Solomon, S. et al. (2011) *Climate Stabilization Targets: Emissions, Concentrations, and Impacts of Decades to Millennia*. National Academies Press.

11 Dow, K. & Downing, T. E. (2007) *The Atlas of Climate Change*. University of California Press.

12 Steinbruner, J. D. et al. (eds.). (2012) *Climate and Social Stress: Implications for Security Analysis*. National Academies Press.

13 WHO (2013) *Climate change and health*. World Health Organization Fact Sheet 266.

14 Kurz, W. A. et al. (2008) Mountain pine beetle and forest carbon feedback to climate change. *Nature*, n° 452, p. 987-990.

15 Lire par exemple Choat, B. et al. (2012) Global convergence in the vulnerability of forests to drought. *Nature*, 752-756.

16 Solomon, S. et al. (2007) op.cit. ; Dow, K. & Downing, T. E. (2007) op.cit. ; Hughes, J. B. et al. (1997) Population Diversity: Its Extent and Extinction. *Science* n°278, p. 689- 692.

17 Allen, M. R., et al. (2009). Warming caused by cumulative carbon emissions towards the trillionth tonne. *Nature*, n°458, p. 1163-1166.

18 Ramankutty, N et al. (2008) Farming the planet: 1. Geographic distribution of global agricultural lands in the year 2000. *Glob. Biogeochem. Cycles* n°22, pGB1003.

19 Foley, J. A. et al. (2005) Global consequences of land use. *Science* n°309, p. 570-574. ; Foley, J. A. et al. (2011) Solutions for a cultivated planet. *Nature* n°478, p. 337-342

20 Tilman, D. et al. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, n°418, p. 671-677. ; Foley, J. A., et al. (2005). Global consequences of land use. *Science*, n°309, p. 570-574.

21 Barnosky A.D. et al. 2013. *Scientific Consensus on Maintaining Humanity's Life Support Systems in the 21st Century: Information for Policy Makers*, Rapport de 52 pp. Disponible sur <http://mahb.stanford.edu>

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

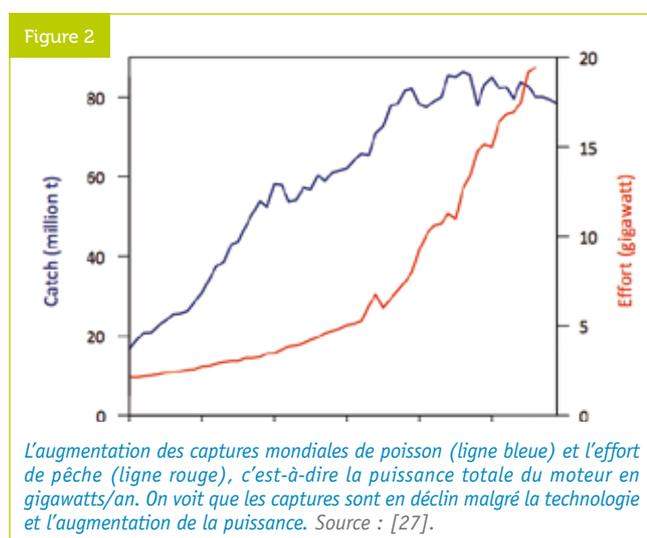
23 Galloway, J. N. et al. (2008). Transformation of the nitrogen cycle: recent trends, questions, and potential solutions. *Science*, n°320, p. 889-892. ; Galloway, J. N. et al. (2004). Nitrogen cycles: past, present, and future. *Biogeochemistry*, n°70, p. 153-226. ; Sutton, M. A., et al. (Eds.). (2011).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

24 Liu, X., et al. (2013). Enhanced nitrogen deposition over China. *Nature*. n°494, p. 459-462.

25 Smil, V. (2011). Nitrogen cycle and world food production. *World Agriculture*, n°2, p. 9-16.

26 Bennett, E., & Elser, J. (2011). A broken biogeochemical cycle. *Nature*, n°478, p. 29-31. ; Childers, D. L., et al. (2011). Sustainability challenges of phosphorus and food: solutions from closing the human phosphorus cycle. *BioScience*, n°61, p. 117-124.

La pêche industrielle est un facteur essentiel de destruction des écosystèmes marins. Et les stocks s'épuisent. À l'échelle de la planète, la quantité de poissons pêchés a plafonné dans les années 80 à 100-120 Mt/an malgré des techniques toujours plus efficaces²⁷. Un rapport de la FAO portant sur les stocks de 445 espèces de poissons estime que 53% des stocks sont exploitées à leur maximum, 28% sont surexploitées et 3% sont épuisés²⁸. En Europe du Nord, les stocks sont en voie de stabilisation, mais le rythme de prélèvement actuel ne permet pas de les reconstituer. Selon une étude datant de 2010, même avec un arrêt total de la pêche en Europe du Nord, 22% des stocks resteraient en dessous des seuils minimum fixés pour 2015 par la convention des Nations Unies de 2002²⁹ [voir Figure 2]. Or, la pêche est un facteur primordial de la sécurité alimentaire européenne. Pour trouver des stocks de poissons il faut aujourd'hui aller toujours plus loin et plus profond, et avec des techniques de plus en plus néfastes pour les autres espèces des écosystèmes marins. La tendance est aujourd'hui à l'élevage intensif, mais l'alimentation qu'il faut fournir aux poissons d'élevage entre directement en concurrence avec l'alimentation humaine et le bétail.



Enfin, directement ou indirectement, l'agriculture participe à la destruction de la biodiversité. Les extinctions biologiques sont d'autant plus graves qu'elles sont irréversibles. Les spécialistes n'hésitent pas à parler désormais de la « sixième extinction massive » de l'histoire de la vie sur Terre³⁰. En plus d'une valeur émotionnelle et esthétique incalculable, les pertes économiques sont démesurées : 40% de l'économie mondiale et 80% des besoins des plus pauvres dépendent directement de ressources biologiques. Dans de nombreux pays, une grande partie de l'activité économique et des emplois dépendent par exemple des forêts ou des stocks de poissons. Rappelons cette évidence : l'ensemble des autres espèces vivantes et plus largement les écosystèmes fournissent des services essentiels à la survie de l'humanité, tels que la stabilisation du climat, la régulation et la purification de l'eau, la protection des sols, la pollinisation des plantes, le recyclage des déchets, la production de médicaments, de la nourriture, la régulation des maladies, etc.

L'agriculture n'est pas la seule responsable de la disparition de la biodiversité, on peut aussi accuser les systèmes de transport terrestre, maritime et aérien, le système d'extraction et de transport des matières premières, etc.

Condamne les agriculteurs

Dans un pays émergent, lorsque le système alimentaire passe d'un niveau local à un niveau global et mondialisé, les premiers à disparaître sont les petits paysans. Excepté durant les années 70-80, l'agriculture conventionnelle s'est globalement développée au détriment de l'emploi agricole. En Europe, il y a eu en à peine deux siècles, une diminution impressionnante du nombre d'agriculteurs. Par exemple pour la France, à la veille de la révolution française, les paysans représentaient environ 60% de la population. En 2010, les agriculteurs ne constituent plus que 2,9% de la population active (4% pour l'Europe des 25)³¹. La taille des exploitations tend donc à s'agrandir, et les inégalités se creusent entre les petites et les grandes exploitations. Les agriculteurs actifs sont aujourd'hui assez vieux, et les jeunes ont de grandes difficultés à s'installer.

Par ailleurs, le prix de vente de certains produits, comme le lait, ne permet plus de rémunérer correctement les agriculteurs, et il devient souvent difficile de vivre correctement du métier d'agriculteur. Le système industriel, largement subventionné par la Politique Agricole Commune, contribue à faire disparaître les petits agriculteurs européens, tout favorisant les grandes exploitations³². Ailleurs, à cause de la libéralisation du commerce et de la compétition directe avec les petites exploitations non-industrielles du Sud, l'agriculture du Nord a vite fait d'asphyxier les petites paysanneries du monde entier.

Met en danger la santé des populations

Depuis quelques années, on peut lire une littérature scientifique très abondante sur les conséquences des produits chimiques de synthèse sur la santé humaine. Parmi ces produits sont présents les pesticides et les engrais. L'exposition à ces produits se fait indirectement via la nourriture ou les eaux, et par contact direct pour les agriculteurs. On sait aujourd'hui que l'exposition à certains produits chimiques de synthèse durant le stade embryonnaire modifie l'expression des gènes et donc altère la santé, la morphologie et la physiologie des futurs adultes : baisse de fertilité, obésité, comportement altéré, etc.³³ Mais en plus des problèmes d'exposition à fortes doses, il y a le problème de l'exposition chronique à des très faibles doses, ce qui concerne potentiellement presque tout le monde sur terre.

En plus de produire des substances toxiques, les circuits de distribution des systèmes alimentaires industriels causent des « externalités négatives » non négligeables sur l'environnement et la santé des populations, tels que des accidents de la route ou des pollutions dues au transport de marchandise.

27 Worm, B., & Branch, T. A. (2012). The future of fish. *Trends in ecology & evolution*, n°27, p. 594-599.

28 FAO (2010). *The state of world fisheries and aquaculture*.

29 Froese, R., & Proelß, A. (2010). Rebuilding fish stocks no later than 2015: will Europe meet the deadline?. *Fish and Fisheries*, n°11, p. 194-202.

30 Barnosky, A. D. et al. (2011). Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature*, n°471, p. 51-57.

31 Site de la commission européenne, consulté en novembre 2012. <http://ec.europa.eu>

32 Steel, C. (2008). *Hungry city: how food shapes our lives*. Random House. p. 98.

33 Vandenberg (2012), cité par Guillette, L. J., & Iguchi, T. (2012). Life in a contaminated world. *Science*, n°337, p. 1614-1615.

Au niveau de l'assiette, en plus des pesticides, la « malbouffe » constitue une grave atteinte à la santé des populations : *fast food*, trop de sel, trop de graisses, trop de sucres (+ 25 % par rapport à la dose conseillée³⁴), et trop de protéines (+ 45 %). Cette modification de notre régime alimentaire a joué un rôle clé dans l'augmentation de la prévalence des maladies chroniques d'origine nutritionnelle considérées comme évitables : obésité, diabète, maladies cardiovasculaires, cancers et ostéoporose principalement³⁵. Manger serait devenu aussi dangereux que fumer ! Ainsi, même si l'espérance de vie augmente globalement grâce aux importantes quantités de nourriture que le système alimentaire industriel produit, et aux progrès de la médecine, on constate paradoxalement une baisse de l'espérance de vie en bonne santé³⁶ : on vit plus vieux, mais on est de plus en plus malade. Autrement dit, notre société provoque de plus en plus de maladies, et la médecine maintient plus longtemps les malades en vie.

Plus subtil encore, certaines aires géographiques ont désormais ceci de particulier que leurs habitants rencontrent des difficultés pour accéder à de la nourriture saine. Ce sont le plus souvent des zones résidentielles où, faute d'approvisionnement à moins de deux kilomètres, et sans moyen de transport, les plus précarisés n'ont accès qu'à des chips, des confiseries industrielles, quelques conserves et des sodas. On parle de « déserts alimentaires » (*food deserts*). Le gouvernement américain a même dressé une cartographie de ces zones³⁷. Ce phénomène se développe à grande vitesse en Europe, rendant ainsi les consommateurs, et particulièrement les classes précaires, dépendantes de la voiture, donc du prix de l'énergie. C'est un facteur de vulnérabilité de la population.

Génère un immense gaspillage

Bien qu'assez difficile à chiffrer, la part de la production agricole alimentaire consommable qui n'atteint jamais les estomacs est impressionnante, aussi bien dans les pays développés que dans les pays émergents. Au niveau mondial, une étude datant de janvier 2013 estime que 30 à 50 % (soit 1,2 à 2 milliards de tonnes) de toute la nourriture produite est gaspillée³⁸. Un rapport de la FAO³⁹ paru en septembre 2013 estime ces pertes à 1,6 milliards de tonnes par an (soit 30 % de ce qui est produit). Plus de la moitié des pertes ont été enregistrées dans les phases de production, de récoltes et de stockage, et se situent majoritairement dans les pays émergents. Le reste relève du gaspillage alimentaire concerne la préparation, la distribution et la consommation, et touche particulièrement les pays riches.

Ces pertes coûtent chaque année à l'économie mondiale 565 milliards d'euros, et à la planète l'équivalent de trois fois le lac Léman en eau⁴⁰ et un tiers de la surface agricole terrestre. Les émissions de gaz à effet de serre dégagées chaque année par la production de ces denrées perdues représentent ce qu'émettent les États-Unis ou la Chine en six mois. Aux États-Unis, le gaspillage alimentaire

par habitant a augmenté de 50 % depuis 1974⁴¹ et atteint plus de 1400 kcal/pers./jour⁴². Cela représente plus d'un quart de la consommation totale d'eau douce du pays et l'équivalent de 300 millions de barils de pétrole par an.

Dans les pays du Nord, les gaspillages se produisent majoritairement au niveau du consommateur et de la distribution, et touchent les produits les plus périssables (fruits et légumes). À la consommation, entre un tiers et la moitié de ce qui est acheté dans les pays riches est ensuite jeté. Gaspiller en fin de chaîne alimentaire est d'autant plus nocif que cela inclut toute l'énergie solaire, fossile et humaine qu'il a fallu dépenser pour apporter les aliments en bout de chaîne. Et c'est sans compter le plus absurde des gaspillages : la nourriture que l'on mange et *que l'on n'aurait pas dû manger*.

Les causes d'un tel gaspillage sont connues et diverses⁴³. On trouve par exemple les promotions et les techniques de vente agressives qui encouragent à acheter des quantités excessives, les produits agricoles qui n'entrent même pas dans la chaîne (30 % des légumes de Grande-Bretagne ne sont même pas récoltés) parce qu'ils ne correspondent pas exactement aux standards du marché, les supermarchés qui jettent aussi beaucoup de produits parfaitement comestibles car ils ne correspondent plus aux standards, les consommateurs qui ne savent pas lire les étiquettes, des chaînes du froid pas assez efficaces, ou la complexité et la structure des chaînes alimentaires (centralisation des cuisines, manque de communication, etc.). En bout de chaîne, 55 % des gaspillages dans les foyers sont dus au dépassement des dates de péremption, et 42 % sont des restes cuisinés et non mangés.

Selon la FAO, la réduction des pertes agricoles et alimentaires pourrait largement contribuer à atteindre l'objectif d'augmentation de 60 % des denrées disponibles pour répondre aux besoins de la population mondiale en 2050.

C. Un système vulnérable

L'une des plus fatales erreurs de notre temps est de croire que le « problème de la production » a été résolu⁴⁴

Vulnérable à l'instabilité du climat

Sur l'ensemble du système alimentaire, c'est surtout au niveau de la production (agriculture) que le changement climatique aura le plus de conséquences. La tendance mondiale qui se dessine est robuste et cohérente : le changement climatique provoque des baisses de production. Il bouscule la stabilité des grands systèmes alimentaires en raison de la plus grande variabilité à court terme de l'offre⁴⁵, ainsi que les plus petits systèmes alimentaires où les communautés agricoles dépendent souvent de leur propre production.

34 INCA : Etude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires (INCA1 en 1998-1999 et INCA2 en 2006-2007).

35 D'après un rapport commun à l'OMS et à la FAO publié en 2002, *Alimentation, nutrition et prévention des maladies chroniques*.

36 Le nombre d'années que l'on peut espérer vivre en bonne santé ou sans incapacité, au sein de l'espérance de vie.

37 www.ers.usda.gov/data/fooddesert/fooddesert.html

38 Institution of Mechanical Engineers (2013) *Global food : Waste not, want not*. Disponible sur www.imeche.org

39 FAO (2013) *Food wastage footprint: Impacts on natural resources*. Rome, 61 p.

40 Gilles van Kote (2013) Le gaspillage alimentaire à l'origine d'un gâchis écologique. *Le Monde*, édition du 11 septembre.

41 Hall, K. D., et al. (2009). The progressive increase of food waste in America and its environmental impact. *PLoS One*, n°4, p. e7940.

42 Selon la FAO, le niveau minimum de besoins énergétiques d'une personne ayant une activité légère oscille entre 1 720 et 1 960 cal/jour/personne selon le pays.

43 FAO (2013) op. cit. & Steel C. (2008) op. cit. p. 262.

44 Schumacher, E.F. (1973), *Small is beautiful*, Blond Briggs, cité par Steel, C. (2008). p. 49.

45 Wheeler, T., & von Braun, J. (2013). Climate change impacts on global food security. *Science*, n°341, p. 508-513.

Les effets du climat sur la sécurité alimentaire dépendent fortement des régions. Des vagues inattendues de chaleur, de précipitations ou de sécheresse sont attendues, mais de manière générale, il fera plus sec dans les régions déjà sèches, et plus humide dans les régions déjà humides. La disponibilité en eau potable deviendra un facteur limitant, eu égard à la croissance de la population et de la demande mondiale, particulièrement en Afrique, au Moyen-Orient et en Asie du Sud. On attend enfin une augmentation des phénomènes extrêmes, tels qu'ouragans, inondations et sécheresses. En réalité, ces événements extrêmes ont *déjà* lieu, et ont causé d'importantes pertes ces 10 dernières années⁴⁶. Par exemple, les épisodes de sécheresse de 2010 en Russie ont amputé de 25% la production et de 15 milliards de dollars l'économie (1% du PIB), obligeant même le gouvernement à renoncer cette année-là à des exportations⁴⁷.

Sur l'ensemble du globe, depuis 1980, les productions de maïs et de blé ont reculé de 3,8% et de 5,5% respectivement par rapport à une simulation sans changement climatique⁴⁸. Entre 2000 et 2050, sur une fourchette de + 1.8°C à + 2.8°C, les rendements du blé industriel pourraient chuter de 14% à 25%, ceux du maïs de 19% à 34%, et du soja de 15% à 30%. Par ailleurs, les auteurs de cette étude montrent que si des mesures d'adaptation sont mises en place à temps, les pertes sont significativement réduites⁴⁹. Le scénario AR4 de 2007 du GIEC indiquait que les rendements globaux pourraient augmenter avec une température de + 1°C à + 3°C. Mais depuis 2007, des études ont montré qu'au-delà d'une certaine température, les tendances s'inversaient. Ces effets non-linéaires ont par exemple été observés sur le maïs, le soja et le coton : les rendements augmentent jusqu'à une température de 29°C pour le maïs, 30°C pour le soja, et 32°C pour le coton, et au-delà de ces seuils critiques, les rendements peuvent chuter jusqu'à - 82% suivant le scénario climatique⁵⁰. Il ne faudrait donc absolument pas dépasser des seuils globaux de + 3 à + 4°C.

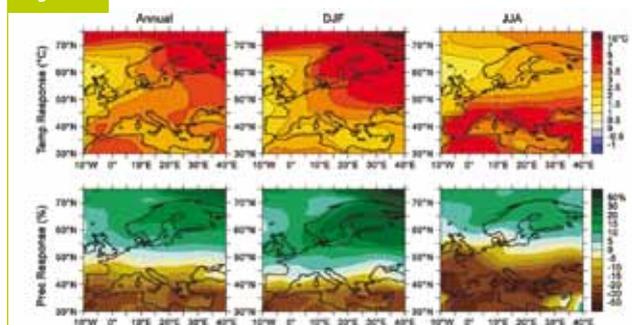
D'autres études indiquent que l'augmentation de CO₂ (et de température) peut pour certaines plantes et dans certaines conditions augmenter les rendements. Cependant, cette hausse sera non seulement très variable géographiquement, mais elle pourrait être rattrapée par les pertes de rendements causées par les événements extrêmes ou des facteurs combinés⁵¹. Sans compter qu'à partir de + 4°C, les effets du CO₂ sont très incertains⁵².

La hausse du niveau de la mer aura également un impact sur l'agriculture rendant les principaux deltas impraticables (Bangladesh, Egypte, Vietnam ou Afrique de l'Ouest).

Les effets du changement climatique sur l'Europe sont directs et indirects. Indirects car les marchés internationaux et les chaînes d'approvisionnements seront touchées. Des épidémies, famines et déplacements de populations modifieront la géopolitique mondiale et toucheront donc économiquement et socialement l'Europe. Toujours dans les effets indirects, l'Europe dépend des importations de maïs et de soja des États-Unis. Mais alors que ces derniers produisent 41% de la production mondiale de maïs et 38% de la production de soja, comme nous l'avons vu, les rendements risquent de chuter à partir de seuils critiques de température.

Enfin, il y aura des effets directs sur l'Europe [voir Figure 3]. Au Nord de l'Europe, les précipitations seront plus intenses et les hivers plus chauds⁵³. Les rendements et les surfaces cultivables sont donc susceptibles d'augmenter, mais les risques d'inondations aussi⁵⁴. Au sud de l'Europe, on attend des pénuries d'eau et des événements climatiques extrêmes (chaleur, sécheresse et tempêtes) plus fréquents⁵⁵. Globalement, les rendements de blé ont eu tendance à stagner ces 20 dernières années, ce qui indique que le changement climatique peut jouer un rôle plus important que le progrès technologique⁵⁶. Par ailleurs, les rendements ont été de plus en plus variables à cause des événements climatiques extrêmes. La vague de chaleur de 2003, par exemple, a coûté 13 milliards d'euros au secteur agricole européen⁵⁷. Pour le maïs, les périodes de stress hydrique intense augmenteront de 18 à 25% d'ici 2050⁵⁸. Le débit annuel du Danube, par exemple, pourrait diminuer de 40 à 80%⁵⁹. D'autres effets ont aussi été recensés, comme une baisse de la disponibilité de poissons dans les zones de pêches⁶⁰, ou des changements dans la gamme des ravageurs et des maladies des cultures⁶¹.

Figure 3



Changements des températures et des précipitations en Europe pour le scénario A1B du GIEC (2007). La ligne du dessus concerne la différence de température entre 1980-1999 et 2080-2099 pour la moyenne annuelle, l'hiver et l'été. Dans la deuxième ligne, il s'agit des différences de précipitations. Source : [53].

46 Coumou, D., & Rahmstorf, S. (2012). A decade of weather extremes. *Nature Climate Change*, n°2, p. 491-496.
 47 Barriopedro, D., et al. (2011). The hot summer of 2010: redrawing the temperature record map of Europe. *Science*, n°332, p. 220-224.
 48 Lobell, D. B., et al. (2011). Climate trends and global crop production since 1980. *Science*, n°333, p. 616-620.
 49 Deryng, D., et al. (2011). Simulating the effects of climate and agricultural management practices on global crop yield. *Global Biogeochemical Cycles*, n°25.
 50 Schlenker, W., & Roberts, M. J. (2009). Nonlinear temperature effects indicate severe damages to US crop yields under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, n°106, p.15594-15598.
 51 Challinor, A. J., et al. (2010). Increased crop failure due to climate change: assessing adaptation options using models and socio-economic data for wheat in China. *Environmental Research Letters*, n°5, p. 034012.
 52 World Bank. (2012) op. cit.
 53 Christensen JH et al. (2007) Regional climate projections. In: Solomon S, Qin D, Manning M et al. (eds) *Climate change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, p 996 ; Dai, A. (2012). Increasing drought under global warming in observations and models. *Nature climate change*, n°3, p. 52-58.
 54 Kundzewicz, Z. W., et al. (2010). Assessing river flood risk and adaptation in Europe – review of projections for the future. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, n°15, p. 641-656.
 55 Bindi, M., & Olesen, J. E. (2011). The responses of agriculture in Europe to climate change. *Regional Environmental Change*, n°11, p. 151-158.
 56 Kristensen, K., et al. (2011). Winter wheat yield response to climate variability in Denmark. *The Journal of Agricultural Science*, n°149, p. 33 ; Olesen, J. E., et al. (2011) Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *European Journal of Agronomy*, n°34, p. 96-112.
 57 Ciais, P., et al. (2005). Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003. *Nature*, n°437, p. 529-533.
 58 Harrison M.T. (2013) Characterizing drought stress and trait influence on maize yield under current and future conditions. *Global Change Biology*. In press.
 59 World Bank. (2012) op. cit.
 60 World Bank. (2012) op. cit.
 61 Knox, J. W., et al. (2012). *Climate change risk assessment for the agriculture sector*. DEFRA, United Kingdom.

Vulnérable à la fin de l'énergie bon marché

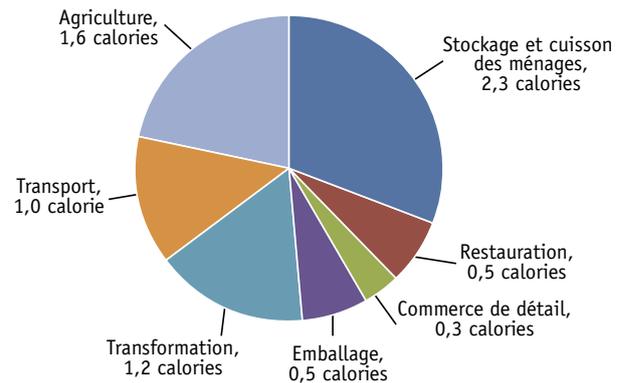
Un jour, j'ai découvert que ma nourriture était bien plus non-renouvelable que renouvelable. Le jeune homme qui travaille dans un puits de forage de pétrole fait bien plus pour me nourrir que les agriculteurs.⁶²

Aucune étape du système alimentaire industriel n'échappe à l'utilisation d'énergies fossiles. À l'étape de la production, les exploitations agricoles consomment de l'énergie directe (pétrole, électricité, gaz naturel) et de l'énergie indirecte (énergie nécessaire à la fabrication et au transport des intrants). Les fertilisants azotés par exemple sont fabriqués grâce à d'importantes quantités de gaz naturel⁶³. Le pétrole sert à produire des pesticides et des herbicides, ainsi qu'à faire tourner les machines, les tracteurs et l'irrigation. En aval du lieu de production se trouve tout le réseau de transformation, de distribution et de gestion des déchets. De l'énergie y est utilisée pour le transport des denrées, le stockage, la chaîne du froid, l'emballage et la vente des produits (transport du magasin au lieu de consommation). La chaîne de distribution est devenue tellement longue et centralisée que par exemple aux États-Unis, la distribution de nourriture consomme aujourd'hui quatre fois plus d'énergie que sa production⁶⁴. Ainsi, la grande majorité de l'énergie que brûle un système alimentaire industriel est dépensée après que la nourriture ait quitté le lieu de production⁶⁵.

