

LES ASPECTS ACTUELS DE L'ÉNERGIE EN AGRICULTURE

LE BUREAU DE NOTRE ASSOCIATION M'A CONFIE LA TACHE DIFFICILE D'INTRODUIRE CETTE RÉUNION PAR QUELQUES CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. C'EST METTRE LA PRAIRIE à l'échelle planétaire, sinon cosmique.

J'ai eu la chance de trouver quelques sources d'informations qui sont citées en référence. Je tiens néanmoins à mettre en garde les lecteurs sur le fait qu'il s'agit d'ordres de grandeur très approximatifs. En effet, il faut jouer sur les unités, les rendements énergétiques qui varient sensiblement d'un auteur à l'autre. Toutefois, on peut estimer que les ordres de grandeur conservent toute leur valeur.

Pour bien situer notre sujet, il faut prendre un certain recul et penser que, pendant des millénaires, l'humanité a vécu presque uniquement sur les productions végétales ; la plupart des matières premières, une proportion très importante de l'énergie, avaient cette source. Cette période correspondait à une utilisation très poussée des ressources. L'animal qui fournissait l'énergie nécessaire à l'activité agricole était, après quelques années de travail, engraisé et consommé. Je me souviens qu'il y a une cinquantaine d'années, le remplacement des bœufs par les chevaux pour assurer la traction dans les régions betteravières s'est heurté au fait que le cheval n'avait qu'une faible valeur comme animal de boucherie par rapport au bœuf (1).

(1) On estime que la surface travaillée par un bœuf est de 0,7 à 0,8 fois la surface travaillée par un cheval.

Il faut esquisser, à l'aide de quelques chiffres, les conséquences de cette situation ancienne :

L'énergie solaire est gratuite, mais sa densité par unité de surface n'est pas très grande et, par ailleurs, le rendement énergétique des végétaux est mauvais, de l'ordre de 1 à 2 %. Il en résulte que la caractéristique essentielle de l'agriculture est d'être une entreprise de ramassage et de transport.

Le labour d'un hectare de terre avec une charrue attaquant 25 cm de largeur représente un parcours de 40 km. On comprend alors qu'avec un attelage d'animaux, compte tenu des temps perdus pour tourner en bout de champ, pour les déplacements, pour les temps de repos à leur accorder, ne serait-ce que pour qu'ils se nourrissent, il ait fallu en moyenne 3 journées de travail pour labourer un hectare, ce qui donne 33 ares pour la surface du « journal ». D'autre part, beaucoup de travaux étaient exécutés manuellement, et l'homme n'est pas un moteur très puissant. Voici à ce sujet quelques données citées par Carillon :

<i>du machinisme agricole Stades</i>	<i>Nature du moteur mis en œuvre</i>	<i>Ordre de grandeur de la puissance unitaire continue du moteur</i>	<i>Energie primaire consommée</i>	<i>Epoque principale</i>
Stade des outils manuels	Le muscle de l'homme	$\frac{1}{10}$ ch	Nourriture de l'homme (ration de travail)	Des origines de l'agriculture au 2 ^e millénaire avant notre ère (au moins)
Stade des instruments à traction animale	Le muscle de l'animal	$\frac{1}{2}$ à 1 ch	Nourriture de l'animal (ration de travail)	A partir du 2 ^e millénaire avant notre ère à 1945 (au moins)
Stade dit de la "motoculture"	Les véritables machines thermo- dynamiques	<i>Ad libitum</i> (couramment jusqu'à 100 ch !)	Suivant le cas : bois, charbon, produits pétroliers, etc.	Depuis 1945, mais surtout à partir de 1965-1970 pour l'essentiel

Une des conséquences de cette situation, c'est que, dans un pays, une grande proportion des habitants devait se consacrer au travail de la terre ; le pourcentage des ruraux était alors dominant. Grâce à l'intervention des outils et des machines, qui vont permettre de produire plus à l'unité de surface, le pourcentage des ruraux est passé des deux tiers de la population vers le milieu du XIX^e siècle à 50 % en début de ce siècle, et l'on comptait en 1973 environ 10 % de population active en agriculture par rapport à l'ensemble du pays (1). Ces chiffres impliquent une transformation considérable des activités économiques et un développement considérable des techniques. L'ouvrage de Fourastié, « Le Grand Espoir du XX^e siècle », est un hymne à la productivité, c'est-à-dire à la consommation d'énergie. Il en résulte une réduction de l'importance des secteurs primaires (mines et agricultures) au bénéfice du secteur secondaire (transformations) et plus encore du secteur tertiaire (activités intellectuelles, loisirs, soins, éducation).

