

Biologie Les scientifiques professionnels font de plus en plus appel à des citoyens passionnés, qui procèdent à des comptages, parfois dans leur propre jardin, pour améliorer le recensement de la faune et de la flore

Tous naturalistes



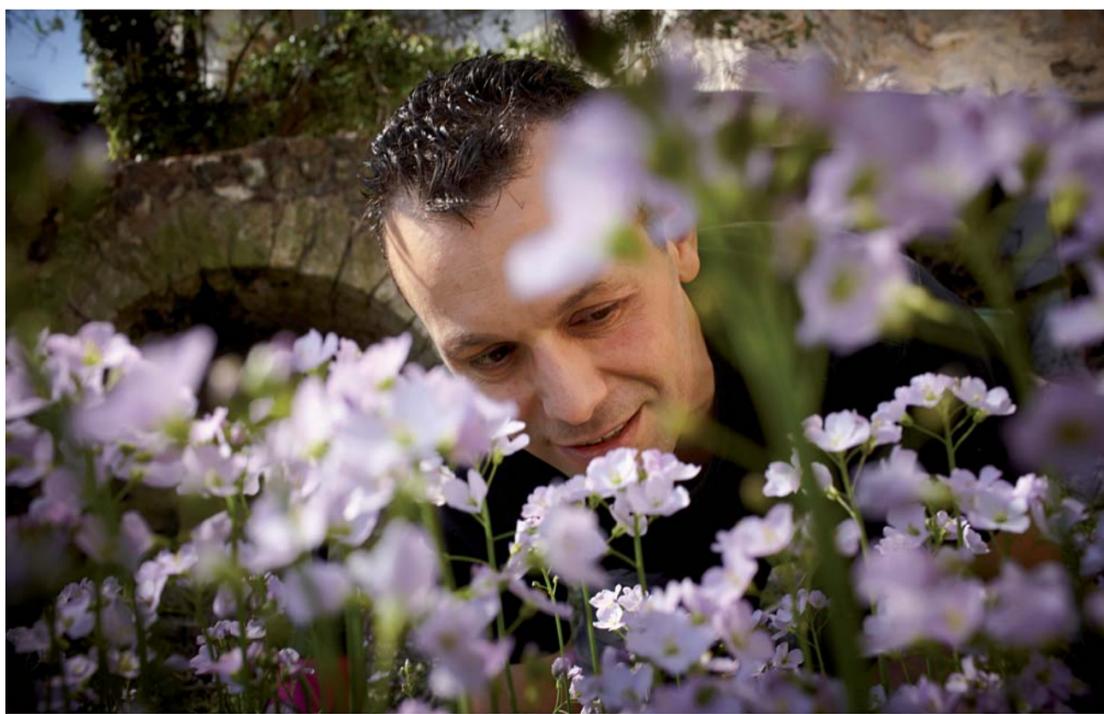
Gaëlle Dupont

Depuis que le soleil printanier illumine son jardin de Clachalozze (Yvelines), à 70 km de Paris, Jean-Philippe Ambrosino n'a d'yeux que pour les « petites bestioles » qui reviennent le peupler. Ce matin, il a compté trois espèces de papillons – une piéride, un citron, une aurore –, plusieurs autres de bourdons, une abeille charpentière, quelques escargots... Il reconnaît chaque papillon sans hésiter. « Les bourdons, c'est un peu plus long », relève-t-il. Dès que possible, il transmettra ses observations aux programmes de suivi de la biodiversité du Muséum national d'histoire naturelle de Paris.

M. Ambrosino, 43 ans, n'est pas chercheur. Il travaille dans l'informatique financière. Les insectes l'ont toujours fasciné, mais en faire un métier lui paraissait « insurmontable ». « Je n'étais pas assez studieux », assure-t-il. La passion est restée, la volonté d'apporter « une petite pierre » à l'édifice de la connaissance aussi. Alors, comme de plus en plus d'amateurs, il consacre une partie de son temps à la recherche scientifique, en participant aux programmes rassemblés sous le vocable de « science citoyenne », ou participative.

