

ALTERNATIVE ENERGIES AND METHANE GAS

The particular situation of French people, in France and in their colonies abroad, during World War II, led them back, to some extent, under the pressure of circumstances, to self-sufficiency : as there was a shortage of raw materials, as the most vital items of day-to-day life were lacking, they had to keep up agricultural and economic activity, make up for the absence of energy sources, try new techniques or bring back forgotten ones. Nowadays, under the pressure of new compelling circumstances, it is once again necessary to relieve the import of energy through a greater autonomy in human settlements : the knowledge previously gained in these fields proves to be very useful.

Agricultural France was then not so very far from the time when exchanges were strictly limited and polyculture was prevalent in most agricultural areas : thus, it was easier than it would have been in other parts of the world, to partially re-introduce seemingly outdated styles of living and economic processes. But it was impossible to renounce the achievements of technical progress ; power for machines and vehicles had to be found in new energy sources : domestic gas was used in cities for bus and car engines ; in the country, gas deriving from charcoal combustion (yielding about 1200 cal./m³) was used for agricultural machinery ; methane gas, deriving from the decomposition of organic matters and cellulose — which has a greater number of calories (5 to 6000 cal./m³) had also various uses.

« BIO-GAS » AND ITS APPLICATIONS

The « bio-gas » is a combustible gas, essentially composed of methane and carbonic gas ; it is produced through fermentation of organic matter - mainly cellulose.

Bio-gas production is part of a process of indirect use of solar energy, putting into action biological processes (photosynthesis and fermentation). This technique brings a simple and economical solution to two problems, which are hard to solve in the case of direct use of solar energy : energy concentration and storage.

Bio-gas can be a substitute to natural gas and oil-derived fuels. It is particularly useful in rural areas, especially in isolated farms.

Several bio-gas plants were built, particularly in the forties and fifties. Most of them were abandoned, due to the low price of oil-derived fuels. But the present economic situation has created new interest in bio-gas.

Its production also yields a good fertilizer and thus contributes to the improvement of soil fertility. It is also a means of avoiding pollution.

It is frequently a way of gaining complete autonomy in energy ; thus, in a country lacking in fossile energy, it is of high economic interest.

Bio-gas is a permanent and economical source of energy, and, moreover, its processing does not affect fundamental natural processes.

L'expérience particulière des Français en France et Outre-Mer, au cours de la guerre de 1939-1945, a donné lieu, sous la pression des circonstances, à un certain retour à l'autarcie : il a fallu, dans le cadre d'une pénurie de matières premières, alors que l'on manquait des biens les plus nécessaires et des produits les plus courants de l'industrie, maintenir l'activité agricole et économique, pallier le manque de sources d'énergie, expérimenter des techniques nouvelles ou rénover des techniques oubliées. Aujourd'hui, sous la pression de contraintes nouvelles, on doit à nouveau envisager de soulager les importations énergétiques par une plus grande autonomie des établissements humains : l'expérience acquise en ces domaines est précieuse.

La France agricole n'était, à ce moment, pas tellement loin de l'époque où, dans la plupart des campagnes, les échanges étaient réduits au minimum et où la polyculture plus ou moins complète était en vigueur dans la plupart des régions agricoles : il n'a donc pas été aussi difficile que cela l'aurait été dans d'autres régions du globe, de retrouver en partie des modes de vie et des processus économiques que l'on croyait révolus. Mais, il n'était pas possible de renoncer complètement aux acquis du progrès technique : machines et véhicules durent recourir à de nouvelles sources d'énergie : le gaz dit « d'éclairage » ou « de ville » fut utilisé dans les agglomérations pour les moteurs des autobus et des voitures, le gaz pauvre provenant de la combustion du charbon de bois (qui fournit 1200 calories par m³) fut utilisé pour la propulsion des véhicules agricoles, enfin le gaz méthane provenant de la décomposition des matières organiques et de la cellulose — beaucoup plus riche en calories (5 à 6000 cal/m³) — fit l'objet d'applications diverses.

