NOSTRA <1975?

METTEZ DES ALGUES

Recherche nucléaire et revendications écologiques vont bientôt faire bon ménage : au centre d'études de Cadarache, on achève de transformer les algues en carburant automobile. Une nouvelle victoire du génie génétique.

Cadarache : le « saint des saints » de la recherche nucléaire en France. Des centaines d'hectares de garrigue entourés de barbelés. Des postes de garde. Des policiers qui patrouillent. Dans ce centre d'études où sont nées les plus formidables réalisations nucléaires militaires et civiles, on étudie actuellement le moyen de produire du pétrole à partir d'algues marines. Mieux : on entre aujourd'hui dans la phase pré-industrielle. Le liquide doré qui danse dans le tube à essai que me tend Claude Gudin, le responsable de ce projet étonnant, nous le mettrons demain dans notre moteur. Tel quel.

Une bactérie domestiquée par l'homme pour produire du pétrole à base de « soupe » d'algues

L'aventure a été étonnamment discrète. Depuis longtemps, on utilisait les cellules vivantes dans l'industrie. Ces micro-organismes possèdent en effet des propriétés qui leur permettent d'opérer de subtiles transformations chimiques : l'industrie pharmaceutique fait depuis longtemps travailler des bactéries pour produire des antibiotiques. De même, dans les années 1964-1970, à Lavéra, dans les Bouches-du-Rhône, des colonies de cellules vivantes, cultivées sur un substrat d'hydrocarbures, produisaient chaque année quelques 16 000 t de protéines : le fameux *bifteck de pétrole !*

Un chercheur présidait à cette unité de production aujourd'hui désaffectée : Claude Gudin, que nous retrouvons aujourd'hui, à la tête du groupe de biotechnologie solaire du C.E.N.-Cadarache. Un « savant » qui s'est fixé pour mission de remplacer les raffineries par des petites bêtes tout aussi efficaces. Il affirme : « Avant la fin de ce siècle, la majeure partie des hydrocarbures utilisés dans les moteurs sera d'origine biologique ».

Au cœur de ce formidable pari : une petite algue verte, *Botryococcus Braunii,* qui produit du pétrole comme elle respire. « Les propriétés de cette micro-algue, explique Claude Gudin, étaient depuis longtemps connues des géologues. On savait qu'elle avait joué un rôle déterminant dans la transformation des déchets organiques (végétaux ou animaux) en pétrole, en bitumes, en charbon. Notre problème aujourd'hui, c'est d'apprendre à *Botryococcus Braunii* à faire en quelques jours ce qui a pris des millions d'années à s'élaborer ».

Gudin considère la cellule vivante comme une sorte de micro-unité de production que l'on peut contrôler, à condition de connaître parfaitement ses mécanismes intimes. Il ajoute : « Les organismes, de la cellule à la plante, se sont optimisés au cours de leur longue évolution pour leur propre survie. Pas pour le bénéfice de l'homme. Assurez artificiellement cette survie et vous mettez la cellule entièrement à votre service pour produire ce qui vous intéresse. Et seulement cela ».

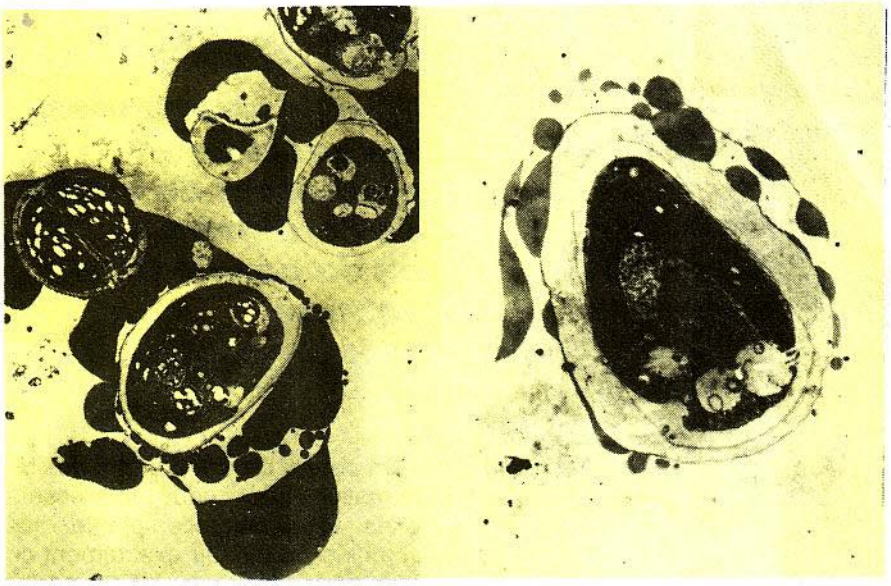
Une algue qui produit du pétrole ? Comment a-t-on pu, pendant si longtemps, négliger ce prodige de la nature ? « C'est le mot qui impressionne, sourit Gudin, mais la combinaison d'atomes d'hydrogène et de carbone, ce que l'on appelle des hydrocarbures, est extrêmement fréquente dans le monde naturel. Nous tous, nous produisons des hydrocarbures, mais en quantités infimes bien sûr. *Botryococcus,* pourtant, est unique : elle ne produit pas pour sa propre consommation. Elle utilise les minuscules bulles d'hydrocarbures qu'elle secrète comme des flotteurs pour remonter à la surface de l'eau y chercher la lumière et l'énergie ».