Depuis le XIX^e siècle, des sociétés savantes rassemblent des passionnés de diverses disciplines (entomologie, botanique, astronomie...) qui, par leurs observations, concourent à l'élaboration de la connaissance. La nouveauté, c'est l'ampleur que prend le phénomène, et l'élargissement du vivier de recrutement des bénévoles. Avec un temps de retard sur le monde anglo-saxon, les programmes de recherche faisant appel au grand public, même novice, connaissent depuis quelques années une véritable explosion en France.

La plupart sont consacrés à l'étude d'un environnement en crise. Observatoires des oiseaux, des papillons de jardin, des bourdons, des escargots, des chauves-souris, des reptiles, de la flore, des saisons... reposent sur les données collectées par des milliers de bénévoles et qui sont ensuite traitées et interprétées par des chercheurs. « Ce développement s'explique par la conjonction entre l'engouement populaire pour la protection de la nature, et la mise au point d'Internet, qui permet la mise en réseau », explique Florian Charvolin, sociologue, spécialiste des sciences citoyennes. Par le Web, les bénévoles prennent connaissance des protocoles d'observation élaborés par les chercheurs, transmettent leurs



Jean-Philippe Ambrosino dénombre les insectes dans son jardin de Clachalozze (Yvelines). BRUNO LÉVY POUR « LE MONDE »

données, dialoguent sur des forums...

Les motivations des participants ? « J'ai toujours observé le milieu naturel, et je constate sa dégradation, explique Michel Hurel, qui participe aussi à l'Observatoire des papillons de jardin (OPJ). Mais si on veut protéger quelque chose, il faut d'abord le connaître. » « L'intérêt pour la nature prime, confirme Alix Cosquer, doctorante en

écologie au Muséum, qui réalise sa thèse sur les participants à l'OPJ. Ils ont aussi la volonté de contribuer, par une petite action, à quelque chose de plus grand. Le désir de transmission est également important. Beaucoup de participants sont des retraités ou des jeunes couples qui veulent faire passer des connaissances à leurs enfants ou petits-enfants. »

Quant à la motivation des scientifiques, elle est simple : collecter le plus de données possible. « Des milliers de personnes sur le terrain représentent une puissance d'observation gigantesque, explique Benoît Fontaine, au Muséum. Seule cette masse de données permet d'effectuer des comparaisons dans l'espace et dans le temps. » Le but est d'étudier la dynamique des popula-

tions et l'influence des pratiques humaines sur la biodiversité, ou, dans le cas de l'observatoire des saisons ou du programme Phénoclim, l'influence du changement climatique sur la végétation.

« Les données dont nous disposons jusqu'à présent étaient très parcellaires, précise Denis Couvet, directeur de l'unité de conservation des espèces, restauration et suivi des populations au Muséum. Il s'agit d'inventaires d'espèces réalisés à une date donnée, dans une zone géographique donnée. Ils ne permettent pas un suivi dans le temps, seul à même de vérifier l'efficacité des politiques de protection. »

Ces programmes s'intéressent en outre au devenir de la nature « ordinaire » et non aux espèces emblématiques, souvent bien étudiées mais pas forcément représentatives du vivant sur tout un territoire. Le programme pionnier du Muséum, baptisé Suivi temporel des oiseaux communs (STOC), a permis de mettre en évidence un déclin de 10 % des populations depuis 1989, et de 20 % dans le milieu agricole.

La controverse sur la fiabilité des données recueillies par des amateurs n'a pas

« Un moyen de combler la défiance entre scientifiques et grand public »

Romain Julliard

pilote de Vigie-Nature

tardé. Car, si certains programmes, comme STOC ou Vigie-Flore font appel à des amateurs chevronnés, dont le niveau peut égaler celui des scientifiques, beaucoup recrutent des débutants. « Certains naturalistes ont l'impression d'un dévouement, reconnaît Romain Julliard, pilote de Vigie-Nature, qui regroupe les programmes de science participative du Muséum. Surtout au Muséum, qui est le temple de l'excellence et de la rigueur. »

Pourtant, selon les scientifiques impliqués, les protocoles sont bien respectés, les données « aberrantes » ne dépassent jamais un petit pourcentage et peuvent être corrigées. « Pour travailler sur des tendances, mieux vaut avoir 10 000 données de qualité hétérogène que 100 données excellentes », affirme M. Couvet. M. Julliard regrette « l'incompréhension » de certains chercheurs. Il n'y a pas de « compétition » entre l'approche naturaliste traditionnelle, centrée sur l'étude des caractéristiques de chaque espèce, et le travail sur la dynamique des populations, mais une « complémentarité », dit-il.