Le fait qu'il faille beaucoup moins d'hommes pour produire nos aliments est une conséquence de l'accroissement de l'efficacité du travail. Le tableau suivant, également dû à Fourastié, permet d'en mesurer l'importance :

TEMPS NÉCESSAIRE POUR RÉCOLTER 1 ARE DE BLÉ

<i>Date</i>	<i>Durée</i>	<i>Engin utilisé</i>
1800	1 heure	Faucille
1850	15 minutes	Faux
1900	2 minutes	Faucheuse-lieuse, traction animale
1920	40 secondes	Faucheuse, traction mécanique
1945	35 secondes	Moissonneuse-batteuse, le grain étant non seulement récolté, mais battu

<i>Années</i>	<i>% de travailleurs</i>		
	<i>Secteur primaire</i>	<i>Secondaire</i>	<i>Tertiaire</i>
Vers 1800	80	10	10
1856	52	48	
1959	24	38	38
1975	10	40	50

Pour exprimer le résultat par d'autres données, pendant des millénaires et jusque vers 1800 il a fallu 2 heures de travail pour produire 1 kg de blé. Cette durée était de 10 minutes en 1950, y compris le temps pour construire la machine. En conséquence, le prix du quintal de blé, qui correspondait à 20 jours de salaire, est tombé à 1 jour ou 1 jour 1/2. Corrolairement, le machinisme s'est développé : en 1945, on comptait 40 000 tracteurs et 200 moissonneuses-batteuses ; en 1973 : 1 300 000 tracteurs et plus de 330 000 moissonneuses-batteuses. Pour rentabiliser ce parc de matériel et accroître l'activité du travail humain, on a créé des variétés nouvelles, ce qui ne consomme pas d'énergie, mais il a fallu les alimenter, et pour cela produire des engrais. Voici quelques chiffres indiquant la progression de leur consommation :

QUANTITÉS EN MILLIERS DE TONNES D'ÉLÉMENTS FERTILISANTS

<i>Date</i>	<i>N</i>	<i>P₂O₅</i>	<i>K₂O</i>	<i>Total</i>
1937	220	380	264	864
1950-1952 ..	250	468	381	1 099
1968-1969 ..	1 191	1 616	1 213	4 020
1972-1973 ..	1 649	2 096	1 636	5 381

Mais l'évolution de cette activité, tant en ce qui concerne l'agriculture que celle de l'ensemble de la population, nous conduit à une situation assez affolante. En effet, nous consommons en énergie primaire (pétrole, gaz, charbon, électricité, etc.) l'équivalent de 246 000 000 de tonnes équivalent-charbon, ou encore 162 000 000 de tonnes équivalent-pétrole. Et ceci ne représente, par tête d'habitant, que 40 % de ce que consomment les U.S.A. ou le Canada. Sur cette énergie, en gros, 78 % viennent du pétrole et du gaz, 19 % du charbon, le reste de l'hydraulicité, et pour 0,5 % à peu près de l'énergie atomique. Quelle est la part de l'agriculture dans cette consommation ? D'après tous les auteurs qui se sont penchés sur ce problème, et en particulier pour Carillon, elle serait de l'ordre de 4 %. Voici comment apparaissent les données du problème : pour fournir 7 % du produit intérieur brut, l'agriculture ne consomme que 3 à 4 % de l'énergie primaire. En bonnes conditions de production, l'énergie fixée par la photosynthèse correspondrait à 50 fois l'énergie consommée par les travaux des champs nécessaires à cette production.