Pour le dire de manière assez crue : nos systèmes alimentaires transforment du pétrole en nourriture, et de la nourriture en humains. Littéralement, nous mangeons du pétrole. L'agriculture représente aux États-Unis 17% du budget énergétique, c'est-à-dire deux fois plus que l'armée. Il faut environ 1 500 litres de pétrole pour « produire » une vache de 500 kg, et la même quantité de pétrole pour nourrir un étasunien pendant un an (et environ la moitié pour nourrir un britannique)⁶⁶. Cette gabegie énergétique est finalement assez récente et remonte à la période d'après-guerre. Ainsi, depuis 1940, l'efficacité énergétique de l'agriculture industrielle a été divisée par plus de 20⁶⁷. En 1940, avec une calorie d'énergie, on produisait 2,3 calories de nourriture. Aujourd'hui, il faut 7,3 calories d'énergie pour produire une calorie de nourriture⁶⁸ [voir Figure 4]. L'agriculture industrielle doit continuellement augmenter ses dépenses énergétiques simplement pour maintenir le niveau de production⁶⁹. Ce n'est pas ce qu'on appelle une économie soutenable.

C'est à la lumière de cette dépendance aux énergies fossiles que nous pouvons saisir la fragilité de nos systèmes alimentaires. Car l'extraction du pétrole et du gaz devient de plus en plus problé-

Figure 4



Energie dépensée pour produire et rendre disponible une calorie de nourriture. Le système étasunien produit une calorie pour 7,3 calories dépensées. L'agriculture ne concerne « que » 20% de cette dépense, mais elle dépense toutefois plus qu'elle ne produit. Source : [66].

matique. La production de pétrole conventionnel stagne depuis 2005, ce qui ne s'est jamais vu (on parle de « plateau »)⁷⁰, et devrait commencer à décliner avant 2015⁷¹. À l'époque, aucun des experts de l'industrie pétrolière n'avait prédit ce plateau, alors que des experts comme Colin Campbell et Jean Laherrère, fondateurs de l'ASPO⁷², le signalaient dès 1998⁷³. Le dernier rapport de l'AIE (Agence Internationale de l'Énergie), le World Energy Outlook 2012, annonce également un déclin imminent des principaux pays producteurs comme la Russie, l'Iran, le Mexique, le Nigeria ou encore la Chine⁷⁴. Certes il reste encore beaucoup de pétrole dans les sous-sols, mais il sera de plus en plus difficile (et donc cher) à extraire, alors que la demande mondiale continuera de croître. Dans les années 60, pour six barils découverts, on en consommait un. Aujourd'hui, pour un baril découvert, on en consomme six⁷⁵. À l'avenir, donc, les prix augmenteront de manière spectaculaire, et l'approvisionnement continu en pétrole ne pourra plus être assuré.

Le pic pétrolier ne signifie pas que nous sommes à court de pétrole, mais qu'un pic de production de pétrole conventionnel va créer une dépendance croissante aux formes de pétrole non-conventionnelles de pétrole et de gaz qui ont un rendement énergétique (EROEI⁷⁶) beaucoup plus faible et qui sont bien plus difficiles à extraire, malgré les techniques d'extraction de plus en plus perfectionnées. Aux États-Unis, par exemple, « il ne fait aucun doute que les ressources de gaz de schiste du pays sont immenses, mais l'affirmation selon laquelle les États-Unis ont une alimentation de 100 ans de gaz naturel est sans fondement. La durée maximale d'approvisionnement est

62 Bomford M. (2010). Getting Fossil Fuels Off the Plate, in: *The Post Carbon Reader: Managing the 21st Century's Sustainability Crises*, Richard Heinberg and Daniel Lerch, eds. (Healdsburg, CA: Watershed Media).

63 Via une méthode de transformation de l'azote atmosphérique en ammoniacque, brevetée par BASF et appelée le processus Haber-Bosch. C'est assurément l'une des plus importantes inventions du 20^{ème} siècle, qui valut à Fritz Haber le prix Nobel de chimie en 1918.

64 Bomford M. (2010) op. cit.

65 Chaque année, les États-Unis dépensent 1 quadrillion (mille millions de millions) de Btu (unité anglaise, 1 Btu = 1055 Joules) pour les intrants agricoles (fertilisants), 1 quadrillion pour cultiver, 1 quadrillion pour transporter la nourriture, 4 quadrillions pour la transformer, emballer et vendre, et enfin 3 quadrillions pour cuisiner (frigos, congélateurs, fours et autres ustensiles de cuisine) (Heller & Keoleian 2000).

66 Heinberg R, Bomford M. 2009. *The Food and Farming Transition: Toward a Post-Carbon Food System*. Post Carbon Institute, Sebastopol, USA.

67 Selon le département de l'agriculture des États-Unis, cité par De Schutter, O. (2012) *La transition vers des systèmes agro-alimentaires durables : la chance de Rio+20*. Conseil fédéral du développement durable, Bruxelles.

68 Heinberg R, Bomford M. 2009. op.cit.

69 Allen Pfeiffer D. (2004) *Eating Fossil Fuels*. From The Wilderness Publications. p. 2.

70 Agence internationale de l'énergie (AIE) ou l'EIA aux États-Unis.

71 Selon la dernière rencontre de l'ASPO à Vienne en 2012 (The Association for the Study of Peak Oil and Gas), un déclin de 3% par an devrait s'amorcer entre 2013 et 2015.

72 Association for the Study of Peak Oil and Gas.

73 Campbell, C. J. & Laherrère J. H. (1998). The end of cheap oil. *Scientific American*, n°278, p. 60-5.

74 Voir l'analyse de Matthieu Auzanneau du 21 novembre 2012 sur son blog Oil Man – <http://pétrole.blog.lemonde.fr>

75 Heinberg R. 2011. *The end of growth*. New Society Publishers, Gabriola Island, Canada.

76 *Energy Return On Energy Invested* ou « taux de retour énergétique ». C'est le rapport entre l'énergie investie dans l'extraction et l'énergie qu'on peut en retirer. Un EROEI de 1 signifie qu'il faut l'équivalent d'un baril de pétrole pour extraire un baril. Les EROEI inférieurs à 1 ne sont donc pas rentables, c'est le cas de certains agrocarburants.

d'environ 23 ans aux taux actuels de consommation⁷⁷. » Le pétrole de schiste, quant à eux, sont encore moins abondants et détruisent bien plus les écosystèmes que les gaz.

Si au début de l'ère du pétrole, les EROEI étaient de 100 (il fallait 1 baril d'énergie pour extraire 100 barils), en 1990, le taux est tombé à 35 et en 2007 à 12⁷⁸. Les non-conventionnels ont des EROEI bien plus faibles encore. Pour des EROEI inférieurs à 20 le problème devient significatif, et en dessous de 10, cela devient très sérieux. Ce n'est donc pas une question de quantité des réserves, mais bien de « taille du robinet », c'est-à-dire de coût et de vitesse à laquelle on pourra réellement extraire ces réserves, les raffiner et les transformer en énergie utilisable⁷⁹.

L'Europe ne produit presque plus de pétrole et sa production est en déclin. D'une autre côté, les pays producteurs consomment de plus en plus pour maintenir leur croissance, alors que leur production stagne ou décroît. Les échanges commerciaux seront donc problématiques dans les années à venir, ce qui remet en question la politique d'importation massive européenne. On peut donc s'attendre à des variations spectaculaires des prix de l'énergie, avec une tendance globale à la hausse, avant d'entrer dans une période d'éventuelles ruptures d'approvisionnement. Une date précise est impossible à avancer, mais on peut estimer que tout cela arrivera bien avant 2050 sans prendre trop de risques, et il n'est pas exclu de subir de graves effets avant 2030. Mais « *alors que l'inévitable augmentation du prix du pétrole est très inquiétante, une longue et forte pénurie serait un cauchemar qui dépasserait l'imagination* ⁸⁰. »

Un prix élevé des énergies fossiles prend directement l'agriculteur en tenaille : entre les prix élevés des intrants et les bas prix de la production. Mais les prix élevés de l'énergie frappent aussi tout le système alimentaire : les fabricants de fertilisants et pesticides, les industries de transformation, de transport, d'emballage, etc. C'est un choc systémique. Mais alors que voler en avion ou conduire une voiture n'est pas d'une nécessité vitale pour les humains, manger l'est beaucoup plus.

Il n'y aurait pas de problème si l'on pouvait changer facilement de source d'énergie et remplacer simplement le pétrole par autre chose. Malheureusement, le pétrole est irremplaçable. D'abord parce que c'est la matière première de presque toute notre civilisation (essence, gazole, kérosène, mazout, plastiques, fibres, produits chimiques, etc.), et d'infinies quantités de gaz naturel ne pourront remplacer ce matériau brut. La fin des énergies fossiles est donc bien plus qu'un simple problème d'énergie chère. Ensuite, car il n'y a pas de substitut viable avec un tel EROEI. Enfin, car toute l'économie mondiale dépend d'un prix du pétrole prévisible et stable, et à la moindre instabilité ou augmentation brutale, l'économie mondiale s'expose à nouveau à un choc systémique comparable à la crise de 2008.

Ainsi, l'instabilité et l'augmentation des prix du pétrole, et a *fortiori* des ruptures d'approvisionnement en pétrole et en gaz naturel, auront des conséquences désastreuses sur les systèmes alimentaires industriels mondiaux et européens. L'économie et surtout la sécurité alimentaire mondiale risque à nouveau d'être compromise, comme cela a été le cas en automne 2008⁸¹.

Vulnérable à la rareté des minerais

« *Pour atteindre notre demande en énergie, l'humanité a transféré d'énormes quantités de carbone des sous-sols dans l'atmosphère, perturbant gravement le climat. Pour atteindre nos besoins en nourriture, nous avons transféré d'énormes quantités d'azote de l'atmosphère vers les champs, les rivières et les forêts, en dévastant les écosystèmes. Pour faire pousser nos cultures, nous avons aussi interféré avec les réserves d'un troisième élément beaucoup moins médiatisé et pour lequel nous avons le problème d'en avoir à la fois trop et pas assez.* » Le phosphore est un élément vital pour les plantes, les animaux et les humains, mais son cycle biogéochimique ne contient pas de grand réservoir atmosphérique comme c'est le cas du carbone et de l'azote. La distribution des minerais est donc très inégalement répartie dans le monde⁸³.

Dans les champs, le phosphore n'est pas totalement absorbé par les cultures. La FAO considère que seuls 15 à 30% du phosphore appliqué est en réalité absorbé⁸⁴, le reste partant s'accumuler dans les nappes phréatiques, les rivières, les océans et côtes, créant des pollutions importantes et des « zones mortes » causées par la prolifération d'algues⁸⁵. Une fois transféré dans l'eau des océans, il est donc très difficile (et coûteux) de l'en extraire.

Mais comme pour le pétrole, alors que la consommation tend à s'accroître, la qualité des minerais tend à diminuer. La production d'un des plus importants producteurs de phosphore minéral, les États-Unis, voit sa production chuter depuis 20 ans, présageant d'une prochaine envolée des prix lorsque seul le Maroc détiendra des réserves importantes. En 2007-2008, par exemple, son prix a augmenté de 500 à 700% dans une période de 14 mois, et il semble très probable que le pic de phosphore ait lieu dans les 20 prochaines années⁸⁶. L'Europe est quant à elle entièrement dépendante des importations de phosphore, ce qui pose un grave problème de sécurité alimentaire, dont les institutions européennes sont d'ailleurs déjà conscientes⁸⁷. Les rendements de l'agriculture industrielle risquent de chuter et les prix alimentaires grimper en flèche. D'ailleurs, en mai 2011, le département de l'énergie des États-Unis a inclus le phosphore dans les quelques minerais rares d'importance stratégique cruciale pour la sécurité nationale⁸⁸.

77 Murray, J. W., & Hansen, J. (2013). Peak Oil and Energy Independence: Myth and Reality. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, n°94, p. 245-246.

78 Heinberg, R., & Mander, J. (2009). *Searching For a Miracle: Net Energy Limits & the Fate of Industrial Society*. Post Carbon Institute.

79 Pour une analyse plus détaillée sur le pic de pétrole et ses conséquences sur l'Europe, voir le rapport de Benoît Thévard (2012) *L'Europe face au pic pétrolier*. Groupe Les Verts/ALE au parlement européen. Disponible sur <http://peakoil-europaction.eu>

80 Heinberg R, Bomford M. (2009) op.cit. p 10.

81 De Schutter, O., et al. (2011) *Agroecology and the Right to Food*, Report presented at the 16th Session of the United Nations Human Rights Council [A/HRC/16/49].

82 Bennett, E., & Elser, J. (2011) op. cit.

83 Les trois grandes sources de minerais de phosphates sont la Chine, les États-Unis et le Maghreb (Maroc et Algérie).

84 FAO (2006).

85 MacDonald et al (2011). Agronomic phosphorus imbalances across the world's croplands. *PNAS*. N°108, p. 3086-3091.

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

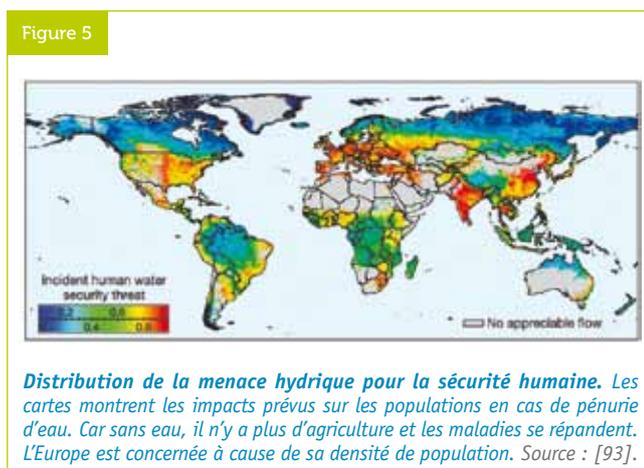
87 Voir le film de 2'30" - www.phosphorusplatform.eu

88 Bennett, E., & Elser, J. (2011) op. cit.

Vulnérable au manque d'eau

Si une grande partie de l'eau douce risque d'être indisponible à cause des pollutions, il faudra aussi compter sur l'épuisement rapide et inquiétant des stocks souterrains non-renouvelables d'eau douce⁸⁹. L'agriculture (par l'irrigation) est la principale cause d'épuisement de ces réserves⁹⁰, particulièrement aux États-Unis, en Chine et en Inde, où 70% des eaux souterraines sont utilisées pour l'agriculture⁹¹. Si l'on ajoute à cela la diminution des cours d'eau provenant des glaciers et les futures sécheresses causées par le changement climatique, on ne peut que s'attendre à un grave et inévitable déclin de la production alimentaire. En effet, c'est bien le développement de l'irrigation qui a été à l'un des facteurs de réussite de la révolution verte, et donc de l'augmentation spectaculaire de la population humaine⁹². En 2050, chaque humain disposera en moyenne d'un quart de l'eau potable dont disposait un humain en 1950, et environ 80% de la population mondiale est aujourd'hui exposée à des risques de pénuries⁹³. Ces pénuries se font déjà sentir aujourd'hui dans certains pays.

L'Europe, malgré des technologies qui dissimulent les véritables causes de l'épuisement des ressources, est l'une des régions du monde les plus exposées (par sa densité de population) à des risques de pandémie et de perte de biodiversité causées par des pénuries d'eau ou de pollutions [voir Figure 5]⁹⁴.



Mais il y a un autre problème tout aussi inquiétant, et beaucoup moins connu : le déclin de l'eau virtuelle. En effet, l'inégale répartition de l'eau potable dans le monde a favorisé des échanges globalisés de marchandises qui contiennent de l'eau et qui ont utilisé de l'eau pour leur fabrication. Ainsi, de nombreux pays importent de grandes quantités d'eau dite « virtuelle » via les marchandises. Suite à une diminution des échanges globaux (démondialisation), de nombreux pays déficitaires en eau ne pourront plus subvenir aux besoins de leur population⁹⁵.

Vulnérable aux crises économiques

L'Europe n'est pas à l'abri d'autres crises financières et économiques systémiques similaires à celle de septembre 2008. À la fin de l'année 2011, par exemple, la crise bancaire a muté en crise des dettes souveraines, mettant l'existence même de la monnaie européenne en péril. Même si la conjoncture économique s'est légèrement améliorée depuis 2012, grâce à l'intervention de la Banque Centrale Européenne, l'ensemble de la zone Euro reste encore très fragile⁹⁶. Ce risque est d'autant plus réel que les pays comme la Grèce, l'Espagne ou le Portugal, dont le déficit structurel dépasse largement le seuil de tolérance fixé par le pacte de stabilité, ne sont toujours pas en mesure de rembourser leurs dettes. L'apparition de nouvelles crises de liquidité menant potentiellement à la défaillance d'un ou plusieurs États de la zone Euro pourrait alors déstabiliser le système bancaire dans son ensemble, voir même déclencher son effondrement, car les États prêteurs ne disposent plus d'autant de capacités à garantir la solvabilité des banques ou des États défaillants qu'ils n'en disposaient en 2008.

Par ailleurs, les crises économiques seront peut-être les plus rapidement palpables et les plus fréquentes⁹⁷, mais assurément les moins graves. Même si elles atteignent les classes les plus précaires de la population et diminuent ainsi leur capacité à s'alimenter correctement, les autres crises que nous avons évoquées ci-dessus sont bien plus préoccupantes. En effet, on peut imaginer se remettre d'une crise économique en se réorganisant dans un grand sursaut collectif. Dans 10 ans, si l'Euro s'effondre, on reconstruira une monnaie ou on s'habitue à de multiples monnaies. Mais on ne peut pas se remettre de la fin des énergies fossiles ou d'un climat déstabilisé, ni même faire revivre les espèces disparues. Les crises économiques sont des problèmes pour lesquelles il y a des solutions. Les autres crises ne sont pas de problèmes, ce sont des situations difficiles (*predicament*) pour lesquelles il n'y a pas de solutions, juste des chemins à emprunter et des mesures à prendre pour s'y adapter.

Croire que la période de crise dans laquelle nous vivons est uniquement une crise financière ou économique est une grave erreur. C'est une crise systémique dont le volet économique et social n'en constitue que la façade. La vraie crise se situe simultanément dans l'économie, l'énergie, l'eau, les ressources génétiques et culturelles, les écosystèmes et le climat.

Vulnérable à cause de sa structure

On a plus facilement tendance à voir les menaces venant de l'extérieur. Rares sont donc les études qui mettent en évidence les risques liés à la structure même du système alimentaire. On peut distinguer deux caractéristiques qui rendent notre système alimentaire industriel vulnérable : la centralisation et l'interconnexion. Les risques qui en découlent sont la contagion et l'hétéronomie (perte d'autonomie).

⁸⁹ Gleeson, T., et al. (2012). Water balance of global aquifers revealed by groundwater footprint. *Nature*, n°488, p. 197-200.

⁹⁰ Bindi, M., & Olesen, J. E. (2011). The responses of agriculture in Europe to climate change. *Regional Environmental Change*, n°11, p. 151-158.

⁹¹ Rosegrant, M. W., et al. (2009). Water for agriculture: maintaining food security under growing scarcity. *Annual Review of Environment and Resources*, n°34, p. 205-222.

⁹² Ryerson W. N. (2010) Population: *The Multiplier of Everything Else*. Post Carbon Institute ; Rosegrant et al (2009) op.cit.

⁹³ Vörösmarty, C. J., et al. (2010). Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*, n°467, p. 555-561.

⁹⁴ Vörösmarty, C. J., et al. (2010) op. cit.

⁹⁵ Suweis, S., et al. (2013). Water-controlled wealth of nations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, n°110, p. 4230-4233.

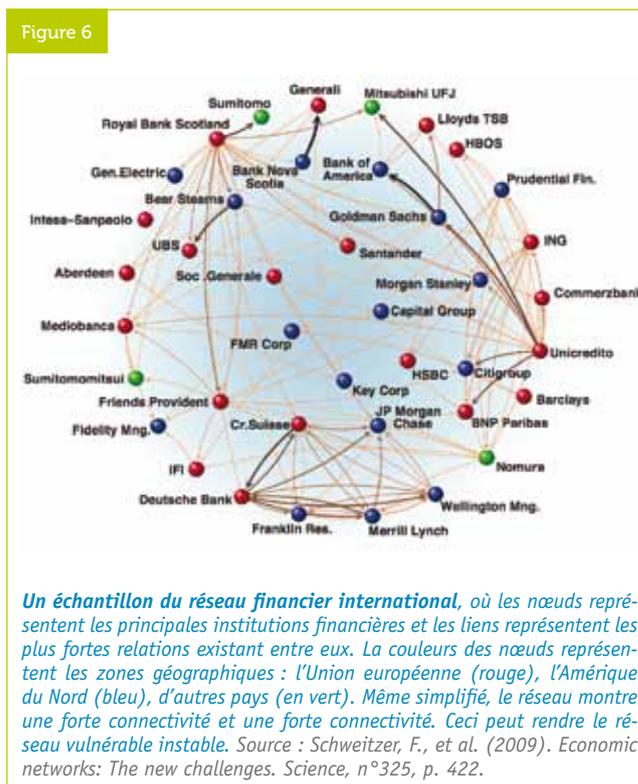
⁹⁶ Aglietta, M. (2012). Europe and the world economy at the tipping point. *International Economics*, 130, 5-31.

⁹⁷ Entre 1970 et 2010, pas moins de 475 crises systémiques monétaires ont été recensées dans le monde. Voir Lietaer (2013) *Halte à la toute-puissance des banques ! Pour un système monétaire durable*. Odile Jacob.

Il fut un temps en Europe où des lois étaient en vigueur pour empêcher des monopoles alimentaires de s'installer, afin d'éviter qu'un acteur prenne une trop grande part de marché, ou n'accapare plusieurs maillons de la chaîne. Aujourd'hui ce n'est plus le cas. Les villes ne dépendent plus de milliers de petits producteurs qui apportaient leur récolte et la distribuaient eux-mêmes, mais de quelques « *firmes qui contrôlent le système alimentaire du gène à l'étagère du supermarché* »⁹⁸. Le contrôle et la centralisation du système alimentaire est un immense pouvoir pour celui qui le détient. Aucun proche de l'élite de la Rome Antique n'ignorait le lien étroit qu'il y a entre nourriture et pouvoir politique, et savait qu'échouer à nourrir le peuple était le chemin le plus sûr vers la ruine politique⁹⁹. Selon le Ministre de Louis XVI, Jacques Necker, « *c'était le sujet le plus essentiel qui pouvait occuper l'administration* ». Dépendre de si peu d'acteurs pour un sujet aussi vital est donc un risque en soi.

Par ailleurs, l'utilisation d'énergies fossiles et la mondialisation des échanges commerciaux a permis d'allonger considérablement les chaînes alimentaires, et de les interconnecter, rendant l'édifice bien plus complexe. Par exemple, une fois que la nourriture importée arrive dans un port européen, elle n'a pas fini son chemin. Une étude a calculé qu'en 2002, le transport cumulé de la nourriture britannique a atteint 30 milliards de km, soit 750 000 fois le tour de la terre à l'équateur, et 10 fois plus qu'une décennie plus tôt¹⁰⁰. En augmentant la longueur et la connectivité des chaînes d'approvisionnement, on augmente la vitesse et l'ampleur de la propagation des chocs¹⁰¹. Si un nœud du système ne répond plus (pays, ville, spéculation, entreprise, etc.), les répercussions se feront très rapidement sentir dans plusieurs régions éloignées du globe. En 2004, le secrétaire américain à la santé Tommy Thompson déclarait : « *je ne comprends pas pourquoi les terroristes n'ont pas attaqué notre système d'approvisionnement de nourriture, c'est tellement facile à faire* »¹⁰². Dans une étude datant de 2005, une équipe de chercheurs de l'Université Stanford a montré que la contamination par une toxine botulique d'un seul silo de 200 000 litres de lait aux États-Unis pouvait tuer 250 000 personnes avant même que l'on ne découvre l'origine de la contamination¹⁰³. Plus inquiétant encore, les structures de tous les réseaux mondiaux (commerce, informatique, finance, transports, etc.) sont devenus si interdépendants et complexes que les outils scientifiques actuels ne sont même plus capables de prévoir ou de contrôler leurs comportements. La vulnérabilité de ces systèmes de plus en plus complexes a été observée non seulement à toutes les échelles [voir Figure 6], mais même en l'absence de chocs externes ! Cela pose évidemment de graves problèmes pour notre société, car même lorsque les experts et les décideurs sont informés, compétents, et disposent des meilleures technologies, ces chocs systémiques imprévisibles arrivent inévitablement¹⁰⁴.

Figure 6



Un échantillon du réseau financier international, où les nœuds représentent les principales institutions financières et les liens représentent les plus fortes relations existant entre eux. La couleur des nœuds représente les zones géographiques : l'Union européenne (rouge), l'Amérique du Nord (bleu), d'autres pays (en vert). Même simplifié, le réseau montre une forte connectivité et une forte connectivité. Ceci peut rendre le réseau vulnérable instable. Source : Schweitzer, F., et al. (2009). Economic networks: The new challenges. Science, n°325, p. 422.

Enfin, un autre risque lié à la structure des systèmes alimentaires est l'hétéronomie qu'elle génère. On peut en prendre la mesure en observant les petits systèmes alimentaires restés en marge de l'agriculture industrielle, qui supportent (et supporteront) mieux les crises que les autres. Par exemple, les paysans pratiquant l'agroécologie en Zambie ou au Malawi ont très peu été touchés par la crise alimentaire de 2008 car ils n'étaient pas connectés au système industriel mondial¹⁰⁵. À l'inverse, en tant que grands importateurs, les pays européens n'ont que très peu d'autonomie sur leur alimentation. Au Royaume-Uni, par exemple, la production des terres arables ne produit que 50% des besoins en nourriture de la population¹⁰⁶. La France, qui est souvent perçue comme auto-suffisante, importe des quantités considérables de soja pour nourrir ses élevages. On calcule qu'en 2005, sa balance import-export était déficitaire d'un million et demi d'hectares¹⁰⁷.

Nous sommes finalement devenus aussi dépendants du pétrole et de quelques multinationales que les Romains ne l'étaient de leurs esclaves et de leurs conquêtes. Notre système alimentaire n'est pas plus sûr et soutenable que le leur. « *Dans les deux cas, il s'agit d'un problème d'échelle. Rome était le monstre de son temps, poussant l'ancien système alimentaire jusqu'à un point de rupture* »¹⁰⁸.

98 Selon les mots du sociologue américain Bill Heffernan, cité par Steel C. (2008) op. cit., p. 61.

99 Steel C. (2008) op. cit. p. 78.

100 DEFRA (2005) *The validity of Food Miles as an Indicator of Sustainable Development*. p. 6.

101 Korowicz, D. (2012). *Trade-Off. Financial System Supply-Chain Cross-Contagion: a study in global systemic collapse*. Metis Risk Consulting & Feasta, Dublin.

102 Interview par Simon Cox dans *The Silent Terrorist*, BBC Radio 4, 22 août 2006, cité par Steel C. (2008) op. cit.

103 Wein, L. M., & Liu, Y. (2005). Analyzing a bioterror attack on the food supply: the case of botulinum toxin in milk. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, n°102, p. 9984-9989.