Mais pour M. Charvolin, c'est bien un « tournant » dans la pratique scientifique qui s'opère avec le développement des sciences citoyennes. « Le modèle où le savoir sort du laboratoire est concurrencé par un modèle de coconstruction avec la société », analyse-t-il. Quitte à remettre définitivement en cause le statut et la parole des experts, déjà mis à mal ? Les chercheurs impliqués ne le pensent pas. « Les sciences participatives peuvent au contraire être un moyen de combler la défiance qui existe entre le monde scientifique et le public, dit M. Julliard. C'est une ouverture qui va dans le bon sens. »

La volonté d'éduquer le public à la pratique scientifique et à la protection de l'environnement est d'ailleurs revendiquée. « Il y a une volonté de faire comprendre le métier de chercheur, de le désacraliser, explique Floriane Macian, du programme Phénoclim. Ces programmes peuvent servir à ce que l'élaboration du savoir scientifique ne soit plus une boîte noire. » ■

Scrutateurs bénévoles des plantes et des animaux

IL Y EN A pour tous les goûts et pour tous les niveaux. Selon le recensement effectué par l'association Tela botanica, plus d'une quarantaine de programmes de recherche font aujourd'hui appel aux bénévoles en France. Le petit dernier, baptisé Spipoll (Suivi photographique des insectes pollinisateurs), sera lancé le 21 mai par le Muséum national d'histoire naturelle de Paris. Les bénévoles devront photographier un maximum d'insectes visitant une fleur. Le Muséum espère que l'aspect ludique de la chasse photographique attirera les candidats. Les programmes sont souvent menés en partenariat avec des associations, comme Noé Conservation ou Tela botanica, essentielles pour recruter parmi leurs adhérents.

Toute la difficulté, pour les chercheurs, consiste à trouver un compromis entre la nécessaire attractivité du programme et

la rigueur du protocole d'observation. Il faut aussi lutter contre le taux de rotation important, et fidéliser les participants, en proposant des nouveautés et en les tenant informés des résultats scientifiques qui découlent des observations.

Des programmes pointus

Certains programmes, qui s'adressent au grand public, rencontrent un vif succès, comme l'observatoire des papillons de jardin (4 000 participants chaque année). Le programme Phénoclim du Centre de recherche sur les écosystèmes d'altitude (CREA) et l'observatoire des saisons (CNRS), qui mesurent l'impact du réchauffement climatique sur la végétation, rassemblent 2 700 participants. Il s'agit par exemple de rapporter les stades successifs de la végétation (débournement, floraison, feuillaison...) de neuf arbres choi-

sis parmi trois espèces communes.

D'autres programmes sont plus pointus, comme le Suivi temporel des oiseaux communs (STOC), qui rassemble un millier d'amateurs chevronnés. Le suivi est effectué par le biais de points d'écoute : les ornithologues amateurs doivent reconnaître le chant des oiseaux. Autre méthode pour le suivi des chauves-souris : les volontaires doivent effectuer un trajet en voiture et enregistrer les animaux... La biodiversité aquatique est également concernée : l'Agence des aires marines protégées vient de lancer le programme 20 000 yeux sous les mers, afin que les plongeurs mettent en commun leurs observations.

Ces études doivent être menées sur plusieurs années pour donner des résultats, mais certains portent déjà leurs fruits. Le programme STOC, le plus

ancien, est aujourd'hui l'un des principaux indicateurs de l'état de la biodiversité en France. Le Suivi des papillons de jardin a permis de mettre en relation la décline du nombre d'espèces et l'urbanisation ; celui des chauves-souris, leur préférence pour les haies mixtes aux haies de conifères. ■

Ga. D.

Sur le Web

www.tela-botanica.org, pour télécharger le livret « Observons la nature », qui recense les programmes de science participative, le niveau et l'investissement demandés.
www2.mnhn.fr/vigie-nature rassemble les programmes du Muséum d'histoire naturelle.
www.crea.hautsavoie.net/phenoclim, programme de suivi de la végétation entre 200 et 2 200 m d'altitude.
www.obs-saisons.fr, observatoire des saisons.