Quoique beaucoup de ces dernières installations aient été abandonnées depuis la guerre, cette source d'énergie, malgré la concurrence des combustibles issus du pétrole, est restée utilisée dans un certain nombre d'installations agricoles jusqu'à ce que la crise de l'énergie redonne un regain d'intérêt à cette technique : on peut la considérer comme parfaitement maîtrisée, applicable dans toutes les régions du globe, non seulement à l'échelle de l'exploitation agricole mais aussi du petit groupe d'habitations isolées, et des techniciens français sont à même de la mettre en œuvre à partir de l'expérience de nombreuses applications.

R. B.

Professeur Marcel ISMAN

LE

BIOMETHANE

principes, exemples d'application possibilités pratiques

Le biométhane, connu également sous les dénominations gaz de fumier, bio-gas, gaz biomologique, méthane biologique, est un gaz combustible, composé essentiellement de méthane et de gaz carbonique, que l'on obtient par fermentation à l'abri de l'air de nombreuses matières organiques, principalement cellulosiques.

Il peut être substitué au gaz naturel et aux combustibles pétroliers pour alimenter les appareils de cuisson et de chauffage, ainsi que les moteurs thermiques, et permet d'apporter à l'habitat rural, principalement dans le cas de fermes isolées, un confort souvent supérieur à celui que l'on pourrait espérer trouver en ville dans des conditions économiques équivalentes.

Sa production, loin de provoquer la destruction complète de la matière organique mise en œuvre, s'accompagne au contraire de la récupération simultanée d'un excellent fertilisant et contribue ainsi au maintien et même à l'amélioration de la fertilité des terres sur lesquelles celui-ci est employé.

Cette production a également pour autre conséquence de faire disparaître pratiquement d'importantes nuisances et pollutions.

Au niveau local, son exploitation peut procurer fréquemment une complète autonomie en matière d'énergie ; à l'échelle d'un pays dépourvu de sources d'énergie fossiles, elle est susceptible de conduire à des économies de devises d'un intérêt capital.

Vecteur d'énergie solaire, le biométhane représente une source perpétuelle d'énergie, dont l'exploitation ne perturbe en rien le déroulement de phénomènes naturels fondamentaux et préserve entièrement pour les générations futures toutes les possibilités du milieu ambiant.

I. - TECHNIQUES DE PRODUCTION ET D'UTILISATION

Indépendamment des déjections animales et des fumiers de ferme pailleux classiques, des matières très diverses, disponibles en abondance et qui constituent le plus souvent des déchets, peuvent être utilisées pour cette production, en l'absence même d'animaux : pailles de céréales, tiges de maïs et de canne à sucre, fanes de pommes de terre, de pois ou de lentilles, déchets de foin, feuilles d'arbres, herbes de fossés ou de savanes, sarments de vigne, roseaux, ordures ménagères, marcs de raisin, ainsi que d'autres déchets d'industries agricoles ; il pourrait être fait appel en outre à des cultures spéciales de graminées à grand développement, de certaines plantes grasses, plantes aquatiques et algues marines à croissance très rapide et dont la production est considérable.

L'obtention de fermentations régulières exige la prise de précautions.

Deux procédés de fermentation sont employés en pratique. Le plus ancien consiste à préparer avec les matières à faire fermenter et de l'eau une boue fluide et à alimenter lentement et régulièrement avec cette dilution une grosse masse en fermentation, tout en brassant l'ensemble pour éviter la formation de poches acides.

Ce procédé, qui exige une alimentation très régulière de l'installation et une surveillance très attentive de la réaction de la boue, est loin de présenter une complète sécurité et, en outre, n'est pas applicable aux matières contenant, comme les fumiers pailleux, une forte proportion de matières végétales sous forme d'éléments solides relativement gros et plus ou moins fibreux.

