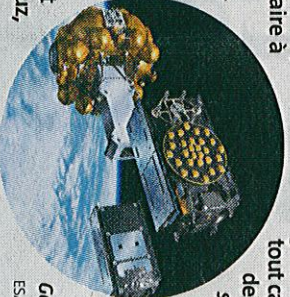


## Galileo, les raisons d'un fiasco

MAIS POURQUOI diable la mise sur orbite de deux satellites lancés le 22 août depuis la Guyane a-t-elle échoué ? Comment Galileo Sat-5 et Sat-6 ont-ils pu se retrouver sur une orbite elliptique, à environ 17.000 km de la Terre, alors qu'ils devaient être placés sur une orbite circulaire à 23.000 km d'altitude ?

Mise en place sous l'égide d'Arianespace – chargée du lancement de ce système de navigation –, une commission d'enquête doit faire la lumière sur ce fâcheux flop. Ses experts rendront demain leurs premières conclusions. D'emblée, ils devraient écarter l'hypothèse d'un comportement anormal des satellites eux-mêmes. Et confirmer que leurs investigations se concentrent sur la piste de l'étalement supérieur de la fusée Soyouz,



Galileo Sat-5 et Sat-6. ESA-PCARRIL

baptisé Fregat, a priori responsable de la « sortie de route » des satellites. Le deuxième allumage de cet étalement pourrait en effet avoir eu lieu alors que celui-ci était mal orienté.

Un logiciel défectueux ? Aux enquêteurs de le dire. Fregat, en tout cas, a déjà à son actif plus de 20 lancements réussis depuis Baïkonour et 8 depuis Kourou. « Mais il peut s'agir d'un problème de suivi de fabrication », estime Alain Cirou, directeur de la revue *Ciel Espace*. « Les Russes ont eu récemment d'autres soucis avec des lanceurs comme Proton, qui a explosé. Des systèmes gyroscopiques avaient été montés à l'envers ! »

Or, aujourd'hui, les Européens ne sont pas présents lors du montage des éléments de Fregat, en Russie. Leur visibilité sur Soyouz n'est pas la même que sur la fusée Ariane. D'où cette question qui sera inévitablement posée en cas de défaillance avérée de Fregat : l'Europe spatiale doit-elle et peut-elle, à l'avenir, avoir un contrôle sur l'ensemble de la fabrication en Russie ? « Il faut y réfléchir les processus de production de plus en plus complexes et le contrôle qualifié », estime Alain Cirou. « On ne passe pas de la *At* à la *Mégane* en gardant la même chaîne de montage. » Quant à un possible sabotage, il laisse sceptiques les spécialistes. « On ne peut d'emblée l'écarter », reconnaît Alain Cirou, « mais les Russes n'y auraient aucun intérêt » puisque c'est leur industrie spatiale qui se retrouve aujourd'hui pointée du doigt...

RICHARD BELLET

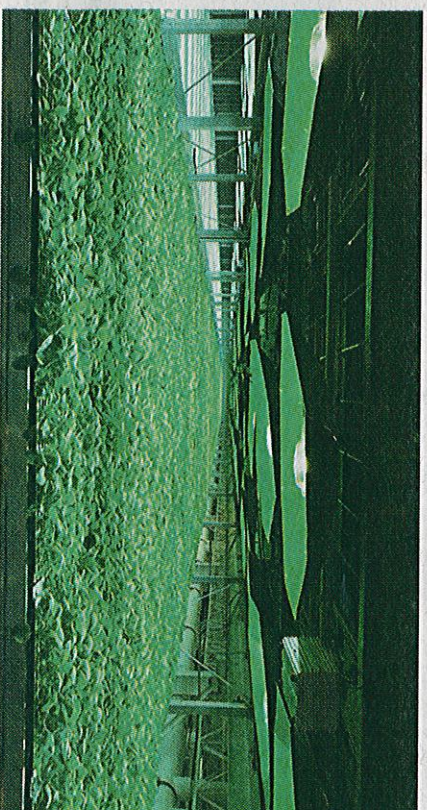
# Du tabac contre Ebola

Des plants de tabac sont utilisés pour fabriquer des médicaments. Une start-up va produire à grande échelle un traitement contre Ebola à partir de cette plante. D'autres applications sont à l'étude...

## 1 Un végétal transformé en « usine à médicaments »

Des plants de tabac pour soigner la planète ? Pour lutter contre les épidémies – grippe aviaire, H1N1, VIH, Ebola... –, des scientifiques voient dans ce végétal une prometteuse « usine à médicaments ». Dernier exemple en date : le ZMapp, un traitement expérimental contre le virus Ebola administré à quelques malades en Afrique de l'Ouest cet été. Son efficacité a été démontrée sur 18 primates, selon une récente étude publiée dans *Nature*. Or la start-up californienne Mapp Biopharmaceutical, qui a développé ce cocktail de

trois anticorps, a choisi de le produire sur des plants de tabac. « Le tabac est utilisé depuis longtemps comme plante modèle en labo : on connaît bien son génome, on a su très tôt le transformer. Cultivables dans des zones tempérées, les plants atteignent 1,5 à 2 m de haut. Ce grand volume de matériel végétal permettrait d'obtenir un grand volume de molécules d'intérêt thérapeutique », explique Danielle Werck, directeur de recherche CNRS à l'Institut de biologie moléculaire des plantes à Strasbourg. Comment ? La mé-



thode classique pour obtenir des anticorps humains, ces protéines du système de défense immunitaire, consiste à injecter un virus à des souris. Puis les anticorps sont récupérés et humanisés. « Ce sont des protéines en Y, avec une partie fixe et une partie variable. On conserve la partie non variable humaine et on greffe dessus la partie

variable provenant de la souris. » Cette « chimère » peut alors être injectée à l'homme sans risque de rejet. Puisque les « machineries de protéines sont les mêmes chez les végétaux et chez les animaux », en infiltrant provisoirement un ADN étranger dans la plante, on peut la forcer à produire des protéines humaines.