La génomique s'attaque au cancer

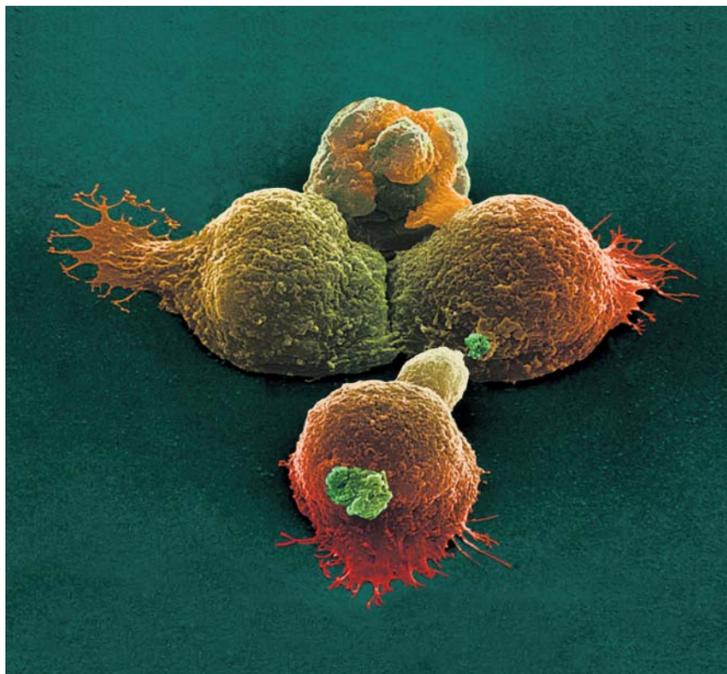
Un consortium international s'est donné pour objectif de séquencer 25 000 génomes de tumeurs en cinq ans. L'objectif est d'aboutir à des traitements personnalisés

La génétique entre dans l'ère « industrielle ». Elle s'appête à révolutionner l'acquisition des connaissances sur le cancer. Le Consortium international sur le génome du cancer (ICGC), mis sur les rails en 2008, c'est ainsi donné pour objectif de séquencer en cinq ans le génome intégral de 25 000 tumeurs. Dans un article publié dans la revue *Nature*, jeudi 15 avril, l'ICGC décrit la façon dont il va coordonner le recueil et le partage de montagnes de données engendrées par cet effort sans précédent, entrepris par douze membres, dont la France.

Quand on considère que le premier séquençage complet d'un génome humain date de 2004 et qu'à ce jour, 25 seulement ont été publiés, il s'agit d'une gageure. D'autant qu'il conviendra d'analyser en parallèle l'ADN de 25 000 tissus sains prélevés sur les mêmes donneurs, à des fins de comparaison.

Pourquoi se lancer dans une telle entreprise ? Parce que chaque tumeur porte la trace de mutations génétiques et de recombinaisons, dont certaines lui sont propres – soit responsables de la prolifération incontrôlée des cellules tumorales (oncogènes), soit impliqués dans le contrôle de cette prolifération (gènes suppresseurs de tumeur). « Pour identifier ces gènes, nous disposons jusqu'aujourd'hui de puces à ADN capables d'analyser 1 million de marqueurs », indique Fabien Calvo, directeur de la recherche à l'Institut national du cancer (INCa) et représentant de la France au sein de l'ICGC. Nous sommes passés au séquençage intégral du génome », soit la lecture, pour chaque tumeur, de 3 milliards de paires de base d'ADN.

L'ICGC a décidé d'analyser 50 types de cancers. Afin d'éviter les doublons, les membres du consortium se sont répartis les tumeurs en fonction de problématiques nationales. L'Inde s'est, par exemple, concentrée sur les cancers de la cavité buccale, causés par l'utilisation massive du bétel dans ce pays. Le Japon met l'accent sur les cancers du foie liés à l'hépatite C, qui touche fortement l'Archipel. La France



Amas de cellules de cancer du sein. VVG/SPL/COSMOS

a choisi de cibler les cancers du foie principalement engendrés par la consommation d'alcool et les cancers du sein de type HER2+, soit 15% de ces tumeurs.

