



CHANGEMENT GLOBAL

Les termes de l'équation

Les difficultés que connaît l'agriculture française, tant du point de vue économique et social que du point de vue agronomique et environnemental, sont nombreuses : revenu, compétitivité, niveau de subvention, coût de la Pac et de l'encadrement, surplus, conflits entre pays exportateurs, abandon du métier et des terres, discrimination, insatisfaction et image négative, pollutions par les nitrates, les pesticides, qualité de l'eau et de l'air... Cependant, et sans nier ni sous-estimer ces problèmes, l'agriculture fait face à cinq enjeux globaux qui conditionnent son orientation et son avenir : le changement climatique, les menaces sur le potentiel de production, la démographie humaine, la question de l'eau et celle de l'énergie. Sans verser dans le catastrophisme, il est cependant devenu nécessaire d'être lucide pour pouvoir anticiper et préparer l'avenir. Nous avons encore un peu de marge de manœuvre et des solutions existent déjà. Ne tardons pas : la situation est préoccupante.

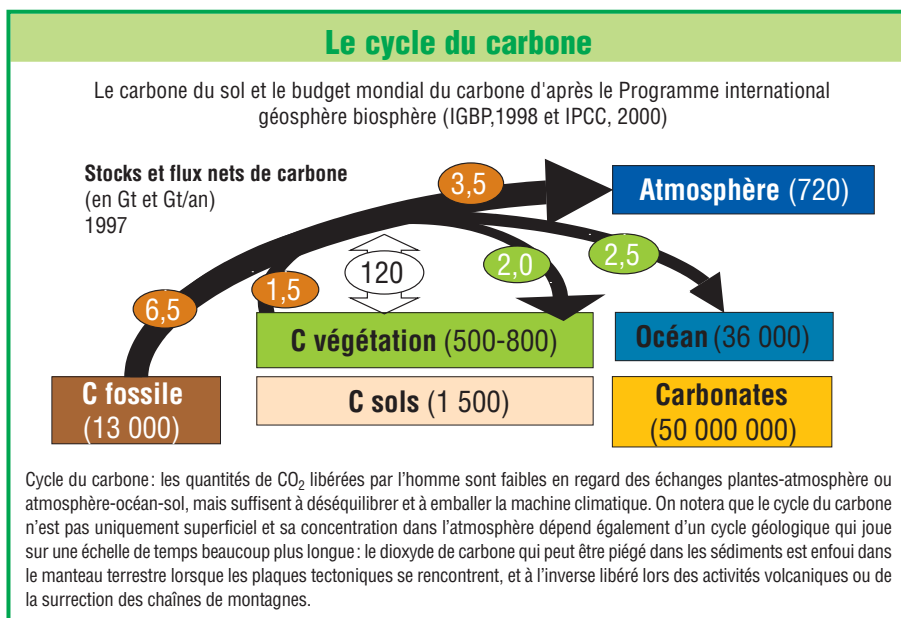
1. L'effet de serre

Le premier défi est bien entendu l'accroissement de l'effet de serre qui n'est aujourd'hui scientifiquement plus remis en cause. Les gaz à effet de serre (GES) ont un rôle de régulation de la température du globe et, par conséquent, un rôle sur les systèmes de circulation atmosphériques et océaniques qui conditionnent nos climats. Son mécanisme est relativement simple : le rayonnement solaire qui parvient à pénétrer l'atmosphère et réchauffe la surface du globe pendant la journée, est réémis pendant la nuit par la surface terrestre sous forme de rayonnement infrarouge (chaleur). C'est à ce moment que les GES jouent leur rôle en piégeant une fraction de la chaleur dégagée, permettant le maintien d'une température compatible avec la vie. En fonction de la concentration, l'atmosphère est donc plus ou moins chaude et conditionne le fonctionnement de l'ensemble de la machinerie climatique. À l'échelle atmosphérique, le dioxyde de carbone, s'il n'est pas le seul agent à effet de serre, en est pourtant le principal puisqu'il agit à dose extrêmement faible : d'infimes variations de concentration ont donc des répercussions importantes sur la température de l'atmosphère¹. L'utilisation massive d'énergie fossile, en libé-

rant de grandes quantités de dioxyde de carbone, a un effet de réchauffement climatique dont on connaît aujourd'hui encore mal les conséquences. Il est fort probable que les accidents climatiques se multiplient ; à ce titre, on constate d'ores et déjà que les tornades, les pluies torrentielles et les années exceptionnellement sèches ou humides ont fortement augmenté en nombre et en fréquence. Les cyclones et les inondations ont été multipliés respectivement par deux et trois entre 1980 et 2000 (source : GRID — Arendal), tandis que le coût des catastrophes naturelles est passé d'un peu moins de 100 milliards de dollars dans les années quatre-vingt à 300 milliards de dollars dans les années quatre-vingt-dix (source : GRID — Arendal). Cependant, l'augmentation de quelques degrés de la température globale risque d'avoir des effets qui vont au-delà du simple réchauffement de l'atmosphère ou de la perturbation des saisons. Certains experts envisagent par exemple un ralentissement des courants marins assurant la répartition de la chaleur solaire captée par les océans. Sachant que l'Europe de l'Ouest est réchauffée par le Gulf Stream, un ralentissement ou un arrêt signifierait non pas un réchauffement mais un refroidissement à l'échelle de l'Europe (Toulouse et Toronto se trouvent presque à la même latitude). Autre exemple préoccupant, on sait aujourd'hui que le réchauffement de l'atmosphère entraîne un dégel des sols glacés du Canada et de Russie, et pourrait libérer dans l'atmosphère des quantités importantes de méthane piégé, sachant que le méthane a un pouvoir réchauffant quarante fois supérieur à celui du dioxyde de carbone. Pour prendre une image simple : le réchauffement ferait de « l'autoallumage » et si on ne connaît pas encore les conséquences, on sait que le changement risque d'être brutal. Dans tous les cas de figure, le réchauffement va avoir (s'il ne l'a pas déjà) un impact sur la production agricole.



