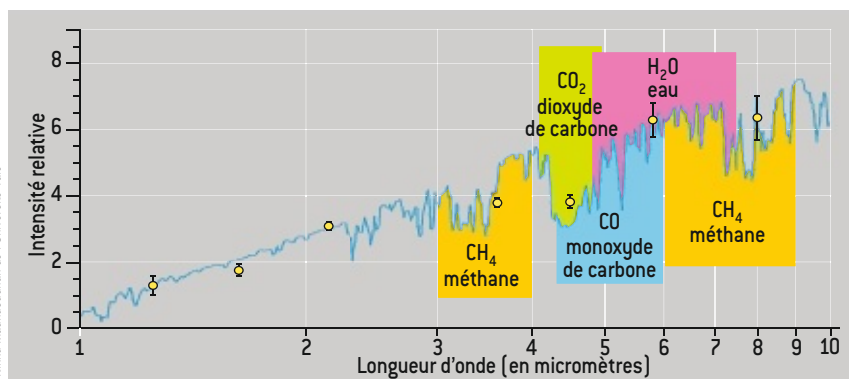




4. LE SPECTRE D'UNE EXOPLANÈTE, ici le cas d'un jupiter chaud, WASP-12b, permet d'étudier la composition chimique de son atmosphère. Certaines raies sont caractéristiques de composés tels que le méthane, le dioxyde de carbone, le monoxyde de carbone ou l'eau. Les données (points jaunes) sont compatibles avec un modèle de spectre d'émission (courbe bleue).

mécanique en chaleur, et cette dernière dilaterait certains jupiters chauds. Il reste toutefois à montrer que les jupiters chauds présentent un champ magnétique, à l'instar de la Terre et de certaines des planètes du Système solaire.

L'étude des jupiters chauds est importante parce que nous avons assez de données pour tester nos hypothèses et nos modèles d'atmosphères, ce qui permet d'affûter nos outils théoriques avant de les appliquer à des exoplanètes comparables à Neptune ou même à la Terre, pour lesquelles les données sont actuellement rares, voire inexistantes.

Pour de nombreux chercheurs, l'objectif est de détecter le spectre d'une exoplanète de type terrestre en orbite autour d'une étoile ressemblant au Soleil, où régneraient des conditions favorables au développement de la vie. Pour l'heure, une telle quête reste hors d'atteinte, et ne devrait même pas être à la portée de la prochaine génération de télescopes spatiaux.

En attendant, pour des astronomes tels que David Charbonneau, de l'Université Harvard, et Jill Tarter, de l'Institut SETI, une voie prometteuse pour détecter des superterres potentiellement habitables (des exoplanètes de type tellurique ayant une masse et un rayon un peu supérieurs à ceux de la Terre) consisterait à les traquer autour de naines rouges (ou étoiles de type M).

Ces minuscules cousines de notre Soleil, deux à dix fois moins massives, représentent environ les trois quarts de la population stellaire de notre voisinage galactique. Il y a plusieurs avantages à les scruter. Leur température est inférieure à celle des étoiles de type solaire, ce qui implique que même 10 à 100 fois plus proches de l'étoile, leurs éventuelles exopla-

nètes pourraient conserver de l'eau liquide à leur surface. Et la proximité de l'étoile facilite la détection de ces planètes par les techniques astronomiques actuellement disponibles, à savoir la méthode du transit et celle des vitesses radiales.

Mais il y a un prix à payer : on s'attend à ce que les planètes soient en rotation synchronisée et qu'elles présentent des hémisphères où règne en permanence le jour ou la nuit, un peu comme leurs homologues joviens chauds. Les théoriciens craignent en conséquence que leur atmosphère ne disparaisse à cause de la condensation des molécules du côté nocturne et froid.

Du point de vue expérimental, la prochaine étape consiste à construire des télescopes spatiaux spécialement dévolus à la mesure des spectres d'exoplanètes sur de longues périodes et avec une résolution élevée. Plusieurs projets sont à l'étude, tels ECHO (*Exoplanet Characterization Observatory*) et FINESSE (*Fast Infrared Exoplanet Spectroscopy Survey Explorer*), proposés respectivement aux agences spatiales européenne et américaine. Si de telles missions se concrétisent, dans une décennie ou deux, elles nous livreront une mine d'informations spectrales et temporelles sur des centaines d'exoplanètes, à partir desquelles nous pourrions mieux connaître leurs atmosphères.