une méthode déjà utilisée par certaines tribus africaines et australiennes

Ces petites bulles, qui, une fois leur mission accomplie stagnent à la surface des étangs, finissent par former des sortes d'amas caoutchouteux qui sont encore utilisés, de nos jours, par les indigènes d'Afrique et d'Australie, ratissés et séchés, ils donnent un combustible précieux : « Bien sûr, ces méthodes sont artisanales, ajoute Claude Gudin, et nous ne saurions nous en contenter. Nous, ce que nous voulons, c'est du rendement ! »

Sous la grande serre qui abrite le laboratoire de Claude Gudin, des solutions, des « soupes » d'algue, circulent dans des « capteurs-plans », c'est-à-dire des réseaux de serpentins disposés horizontalement, de façon à recueillir le plus de lumière possible. C'est cette soupe, à qui l'on va fournir tous les éléments nécessaires à sa survie,

DANS VOTRE MOTEUR



LA MICRO-ALGUE *BOTRYOCOCCUS BRAUNII* (A GAUCHE) VUE AU MICROSCOPE ÉLECTRONIQUE. A DROITE: LES BULLES D'HYDROCARBURE QUI LUI SERVENT DE « FLOTTEURS ».

que l'on va enrichir régulièrement de gaz carbonique. Une fois centrifugée, elle livrera ses deux composantes: l'hydrocarbure et la « biomasse cellulaire ». « L'hydrocarbure, explique Claude Gudin, et c'est là le vrai miracle de Botryococcus, peut être utilisé tel quel dans n'importe quel moteur diesel. La micro-algue nous livre un raffinat parfaitement utilisable, sans qu'il soit besoin de lui faire subir le moindre traitement. La biomasse, très riche en protéine, peut aussi servir de base alimentaire au bétail. Si l'on tient à en récupérer l'énergie, elle peut être laissée à fermenter et donner ainsi du méthane qui sera utilisé comme combustible ».

Ce qui se passe dans un laboratoire n'est évidemment intéressant qu'à condition que l'expérience soit facilement transposable à l'échelle industrielle. Et c'est justement le cas: « Nous avons voulu un système rudimentaire, explique Claude Gudin. Remplacez les tuyauteries en verre du capteur-plan par des « tunnels à melon », et n'importe quel agriculteur peut se muer en producteur de pétrole! » Le gaz carbonique peut être récupéré à la sortie des cheminées d'usine: il s'en gaspille chaque année 800 millions de tonnes.