« Ce choix a été conditionné par l'existence de banques de tumeurs très bien organisées, où le consentement éclairé des patients avait été recueilli et dans lesquelles des tissus normaux correspondants avaient été collectés », indique Fabien Calvo. En outre, ajoute-t-il, la France dispose d'équipes de recherche très fortes dans ces spécialités. Trois autres types de cancers doivent encore être pris en charge par la France. Leur sélection est en cours.

A ce jour, sept tumeurs du foie ont été intégralement séquencées par la partie française. Leur analyse et leur annotation

est en cours. « Le cancer du foie est une maladie très complexe, dans laquelle la combinaison de gènes impliquée est différente pour chaque patient », souligne Jessica Zucman, qui dirige une équipe Inserm (U674) spécialisée dans le cancer hépatocellulaire. Nous voulons établir le répertoire le plus exhaustif possible de ces gènes. » Il s'agit de mieux comprendre la « mécanique » de la tumeur, mais aussi d'améliorer le diagnostic, d'établir des classifications robustes de ces cancers, afin de mieux déterminer les stratégies thérapeutiques adaptées à chacun : l'objectif est de viser une médecine personnalisée.

Sur les sept tumeurs séquencées à ce jour, celle qui a été analysée de manière

plus approfondie portait une centaine d'altérations génétiques. « La situation va donc être très complexe pour déterminer le rôle de chacune », note la chercheuse. Fabien Calvo, qui dirige aussi l'Institut cancer de l'alliance pour les sciences de la vie et de la santé, souligne que ces analyses peuvent aussi conduire à des « bonnes surprises », dans la mesure où elles mettront en évidence des oncogènes déjà repérés dans d'autres cancers et pour lesquels des médicaments existent déjà « sur étagère ».

« A l'aveugle »

Cette approche massive, « à l'aveugle », a parfois été critiquée dans le milieu de la recherche médicale, où certains redoutent une redistribution des fonds au détriment de projets visant à valider des hypothèses biologiques ou thérapeutiques. M. Calvo reconnaît que le programme de séquençage représente un effort important – 5 millions d'euros pour chacun des cinq cancers analysés sur cinq ans, à comparer aux 60 millions d'euros du budget de recherche annuel de l'INCa.

Mais les coûts ne cessent de baisser. Le million de paires de bases analysées revient aujourd'hui à 1 dollar, soit 10 000 fois moins qu'il y a dix ans. Ces baisses tarifaires pourraient encourager les associations comme l'ARC, qui soutiennent déjà la recherche génétique, à s'engager financièrement auprès de l'ICGC. « Nous évaluerons les premiers résultats avant de prendre position, courant 2011 », indique son président, Jacques Raynaud.

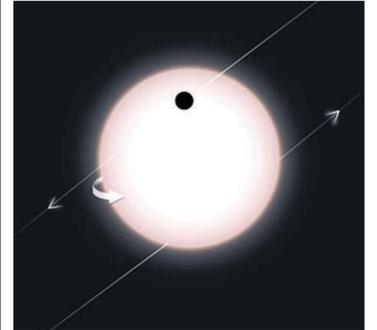
Participer à l'ICGC est aussi un investissement stratégique. Dans moins d'une décennie, les retombées médicales pourraient être au rendez-vous. La Chine ne s'y est pas trompée : à Shenzhen, l'institut BGI vient d'acquiescer 128 séquenceurs de dernière génération, qui lui donnent les moyens de séquencer 10 000 génomes humains par an. Soit plus que tous les centres de recherche américains réunis. BGI figure parmi les acteurs de l'ICGC... ■