104 Helbing, D. (2013). Globally networked risks and how to respond. *Nature*, n°497, p. 51-59.

105 De Schutter, O., et al. (2011). op. cit.

106 DEFRA (2010) *UK Food Security Assessment: Detailed Analysis*. Disponible sur <http://archive.defra.gov.uk/foodfarm/food/pdf/food-assess100105.pdf>

107 Chiffres pour 2005 d'après les données de la FAO, cités par Solagro (2013) *Afterres2050. Un scénario soutenable pour l'agriculture et l'utilisation des terres en France à l'horizon 2050*. Disponible sur www.solagro.org

108 Steel C. (2008) op. cit. p. 102.

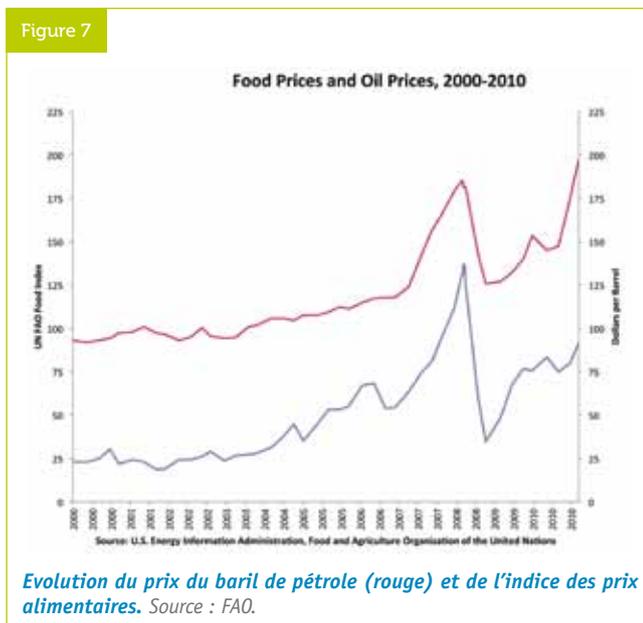
D. Toutes les crises sont liées

Nous voilà au premier point-clé de cette étude. Les constats évoqués ci-dessus sont pour la plupart assez connus, pour peu qu'on se donne la peine de chercher. Mais il est frappant de constater que les liens entre les crises sont rarement analysés ni même discutés publiquement. Classiquement, dans notre société, lorsqu'un « problème » est perçu, on cherche à le résoudre par de nouvelles innovations technologiques en poursuivant une fuite en avant cloisonnée à une discipline. Mais une mise en relation de toutes ces crises montre que ce chemin n'est pas forcément le meilleur. Deux conséquences importantes ressortent d'une lecture systémique des choses : 1. une crise peut aggraver les autres ; 2. se focaliser sur une seule, sans prendre en compte les autres, ne sert à rien.

L'effet domino

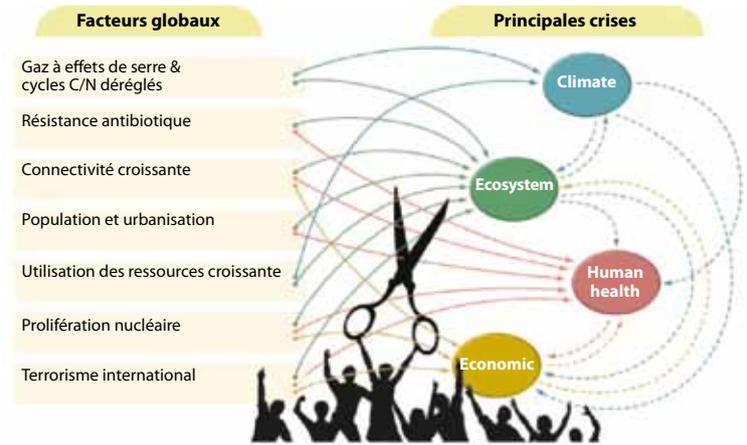
Il est essentiel de comprendre la dépendance très forte qui existe entre la croissance économique (PIB) et la production de pétrole (et par conséquent l'émission de gaz à effet de serre). Les deux premiers paramètres sont intimement liés et ont varié simultanément au cours des dernières décennies [voir Figure 7]. En réalité, il s'agit bien plus que d'une corrélation ou une coïncidence, il y a une vraie relation de causalité : sur 11 récessions qu'ont connues les États-Unis depuis la deuxième guerre mondiale, 10 ont été précédées d'une augmentation brutale des prix du pétrole¹⁰⁹. Pour le dire autrement, le PIB est la mesure de l'agitation de l'économie, qui dépend directement de la quantité d'énergie qu'on y injecte, et donc des gaz que l'on émet. Sans énergie, il n'y a pas de mouvement, et pas de gaz à effet de serre¹¹⁰.

Figure 7



Une crise de l'énergie provoque immédiatement une crise économique. Mais une crise économique réduit les opportunités et la capacité que notre société a de répondre aux crises énergétiques. De plus, en cas de récession, la perte de biodiversité et le réchauffement climatique seront relégués au dernier rang des priorités (comme on le constate à l'heure actuelle), aggravant ainsi les conséquences désastreuses qu'ils ont déjà sur notre société et notre économie.

Figure 8



Interactions entre les facteurs de changement globaux (colonne de gauche) sur les principales crises (colonne de droite). Certaines crises agissent sur les autres (flèches en pointillés). Source : Walker, B., et al. (2009). Looming global-scale failures and missing institutions. *Science*, n°325, p. 1345-1346.

Toutes les crises sont liées entre elles. Les crises économiques peuvent aussi se propager dans les systèmes naturels : les dégâts que nous causons sur le climat endommagent indirectement des écosystèmes ou des terres arables, et réduire la production alimentaire. La déplétion en eau peut avoir de graves conséquences sur l'agriculture, mais aussi sur la biodiversité. Dernier exemple, la déforestation de l'Amazonie peut influencer la fonte des glaciers de l'Himalaya et donc la disponibilité en eau de l'Asie¹¹¹, et surtout aggraver la sécheresse du bassin amazonien, ce qui en retour aura pour effet d'accélérer la transformation de l'Amazonie en savane. Dès lors, des sécheresses plus grandes ou des tempêtes entraîneront des baisses de rendements agricoles dans les régions voisines, et probablement la propagation des nouvelles maladies. Les interactions entre les crises sont si nombreuses et si peu étudiées qu'il faut y voir le plus important des défis que nous avons à relever [voir Figure 8].

La question n'est donc pas de savoir quelle est la plus grave des crises, mais laquelle arrivera en premier et aura la capacité de déclencher des réactions en chaîne qui déstabiliseront les systèmes alimentaires industriels. C'est l'effet domino. Les réactions en chaîne de l'économie financiarisée peuvent être extrêmement rapides, via par exemple une perte globale de confiance des marchés, ou via les flux de transports et les chaînes alimentaires¹¹².

¹⁰⁹ Murray, J. W., & Hansen, J. (2013) op. cit.

¹¹⁰ Jancovici, J.-C. & Grandjean, A. (2006) *Le plein s'il vous plaît ! La solution au problème de l'énergie*, Seuil ; Tapia Granados, J. A., et al. (2012). Climate change and the world economy: short-run determinants of atmospheric CO₂. *Environmental Science & Policy*, n°21, p. 50-62.

¹¹¹ Rockström, J., et al. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, n°461, p. 472-475.

¹¹² Korowicz, D. (2012) op. cit.

Il est très probable que le pic pétrolier déclenche d'ici peu une réaction en chaîne qui se propage à travers l'économie et favorise des décisions politiques qui iront aggraver les crises des systèmes naturels. Par ailleurs, sans pétrole et gaz naturel bon marché, il devient très difficile d'irriguer, d'extraire des phosphates, de fabriquer de l'engrais azoté, et de distribuer la nourriture rapidement. Les boucles de rétroaction positives (effet boule de neige) sont très nombreuses.

Tout système complexe est en effet constitué d'un agencement de boucles de rétroaction en équilibre entre elles. Lorsqu'on perturbe un système, cet ensemble de boucles parvient toutefois à conserver un équilibre et donc à maintenir le système en place. Mais il existe des seuils à ne pas dépasser, au-delà desquels certaines boucles se mettent à changer de nature, et entraînent toutes les autres dans un tourbillon chaotique, faisant très rapidement basculer le système vers un nouvel état totalement imprévisible et différent de l'originel. Par exemple, sous la pression d'une pêche intensive, un écosystème lacustre peut brusquement devenir extrêmement pauvre en espèces et perdre toute sa productivité¹¹³. Ces seuils critiques (*tipping points*) se retrouvent aussi dans les écosystèmes et les sociétés humaines¹¹⁴. En général, pour les écosystèmes, les seuils sont atteints à partir de 50 à 90% de la surface dégradée. Au-delà, le reste de l'écosystème se détériore très rapidement et de manière irréversible¹¹⁵.

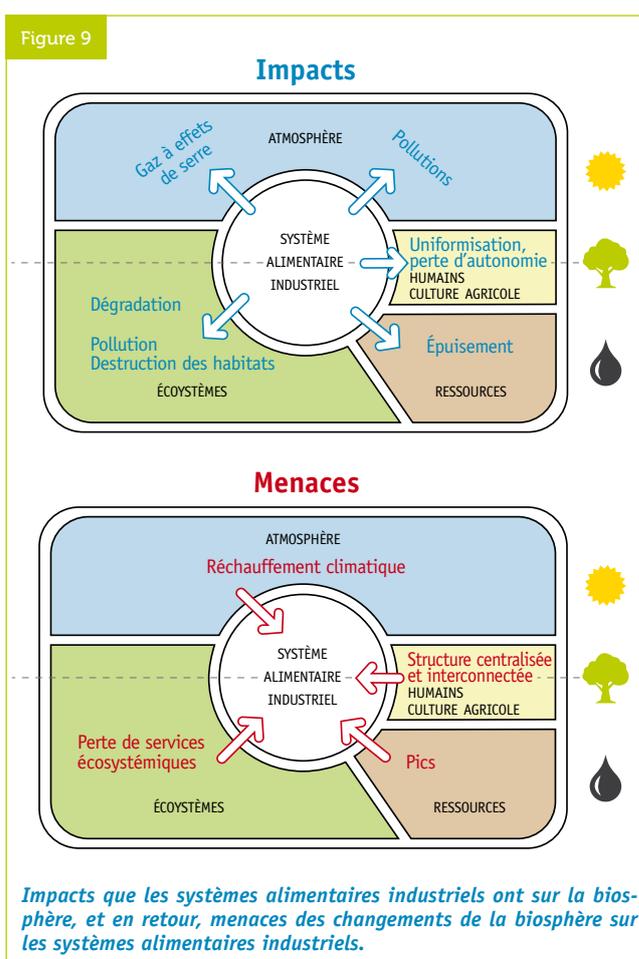
L'interaction entre les crises augmente de manière considérable les chances de dépasser un seuil critique qui mènera à des changements globaux. Il se peut même que nous soyons très proches d'un seuil critique irréversible à l'échelle de la planète¹¹⁶. L'avenir n'est donc pas linéaire, c'est du moins ce que nous enseignent les toutes nouvelles sciences de la complexité. Il est parsemé de seuils critiques, et d'une incertitude... cette fois absolument certaine.

Ainsi, la combinaison de toutes ces crises et ses effets multiplicateurs rendent donc plausibles et même probables des changements de société très rapide, voire des effondrements¹¹⁷. Les systèmes alimentaires industriels, en étant fortement connectés au climat, aux écosystèmes, au système de production d'énergie et d'eau, et à l'économie, sont donc au cœur de cette problématique. C'est là tout le problème.

Résoudre toutes les crises en même temps

Comme nous venons de le voir, une crise en appelle d'autres. Il est donc nécessaire de voir l'ensemble des menaces sur le système alimentaire comme un ensemble cohérent, et de garder une vision systémique [voir Figure 9]. C'était l'un des objectifs de ce rapport.

Mais lorsqu'on arrive à la délicate question des réponses à apporter à cet état de fait, on se trouve rapidement embarqué dans des réflexes de cloisonnement, c'est-à-dire une certaine tendance à traiter une crise après l'autre, ou pire à n'en traiter qu'une seule,



celle que l'on considère comme la plus importante. Cet écueil est sûrement l'un des principaux obstacles à la recherche de propositions politiques réalistes.

Par exemple, réagir au pic pétrolier sans prendre en compte le contexte agricole et climatique peut aboutir à proposer des mesures totalement contre-productives : développer des agro-carburants qui mettent en danger la sécurité alimentaire des populations¹¹⁸, ou exploiter des sources d'énergies fossiles non-conventionnelles comme les gaz de schiste ou les hydrates de méthane, dont la combustion perturbera encore plus rapidement le climat et détruira les seuls écosystèmes qui nous restent¹¹⁹. Miser tous les efforts de recherche sur les hautes technologies et aboutir à un tout petit nombre d'espèces variétales sans prendre en compte les futurs changements climatiques, les possibles ruptures d'approvisionnement des chaînes de distribution, ou même les futures coupures des budgets des laboratoires de recherche, peut mener à des crises sanitaires démesurées. Ou miser sur des technologies OGM totalement dépendantes des pesticides, des engrais et d'une mécanisation lourde à l'heure du pic pétrolier paraît aussi assez peu pertinent.

113 Scheffer, M. et al. (2009) Early-warning signals for critical transitions. *Nature* n°461, p. 53-59.

114 Scheffer, M. (2009). *Critical transitions in nature and society*. Princeton University Press.

115 Swift, T. L. & Hannon, S. J. Critical thresholds associated with habitat loss: a review of the concepts, evidence, and applications. *Biological Reviews* n°85, p. 35-53 (2010).

116 Barnosky, A. D. et al. (2012) Approaching a state-shift in Earth's biosphere. *Nature* n°486, p. 52-56.

117 Ahmed, N. M. (2010). *A User's Guide to the Crisis of Civilization: And How to Save it*. Pluto. ; Brown, L. R. (2008). *Plan B 3.0: Mobilizing to Save Civilization*. WW Norton & Company ; Brown, L. R. (2009). Could food shortages bring down civilization?. *Scientific American*, n°300, p. 50-57 ; Ehrlich, P. R., & Ehrlich, A. H. (2013). Can a collapse of global civilization be avoided? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, n°280, p.1754. Heinberg, R. (2010). *Peak everything: waking up to the century of declines*. New Society Publishers. ; Scheffer, M., et al. (2001) Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature* n°413, p. 591-596 ; Schade, C., & Pimentel, D. (2010). Population crash: prospects for famine in the twenty-first century. *Environment, Development and sustainability*, n°12, p. 245-262.

118 Brown, L. R. (2008). op. cit.

119 Hughes, J. D. (2013). *Drill, Baby, Drill: Can Unconventional Fuels Usher in a New Era of Energy Abundance?* Post Carbon Institute ; Wuerthner G.(2013). *Gas Hydrates: A dangerously large source of unconventional carbons*. Post Carbon Institute.

On peut même pousser le raisonnement plus loin. Le fait de « résoudre » l'une des crises (ou le fait que mes constats soient faux sur l'une d'elles) ne change pas fondamentalement la donne. En effet, imaginons que l'on mette au point demain une source infinie d'énergie, telle que la fusion nucléaire. Alors la croissance économique et démographique repartirait à la hausse, et, *mutatis mutandis*, on verrait s'aggraver les dégâts causés aux écosystèmes, au climat, aux réserves d'eau, aux réserves de minerais, etc. et par conséquent, on verrait croître toutes les menaces qui pèsent sur les systèmes alimentaires (sauf la menace énergétique bien entendu)¹²⁰. Cela ne retarderait un effondrement que de quelques années.

Ainsi, nous sommes immobilisés par un constat accablant et une échéance très proche. Ce que nous risquons n'est ni plus ni moins que la « simplification rapide »¹²¹ des systèmes alimentaires industriels d'ici quelques années. Le problème de l'économie alimentaire est qu'elle est très peu élastique et que les estomacs réagissent très rapidement à des ruptures d'approvisionnement.

En Europe, malgré une population dense et croissante et une très faible augmentation des surfaces de terres cultivées, la production alimentaire a pu se maintenir jusqu'à maintenant des niveaux suffisants pour nourrir la population et pour générer un excédent pour l'exportation. Mais si l'on considère que la révolution industrielle puis la révolution verte ont permis l'explosion démographique du siècle dernier, il est très perturbant d'imaginer un monde privé, par exemple, d'engrais azotés industriels. En effet, sans le procédé Haber-Bosch, deux personnes sur cinq ne seraient pas en vie aujourd'hui¹²². En Belgique, par exemple, quatrième pays le plus dense du monde, avec 9 habitants par hectare de terre arable, on peut se demander comment se nourrira la population sans système alimentaire industriel¹²³. « Une chose, cependant, est certaine. Tout ce que nous avons accompli en détruisant les forêts tropicales et en déversant des produits chimiques dans les sols est de reporter la question malthusienne. Ce que nous n'avons pas fait, c'est réussir à l'évacuer. »¹²⁴

Une civilisation dont la production n'arrive plus à maintenir le capital existant et épuise ses ressources critiques finit par s'effondrer¹²⁵. Les exemples archéologiques ne manquent pas¹²⁶. Bien entendu, il arrive qu'une civilisation remplace une ressource critique par une autre, mais le nombre de ressources critiques reste toutefois limité. C'est précisément en étudiant la question des limites à la croissance que l'équipe Meadows, dans le célèbre rapport au Club de Rome de 1972, a pu comprendre la dynamique systémique des crises. Leur résultats, mis à jour en 2004¹²⁷, sont particulièrement éclairants.

Pour Donella Meadows, il resterait une petite fenêtre d'opportunité à ne pas manquer. Peut-être moins de 5 ans. Leurs résultats indiquent qu'il faut remplir trois conditions pour arriver à maintenir l'économie et la population en équilibre autour de la capacité de charge de la Terre.

Étape 1. Si l'on parvient à stabiliser rapidement la population (2 enfants en moyenne par famille, et 100% de réussite des méthodes de régulation), alors la population atteindrait 7,5 milliards en 2040 (soit 0,5 milliards de moins que prévu), ce qui permettrait de repousser de quelques années un effondrement global de l'économie et de la population. Mais cela ne suffirait pas. « *On ne peut donc couper à l'effondrement si on ne stabilise que la population mondiale* », il faut un deuxième levier.

Étape 2. Si l'on parvient à stabiliser la production industrielle mondiale à 10% au-dessus du niveau de l'année 2000, et redistribuer équitablement les fruits de cette production, on repousserait encore l'échéance de quelques années. Mais cela ne suffirait toujours pas à l'éviter à cause des niveaux de pollutions qui continueraient à s'accumuler et à mettre en péril les capacités de régénération des écosystèmes. Il faut donc un troisième levier.

Étape 3. Si l'on parvient en plus à améliorer l'efficacité des technologies, c'est-à-dire à diminuer les niveaux de pollution et d'érosion des sols tout en augmentant les rendements agricoles, alors le monde pourrait se stabiliser et permettre à une population d'un peu moins de 8 milliards d'habitants de vivre avec un bon niveau de vie (proche de celui que nous connaissons) à la fin du XXI^{ème} siècle. Ce scénario d'équilibre n'est envisageable que si elle est mise en place très rapidement. Or, le livre a été écrit en 2004... Il est impossible d'avancer une date avec précision, mais ce qui est certain, c'est que chaque année qui passe réduit significativement notre marge de manœuvre.

Tout cela dépasse largement le cadre des systèmes alimentaires. Mais le système alimentaire industriel est touché par toutes ces crises globales. Démontrer cela était l'un des objectifs de la première partie. On ne peut finalement pas penser le système alimentaire sans penser ce qu'il y a autour. Inversement, on ne peut penser un sujet de société sans inclure le système alimentaire dans le raisonnement.

Nous avons ici construit un cadre cohérent qui permet d'imaginer des chemins de transition pour transformer nos systèmes alimentaires. Ce ne sera évidemment pas chose facile, mais les sentiers ont déjà été tracés par de nombreuses expériences très concrètes. Elles demeurent cependant assez invisibles aux yeux du grand public et des décideurs politiques. L'hypothèse de cette étude est de postuler qu'avec ce nouveau cadre de pensée systémique, elles deviendront alors visibles et crédibles, et pourquoi pas désirables. Si ces expériences pionnières deviennent visibles pour tous, alors l'espoir est possible.

¹²⁰ Ainsi, pour invalider mon raisonnement systémique, il faudra montrer que je me suis trompé sur les constats de plusieurs crises, et que j'ai surestimé les interactions qu'elles auraient pu avoir entre elles.

¹²¹ Tainter, J. (1990). *The collapse of complex societies*. Cambridge University Press. L'auteur définit un effondrement comme une simplification rapide d'un système complexe.

¹²² Smil, V. (2004). *Enriching the earth: Fritz Haber, Carl Bosch, and the transformation of world food production*. MIT press ; Gruber, N., & Galloway, J. N. (2008). An Earth-system perspective of the global nitrogen cycle. *Nature*, n°451, p. 293-296.

¹²³ Rasmont P. & Vray, S. (2013) Les crises alimentaires en Belgique au 21^{ème} siècle. *Les cahiers nouveaux* n° 85, p. 47-50.

¹²⁴ Steel C. (2008) op. cit., p. 274

¹²⁵ Greer, J. M. (2005). *How civilizations fall: A theory of catabolic collapse*. WTV. ; Tainter, J. (1990). op. cit.

¹²⁶ Butzer, K. W. (2012). Collapse, environment, and society. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, n°109, p. 3632-3639 ; Tainter, J. A. (2006). Archaeology of overshoot and collapse. *Annu. Rev. Anthropol.* n°35, p. 59-74.

¹²⁷ Meadows, D., et al. (2004). *Limits to growth: The 30-year update*. Chelsea Green Publishing.

2. Penser les systèmes alimentaires de demain

À moins que vous n'ayez des actions dans les sociétés agroalimentaires, les signes que nos systèmes alimentaires industriels sont endommagés ne peuvent pas être plus clairs. Pourtant, comme de nombreuses civilisations avant nous, nous n'arrivons pas à voir le problème, parce que nous nous sommes entraînés pendant des siècles à ne pas le voir.¹²⁸

L'objectif de ce chapitre est de donner des principes généraux de conception des futurs systèmes alimentaires. Nous allons utiliser le cadre posé dans la première partie, ainsi que des principes de résilience.

La première étape sera de poser un scénario de base qui suive la logique des constats développés dans la première partie. Ainsi, à l'avenir, il est très probable qu'il faille continuer à produire beaucoup de nourriture avec moins de terres fertiles, des sols et de l'eau pollués, des zones de pêche très réduites, des conditions climatiques parfois extrêmes, et avec une industrie en panne à cause de la diminution des approvisionnements en énergie¹²⁹. Une fois ce scénario posé, on peut voir les choses de deux manières : soit nous l'anticipons (en tentant de nous adapter grâce à des politiques fortes), soit nous le subissons. Si l'Europe choisit des politiques de *statu quo*, il est probable que les perturbations sur le système alimentaire industriel soient si destructurantes que nous verrons en quelques années apparaître *spontanément et dans l'urgence* des petits systèmes aux marges, qui auront finalement les mêmes caractéristiques que les principes généraux proposés ci-dessous : ils seront résilients par nécessité.

Dans cette étude, nous avons choisi une politique de résilience¹³⁰ car nous pensons qu'il est trop tard pour construire un développement durable, et qu'il faut désormais se préparer aux chocs¹³¹. Par résilience, nous entendons une réduction de la vulnérabilité du système aux perturbations décrites ci-dessus, afin de le maintenir en deçà des seuils critiques. À ce niveau, le concept de résilience mérite une remarque. En effet, on peut penser que le fait de renforcer la capacité qu'a un système de maintenir ses fonctions suite à des perturbations, peut signifier le consolider ou le rendre plus résistant au changement. C'est un malentendu, car lorsqu'on parle de résilience, c'est précisément de l'inverse dont il s'agit. Il faut pouvoir transformer le système pour l'adapter aux conditions changeantes. Ainsi, les spécialistes de la résilience des systèmes socio-écologiques parlent de *transformabilité* d'un système¹³², c'est-à-dire de la capacité de se transformer lorsque l'environnement change, afin d'éviter un effondrement du système et de pouvoir conserver les mêmes fonctions. La fonction du système alimentaire est *uniquement* de nourrir la population, et non de maintenir des acteurs en place, ni même de rémunérer des actionnaires. C'est le cadre

de travail de cette étude, et cela peut expliquer ses propositions si originales.

La science de la résilience des systèmes socio-écologiques¹³³ est basée sur l'idée que les changements sont inévitables, et qu'il faut s'y préparer. Mais la résilience globale d'un système (ou « résilience générale ») ne signifie pas grand-chose. Il faut préciser par rapport à quoi le système doit être résilient : crise financière, pénurie d'énergie, climat, etc. Subir une montée des prix du pétrole n'est pas la même chose que subir une rupture d'approvisionnement. Pour une plante, subir une forte sécheresse n'est pas la même chose que pousser sur un sol pollué ou avec des ravageurs. Chaque perturbation est qualitativement différente des autres et il faudra les intégrer toutes simultanément. Le problème est donc bien trop complexe pour être résolu par des modèles quantitatifs déterministes, des équations ou des chiffres. Nous l'aborderons dès lors de manière qualitative et intuitive. Les principes présentés ci-dessous ne sont pas des règles ou des normes strictes, ce sont des guides qui permettent de naviguer en cas de doute et de s'adapter à chaque cas particulier.

A. Guide n°1 : Des systèmes résilients

Locaux

Le commerce si nécessaire, mais pas nécessairement du commerce¹³⁴

Avant la révolution industrielle, le transport terrestre coûtait cher en énergie. On estime que le trajet de 160 km d'un chargement de céréales au temps des romains équivalait à la moitié de la valeur du chargement. Sur l'eau, le transport était plus facile (rapport de coût de 1:42). Dès lors, les plus grandes villes disposaient des ceintures vivrières très actives et productives, et de ports. Souvent, les famines européennes pré-industrielles n'étaient pas causées par des chutes de production mais par des hivers trop rigoureux qui gelaient les fleuves sur de trop longues périodes, par exemple la Seine, empêchant l'approvisionnement de Paris¹³⁵.

Grâce à l'énergie bon marché et abondante, nos systèmes alimentaires modernes ont été conçus sur un schéma global qui spécialise chaque région en un ou quelques produits et incite ensuite chaque région à échanger ce qu'il fait de mieux avec les autres. C'est la mondialisation telle que nous la connaissons¹³⁶. Cette économie dépend donc intégralement de longues chaînes de transport. Mais tant que les prix de l'énergie resteront artificiellement bas et que les coûts environnementaux ne seront pas pris en compte, la logique

¹²⁸ Steel C. (2008) op. cit., p. 275

¹²⁹ Godfray, H. C. J., et al. (2010). Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science*, n°327, p. 812-818 ; Foley, J. A. et al. (2011) op. cit. ; Schade, C., & Pimentel, D. (2010). op. cit.