« À son niveau, l'agriculture doit lutter contre le réchauffement climatique en utilisant moins d'énergie dans ses systèmes de production mais également en captant du CO₂ dans la matière organique des sols. »



Le changement brutal des conditions climatiques pourrait provoquer une extinction biologique de masse en raison de la rapidité du changement et de l'incapacité des espèces à s'adapter aux variations du milieu : la disparition « d'espèces clés » entraînant de proche en proche l'effondrement des chaînes alimentaires. On estime aujourd'hui que le rythme d'extinction d'espèces est 1000 à 10000 fois supérieur au rythme normal en dehors des périodes de crises.



Dans cette parcelle de maïs, la partie gauche, très irrégulière, a été implantée sur une bande cultivée depuis plusieurs années et sur précédent céréale. La partie droite, plus développée et plus homogène, a été semée sur précédent prairie. Cette différence dans la même parcelle reflète parfaitement l'épuisement du sol et la perte d'autofertilité dans le temps au travers de la consommation de la matière organique.

Dans le même ordre d'idée, un agriculteur de Seine-et-Marne : « Mon père faisait partie du club des 100 quintaux dans les années quatre-vingt. Aujourd'hui, avec plus d'intrants censés être beaucoup plus efficaces et une meilleure génétique, je n'ai jamais atteint 100 q/ha de moyenne depuis mon installation en 1990. La moyenne est plutôt de 90 q/ha. »

2. Réduction du potentiel de production : réduction des surfaces cultivables et dégradation des sols

Les experts prévoient que demain la plupart des humains seront citadins. Par exemple, la Chine, qui est passée de 12,5 % de population urbaine en 1950 à 32 % en 2000, devrait monter à 50 % en 2030. La tendance est la même pour tous les pays, quel que soit leur niveau de développement : 85 % d'urbains en 2030 pour les États-Unis ou la CEI, plus de 90 % pour l'Allemagne ou l'Arabie saoudite. Or, l'urbanisation est grande consommatrice de terres agricoles. De plus, les villes se sont généralement développées dans les régions les plus fertiles pour permettre l'alimentation de populations nombreuses et concentrées. Ainsi, l'urbanisation



Afin de maintenir le potentiel de production de la planète, il est stratégique de mettre en place une politique de préservation de l'espace agricole, mais également de conserver et de développer des sols performants.

en Chine, a provoqué la perte de 5,7 % de la surface agricole entre 1997 et 2004. La surface céréalière a chuté de plus de 15 % de 1998 à 2003 (source : FAO), entraînant une baisse de production de 17 %, soit 79 millions de tonnes. Prévoyant, le gouvernement chinois finance aujourd'hui un « train du soja » en Argentine et au Chili, destiné à drainer la production sud-américaine vers les ports chinois.

La France vit le même processus : entre 1990 et 2000, si la population française a augmenté de 3 % et la superficie des villes de 2 %, la surface consacrée au logement a crû de 20 %, essentiellement en zone périurbaine². Cette délocalisation et cette déconcentration de l'habitat entraînent une augmentation du trajet domicile-travail qui a doublé sur la même période, aggravant ainsi l'effet de serre. Au final, on arrive en France à une perte de 2,5 % de la SAU tous les dix ans. À l'échelle mondiale, on estime que ce sont environ 13 millions d'hectares qui sont



Culture de riz sur brûlis au Vietnam : la répétition des défriches conduit à des phénomènes d'érosion et d'appauvrissement des sols ainsi qu'à la savanisation des écosystèmes.

perdus chaque année sur les 1 500 millions de surface agricole totale³ (soit quasiment 1 %!), dont 8 millions de façon définitive par l'urbanisation. Pour compenser la perte, ce sont environ 15 millions d'hectares qui sont gagnés chaque année sur la forêt en Amérique du Sud, en Asie et en Afrique. Mais ces hectares gagnés sur les biotopes naturels sont souvent des terres marginales fragiles, tandis que la disparition de la végétation aggrave la crise climatique et compromet la biodiversité.

La perte des meilleures terres n'est pas le seul facteur de réduction de la production agricole. Dans nos systèmes de culture, et comme nous l'avons souvent évoqué dans TCS, le travail du sol intensif, la consommation excessive de matières organiques, la couverture végétale insuffisante et la mono-

(1) Participation à l'effet de serre : vapeur d'eau (62 %), CO₂ (21,8 %), ozone proche de la terre (7,2 %), N₂O (4,2 %), méthane (2,4 %), autres (2,1 %).

(2) *La fin des paysages*, livre blanc, FNSafer.

(3) Les terres émergées représentent 29 % de la surface du globe, les sols « productifs » représentent 18 % et les terres cultivées 2,7 %. Cette surface peut sembler faible mais est en réalité très peu extensible (relief, villes, qualité des terres, forêt...).

Eco Star II

ECO-MULCH

Gagnez du temps et diminuez vos intrants grâce au système de guidage d'Eco-mulch

N'hésitez pas à nous contacter

Tél : 02 38 97 26 78
02 48 61 45 05
Fax : 02 38 97 73 29
02 48 61 31 84

Internet : www.eco-mulch.com

MORRIS

"Le spécialiste du travail du sol"

"Pour vous aider à simplifier le travail du sol... le MAGNUM MORRIS"

SIMA stand SA H9

DMK FRANCE - 47, Hameau de Thimécourt - 95270 LUZARCHES
Tél. : 01 34 71 02 12 - Fax : 01 34 71 25 80 - E-mail : dmk.morris@wanadoo.fr



Estimation de la production et de la consommation de céréales dans le monde

	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007 (prévisions)
Production (Mt)	1 447	1 477	1 648	1 599	1 572
Consommation (Mt)	1 503	1 541	1 602	1 614	1 624
Stocks (Mt)	341	276	322	307	255
Évolution des stocks (Mt)	- 56	- 65	+ 46	- 15	- 52

Source: International Grain Council, 2007.

quante, continuent de grimper, mais leur croissance s'essouffle. La FAO tire la sonnette d'alarme: nous sommes repassés en dessous du seuil critique des 70 jours de stock alimentaire à l'échelle mondiale et la population souffrant de la faim et de malnutrition (815 millions de personnes tout de même!) en baisse constante depuis les années soixante-dix est repartie à la hausse depuis quelques années.

