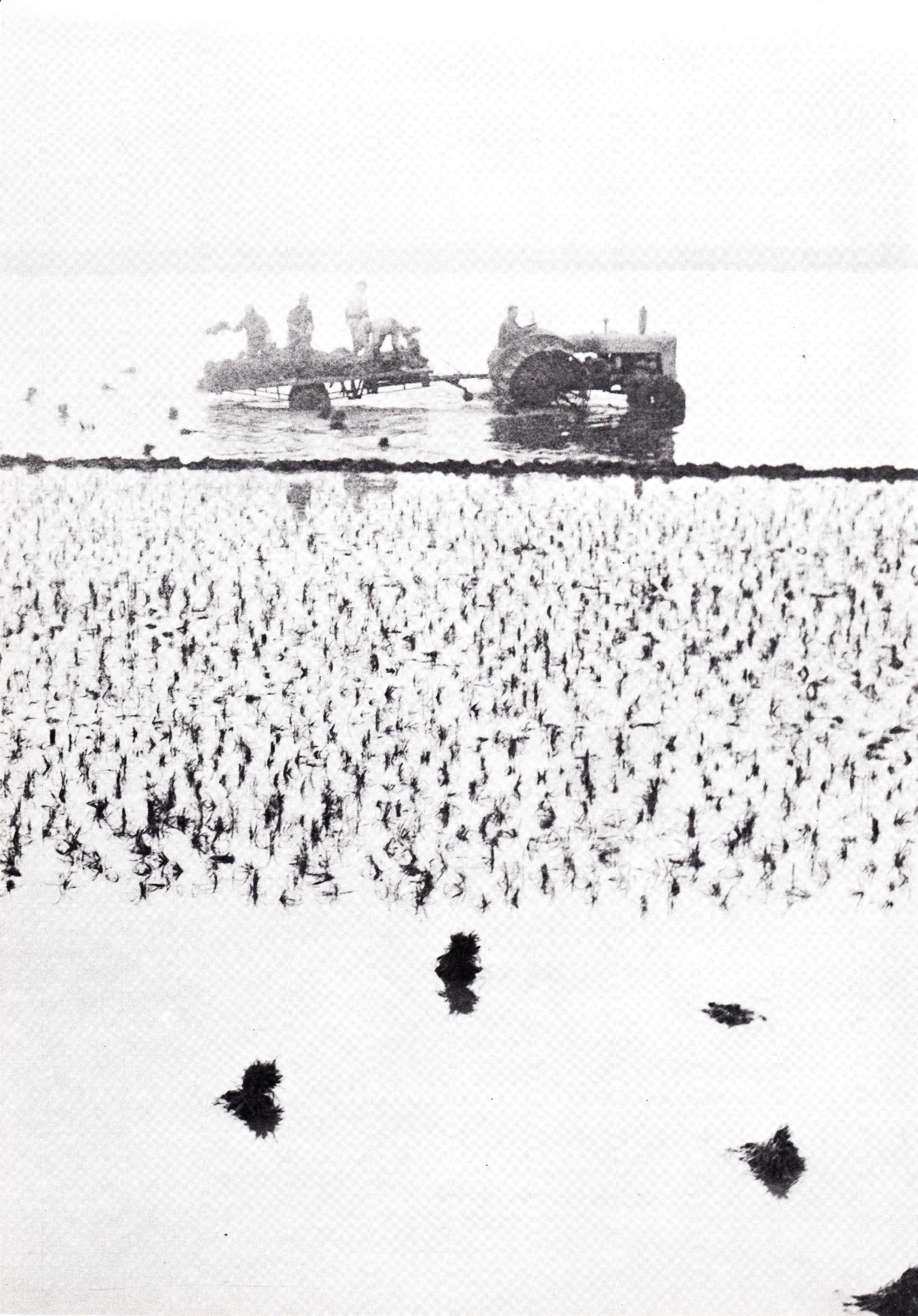




Assez de sol et d'eau pour des milliards d'hommes?