La situation générale est beaucoup plus inquiétante. En effet, si l'on considère que, sur les 50 millions d'hectares dont nous disposons en France, on produit en moyenne 8 tonnes de matière sèche à l'hectare, ce qui me paraît optimiste, cela ferait donc 400 millions de tonnes de matière sèche dont le pouvoir calorifique est de l'ordre de 0,4 fois celui du pétrole ; ce qui ferait donc 160 millions de tonnes équivalent-pétrole, c'est-à-dire l'énergie consommée annuellement par l'ensemble du pays. Notons que l'on estime que le rythme de l'utilisation des combustibles fossiles est 1 000 fois plus rapide que celui de leur formation.

Encore une fois, ces chiffres sont des ordres de grandeur. Mais quelles que soient les approximations, on ne peut pas contester le fait que nous consommons au moins autant d'énergie fossile que le soleil ne nous permet d'en fixer par la végétation. Où passe donc l'énergie consommée ? En gros, 1/3 pour le chauffage, 1/3 pour l'industrie, 30 % pour les transports, 4 % pour l'agriculture, etc. Mais il faut remarquer que, dans la consommation d'énergie par l'industrie, figure ce qui intéresse la production du matériel agricole, les engrais et, plus encore, la conservation, la transformation et la préparation de nos aliments. Un numéro récent de la revue « S.P.A.N. » fait apparaître quelques chiffres qui sont beaucoup moins optimistes que ceux que l'on dégage des données de M. Carillon. Tout d'abord, la dépense d'énergie représentée par les fertilisants est considérable. D'après l'article de Spedding et Walsingham, pour une culture de blé d'hiver, l'énergie nécessaire pour produire les engrais est de 7 fois la consommation d'énergie liée aux interventions mécaniques et les mêmes auteurs donnent comme rapport de l'énergie figurant dans les aliments à l'énergie nécessaire pour les produire des valeurs se situant entre 3 et 4,6 pour quelques cultures importantes comme le blé, la betterave sucrière ou la pomme de terre. Evidemment, ces chiffres pourraient être doublés si l'on tenait compte de l'énergie totale de la récolte, grains et paille.

Mais si l'on considère maintenant le rapport de l'énergie totale de production et de préparation à la valeur alimentaire énergétique de ces mêmes aliments, pour quelques conserves on trouve des chiffres variant de 29 pour la conserve de tomates à 4,2 pour le haricot, en passant par 7 pour les pêches au sirop et 24 pour les conserves d'asperges. C'est-à-dire que nous consommons de 4 à 29 fois plus d'énergie fossile que de l'énergie utilisable pour l'alimentation provenant du soleil, lorsque nous consommons l'un de ces produits. Je n'ai malheureusement pas trouvé de chiffres intéressants des

aliments plus courants, mais les valeurs suivantes, dues à Hawthorn, montrent que nous devons, en moyenne, consommer autant d'énergie fossile que d'énergie solaire dans nos aliments. En effet, dans le système alimentaire américain, pour 100 % d'énergie utilisée, 24 % concernaient la production agricole, 54 % la préparation et la distribution de ces aliments, et 22 % la conservation par le froid et la cuisson au niveau des familles. C'est-à-dire que dans l'énergie que nous consommons, 76 % concernent la distribution et la consommation, 24 % seulement la production. Si l'on admet un rapport de 4 entre l'énergie utilisée en agriculture et l'énergie fixée, cela veut dire qu'en moyenne nous consommons dans nos aliments autant d'énergie fossile (charbon, pétrole) que d'énergie fixée par le soleil. D'après Stanhill, en Israël, la situation est pire ; au niveau agricole seulement, il y a 2,44 calories fossiles pour 1 calorie d'énergie. L'agriculture devient alors une technique permettant de transformer pétrole et charbon en aliments.

Les auteurs qui ont fait ces calculs et qui ont tenté des évaluations pour les agricultures des pays en voie de développement constatent, bien entendu, que l'énergie provenant du soleil représente une proportion beaucoup plus importante par rapport à l'énergie fossile. Mais adopter une telle politique reviendrait à retrouver la situation que nous avons connue il y a un siècle ou un siècle et demi. Je vois mal un pays moderne adoptant cette attitude.