## 2 Des milliers de doses en un temps record

Les chercheurs utilisent pour cela des « protéines recombinantes ». À partir de l'anticorps humanisé, un gène d'intérêt est défini. C'est ce morceau de l'ADN qui va ordonner à la plante de produire l'anticorps voulu. Pour cela, le gène est synthétisé et introduit dans du tabac. Soit en infiltrant les tissus végétaux de jeunes plants dans une enceinte sous vide, au bout de quelques jours, les anticorps apparaissent dans les feuilles. Soit en

transformant le tabac de manière durable par une intégration du gène d'intérêt dans les gènes de la plante. Une fois les feuilles récoltées et broyées, un processus complexe permet d'extraire et de purifier les anticorps. « Le processus d'insertion du gène n'a rien de complexe. L'extraction et la purification le sont bien plus car il faut récupérer ces protéines sans les dénaturer », explique Frédéric Bourgaud, professeur à l'université de Lorraine et spécia-

liste en biotechnologies. Au final, face à l'urgence pandémique, ces « usines végétales » offriront un triple avantage : produire des milliers de doses à moindre coût et en un temps record. « Entre le moment où le chercheur isole le virus et celui où ton produitra les anticorps destinés au malade, cela prendra quelques semaines contre deux à trois mois pour un vaccin produit à base de cellules animales », estime Frédéric Bourgaud.

## 3 Vaccins antigrippaux et molécule anticancéreuse

À ce jour, aucune molécule thérapeutique ainsi produite n'a été mise sur le marché. Mais avec ce procédé, on pourrait produire des protéines à visée cosmétique, diagnostique, thérapeutique... Les recherches explosent et les industriels du tabac, qui espèrent se recycler, investissent. Kentucky Bioprocessing, filiale du cigarettier américain Reynolds, participe ainsi au projet ZMapp. Si celui-ci ne verra pas le jour à grande échelle avant des mois, la société canadienne

Medicago (qui appartient en partie à Philipp Morris International), semble plus près du but. Leader du secteur, elle s'est focalisée sur le développement de vaccins antigrippaux à partir de *Nicotiana glauca*. La dernière phase d'essais cliniques de son vaccin pandémique débutera l'an prochain, visant l'homologation en 2017. Dans ses tuyaux aussi, des vaccins saisonniers, contre la rage ou le rotavirus.

L'utilisation d'autres végétaux, de bactéries ou

de levures est à l'étude. En France, même si ces plantes ne poussent qu'en labo, ces recherches est-tampillées OGM font peur, regrette Danièle Werck, qui a participé au projet européen Smart-Cell. Son objectif : décrypter la machinerie qui synthétise la vinblastine, une molécule anticancéreuse coûteuse car issue des bourgeons de pervenches de Madagascar, pour la produire un jour en labo. À Nancy, la start-up de Frédéric Bourgaud, Plant

Advanced Technologies, travaille sur la fabrication de deux molécules thérapeutiques – interféron et anticorps anticancer – avec des plantes carnivores. Leur avantage ? Elles « exsudent » leurs protéines, simplifiant ainsi l'étape de l'extraction. Malgré une production limitée à ce jour – « à peine de quoi sauver une souris ! » –, le professeur espère percer sur le plan industriel d'ici deux à trois ans.

JULIETTE DENNEY

## Du très lourd chez les dinosaures

Aussi lourd qu'une dizaine d'éléphants pour 26 m de long, rien de moins ! Le dinosaure herbivore, qui vivait il y a 77 millions d'années dans le sud de la Patagonie et dont le squelette fossilisé est le plus complet découvert jusqu'ici, vient d'être décrit par une équipe de paléontologues dans la revue *Scientific Reports*. Membre de la famille des tyrannosaures, ce géant n'avait, semble-t-il, même pas achevé sa croissance lorsqu'il est mort. « C'est, de loin, le meilleur exemple de toutes les créatures les plus gigantesques qui ont un jour marché sur notre planète dont nous disposons », estime Kenneth Lacovara, de l'université Drexel, à Philadelphie (États-Unis), qui a découvert le squelette. Baptisé *Dreadnoughtus schrani* – *dreadnought* signifiant « qui n'a peur de rien » en vieil anglais –, l'animal devait avaler chaque jour des quantités phénoménales de végétaux. Or, à l'époque des dinosaures, la pampa argentine était couverte d'arbres de plus de 15 m de haut...



AFP

## Neandertal, un artiste...

C'est un simple motif gravé dans la roche, des lignes horizontales et verticales formées de sillons profonds qui se croisent. Mais attention : ces formes géométriques découvertes dans une caverne à Gibraltar remontent à plus de 39.000 ans ! Et sont, de fait, le premier exemple d'art pariétal réalisé par des Néandertaliens. Mieux, elles suggèrent, estiment les chercheurs, que ces cousins de l'homme moderne étaient aussi capables d'abstraction. Pour Francesco d'Erco (CNRS), coauteur de cette recherche, l'analyse de la gravure tracée dans une partie alors habitée de la grotte de Cornham, dans une falaise faisant face à la Méditerranée, prouve que les Néandertaliens « marquaient les parois des grottes avec des outils ». Les sillons observés résultent de passages répétés d'une pointe très dure, probablement en silex. Une découverte qui, selon les scientifiques, met à mal l'hypothèse selon laquelle les représentations abstraites et figuratives rupestres seraient une innovation introduite par les humains modernes quand ils ont colonisé l'Europe.