

**Séminaire  
Ressources technologiques  
et innovation**

*organisé avec le soutien de la Direction générale de la compétitivité, de l'industrie et des services (ministère de l'Industrie) et grâce aux parrains de l'École de Paris :*

Algoé<sup>2</sup>  
Alstom  
ANRT  
CEA  
Chaire "management de l'innovation" de l'École polytechnique  
Chaire "management multiculturel et performances de l'entreprise" (Renault-X-HEC)  
Chambre de Commerce et d'Industrie de Paris  
CNES  
Conseil Supérieur de l'Ordre des Experts Comptables  
Crédit Agricole SA  
Danone  
Deloitte  
École des mines de Paris  
ESCP Europe  
Fondation Charles Léopold Mayer pour le Progrès de l'Homme  
Fondation Crédit Coopératif  
Fondation Roger Godino  
France Télécom  
FVA Management  
Groupe ESSEC  
HRA Pharma  
IBM  
IDRH  
IdVectoR<sup>1</sup>  
La Poste  
Lafarge  
Ministère de l'Industrie, direction générale de la compétitivité, de l'industrie et des services  
OCP SA  
Paris-Ile de France Capitale Economique  
PSA Peugeot Citroën  
Reims Management School  
Renault  
Saint-Gobain  
Schneider Electric Industries  
SNCF  
Thales  
Total  
Ylios

<sup>1</sup> pour le séminaire Ressources technologiques et innovation  
<sup>2</sup> pour le séminaire Vie des affaires

(Liste au 1<sup>er</sup> novembre 2011)

**TOTAL ET LES TECHNOLOGIES VERTES :  
SMALL AND BIG ARE MORE BEAUTIFUL  
TOGETHER**

par

**Vincent SCHÄCHTER**  
Directeur R&D de Total Gaz et Énergies Nouvelles

Séance du 22 juin 2011  
Compte rendu rédigé par Élisabeth Bourguinat

**En bref**

Dans un contexte industriel et économique encore instable, les nouvelles technologies de l'énergie se développent surtout dans les start-ups, plus à même que les grands groupes de traduire rapidement des avancées scientifiques en innovations de rupture. Total Gaz et Énergies Nouvelles (Total GEN) vise cependant une position d'intégrateur de technologies et de leader à la fois dans le solaire photovoltaïque et dans les biotechnologies blanches. Il s'appuie pour cela sur un réseau de partenaires soigneusement sélectionnés parmi les laboratoires académiques et les start-ups, avec lesquels il met en place des équipes de recherche mixtes pour développer des technologies d'intérêt commun. En revanche, Total GEN ne prend qu'une participation minoritaire dans les start-ups partenaires. Celles-ci conservent leur indépendance, garante de leur capacité d'innover. Construire et préserver cet équilibre demande une attention constante des deux parties à la compatibilité de leurs stratégies et au bénéfice commun de leur partenariat.

*L'Association des Amis de l'École de Paris du management organise des débats et en diffuse des comptes rendus ; les idées restant de la seule responsabilité de leurs auteurs.  
Elle peut également diffuser les commentaires que suscitent ces documents.*

## EXPOSÉ de Vincent SCHÄCHTER

Le groupe Total est la cinquième major pétrolière mondiale. Il opère dans 130 pays et compte environ 100 000 employés. Le Groupe est structuré en quatre branches, deux en amont (Exploration & Production, Gaz & Énergies Nouvelles) et deux en aval (Raffinage & Marketing, Chimie), auxquelles s'ajoute une direction Trading & Shipping.

À la fin de 2007, Total a pris la décision stratégique de développer des voies industrielles dans les énergies nouvelles. Il ne s'agissait pas de communication ni d'une démarche de responsabilité sociétale, mais bien de la préparation de l'avenir industriel du Groupe. La branche Gaz & Électricité a changé de nom, devenant Gaz & Énergies Nouvelles (GEN), et a été chargée d'exécuter cette nouvelle stratégie.