Que pouvons-nous faire dans le monde agricole, et plus particulièrement ici, à l'A.F.P.F., pour réagir contre ces situations ? Utiliser au mieux les moyens de production dont nous disposons. Tout d'abord, par un choix judicieux des variétés, et peut-être même des espèces. Ensuite, les techniques elles-mêmes sont à repenser. Plusieurs auteurs ont fait remarquer, dans la revue « S.P.A.N. », que les 2/3 de l'énergie utilisée en agriculture avaient pour but d'économiser le travail de l'homme, de le rendre plus commode, et qu'un tiers seulement servait à accroître la production. Il est évident qu'une meilleure utilisation des moyens de travail devrait permettre des économies. Prenons par exemple les techniques culturales. Voici, évaluées en litres de fuel/hectare, les différentes consommations liées à divers systèmes de culture pour le blé :

	<i>Litres/ha</i>
Labour, hersage, semis	47
Travail minimum	33
Semis direct, y compris l'énergie incluse dans les herbicides et nécessaire à l'épandage	18,5

Il est donc évident que l'utilisation de ces méthodes nouvelles, dans la mesure où elles sont compatibles avec le maintien de l'état du sol et par conséquent de la production, constituent une économie (1). Mais considérons maintenant la répartition des énergies utilisées pour la production de céréales et d'herbages jusqu'à la récolte exclue :

ENERGIE EN MJ/HA

	<i>Blé d'hiver</i>	<i>Luzerne</i>	<i>Ray-grass anglais</i>
Engrais azotés (en kg/ha)	98	0	354
Energie engrais azotés	8 000	0	29 000
Energie P ₂ O ₅	750	700	890
Energie K ₂ O	400	1 100	425
Energie herbicides	150	95	0
Energie pesticides	0	95	0
Energie travaux mécaniques	1 250	825	850
TOTAL	10 648	2 815	31 519

MJ = 1 million de joules.

Ces trois chiffres sont particulièrement intéressants, d'abord parce que nous sommes en plein, maintenant, dans nos problèmes. Nous constatons qu'une production de blé d'environ 40 quintaux est, du point de vue de la consommation d'énergie, intermédiaire entre la production de ray-grass et celle de la luzerne et que celle-ci apparaît de loin comme la production la moins coûteuse en énergie. Si l'on ajoute à ces valeurs le fait que la culture de la luzerne peut laisser, dans le sol, l'équivalent de 150 kg d'azote représentant 12 000 MJ/ha d'énergie, c'est-à-dire environ 5 fois plus que ne représente la dépense d'énergie pour la production de la luzerne, on constate qu'il y a des situations très différentes du point de vue de la consommation d'énergie et que nous pouvons rechercher des économies considérables par le seul choix des espèces cultivées.

(1) Il n'en va pas toujours ainsi : l'emploi de couvertures plastiques, si elles ne sont pas récupérables, conduit à des bilans « énergie dépensée - énergie fixée » nettement déficitaires.

Je n'ai malheureusement pas de données concernant la prairie permanente. Tout ce que l'on peut dire sans avoir fait d'études spéciales, c'est que les consommations d'énergie pour l'entretien et la récolte sont relativement peu importantes (séchage artificiel excepté), quel que soit le type de production (prairies ou céréales). Cela veut dire que des économies seraient à chercher dans une meilleure adaptation des variétés au milieu, dans une meilleure exploitation de celles-ci, et dans l'emploi systématique de légumineuses dans un premier temps. Dans un deuxième temps, on peut chercher à créer des plantes susceptibles de fixer l'azote de l'air. Certains travaux de génétique montrent qu'il n'est pas inconcevable de pouvoir transformer certaines plantes non fixatrices d'azote en plantes fixatrices d'azote. Mais ceci se situe encore dans un futur assez lointain.

Pour en revenir à l'actuel, il apparaît que la prairie, et en particulier lorsqu'elle comporte des légumineuses, représente une moindre dépense d'énergie que d'autres cultures. On peut donc penser qu'il serait utile de développer au maximum l'alimentation du bétail à partir de la production d'herbe, et surtout de prairie permanente ou de luzerne, plutôt que de passer par des productions fourragères annuelles ou des prairies temporaires de graminées pures. Je tiens à me limiter, pour l'instant, à cette conclusion en ce qui concerne les données actuellement disponibles, en insistant encore sur leur caractère approximatif.