Le second procédé, mis au point en 1942 par G. Ducellier et M. Isman, consiste à soumettre systématiquement la matière humide à traiter à une première fermentation à l'air de courte durée, à la noyer ensuite dans un purin convenable, pour subir, en cuve close, à l'abri de l'air, une fermentation beaucoup plus longue, productrice de méthane, enfin, à utiliser la chaleur produite pendant la préfermentation aérobie, fortement exothermique, pour porter et maintenir la matière à une température aussi proche que possible d'un optimum voisin de 35°C durant la fermentation anaérobie, dont l'exothermicité est, elle, extrêmement faible.

Ce procédé très simple à mettre en œuvre et très sûr, écarte absolument tout risque d'accident de fermentation et s'applique à toutes les matières utilisables, quelle que soit leur texture. Il est seul à permettre une fermentation méthanique rapide en milieu concentré. En outre, lorsqu'on laisse monter la température jusqu'à 70 ou 75°C au cours de la préfermentation, il présente l'avantage, du point de vue sanitaire, de détruire la plupart des germes pathogènes.

On peut recueillir normalement, en un temps compris entre un mois et un mois et demi environ, en abandonnant les fins de fermentations trop lentes, une soixantaine de mètres cubes de gaz par tonne de fumier frais, ou 200 à 250 mètres cubes par tonne de paille de céréales mise en œuvre, soit environ les deux tiers de ce qui pourrait être obtenu au cours d'une fermentation prolongée.

Le gaz recueilli contient, avant tout traite-

ment, 55 à 60 et parfois 70 pour cent de méthane. Son pouvoir calorifique supérieur (Pcs) est voisin de 5,5 thermies par mètre cube normal pour un gaz à 58 pour cent de méthane. Celui-ci peut être porté aisément aux environs de 9 th/Nm³ par un lavage à l'eau qui permet d'éliminer du mélange la plus grande partie de son gaz carbonique.

Ce gaz peut être utilisé à l'état brut pour alimenter, directement à partir des équipements de production, des appareils de cuisson ou de chauffage et des moteurs (à essence ou Diesel) installés à poste fixe, et, après avoir été comprimé dans des bouteilles à haute pression (200 bars) pour permettre son transport, des moteurs montés sur des engins mobiles (camions, tracteurs agricoles, machines automotrices); mais il est avantageux, particulièrement dans ce dernier cas, comme dans celui où l'on doit alimenter des appareils prévus initialement pour fonctionner au gaz naturel ou à l'air propané, de le laver au préalable. Non seulement la substitution du gaz lavé aux combustibles liquides ne provoque alors pratiquement aucune chute de puissance appréciable des moteurs (on peut même obtenir une puissance supérieure en augmentant légèrement le rapport volumétrique de compression des moteurs à essence; ce qu'autorise la haute résistance naturelle du méthane à la détonation), mais elle entraîne toujours un accroissement de souplesse, un accroissement de facilité d'entretien, une augmentation de longévité et la suppression d'importantes pollutions.

Quant au fumier décomposé retiré des cuves en fin de fermentation, il se trouve, par rapport à un fumier préparé à l'air libre par la méthode classique, dans un état de dégradation moins prononcée, plus favorable à son évolution ultérieure dans le sol, et sa richesse en éléments fertilisants est supérieure.

II. - REALISATIONS ANCIENNES ET SITUATION PRESENTE

De nombreuses installations de production de biométhane (plus d'un millier pour la France seule) ont été réalisées autrefois, surtout durant les décennies 40 et 50. Si beaucoup ont équipé de petites exploitations certaines ont assuré les besoins en gaz de communautés importantes et d'autres, équipées de postes de compression, ont alimenté, pendant très longtemps, de façon régulière, des moteurs de tracteurs agricoles et des moteurs de camions utilisés principalement pour des transports de lait.