3. Augmentation de la population mondiale

La sécurité alimentaire risque fort de devenir un problème majeur dans les décennies à venir. Nous sommes aujourd'hui à peu près 6,5 milliards d'êtres humains sur la planète, et malgré un contrôle draconien des naissances en Chine ou en Inde, la population mondiale devrait se stabiliser aux environs de 10 milliards d'individus à la fin du siècle. Si entre 1990 et 2000, la population des pays industrialisés a augmenté de 56 millions d'ha-

► culture conduisent à la dégradation des sols cultivés. Ces phénomènes se traduisent par de l'érosion (17 millions d'hectares touchés en Europe), de la battance, des compactations... Le décalage qui se crée entre les niveaux de production et d'intrants traduit ce dysfonctionnement du système sol-plantes: le sol est de moins en moins autonome. Si l'absence de capacité d'autostructuration est souvent visible, le manque d'autofertilité dû à une activité biologique insuffisante et peu performante est plus difficilement observable et beaucoup plus insidieux. Ce manque de fertilité physique, chimique et biologique des sols nécessite l'injection de quantités toujours plus grandes d'énergie fossile et d'intrants pour parvenir à produire. L'agriculture « intensive » n'est pas la seule à connaître des difficultés. Les agricultures « traditionnelles » des pays en développement connaissent des problèmes équivalents, sinon plus graves, en raison de conditions climatiques plus agressives et de la précarité des populations concernées. Par exemple, l'agriculture sur brûlis, qui permet d'atteindre des niveaux de production intéressants sans intrants et de manière durable, est devenue dégradante

en raison de l'augmentation des densités de population. L'augmentation de la demande se traduit par une réduction de la durée de la jachère forestière qui conduit à terme à passer d'un écosystème forestier riche et facile à défricher, à une végétation herbacée pauvre et difficile à contrôler sans moyens mécaniques et/ou chimiques. On estime que ce système est « soutenable » en dessous de 20 habitants par kilomètre carré (pour exemple la densité de population française est de 98 hab./km² et peut atteindre 1 600 hab./km² en riziculture irriguée comme dans le delta du fleuve Rouge au Vietnam).

Qu'il s'agisse de systèmes intensifs ou traditionnels, si les causes sont différentes, les effets restent les mêmes: la dégradation physique, chimique et biologique des sols entraîne des problèmes environnementaux tels que l'érosion, les pollutions par les matières dissoutes ou en suspension. Plus grave, cette détérioration compromet également les niveaux de production, y compris dans les pays « développés ». Les rendements mondiaux en céréales, en constante hausse depuis les années cin-

Le mythe de la surproduction agricole est terminé. Même s'il existe un énorme problème de répartition et de gaspillage à l'échelle de la planète, nous sommes condamnés à développer des systèmes agricoles productifs et performants... et à manger moins de viande.



NOMBREUSES NOUVEAUTÉS. PRÉSENT AU SIMA HALL 4 - ALLÉE G STAND N°10 ET 16

DÉCHAUMAGE

PRÉPARATION DU SOL

PLACE AUX PROFESSIONNELS



CENTAUR

LE 3 EN 1 aux socs interchangeables

- Déchaumage de 5 cm à 15 cm
- Préparation de sol de 7 cm à 15 cm
- Pseudo-labour de 15 à 20 cm

Il rappuie avec le rouleau MATRIX.

3 M à 7,5 M SEMI-PORTÉ - 125 CH à 300 CH



CATROS

LE TGV DES CHAMPS

Compact et maniable. Déchaumage superficiel, préparation des semis et reprise de labour.

Il travaille de 2 cm à 12 cm.

3 M à 6 M PORTÉ - 90 CH à 160 CH





Une autre problématique alimentaire majeure est l'explosion de la demande en produits carnés avec l'accession d'une part de plus en plus importante des populations asiatiques au mode de vie occidental ; ainsi la production mondiale de viande est passée de 170 millions de tonnes en 1990 à 266 millions de tonnes en 2005. L'équation est simple : pour produire une calorie de viande, il faut dépenser en moyenne 7 calories végétales. Ainsi, entre 1985 et 1995, la population mondiale a connu un accroissement de 18 %, mais la consommation de produits agricole a crû de 27 % quand les surfaces arables augmentaient de 2,8 % (données FAO).



Alors qu'un être humain disposait de 3200 m² pour son alimentation en 1960, il doit aujourd'hui se contenter de 2100 m² et de 1600 m² dans vingt-cinq ans.

bitants, elle augmentait de 900 millions dans les pays en développement ! Cette croissance a deux conséquences majeures : la demande en produits alimentaires augmente fortement, d'une part, et d'autre part, la pression sur le milieu engendrée par la population supplémentaire s'intensifie. « Quel que soit le type de technologie, le niveau de consommation ou de gaspillage et le degré de pauvreté ou d'inégalité, plus la population est nombreuse, plus son incidence est grande sur l'environnement et, par conséquent, sur la production alimentaire » (in Alimentation, Nutrition et Agriculture — FAO, 1991).



L'eau, qui supporte une bonne part de la production agricole, va devenir une ressource rare : il est nécessaire de développer des technologies d'irrigation économes en eau et en énergie. Cependant, il reste avant tout indispensable de préserver et d'améliorer la capacité des sols à accueillir, infiltrer et conserver plus efficacement l'eau ; et ce, d'autant plus que les capacités techniques et énergétiques de la zone de production sont faibles (Afrique, Asie...).

4. Raréfaction et mauvaise répartition de l'eau

Dans les pays en développement, la « révolution verte » des années soixante-dix a permis en moyenne de passer de 5 à 27 quintaux par hectare entre 1950 et 2005 (FAO). Ces progrès ont été réalisés grâce à la sélection variétale, l'utilisation d'engrais minéraux, de machines et de produits phytosanitaires. Il ne faut cependant pas oublier qu'elle n'a été en grande partie possible qu'avec l'introduction de l'irrigation : sur les 1500 millions d'hectares de SAU mondiale, 18 % sont irrigués (277 millions d'hectares en 2002 - FAO). Or, la surface irriguée produit à elle seule 40 % de la production mondiale, mais consomme 70 % des ressources en eau disponibles⁴ !



On oublie souvent que l'irrigation c'est de l'énergie : en plus de devenir rare, l'eau va devenir coûteuse à utiliser. Ainsi, l'irrigation d'un maïs utilise environ 180 litres d'équivalent pétrole, soit quasiment deux fois plus qu'une préparation du sol conventionnelle.