Mais il est évident qu'il faudrait développer très activement ces travaux de prospective, en reprenant l'étude de nos systèmes de culture, non plus seulement du point de vue de leur rentabilité en termes d'argent, ou même de surfaces ou d'heures de travail humain, mais en termes d'énergie. Cela ne sera pas très commode, car en plus des considérations que j'ai évoquées viennent s'ajouter toutes celles concernant l'utilisation des résidus, des sous-produits, en particulier pour produire de l'énergie. Voici, par exemple, une question qui mériterait d'être étudiée de près : est-il plus économique, en termes d'énergie, de transporter à une certaine distance des fumiers ou des gadoues renfermant 1 % environ d'éléments fertilisants, compte tenu, bien entendu, du coût de l'épandage, ou d'acheter des éléments fertilisants préparés par l'industrie ? Si l'on fait ce calcul, il faudrait évidemment considérer que la préparation des fumiers s'accompagne de la récupération du méthane produit au cours des fermentations, et il y a là une source d'énergie utilisable dans de bonnes conditions ; ces possibilités ont été largement démontrées par les expériences antérieures. Par contre, on en est encore au stade des études pour connaître le bilan définitif de l'opération en tenant compte des investis-

sements, de leur durée, de leur entretien, du coût des manutentions et des temps de travaux imposés aux hommes. Toujours de ce point de vue, il faudra évidemment reprendre l'étude du problème des protéines. Que penser, toujours en termes d'énergie, de l'utilisation directe par l'homme des protéines extraites des végétaux, comparée à ce que donne le passage par l'animal, surtout si l'on ajoute le coût des transports, de la conservation, des traitements et préparations des produits avant qu'ils n'apparaissent sur la table du consommateur ? Parmi nos productions actuelles, quelles sont celles qui nous fourniront l'unité de protéine au moindre coût, à la fois monétaire et énergétique ? Ce sont ces diverses questions qui seront plus ou moins évoquées au cours de ces journées, mais il est certain que nous n'aurons pas, quels que soient le talent et la compétence de nos orateurs, fait le tour d'une question aussi vaste. Nous devons y revenir, car nous avons vu que si l'agriculture utilise relativement peu d'énergie pour ses travaux proprement dits, elle en consommait des quantités relativement importantes quand on tenait compte de toutes les matières premières qui lui étaient nécessaires, et qu'en fonction de la nature des aliments, leurs coûts en énergie sur la table du consommateur étaient supérieurs, dans de nombreux cas, à l'énergie qu'ils renfermaient. Or, à supposer que l'on trouve de nouvelles sources d'énergie, que l'on apprenne à bien utiliser l'énergie solaire, qui représente 50 fois ce que nous consommons actuellement, nous ferions apparaître un problème, celui des bilans énergétiques à la surface du globe. En particulier, une production abondante d'énergie de fission ou mieux encore d'énergie de fusion risquerait d'accroître la température de notre globe. Dans une étude récente, Gibrat rappelait que dans la ville de New York, on libérait 9 fois plus d'énergie que l'on en reçoit du soleil. C'est dire que, quelles que soient les solutions que l'on puisse trouver au niveau technique, l'avenir de notre planète est irrémédiablement lié à celui de l'économie de l'énergie que nous utilisons. L'agriculture, et plus particulièrement la production herbagère, doivent apporter une contribution à cet effort.

Je crois que nous pouvons nous féliciter de pouvoir considérer cette réunion comme la première qui nous engage dans cette voie.

S. HENIN,

Président d'honneur de l'A.F.P.F.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Revue des Chambres d'Agriculture, anonyme, suppl. au n° 529-530, avril 1974.

CARILLON Rémi, *Etude du C.N.E.E.M.A.*, n° 391, p. 8, mai 1974.

FOURASTIE Jean, *Le Grand Espoir du Vingtième Siècle*, 1 vol. (Idées), Gallimard, Paris, 1963.

12 GIBRAT Robert, *Sciences et Techniques*, 15-12-1973.

*Aspects de l'énergie
en agriculture*