Ainsi en Algérie, une cuverie de 300 mètres cubes a fourni pendant plus de dix ans la totalité du gaz indispensable au fonctionnement des services de l'internat de l'ancienne Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'Alger; elle a alimenté en outre des laboratoires, des logements d'employés et le poste de compression qui nous a permis de faire fonctionner deux voitures automobiles et deux tracteurs avec lesquels nous avons procédé à nos essais pratiques d'utilisation sur véhicules.

Si l'exploitation de la plupart de ces installations a cessé ultérieurement durant un temps, en raison principalement de l'abondance et du bas prix des combustibles pétroliers, les hausses considérables intervenues récemment en très peu de temps sur les prix de ces produits ont complètement bouleversé cette situation

et le biométhane suscite à nouveau beaucoup d'intérêt. Il est indispensable de préciser ici qu'en dépit de la concurrence des produits pétroliers, des installations sont restées en service pendant plus de trente ans et que dans divers pays, principalement du Tiers-Monde, de nombreuses installations, souvent de construction récente, fonctionnent aujourd'hui, alimentées avec des déjections animales.

III. - POSSIBILITES DE PRODUCTION POTENTIELLES ET AVENIR ENVISAGEABLE

Ces possibilités de production sont considérables.

En Inde, il a été constaté récemment que dans un village de 500 habitants, possédant 250 vaches, la digestion de 75 pour cent des bouses et des déjections humaines pouvait fournir une quantité d'énergie supérieure de un tiers à celle consommée en moyenne dans un village de cette importance, ce qui représente près de 6,5 fois la quantité d'énergie (plafonnée à 105 kWh par jour) fournie actuellement à ce village type par le réseau électrique lorsqu'il lui est raccordé.

Ce résultat a été atteint avec une production inférieure à 0,6 m³ par vache et par jour; en Europe l'expérience ancienne a montré que le traitement des fumiers pailleux pouvait procurer en moyenne de 1,5 à 2 m³ par tête et par jour.

A l'échelle d'un pays, ces possibilités de récupération potentielles prennent une importance généralement insoupçonnée.

En Inde, la collecte et le traitement de 75 pour cent des bouses produites par 226 millions de bovins, soit près de 200 millions de tonnes à l'état sec, pourrait permettre, avec les techniques déjà utilisées dans le pays, la récupération d'environ 36 milliards de mètres cubes de gaz, représentant l'équivalent énergétique de quelque 23 millions de tonnes de pétrole. Cette récupération entraînerait simultanément celle de 3,5 millions de tonnes d'azote, correspondant à une production de 17,5 millions de tonnes de grains destinés à l'alimentation humaine et une économie de quelque 1,7 million de tonne de naphta qu'il faudrait consacrer autrement à la fabrication industrielle des engrais azotés équivalents. Il conviendrait d'ajouter à cela la récupération, certainement pour le plus grand bien des terres cultivées et de leur fertilité, de toute la matière organique qui cesserait d'être détruite, un tiers de la production des bouses étant actuellement séchée et employée directement comme combustible; et aussi, la non-destruction d'une partie des forêts, estimée à proximité d'un village de 500 habitants à un ou deux dixièmes d'hectare par an, soit en moyenne pour 300.000 villages, quelque 45.000 hectares.

Dans ce même pays une autre source importante de gaz pourrait être trouvée, parmi d'autres, dans la jacinthe d'eau.

Cette plante aquatique, qui envahit les canaux d'irrigation, permettrait, en effet, de récolter annuellement par hectare de plan d'eau, 3.000 tonnes de matière végétale, contenant 150 tonnes de matière sèche, dont on pourrait obtenir 28.000 mètres cubes de gaz, représentant l'équivalent de plus de 15.000 litres de gas-oil. Cela en sus de la récupération de 925 kg de protéines extraites de la matière fraî-

che avant sa mise en fermentation, et de 4 tonnes de K_2O , de 1,65 tonne de P_2O_5 et 3 tonnes d'azote contenus dans les boues digérées.