Or ces ressources sont inégalement réparties géographiquement mais également dans le temps, et la question de l'eau est devenue une question de vie ou de mort dans certaines zones du globe. L'exemple ▶

(4) On estime en effet que la production de 1 kg de blé demande 1 m³ d'eau virtuelle et 10 m³ pour 1 kg de viande (Conseil mondial de l'eau, 2004).

MULCHING, TCS...

NELS



PEGASUS

DÉCHAUMEUR
mais aussi remarquable
préparateur de sol et de
lit de semis.

Il travaille de 7 cm à 20 cm.
3 M à 6 M PORTÉ - 85 CH à 125 CH

DISQUES MONTÉS SUR
AMORTISSEURS
CAOUTCHOUC
— EN SÉRIE SUR TOUTE LA GAMME —

NOUVEAU

SOLSystems AMAZONE

**PRÉPAREZ-VOUS À
RÉDUIRE FORTEMENT
VOS COÛTS...**

CENTAUR - CATROS - PEGASUS

▶ Les 1^{ERS} outils à maîtriser
le terrage et le rappuyage.



BUTÉE DE RÉGLAGE
DE LA PROFONDEUR
AU CENTIMÈTRE PRÈS.

AMAZONE
LA MARQUE DU PROGRÈS





Panorama énergétique de la France

La France a consommé environ 284 millions de tonnes d'équivalent pétrole (tep) en 2005 pour subvenir à ses besoins énergétiques. Environ la moitié de cette énergie est produite par la fission nucléaire sans émission de gaz à effet de serre, soit 118 millions de tep (40 %), et 17,5 millions de tep (6,4 %) par les énergies renouvelables. Restent 95 millions de tep de pétrole, dont 51 millions sont destinés au transport, 13,5 millions de tep de charbon et 41 millions de tep de gaz. Source : MINEFI, 2006.

► de la mer d'Aral, asséchée par le coton soviétique, qui a perdu 60 % de sa surface entre 1960 et 1990, est assez connu. Moins connus, le lac Tchad qui a perdu près de 95 % de sa superficie, ou la mer Morte, 30 % pendant la même période et pour les mêmes raisons. Plus près de chez nous, l'Espagne connaît des problèmes similaires : l'épuisement des aquifères souterrains provoque leur envahissement par de l'eau de mer. Pour pallier le manque d'eau douce, un projet prévoit de dériver une partie des eaux du Rhône vers Barcelone (350 millions de m³ à l'horizon 2010). Se pose alors non seulement le problème des ressources mais également celui de l'irrigation elle-même, sachant qu'il faut « inonder » pour ne pas « saler » les sols. En Australie, ce sont ainsi 400 000 ha qui sont salinisés chaque année. Chez nous aussi, l'agriculture consomme la plupart des ressources en eau⁵ en France et il n'est pas nécessaire d'aller dans les zones désertiques pour trouver des problèmes de répartition : malgré les influences océaniques dont nous bénéficions, l'irrigation est souvent montrée du doigt dès que les années sont sèches.

Avec 1,2 milliard de personnes n'ayant pas accès à l'eau potable⁶, on comprend l'importance de son utilisation judicieuse, d'autant plus que la croissance démographique fait craindre une possible rupture d'approvisionnement pour 4 des 8 milliards d'êtres humains prévus en 2050.

Les inégalités sur l'accès aux ressources en eau risquent également d'être accentuées avec le changement climatique. Bien que d'importantes quantités d'eau puissent être économisées par des techniques d'irrigation plus efficaces ou des microbarrages, on observe dans les pays arides un détournement des faibles ressources en eau de l'agriculture vers les villes en expansion et l'industrie.



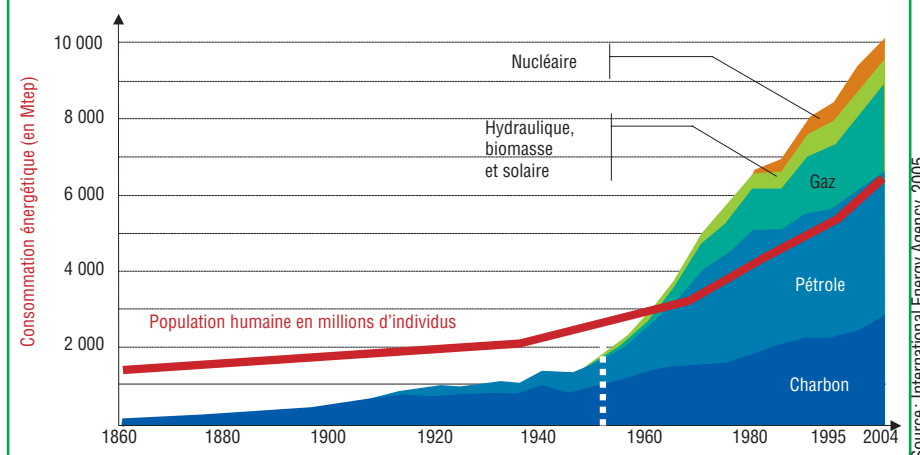
Développer une agriculture économe en énergie, c'est limiter sa dépendance à tous les niveaux et amortir l'impact économique de l'augmentation probable de l'énergie. C'est également rendre cohérent le bilan énergétique de l'agriculture dont la vocation est de produire de l'énergie alimentaire, c'est également préserver les sols et leur potentiel de production.

5. La fin de l'énergie bon marché

Si les enjeux précédents sont vitaux, la question de l'énergie les conditionne tous. En effet, avec de l'énergie bon marché, on peut produire hors-sol, dessaler de l'eau de mer, se déplacer ou se nourrir à peu de frais comme nous le faisons encore aujourd'hui. Or, de l'avis général, nous atteindrons l'exploitation maximale des réserves en pétrole et en gaz (peak oil) dans un délai de cinq à vingt ans⁷.