Hervé Morin

Télescope

Astronomie

Des exoplanètes font leur révolution à l'envers



Une équipe internationale d'astronomes vient de montrer que plusieurs nouvelles exoplanètes ont un sens de rotation opposé aux prédictions théoriques. En effet, au sein de notre système solaire, les planètes adoptent le même plan et le même sens de rotation orbitaire que l'étoile autour de laquelle elles gravitent : le Soleil. Après la détection de 27 nouvelles exoplanètes, les astronomes ont pu montrer que 6 d'entre elles ont un sens de rotation opposé (rétrograde) à celui de leur étoile hôte, défiant les théories actuelles. Une explication avancée tient à l'interaction sur des centaines de millions d'années entre ces exoplanètes, qui sont des géantes gazeuses qualifiées de « Jupiters chauds » et des planètes plus distantes, voire d'autres étoiles. Ces perturbateurs les propulseraient sur des orbites allongées, éventuellement rétrogrades, avant que des effets de marée ne les freinent et les rapprochent de leur étoile. ■

(Triard, Cameron et Queloz, « *Ras National Astronomy Meeting* », 13 avril) (PHOTO: ESO)

Médecine

Un antirides à base de fœtus en vente aux Etats-Unis

Un cosmétique contenant des protéines extraites de culture de cellules de peau issues d'un fœtus humain est commercialisé depuis quelques mois aux Etats-Unis. Cette crème anti-âge, en principe obtenue sur prescription médicale, mais disponible via Internet, est au centre d'une vive polémique. Elle est produite par une start-up, Neocutis, fondée en 2003 en Suisse pour faire fructifier des brevets du laboratoire de médecine foetale du Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV) de Lausanne.

Père du projet, Patrick Hohlfeld, chef du département de gynécologie du CHUV, avait constaté dans les années 1990 que les interventions chirurgicales in utero ne laissaient aucune cicatrice sur les nouveaux-nés. Son équipe s'est donc intéressée aux capacités régénératrices des cellules de peau fœtales. Elle a bénéficié d'un don de 4 cm² de peau d'un fœtus à la suite d'une interruption médicale de grossesse, avec le consentement de la mère, explique Neocutis. Les protéines utilisées dans ses crèmes proviennent de cellules mises en culture dans une banque de tissus. Critiqué pour l'utilisation mercantile de ces cellules humaines, Patrick Hohlfeld fait valoir que le produit des ventes est destiné à financer la mise au point de pansements pour les grands brûlés. En 2005, son équipe avait publié dans la revue *The Lancet* des résultats de guérison spectaculaires observés sur des enfants brûlés au deuxième et troisième degré (*Le Monde* du 19 août 2005). Ayant recours à une matrice de collagène d'origine équine, les chercheurs avaient mis au point un procédé de mise en culture leur permettant de disposer de plusieurs millions de « lambeaux cutanés » d'une centaine de centimètres carrés chacun. Ces lambeaux, renouvelés tous les trois ou quatre jours, avaient stimulé la reprise de la multiplication naturelle des cellules de peau. Dans *Le Parisien* du 16 avril, le généticien Axel Kahn rappelle qu'avant les années 1990, l'industrie cosmétique utilisait du placenta humain « considéré comme un déchet opératoire ». La crainte de transmissions virales a mis fin à ces pratiques. Axel Kahn distingue en outre les cellules de fœtus des cellules embryonnaires « issues d'un être humain en puissance, au centre d'un enjeu éthique, contrairement aux autres ». ■

H.M.

Barack Obama défend sa vision de la conquête spatiale

Dans un discours prononcé à Cap Canaveral, le président américain a précisé ses objectifs : viser non plus la Lune, mais des astéroïdes, avant Mars. L'exploitation de la Station spatiale internationale serait prolongée au-delà de 2020

Objectif astéroïde. S'exprimant pour la première fois sur sa politique spatiale, jeudi 15 avril au Centre spatial Kennedy de Cap Canaveral (Floride), Barack Obama a fixé les grandes dates de l'agenda des futurs astronautes américains, qui doit se substituer au retour sur la Lune annulé par la Maison Blanche. Les hommes de la NASA, dotés d'une nouvelle fusée capable d'emporter de lourdes charges, devraient roder leur matériel en orbite terrestre au début de la décennie 2020. Les choses sérieuses commenceront à partir de 2025. « La première mission humaine jamais envoyée au-delà de l'orbite lunaire, dans l'espace profond », selon les mots du président américain, visera alors un astéroïde, l'un de ces petits corps qui peuvent éventuellement constituer une menace pour la Terre.