Roger Revelle *

Les êtres humains utilisent l'eau et la terre essentiellement pour la production de nourriture, c'est-à-dire la transformation de matière et d'énergie sous une forme qui puisse servir à la reproduction du corps humain et qui puisse aussi fournir l'énergie nécessaire à son bon fonctionnement. C'est l'espace naturel qui constitue la ressource essentielle en matière de production alimentaire, à cause du caractère diffus de l'énergie solaire et de la faible efficacité de la conversion photosynthétique quand il s'agit de produire des aliments. Prise d'un point de vue humain, cette efficacité de la photosynthèse se monte à 0,4 %, même avec un haut niveau de rendement agricole, du type de celui qu'on obtient dans l'Iowa (Etats-Unis). Aussi, un hectare peut fournir l'énergie alimentaire nécessaire à 24 êtres humains avec un niveau technologique agricole comparable à celui de l'Iowa (comprenant des investissements tels que des moyens d'irrigation, des engrais chimiques, l'utilisation d'espèces à haut rendement et de machines agricoles). Chaque être humain, pour subvenir à ses besoins énergétiques, a besoin de 260 kg de blé par an.

Actuellement, dans le monde, 1,4 milliard d'hectares produisent la nourriture, les fibres textiles et les autres produits agricoles nécessaires à 3,5 milliards d'êtres humains. Il y a un hectare de terre cultivable pour 2,5 personnes, ce qui est largement au-dessus (presque 10 fois) du minimum nécessaire. Il y a à cela plusieurs raisons :

La terre effectivement productive recouvre la moitié ou les deux tiers de l'espace cultivé, le reste est en jachère, sert de pâturages, ou ne produit pas de récoltes pour une raison quelconque.

Dans les cas où on n'utilise pas d'engrais chimiques, il faut que la terre se repose pendant une année ou plus avant d'être à nouveau cultivée. Une part non négligeable de cette récolte sert aussi à nourrir le bétail. De notre point de vue, ce bétail a d'ailleurs une « efficacité » nutritive de 10 à 15 % seulement, car il consomme 10 fois l'équivalent de ce qu'il procure en énergie nutritive. D'autre part, 10 à 20 % des cultures vivrières sont détruits par des parasites, et un

faible pourcentage sert de réserves de graines pour les semailles. La raison principale de cette faible productivité tient au bas niveau technologique de l'agriculture dans la plus grande partie du monde. Au lieu de produire environ 6,4 tonnes par hectare cultivé (moyenne de certains Etats nord-américains), l'Indien ou le Pakistanais moyen produit un peu plus d'une tonne de blé ou de riz.

Le sol : 70 centimètres

D'importantes surfaces, sur la terre, pourraient être cultivées si on trouvait les agriculteurs ou le capital nécessaire pour les mettre en valeur. Dans notre effort pour évaluer la quantité totale de terre cultivable et son potentiel en matière de production de nourriture, il nous faut tenir compte de quatre facteurs : la surface réellement cultivable, la qualité de la terre, la quantité d'eau nécessaire à l'irrigation et la répartition géographique de l'espace cultivable - mais actuellement en friche - par rapport à la répartition dans l'espace de la population mondiale.

Cet espace en principe cultivable est limité par le climat. La terre doit être hors-gel pendant la croissance de la récolte, et par les caractéristiques physiques de la surface de cette terre - c'est-à-dire les 70 ou 100 cm de terre qui constituent la nature du sol.

L'eau joue aussi un rôle : on doit pouvoir disposer de quantités d'eau, pendant la croissance de la récolte, égales ou supérieures à celle perdue par évaporation.

En ce qui concerne le climat, la surface de la terre, en dehors des régions glacées de l'Antarctique et du Groenland se monte à 132 millions de km². Sur ce total, 1,9 milliard d'hectares ne peuvent être exploités car ils subissent une température au-dessous de zéro pendant plus de neuf mois par an. S'y ajoutent 2,6 milliards d'hectares pour lesquels on ne trouve une humidité égale ou supérieure à l'évaporation du sol ou des plantes que pendant trois mois ou moins, et qui n'offrent pas de possibilités autres pour l'irrigation. Les conditions climatiques, à elles seules, limitent la surface de terre cultivable à 85 millions de km².

Restent donc 32 millions de km², qui peuvent être exploités. Ceci représente 24 % de la surface terrestre, c'est-à-dire environ 2,3 fois les terres en principe cultivables, et plus de 3 fois la surface agricole actuellement exploitée en permanence.