¹³⁰ Définie comme « la capacité d'un système à absorber un changement perturbant et à se réorganiser en intégrant ce changement, tout en conservant essentiellement la même fonction, la même structure, la même identité et les mêmes capacités de réaction » ; voir Walker, B. et al. (2004) Resilience, Adaptability and Transformability on Social-Ecological Systems, *Ecology and Society*, n°9, p. 5

¹³¹ Meadows, D. (2013) Il est trop tard pour le développement durable. In Sinäi A. (dir.) *Penser la décroissance. Politiques de l'anthropocène*. Presses de Sciences Po.

¹³² Walker, B., et al (2004) op. cit.

¹³³ Il existe d'autres champs scientifiques d'étude de la résilience, notamment en physique ou en psychologie. Les définitions et les concepts varient d'un champ à l'autre.

¹³⁴ Rees, W. (2010) *Thinking Resilience*. Post Carbon Institute.

¹³⁵ Steel C. (2008) op. cit., p. 67

¹³⁶ Selon la théorie des avantages comparatifs, développée par l'économiste David Ricardo en 1817.

économique obligera à préférer ce système globalisé plutôt que la production locale. Le principal facteur déclencheur d'un renversement de tendance est donc très probablement le prix et la disponibilité de l'énergie.

Avec moins d'énergie, les distances de transports seront réduites. Les systèmes redeviendront spontanément locaux. Anticiper la relocalisation ne signifie pas abandonner le commerce, mais le repenser. Les moyens de transports efficaces en énergie (train, bateau, animaux, vélo, etc.) seront favorisés, et le transport routier et aérien fortement limité. Le commerce international devra être réservé aux denrées qui ne peuvent pas être produites localement. Mais abandonner totalement le commerce serait aussi dangereux, car en cas de catastrophe localisée sur une région (sécheresse, inondation, maladie, etc.), cette dernière ne pourrait bénéficier de l'aide des régions voisines.

La relocalisation doit être vue comme un processus, et non pas comme un but en soi. L'important n'est pas de se focaliser sur les « *food miles* »¹³⁷ mais d'analyser de quelles manières les aliments sont transportés et transformés. Car les apparences peuvent être trompeuses. Par exemple, un petit trajet en 4x4 de 3 km pour aller chercher des bananes au supermarché consomme plus de carburant par banane que leur trajet en bateau depuis les tropiques ! De la même manière, les fermes verticales urbaines *high-tech* qui produisent des rendements élevés sur des très petites surfaces ont parfois des empreintes écologiques supérieures à des systèmes alimentaires *low-tech* qui utilisent des transports de marchandises¹³⁸. Pour résumer, produire, transformer et consommer localement de la nourriture augmente la sécurité alimentaire des régions, crée des emplois locaux et réduit la consommation d'énergies fossiles et (par conséquent) l'impact sur le climat [voir Figure 10]. La localisation doit rester un chemin et ne pas devenir une religion.

Figure 10



Diversifiés

Ne pas mettre tous ses œufs dans le même panier

La relocalisation annoncée des systèmes alimentaires a une conséquence directe : la diversification agricole des régions. Dans la mesure du possible, les politiques alimentaires régionales déve-

lopperont une grande diversité des productions agricoles. Ainsi, en cas de rupture d'une chaîne d'approvisionnement du commerce international, ou en cas de difficultés dans les transports, les systèmes alimentaires régionaux pourront maintenir leur fonction.

Diversifier signifie concrètement que les agriculteurs et les coopératives agricoles devront se concerter pour changer leur production, en s'adaptant non plus aux quelques spéculations des marchés internationaux (blé, maïs, soja, etc.), mais directement aux besoins de leur région. Une région d'élevage sera par exemple amenée à produire elle-même ses protéines pour l'alimentation du bétail. Chaque région produira un plus grand nombre de produits. Ainsi, en cas de pandémie sur une espèce, une attaque de mildiou sur la pomme de terre par exemple, les régions diversifiées ne seront pas totalement démunies.

Par ailleurs, la vulnérabilité des monocultures aux maladies et ravageurs a été largement démontrée. Les systèmes agricoles d'avenir seront donc tournés logiquement vers de la polyculture, combinant plusieurs espèces végétales (associations culturales), des grandes cultures et des arbres (agroforesterie), et même un mélange de cultures, d'arbres et d'animaux (agroécologie et permaculture). Ainsi, les agroécosystèmes gagneront en biodiversité et en hétérogénéité, ce qui diminuera leur vulnérabilité face aux maladies et aux perturbations climatiques.

Ce principe va à l'encontre de la pensée économique actuelle qui favorise le rendement à l'extrême (flux tendus, économies d'échelle, mécanisation du travail agricole, etc.). Il faut être conscient que favoriser la diversité implique une certaine redondance des fonctions et des acteurs, et oblige à accepter de perdre une marge d'efficacité globale du système alimentaire. Mais ce que nous perdons en efficacité, nous le gagnons en résilience. Pousser la logique de l'efficacité à l'extrême, comme l'a fait le système alimentaire industriel, rend les systèmes trop rigides et donc vulnérables. Dans une époque de changements et d'incertitude, il importe de faire bouger le curseur vers la résilience.

Modulaires et décentralisés

Solidaires et autonomes

La diversification a aussi une conséquence, elle permet de compartimenter les systèmes régionaux, et d'éviter une contagion des chocs. C'est ce qu'on appelle la *modularité*, l'une des caractéristiques essentielles d'un système résilient. Chaque module (sous-système, par exemple région ou ville) reste ainsi protégé des chocs venant des voisins. Cela est valable aussi bien à l'échelle régionale qu'à l'échelle de l'exploitation. La modularité va aussi à l'encontre de l'idéologie du libre échange et de la mondialisation [voir Figure 11] : on doit pouvoir établir (au moins temporairement) des frontières pour les marchandises et jouer sur les paramètres de perméabilité pour réguler les flux et donc les contagions. La décentralisation implique de casser la structure hyper-hiérarchique des systèmes alimentaires, autrement dit, de réduire le pouvoir d'une élite et redonner aux régions et aux collectivités locales le pouvoir de décider ce qu'elles veulent mettre en place. Une structure institutionnelle à plus grande échelle conservera toutefois sa pertinence pour la coordination entre les

137 La distance parcourue par chaque aliment de son lieu de production à son lieu de consommation.

138 Bomford M. (2010). op. cit.

Figure 11



© © Alan Stanton. Licence Creative Commons

régions, mais elle ne doit pas être nécessaire au maintien du système alimentaire. Pour le cas européen, on doit prévoir la survie du système en cas d'arrêt des subventions de la PAC, par exemple.

Avec la décentralisation du système, on perdra certainement des économies d'échelles¹³⁹, il faut donc s'attendre à une baisse du niveau de vie global, mais c'est au profit d'une plus grande résilience. Enfin, on a souvent tendance à croire qu'une grande exploitation agricole (centralisée) est plus productive que plusieurs petites (décentralisées), or, c'est précisément l'inverse qui a été démontré¹⁴⁰.

Cycliques

On ne peut plus se permettre le luxe d'avoir des déchets

Au début de la chaîne, le système industriel doit s'approvisionner en grandes quantités de matières premières, et à l'autre bout de la chaîne, il rejette beaucoup de déchets. Pour résoudre ces deux problèmes à la fois, il suffit donc d'abandonner la vision linéaire des choses et de fermer les cycles : le déchet de quelqu'un est la matière première d'un autre. Par exemple les plantes produisent de l'oxygène qu'utilisent les animaux, et inversement, les animaux produisent du CO₂ dont les plantes se nourrissent. Observez une forêt, elle produit beaucoup de biomasse, et pourtant il n'y a pas de déchets. Chaque produit d'une espèce est la ressource d'une autre. Ainsi, le système devient auto-organisé, non polluant et bien plus efficient en énergie.

L'exemple des phosphates est éclairant, et la solution apparaît évidente : conserver le phosphore dans les champs en le recyclant, pour éviter de polluer et de devoir en ajouter. Mais comment le recycler ? Récupérer par exemple les excréments humains : 1,2 grammes de phosphates/personne/jour, cela fait 3 millions de tonnes par an, ce qui correspond à 20 % de la consommation industrielle d'engrais¹⁴¹. En Suède, deux villes ont essayé de collecter les urines humaines pour les remettre dans les champs¹⁴². L'Allemagne et la Suède sont en train de mettre en place des programmes ambitieux

pour recycler jusqu'à 60 % du phosphore des eaux usées et les renvoyer aux champs, forêts et pâtures¹⁴³. Mais la plus grande barrière est évidemment d'ordre psychologique...

En 1836, Justus von Liebig, le père de la fertilisation scientifique, écrivait au premier ministre britannique : « *La cause de l'épuisement des sols est à voir dans les us et coutumes des citadins, c'est-à-dire dans la construction de 'water-closets' (WC), qui ne permettent pas de récolter et conserver les excréments liquides et solides. Ces derniers ne retournent pas en Grande-Bretagne sur les champs, mais sont expulsés par les fleuves vers l'océan. L'équilibre dans la fertilité des sols est détruite par cette perpétuelle suppression des phosphates, et ne peut être rétabli que par une compensation équivalente.* »¹⁴⁴ Nous n'inventons rien.

L'idée de fonctionner en cycles est d'autant plus banale qu'elle a été appliquée durant des siècles par tous les paysans de la terre. « *Par le passé, les cités étaient trop conscientes de la valeur de la nourriture et de ses sous-produits pour se permettre de les gaspiller. S'ils brisaient les cycles naturels, c'est parce qu'ils ne disposaient pas des connaissances nécessaires pour comprendre les conséquences à long terme de leur consommation. Nous n'avons plus de telles excuses.* »¹⁴⁵

Basés sur les collectivités

L'union fait la force

Ce qui importe le plus dans la période trouble qui nous attend, c'est moins de conserver les structures physiques d'un système alimentaire que de maintenir la cohésion sociale des collectivités. Car en cas de choc, seule cette cohésion permet de rebondir et de recréer de nouvelles choses. La résilience des communautés est donc ce qui importe le plus. Bien sûr, le terme de *community*, très utilisé en anglais, n'est pas très approprié en français. On pourra aussi parler « résilience collective ».

Ainsi, les systèmes qui se maintiendront malgré les chocs seront les systèmes favorisant une implication des citoyens, c'est-à-dire un système qui leur laisse assez d'autonomie pour qu'ils développent eux-mêmes des innovations *par la base*. Il paraît donc indispensable de recréer des conditions sociales de l'auto-organisation. Cela passe d'abord par la création de liens forts entre voisins et personnes faisant partie d'une même entité géographique. Celle-ci est à définir par la communauté elle-même, cela peut être la rue, le quartier, la ville, le département et/ou la région. C'est de la confiance qu'il faut installer, car elle est la condition nécessaire et préalable à l'apparition des comportements coopératifs [voir Figure 12]. Cela est vital pour le maintien des collectivités. Pour être encore plus explicite, il y a fort à parier que les collectivités qui ne développent pas de mécanismes de coopération et qui restent dans des logiques de compétition, seront les premières touchées par les crises, et donc les premières à risquer de connaître des troubles majeurs avant éventuellement de disparaître.

¹³⁹ Tainter, J. A., et al. (2003). Resource transitions and energy gain: contexts of organization. *Conservation Ecology*, n°7, p. 4.

¹⁴⁰ De Schutter, O., et al. (2011) op. cit.

¹⁴¹ Bennett, E., & Elser, J. (2011) op. cit.

¹⁴² Bennett, E., & Elser, J. (2011) op. cit.

¹⁴³ Bennett, E., & Elser, J. (2011) op. cit.

¹⁴⁴ Cité par Steel C. (2008) op. cit., p. 255.

¹⁴⁵ Steel C. (2008) op. cit., p. 281.

Figure 12



© Jani Bryson

Les exemples d'« agriculture basée sur les collectivités » (*community-based agriculture*) ne manquent pas : potagers collectifs en ville, AMAP en France, des CSA en Amérique du Nord, Seikatsu au Japon, etc. Nous pouvons même aller jusqu'à dire que le caractère coopératif et cohésif des expériences d'agriculture alternative décide bien souvent de leur survie, car développer des initiatives innovantes et avant-gardistes dans un contexte défavorable n'est pas de tout repos, cela nécessite de la puissance. Seule la force d'un groupe peut permettre de véritables émergences. Ce principe s'appliquera avec d'autant plus de rigueur que la disette énergétique sera sévère.

Transparents

Connais ton système

Si aujourd'hui nous avons un rapport si pauvre avec nos aliments, et si nous ne connaissons pas le système alimentaire qui nous nourrit (surtout en ville), c'est parce que la chaîne alimentaire nous est invisible et inaccessible. Nous ne voyons que les lasagnes dans le rayon du supermarché, nous ne savons pas ce qu'il y a en amont ni en aval. Retrouver une puissance d'agir, et donc un contrôle sur son alimentation, implique de maintenir une proximité avec l'ensemble des étapes du système alimentaire dont nous dépendons. Les systèmes alimentaires doivent être moins complexes, plus petits et plus transparents.

Cela est d'autant plus pertinent que l'une des caractéristiques de l'industrie agroalimentaire est justement sa capacité à garder les secrets. Mais en cas de faillite, qu'advient-il des expériences et des connaissances que l'entreprise a accumulées ? La résilience incite au contraire à partager l'information et à apprendre à connaître toutes les étapes du système. Plus nous sommes proches du lieu de l'action, plus nous pouvons réagir vite au moindre souci, et moins nous sommes vulnérables.

B. Guide n°2 : L'agriculture

Il existe de nombreuses manières de définir l'agriculture soutenable (ou la « révolution doublement verte ») dont nous aurons besoin à l'avenir. Mais si tout le monde s'accorde sur l'objectif général, personne ne s'accorde sur les détails.

Pour faire court, il faudra tenter désormais de s'inspirer du fonctionnement du vivant (vers une agriculture biomimétique¹⁴⁶). Alors que dans un cas, on force l'environnement à s'adapter à nos exigences (en consommant beaucoup d'énergie), dans cette dernière on essaie plutôt de voir ce que l'environnement nous impose et d'adapter nos systèmes en conséquence, ce qui est beaucoup plus sobre en énergie. Par manque de place, nous ne détaillerons pas plus ces principes, mais renverrons à des ouvrages d'agroécologie ou de permaculture¹⁴⁷. Ce qu'il est important de mettre en évidence lorsqu'on parle d'agriculture, c'est plutôt l'ampleur du changement qui nous attend. Au vu des constats annoncés dans la première partie, deux aspects résonnent particulièrement avec le thème de l'agriculture : la destruction des écosystèmes et le manque d'énergie fossiles. Sérieusement considérées, ces deux questions font apparaître deux principes absolument fondamentaux de l'agriculture de demain.

Vers une agriculture « de réparation »

Laisser un lieu dans un meilleur état que lorsqu'on est arrivé

Les écosystèmes sont si dégradés, les sols si pollués, la biodiversité si fragilisée que nous mettons en danger notre propre capacité de survie. Ainsi, dans quelques années, après les derniers toussotements du monde industriel, dans le silence du monde post-industriel, à quoi ressembleront nos écosystèmes ? Auront-ils toujours la capacité de répondre à nos besoins lorsque nous ferons pousser des céréales sans tracteurs, sans semences hybrides, sans pesticides, sans engrais de synthèse, sans industries de transformation de masse, sans chaînes de distribution mondialisée, et avec un climat imprévisible ? Pourrons-nous compter sur eux ? Auront-ils aussi la capacité d'en plus se régénérer ?

Une activité agricole d'avenir devra non seulement être responsable de la production alimentaire, mais aussi de la restauration des fonctions des écosystèmes. Le métier d'agriculteur sera un métier de réparation : par ses pratiques, il devra produire en quantités suffisantes, et aura pour tâche de dépolluer et relancer la vie des sols, tamponner le climat, voire stocker du CO₂, et même enrichir la biodiversité de ses agroécosystèmes [voir Figure 13].

¹⁴⁶ Malézieux, E. (2012). Designing cropping systems from nature. *Agronomy for sustainable development*, n°32, p. 15-29.

¹⁴⁷ Lire les principaux ouvrages d'agroécologie et de permaculture. Par exemple : Altieri, M. A. (1995). *Agroecology: the science of sustainable agriculture*. Westview Press ; Holmgren D. (2002) *Permaculture. Principles & Pathways Beyond Sustainability*, Ed. Holmgren Design Services, 286 p.

Figure 13



Au premier plan, l'agriculture du 20^{ème} siècle : la dégradation d'un sol par le labour et grâce à l'utilisation d'une grande quantité d'énergie fossile. Au deuxième plan (la forêt), l'agriculture de demain : sans labour, avec des plantes vivaces qui restructurent et protègent les sols, sans intrants de synthèse, et avec une grande biodiversité. »

© Mercedes Rancaño

Vers une agriculture « solaire »

La nature fonctionne uniquement à l'énergie solaire

D'un point de vue énergétique, un baril de pétrole équivaut approximativement à 25 000 heures de travail humain, soit une personne travaillant 40 heures par semaines pendant 12,5 années. Un plein d'essence équivaut donc environ à quatre ans de travail humain. Au vu de ces chiffres, et lorsqu'on connaît les limites de la production d'énergies fossiles, on prend conscience de l'ampleur de la tâche qui nous attend.

La transition vers une sortie *totale* des énergies fossiles (nucléaire inclus) ne sera pas aisée, mais c'est la seule possibilité à long terme que nous ayons. Car, par définition, une ressource non-renouvelable est limitée dans le temps.

Durant la plus grande partie de l'histoire humaine, nous -comme les autres animaux- avons vécu grâce aux énergies renouvelables. Nous avons utilisé la puissance musculaire, issue de l'énergie de ce que nous mangeons, c'est-à-dire de la photosynthèse. Nous avons cuisiné avec du feu de bois. Nous avons mangé des aliments frais quand ils étaient disponibles, et conservé ce que nous pouvions dans des caves profondes ou grâce à des techniques comme la salaison, la fermentation ou le séchage. Nous gardions notre nourriture dans des pots en céramique, des boîtes en bois, du tissu ou du papier. Ce n'est qu'en 1840 que sont arrivées les machines agricoles fabriquées en usine, et en 1910 que les engrais azotés de synthèse et les tracteurs à essence ont permis d'augmenter artificiellement les rendements agricoles. L'avenir ressemblera probablement à l'époque pré-industrielle, à la différence que nous continuerons à innover et à développer de nouvelles techniques... compatibles avec les limites « solaires ».

Nous n'avons que très peu de marge de manoeuvre, l'agriculture de demain devra se contenter des énergies renouvelables. Les écosystèmes naturels vivent uniquement grâce à l'énergie solaire (soleil et biomasse). L'agriculture devra donc s'adapter, en y ajoutant des énergies renouvelables telles que le vent ou la méthanisation à partir de biomasse, ainsi que du travail humain et animal¹⁴⁸. Rester dans les limites du flux « solaire » est donc un principe de l'agriculture de demain. Le défi sera alors de maximiser la captation solaire par unité de surface. On verra apparaître des agroécosystèmes multi-étagés (agroforesterie par exemple) et qui ne laissent jamais la terre nue. Ce sera une agriculture intensive mais non industrielle.

C. Guide n°3 : Une demande consciente des limites

L'exception humaine

Reconstruire des systèmes alimentaires et maintenir des rendements agricoles et des réseaux de distribution demandera beaucoup de travail, et le succès ne sera pas garanti. Pour l'instant, nous avons beaucoup abordé le problème de la production et de la distribution, mais il est aussi nécessaire de repenser l'autre bout de la chaîne. Le consommateur est celui qui façonne les systèmes alimentaires. Vouloir toujours plus de nourriture à des prix toujours plus bas a des conséquences sur la conception et le fonctionnement du système. Manger toujours plus de viande impose aussi une pression sur l'amont de la chaîne à laquelle il devient toxique de répondre.

Le dernier principe pour concevoir des systèmes alimentaires résilients et soutenables est donc de ne plus considérer le consommateur comme roi. L'idéologie libérale actuelle répand la croyance que le consommateur est libre et responsable, et que seul le marché peut gérer naturellement cette demande « libre ». Or, ces croyances sont fausses. Non seulement le marché ne peut pas gérer les crises actuelles, mais le consommateur n'est pas un être rationnel et responsable, il est irrationnel. À l'avenir, il le restera. Il faudra donc lui mettre des limites, ou plutôt, il faudra qu'il s'impose lui-même, et collectivement, des limites compatibles avec les principes ci-dessus. Sans un contrôle de la demande, il n'est point de transition réussie, ni même d'espoir en l'avenir. Aussi longtemps que nous ne saurons pas nous auto-limiter collectivement, par des normes les moins coercitives possibles, il est difficile d'envisager le moindre système compatible avec la biosphère.

148 Le pétrole est aussi une énergie solaire, mais renouvelable à un rythme bien trop lent pour nos sociétés. Il est donc considéré comme non-renouvelable.

3. Sécuriser l'alimentation des villes

Quand on pense que chaque jour, pour une ville de la taille de Londres, il faut produire, importer, vendre, cuisiner, manger et écouler assez de nourriture pour 30 millions de repas, et que quelque chose de similaire doit arriver chaque jour pour toutes les villes du monde, il est remarquable que ceux d'entre nous qui vivent dans ces villes arrivent tout simplement à avoir de la nourriture.¹⁴⁹

A. Le système de distribution

On voit rarement ce qui se trouve derrière notre nourriture. En réalité, « les villes dans lesquelles nous vivons ont été sculptées par les systèmes alimentaires modernes de distribution ; sans eux les villes n'existeraient pas¹⁵⁰. »

En 2011, la ville de Londres a importé de l'étranger plus de 80 % de ses aliments (40 % pour le pays entier)¹⁵¹. Les grandes grèves de transporteurs de carburants de 2000 au Royaume-Uni, ou même de l'explosion du dépôt de carburant de Buncfield en 2005, nous ont montré à quel point un tel système était fragile¹⁵². Quatre à cinq jours ont suffi pour que le blocage des carburants mette sérieusement en danger la sécurité alimentaire du pays, à tel point que l'armée a été sur le point d'intervenir.

Il peut suffire de quelques heures pour déclencher rapidement une ruée vers les magasins. « Dès l'apparition des premières villes, la question de l'alimentation était tellement importante que sa gestion était toujours le rôle des autorités, et elles prenaient cela très au sérieux. Le moindre faux pas, et c'était l'émeute¹⁵³. » L'exemple du Paris pré-industriel est frappant. Trop loin de la mer (à 170 km), la capitale a dû sécuriser un périmètre de 30 km de grains uniquement destiné à l'approvisionnement. En cas de disette, une deuxième couronne (Picardie et Champagne) avait l'obligation légale de fournir Paris. Si cela ne suffisait pas, la capitale exerçait un droit de préemption sur les récoltes de tout le pays, de gré ou de force¹⁵⁴. En 2000, les céréales qui ont approvisionné Paris ont parcouru en moyenne 500 km, alors qu'ils ne faisaient que 100 km un siècle plus tôt. La distance des fruits et légumes a quant à elle décuplée¹⁵⁵. Dans les villes modernes, il n'y a presque plus de stocks de nourriture à cause de la gestion en flux tendus. Comme le souligne l'architecte Carolyn Steel dans son formidable livre sur les systèmes alimentaires urbains, « la plupart de la nourriture que vous et moi allons manger la semaine prochaine n'est pas encore arrivée au pays¹⁵⁶ ». Nous sommes, paraît-

il, à une distance de neufs repas de la révolution (ou de la famine, selon le niveau d'optimisme).

Il existe, en plus du système industriel dominant, trois autres types de systèmes alimentaires alternatifs¹⁵⁷ : les systèmes domestiques (de type familial), les systèmes de proximité (circuits courts), et les systèmes vivriers territoriaux (grandes ceintures autour des villes). Même s'ils ne pèsent pas bien lourd dans les pays industrialisés, ils sont représentés par une multitude de petits systèmes locaux de distribution, tels que les « paniers Bio » en circuit courts¹⁵⁸. En pleine expansion, ils sont favorisés par l'émergence des réseaux tels que *Slow food*¹⁵⁹ ou les Initiatives de Transition¹⁶⁰. De plus, ces systèmes alternatifs ont déjà montré leur capacité de résilience en contexte de crise voire de choc (voir Cuba, section suivante) ou à des variations de prix extrêmes¹⁶¹. Ainsi, en cas de défaut des systèmes alimentaires industriels, il restera toujours ces petits systèmes, qu'il faudra alors réhabiliter, soutenir et multiplier rapidement. Bien évidemment, une politique de résilience implique de miser sur ces trois systèmes alimentaires *simultanément*.

Enfin, il y a le problème des déserts alimentaires (voir section 1.B.). La disparition des petites épiceries de quartier est inquiétante, mais elle n'est pas inéluctable. En 1998, Caroline Cranbook, une citoyenne britannique, accompagnée d'un député motivé, ont rendu visite à tous les petits commerces et les petits producteurs des environs de leur ville, Saxmundham, pour cartographier et mesurer les impacts qu'avaient eu les supermarchés sur le commerce local. Six ans après que le conseil communal ait voté des mesures en faveur du retour du commerce de proximité, et donc en défaveur des supermarchés, le nombre de petites échoppes est passé de 300 à 370, ce qui est exceptionnel dans le contexte de la Grande Bretagne¹⁶². Les petites épiceries ne sont cependant pas une panacée. Il est important de veiller à ce qu'elles ne se fournissent pas dans les grandes chaînes de distribution industrielles, mais qu'elles s'approvisionnent plutôt dans des réseaux locaux de production et de distribution.

B. L'agriculture urbaine et péri-urbaine

Imaginer des difficultés d'approvisionnement en nourriture dans les villes convoque immédiatement un imaginaire d'agriculture urbaine, faisant volontiers référence au cas de l'île de Cuba, qui dans les années 90, suite à l'embargo étasunien et l'effondrement du bloc soviétique, a subi un choc énergétique extrêmement brutal

149 Steel C. (2008) op. cit., p. ix

150 Steel C. (2008) op. cit.

151 <http://www.newstatesman.com/society/2011/06/food-growing-urban-london-city>

152 DEFRA (2006) Food Security and the UK: An Evidence and Analysis Paper. Disponible sur <http://archive.defra.gov.uk/evidence/economics/foodfarm/reports/documents/foodsecurity.pdf>

153 Steel C. (2008) op. cit. p. 78.

154 Kaplan, cité par Steel C. (2008) op. cit. p. 81.

155 Verdonck et al. (2012) op. cit. p. 17.

156 Steel C. (2008) op. cit.

157 Esnouf, C, et al. (2011), *duALine – durabilité de l'alimentation face à de nouveaux enjeux*. Questions de recherche. Rapport INRA-CIRAD, France, 236 p.