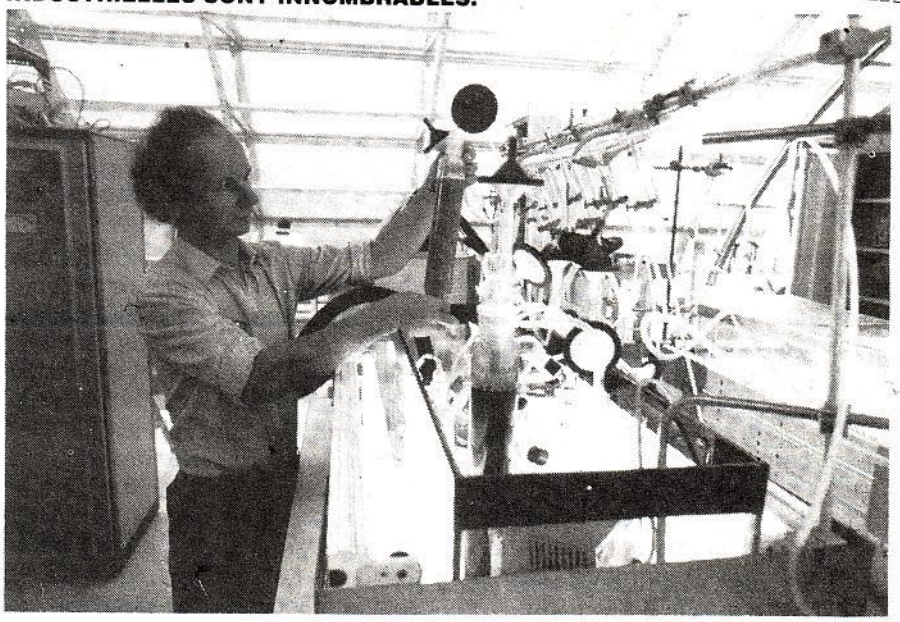
Les études conduites à Cadarache ont fait apparaître les résultats suivants: un hectare de tunnels à melon peut produire 25 tonnes d'hydrocarbure par an. Et 51 tonnes de biomasse cellulaire. « Mieux, ajoute Gudin, la culture industrielle de micro-algues en circuit fermé permet de rentabiliser des terrains délaissés par l'agriculture. N'importe quel bon désert peut faire l'affaire. On peut même envisager de cultiver *Botrycoccus* sur l'eau... » Le système serait parfait s'il n'impliquait une dépense d'énergie relativement importante lors de la phase ultime de l'opération: la centrifugation de la soupe.

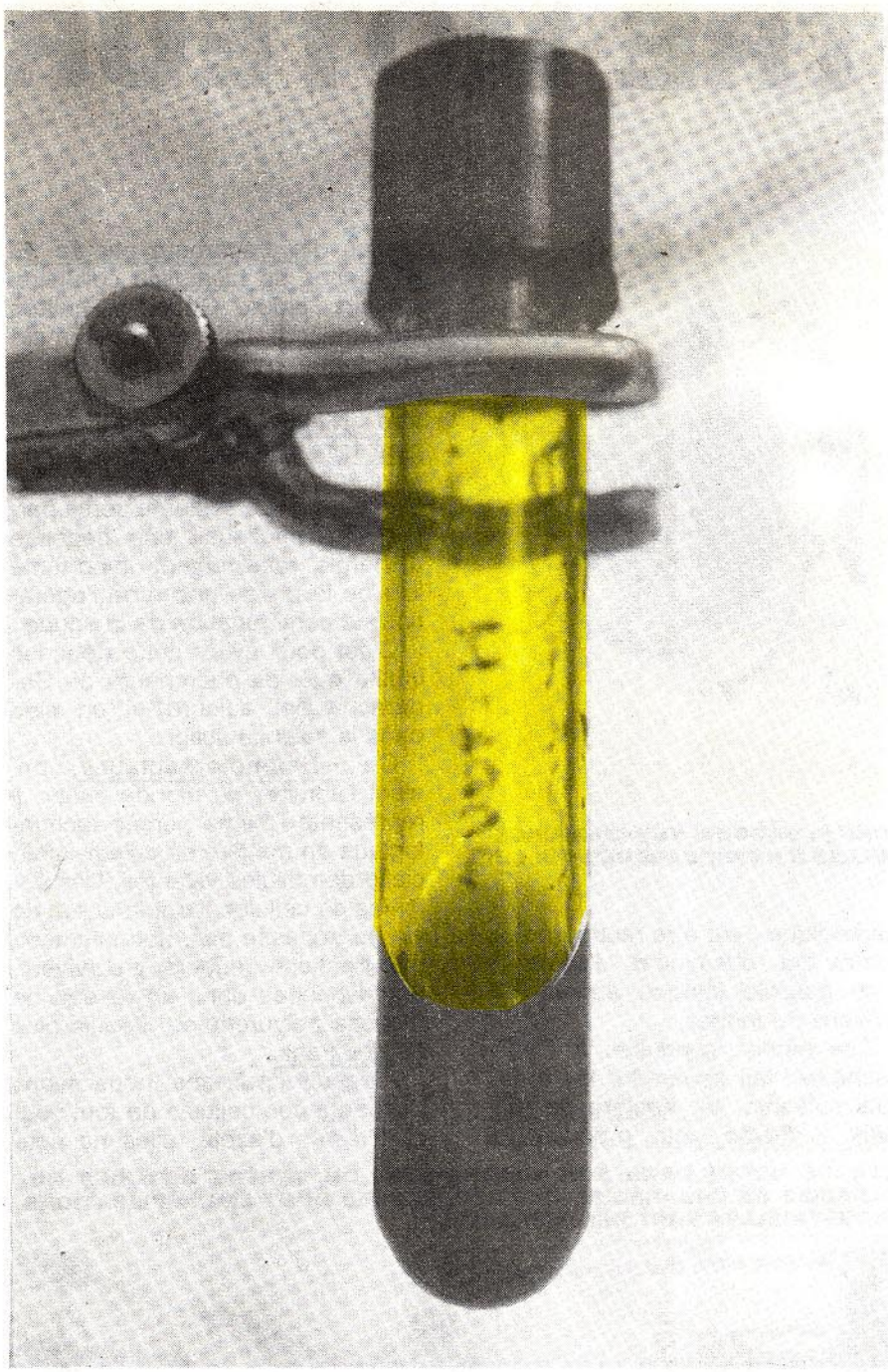
C'est pour éviter cette dépense inutile que les chercheurs de Cadarache ont aujourd'hui un pied dans la science-fiction.