Avant de rejoindre Total, en 2009, j'avais mené des recherches en mathématiques, participé au montage d'une société de biotechnologie, été directeur de l'informatique du Centre national de séquençage à Évry, et je dirigeais un laboratoire de recherche fondamentale du CEA (Commissariat à l'énergie atomique) dans les sciences du vivant. J'ai appris que Total voulait démarrer une activité dans les biotechnologies blanches et je savais qu'une partie de mes recherches sur la biologie synthétique pouvait s'appliquer aux biocarburants et aux molécules chimiques. J'ai vérifié que ces sujets étaient véritablement stratégiques pour Total et j'ai décidé de sauter le pas.

### Un sujet stratégique

Il existe actuellement deux grandes raisons de s'intéresser aux énergies nouvelles.

La plus connue est la nécessité de lutter contre le changement climatique et, pour cela, de contrôler les émissions de gaz à effet de serre (GES). L'Agence internationale de l'énergie (AIE) a établi différents scénarios sur l'évolution de ces émissions. Entre le scénario *business as usual* et un scénario où le taux d'émission redescendrait à 450 ppm de CO<sub>2</sub> d'ici 2030, la différence est de 15 gigatonnes de CO<sub>2</sub>. Pour relever le défi d'une telle réduction des émissions, l'AIE estime que 50 % de l'effort devrait porter sur l'efficacité énergétique, 17 % sur la séquestration du CO<sub>2</sub>, 9 % sur le renforcement du nucléaire et 24 % sur le développement des énergies renouvelables et des biocarburants.

Mais, pour un énergéticien comme Total, il existe une raison encore plus importante de s'intéresser aux énergies nouvelles. C'est que, même avec des hypothèses très optimistes sur l'essor de ces énergies, il va être très difficile de satisfaire la demande mondiale d'énergie entre 2030 et 2050, sans parler de l'impact que risque d'avoir l'accident de Fukushima sur l'avenir du nucléaire. Compte tenu de la pénurie qui s'annonce, en aucun cas les énergies renouvelables ne sont susceptibles de remplacer les hydrocarbures fossiles. Il est donc opportun pour notre Groupe d'explorer les nouvelles formes d'énergie tout en poursuivant l'exploitation des hydrocarbures.

### Intégration et différenciation

Après avoir étudié de nombreuses pistes dans les énergies renouvelables et également dans le nucléaire, nous avons décidé de nous concentrer sur deux axes stratégiques, l'énergie produite à partir de la biomasse grâce aux biotechnologies blanches, et le solaire photovoltaïque. Nous avons également adopté deux principes fondamentaux.

#### *Intégration de toute la chaîne de valeur*

Le premier est l'intégration, pour chacun de ces deux domaines, de l'ensemble de la chaîne de valeur, depuis la production de matière première (biomasse dans un cas, silicium dans l'autre)

jusqu'au client final (acheteurs de biocarburants ou de molécules chimiques ; acheteurs de panneaux solaires ou de systèmes solaires complets tels que des fermes solaires). Nous pensons que les marges liées à chacun des maillons de la chaîne vont beaucoup fluctuer dans les années qui viennent, au fur et à mesure de la maturation de ces filières, d'où l'intérêt d'être présents d'un bout à l'autre. De plus, s'agissant de la biomasse, l'accès à la ressource sera crucial.

### *Différenciation technologique*

Notre deuxième grand principe est la différenciation technologique. Dans ces deux domaines, les technologies évoluent extrêmement vite, encore plus dans la biomasse que dans le solaire, et cette évolution est de nature à transformer la chaîne de valeur. C'est pourquoi nous pensons qu'il est essentiel de construire notre avantage compétitif à partir de la technologie.

### **Le choix du codéveloppement**

La volonté du Groupe d'être un leader technologique dans les biotechnologies blanches et dans le photovoltaïque a des implications importantes en matière de recherche et développement (R&D).

Nous devons identifier les briques technologiques susceptibles d'être "différenciantes" et les développer. Mais le faire seulement avec des équipes de Total serait difficile et trop long, car les chercheurs en pointe dans les domaines correspondants sont rares, et acquérir les technologies actuellement les plus prometteuses ne serait pas une bonne solution dans la mesure où le front de la recherche évolue très vite. De plus, la valeur des start-ups tient non seulement à la technologie déjà développée, mais aussi au fait qu'elles sont animées par des équipes de qualité, capables d'innover très rapidement. Or, ces équipes sont plus efficaces et motivées dans le contexte d'une start-up que dans celui d'un grand groupe. Racheter ces sociétés n'est donc pas une bonne idée, dès lors que nous ne voulons pas risquer de les vider de leur substance.