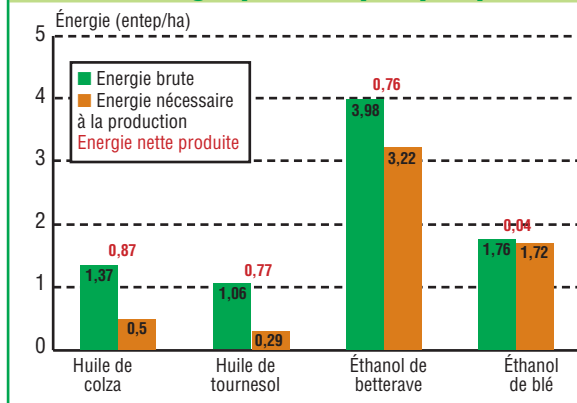
Cela ne signifie pas un arrêt brutal des approvisionnements en pétrole mais une montée inexorable et exponentielle du prix de l'énergie dans les années et décennies qui viennent. Pour donner un ordre d'idée, on estime que l'on consomme un million de fois plus rapidement les énergies fossiles que ce que la nature peut produire en termes de carbone organique. La consommation est aujourd'hui d'autant plus rapide que la Chine et l'Inde accèdent à la société de consommation et ont des besoins en énergie défiant l'imagination⁸.

Croissances comparées de la demande en énergie et de la population humaine



Source : International Energy Agency, 2005.

Énergie produite par quelques cultures et filières



Si la quantité brute d'agricarburants produite par hectare peut sembler importante, l'énergie investie dans sa synthèse, depuis le travail du sol jusqu'à la pompe, est trop importante pour que le bilan soit intéressant : production nette de 40 l/ha d'éthanol de blé produit dans le pire des cas, ou de 870 l/ha d'agridiesel de colza dans le meilleur des cas. En fait, si les agriculteurs ont un rôle intéressant dans le maintien des filières agricoles et l'organisation d'une tension de marché favorable au prix des céréales, ils n'ont qu'un faible intérêt au titre de l'indépendance énergétique et de la lutte contre l'effet de serre, et encore moins dans la résolution de la crise alimentaire qui se profile.

Source : d'après J.-M. Jancovici et Idema/Ademe



De la même façon que les agricarburants et « sylvicarburants » commencent à entrer en compétition avec les hydrocarbures, une chimie « verte » est en train de se développer. Les 8 % du pétrole utilisés dans la pétrochimie vont être concurrencés par des biomatériaux issus de l'agriculture et de la forêt. Cette demande supplémentaire risque fort d'accroître la pression sur la biomasse issue de l'agriculture. Remarque : ce n'est pas parce que les matériaux proviennent de l'agriculture qu'ils sont nécessairement biodégradables ou durables.

Si le pétrole et le gaz vont en se raréfiant, il en va de même pour le charbon dont les réserves sont estimées à deux cents ans au rythme de consommation actuel mais à quarante ans compte tenu de la demande exponentielle en énergie.

Il existe bien entendu des énergies alternatives au pétrole, encore faut-il distinguer quelle en est l'utilisation finale. La première est la production de l'électricité, de la chaleur, qui peut être obtenue à partir de tous types de centrales: charbon, gaz, nucléaire, hydraulique, solaire, éolien⁹... La seconde destination de l'énergie est le transport qui représente aujourd'hui entre 25 % et 30 % de la consommation totale d'énergie dans le monde. Cette utilisation demande des carburants efficaces, c'est-à-dire une énergie liquide, concentrée et fiable: gasoil, essence... si aujourd'hui on fonde beaucoup d'espoir sur les agricarburants, plusieurs études viennent mettre un frein à l'enthousiasme collectif: les « carburants verts » ne seraient pas forcément des carburants durables, d'autant plus que leur bilan énergétique n'est pas si favorable, il peut même être négatif dans certains cas¹⁰. Les carburants dits de « deuxième génération » sont plus intéressants au niveau du bilan: ils peuvent être synthétisés à partir de n'importe quelle matière organique, qu'il s'agisse de cultures alimentaires, pailles comprises (300 l/t de paille), de déchets ou encore de biomasse forestière. Le procédé « biomass to liquid » (BtL), est un craquage dans lequel la biomasse est portée à très haute température en l'absence d'oxygène: elle se décompose alors en divers gaz qui peuvent être recondensés et/ou transformés pour donner du méthanol, de l'éthanol, de l'hydrogène... Cette facilité de synthèse pose d'ailleurs le problème de la durabilité: il est en effet plus rentable de transformer des forêts en biocarburants que de produire des cultures avant de les transformer. Les besoins futurs en carburants pourraient aggraver les problèmes de déforestation et donc de désertification si l'on ne maîtrise pas la consommation. Enfin, en ce qui concerne l'hydrogène liquide, il ne s'agit pas à proprement parler d'une source d'énergie mais d'un moyen de stockage: sa synthèse nécessite elle-



En moyenne, 60 % de l'énergie dépensée en agriculture est due à la synthèse des engrais minéraux: 52 % pour les engrais azotés, 8 % pour les engrais potassiques et phosphorés, les 40 % restants comprenant la mécanisation et l'irrigation. Ces chiffres expliquent pourquoi le prix de l'azote suit les cours du pétrole, lorsque l'on sait qu'il faut un kilogramme de pétrole pour produire un kilogramme d'ammonitrate.

même de l'énergie. Le grand avantage étant que le dihydrogène (H₂) peut être produit à partir de centrales nucléaires, solaires, à charbon ou à biomasse, et que d'autre part son utilisation est non polluante¹¹. Reste que le coût de synthèse est pour l'instant exorbitant¹² à 240 dollars le baril, que le rendement énergétique est encore médiocre, que la liquéfaction du gaz entraîne la consommation de 35 % de l'énergie produite, et qu'à volume équivalent, l'hydrogène est environ trois fois