Ce « Biophotoréacteur », on vient l'admirer du monde entier. Il représente l'ultime percée technologique en matière de culture artificielle de cellules vivantes. Des colonies de cellules, dont la durée de vie ne dépasse pas, normalement, une trentaine de jours, y survivent, emprisonnées dans un réseau de mousse polyuréthane, depuis plus de deux ans.

« Depuis deux ans, nous avons déchargé ces cellules de tout souci. Privées d'azote, elles ne peu-

CLAUDE GUDIN DANS SON LABORATOIRE DU CENTRE D'ÉTUDES NUCLÉAIRES DE CADARACHE. DES RECHERCHES DONT LES APPLICATIONS INDUSTRIELLES SONT INNOMBRABLES.





CE LIQUIDE DORÉ ET VISQUEUX EST UN RAFFINAT DONT LA STRUCTURE MOLÉCULAIRE EST IDENTIQUE AU GAZOLE UTILISÉ DANS LES MOTEURS DIESEL ACTUELS.

vent plus se reproduire. Leur alimentation est assurée par le liquide nutritif dans lequel elles baignent. Toutes ces cellules travaillent depuis deux ans sans donner le moindre signe de fatigue ». Résultat : 7 g de gazole par jour et par mètre carré, sans passer par la phase de centrifugation. « C'est encore loin d'être suffisant » considère pourtant Gudin, « l'idéal se situe vers 20 g/jour/mètre carré. Mais nous y arriverons ».

Le raffinant produit, nous l'avons vu, présente une structure moléculaire identique à celle du gazole utilisé dans les moteurs diesels. Que se passe-t-il si l'on désire du super ? De l'ordinaire ? « C'est ça, la grande aventure de l'avenir : l'intervention directe de l'intelligence humaine sur le programme génétique de la cellule vivante. La modification de ses codes, de ses informations. Le contrôle total de la subtile machinerie du vivant ! »

L'intervention humaine dans d'autres « programmes » vivants a déjà donné de curieux résultats comme cette « pomate », hybride monstrueux qui donne des tomates par les branches et des pommes de terre par les pieds.

Bien programmées, les bactéries produiront du super, de l'ordinaire ou du gazole à volonté

« On pourra bientôt prendre des informations qui nous intéressent dans telle ou telle plante, les combiner et obtenir exactement ce que nous désirons ». Comment ? Par la micro-chirurgie dans certains cas. Par des techniques beaucoup plus élaborées dans d'autres. A terme, le « génie génétique » ouvre la voie à la maîtrise de la plus fabuleuse des sources d'énergie : l'hydrogène. « Nous serons un jour capables poursuit Gudin, d'isoler les *hydrogénases* qui, dans la cellule vivante, sont responsables de la production d'hydrogène. Là, nous serons au début du prochain millénaire. A ce moment-là, nous n'aurons plus le choix : le pétrole et les moteurs qu'il fait tourner appartiendront au passé ».

La production d'or vert est déjà possible à l'échelle industrielle

En attendant le spectacle est fascinant. Gouttes après gouttes, ce liquide doré s'accumule en centilitres, en litres bientôt. Il ne reste plus qu'à faire le plein.

PIERRE BEC

(1921) (ancien professeur à l'Université de Poitiers)