Des cycles de température

Nous pourrions ainsi discerner des variations de températures correspondant à des phénomènes périodiques. Une telle étude a été réalisée pour l'atmosphère terrestre, couvrant des échelles de temps allant de moins d'une journée (variations diurnes) à plusieurs millénaires (les cycles de Milankovitch, correspondant aux variations de l'orbite terrestre qui modifient la quantité de lumière reçue par la planète). Étant donné les nombreuses contraintes à satisfaire, il est vraisemblable que les missions spatiales ne pourront pas construire des spectres de puissance sur plus de quelques mois. Mais, de toute façon, il est probable que la partie intéressante de ces spectres est, pour les exoplanètes en orbite serrée comme les jupiters chauds ou les superterres, concentrée sur des périodes plus courtes. Quoi qu'il en soit, ces mesures seront une étape supplémentaire dans la connaissance du climat des exoplanètes. ■

BIBLIOGRAPHIE

K. K. Heng *et al.*, Atmospheric circulation of tidally locked exoplanets: A suite of benchmark tests for dynamical solvers, *MNRAS*, vol. 413, pp. 2380-2402, 2011.

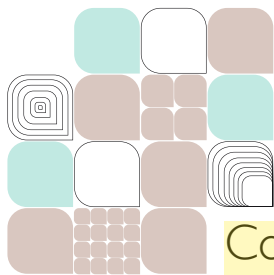
I. A. G. Snellen *et al.*, The orbital motion, absolute mass and high-altitude winds of exoplanet HD 209458b, *Nature*, vol. 465, pp. 1049-1051, 2010.

D. Charbonneau *et al.*, A super-Earth transiting a nearby low-mass star, *Nature*, vol. 462, pp. 891-894, 2009.

Exoplanètes, des centaines de nouveaux mondes à explorer, *Dossier Pour la Science*, n° 64, juillet-septembre 2009.

H. A. Knutson *et al.*, A map of the day-night contrast of the exoplanet HD 189733b, *Nature*, vol. 447, pp. 183-186, 2007.

I. M. Held, The gap between simulation and understanding in climate modeling, *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 86, pp. 1609-1614, 2005.



Compte rendu du 12^e symposium LVMH Recherche

Épuisement des ressources naturelles et matières premières cosmétiques : quelles stratégies d'avenir ?

12 septembre 2012, Paris

Aujourd'hui, plus personne n'ignore le fait que les ressources naturelles s'épuisent. Les impacts générés par les activités humaines deviennent de plus en plus préoccupants pour la planète et notre environnement. Les conséquences sur l'économie de demain seront importantes car, sur les marchés mondiaux, nous nous trouvons toujours au cœur d'un choc des ressources énergétiques et des métaux précieux, indispensables à notre mode de vie très technologique.

Les demandes de matières premières, d'eau et d'énergie (pétrole) explosent sous la pression démographique (neuf milliards d'individus en 2050), les besoins de consommation et les bouleversements technologiques nouveaux. Les faibles diversifications des pays producteurs, les risques géopolitiques, la diminution des surfaces agricoles, la dégradation des forêts, l'acidification des océans, l'accumulation des déchets, les recyclages insuffisants renforcent les craintes d'une issue irréversible pour l'espèce humaine.

La gestion des ressources des matières premières cosmétiques, leurs origines, leurs synthèses, l'essor des biotechnologies, les extractions des végétaux, l'amélioration « éco » des chaînes de conception des produits du marketing à la production constituent une préoccupation majeure de nos marques comme l'a précisé Monsieur Claude Martinez, Président de Parfums Christian Dior, représentant l'ensemble des marques de LVMH Recherche, en ouverture de ce symposium.

Aujourd'hui, analyses et projections les plus fines n'indiquent pas les solutions à mettre en place. C'est pour cette raison que LVMH Recherche a décidé de réunir au Collège des Bernardins à Paris, plus de 160 spécialistes issus d'horizons divers avec les acteurs majeurs du secteur cosmétique, afin de réfléchir collégialement aux stratégies et aux chantiers d'avenir. Imaginer de nouvelles matières premières, d'autres composites, de nouveaux polymères biosourcés, des matières novatrices totalement recyclables, peu énergivores... sont quelques-uns des thèmes qui ont été abordés.