Les possibilités de récupération sont peut-être encore mieux exploitées dans certaines installations intégrées qui ont été réalisées, en particulier dans les îles du Pacifique Sud. Dans ces installations, l'effluent de digesteurs producteurs de gaz est d'abord envoyé dans des bassins d'oxydation où se développent des chlorelles. Ces algues vertes, riches en protéines, récoltées journellement, entrent dans l'alimentation du bétail. Le liquide sortant de ces bassins alimente ensuite des bassins à plancton, où l'on élève des poissons et des canards. Enfin, l'eau, encore chargée d'éléments fertilisants, issue de ces derniers bassins sert à irriguer des jardins potagers au moyen d'un système d'irrigation souterraine destiné à en assurer la meilleure utilisation.

On remarquera qu'à chaque étape du déroulement du processus correspond un captage d'énergie solaire, d'abord par les chlorelles, puis par le plancton et enfin par les légumes.

C'est là un aspect fondamental de la question qui nous occupe, le biométhane n'étant, en effet, au sein d'un procédé général d'utilisation indirecte de l'énergie solaire, qu'un vecteur commode de cette énergie.

Cet aspect mérite d'être examiné spécialement.

IV. - BIOMETHANE ET ENERGIE SOLAIRE. CONSEQUENCE DE SON EXPLOITATION

La production de biométhane est une des opérations composant un procédé d'utilisation indirecte de l'énergie solaire qui comporte : la production initiale par photosynthèse de matière végétale, dans laquelle de l'énergie d'origine solaire se trouve accumulée sous forme d'énergie chimique ; puis, la récolte de cette matière et, généralement, sa conservation à l'état sec jusqu'au moment de sa conversion partielle en gaz par fermentation en vue de l'utilisation de l'énergie stockée. Ce processus n'entraîne pas une destruction totale de la matière organique et permet, au contraire, de restituer au sol des éléments indispensables à la reconstitution de sa réserve d'humus et au maintien de sa fertilité. On notera également que la production de matière végétale par photosynthèse, par laquelle il débute, contribue à la régénération de l'oxygène de l'atmosphère terrestre.

Le procédé permet d'apporter des solutions simples et économiques à deux problèmes difficiles à résoudre dans le cas de l'utilisation directe de l'énergie solaire par des moyens purement physiques : la concentration et le stockage de cette énergie. En effet, lorsqu'on récolte de la matière végétale, cela équivaut à concentrer sur une surface restreinte l'énergie solaire diffuse préalablement captée par les plantes sur une bien plus grande étendue et accumulée pendant toute la durée de la formation de la matière récoltée, et, ensuite, la conservation de cette matière par des moyens classiques, aussi longtemps qu'on le désire, ne présente aucune difficulté.

Le domaine d'application de cette technique paraît être à la fois différent et plus étendu que celui des méthodes entièrement physiques. Logiquement, en effet, le domaine de ces dernières semblerait devoir être, dans les pays à ensoleillement suffisant, celui des utilisations fixes, n'exigeant que des puissances limitées, avec emploi quasi immédiat de l'énergie captée ; tandis que le domaine de la bioconversion pourrait s'étendre, dans tous les pays où peut se développer la végétation (et qui peuvent être même des pays à faible ensoleillement) aux applications pouvant requérir des puissances relativement élevées, ou un stockage plus ou moins long de l'énergie, ou encore son transport : ce dernier pouvant s'effectuer soit sous forme de matière végétale sèche, soit sous forme de gaz (transporté alors dans des conduites ou dans des bouteilles de gaz comprimés).

Dans le cas de l'alimentation en énergie de l'habitat isolé, les deux techniques apparaissent souvent complémentaires, surtout dans les régions tempérées ; d'autant que le traitement en cuves closes des déjections et des ordures ménagères permet simultanément de réduire certaines nuisances et pollutions, ou même de les supprimer totalement. La préfermentation aérobie permet d'ailleurs déjà d'éviter les dégagements de mauvaises odeurs qui sont dus essentiellement à des fermentations anaérobies.