158 AMAP en France, GASAP ou GAC en Belgique, et CSA aux États-Unis.

159 www.slowfood.com

160 www.transitionnetwork.org

161 http://www.lemonde.fr/idees/article/2011/06/08/g20-cinq-priorites-pour-ameliorer-la-securite-alimentaire-mondiale_1533160_3232.html

162 Steel C. (2008) op. cit. p.152.

Figure 14



Potager urbain à Cuba, géré par l'immeuble. © Pablo Servigne

(diminution de près de 80% des importations de carburants, d'engrais et de pesticides). En quelques mois, l'une des agricultures les plus industrialisées d'Amérique a dû inventer dans l'urgence des systèmes alimentaires ad hoc efficaces et efficaces pour relancer une économie hyper-locale et frugale, sans chaîne du froid, et avec beaucoup moins de transports et de pièces mécaniques de rechange. Ainsi, l'agroécologie et l'agriculture urbaine se sont répandues dans tout le pays en moins de 10 ans, sous la pression de la nécessité¹⁶³ [voir Figure 14].

Selon une définition récente¹⁶⁴, l'agriculture urbaine est définie comme *l'agriculture localisée dans la ville (intra-urbaine) ou à sa périphérie (péri-urbaine), mais dont les produits sont majoritairement destinés à la ville*. En réalité, ce type d'agriculture n'est pas qu'une anecdotique expérience post-soviétique, de nombreuses villes du globe vivent déjà d'agriculture urbaine. À Shanghai par exemple, en 2000, 60% des légumes (soit 1,3 millions de tonnes) et 90% des œufs consommés étaient produits en ville. Au Viêt Nam, au Nicaragua, au Népal, à Dakar, à Hanoï, au Ghana et à Madagascar, plus de 70% des ménages urbains (souvent les plus pauvres) pratiquent l'agriculture. Au total, selon la FAO, en 2005, plus de 800 millions de personnes à travers le monde auraient été engagées dans des activités d'agriculture urbaine¹⁶⁵.

Au Nord, malgré des contraintes juridiques urbaines beaucoup plus fortes, et moins de nécessité, un grand mouvement a déjà commencé. La ville de Montréal inclut l'agriculture dans ses programmes d'aménagement du territoire : on y dénombre plus de 8 500 parcelles réparties dans des jardins institutionnels, des jardins d'entreprises, des jardins privés (partagés ou non), des jardins collectifs ou des jardins communautaires¹⁶⁶ qui regroupent plus de

15 000 membres. Tous les secteurs de la population participent au mouvement (académique, privé, associatif, institutionnel, etc.). La ville met également en place des jardins sur les toits¹⁶⁷, car lorsque 80% de la surface urbaine est déconnectée de la terre, il faut aller chercher de nouvelles surfaces de culture... [voir Figure 15].

La ville de Londres semble également s'affirmer comme une ville pionnière en la matière. À l'heure actuelle, 30 000 citoyens louent une parcelle cultivable et 14% de la population londonienne cultive des fruits ou des légumes dans son jardin. Le collectif *Capital Growth*¹⁶⁸, par exemple, réunit des partenaires publics, privés et associatifs, et compte aujourd'hui plus de 2 000 jardins urbains pour lesquels il offre une aide pratique, financière et pédagogique à toute personne désireuse de se lancer dans l'agriculture urbaine. Il y a également le projet *Food From The Sky*¹⁶⁹, une première mondiale, mettant en place sur le toit d'un supermarché un jardin en Permaculture [voir encadré : La permaculture] couplé à des programmes d'éducation. Les légumes (bio) sont donc vendus 10 mètres en-dessous du lieu de production. L'organisation développe aussi un modèle de production/distribution en 12 étapes qui peut facilement être utilisé par d'autres groupes, supermarchés ou organisations. Londres a également mis à contribution les architectes en développant des « paysages urbains productifs continus » (Continuous Productive Urban Landscapes, CPUL) qui visent à créer des espaces verts productifs reliés entre eux dans un réseau intégré.

Figure 15



Brooklyn Grange, New York.

© Cyrus Dowlatshahi – Brooklyn Grange, New York.

À Tokyo, on recense 1 916 exploitations agricoles, ce qui équivaut à 2% de la surface de la ville. On cultive principalement des légumes verts, mais on y trouve aussi des pommes de terre, des fleurs, du riz et des céréales¹⁷⁰. Cette pratique est issue d'une longue tradition de protection aux catastrophes dont le pays est souvent victime.

163 A ce sujet, voir le film *The power of Community: how Cuba survived Peak oil* (Community Solution, 2006.). Mais le film étant un peu trop enthousiaste, il convient d'approfondir le sujet par la lecture de Servigne P. et Araud C. (2012) *La transition inachevée. Cuba et l'après-pétrole*, Barricade, Liège. Disponible sur www.barricade.be. Ainsi que le livre de Wright, J. (2009). *Sustainable agriculture and food security in an era of oil scarcity: lessons from Cuba*. Routledge.

164 Mbaye. & Moustier, 1999. *L'agriculture urbaine dakaraise*. Document préparé pour ETC/GTZ.

165 Luc J.A. Mougeot (Ed.) (2005) *Agropolis. The social, political and environmental dimensions of Urban Agriculture*. Earthscan.

166 Les jardins collectifs sont cultivés en groupe à des fins sociales et fonctionnent en réseau mais chacun fonctionne à sa manière ; les jardins communautaires sont des ensembles de parcelles individuelles gérés par un groupe de jardiniers, tous structurés de la même manière par le pouvoir politique, mais qui ne fonctionnent pas en réseau. Voir le dossier sur l'agriculture urbaine de *La revue Durable*, n°43, 2011.

167 « Montréal, des jardins sur les toits », Alternatives Canada, 2007, www.alternatives.ca/projet-campagne/montreal-des-jardins-sur-les-toits

168 Initiative soutenue par la présidente du Conseil de l'Alimentation de Londres et réunissant le London Food Link, le maire de Londres et le Big Lottery's Local Food Fund. voir www.capitalgrowth.org

169 <http://foodfromthesky.org.uk>

170 Voir le dossier de *La Revue Durable*, n° 43, août-septembre-octobre 2011.

La permaculture

On retient souvent que c'est une technique de culture sur buttes, ou de paillage du sol. Mais la permaculture est bien plus que cela. Créée à la fin des années 70 par deux australiens à une époque de remise en cause de la société du tout-pétrole, cette méthode de conception (design) s'employait à mettre en place des écosystèmes agricoles hyper-résilients, hyper-productifs et auto-organisés⁽¹⁾. Le but était d'imiter un écosystème naturel pour qu'il produise un maximum pour nous (les humains) sans qu'on ait besoin d'y ajouter de l'énergie ou du travail. Ainsi, faire des « jardins-forêts » ou des « paysages comestibles » est devenu le passe-temps du permaculteur.

Bien entendu, la permaculture s'est d'abord concentrée sur la production de nourriture, de fibres et d'énergie. Mais sa réelle efficacité sur le terrain lui a permis de conquérir non seulement l'ensemble du globe, mais aussi d'étendre son champ de compétences aux autres domaines de la vie : la construction bioclimatique, l'économie, l'aménagement du territoire, ou même l'organisation de groupes humains. On peut donc concevoir une maison en permaculture, réaliser un système de récupération d'eau de pluie, ou même créer une structure associative en suivant les principes de permaculture. Les « principes éthiques » et les « principes de design », qui sont au cœur de cette méthodologie, s'appliquent à tout, en tous temps et en tous lieux. Inspirés du fonctionnement du vivant, ce sont de très bons guides

pour construire des systèmes résilients, et donc naviguer dans ce siècle qui s'annonce déjà assez chaotique, ne serait-ce que du point de vue climatique.

Tout le monde peut pratiquer la permaculture, le mieux est de suivre une petite formation de 72h (certificat). Elle se pratique à la campagne, mais aussi en ville où les opportunités sont innombrables et la main d'œuvre très nombreuse. Enfin, appliquer les principes de permaculture à l'échelle des territoires, c'est ce que proposent les villes en Transition (ou initiatives de Transition), un mouvement né en Angleterre, qui a séduit plus d'un millions de groupes de citoyens à travers la planète, et qui propose de commencer à construire dès maintenant le monde de l'après-pétrole avec les habitants de sa rue, de son quartier ou de sa ville⁽²⁾. Ils partent du principe que dans 30 ans, le monde sera peut-être privé de pétrole, mais il sera plus agréable à vivre. Une pensée positive qui soulève l'enthousiasme et fait passer à l'action.

(1) Pour débiter, lire Mollison, B. (2013) *Introduction à la Permaculture*, Passerelle Eco, 240 p. Pour les principes théoriques et les enjeux, lire Holmgren D. (2002) *Permaculture. Principes & Pathways Beyond Sustainability*, Ed. Holmgren Design Services, 286 p. Bientôt traduit en français.

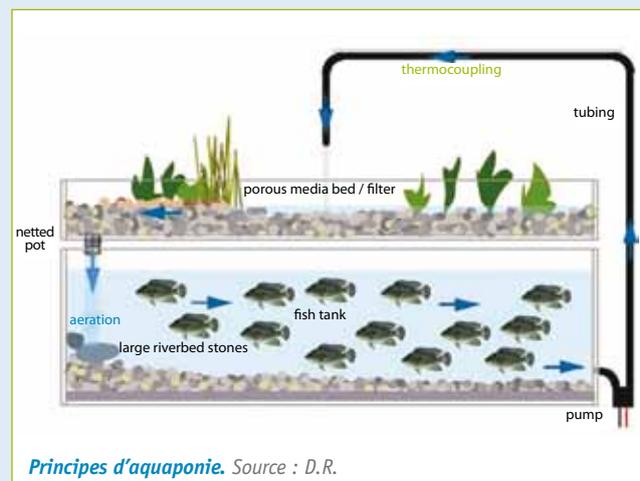
(2) Hopkins, R. (2010) *Manuel de Transition. De la Dépendance au Pétrole à la Résilience Locale*. Ed. Silence/Ecosociété, 216 p.

L'aquaponie

En ville, il est possible de cultiver un petit potager bio et de produire en plus ses propres poissons. Il suffit de quelques mètres carrés pour fabriquer l'un des écosystèmes les plus productifs du monde : l'aquaponie (= aquaculture + hydroponie). Ce dernier fonctionne sur un principe très simple : fermer les cycles.

Des poissons laissés dans un bac finissent pas étouffer rapidement dans leur déjections. Pourquoi alors ne pas donner ces déjections directement aux plantes, qui en raffolent ? En fabriquant un circuit fermé où l'eau circule des poissons aux plantes puis des plantes aux poissons, on génère un système cyclique gagnant-gagnant pour tout le monde. Les bactéries et les plantes purifient l'eau, et en retour, les poissons nourrissent les plantes. On économise ainsi 90 % d'eau par rapport à un potager de même taille, sans compter qu'il n'est plus nécessaire d'ajouter des engrais au potager. Il suffit d'installer une petite pompe à eau pour faire tourner le circuit, et de nourrir les poissons de temps en temps, par exemple, avec des asticots que vous produisez vous-mêmes à partir des déchets de

cuisine. On a là un système fiable et peu onéreux, idéal pour effectuer ses premiers pas. Si on veut un système qui fonctionne toute l'année, il faudra alors l'inclure dans une serre. Ainsi, on aura non seulement des protéines mais aussi des légumes en hiver...



Principes d'aquaponie. Source : D.R.

À Bruxelles, le nombre de GASAP¹⁷¹ est passé de 3 à plus de 80 en six ans (soit plus de 1 200 ménages concernés). À Berlin, 80 000 personnes seraient impliquées dans une pratique agricole. À New York, on compte plus de 1 000 jardins communautaires en terres publiques. Et la liste est loin d'être exhaustive... L'agriculture urbaine est un secteur en pleine expansion et n'est plus l'apanage d'une petite minorité associative, elle concerne désormais les entreprises et le monde politique.

Un complément alimentaire

L'agriculture urbaine améliore sensiblement la sécurité alimentaire des populations urbaines, elle n'est clairement pas à négliger. Mais il faut être conscient qu'elle ne suffit jamais à atteindre l'autosuffisance alimentaire. Une récente étude¹⁷² concernant l'agglomération de Rennes a montré que les surfaces situées dans son périmètre urbain pourraient, dans l'optique d'un scénario idéal¹⁷³, assurer 38% des besoins alimentaires des rennais. À Bruxelles, un étude calculait que sur 1 200 ha de friches urbaines, on pouvait produire 30% des besoins de la ville¹⁷⁴.

L'agriculture urbaine reste (et restera) dans les grandes villes un *complément alimentaire*, car on peut y cultiver des légumes, des fruits, des plantes médicinales, ou même pratiquer du petit élevage, mais on ne peut pas produire de grandes quantités de céréales, qui constituent l'essentiel de l'énergie alimentaire dont nous avons besoin. Les céréales continueront à être produits en dehors de villes, ce qui souligne l'importance des ceintures péri-urbaines. Or, actuellement, ces dernières sont gravement menacées par l'avancée du béton et du bitume, alors qu'elles sont souvent d'excellentes terres agricoles¹⁷⁵.

Repenser l'alimentation des villes oblige inévitablement à protéger et stimuler l'agriculture péri-urbaine. On peut dès lors imaginer des projets ambitieux autour des villes. C'est le cas, par exemple à Liège (Belgique), avec le projet *Ceinture Aliment-Terre*¹⁷⁶, lancé en 2013 par huit organisations locales (des associations, un syndicat et des entreprises) et appuyé par des partenaires universitaires, politiques, citoyens (*Liège en Transition*), et même la presse. L'objectif est de sécuriser l'approvisionnement alimentaire de Liège, d'en profiter pour y développer l'agroécologie, et de créer une économie locale puissante afin de générer de nouveaux emplois.

On constate aussi que l'agriculture urbaine se scinde en deux tendances, l'une technologique, et l'autre agroécologique. La première imagine volontiers de créer des fermes urbaines hyper-productives sur des surfaces extrêmement réduites. Les fermes verticales, chères à mettre en place et constituées de matériaux high-tech en sont un exemple. Bien que légitime et logique dans le contexte actuel, cette

tendance pose un certain nombre de problèmes évidents dans un contexte post-industriel, en particulier pour l'énergie grise nécessaire à la fabrication des matériaux, et la perte d'autonomie pour l'utilisateur que de telles technologies génèrent (s'il y a une panne, par exemple). Mais on peut cependant lui accorder de belles réussites [voir l'encadré : L'aquaponie] qui motiveront certainement les plus technophiles d'entre nous à participer à la grande transition urbaine.

À l'inverse, la tendance agroécologique a acté le constat accablant des crises (voir partie 1), et applique déjà les principes généraux de résilience (voir partie 2) : abandonner la gabegie énergétique, imiter les processus vivants, bannir les pesticides et engrais de synthèse, favoriser l'autonomie des paysans urbains et surtout les liens sociaux alentours.

Même s'il convient de rester vigilant sur la fuite en avant technologique, les deux tendances ne sont pas forcément incompatibles, et peuvent même être complémentaires dans une première phase de la transition.

Un bénéfice social avant tout

Lorsque la nécessité fait loi (à Cuba, en Afrique, etc.), l'agriculture urbaine est une solution *ad hoc* qui permet de remplir rapidement les estomacs. Mais lorsqu'on n'a pas (encore) de nécessités vitales, comme c'est le cas dans les pays industrialisés, le moteur de l'agriculture urbaine est surtout le plaisir, la convivialité et la cohésion sociale.

À cause de ses besoins importants en main d'oeuvre, l'agriculture urbaine peut permettre de créer des emplois dans des zones de haute densité de population¹⁷⁷. En Région Bruxelloise, par exemple, en 2012, l'alimentation durable¹⁷⁸ concernait 2 500 emplois sur un million d'habitants. Le secteur a même connu une croissance pendant la crise de 2008, à l'inverse de beaucoup d'autres secteurs. Selon une étude récente, le potentiel d'emplois d'un système alimentaire durable à Bruxelles est de 6 000 emplois uniquement pour le volet agriculture urbaine agroécologique. Mais les débouchés de cette production pourraient générer des emplois supplémentaires pour la transformation, la distribution, l'Horeca, le traitement des déchets et les formations, soit un potentiel total de 7 700 emplois¹⁷⁹. De manière plus générale, les formes d'agriculture hyper-intensives (en main d'oeuvre) mais efficaces en énergie, comme la permaculture, sont susceptibles de générer jusqu'à 7 emplois à l'hectare, aussi bien en ville qu'à la campagne¹⁸⁰ [voir encadré : Des micro-fermes hyper-intensives... en main d'œuvre].

Par ailleurs, l'agriculture urbaine permet de créer des liens communautaires forts. Comme le dit la fille de Will Allen, le fondateur de *Growing Power*, une ferme urbaine intensive à Milwaukee (USA),

171 Groupement d'Achat Solidaire de l'Agriculture Paysanne. Relativement similaire aux AMAP, en France.

172 Darrot, C., Boudes, P. (Dir.), *Rennes, métropole, ville vivrière ?* Agrocampus Oouest, Laboratoire de Développement rural, 2011. Disponible sur www.adt-rennes.com

173 Celui-ci table sur divers paramètres : la sortie d'une production et d'une consommation animale excessives, la mise en culture alimentaire d'une petite partie des parcs, jardins et toits plats et la réorientation de l'agriculture locale vers les circuits courts.

174 Vesters, M. (2011). Urbanisme agricole et agriculture de récupération de surfaces. Une hypothèse réaliste. Mémoire de fin d'études, Université libre de Bruxelles. 85 p.

175 A Paris, voir <http://costif.parla.fr>

176 www.catl.be

177 Verdonck M. et al. (2012) *Système d'alimentation durable Potentiel d'emplois en Région de Bruxelles-Capitale*. Rapport final de la recherche réalisée pour le compte de l'Institut Bruxellois pour le Gestion de l'Environnement. 115 p.

178 « Pour être durable, une alimentation devrait ainsi englober des critères de qualité, de respect de la souveraineté alimentaire, d'impacts environnementaux réduits (grâce, entre autres, au caractère local et de saison des aliments), de respect des droits sociaux et humains, de revenus justes pour les producteurs, y compris pour assurer le maintien d'une agriculture paysanne, de transparence pour les consommateurs, de développement de relations de confiance entre producteurs et consommateurs et enfin de création de liens sociaux et conviviaux par la nourriture. » (Verdonck et al. (2012) op. cit.).

179 Verdonck M. et al. (2012) op. cit.

180 Coleman, E., 1999. *Four-Season Harvest: Organic Vegetables from Your Home Garden All Year Long*. Chelsea Green Publishing.

Des micro-fermes hyper-intensives... en main d'œuvre

Produire sans pétrole, c'est produire avec la tête et les mains. Comme le montrent le jeune québécois Jean-Martin Fortier et sa compagne Maude-Hélène Desroches⁽¹⁾, il est possible de nourrir 250 familles avec un peu moins d'un hectare (normalement il faudrait 5 à 12 hectares avec des techniques conventionnelles). Le jeune couple n'avait pas les moyens de s'installer, ils ont donc acquis un petit terrain et ont développé des techniques d'intensification « bio » inspirés de la tradition maraîchère française du milieu du 18^e siècle pour arriver à faire jusqu'à 8 semis par an. Ce sont des méthodes très peu mécanisées (outils manuels, espacements minimums, plantes permanentes, non-labour, système complexe de rotation des cultures, fertilisation avec du compost, etc.).

Créée en 2006 sur un sol ingrat et peu fertile de 16 ha, la ferme du Bec Hellouin (Normandie, France) cultive 4 500 m² en maraîchage dont le design suit les principes de permaculture. La « micro-agriculture manuelle » développée est aussi inspirée des expériences d'intensification d'Eliot Coleman dans le Maine (États-Unis). Perrine et Charles Hervé-Gruyer proposent entre 800 et 1000 végétaux différents. Sur la ferme, on trouve 2 500 m² de cultures sur buttes en agroforesterie, 650 m² de serres, une forêt-jardin de 1 100 m², des vergers, des cultures de petits fruits, des pâturages, une boutique, un éco-centre et un four à pain. L'étrangeté et la beauté du lieu attire de nombreux visiteurs, qui profitent des activités de formation (dont une école de permaculture). La commercialisation reste toutefois assez classique : AMAP, vente directe, grossiste, boutiques, et même un restaurant étoilé.

Une question qui revient souvent est : une ferme en permaculture peut-elle être économiquement viable ? Pour répondre à cette question de manière rigoureuse et chiffrée, François Léger, chercheur à l'INRA-Agro Paris Tech, a mis en place depuis fin 2011 un suivi scientifique de la ferme du Bec Hellouin. Les premiers résultats de l'étude⁽²⁾ sont encourageants : sur une année (du 1^{er} juin 2012 au 31 mai 2013), la charge de travail a été de 1400 heures passées à cultiver les parcelles, pour un chiffre d'affaires de 32 000 euros. Soit un volume suffisant pour créer un emploi à temps plein sur 1 000 m² cultivés.

Imaginons un million de micro-fermes comparables, reliées entre elles et complémentaires dans leurs productions et les services qu'elles proposent... Cela pourrait créer au moins un million d'emplois dans les campagnes, et répondre à la montée du chômage des villes. À condition qu'un exode urbain ait lieu dans les prochaines années ! Mais ce mouvement a peut-être déjà commencé, car la ferme du Bec Hellouin accueille beaucoup de « NIMA » (« non issus du monde agricole »), de tous horizons, informaticiens, commerciaux, enseignants, chômeurs, chercheurs ou étudiants, dont beaucoup sont des citoyens. Certains suivent des formations en maraîchage permaculturel et même en traction animale avec l'espoir de s'installer un jour sur leur ferme. Les « nimaculteurs » sont déjà convaincus que le monde subira de profonds changements en raison de la future pénurie d'énergie, et ils s'y préparent déjà en prenant des décisions conséquentes⁽³⁾.

(1) Fortier, J. M. (2012) *Le jardinier-maraîcher. Manuel d'agriculture biologique*. Ecosociété, 200 p.

(2) Guégan, S. et al. (2013). *Maraîchage biologique permaculturel et performance économique, Rapport d'étape n° 2, Juillet 2013*. Disponible sur www.fermedubec.com

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



Charles Hervé-Gruyer présentant les principes de la micro-agriculture de la ferme du Bec Hellouin. © Pablo Servigne

Figure 16



Jardin collectif urbain à New York. Source : www.fiveboroughfarm.org

« nous n'apprenons pas seulement aux gens à produire eux-mêmes leur nourriture, nous sommes en train de rebâtir des systèmes alimentaires communautaires »¹⁸¹. Pour atténuer les effets de la paupérisation et du chômage de villes post-industrielles des anciennes régions minières et des banlieues de HLM, le potentiel de l'agriculture urbaine est donc immense [voir Figure 16].

Enfin, elle permet d'enrichir la biodiversité urbaine, de mieux gérer les déchets (compostages de quartier), de retenir les eaux de pluie et d'améliorer la qualité de l'air. On lui trouve aussi des avantages peu quantifiables, tels que l'amélioration du cadre de vie (bien-être, qualité paysagère, esthétique, odeurs, etc.), ainsi qu'un apprentissage du lien entre l'assiette et la terre, qui fait aujourd'hui cruellement défaut.

Economiquement viable ?

Tout cela est bien joli, mais l'agriculture urbaine rapporte-t-elle de l'argent ? La réponse est oui. Il existe une multitude de formes d'agriculture urbaines (et donc de *business models*) qui se distinguent par les objectifs poursuivis (non-profit ou profit), leur situation géographique (intra- ou péri-urbain), et les types d'infrastructures utilisés (pleine terre, toits et balcons, serres permanentes, aquaponie, etc.).

Une étude datant de 2013 concernant la viabilité des modèles économiques des expériences d'agriculture urbaine dans les pays industrialisés du Nord¹⁸², a conclu que l'agriculture intra-urbaine pouvait être économiquement viable à certaines conditions. Les

circuits courts, par exemple, sont d'une importance capitale pour la survie économique de ces expériences. Même si le bénévolat est important pour le secteur, la plupart des acteurs arrivent à dégager des revenus, et complètent par des subventions publiques, ou d'autres activités comme la formation et la transformation alimentaire. L'exploitation viable typique est de petite taille, en plein air et en pleine terre, utilisant très peu d'intrants, très intensive en main d'oeuvre, et offrant une grande diversité de produits. Les serres urbaines en hydroponie sont également assez viables, moins intensives en main d'oeuvre, mais plus dépendantes de l'énergie et des intrants [voir l'encadré sur deux exemples économiquement viables].

La pollution

Il existe trois types de pollution néfaste à l'agriculture urbaine : la pollution de l'air (chauffages, incinérateurs, trafic automobile, etc.), des sols (activité industrielle, pesticides, peintures, etc.) et de l'eau (via les nappes phréatiques ou la pluie). En l'absence de précautions, la pollution peut avoir des conséquences sur la qualité des légumes et des fruits qui y sont cultivés, et donc sur la santé des consommateurs¹⁸³. La pollution n'est pas un problème à prendre à la légère et constitue l'un des principaux obstacles au développement de la filière. Toutefois, il ne s'agit pas d'un obstacle insurmontable.

On peut prendre des mesures de prévention avant l'installation du jardin en analysant la qualité des sols, après l'installation du jardin (ne cultiver que des légume-fruits, et pas de légume-feuilles ou de légume-racines, couvrir le sol pour éviter un dépôt des contaminants, ou installer des haies hautes), et même après la récolte en lavant et en pelant les légumes. Par ailleurs, on peut aussi traiter les pollutions. Alors que le Plomb constituait le principal problème il y a quelques années, les nouvelles réglementations automobiles ont fait baisser significativement les niveaux de nuisances. Le Plomb et le Cadmium des sols peuvent être détectés, neutralisés et nettoyés. La plupart des polluants organiques (HAPs, COV, BTX, pesticides) se dégradent en présence l'oxygène, d'UV ou de micro-organismes. Tout comme les métaux, ils peuvent être détectés et nettoyés, et les réglementations tendent à se durcir. Il convient de rester vigilant, en particulier pour le mercure, le manganèse, le platine, les terres rares, les résidus d'antibiotiques et autres médicaments présents dans l'eau, ainsi que pour les interactions entre contaminants, encore mal connues.

Toutefois, la pollution par les légumes des villes reste minime en comparaison des doses de polluants et de poussières inhalées quotidiennement par les citoyens.

¹⁸¹ Allen E. (2010). *Growing Community Food Systems*. Post Carbon Institute.

¹⁸² Chapelle G. & Jolly Ch.-E. (2013) *Étude sur la viabilité des business modèles en agriculture urbaine dans les pays du Nord*. Rapport réalisé pour le compte de l'Institut Bruxellois de Gestion de l'Environnement, 72 p.