Puis, après une série d'autres cibles non définies par M. Obama, le milieu des années 2030 verra la première expédition vers Mars, au cours de laquelle les astronautes se contenteront de se placer en orbite autour de la Planète rouge, puis de rentrer sains et saufs. « Et un atterrissage sur Mars suivra », a assuré le président, qui espère bien que la vie lui permettra d'assister à toutes ces premières. Né en 1961, année où son prédécesseur démocrate John Kennedy lança l'aventure d'Apollo, Barack Obama a ainsi donné l'impression de vouloir gager la conquête spatiale sur le cours même de son existence.

Ornières budgétaires

Au-delà de cette association symbolique, il a cherché à persuader les nombreux détracteurs de son plan qu'il ne serait pas le fossoyeur de cette ambition, mais celui qui la sortirait des ornières budgétaires et du conformisme technologique. Un calendrier plus précis était la première condition pour convaincre les critiques qui trou-



Barack Obama lors de son discours à Cap Canaveral, le 15 avril. A. BRANDON/AP

vaient trop flou le projet de budget rendu public en février. Mais une fois cette case remplie, Barack Obama s'est contenté de concessions minimales aux demandes des membres du Congrès, qui doivent encore se prononcer par un vote sur les propositions de la Maison Blanche.

La date à laquelle sera arrêtée la physiologie du lanceur lourd, crucial pour placer en orbite les modules nécessaires à l'exploration, a été avancée en 2015. Une partie du programme Constellation, le retour vers la Lune annulé – et les emplois qui vont avec –, a cependant été récupérée. Une version réduite de la capsule prévue par ce programme, Orion, sera hissée, vide, vers la Station spatiale internationale (ISS) dont la durée de vie est prolongée « sans doute de

plus de cinq ans », au-delà de 2020. Elle y servira de véhicule d'évacuation de secours, une manière de montrer que les Américains pourront encore, si besoin, descendre du ciel par eux-mêmes, tandis qu'ils dépendront pendant plusieurs années des fusées russes Soyouz pour y monter.

La navette spatiale prendra en effet sa retraite au plus tard début 2011, après trois derniers vols – après celui en cours. Aux personnels du Centre spatial Kennedy, il a rappelé que la décision avait été prise il y a déjà six ans, et que son propre plan de modernisation des installations du centre allait créer 2 500 emplois de plus que ce qui était prévu alors. Toutefois, cela ne compensera pas les 9 000 suppressions de postes provoquées par l'arrêt de la

navette. Ni n'adoucirait sans doute le sort électoral des démocrates locaux, qui ont également obtenu que la Maison Blanche s'engage pour élaborer un plan de sauvegarde de l'emploi de la Space Coast.

De fait, Barack Obama a surtout cherché à défendre sa vision de la conquête spatiale. Il a cité chacune des principales critiques qui lui sont opposées, pour mieux les réfuter. Le recours au secteur privé pour prendre la succession de la navette serait « irréalisable » ? « Je ne suis pas d'accord », répond M. Obama. La NASA s'est toujours appuyée sur des entreprises privées pour construire les véhicules qui ont transporté ses astronautes. L'annulation de Constellation serait un coup d'arrêt à l'exploration humaine de l'espace ? La Lune, « nous y sommes déjà allés », rétorque le président. « Constellation était hors budget et hors délais. Cette ancienne stratégie ne tenait pas ses promesses. Nous lui en substituons une nouvelle (...). Cinquante ans après la création de la NASA, le but n'est plus seulement d'atteindre une destination. C'est d'apprendre à vivre et à travailler, en sécurité, loin de la Terre, pour des périodes de plus en plus longues. » Ce choix n'empêcherait pas moins d'Américains dans l'espace, mais plus vite.

Pour évoquer ce « nouveau chapitre » de la conquête spatiale, ce passage de la « compétition globale à la coopération globale », Barack Obama avait placé non loin de lui Buzz Aldrin, l'un des deux pionniers de la Lune, qui soutient son projet. Manière subliminale d'opposer cette figure à celle de Neil Armstrong, cosignataire, il y a quelques jours, avec 25 autres anciens astronautes et responsables de la NASA, d'une condamnation virulente de la nouvelle politique spatiale. Et de signifier que tous les héros de la Lune ne sont pas seulement des nostalgiques de la période Apollo. ■

Jérôme Fenoglio