Parmi les multiples conséquences possibles de la production du biométhane, deux paraissent mériter une mention particulière dans les domaines de la protection de la nature et de la production agricole. En fournissant un moyen de cuisson aux habitants des régions sahéliennes, la production de biométhane peut contribuer à limiter la destruction de la végétation arbustive en bordure des déserts et, en conséquence, l'extension de ceux-ci. En favorisant la restitution de matière organique aux sols, cette production contribue aussi au maintien de leur teneur en humus, laquelle constitue bien souvent, surtout en zones tropicales, un facteur limitant de fertilité et même parfois de simple conservation.

Sur le plan social, le biométhane apporte une amélioration certaine aux conditions de vie des populations rurales, et cela pas seulement dans le Tiers-Monde (où il supprime notamment la quête difficile et pénible du bois, qui occupe dans de vastes régions une grande partie du temps des populations). En Europe, cette amélioration a été un objectif essentiel des mesures prises à une époque dans plusieurs pays pour promouvoir l'exploitation de cette source d'énergie.

Au niveau national, l'emploi généralisé du biométhane dans un pays peut avoir des répercussions importantes sur le plan de son économie, notamment par la limitation des importations de pétrole qu'elle est susceptible d'entraîner, les économies correspondantes de devises, et aussi l'accroissement des productions agricoles qu'elle favorise.

V. - EQUIPEMENTS DE PRODUCTION

Les équipements de production sont constitués, soit par des digesteurs à alimentation continue, soit par des batteries de cuves à chargement discontinu.

Digesteurs à alimentation continue

Ils sont destinés à la mise en application du procédé de fermentation par dilution et doivent obligatoirement être alimentés avec des matières à l'état de boues fluides. Ils ne conviennent pas pour le traitement des déchets végétaux, qui se présentent le plus souvent sous la forme d'éléments solides plus ou moins gros et fibreux, et ont été réservés jusqu'à présent au traitement exclusif des déjections animales exemptes de litières.

Ces digesteurs peuvent séduire à première vue par la continuité de leur fonctionnement, la possibilité qu'ils offrent de n'utiliser qu'une seule enceinte par installation et celle de procéder à des manutentions de matières par pompage. Mais ces agréments sont compensés par bien des inconvénients.

D'une conduite déjà assez peu sûre, du fait de la difficulté pour l'utilisateur moyen de respecter convenablement la régularité d'alimentation exigée par le procédé de fermentation mis en œuvre, leur exploitation est encore compliquée par les curages nécessités par les dépôts qui s'y produisent, la formation intempestive de mousses (qui, non seulement envahissent tout le haut des digesteurs mais peuvent parfois se répandre autour des installations en dégagant des odeurs nauséabondes), et surtout celle, en surface, de la matière en fermentation, de croûtes dures et épaisses qu'il faut absolument évacuer ou au moins briser très fréquemment.

Ce sont, de plus, de gros consommateurs d'eau et l'évacuation de leur effluent soulève en général des difficultés en dehors des régions à température ambiante pratiquement constante et à végétation continue. Mais le plus gros reproche qu'on puisse leur faire reste encore, peut-être, celui de ne pas permettre de tirer parti d'importantes quantités de déchets végétaux susceptibles de fournir du gaz en bien plus grande abondance que les déjections animales, en même temps que d'importantes quantités de matière organique résiduelle, dont les sols tropicaux plus spécialement ont généralement le plus grand besoin.

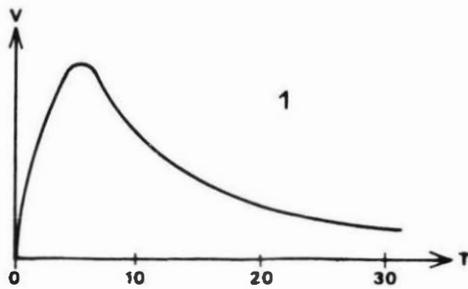
Cuves à alimentation discontinue

Ce type de digesteurs, dont le contenu solide est remplacé en totalité en une fois à intervalles d'un mois à un mois et demi en général, est employé normalement avec le procédé par préfermentation aérobie et permet de traiter, quelle qu'en soit la texture, toutes les matières fermentescibles génératrices de méthane, notamment les déchets végétaux fibreux comme les pailles. Le purin récupéré en fin de fermentation est recyclé.