¹⁸³ Tout cette section résume à grands traits l'étude de Chapelle G. & Jolly Ch.-E. (2013) op. cit.

Deux expériences viables d'agriculture urbaine

Het Open Veld, Leuven (Belgique).

Créé par Tom Troonbeeckx, en zone péri-urbaine près de Leuven, « Het Open Veld » produit des légumes toute l'année sur 1.3 ha et propose au total 120 espèces et 200 variétés. Il fournit des fruits et légumes à 220 personnes qui paient 200 €/an/pers pour pouvoir venir cueillir leurs produits selon leurs besoins (gratuit pour les moins de 6 ans, et « âge x 10 » pour les enfants entre 6 et 18 ans). Grâce à son approche agroécologique, ses cultures sont très denses et seuls 6 ares par personne suffisent. Tom a remboursé ses terres en 2 ans, ce qui est inimaginable pour un jeune qui commence en agriculture classique. Il gagne 2 200 € nets par mois et prend parfois un stagiaire.

www.hetopenveld.be

Brooklyn Grange Farm, New York (USA)

Ce projet intra-urbain est situé sur les toits d'un ancien bâtiment de la US Navy. Il produit plus de 18 tonnes de légumes, sur un cycle de culture de 9 mois, à ciel ouvert sur une surface d'un hectare réparti sur deux toits (6 000 et 4 000 m²). La production s'appuie sur les principes de l'Agriculture Biologique. La ferme a été financée au départ par une combinaison de capitaux propres, d'emprunts, de collectes de fonds et par des plates-formes de

finance participative (*crowdfunding*). « Brooklyn Grange Farm » a réussi à être rentable dès la première année et même à dégager une marge de progression de 40% la deuxième année. Ils distribuent leurs produits à travers un programme CSA (*Community Supported Agriculture*), le magasin de l'exploitation, ainsi que directement à des magasins et des restaurants de la ville. La location des toits pour des événements et l'organisation de formation leur permettent d'avoir d'autres sources de revenus. Ils font également de la consultance en agriculture urbaine et toits verts. Par ailleurs, ils organisent à titre gratuit des ateliers et des visites éducatives. Si 7 personnes y sont salariées (dont 2 à temps partiel), l'exploitation tourne aussi grâce au soutien de volontaires et d'un groupe de support (« The Family »), comme c'est le cas de nombreuses initiatives d'agriculture urbaine. Enfin, la ville les rémunère pour le service écosystémique de la gestion de l'eau de la ville, ce qui est exceptionnel.

www.brooklyngrangefarm.com/

Pour en savoir plus et découvrir 24 exemples de modèles économiques d'agriculture urbaine, lire le rapport de Chapelle G. & Jolly Ch.-E. (2013) *Étude sur la viabilité des business modèles en agriculture urbaine dans les pays du Nord*. Rapport réalisé pour le compte de l'Institut Bruxellois de Gestion de l'Environnement, 72 p.

4. Refaire vivre les campagnes

La question de la sécurité alimentaire des villes ne peut pas faire l'économie d'une profonde modification des zones rurales. Encore une fois, la transition vers un monde post-carbone sera planifiée ou sera subie, mais dans les deux cas, elle sera rapide et radicale. Quel que soit le chemin politique que prennent les pays de l'Union Européenne, et à la lumière des crises qui s'amplifient, nous pouvons donner un rapide aperçu de ce à quoi ressembleront les systèmes alimentaires en zones rurales. Ce sont des grandes tendances, et la brièveté de ce chapitre est une invitation à entamer plus d'études et de débats sur l'agriculture post-pétrole¹⁸⁴.

Plutôt que de partir de ce que nous voulons, raisonnons à l'envers et partons de ce qui se produira si aucune politique de transition n'est mise en place. S'il n'y a plus d'importations d'énergie fossile vers l'Europe, et si *par conséquent*, les principales sources d'énergies deviennent le solaire, la biomasse et l'éolien, il apparaît évident que le rôle de producteur d'énergie reviendra aux zones rurales. Ajouté à cette fonction de production d'énergie, les exploitations agricoles des zones rurales devront se nourrir elles-mêmes et fournir un surplus de production alimentaire pour les villes. Comme si cela ne suffisait pas, elles auront pour tâche de réparer les écosystèmes, et deux obstacles majeurs à affronter : beaucoup moins d'énergie et un climat instable. Nous imaginerons donc l'avenir à travers ces deux derniers points.

A. Sans pétrole

Apprendre à cultiver sans pétrole est non seulement un objectif à atteindre pour modérer le réchauffement climatique, mais c'est aussi un impératif physique, car la production ne sera bientôt plus suffisante pour maintenir le système industriel.

Ne calculer que les rendements à l'hectare, comme nous avons pris l'habitude de le faire, et oublier les rendements énergétiques (le rapport entre l'énergie que l'on produit et l'énergie que l'on fournit) a été l'erreur fatale de la révolution verte. Alors qu'avant la révolution industrielle, les systèmes agricoles et forestiers étaient les principaux producteurs primaires d'énergie, après la révolution industrielle, ils sont tous devenus des « usines » à convertir le pétrole en nourriture, c'est-à-dire des gouffres énergétiques.

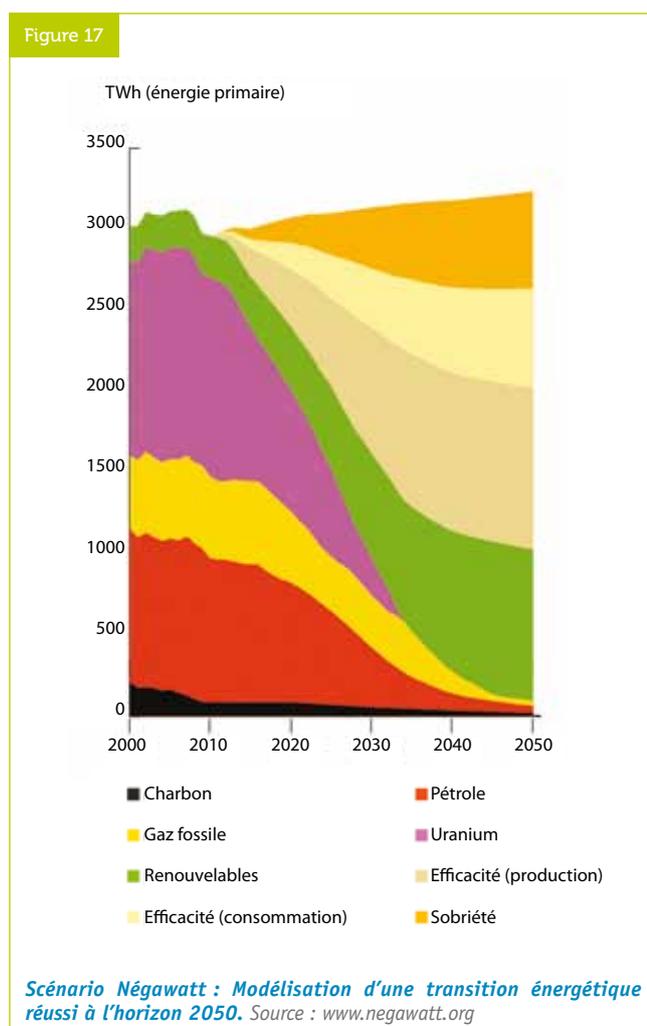
Redevenir producteur d'énergie

L'Europe importe une quantité immense d'énergie de l'étranger, qui lui permet de doper sa production alimentaire, qu'elle exporte ensuite sur les marchés internationaux. Parallèlement, elle importe aussi de grandes quantités d'aliments.

¹⁸⁴ Voir l'étude pionnière du centre d'éducation populaire Barricade (Liège) : Servigne, P. *Une agriculture sans pétrole*. Disponible en pdf sur www.barricade.be

La transition agricole pourrait donc être définie comme le processus qui reconvertit les campagnes en zones autonomes et excédentaires en énergie.

Le scénario énergétique *Négawatt*¹⁸⁵ montre que le système électrique français peut presque se passer de combustibles. Eolien, photovoltaïque et hydraulique sont en capacité de prendre le relais de nos centrales thermiques et nucléaires, à condition qu'elles soient couplées à une réduction des consommations grâce à plus de sobriété et d'efficacité énergétique [voir Figure 17]. Le scénario agricole *Afterres2050* [voir encadré p. 32 sur le scénario *Afterres2050*], couplé à *Négawatt* indique que les capacités de production de biomasse renouvelable des agroécosystèmes français sont suffisantes pour réussir une transition à l'horizon 2050. Nous aurons toutefois encore besoin d'un peu de combustible à base de carbone pour la chaleur et la mobilité. Ils devront par conséquent être satisfaits par la biomasse, directement utilisée comme combustible ou transformée par méthanisation ou gazéification. Enfin, cette biomasse ne pourra pas entrer directement en concurrence avec l'alimentation. Le défi est donc d'utiliser de la biomasse forestière, et de trouver toutes les petites niches du système alimentaire où se trouvent des résidus de biomasse inutilisée.



L'effort à fournir dans la conversion des exploitations actuelles aux énergies renouvelables pourra être appuyé par une amélioration de l'efficacité énergétique du bâti et des machines agricoles. Il sera donc indispensable de réduire le nombre de machines agricoles au strict minimum, et enfin, de maximiser la captation et l'utilisation de toutes les sources d'énergies renouvelables (solaire, éolien, biomasse, etc.) en fonction des caractéristiques du lieu.

La fin du labour ?

L'agriculture industrielle sans labour existe déjà depuis de nombreuses années dans les régions où les sols étaient trop rapidement dégradés¹⁸⁶. Mais elle concerne surtout les grandes monocultures de soja en Argentine ou aux États-Unis par exemple, qui utilisent des grandes quantités de pesticides, d'herbicides, d'OGM et de tracteurs. Ce n'est donc pas ce que l'on pourrait appeler une agriculture du futur...

La fin du labour doit logiquement s'accompagner d'une faible mécanisation et d'un arrêt des engrais et pesticides de synthèse. On pourrait considérer cet objectif comme totalement irréaliste, or, cela existe déjà, et se nomme *agroécologie et permaculture*. Dans ces deux disciplines, l'énergie entrant dans le système est minimale, et le sol est considéré comme un élément vivant de l'agroécosystème qu'il faut absolument veiller à entretenir, nourrir et sans cesse améliorer. Parfois, un léger sarclage est conseillé, et dans ce cas, la traction animale est l'une des solutions les plus adéquates.

Le travail animal

La traction animale est l'un des points les plus perturbants pour nos imaginaires modernes. Comment envisager un tel « retour en arrière » ? [voir Figure 18]. À Cuba, pourtant, le choc énergétique a provoqué le retour immédiat de la traction animale. Après le choc, les jeunes agronomes et les instituts de recherche agronomique sont partis à la recherche des vieux paysans qui connaissaient encore ces techniques, pour pouvoir les diffuser à travers tout le pays aux agriculteurs.

Un retour à la traction animale entrainera des baisses de productivité, à cause de leur plus faible puissance de travail, mais aussi parce que les animaux se nourriront d'une partie de la production. Il sera aussi délicat car nos systèmes agricoles ont perdu une grande partie du savoir-faire agricole traditionnel ainsi que la diversité génétique des races animales destinées à la traction. La recherche et l'innovation en traction animale peuvent donc faire encore de grands progrès. Au *Land Institute* (Kansas, USA), par exemple, on développe de nouvelles machines agricoles plus performantes pour la traction animale. L'innovation peut donc aussi changer de voie...

185 www.negawatt.org

186 Hobbs et al. (2008). The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. *Phil. Trans. R. Soc. B.* n°363, p. 543-555.

Le scénario *Afterres2050*

Il est absolument nécessaire d'effectuer une transition des systèmes alimentaires à grande échelle. Mais comment la coordonner au niveau politique ? Comment articuler tous les secteurs (énergie, agriculture, transports, etc.) afin de concevoir un projet de transition le plus systémique possible ? De ce point de vue, *Afterres2050* est le scénario/modèle le plus abouti et apporte des réponses concrètes et chiffrées⁽¹⁾. Pour l'instant limité à l'échelle de la France, il pourrait aisément être appliqué à l'échelle européenne, à condition de disposer des données de terrain.

L'idée de base est d'imaginer une agriculture soutenable à l'horizon 2050, couplée au scénario énergétique *Négawatt*⁽²⁾ élaboré en 2011 et qui est à l'heure actuelle le plus crédible des modèles de transition énergétique (sortie du nucléaire avant 2050, bouquet d'énergies renouvelables pour répondre à l'essentiel des besoins, et surtout sobriété et efficacité énergétique). En 2050, l'agriculture fournira la biomasse nécessaire au secteur énergétique.

Le scénario *Afterres2050* part des objectifs à atteindre (réduction des émissions de gaz à effet de serre, produire pour une population croissante, etc.), et donc impose des hypothèses fortes à son modèle chiffré : « réduire de 25% notre consommation totale en protéines [...] ; ramener de 14% à 11% le rôle du sucre dans nos apports énergétiques soit supprimer l'équivalent de 4 morceaux de sucre par jour sur les 20 ingrédients aujourd'hui ; maintenir l'indice de masse corporelle au niveau de celui de 2000 ». Ces hypothèses ne paraissent pas révolutionnaires, et pourtant...

Arriver à ces résultats ne sera possible que si l'on met en place une agriculture et une sylviculture polyvalentes et hautement techniques (déjà pratiquées avec succès par des agriculteurs pionniers). Par exemple, la culture principale (blé ou autre) sera systématiquement accompagnée d'arbres (agroforesterie), de cultures associées ou de cultures intermédiaires. Le rythme de la transition agricole proposé dans *Afterres2050* définit un continuum au cours duquel l'agriculture conventionnelle laisse la place progressivement à la production intégrée et à l'agriculture biologique pour disparaître vers 2030. Le cheptel bovin

est divisé par 4 ! Le scénario part du principe qu'il est possible et souhaitable de réduire de 60% le gaspillage, et de recycler les pertes inévitables pour les valoriser en énergie ou en engrais (compost ou méthanisation). Au niveau de la demande, cela implique de diviser par deux la consommation de viande et de produits laitiers, ce qui est déjà une petite révolution en soi.

Si l'on réussit à mettre en place une transition agricole aussi radicale (mais sans discontinuité) à l'échelle nationale ou européenne, le modèle indique que l'on réduirait seulement par 2 les émissions de gaz à effet de serre issues de l'agriculture (- 67% pour le méthane et - 50% pour le protoxyde d'azote). Pour atteindre les objectifs de diviser par 4 les émissions d'ici 2050 imposés par l'Union européenne, il faudrait alors compter sur les autres secteurs (transport, bâtiments, etc.), l'agriculture seule ne peut pas le faire, « sauf à générer des ruptures sociétales majeures, comme la suppression de la quasi totalité du cheptel bovin, ou le boisement du tiers de la surface agricole de manière à stocker du carbone ».

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

(1) Le rapport est disponible sur le site de Solagro www.solagro.org

(2) www.negawatt.org

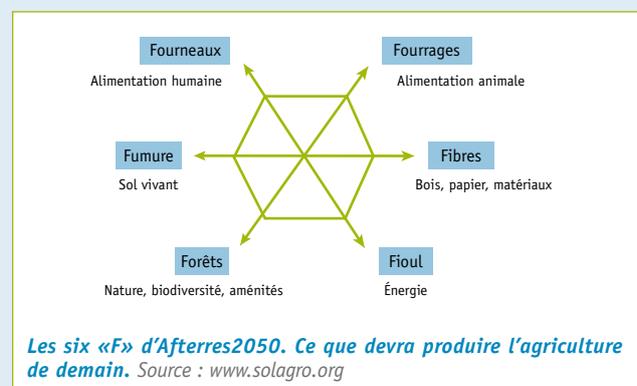


Figure 18



Traction animale en France. Les formations sont de plus en plus nombreuses. Source : www.prommata.org

Bien que moins efficaces pour le travail que les machines, les animaux seront pourtant essentiels aux agroécosystèmes du futur. Car même si la consommation de viande reste une très mauvaise affaire énergétique, les animaux seront utiles pour leurs déjections et le recyclage de nos déchets. Enfin, en cas de catastrophe (climatique ou humaine), et en dernier recours, les protéines seront bienvenues...

Le travail humain

Comme nous l'avons vu, un baril de pétrole correspond à 12,5 années de travail humain. Nous vivons donc dans des sociétés où la consommation d'énergies fossiles nous dispense de fournir une très grande quantité de travail. On calcule que chaque habitant d'un pays industrialisé vit avec un équivalent énergétique d'une centaine d'« esclaves énergétiques » qui travaillent pour lui en permanence (nourriture, déplacements, etc.)¹⁸⁷. Cela signifie qu'en l'absence d'énergies fossiles, pour maintenir notre niveau de consommation énergétique, il faudra travailler 100 fois plus qu'aujourd'hui. Ce ne seront plus 35 h de travail par semaine, mais 3 500 heures ! Il y a donc urgence à former très rapidement et à grande échelle des nouveaux paysans, forestiers, éleveurs et maraîchers¹⁸⁸, et envisager une conversion rapide et planifiée d'une grande partie de la population active vers l'agriculture.

À Cuba, après une transition énergétique inachevée (qui a quand même maintenu une partie des importations de pétrole et d'intrants industriels), on a estimé les besoins en main d'œuvre agricole à 15 à 25 % de la population active. Une simple extrapolation montre que pour l'Europe des 28, qui compte environ 2 % d'agriculteurs dans sa population (4,7 % de la population active), il faudrait donc former en moins d'une génération 117 millions d'agriculteurs, soit deux fois la population française !

Une petite note d'espoir, toutefois. À Cuba, la reconversion d'une partie de la population urbaine (très diplômée) à l'agroécologie s'est paradoxalement faite d'autant plus rapidement qu'elle n'était pas formée à l'agriculture conventionnelle. Elle n'a pas eu besoin

de se « déformer » de l'agronomie classique et a pu immédiatement intégrer les principes d'agroécologie¹⁸⁹.

Les paysans du futur seront non seulement nombreux mais leur travail sera intensif en connaissances. Ils intégreront les dernières découvertes en écologie ainsi que les innovations agroécologiques, et les combineront à certains savoirs d'antan. Cette grande quête des savoirs que possédaient nos ancêtres, le mouvement de la Transition l'appelle « la grande requalification » (*The Great Reskilling*)¹⁹⁰. Il est indispensable de la démarrer dès aujourd'hui et à grande échelle.

Maintenir les nutriments à la ferme

Actuellement la fertilité des sols de l'agriculture industrielle est maintenue grâce à des apports extérieurs constants de minéraux (chaux, matière organique, phosphore, azote, etc.). La transition de l'agriculture implique de se passer de ces apports et donc de pouvoir maintenir, voire enrichir la fertilité des sols grâce à la biomasse locale. Ceci peut éventuellement intégrer un système de collecte du compost des zones voisines et des villes alentour, et/ou s'accompagner d'un développement de techniques de compostage intensif du type « terra preta ». La santé des sols est une priorité absolue.

B. Avec un climat instable

Le climat est un paramètre qui va redessiner les paysages et les systèmes alimentaires. Mais nous n'avons malheureusement que peu de prise sur lui. Il faudra donc augmenter ou restaurer la capacité des agroécosystèmes à « encaisser » des écarts climatiques importants sur une courte période (sécheresses, températures extrêmes, ouragans, inondations, etc.).

Cultiver des arbres

La grande majorité de la production de nourriture (80 %) provient de la culture des céréales annuelles, des graines oléagineuses et des légumes¹⁹¹. Mais les impacts environnementaux des cultures annuelles sont désastreux : érosion des sols, pollution des eaux par l'utilisation de fertilisants et de pesticides¹⁹², grande consommation d'énergie, et libération d'importantes quantités de gaz à effet de serre¹⁹³. Il serait donc intéressant de passer aux plantes vivaces. Il en existe déjà de nombreuses espèces (ail, artichaut, pomme de terre, rhubarbe, cresson, etc.), mais il en existe deux catégories assez originales qu'il conviendrait de développer : les céréales vivaces et les arbres et arbustes.

Il a été montré que les céréales vivaces (qu'il ne faut donc pas ressemer chaque année) peuvent rester sur pied pendant 3 à 5 ans ou plusieurs décennies¹⁹⁴, diminuent fortement l'érosion des sols et la pollution des eaux, améliorent la santé des sols, l'efficacité des fertilisants et de l'absorption d'eau, tout en contribuant aux réductions d'émissions de gaz à effet de serre et à la conservation

¹⁸⁷ Heinberg R. (2008). *Pétrole. La fête est finie*. Demi-Lune, Paris. Existe aussi en anglais.

¹⁸⁸ Heinberg R. (2007). *Peak everything*. New Society Publishers, Gabriola Island, Canada. p. 60.

¹⁸⁹ Wright, J. (2009). *Sustainable agriculture and food security in an era of oil scarcity: lessons from Cuba*. Routledge.

¹⁹⁰ Hopkins, R. (2010). Manuel de Transition. *De la Dépendance au Pétrole à la Résilience Locale*. Ed. Silence/Ecosociété. Existe en anglais.

¹⁹¹ Cox, T.S., et al. 2010. Progress in breeding perennial grains. *Crop Pasture Sci.* n°61, p. 513-521.

¹⁹² Il a été montré que les céréales n'absorbent que 20 à 50% de l'azote que l'on répand dans les champs. Voir Cassman et al. (2002) Agroecosystems, nitrogen use efficiency, and nitrogen management. *AMBIO* n°31, p. 132-140.

¹⁹³ Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science* n°304, p. 1623-1627.

¹⁹⁴ Glover, J.D., et al. (2010). Increased food and ecosystem security via perennial grains. *Science* n°328, p. 1638-1639 ; Bell, L.W., et al. (2008)

A preliminary whole-farm economic analysis of perennial wheat in an Australian dryland farming system. *Agric. Syst.* n°96, p. 166-174.

des habitats de la faune sauvage¹⁹⁵. Pour l'instant, les principales espèces sur lesquelles portent les efforts de recherche sont le froment (qui survit 2 à 5 ans avec des rendements équivalents à 60 à 75 % du froment annuel), le riz (pour lequel les efforts de recherche sont moindres car il concerne prioritairement les pays « pauvres ») et le maïs (dont les premiers essais ne sont pas encore satisfaisants). Malgré les nombreux avantages de ces céréales, la recherche se heurte à de sérieux obstacles : des rendements moindres (la plante « investit » plus dans les racines que dans les graines), un financement de programmes de longue haleine (de 25 à 50 ans), et une potentielle sensibilité accrue aux maladies et aux adventices. Cela reste cependant une piste de recherche intéressante. Pourtant, il n'existe à l'heure actuelle aucun programme de recherche sur les céréales vivaces en Europe. Le seul centre de recherche impliqué dans ce type de recherche est le *Land Institute*, situé au Kansas (USA).

Par ailleurs, les arbres et les arbustes sont également des plantes vivaces très utiles pour créer des agroécosystèmes résilients. En effet, ils possèdent une structure plus solide, stabilisent le sol, sont plus efficaces pour capter l'eau, les nutriments et la lumière, nécessitent moins de travail humain, et sont moins sensibles aux variations de précipitations et de chaleur. Cela constitue à l'évidence un virage à 180° par rapport à l'histoire de l'agriculture humaine, qui s'est principalement concentrée sur la culture de plantes herbacées annuelles (blé, maïs, soja ou riz). Pour les agronomes sceptiques, et plus largement « *pour ceux qui ne croient pas aux vivaces parce qu'ils pensent que les rendements n'atteindront pas ceux des annuelles, je suggère qu'ils essaient pendant quelques années de faire pousser leurs annuelles à la manière dont nous allons les faire pousser bientôt : uniquement avec du fumier, sans pulvérisation, sans tracteur pour le sol ou le désherbage, avec des semences 'libres' et un minimum d'arrosage. Après tout, il faut comparer des pommes avec des pommes. Alors, comment sont les rendements maintenant*¹⁹⁶ ? »

Malgré tout, les plantes annuelles font partie de la diversité. Elles restent utiles, surtout dans les milieux où les arbres ne poussent pas naturellement (par exemple les milieux steppiques). Il conviendra d'en associer certaines à des cultures vivaces, car à l'avenir, l'extraordinaire diversité variétale des plantes annuelles que l'humanité a créée au fil des millénaires pourrait nous servir à obtenir des rendements rapides dans des périodes d'accalmie, et même à déménager rapidement en emportant quelques graines dans nos bagages en cas de migration forcée. À ne pas négliger.

Favoriser la diversité génétique

Aujourd'hui, 90 % de la viande que nous mangeons dans le monde provient de seulement 15 espèces de mammifères et d'oiseaux ; et les trois quarts de notre nourriture dépend de seulement 12 espèces de plantes¹⁹⁷. Plus de 90 % du lait produit aux États-Unis dépend d'une seule race de vache laitière, et près de 90 % de la production d'oeufs dépend d'une seule race de poule pondeuse. Pour la banane, 80 % du marché mondial est contrôlé par cinq multinationales. Presque toutes les bananes du commerce mondial appartiennent à une seule variété (Cavendish), alors qu'elle n'existait pas il y a à peine 50 ans. Elle a été créée suite à l'effondrement des stocks mondiaux de la précédente variété (Gros Michel) attaqués par le champignon Black Sigatoka. Par chance, une variété inconnue trouvée dans une forêt éloignée d'Inde résistait à ce champignon... Mais si une pandémie se répandait aujourd'hui, aurions-nous autant de chance ?¹⁹⁸

Il est évident et bien connu que les monocultures et la pauvreté génétique rend vulnérable aux maladies et aux attaques de nuisibles. Pour gagner en résilience, un des facteurs-clés est par conséquent de diversifier les éléments de la ferme (plusieurs variétés de plantes mélangées à plusieurs races d'animaux, et plusieurs types d'écosystèmes, etc.). Dans ces conditions, subir une perte importante sur une race ou une variété n'est plus synonyme de faillite.

Pour diminuer les risques de dégâts causés par les maladies, maximiser le prélèvement d'eau, des nutriments et de la lumière, et créer une plus grande complexité au sein des agroécosystèmes, l'idéal est donc une polyculture d'arbres et d'arbustes [voir encadré : **La ferme post-industrielle de Mark Shepard**].

La création à *la ferme* des variétés de plantes vivaces est primordiale pour pouvoir naviguer dans un climat incertain. Cela signifie apprendre soi-même à bouturer, croiser, élever, échanger, mesurer, estimer, prévoir, etc. La méthode est simple : planter un maximum de diversité, garder les plus productifs et les plus résistants, éliminer les plus faibles, et continuer inlassablement à fabriquer de la diversité. Surtout, éviter de faire des monocultures avec les premiers succès de croisements.



Le blé est une culture annuelle, il faut le ressemer chaque année, ce qui est très coûteux en énergie.

© blackstockphoto



« Une forêt jardinée » produit autant, est beaucoup plus diversifiée, et il ne faut pas la ressemer chaque année.