- (5) Entre 50 % et 60 % des ressources, avec des pointes à 90 % (Cemagref).
- (6) Sans compter les décès et maladies liées à l'eau: 2,3 milliards de gens souffrent de maladies dues à une mauvaise qualité de l'eau et 60 % de la mortalité infantile dans le monde est due à des maladies infectieuses ou parasitaires, la plupart liées à l'eau. (Unesco, 2003).
- (7) 2025 pour Shell, Total et BP, et 2010 pour l'ASPO (Association for the Study of Peak Oil).
- (8) Les importations de pétrole chinoises sont passées de 3 millions de tonnes de pétrole en 1994 à 78 millions de tonnes en 2003 et à 145 millions de tonnes en 2006. En termes de consommation globale d'énergie, en 2000 la Chine utilisait 2 milliards de tonnes (Gtep) d'équivalent pétrole contre 2,7 Gtep pour les États-Unis et 1,7 Gtep pour l'Europe; en 2050, elle consommerait 7,6 Gtep, contre 3,6 Gtep pour les États-Unis et 2,3 Gtep pour l'Europe.
- (9) L'éolien et le solaire ne représentent aujourd'hui que 0,1 % du bouquet énergétique français (0,06 % dans le monde): ils restent intéressants dans le panel énergétique (notamment au niveau local) mais ne sont pas sérieusement envisageables comme source d'énergie principale au vu des besoins actuels et futurs.
- (10) Une étude de l'université de Cornell, aux États-Unis, estime qu'il faut utiliser 1,3 l de pétrole pour obtenir 1 l d'éthanol de maïs. Si cette étude est correcte, c'est inquiétant pour les États-Unis qui consacrent 20 % de leur surface mais à l'énergie (objectif 40 % en 2013).
- (11) La libération d'énergie s'accompagne d'un dégagement d'eau (2 H₂ + O₂ => 2 H₂O).



Les sols agricoles manquent déjà de matières organiques, or les projets d'utilisation des résidus de culture à des fins énergétiques se multiplient. N'oublions pas que « si le grain est pour l'homme, la paille est pour le sol » (Carlos Crovetto).

SUMO TRIO. PREPARER EN UN SEUL PASSAGE.

Demandez le CD-Rom de démonstration.

- ✓ 50 % des utilisateurs du Trio ne font qu'un seul passage.
- ✓ Réduit efficacement les coûts de production.
- ✓ Réduit le capital total investi.
- ✓ Élimine les pointes de travaux.
- ✓ Économise le carburant.
- ✓ Optimise le potentiel de production du sol.
- ✓ Limite l'érosion et enrichit la surface en matière organique.
- ✓ S'adapte à toutes les cultures.

Le TRIO: Tameurisseur total, décompacte et crée un lit de semence favorable en un seul passage.

SOCS À FIXATION RAPIDE. LES SOCS BOURGAULT.

Demandez le CD-Rom de démonstration.

- ✓ Adapter en quelques minutes les socs aux conditions de sol et de météo.
- ✓ Fixation du soc avec un marteau.
- ✓ Découpage du sol tout en économisant puissance et carburant.
- ✓ Un travail en douceur.
- ✓ Grand choix de socs.
- ✓ Fixation avec sécurité.

Tous les socs travaillent à la même profondeur, ce qui est essentiel pour un déchaumage.

LES PEIGNES DE FINITION. LES PEIGNES BOURGAULT.

Demandez le CD-Rom de démonstration.

- ✓ Un système adaptable à votre outil.
- ✓ Les peignes BOURGAULT se montent facilement et ne nécessitent pas d'entretien.
- ✓ Ils sont conçus pour parfaire le travail de déchaumage: ils affinent et nivellent le terrain, répartissent la paille sans bourrage.
- ✓ L'angle d'attaque et la pression se règlent simplement.

Les peignes BOURGAULT se montent facilement et ne nécessitent pas d'entretien.

Consultez-nous pour toute information: www.agrilead.com & www.alfabloc.net

AGRILEAD Édrolles 09210 Billy sur Ourcq
Tél.: 03 93 711 895 Fax: 03 93 711 998

Évolution comparée de la production agricole et de la consommation d'engrais et de pesticides

	1960	2000	Croissance
Population humaine (en milliards d'individus)	3	6	100 %
Production (en Mt)	800	2000	150 %
Engrais (en Mt)	12	80	560 %
Phytopharmacie (en Mt)	0	3,5	-
Rendements moyens (en Mt)	13	30	130 %

Sources: FAO.



► moins calorique que l'essence. Si nous consommons énormément d'énergie dans les transports (25 % des besoins), il en est de même pour la production de nourriture (15 % des besoins : 5 % en production, 10 % en transformation et distribution - UNEP/Banque mondiale, 2001) soit quasiment autant que l'industrie (19,9 %). Alors que nous pouvons nous passer de voiture, il n'en est pas de même du pain : manger ou conduire, vaut-il falloir choisir? Suite à l'envolée des prix du maïs-éthanol aux États-Unis, le Mexique connaît des troubles sociaux liés à l'augmentation du prix de la « tortilla », base de l'alimentation locale. En fait, la tension n'est pas tant le fait de la demande en maïs-éthanol que le démarrage d'une spéculation sur une matière première dont les flux commencent à se tendre. Pour éviter ce genre de situations (ce n'est que le début), il va sans doute falloir favoriser les circuits courts tant alimentaires qu'énergétiques.

En 1850 aux États-Unis, un agriculteur nourrissait quatre personnes, alors qu'aujourd'hui il en nourrit 78. Cependant, cette amélioration de la productivité s'est faite au détriment de l'efficacité énergétique. Il fallait une calorie pour en produire dix, il en faudrait aujourd'hui cent (*L'économie hydrogène*, J. Rifkin). On peut véritablement dire que l'on mange du pétrole : l'agriculture qui devrait être une source d'énergie est devenue un gouffre. L'évolution des rendements et de la consommation d'engrais entre 1960 et 2000 sur le tableau page précédente en donne une idée.

Il est devenu vital d'être économe

Question : comment fait-on pour nourrir 9 milliards d'individus dans un contexte de renchérissement des énergies, d'appauvrissement des sols et de changement climatique? La première chose à faire est de ne pas se décourager et de faire son possible à son niveau pour amortir le choc. Avant de trouver des sources d'énergies ou des technologies nouvelles (qui restent nécessaires), il semble que la première solution soit tout simplement l'économie d'énergie, mais également l'économie des ressources. Économie de mécanisation, d'engrais et de produits phytosanitaires dans nos champs, mais également économie dans nos maisons, dans nos assiettes, dans nos modes de déplacement...

Matthieu ARCHAMBEAUD

Pour aller plus loin : À lire : *2050, rendez-vous à risques*, par Adolphe Nicolas. BELIN Pour la Science. 2004. Internet : www.manicore.com, www.econologie.org, www.oleocene.org, www.agriculture-de-conservation.com.

(12) En attendant les centrales nucléaires de quatrième génération (2040) capables de synthétiser l'hydrogène à bas coût. Reste que le nucléaire, s'il a le grand avantage de ne pas produire de gaz à effet de serre, n'est pas accessible à tout le monde pour des raisons stratégiques et/ou de maîtrise technologique, tandis que les filons d'uranium s'épuisent également.