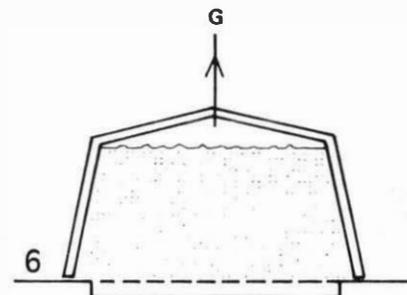
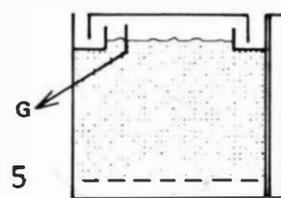
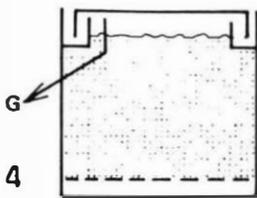
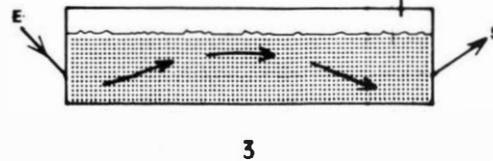
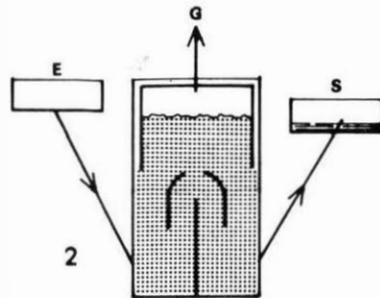
Ce type de digesteurs est celui qui a été le plus employé en France.

Une installation est ici composée nécessairement de plusieurs éléments (en pratique 9 à 10) montés en batterie, rechargés par roulement et débitant en parallèle sur un même collecteur de gaz ; ceci pour assurer la continuité de la fourniture et sa régularité, la production journalière d'un élément variant, au cours de la fermentation d'une cuvée.

En régions tempérées ou froides, une isolation thermique de ces équipements doit être prévue, complétée au besoin par un



- 1 - Courbe de production journalière de gaz d'une cuve à la température de 35° C.
- 2 - Cuve gazomètre à alimentation continue
E - entrée de la matière
S - sortie de l'effluent
G - sortie du gaz
- 3 - Digesteur à alimentation continue de type horizontal
E et S - id. figure précédente
G - sortie de gaz vers un gazomètre de stockage séparé
- 4 - Cuve à couvercle bloquée à changement discontinu
G - sortie de gaz vers un gazomètre séparé
- 5 - Cuve à chargement discontinu et couvercle bloqué, avec paroi amovible
- 6 - Cloche étanche sur plateforme bétonnée avec grille.



système de réchauffage pouvant utiliser des déchets ligneux sans valeur marchande, une fraction du gaz produit, ou, de préférence, la chaleur perdue dans le système de refroidissement et les gaz d'échappement d'un moteur thermique fonctionnant au gaz, ou parfois encore la chaleur solaire.

Les quantités de chaleur à fournir sont assez limitées, du fait de la faible dilution de la matière encuvée et du fait de l'échauffement initial obtenu lors de la préfermentation aérobie.

Pour activer cette dernière et réduire sa durée, on prévoit toujours au fond des cuves un dispositif (caillebotis ou autre) permettant d'insuffler de l'air sous la matière fraîche encuvée.