C'est pourquoi nous avons préféré la solution consistant à codévelopper les briques technologiques qui nous intéressent en faisant travailler nos équipes avec celles de nos partenaires sur des programmes de R&D conçus ensemble. Ces programmes s'appuient souvent sur le cœur de la technologie du partenaire, ce qui nécessite quelques négociations.

### **Aligner les intérêts**

Notre réseau de partenaires réunit à la fois des start-ups et des laboratoires académiques, spécialisés dans quatre domaines : les biotechnologies blanches ; le solaire photovoltaïque ; les batteries stationnaires, qui constituent un enjeu important pour les énergies renouvelables ; et enfin la chimie du carbone, liée à la capture, la séquestration et la transformation du CO<sub>2</sub>.

Pour choisir nos partenaires, nous sélectionnons les segments des différentes filières qui nous paraissent décisifs et nous établissons une cartographie des acteurs existants, en distinguant, parmi les meilleurs, ceux qui sont susceptibles d'accepter de travailler en partenariat avec nous de façon constructive. Nous entreprenons alors des discussions avec eux pour vérifier que nos intérêts sont alignés, car nos partenaires doivent avoir une motivation forte à travailler avec nous.

Même une start-up relativement riche a toujours des moyens finis qui l'obligent à se concentrer sur quelques voies de recherche. Elle ne peut pas forcément s'assurer des filets de sécurité en développant par elle-même des technologies complémentaires ou des voies alternatives. Or, même si la probabilité de réussite sur les voies choisies est plus élevée que pour d'autres, le succès n'est jamais garanti. En termes de gestion de risque par rapport à l'évolution des technologies, une start-up travaillant seule ne représente donc pas une

configuration optimale. Il vaut mieux qu'elle puisse s'appuyer sur un grand groupe, surtout si celui-ci ne joue pas simplement le rôle de banquier mais lui apporte des compétences complémentaires.

En revanche, une question très délicate est celle de la propriété intellectuelle ; elle mobilise une part importante des discussions. Dans le cas d'Amryris, dont je reparlerai tout à l'heure, nous avons souhaité conserver de la flexibilité sur le contenu de nos projets communs et nous n'avons négocié qu'un accord-cadre. Les discussions sur la propriété intellectuelle et le partage de la valeur se poursuivent donc pour chacun des projets, mais c'est le prix à payer pour conserver cette flexibilité.

## **Les bioénergies**

Si Total "croit" aux biocarburants à court et à moyen terme, c'est que les réglementations européenne et américaine rendent leur incorporation aux carburants obligatoire. À long terme, les biocarburants présentent aussi l'avantage d'être une énergie transportable et donc utilisable dans les transports et notamment pour les véhicules lourds et les avions, qui pourront difficilement fonctionner à l'électricité.

### *La diversification des sources*

Les principaux types de biomasse utilisables pour la production d'énergie sont aujourd'hui les plantes céréalières, les plantes sucrières (canne à sucre, sorgho...), ainsi que les plantes oléagineuses, et demain peut-être, au fur et à mesure des progrès technologiques, les fractions ligno-cellulosique de nombreuses espèces végétales, les résidus agricoles et forestiers, les déchets urbains ou les micro-algues.

Après la flambée des prix des produits alimentaires en 2007, on a assisté à une accélération des recherches sur la déconstruction de la lignocellulose, biomasse dite de deuxième génération par rapport aux plantes alimentaires telles que les céréales ou les plantes sucrières. L'objectif est de réussir à décomposer l'hémicellulose et la cellulose, polymères de sucre complexes et résistants, car destinés à assurer l'intégrité structurelle des plantes, selon des procédés viables sur le plan à la fois économique et environnemental.

La filière des micro-algues et autres phototrophes a cinq ou dix ans de décalage avec les voies d'utilisation des plantes terrestres, mais elle est très prometteuse, car la production d'énergie par unité de surface est potentiellement plus grande et elle ne pose pas les mêmes problèmes de compétition pour l'utilisation de terres arables et d'eau potable.