Surface agricole brute : 41 millions de km²

La surface agricole brute (c'est-à-dire la surface potentielle multipliée par le nombre de récoltes) représente 41 millions de km², sans tenir compte des problèmes d'irrigation. Si l'on pouvait disposer de l'eau nécessaire à cette irrigation, cette surface brute pourrait se monter à 68 millions de km². Cette irrigation est indispensable pour produire au moins une récolte dans le cas de 3 millions de km² de terre en principe cultivables. Sans eau, on peut obtenir trois récoltes sur 5 millions de km² de terres tropicales humides et deux récoltes sur 2 millions de km² de terres sub-tropicales.

L'eau nécessaire

Le potentiel en matière de développement de l'irrigation reste très important, mais il est limité par une répartition inadéquate des cours d'eau entre les différents continents, et aussi entre les différentes zones climatiques à l'intérieur de ces continents. Environ un tiers de l'ensemble de ces cours d'eau se trouve en Amérique du Sud, qui ne représente que 15 % de la surface terrestre ; de son côté, l'Afrique, qui est égale à 23 % de cette surface, ne détient que 12 % de ces voies d'eau. C'est le cas de l'Asie du Sud-Est, de l'Afrique du Nord, du Mexique, du Sud-Ouest des Etats-Unis, de la partie tempérée de l'Amérique du Sud et de l'Australie, qui ont 5 % de ces cours d'eau tout en représentant 25 % de la surface du monde. Cette répartition inéquitable a pour résultat que seuls 10 % de la surface potentiellement cultivable avec irrigation peuvent en fait être irrigués ; d'où le fait que l'accroissement possible de la surface brute agricole au moyen d'une irrigation appropriée reste limité à 1 110 millions

* Directeur du Centre d'Etude de la Population, Harvard University, Cambridge, Etats-Unis.

d'hectares. La surface cultivable potentielle est, du coup, réduite à 2 925 millions d'hectares et la surface agricole brute à 5 212 millions d'hectares.

Combien d'hommes peut-on nourrir ?

A peu près 10 % de la surface agricole brute continuera à fournir des fibres textiles, et d'autres produits non alimentaires. Avec des moyens technologiques appropriés et des investissements agricoles suffisants (en matière d'irrigation, d'engrais, de machines agricoles et de techniques agronomiques rationnelles) équivalents à ceux qui sont utilisés dans l'Iowa par exemple, les 4,7 millions d'hectares cultivables bruts pourraient produire :

$6 \times 10^4 \times 4,7 \times 10^9 = 2,8 \times 10^{14}$ kilocalories par jour. Si l'on compte 10 % pour les pertes impossibles à éviter, et 3 % comme semences, le reste serait suffisant pour fournir un minimum vital de 2 500 kilocalories par jour à 97 milliards de personnes.

Il faut en réalité 4 000 à 5 000 calories par jour et par personne si l'on veut dépasser ce strict minimum vital et inclure des protéines de qualité en quantité suffisante (c'est-à-dire des protéines qui contiennent les acides aminés nécessaires à l'homme), ou des aliments « protecteurs » du type fruits et légumes. A ce moment-là, la surface agricole brute serait suffisante pour nourrir 50 à 60 milliards de personnes - c'est-à-dire à peu près 15 fois le nombre actuel d'hommes sur la planète.

Quelques obstacles

En laissant de côté le problème de savoir si un tel nombre de gens serait souhai-

table ou même possible d'autres points de vue, nous pouvons relever les obstacles éventuels à cet accroissement de la surface cultivable. Ils sont d'ordre divers... Il faudra trouver de nouveaux moyens technologiques pour exploiter les terres tropicales humides : 1 500 millions d'hectares sont soumis plus ou moins continuellement à la pluie durant toute l'année. Il n'existe pas à ce jour de technique permettant la culture intensive de ce type de terre, à cause de la nature de ces sols complètement imbibés d'eau et de leur incapacité à retenir les principes nutritifs nécessaires aux plantes.

Les recherches actuelles, particulièrement efficaces en Centre-Afrique, laissent espérer qu'avec un développement technologique approprié, les zones tropicales humides pourraient offrir un potentiel extraordinaire en matière de production alimentaire. Au Congo, les Belges avaient mis au point des palmiers pour la production d'huile, qui, convenablement entretenus, fournissaient 4 tonnes à l'hectare, alors que le palmier ordinaire produit de l'ordre de 500 kg à l'hectare.