Le remplissage et la vidange des cuves à chargement discontinu se fait classiquement par le haut, à la fourche ou au moyen d'équipements mécaniques adéquats (griffes). De nouveaux types pouvant être déchargés au moyen d'une fourche montée sur tracteur, ou par ripage de leur chargement disposé sur une palette, sont actuellement expérimentés en France. Dans tous les cas, le fumier décomposé retiré des cuves peut être conservé de façon économique, jusqu'au moment de son emploi au champ, en tas sur une simple aire bétonnée de surface limitée, et protégée au besoin par une bâche en film plastique si l'on désire éviter absolument toute déperdition d'éléments fertilisants durant ce stockage.

Suivant donc l'exploitation plus ou moins intensive qui est faite d'une installation, sa production varie entre 200 et 400 mètres cubes de gaz par mètre cube de cuverie et par an. En général, on doit considérer comme normale une production proche de 1 m³/m³/jour. Converties en thermies, ces productions correspondent,

pour un gaz à 5,5 th/m³ en moyenne, à des productions annuelles de 1.100 à 2.200 th/m³ et quotidiennes de 5,5 th/m³.

VI. - RENTABILITE DES INSTALLATIONS

Les cuveries à chargement discontinu réalisées autrefois sur nos indications en France et en Afrique du Nord ont toujours été amorties en totalité en 3 à 5 ans par les économies réalisées grâce à leur production de gaz sur les achats de combustibles effectués antérieurement à l'extérieur par leurs utilisateurs.

En Inde, les calculs effectués en 1974 par C.R. Prasad, K. Krishna Prasad et A.K.N. Reddy, en faisant supporter la totalité des charges à la production de gaz, ont abouti à des prix de revient (convertis en Francs français) de 3,2 centimes pour la thermie gaz dans le cas de digesteurs de moins de 5 m³. Les prix de la thermie pétrole et de la thermie électrique étaient alors sur place respectivement de 6,8 centimes et 7,1 centimes.

En ce qui concerne les installations de récupération intégrale, dont nous avons signalé la réalisation dans certaines îles, d'après C. Richard, Ingénieur de Santé de la Commission du Pacifique Sud, la somme à investir initialement dans une telle installation peut être récupérée en une ou deux années, le profit obtenu portant essentiellement sur les points suivants :

- amélioration de l'alimentation humaine,
- fourniture d'aliments pour le bétail,
- fourniture de combustible,
- amélioration de la prophylaxie humaine et animale.

On ne saurait trop insister sur le fait qu'une installation de production de biométhane n'est jamais uniquement un équipement de récupération de gaz et que son

intérêt ne doit pas être jugé, comme des économistes ont fâcheusement tendance à le faire trop souvent, simplement d'après un critère de rentabilité sur un plan strictement financier, en faisant supporter par surcroît toutes les charges à la seule production de gaz (qui peut fort bien ne constituer qu'un sous-produit de l'installation), mais en prenant en considération de façon beaucoup plus large toutes les conséquences que peut avoir la réalisation d'une telle installation dans des domaines très divers, certaines de ces conséquences paraissant d'ailleurs difficilement chiffrables, comme le confort et la santé des populations, leur indépendance énergétique, la sécurité qui en découle, etc...

VII. - CONCLUSION

L'exploitation, même très partielle, des possibilités potentielles de production de biométhane, qui est un vecteur d'énergie solaire, peut apporter simultanément des solutions valables et durables à des problèmes intéressant les domaines de l'énergie, de la pollution, de la fertilisation, de l'économie et de la vie sociale. Il y aurait intérêt à promouvoir cette exploitation le plus rapidement possible avec des moyens suffisants, son développement, tout comme celui de l'électrification rurale, devant demander du temps et des investissements importants, mais amplement justifiés. Devant porter sur le maximum possible de matières premières utilisables, dont la plupart sont constituées par des déchets végétaux, ceci impliquera, entre autres conséquences, une large adoption comme équipement de production de batteries de cuves à chargement discontinu en place de digesteurs à alimentation continue.

Professeur Marcel ISMAN
Institut National Agronomique