À l'heure actuelle, cependant, il n'existe qu'un type de ressource végétale dans le monde qui réunisse les trois conditions consistant à permettre une production de bioénergie économiquement viable, offrir des perspectives de croissance raisonnables en termes de volume, et être jugée acceptable d'un point de vue environnemental, en termes d'émissions de CO<sub>2</sub> : il s'agit de la canne à sucre exploitée au Brésil. C'est pourquoi nous avons choisi de "faire nos armes" au Brésil, ce qui ne nous empêchera pas de mener ultérieurement d'autres développements ailleurs sur la lignocellulose ou les micro-algues.

### *Un tronc commun*

Dans un premier temps, le recours aux biotechnologies blanches ne modifie pas la séparation entre amont et aval existant dans l'industrie des hydrocarbures fossiles. La ressource initiale s'est diversifiée, mais les molécules produites à l'issue de la phase amont doivent s'intégrer dans les processus industriels aval existants, donc dans les raffineries et usines pétrochimiques.

### *Quand amont et aval se confondent*

Mais la ligne qui sépare l'amont de l'aval est en train de se déplacer. Il semble en effet plus judicieux de ne casser que partiellement les molécules carbonées complexes issues de la matière biologique, plutôt que de les désassembler en molécules simples qui seront ensuite réassemblées en molécules complexes. On peut aujourd'hui modifier des organismes vivants pour qu'ils fassent de la chimie à notre place, et parfois de façon plus efficace. On peut également, à partir de sucres issus de la biomasse, produire des molécules ou des intermédiaires directement par fermentation, sans nécessairement passer par les molécules entrant habituellement dans les procédés aval.

### *Une chaîne de valeur bouleversée*

Si des procédés industriels robustes peuvent être mis en œuvre pour ces différentes voies, la chaîne de valeur en sera complètement bouleversée, d'où notre volonté d'être présents sur toute la filière. Cette évolution prendra cependant du temps : les nouveaux procédés industriels devront être optimisés, car les produits cibles sont des commodités et doivent donc pouvoir être fabriqués en grand volume et à très bas coût.

### *La transformation des sucres*

Les trois grands produits intermédiaires que l'on peut fabriquer à partir des différents types de biomasse sont les sucres, les acides gras et les gaz de synthèse. Compte tenu du foisonnement des voies de transformation possibles entre les différentes sources, les différents produits intermédiaires et les différentes molécules cibles, nous avons décidé de nous concentrer sur la transformation des sucres en molécules autres que l'éthanol. Une fois ce "tronc commun" maîtrisé, il est possible, avec un coût marginal assez faible, de développer des voies vers des molécules cibles différentes. Par exemple, jusqu'ici, on utilisait les céréales ou les plantes sucrières pour faire de l'éthanol, et des oléagineux pour faire du biodiesel. L'une des pistes que nous privilégions est la transformation de sucre en biodiesel.

## **Amyris**

Après avoir défini notre stratégie en matière de bioénergie, nous avons classé les différents acteurs des biotechnologies (laboratoires académiques et start-ups) en fonction de leur intérêt technologique et de la qualité de leur management. La société Amyris est l'une de celles que nous avons identifiées comme très bien placées. Nous avons alors entrepris des négociations qui ont duré un an et demi avant d'aboutir à un accord-cadre, signé en juin 2010.

### *Les débuts d'Amyris*

Amyris a été créée en 2003 à partir des travaux d'un professeur de Berkeley, Jay Keasling. Il a été le premier à montrer que l'on pouvait produire une molécule à un coût inférieur à celui des méthodes classiques en plaçant dans un fermenteur une bactérie dont le métabolisme avait été génétiquement modifié. Jay Keasling a fait cette démonstration à propos d'un médicament contre la malaria, l'artémisinine.

Les trois premières années de recherche d'Amyris ont été financées par la Fondation Bill Gates, qui a fourni 45 millions de dollars pour permettre le développement de la plateforme technologique, un ensemble d'outils de modification génétique et de criblage à haut débit des différentes souches modifiées. Cette plateforme a permis d'obtenir des souches de levures capables de produire l'artémisinine mais également d'autres molécules : l'intérêt de la chimie du vivant est qu'il suffit de modifier une enzyme dans une seule voie pour obtenir des résultats finaux assez différents.