Une terre de mauvaise qualité ?

Les savanes d'Amérique du Sud et la zone qui s'étend d'Est en Ouest juste au-dessous du Sahara contiennent de larges espaces recouverts de latérite rouge ou jaune. Ces régions font partie des zones les plus déshéritées du monde, climatiquement parlant : leurs maigres ressources en matière d'éléments nutritifs pour les plantes sont à peine suffisantes pour obtenir des récoltes pendant deux ou

Projections de la F.A.O. pour le développement de l'irrigation et des zones cultivées (pays en voie de développement 1962-1985)

	Afrique Sud-Sahara	Asie et Ext.-Orient	Amérique Latine	Afrique Nord-Ouest	Total
Zones cultivées (en millions d'ha)					
1962	152	211	130	70	563
1985	189	223	169	78	659
Augmentation 1962-1985	37	12	39	8	96
Augmentation en %	24	6	30	12	17
Surface agricole brute (en mil. d'ha)					
1962	64	211	71	39	385
1985	99	269	102	50	520
Augmentation 1962-1985	35	58	31	11	135
Augmentation en %	55	27	44	28	35
Surface agricole brute irriguée (en millions d'ha)					
1962	1,1	49,5	8,2	12,8	71,6
1985	2,1	102,7	16,2	17,8	138,8
Augmentation 1962-1985	1,1	53,2	8,0	5,0	67,2
Augmentation en %	100	107	98	39	94
Coût du développement (en millions de dollars - 1970)					
Irrigation	893	23 095	7 259	4 944	36 191
Drainage	59	2 008	390	325	2 783
Développement sans irrigation	208	1 974	4 693	1 141	8 016
Total	1 150	27 077	12 342	7 547	48 116
Valeur brute des récoltes (en dollars à l'ha)					
1962	35,8	105,0	68,2	51,8	71,2
1985	58,4	237,1	105,1	103,0	136,1
Augmentation en %	63	126	54	99	91
Population (en millions)					
1962	201	833	225	135	1 394
1985	357	1 471	433	254	2 515
Augmentation en %	78	77	92	88	80

Gaspillée pendant des siècles, indispensable pour irriguer les terres en friche.



trois ans, après quoi de longues périodes (de six à douze ans) de jachère sont nécessaires pour retrouver au moins une faible productivité.

D'un autre côté, ces sols sont en général perméables, peuvent supporter des racines profondes, sont faciles à labourer et peuvent assez aisément retenir l'eau. Avec une irrigation appropriée, des engrais chimiques et des produits améliorant la nature du sol, ces terres pourraient produire de larges variétés de récoltes.

500 dollars à l'hectare

En général, tout accroissement des zones cultivables, même pour les formes d'agriculture les plus simples, requiert un investissement énorme en termes de capitaux, de l'ordre de 500 à 1 000 dollars à l'hectare. Le coût que représenterait la mise en exploitation de toutes les terres en principe cultivables en dehors des zones tropicales humides, serait de l'ordre de 500 à 1 000 milliards de dollars, c'est-à-dire dans l'hypothèse haute à peu près le P.N.B. des États-Unis, ou bien le double de celui de tous les pays en voie de développement.

70 % de la population mondiale vit en Asie et en Europe, où pratiquement toutes les terres cultivables sont déjà exploitées ; le reste pourrait être cultivé seulement au prix d'un développement énorme de moyens d'irrigation à grande échelle. L'accroissement potentiel des zones cultivables « nettes » est aussi relativement faible dans le cas de l'U.R.S.S. La plupart des terres cultivables - mais actuellement en friche - se trouve sur les continents où la population est la moins dense. Dans le tableau I, la quantité de terres cultivables, excepté dans les zones tropicales humides, qui est ou qui pourrait être exploitée dans chaque continent, à condition de disposer de suffisamment d'eau, fait l'objet d'une comparaison avec les terres actuellement cultivées. Bien entendu, ce terme recouvre des données assez différentes selon les divers pays. Précisons que les zones qui produisent effectivement des récoltes en permanence ne représentent que la moitié ou les deux tiers de l'espace cultivé. La nourriture dont disposent chaque jour les Asiatiques est à peine