AGRICULTURE DE CONSERVATION

Une réponse cohérente

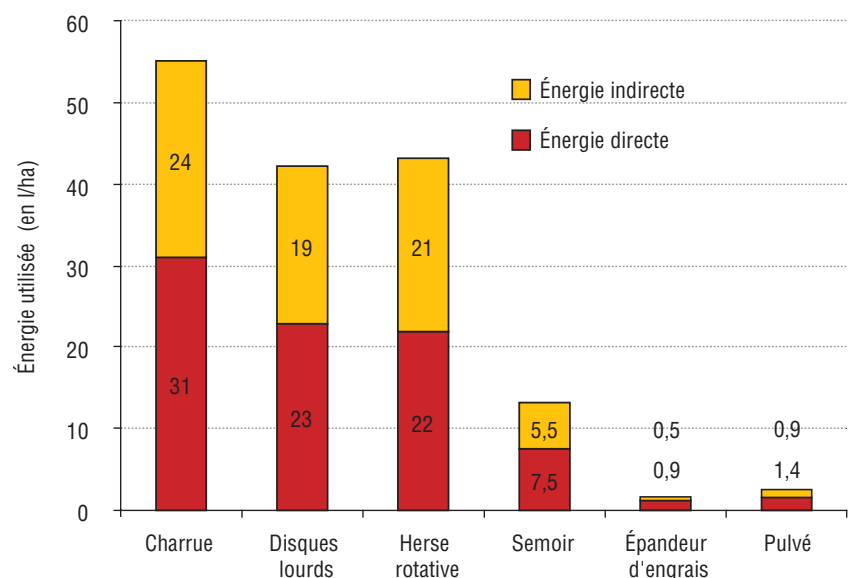
Dans ce contexte de changement global, notre agriculture tant décriée et réduite à la portion congrue, risque de retrouver une place prépondérante, voire stratégique. Déjà certains analystes financiers, banques et fonds de pensions conseillent et orientent leurs investissements vers les secteurs agricoles, signe qui ne trompe pas. S'il faut se réjouir et profiter de ce changement radical qui va dissiper les nuages actuels et faciliter des rendez-vous difficiles (Pac de 2013), il ne faut pas perdre de vue que nous sommes coresponsables de grands déséquilibres annonciateurs de perturbations beaucoup plus importantes si nous ne prenons pas rapidement et collectivement les bonnes orientations. Le pétrole n'est pas le seul produit à connaître une forte hausse, il a entraîné dans son sillage l'ensemble des autres ressources énergétiques, également non renouvelables, comme le gaz, le charbon ou l'uranium, mais également les principaux minerais (les prix du nickel, du fer, du manganèse, du zinc, du cuivre... ont triplé entre 2003 et 2006). Depuis peu, c'est en fait le prix de toutes les matières premières qui flambe et l'agriculture, à cheval entre l'énergie, les biomatériaux et l'alimentation, ferme la marche. La forte progression de la



consommation chinoise est bien entendu responsable de cette tension des marchés, elle n'a cependant fait qu'accélérer et anticiper un processus de raréfaction des matières premières largement engagé ces dernières décennies.

Au vu de ces enjeux, l'agriculture de conservation, n'est jamais apparue aussi clairement cohérente. C'est tout d'abord une agriculture productive pour répondre à la demande alimentaire de demain, tout en préservant, voire en améliorant le sol, une ressource vitale et non renouvelable à l'échelle humaine. L'agriculture de conservation, c'est aussi un mode de production très économe, non seulement en énergie au

Énergie utilisée par la mécanisation



Dans les calculs de consommation, on oublie souvent l'énergie indirecte nécessaire pour fabriquer la machine, assurer son entretien, son usure. Chaque fois qu'on économise un litre de fuel, on économise à peu près l'équivalent en amont et en aval.

Source : IFS Project, 1985.



niveau de la mécanisation (directe et induite), mais également au niveau de la fertilisation : en piégeant beaucoup mieux l'azote par des couverts, des enchaînements culturaux adaptés, voire en produisant une partie des besoins en réintroduisant des légumineuses dans des mélanges de couverture et en culture. En complément, l'approche qualité du sol et développement du volant d'autofertilité permet de limiter de manière encore plus importante le recours à la fertilisation externe en recyclant habilement l'ensemble des éléments fertilisants tout en améliorant leur disponibilité via une activité biologique diverse et variée. Mais encore, des sols organisés, couverts et plus riches en matière organique sont capables de beaucoup mieux accueillir, infiltrer et stocker l'eau tout en limitant l'évaporation. Ainsi, l'agriculture de conservation permet d'améliorer très nettement l'efficacité de la pluviométrie naturelle et rend les systèmes moins dépendants de l'irrigation qui demeure très consommatrice d'énergie. Cette meilleure gestion de l'eau permet également, dans les secteurs où l'irrigation n'est pas possible ou délicate, d'améliorer significativement des rendements moyens.

De plus avec les mélanges de couverts en interculture, cette approche débouche sur une production de biomasse complémentaire¹³ importante qui peut être, si elle n'est pas directement retournée au sol, valorisée par des animaux ou au travers de filières énergie et biomatériaux sans compromettre la capacité de production alimentaire ni affaiblir le potentiel du sol. Réduction du travail du sol et de la mécanisation, économie d'engrais, d'intrants et d'irrigation ne sont que les principaux éléments déjà connus et maîtrisés. Cette agriculture en devenir poursuit sa progression et, chez quelques pionniers déjà, elle tend vers une forme plus élaborée, dont le fondement est l'ingénierie écologique, définie comme « la manipulation douce de l'environnement en utilisant de faibles quantités d'énergie pour piloter des systèmes pro-►

La conservation d'un mulch à la surface du sol permet d'améliorer l'accueil et l'infiltration de l'eau tout en limitant l'évaporation.



Etre exigeant, c'est PRO !

● Un combiné efficace jusqu'en fin de saison !