Source : internet

¹⁹⁵ Par exemple lire Cox T.S. et al (2010) op. cit. ; Crews, T.E., 2004. Perennial crops and endogenous nutrients supplies. *Renew. Agric. Food Syst.* 20, 25–37 ; Culman, S.W., et al. (2010). Long-term impacts of high-input annual cropping and unfertilized perennial grass production on soil properties and belowground food webs in Kansas, USA. *Agric. Ecosyst. Environ.* 137, 13–24 ; Fargione, J.E., et al. (2009). Bioenergy and wildlife: threats and opportunities for grassland conservation. *Bioscience* 59, 767–777 ; Lal, R. (2004). op. cit.

¹⁹⁶ Allen, D. (2013) *When Agriculture Stops Working: Ten Recommendations for Growing Food in the Anthropocene*. www.resilience.org

¹⁹⁷ Hillel, D., & Rosenzweig, C. (2008). Biodiversity and food production. In : E Chivian, A Bernstein (Eds.) *Sustaining Life: How Human Health Depends on Biodiversity*, p. 325-381.

¹⁹⁸ Steel C. (2008) op. cit. p. 101.

La ferme post-industrielle de Mark Shepard

Dans un remarquable ouvrage⁽¹⁾, le permaculteur Mark Shepard montre qu'on peut fournir avec une polyculture d'arbres et d'arbustes les mêmes calories et la même diversité alimentaire qu'avec les plantes annuelles (typiquement les céréales). Dans sa ferme du Wisconsin (États-Unis), il cultive plus de 40 ha de polycultures vivaces, mélangées à des cochons, des vaches, des poules et des dindes.

On peut y voir une rangée de châtaigniers au-dessus d'une rangée de groseilliers tolérants à l'ombre, puis une rangée de pommiers abritant un sous-bois de noisettes et de framboises. Les vignes s'enroulent autour de chaque arbre, et les animaux pâturent entre les allées. Les cochons « nettoient » les fruits tombés trop tôt ou les fruits pourris, les vaches tondent la pelouse en enrichissant les sols. Cette configuration (une possibilité parmi tant) donne non seulement de bons rendements de glucides, lipides et protéines, mais crée un agroécosystème tolérant aux aléas climatiques, reconstruit les sols, et favorise la biodiversité. Il a créé une véritable « forêt jardinée », un exercice classique en permaculture.

Au début, il a cependant utilisé des pelleteuses pour faire quelques travaux de nivellement du sol, ce qui ensuite est beaucoup plus efficace pour récupérer l'eau de pluie et régénérer les sols sans apport énergétique. Il suggère donc de le faire rapidement avant qu'il n'y ait plus d'énergies fossiles.

Concernant les semences et l'amélioration variétale, plutôt que de dépendre des multinationales, Mark Shepard suggère de faire tout soi-même : planter simplement

beaucoup d'arbres et d'arbustes nourriciers un peu partout durant les premières années. Puis, de supprimer peu à peu ceux qui sont sensibles aux maladies et aux insectes, tout en continuant à planter de nouvelles variétés chaque année. « *Laissez faire la dynamique écologique, et laissez les populations de ravageurs et de maladies se stabiliser. Un système très diversifié fournira un habitat pour les insectes prédateurs, les oiseaux, les reptiles et les amphibiens. Si une plante veut mourir, laissez-la !* » [...] *Si une plante veut vivre et prospérer et se reproduire, nous récolterons ses graines, ses fruits, ses feuilles, et tout ce qui est comestible et médicinal.* » (p. 249).

Tout cela au beau milieu d'un océan de monoculture industrielle de maïs. Ce livre est une véritable visite guidée du futur..

(1) Mark Shepard (2013) *Restoration Agriculture: Real-World Permaculture for Farmers*. Acres USA, 329 p.



La ferme de Mark Shepard, vue du ciel. On remarque des rangées d'arbres et d'arbustes, en haute densité et par forcément en lignes droites. Source : internet.

5. La transition

« Maintenir l'actuel système n'est tout simplement pas une option à long terme. Seule la durée de la transition et les stratégies à mettre en place pour effectuer cette transition devraient faire l'objet de débats ». Mais, comme l'ajoutent les auteurs de ce rapport du Post Carbon Institute, « Retirer les combustibles fossiles du système alimentaire trop rapidement, avant que les systèmes alternatifs ne soient en place, pourrait s'avérer catastrophique. La transition doit donc faire l'objet d'un examen attentif et d'une planification¹⁹⁹ ».

Une transition est le passage d'un système donné à un autre système qualitativement différent. C'est en quelque sorte une « rupture tranquille », anticipée et planifiée. Elle convoque donc tous les moyens publics et collectifs possibles, et ne peut se faire qu'avec une vision politique à long terme. Bien évidemment, les grandes problèmes ne peuvent pas être résolus du jour au lendemain. Compte tenu des temps de latence inhérents à l'évolution du climat, la construction d'infrastructures, ou les changements de normes sociales, les mesures prises aujourd'hui ne commenceront à porter leurs fruits que dans quelques années²⁰⁰.

Une transition doit non seulement venir d'un mouvement puissant de la base, mais être appuyée par les institutions et les autorités à plus grande échelle. L'absence de l'un des deux mouvements (*bottom-up* ou *top down*) empêcherait la transition d'avoir lieu.

Une transition implique la *coexistence*, pendant au moins quelques années, de deux systèmes opposés dans leur structure et leurs objectifs. Cela passe donc 1. Par l'acceptation collective que l'ancien système (industriel) va disparaître ; et 2. Par la conviction qu'il faut laisser la place à de nouveaux petits systèmes d'émerger, en prenant bien soin de les protéger par les institutions en place.

Durant la transition énergétique, par exemple, nous allons devoir passer en quelques années à une économie entièrement basée sur les énergies renouvelables. Cela ne signifie pas remplacer « simplement » l'approvisionnement en pétrole et en gaz par une autre source. D'abord, parce que les énergies renouvelables et alternatives, si prometteuses qu'elles soient, ne suffiront pas à remplacer les énergies fossiles²⁰¹. Ensuite, parce que tout notre système alimentaire (ainsi que l'ensemble de nos modes de vie industriels) a été conçu pour fonctionner avec du pétrole. Changer de type d'énergie implique obligatoirement de concevoir intégralement de nouvelles planifications, aménagement, systèmes alimentaires, etc. Pour s'en convaincre, il suffit d'imaginer à quoi ressembleraient les systèmes alimentaires avant l'utilisation du pétrole, puis du charbon, puis avant l'invention de la machine à vapeur... Changer d'énergie, c'est changer de système.

Exposé ainsi, la transition vers des systèmes alimentaires résilients pose quatre questions que nous allons ici aborder brièvement : Quel système agricole choisir ? Pourquoi n'y a-t-il pas de signes

perceptibles de changement ? Quel sera le principal obstacle ? Et enfin peut-on calculer la trajectoire d'une transition ?

A. Ne pas viser un système agricole unique

On l'a vu, la résilience passe par la diversité. Tenter d'imposer un système unique, fusse-t-il le plus pertinent, le plus alternatif, ou le plus viable économiquement, est une mauvaise idée. Car les conditions sont différentes d'une région à l'autre, et elles peuvent changer rapidement. Un système pertinent aujourd'hui ne le sera peut-être plus demain. Chaque pratique ou système possède des richesses et des écueils qui serviront plus ou moins suivant les circonstances.

La diversité invite donc à cultiver le « dissensus »²⁰², c'est-à-dire non pas la guerre de tous contre tous mais plutôt une saine diversité, parfois conflictuelle et contradictoire, qui nous permettra de faire face à l'incertitude en cultivant de nouvelles possibilités qui sont aujourd'hui insoupçonnées ou imperceptibles. La stratégie est de faire en sorte qu'un maximum de systèmes trouvent de bonnes conditions pour se développer.

Plutôt que d'entrer dans des conflits de chapelles sur les noms à donner à ces nouveaux systèmes alimentaires et agricoles (agro-écologie, permaculture, révolution doublement verte, agriculture de conservation, agriculture biologique, etc.), mieux vaut donc travailler directement sur les principes de base (voir chapitre 2). Ce n'est qu'ensuite, à l'épreuve du terrain que l'on pourra récompenser socialement et politiquement les pratiques qui favorisent un maximum de ces principes de soutenabilité et de résilience, et sanctionner celles qui vont à leur rencontre.

B. Le verrouillage institutionnel (*Lock-in*)

Il est aujourd'hui démontré que des systèmes alternatifs d'agriculture, comme l'agroécologie, peuvent produire des rendements à l'hectare comparables ou même supérieurs à l'agriculture industrielle, tout en reconstruisant les sols et les écosystèmes, en diminuant les impacts sur le climat et en restructurant les communautés paysannes²⁰³. Le réseau d'agriculture « organique » de Cuba a reçu le prix Nobel alternatif (Right Livelihood Award) en 1999 pour avoir démontré cela de manière concrète et à grande échelle.

Alors pourquoi l'agroécologie, la permaculture, la biodynamie ou tout autre petit système alternatif ne décollent-ils pas ? Les économistes et les sociologues de l'innovation²⁰⁴ expliquent cela par un phénomène appelé *lock-in*, où un système technique (par exemple l'agriculture) peut se verrouiller autour d'un paradigme technologique unique (par exemple les pesticides) dont il est

199 Heinberg R. & Bomford M. (2009). *op.cit.*

200 Barnosky A.D. et al. 2013. *op. cit.*

201 Butler, T. et al. (2012) *The Energy Reader*. Watershed Media, 310 p.

202 Greer, J. M. (2008). *The long descent: A user's guide to the end of the industrial age*. New Society Publishers.

203 De Schutter, O., et al. (2011). *op. cit.*

204 Geels, F. W., & Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research policy*, n°36, p. 399-417.

Figure 19-1



Figure 19-2



Un exemple de Lock-in. Dans les machines à écrire anciennes, la position des lettres sur le clavier était définie de façon à ce que les doigts les plus rapides (index et majeur) n'appuient pas sur les lettres les plus utilisées et bloquent ainsi les branches en métal qui frappent la feuille. Mais une fois les gens habitués à ce clavier, il n'est plus possible de changer la position des touches, même si dans les claviers modernes, cette disposition n'a plus de sens. Source : Flickr.

ensuite difficile de sortir. Plus ce système dominant se renforce, plus a les moyens de conserver sa domination, créant ainsi un verrouillage par auto-renforcement [voir Figure 19-1/19-2]. Il empêchera mécaniquement l'émergence d'autres petits systèmes à la marge. Plus précisément, il découragera les acteurs à s'orienter vers des techniques qui ne correspondraient pas au standard productif. Le *lock-in* a été étudié en agriculture²⁰⁵, un domaine où la recherche scientifique concentre presque tous ses moyens sur l'agrochimie et l'ingénierie génétique, privant l'agroécologie de l'innovation et du développement dont elle aurait pourtant besoin. Il s'agit là d'un problème systémique, et surtout structurel, car traditionnellement, les investissements d'innovation dépendent des trajectoires du passé, et non pas de l'avenir²⁰⁶. Mais « *allez donc confier cela à une académie des 'meilleurs experts' de l'INRA où, sur 9 000 postes, on ne trouve que 35 emplois en équivalent temps plein dans les recherches sur l'agriculture biologique !* »²⁰⁷

Le *lock-in* est un des principaux obstacles à la transition. D'importants moyens de recherche transdisciplinaire et d'actions politiques doivent être mis en oeuvre pour le comprendre et le surmonter. C'est une des clés de la transition.

C. La difficile question de la demande

« *Tant que notre vie reste agréable, nous avons tous tendance à jouer du violon pendant que Rome brûle* »²⁰⁸. Les êtres humains sont capables d'un remarquable aveuglement collectif face aux risques. La crise économique de 2008 nous a bien montré comment une industrie financière a pu vendre un récit délirant aux régulateurs, aux cabinets d'audit, aux agences de notation, aux banques et même aux citoyens. Quelques lanceurs d'alerte ont crié au danger, mais personne ne les a écoutés. Résultat ? Un quasi-effondrement de l'économie mondiale. Cette tendance à préférer des récits confortables mais irrationnels à des récits désagréables mais rationnels est un phénomène psychologique classique et aujourd'hui bien

connus des neurosciences et de l'anthropologie des anciennes civilisations. Il est actuellement à l'oeuvre pour la question du climat, de l'énergie, et a fortiori pour la conjonction de toutes les crises²⁰⁹. De plus, changer des habitudes d'une population est devenu relativement aisé lorsqu'il s'agit d'augmenter le niveau de confort, mais il apparaît extrêmement difficile, voire impossible lorsqu'on propose de réduire ou de renoncer à un peu de confort. Par exemple, à l'heure de la grande descente énergétique, il est absurde de continuer à produire massivement des céréales pour nourrir un système d'élevage démesuré et toxique qui prive une partie de la population mondiale de nourriture [voir Figure 20]. La production industrielle de viande n'est clairement pas soutenable²¹⁰. Mais comment le faire accepter par les populations ?

A Cuba, la transition vers l'agroécologie a eu lieu, mais pas la transition vers un changement de régime alimentaire. Les cubains n'aiment pas beaucoup les légumes, si bien que la production agroécologique et urbaine a beau être en place, elle ne se développe pas à son plein potentiel. Imposer une transition rapide à une population qui ne l'a pas choisie peut donc s'avérer contre-productif²¹¹.

Figure 20



La demande, c'est-à-dire la puissance des consommateurs, est un facteur obligatoire pour que la transition puisse avoir lieu. Source : internet.

Le plus grand obstacle à la transition ne se situe pas tant dans les champs ou les tracteurs des agriculteurs, que dans les supermarchés et les foyers. Il est probable que les grandes avancées vers des systèmes alimentaires post-pétrole seront dès lors franchies « *dans nos maisons et nos cuisines* »²¹². C'est tout l'intérêt du mouvement des Initiatives de Transition, qui a su rendre désirable et positif l'imaginaire d'un avenir post-pétrole.

D. Quels scénarios du futur ?

Chiffrer l'avenir est toujours un exercice périlleux. En ce qui concerne l'agriculture, il existe une étude prospective qui fait référence, Agrimonde²¹³, qui déroule plusieurs scénarios, du *business-as-usual* aux plus optimistes. Le scénario Agrimonde 1, par exemple, décrit une transition vers une production agricole durable accompagnée

²⁰⁵ Cowan, R., & Gunby, P. (1996). Sprayed to death: path dependence, lock-in and pest control strategies. *The economic journal*, p. 521-542 ; Vanloqueren, G., & Baret, P. V. (2009). How agricultural research systems shape a technological regime that develops genetic engineering but locks out agroecological innovations. *Research policy*, n°38, p. 971-983 ; Vanloqueren, G., & Baret, P. V. (2008). Why are ecological, low-input, multi-resistant wheat cultivars slow to develop commercially? A Belgian agricultural 'lock-in' case study. *Ecological Economics*, n°66, p. 436-446.

²⁰⁶ Janssen, M. A., & Scheffer, M. (2004). Overexploitation of renewable resources by ancient societies and the role of sunk-cost effects. *Ecology and Society*, n°9, p.6.

²⁰⁷ Blog de Jean Gadrey <http://alternatives-economiques.fr/blogs/gadrey/2011/01/18/la-democratie-ecologique-de-dominique-bourg-n-est-pas-la-solution/>

²⁰⁸ Steel C. (2008) op. cit. p. 270

²⁰⁹ Jeremy Leggett (2013) *The Energy of Nations: Risk Blindness and the Road To Renaissance*. Routledge.

²¹⁰ Thornton, P. K. (2010). Livestock production: recent trends, future prospects. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, n°365, p. 2853-2867.

²¹¹ Servigne P. (2012). La transition inachevée. Cuba et l'après-pétrole. *Barricade*. Disponible sur www.barricade.be

²¹² Bomford M. (2010). op. cit.

²¹³ Paillard, S., et al. (2011). *Agrimonde: scenarios and challenges for feeding the world in 2050*. Editions Quae. Existe aussi en Français.

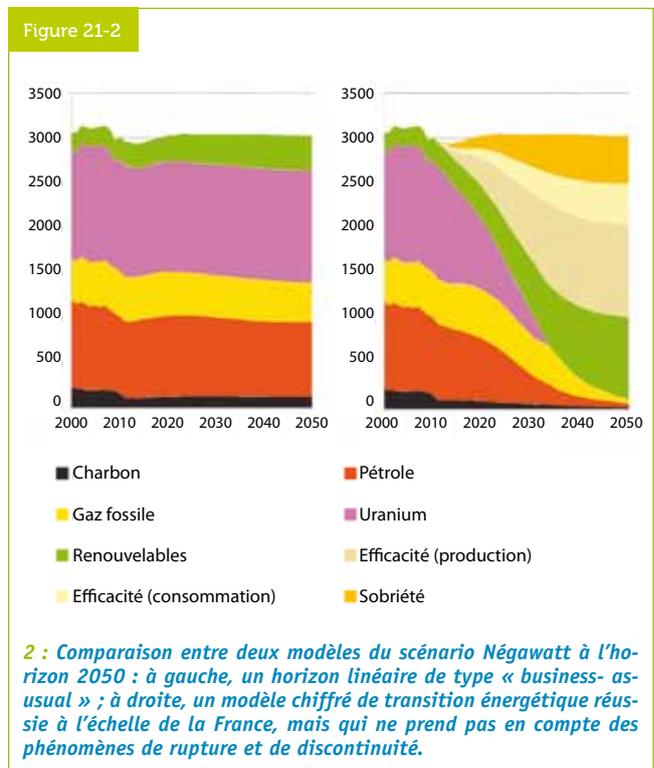
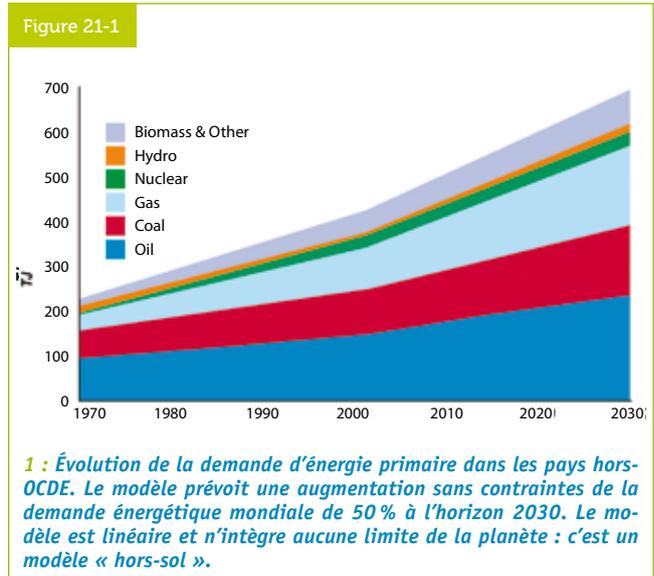
d'un changement de la demande alimentaire. Il indique qu'en 2050, la demande alimentaire mondiale augmentera de 40% (au lieu de 68% si rien n'est mis en place). Il est considéré par les auteurs comme un scénario de rupture car il inverse des tendances lourdes. Mais la « rupture » paraît très légère comparée aux résultats de la présente étude.

Il existe un autre scénario agricole quantitatif appelé *Afterres2050* couplé au données énergétiques du scénario énergétique français *Négawatt* [voir encadré : p. 32, *Afterres2050*]. Les deux prennent pour hypothèses une sortie du nucléaire d'ici 2050, ainsi qu'une économie presque entièrement basée sur les énergies renouvelables. Les modèles calculent donc les conditions à remplir pour que tout cela soit possible. Pour l'agriculture, les conditions sont assez radicales : une diminution par deux d'ici 2050 de la consommation de viande et de lait, des polycultures généralisées, l'utilisation massive de biomasse, etc. Malgré des conditions de transition beaucoup plus osées qu'AgriMonde, ce scénario reste un scénario de continuité qui décrit des virages de notre société, mais ne décrit pas de discontinuité brutale ou qualitative d'un des paramètres, et n'utilise pas la notion de seuil critique. Il ne repose sur aucun pari technologique ni sociétal fou, et ne postule pas une révolution de nos modes de vie ou d'organisation.

Enfin, il y a des scénarios de rupture, plutôt issues des sciences des systèmes complexes, pour qui la réalisation de modèles chiffrés est extrêmement difficile, pour ne pas dire impossible à de tels niveaux de complexité. Ces prospectives restent donc de l'ordre du qualitatif. Seul le modèle systémique de l'équipe Meadows (décrit à la fin du chapitre 1) se rapproche d'un modèle non linéaire assez réaliste. Mais il conclut un effondrement généralisé de nos sociétés...

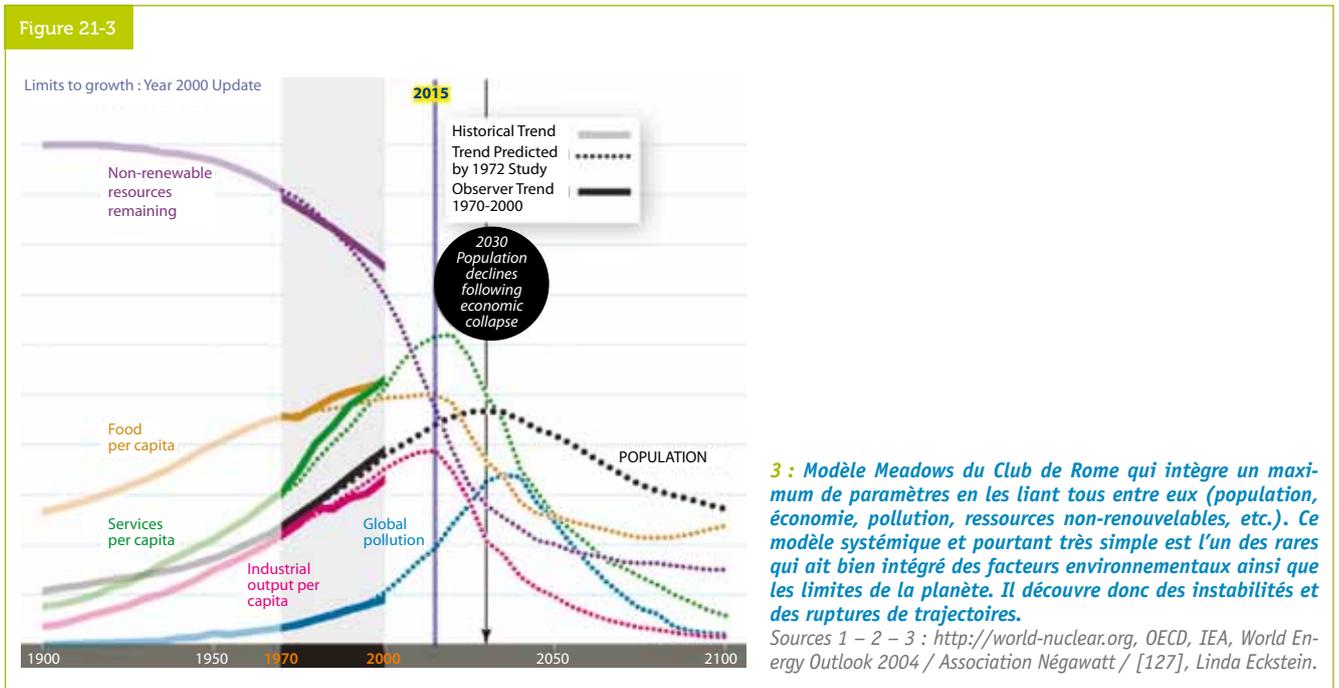
Les décideurs politiques ont besoin d'études prospectives, de scénarios et de modèles. Mais les modèles chiffrés dont ils disposent reposent sur des hypothèses de travail tellement simplificatrices qu'elles les déconnectent de la réalité. Ils finissent donc par donner des trajectoires continues aux sociétés, certes apaisantes et précises, mais peu réalistes. Au contraire, les modèles systémiques qui ne renoncent pas à décrire la complexité du monde se trouvent dans l'incapacité de chiffrer l'avenir et de le décrire avec précision. Le plus souvent, ils arrivent rapidement à des trajectoires de discontinuités brutales et imprévisibles [voir Figures 21-1/2/3]. On écoute moins ces histoires car elles annoncent des mauvaises nouvelles. Pourtant, une observation fine montre que ce sont ces sauts qualitatifs et ces moments de rupture qui ont toujours fabriqué l'histoire de la vie et des civilisations²¹⁴.

La proposition de la présente étude est d'inviter les citoyens, mais surtout les décideurs européens nationaux et régionaux, à prendre en compte à la fois les scénarios de continuité et les scénarios de discontinuité dans la conception de politiques à court, moyen et long terme. Concrètement, cela implique de suivre une politique forte de transition basée sur des scénarios continuistes du type *Afterres2050*, tout en créant parallèlement des cellules de crise travaillant sur la préparation de scénarios de discontinuité. Par exemple, une commission qui se pencherait sur le pic pétrolier au niveau européen, un plan d'urgence alimentaire à mettre en place en cas de rupture d'approvisionnement, etc. La résilience est à ce prix.



214 Taleb, N. N. (2008). *Le Cygne noir. La naissance de l'imprévisible*. Les Belles Lettres.

Figure 21-3



6. Conclusions

« L'alimentation est la plus dévaluée des denrées du monde industrialisé car nous avons perdu le contact avec ce qu'elle signifie. En vivant dans les villes, nous avons appris à nous comporter comme si nous n'appartenions pas au monde naturel ; comme si nous étions en quelque sorte distincts de 'l'environnement' ²¹⁵ ».

Pour nous, les chaînes alimentaires industrielles européennes, rapides, fluides et abondantes sont invisibles car elle ne donnent pas de signe de faiblesse ou de vulnérabilité. Pourtant, comme le rappelle Carolyn Steel, « une chose est sûre, lorsque les prix de l'énergie grimperont subitement ou qu'une pénurie aura lieu, notre manière de produire et de distribuer de la nourriture changera profondément. Logiquement, l'aménagement et la structure de nos villes suivront. »

L'important est de ne pas ignorer les catastrophes qui sont en train d'avoir lieu, de mettre en place une transition aux objectifs à long terme très forts, et en parallèle d'accepter et de prévoir la possibilité qu'une discontinuité systémique globale ait lieu (un effondrement). Ceci n'est pas une conclusion isolée, elle fait écho à une multitude de travaux scientifiques récents effectués par des chercheurs de plus en plus inquiets. Mais son absence dans les médias et dans les débats tient au fait que nous n'aimons pas entendre de mauvaises nouvelles, aussi rationnelles soient-elles.

Aujourd'hui, l'utopie a changé de camp. Etre utopiste consiste désormais à croire que tout peut continuer tel quel. Car nous avons la certitude qu'une politique de statu quo mène à une impasse et à des bouleversements qui dépassent l'entendement.