Ressources, biodiversité et croissance

Le monde végétal et minéral a été utilisé par l'homme depuis les temps les plus anciens. Bois, charbons, minerais, plantes servaient à fabriquer des objets et à vivre au quotidien. Peu de superflu et une population mondiale relativement faible ne mettaient pas en danger les ressources de la planète qui paraissaient alors infinies. L'expansion démographique du XIX^{ème} associée aux débuts de l'industrialisation et de la consommation intensive du charbon fossile, de minerais ont commencé à créer des pollutions à grande échelle. L'utilisation du pétrole et l'essor de la chimie ne sont apparus que très récemment dans l'histoire de l'humanité. Le cours du pétrole brut a été multiplié par 8 en 20 ans. Son extrême abondance, son extraction facile à ses débuts, la surface de ses applications en ont fait une ressource de première importance pour le développement de notre mode de vie « moderne ». Nous observons aujourd'hui un regain d'intérêt pour une autre ressource, le gaz naturel, dont les prix sont sensibles aux tensions géopolitiques et dont les difficultés de transport et les coûts de transformation chimiques sont plus élevés. L'exploitation des nouvelles matières premières énergétiques ou sources d'une nouvelle chimie ne doivent pas entrer en concurrence avec la ressource alimentaire et la gestion de l'eau qui sont confrontées au choc démographique des cinquante prochaines années. Un autre grand défi sera de décarbonner l'atmosphère du carbone accumulé par la croissance industrielle de ces deux siècles derniers, a précisé le Professeur Chalmin de l'Université Paris Dauphine. Selon lui, la véritable rareté sera la rareté alimentaire, suite au réchauffement climatique pouvant se confronter aux turbulences des inégalités du développement économique mondial. Cette nouvelle géopolitique des ressources va modifier les comportements des acteurs économiques. La forte accélération de la croissance économique de ces 40 dernières années liée à l'augmentation de la productivité au détriment de la biodiversité, du respect des cultures

a conduit en de nombreux endroits vers plus de richesse globale, mais générant également davantage d'exclusion. Le contexte de la croissance moderne véhicule selon Olivier Dubigeon du cabinet Sustainway l'idée reçue qu'il existe un lien entre croissance et bien-être. De purement financière et économique, la crise se transforme en crise sociétale et fait alors apparaître un affaiblissement des repères et des structures de sociabilité traditionnelles. De nouveaux modes de consommation émergent : plus locaux, plus solidaires et plus collaboratifs. Les marques vont devoir intégrer intelligence rationnelle et émotionnelle pour donner davantage de sens à la consommation. La Responsabilité Sociétale des Entreprises « R.S.E. », les engagements pris doivent être démontrables et traçables pour établir des liens solides de confiance durable avec les consommateurs. Des tensions à l'accès des ressources, une certaine protection des matières premières, une utilisation durable des composants, le respect de la biodiversité et une traçabilité sociétale font partie des éléments clés du quotidien des grandes entreprises. Les sociétés doivent développer à tous les niveaux de l'entreprise la responsabilité sociétale par les pratiques quotidiennes, l'analyse des résultats des activités générées et une gouvernance impliquant un dialogue effectif des parties prenantes. Les liens entre sourcing et production doivent intégrer la prise en compte des impacts générés par les activités et développer l'équité via des partenariats privilégiés au sein de la chaîne de production. Aussi pour la R.S.E., l'évaluation des pratiques, et encore plus de leurs maturités sont des enjeux essentiels. Une table ronde animée par l'Association Vivagora a mis en évidence le lien étroit entre l'implémentation des actions de R.S.E., l'évaluation des pratiques et la diversité des métiers. Une gestion intégrée qui prend en compte le diagnostic partagé des enjeux, les usages et implique des acteurs dans les processus de décision permet de favoriser l'ancrage territorial d'une marque et donc de donner du sens, de façon pérenne, aux consommateurs. Au final, cela doit permettre, en sécurisant les filières créées, de fiabiliser les approvisionnements industriels dans un monde fluctuant et aux tensions fortes.

Évolutions mondiales

Démographie	9 milliards d'individus en 2050
Urbanisation	7 milliards d'individus en 2050
Demande énergétique	+ 50% dès 2030
CO ₂	+ 50% dès 2030
Production agricole	+ 70% en 2050