Polyvalent, le nouvel OPTILINE PRO intègre une herse rotative* « haut de gamme » SULKY CULTILINE à 4 rotors au mètre

*sur autres marques référencées

● Placement « sécurisé »

De 415 mm de diamètre, la nouvelle ligne de semis «80 kg» LS 2.80 dispose d'un puissant monodisque craté; avec 56 cm de dégagement, deux rangées égales montées sur parallélogramme et des roues de plombage, la profondeur de semis est toujours précise.

● Equipement « pro »

Trémie jusqu'à 1650 L, lames-ressorts sans entretien, rasette semeuse renforcée au carbure, garantie 3 ans sur boîtier/lamier de la rotative CULTILINE...



*Pensez efficacité,
pensez OPTILINE PRO !*

www.sulky-burel.com

SULKY



Mélange de couverts « Biomax » avec quatorze espèces dont trois légumineuses (vesce, pois fourrager, trèfle incarnat). Début décembre et après trois mois de végétation (semis direct après récolte du blé), ce couvert avait atteint environ 6 à 7 t de MS malgré la sécheresse de l'été dernier et contenait dans la partie aérienne 160 kg de N. En complément, ce couvert avait à la même époque recyclé 26 kg de P, 150 kg de K, 81 kg de CaO, 11 kg de Mg, 19 g de Cu, 220 g de Zn, 121 g de B et 240 g de Mn. Si la moitié de cet azote correspond à la minéralisation automnale, ce couvert a tout de même produit au moins 80 kg de N/ha qui pourront en partie être valorisés par le maïs qui va suivre mais aussi les autres cultures de la rotation et cela sans risque pour l'environnement.

▶ ductifs en s'appuyant essentiellement sur des sources d'énergie naturelles. En ce sens, [l'ingénierie écologique] s'oppose à la tendance lourde du XX^e siècle visant à artificialiser les milieux cultivés. » (Odum 1962, *Man in the ecosystem*, cité par Dupraz, 2005).

Du côté environnemental, et même si les nombreux bénéfices sont difficilement chiffrables, l'ensemble des économies d'énergie peut contribuer à rééquilibrer le bilan énergétique de l'agriculture, renforçant de fait le positionnement de certains agrucarburants et limitant les émissions de gaz à effet de serre. De plus, en préservant la qualité de l'eau, l'intégrité des infrastructures et en limitant les pollutions ponctuelles et les risques d'inondations¹⁴, l'agriculture de conservation est encore une fois source d'économie. Enfin, la séquestration du carbone dans les sols agricoles sujette à controverse¹⁵ reste un moyen, même s'il est temporaire, pour contribuer de manière non négligeable à endiguer le changement climatique. Finalement, intégrée dans une « logique écologique », l'agriculture de conservation peut même devenir l'agriculture du carbone, recyclant une grande partie de la matière organique exportée vers les villes. Ces déchets, à partir du moment où les citoyens adoptent des modes de consommation propres et responsables, sont des sous-

produits intéressants pour nourrir les sols tout en ramenant les éléments minéraux prélevés et exportés : des éléments non renouvelables, tout du moins à l'échelle humaine. Ainsi, l'agriculture de conservation débouche sur de nouvelles relations avec la société, des avantages réciproques, des économies substantielles auxquels s'ajoutent d'importants bénéfices environnementaux.

Penser global et agir local

Avant toute chose, il est beaucoup plus efficace d'explorer les gisements d'économies qui sont énormes en regard du gaspillage qui, en bout de chaîne, coûte et pollue. Grâce à l'agriculture de conservation, on peut d'ores et déjà économiser rapidement un tiers de l'énergie consommée sans trop bouleverser les pratiques, puis un deuxième tiers en modifiant plus en profondeur l'organisation des systèmes de production. Les solutions techniques existent aujourd'hui et permettent d'étendre ces économies à l'ensemble de notre société que ce soit en matière de transport, de construction, mais également de consommation. On peut réaliser ces économies sans perdre en qualité de vie,



La consommation de bois en France représente les deux tiers des énergies renouvelables, soit 9 millions de tep. Sachant que le rendement énergétique d'un foyer ouvert est de 15 % et qu'il peut passer à 70 % et plus avec un foyer fermé, en augmentant l'efficacité de la filière bois de 30 % on réussit à économiser 3 millions de tep, soit l'objectif de production des biocarburants en 2008 : l'économie est plus facile et efficace que « la mise en colza » de millions d'hectares.



Dans les pays d'Amérique du Sud, les petits agriculteurs, qui pratiquent aussi le semis direct, mesurent immédiatement l'économie d'énergie comme de pénibilité. Alors que semer un ha de maïs, de soja ou d'autres cultures vivrières, représente entre 50 km et 70 km de marche derrière un cheval, il ne faut plus parcourir que 12 km en semis direct. Par ailleurs, ces agricultures pratiquent souvent des associations qui leur assurent un bilan énergétique encore plus positif.

bien au contraire. Cette orientation, même si elle ne semble pas aller dans le sens de la croissance censée depuis plus de trente ans être le remède de nos économies malades, est une formidable source d'innovation et de créativité débouchant sur beaucoup plus de sécurité, d'indépendance et de satisfaction : un véritable enjeu stratégique, un vrai projet de société.

Frédéric THOMAS

Surface nécessaire (colza) pour remplir les objectifs biocarburants

	Objectif*	Surface de colza équivalente**
2008	5,75 % = 2,8 Mtep	2 436 000 ha
2010	7 % = 4 Mtep	3 480 000 ha
2015	10 % = 5 Mtep	4 350 000 ha

(*) Incorporation d'agruicarburants dans les carburants conventionnels dont la consommation s'élevait à 51 Mtep en 2005; les calculs pour 2010 et 2015 sont établis pour une consommation constante de carburant.

(**) Un hectare de colza produit 0,87 tep nette.

(13) Avec des mélanges de couverts, on arrive à produire entre 6 et 10 tonnes de matière sèche supplémentaire sans intrants entre août et novembre, soit un potentiel de production sur l'année comparable à celui du Brésil. Par exemple pour un blé : 7 t/ha de grain, 5 t/ha de paille et 8 t/ha de couvert.

(14) Les coûts de réfection des routes et ouvrages, de traitement de l'eau, de nettoyage et de prévention consomment aujourd'hui énormément de moyens et d'énergie.

(15) Ce n'est pas tant la quantité de carbone séquestrée qui fait débat que le caractère aisément relarguable du stock par un simple travail du sol.