suffisante actuellement. Si ces populations d'Asie doivent obtenir suffisamment de nourriture dans l'avenir, il faudra augmenter la productivité agricole, c'est-à-dire l'importance de chaque récolte par hectare de terre cultivée, et chaque fois que ce sera possible, tirer de chaque hectare déjà exploité une ou deux récoltes supplémentaires chaque année. Mais le climat de pratiquement toutes les zones cultivables d'Asie est à ce point aride que même une saison de culture de quatre mois est impossible sans irrigation. Les surfaces cultivables les plus importantes se trouvent en Afrique et en Amérique du Sud (en dehors des petits continents comme l'Europe et l'Australie), continents qui ont, par ailleurs, actuellement les plus faibles surfaces cultivées du monde. En dehors des zones tropicales humides, il existe en effet 630 millions d'hectares en friche disposant de suffisamment d'eau. Les facteurs qui limitent le développement agricole de ces continents ne tiennent pas aux ressources naturelles, mais à des problèmes économiques et sociopolitiques.

Des moyens technologiques

Ils sont nécessaires pour accroître la productivité des terres déjà exploitées et permettre d'en exploiter d'autres. Il faut augmenter la part d'énergie consacrée à l'agriculture. Les pays en voie de développement utilisent actuellement environ l'équivalent de 400 kg de charbon par personne et par an, qui correspond à une dépense annuelle de 3 millions de kilocalories par personne. A titre d'exemple, pour satisfaire à la fois ses besoins et ceux d'une agriculture plus technique, l'habitant d'un pays sous-développé devrait utiliser pour la production agricole un tiers de l'énergie dont il peut disposer. En revanche, un habitant des pays développés use 14 fois l'équivalent de l'énergie nécessaire pour produire sa nourriture, même si la part énorme que représentent les viandes et les produits laitiers dans ses habitudes alimentaires signifie qu'il consomme 3 ou 4 fois l'équivalent des calories « végétales » qu'absorbe le citoyen moyen d'un pays en voie de développement.

La F.A.O. a recommandé pour les vingt

ans à venir, que les pays en voie de développement s'efforcent d'accroître à la fois le nombre des récoltes et les surfaces cultivables. Entre 1962 et 1985, avec des investissements de 48 milliards de dollars (en valeur 1970), la valeur brute de la production agricole pourrait augmenter de 124 %, dans quatre zones peu développées : l'Afrique, au Sud du Sahara ; l'Afrique du Nord et du Nord-Ouest ; l'Asie et l'Extrême-Orient ; et l'Amérique latine. La population de ces zones devrait atteindre 2 500 millions de personnes d'ici 1985, ce qui représente une augmentation de 80 %. Aussi cet accroissement de 124 % de la production alimentaire d'origine agricole dépasse largement l'augmentation de la population durant les vingt ans à venir. Ce n'est qu'en Amérique latine que la course entre population et ressources alimentaires sera plus ardue.

Les nouvelles technologies agricoles s'appliquent mieux à certaines zones qu'à d'autres : des projets d'irrigation peuvent facilement prendre place dans la plaine du Gange, dans l'Uttar Pradesh et le Bihar ; mais ils seront difficiles et coûteux sur le plateau du Deccan, au centre de l'Inde. D'autre part, les prix agricoles diminueront certainement à l'échelle nationale à cause de la productivité supérieure atteinte dans les zones où ces moyens technologiques ont pu être utilisés. Aussi, dans des régions moins favorisées, les fermiers pourront avoir des difficultés à vendre leurs récoltes à un prix suffisant pour payer l'eau, les engrais chimiques et les autres investissements nécessaires à une agriculture intensive. Ils se contenteront par conséquent d'assurer une production de subsistance, qui sera insuffisante pour nourrir la population grandissante de leurs villages. En définitive, un nombre important de paysans appauvris et non qualifiés seront forcés de partir pour les villes ou les régions agricoles plus favorisées, où ils grossiront le nombre des ouvriers agricoles. Ceci posera un problème grave aux décideurs, puisqu'il faudra choisir entre développer de nouvelles technologies agricoles pour les terres non irriguées, ou fournir des emplois et un mode de vie décent à ces personnes.

R.R.