Par ailleurs, nous savons aussi qu'une transition digne de ce nom vers un monde en accord avec les limites de notre planète, signifie également des bouleversements incommensurables. Ces deux voies

ont ceci de commun qu'elle font le deuil d'un système qui nous a vu naître et qui nous nourrit encore. Penser cela, c'est se mettre en réelle position d'inconfort. Il ne s'agit pas de pessimisme, mais de réalisme. Malheureusement, ce n'est qu'à partir de constats réalistes que l'on peut imaginer des chemins de transition crédibles et ancrés dans les expériences de terrain. Il faut pourtant ajouter au réalisme une touche d'optimisme et d'espoir pour redonner goût à l'action. Car l'action est l'unique manière que nous ayons de sortir de cette position d'inconfort. Heureusement, de nombreuses initiatives existent déjà et mériteraient d'être mieux connues. La première étape de la transition consiste peut-être à mettre en lumière ces expériences alternatives, et à les voir à travers un cadre théorique cohérent, comme celui qui est proposé dans cette étude.

La nourriture, et plus généralement les systèmes alimentaires, possèdent cette extraordinaire caractéristique de toucher à toutes les crises et de les reconnecter (climat, énergie, biodiversité, faim, sécurité, géopolitique, gouvernance, etc.). Entrer en transition par la voie des systèmes alimentaires apparaît donc comme un bon outil de mobilisation.

Il est déjà trop tard pour continuer à vouloir construire un « développement durable », il faut aujourd'hui se préparer aux chocs systémiques imminents. Nous sommes entrés dans le temps de la construction rapide de systèmes résilients. Une transition vers des systèmes alimentaires résilients, moins dépendants des énergies fossiles et des aléas climatiques, créera un monde plus décentralisé et d'une multitude très hétérogène d'économies locales bien plus autonomes. Nous allons bien vers une régionalisation de l'Europe. Les chaînes d'approvisionnement seront bien plus courtes, les productions agricoles plus diversifiées, et l'agriculture, qu'elle soit urbaine ou rurale, sera intensive en main d'oeuvre et en connaissances, mais sobre en énergie. La sécurité alimentaire en dépend.

²¹⁵ Steel C. (2008) op. cit. p. 51.

7. Recommandations

À l'issue de cette étude, certaines recommandations apparaissent logiques. Mais l'ampleur et la complexité de la transition empêchent de dresser une liste exhaustive de recommandations précises. Celles qui sont proposées ci-dessous peuvent et doivent être discutées et ne constituent qu'une amorce. Ce sont des principes généraux qui seront ajustés et affinés suivant les conditions locales.

Les recommandations sont dans un premier temps classées par thématiques, puis dans un deuxième temps par niveau d'action.

A. Recommandations thématiques



Le pic pétrolier et le « peak everything »

Selon le Rapport Hirsch, publié par le Département de l'Énergie des États-Unis, « l'atténuation [des effets du pic pétrolier] demande au minimum une décennie d'intense et coûteux efforts [...] L'intervention des gouvernements sera requise parce qu'autrement, les conséquences économiques et sociales du pic pétrolier seraient chaotiques²¹⁶. »

1. Créer des forces opérationnelles (*task force*) dans les villes en y incluant des élus communaux, afin d'analyser l'état de dépendance de la ville et de sa région au pétrole. Des propositions politiques concrètes émergeront, à l'image des villes de Portland (USA), Bristol (UK) et Toulouse (France).
2. Créer des forces opérationnelles au niveau régional, national, et européen.
3. Au niveau européen et au niveau national, mettre en place un maximum de collaborations entre services (DG énergie et DG agriculture, par exemple, ou entre différents ministères) pour fabriquer des scénarios et des plans d'urgence.
4. Sortir du nucléaire d'ici 2030.



L'agriculture urbaine et péri-urbaine

1. Démarrer pour les grandes villes des grands projets intégrés d'agriculture urbaine et péri-urbaine.
2. Créer des emplois dans ce secteur pour les jeunes et favoriser les reconversions provenant de métiers industriels.
3. Impliquer les personnes âgées et les écoles.
4. Faire une cartographie de la pollution des sols, et durcir les normes de polluants dans les sols. Interdire totalement les pesticides et les engrais de synthèse en ville.
5. Créer des lieux de stockage du matériel.
6. Fournir les administrations (hôpitaux, écoles, prisons, etc.) en aliments locaux et bio.
7. Inciter à la création d'entreprises d'agriculture urbaine via des aides.
8. Limiter l'installation de grandes surfaces dans les villes.
9. Taxer le transport routier et favoriser le transport ferroviaire et fluvial.
10. Rémunérer les services rendus par l'agriculture urbaine aux villes (santé, convivialité et sécurité, réduction des coûts d'entretien des espaces verts, gestion de l'eau de pluie, etc.).
11. Généraliser l'usage des composts de quartier.
12. Rénover les marchés, les halles de marché, créer des plateformes d'échanges.



Les zones rurales

1. Démarrer une transition agricole à grande échelle.
2. Soutenir les agriculteurs et les syndicats agricoles qui s'engagent dans des modes de production innovants qui favorisent les principes du chapitre 2 (complémentarités culture-élevage, agriculture biologique, Haute Valeur Environnementale, agroécologie, biodynamie, permaculture, etc.)

Recommandations de la force opérationnelle de la ville de Portland (USA) à propos du pic pétrolier

1. Réduire la consommation de pétrole et de gaz naturel de 50 % au cours des 25 prochaines années.
2. Informer les citoyens sur le pic pétrolier et favoriser les solutions collectives.
3. Encourager les entreprises, le gouvernement et les décideurs politiques locaux à entreprendre la transition énergétique.
4. Soutenir des politiques d'affectation des terres qui réduisent les besoins en transport, promouvoir le potentiel piétonnier, et offrir un accès facile aux services et aux transports.
5. Concevoir des infrastructures qui favorisent des modes de transports alternatifs, qui rendent les transports de marchandises plus efficaces, et éviter les investissements dans des infrastructures qui ne prendraient pas en compte les pénuries et les prix élevés des carburants.
6. Encourager des transports à haut rendement énergétique et basés sur les énergies renouvelables.
7. Étendre considérablement les programmes de construction de bâtiments sobres en énergie.
8. Préserver les terres agricoles et accroître la production alimentaire et la transformation locales.
9. Identifier et promouvoir des opportunités de business soutenable.
10. Re-concevoir des politiques sociales et veiller à protéger les populations les plus vulnérables et marginalisées.
11. Préparer des plans d'urgence pour des pénuries soudaines et sévères.

Source : City of Portland Peak Oil Task force (2007), *Descending the Oil Peak: Navigating the Transition from Oil and Natural Gas*, final Report. Disponible à l'adresse www.portlandonline.com/bps/index.cfm?c=42894

²¹⁶ Hirsch, R. L., Bezdek, R., & Wendling, R. (2005). *Peaking of World Oil Production: Impacts, Mitigation & Risk Management*. Disponible sur www.netl.doe.gov/publications/others/pdf/oil_peaking_netl.pdf

3. Instaurer des politiques foncières et d'installation pro-actives, en particulier dans les zones les plus spécialisées. Et/ou revoir les baux à ferme pour favoriser les petites et moyennes exploitations, ainsi qu'une plus grande responsabilisation du locataire vis-à-vis de la protection de ses sols et de la biodiversité.
4. Encadrer la protection des sols agricoles au niveau biologique (érosion, pollution, etc.) et économique (urbanisation, spéculation, etc.).
5. Favoriser l'installation des jeunes, particulièrement s'ils développent des projets alternatifs à l'agriculture industrielle.
6. Inciter à réduire les consommations énergétiques des bâtiments et des machines agricoles.
7. Favoriser la petite mécanisation et la traction animale.
8. Rapporter les déchets organiques aux champs. Par exemple, inciter à collecter et composter les déchets organiques ménagers et les déjections humaines des villes pour les renvoyer aux exploitations agricoles urbaines ou rurales.
9. Produire de l'énergie issue de la biomasse, du solaire et de l'éolien, tout en limitant au maximum les agrocarburants.



Le foncier

1. Protéger le foncier urbain (friches, etc.) et surtout le foncier agricole péri-urbain.
2. Facilitation de l'accès au foncier pour les projets de transition, via des acteurs de la société civile, comme les organisations *Terre de Liens* (France) et *Terre en vue* (Belgique).



Les semences

1. « Libérer » les graines en modifiant le cadre réglementaire pour favoriser la création variétale par tous les praticiens agricoles et les particuliers, ainsi que l'échange libre et si possible gratuit.
2. Instaurer un statut légal de « bien commun » à toutes les semences.



Les échanges commerciaux

1. Mettre en place et soutenir les filières de circuits courts communales et régionales.
2. Favoriser par des mesures économiques le commerce régional intra-européen.
3. Taxer l'importation des denrées qui peuvent être produites localement.
4. Réduire les exportations, surtout si elles sont subventionnées.



La main d'œuvre

1. Former une nouvelle génération de travailleurs agricoles, en particulier pour les citoyens désireux de commencer la transition, les chômeurs et les personnes désirant se reconverter.
2. Mettre en place des filières courtes d'apprentissage d'une agriculture « de réparation » et « solaire » (voir chapitre 2).
3. Favoriser la conversion des ouvriers du secteur industriel (et aussi des autres secteurs) aux métiers de l'agriculture et de l'alimentation soutenable (distribution, transformation, conservation, etc.).



Réduire le gaspillage alimentaire

1. Favoriser des pratiques agricoles plus efficaces.
2. Favoriser les transports et le stockage plus efficace et plus court.
3. Mettre en place de vastes programmes d'éducation du consommateur (acceptation des défauts des légumes, dates de péremption, planification des consommations, etc.).



Limiter et modifier la demande alimentaire

1. Accompagner les citoyens et les familles vers un changement de leurs pratiques quotidiennes, vers plus de conscience de enjeux, des limites, et vers une plus grande sobriété énergétique.
2. Instaurer une journée végétarienne par semaine dans les institutions publiques, et inciter les restaurants et citoyens à le faire.
3. Faire en sorte que l'enseignement de la diététique soit indépendant des firmes agroalimentaires



Le changement climatique

1. Réduire drastiquement les émissions de gaz à effet de serre dans tous les secteurs.
2. Continuer à coordonner des politiques d'actions internationales.

B. Principes généraux²¹⁷

Au niveau national et européen

1. **Évaluer les systèmes alimentaires en place.** D'abord par une étude des vulnérabilités, puis par une analyse des intrants agricoles, des importations (Quelle quantité ? Quelle proportion de ces importations sont des produits de première nécessité ou des produits de luxe de luxe ?), des pratiques agricoles et leurs coûts environnementaux, et des scénarios de l'impact de pénuries de carburant et de prix élevés.
2. **Revoir les politiques.** Identifier comment les politiques actuelles soutiennent ces vulnérabilités et les impacts environnementaux. Comment peuvent-elles être modifiées ou supprimées ? Comment favoriser les politiques qui vont dans le sens d'une transition, et comment les renforcer ?
3. **Réunir les principaux acteurs concernés.** Tous les acteurs concernés par le système alimentaire doivent être réunis autour d'une table. Expliquer aux nombreux acteurs qui souhaitent maintenir le système actuel que ce n'est pas une option.
4. **Planifier la transition.** Mettre en place un plan de transition complet et détaillé, avec des objectifs robustes et réalisable, des échéanciers et des audits réguliers.
5. **Éduquer et de sensibiliser le public.** Le public soit être informés des politiques publiques, mais aussi être inclus dans le processus de transition. Il doit avoir accès à l'information et aux expériences alternatives.
6. **Faire évoluer les politiques et les incitants.** C'est la principale responsabilité du gouvernement : impliquer les collectivités locales, les entreprises et les familles à s'engager dans le processus de transition.

²¹⁷ Largement inspirés de Heinberg R, Bomford M. 2009. *The Food and Farming Transition: Toward a Post-Carbon Food System*. Post Carbon Institute, Sebastopol, USA.

7. **Évaluer et ajuster.** Une transition de cette ampleur aura inévitablement des conséquences imprévues et involontaires. Il est donc essentiel d'évaluer et de réajuster les changements, tout en maintenant l'absolue nécessité de conserver l'objectif central, qui est d'enlever méthodiquement les combustibles fossiles du système alimentaire.
8. **Favoriser l'émergence des petites initiatives alternatives.** Encourager et soutenir les expériences innovantes et les petits systèmes alimentaires alternatifs qui émergent spontanément et qui favorisent les principes décrits au chapitre 2 (et quelque soit l'étiquette qu'ils se donnent). Par exemple en créant un ou plusieurs emplois salariés rapidement en phase de démarrage des projets, ou par un crédit à taux zéro. Puis favoriser leur autonomie si l'expérience prend de l'ampleur. Soutenir la mise en place de réseaux d'entraide entre ces expériences (échanges, ateliers, colloques, voire systèmes transferts de graines, d'outils et de main d'oeuvre).
9. **Éviter les monopoles sur les chaînes alimentaires.** Aussi bien horizontalement (contrôle d'un maillon de la chaîne) que verticalement (contrôle de toute une filière), par des lois contraignantes.
10. **Prévoir le meilleur comme le pire.** Mettre en place à la fois une transition continue sur un horizon 2030 et 2050, et des plans d'urgence basés sur des scénarios non-linéaires.

Pour les collectivités locales

1. **Évaluer le système alimentaire local.** Ce processus d'évaluation doit être effectuée en collaboration avec le gouvernement. Des groupes de citoyens bénévoles peuvent participer à ces évaluations.
2. **Identifier et impliquer les parties prenantes.** Producteurs locaux, propriétaires de magasins, cuisines publiques, restaurants, écoles et d'autres institutions qui produisent ou servent des aliments doivent toutes être invités à se joindre à la grande relocalisation en proposant des solutions.
3. **Éduquer et sensibiliser le public.** Les collectivités locales peuvent organiser des manifestations publiques de sensibilisation sur les questions de transition alimentaire, ou faire des brochures ou des dépliants, soutenus par les entreprises locales mais mis en place par des groupes de bénévoles.
4. **Élaborer un programme stratégique local unique.** avec l'aide des marchés de producteurs, des AMAP, des jardins communautaires, des programmes de repas scolaires, et des cuisines publiques.
5. **Assurer la coordination avec les programmes gouvernementaux.**
6. **Soutenir les individus et les familles.** Les individus sont susceptibles de changer leurs habitudes alimentaires que s'ils voient les autres faire de même, et s'ils estiment que leurs efforts sont soutenus et valorisés. Les collectivités locales peuvent aider en établissant des nouvelles normes de comportement à travers des manifestations publiques et des articles dans les journaux locaux, et en travaillant avec les réseaux sociaux existants, les écoles, les associations de quartier, les institutions religieuses, etc.

7. **Évaluer et ajuster.** Tous ces efforts doivent être continuellement ajustées pour assurer que tous les segments de la communauté soient inclus dans le processus de transition, et que le processus se déroule aussi bien que possible pour tous.
8. **Fournir des aides au logement** pour les agriculteurs urbains dans les grandes agglomérations où les loyers sont prohibitifs.

Pour les entreprises

1. **Évaluer les vulnérabilités.** Chaque entreprise ou organisation qui fait partie du système alimentaire doit évaluer les impacts d'un prix élevé ou de pénuries de carburant sur son fonctionnement. Faire des scénarios basés sur un doublement ou un triplement du coût du carburant pour mettre en évidence des vulnérabilités spécifiques.
2. **Faites un plan.** Développer un modèle d'affaires qui passe progressivement à une diminution, voire un arrêt de la consommation de combustibles fossiles. Préciser des objectifs intermédiaires réalistes et maintenir un objectif à long terme.
3. **Travailler avec les collectivités locales et les gouvernements.**
4. **Sensibiliser et impliquer ses fournisseurs et clients.** La transition va s'épanouir à travers le renforcement des liens entre tous les éléments du système alimentaire.
5. **Surveiller et ajuster.** Pour les entreprises, un critère évident et essentiel de la réussite est la rentabilité. Toutefois, le manque de rentabilité financière n'est pas une raison pour abandonner l'objectif essentiel de la transition.

Pour la recherche

1. **Inverser l'innovation.** Favoriser les innovations agricoles qui favorisent les principes du chapitre 2, par exemple des nouvelles techniques de compostage, de nouveaux outils de traction animale plus efficaces, de nouvelles variétés de céréales vivaces, etc. Diriger l'amélioration variétale vers la mise au point de protéagineux à haut rendement, et de cultures moins dépendantes des intrants. Développer des systèmes de production économes en énergies (production intégrée, production de lait sur herbe, polyculture, etc.). Développer des techniques alternatives au labour.
2. **Mettre en place des programmes de recherche transdisciplinaire,** en particulier avec les sciences humaines, afin de concevoir des techniques et des savoirs plus intégrés aux problématiques sociétales. Investir dans des programmes en sociologie et en psychologie pour faire évoluer la demande alimentaire le plus rapidement possible.
3. **Créer des réseaux de diffusion horizontale de l'innovation,** au départ des agriculteurs, et en relation avec les centres de recherche.
4. **Créer des réseaux de fermes expérimentales,** locaux, inter-régionaux, et internationaux permettant d'élaborer des techniques « post-pétrole » et de les diffuser rapidement.
5. **Concevoir aussi bien des scénarios de transition de continuité que des scénarios de discontinuité.** Prendre les deux au sérieux.

Pour les agriculteurs

1. **Faire des scénarios du fonctionnement de l'exploitation** avec des prix du carburant et des pesticides multipliés par 2 et par 10. Faire aussi des scénarios sans pesticides, sans carburant, et uniquement en circuits courts.
2. **Créer des cellules stratégiques et des groupes locaux d'entraide** dans les syndicats agricoles ou dans les chambres d'agriculture pour étudier et améliorer ces scénarios.
3. **Chercher des circuits courts de commercialisation** proches de l'exploitation.
4. **Proposer un accueil et des formations à la ferme** pour toutes les personnes qui veulent apprendre le métier.
5. **Se former à un maximum de techniques agricoles alternatives** (permaculture, agroforesterie, biodynamie, etc.), si possible peu mécanisées et donc intensives en main d'oeuvre et en connaissances.
6. **Expérimenter ces nouvelles techniques** dès maintenant sur une petite, puis une plus grande partie de l'exploitation. Ajuster les principes aux conditions locales, puis diffuser ces techniques aux voisins.

Pour les citoyens

1. **Apprendre à connaître, puis à maîtriser tous les maillons des systèmes alimentaires** qui ont apporté de la nourriture dans votre assiette. Évaluer l'impact des produits alimentaires, ainsi que la vulnérabilité qu'engendre la pénurie de chaque

produit. Évaluer la distance de transport nécessaire à chaque produit. Éviter les produits suremballés et industriels. Diminuer la consommation de viande. Évaluer comment la famille ferait face à un doublement ou un triplement des prix alimentaires et des carburants.

2. **Faites un plan.** Créer un scénario d'alimentation idéale pour la famille. Identifier des actions concrètes et un calendrier pour ce scénario idéal. Affichez-le dans un endroit bien en vue.
3. **Jardin.** Même les familles qui n'ont pas accès à de la terre peuvent cultiver en appartement, sur un balcon ou bien dans un jardin collectif de quartier. Apprendre rapidement des techniques de jardinage agroécologiques.
4. **Développer les relations avec les producteurs locaux.** Même les familles avec de grands jardins ne peuvent probablement pas être auto-suffisantes. Utilisez les marchés ou les circuits courts pour accéder aux aliments produits localement. Réduire la dépendance au système alimentaire industriel mondial.
5. **S'impliquer dans les efforts de la communauté, du quartier ou de la ville.** Apprendre à connaître ses voisins et mettre en place une collectivisation d'outils et de connaissances en jardinage. Organiser et participer à la plantation, la récolte, l'échange, le glanage, et la mise en conserve de la production du quartier.
6. **Surveiller et ajuster.** Les régimes familiaux devraient être revus chaque mois. Évaluer le succès des objectifs de la famille, et réviser le plan si nécessaire.
7. **Investir du temps et de l'argent dans les projets alternatifs émergents** d'agriculture urbaine et de transition.
8. **Créer une initiative** s'il n'en existe pas autour de vous.

Principes de base destinés aux décideurs politiques

1. **Repenser les transports et l'affectation des terres.** Inclure dans les décisions les problématiques du pic pétrolier et du changement climatique.
2. **Réduire la consommation privée d'énergie.** Il faut impliquer les ménages et les entreprises par des mesures très fortes qui stimulent la sobriété.
3. **Attaquer les problèmes pas à pas et de multiples manières.** En impliquant toute la collectivité.
4. **Se donner des objectifs ambitieux de changements** en modifiant les hypothèses de base des modèles (pic pétrolier, changement climatique, etc.)
5. **Participer à la construction de liens sociaux forts** parmi les habitants des collectivités locales, les villes et les quartiers, en impliquant également les entreprises et les responsables politiques locaux.
6. **Connectez les crises,** pour éviter les solutions contre-productives, et pour bénéficier de synergies.

7. **S'attendre à de l'inattendu.** Éviter de mettre en place uniquement des politiques basées sur des expériences du passé ou des projections du présent. L'avenir inclura des changements rapides et non-linéaires. Cela passe par l'acceptation qu'il n'y aura plus de politique de *statu quo* (ou « *business-as-usual* »).
8. **Ne pas compter seulement sur les technologies et le marché pour résoudre les problèmes.**
9. **Ne pas se concentrer uniquement sur l'efficacité et la réduction du gaspillage énergétique des institutions publiques.** Cela ne concerne qu'une petite proportion des dépenses énergétiques d'un pays.
10. **Ne pas se concentrer uniquement sur l'augmentation de l'offre énergétique.** Il faut prendre des mesures pour limiter la demande.

Source : Daniel Lerch (2007) *Post Carbon Cities: Planning for Energy and Climate Uncertainty*, Sebastopol CA: Post Carbon Press.

[Remerciements]

Je tiens à remercier chaleureusement Gauthier Chapelle, Mathias Chaplain, Yves Cochet, Agathe Eyriolles, Olivier Genard, Perrine Herve-Gruyer, Eric Luyckx, Loïc Michel, Elise Monette, Agnès Sinaï et Raphaël Stevens pour leur précieuse aide durant la préparation et la rédaction de cette étude.

[Biographies]



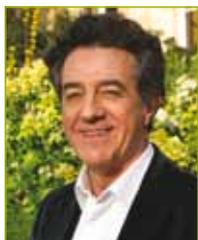
Pablo Servigne est l'auteur de ce rapport. Il est agronome (Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège) et docteur en sciences (Université libre de Bruxelles). Aujourd'hui chercheur indépendant et transdisciplinaire, il s'intéresse *simultanément* à des thèmes comme l'évolution de la coopération, les biens communs, l'agroécologie, la permaculture, l'agriculture urbaine, la transition, l'effondrement des civilisations, la résilience et la complexité.

Il publie des articles, donne des conférences et anime des ateliers pour le monde académique, politique, associatif, et pour le magazine *Imagine Demain le monde* (Belgique).

Animateur en éducation populaire pour l'association *Barricade* (Liège) et formateur en permaculture, il est aussi membre du groupe GIRAF (Groupe Interdisciplinaire de Recherche en Agroécologie du FNRS, agroecologie.be), de l'ASPO.be (*The Association for the Study of Peak Oil and Gas*), et de l'Institut Momentum (Paris). Il vit à Bruxelles où il participe à l'émergence du réseau local des Initiatives de Transition.

[Contact]

nourrir.leurope@gmail.com



Ce rapport a été commandé par **Yves Cochet**, député écologiste au Parlement européen.

Président de l'UNEF-Sciences à la faculté de Rennes, il devient enseignant-chercheur à l'Institut National des Sciences Appliquées (INSA) de Rennes en 1969 et soutient sa thèse de mathématiques en juin 1971.

Pendant les années soixante-dix, il participe aux luttes antinucléaires en Bretagne et adhère à deux associations environnementalistes bretonnes (Bretagne Vivante, Eaux et Rivières de Bretagne).

Adhérent des Amis de la Terre dès 1973, Yves Cochet fonde le groupe Amis de la Terre de Rennes en 1977. En 1980-81, il participe à la campagne nationale des écologistes pour les présidentielles. Il est la cheville ouvrière des négociations qui aboutissent à la création des Verts, à Clichy, en janvier 1984. Il a été porte-parole des Verts durant de nombreuses années.

En mars 1989, Yves Cochet est élu conseiller municipal de Rennes, puis député européen en juin 1989.

Le 1^{er} juin 1997, il est élu député et devient Vice-Président de l'Assemblée nationale.

Le 12 juillet 2001, il devient Ministre de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement dans le gouvernement de Lionel Jospin. Yves Cochet a participé aux grands rendez-vous internationaux de la gouvernance environnementale et du développement durable (conférences climatiques de Bonn et de Marrakech, G8 Environnement de Banff au Canada, conférence biodiversité de la Haye, Copenhague en 2009).

En 2002 et 2007, il est réélu député de Paris.

En décembre 2011, il devient à nouveau député européen. Il est membre de la commission Environnement et Industrie/Recherche.

Il a écrit plusieurs livres sur l'écologie, tels que « Sauver la Terre » (avec Agnès Sinaï, Fayard 2003), « Pétrole apocalypse » (Fayard 2005), « Antimanuel d'Écologie » (Bréal, 2009), « Où va le Monde ? » (ouvrage collectif, Mille et une Nuit, 2012), « Penser la décroissance » (ouvrage collectif, Presses de Sciences Po, 2013).

Avec la multiplication des crises économiques et sociales, l'aggravation du réchauffement climatique, la généralisation des pollutions, la détérioration irréversible des écosystèmes et la fin de l'ère des énergies fossiles bon marché, l'Europe risque d'être confrontée avant 2030 à des chocs systémiques déstabilisants. Les systèmes alimentaires industriels européens, pourront-ils dans ces conditions se maintenir en l'état ou risquent-ils de subir d'importantes transformations structurelles ? La sécurité alimentaire en Europe pourrait-elle être ainsi remise en cause ?

Le cas échéant, comment anticiper une transition vers des systèmes alimentaires résilients et soutenables ? Comment produire, distribuer et transformer des aliments en quantité suffisante avec de moins en moins d'énergie fossile ? Comment sécuriser l'approvisionnement des villes ? Pour construire une vision à long terme d'une politique alimentaire européenne mêlant à la fois soutenabilité et résilience, il s'agira d'explorer des pistes plus concrètes en s'inspirant d'expériences de terrain.

« Avec ce rapport, nous sortons enfin du 20^{ième} siècle. Le siècle passé aura été celui de la poursuite de l'efficacité, de l'uniformité et des économies d'échelle ; le nôtre devra faire primer le souci de la résilience, celui de la diversité et des initiatives locales. Ce rapport nous met sur la voie ».

Olivier De Schutter, Rapporteur spécial des Nations Unies sur le droit à l'alimentation