Lors du tour de table organisé en 2006, des capitaux-risqueurs d'une grande notoriété, comme Kleiner Perkins Caufield and Byers ou Khosla Ventures, ont rejoint Amyris. Au-delà de l'artémisinine, dont la fabrication et la distribution vont être assurées par Sanofi dès l'an prochain, ces investisseurs visaient les marchés de la chimie et des carburants.

Au moment où nous sommes à notre tour entrés au capital, en juin 2010, l'entreprise comptait 400 employés et avait levé 250 millions de dollars. Notre apport nous a permis de prendre 22 % des parts, ce qui fait de nous son plus gros actionnaire.

### *La synergie entre Total et Amyris*

Au-delà de notre participation financière, notre objectif était de créer une véritable synergie entre Amyris et notre Groupe, et ceci sur les cinq principaux maillons de la chaîne de valeur.

Pour la recherche et la sécurisation de la ressource biomasse, les intérêts de Total et d'Amyris sont clairement alignés et nous pouvons associer nos efforts.

Le deuxième maillon est celui de la biologie synthétique, cœur de métier d'Amyris. Il est souvent difficile de faire admettre par une start-up la possibilité d'une synergie dans son propre domaine d'expertise. De fait, la plateforme d'accélération des modifications génétiques que possède Amyris n'a pas d'équivalent dans le monde. Cependant, de par nos propres ressources et notre réseau de partenariats de R&D, nous pouvons apporter des technologies complémentaires, par exemple sur la lignocellulose, ou assurer une veille active sur certaines questions. Un accord sur ce point s'obtient moins par la négociation que par le respect scientifique et technologique qui s'établit entre les équipes.

Le troisième maillon est la fermentation à grande échelle, pour laquelle aussi bien Total qu'Amyris ont tout à apprendre.

Le quatrième est celui de la transformation chimique de la molécule obtenue par fermentation. Dans ce domaine, Total a une grande expérience, de même que pour le dernier maillon, celui de l'accès aux marchés des carburants ou de la chimie.

### *Le démarrage du partenariat*

Le contrat a été signé en juin 2010, et d'ici à la fin de l'année, une dizaine de nos chercheurs travailleront chez Amyris. Leur niveau est en moyenne plus élevé que celui des personnes embauchées dans la R&D des grands groupes industriels. L'accord-cadre prévoit que la liste des sujets sur lesquels nous allons travailler ensemble n'est pas close, sachant que les technologies et les molécules cibles peuvent évoluer très rapidement.

## **Le solaire photovoltaïque**

Le débat sur le solaire a été quelque peu biaisé dans notre pays par le fait que 80 % de l'électricité consommée en France est d'origine nucléaire, d'où une rentabilité plus difficile qu'ailleurs pour le solaire. Même si notre Groupe est français, nous opérons partout dans le monde et, à ce titre, nous considérons que le solaire est une source d'énergie renouvelable très intéressante.

Nous estimons que cette forme d'énergie devrait se développer de 20 à 25 % par an en moyenne jusqu'en 2020. Elle représente actuellement 0,2 % de la production mondiale d'électricité, mais devrait atteindre 5 % en 2030 et 11 % en 2050. Pour l'instant, l'Europe concentre les trois quarts du marché, mais la demande des deux Amériques et de l'Asie augmente : ces trois marchés devraient être de taille équivalente en 2020. En ce qui concerne l'offre, la production de cellules et de modules, qui était majoritairement européenne il y a cinq ans, s'est massivement déplacée vers l'Asie.

### *Le silicium cristallin*

Il existe trois grandes technologies de solaire photovoltaïque. La plus classique est celle du silicium cristallin, ces panneaux solaires conventionnels que l'on voit installés sur les toits. Elle représente 80 % du marché à l'heure actuelle.

Le silicium est d'abord raffiné pour obtenir des granules de polysilicium. Ces granules sont ensuite transformés en lingots par cristallisation, puis découpés en fines tranches appelées *wafers*. Ces derniers sont assemblés en couches avec d'autres matériaux ayant des propriétés semi-conductrices, de façon à constituer des cellules, qui sont elles-mêmes organisées en modules et couplées avec un circuit électrique, de la microélectronique pour gérer la puissance et éventuellement une batterie. Le rendement actuel du silicium cristallin est de 15 à 22 % et son rendement cible d'ici trois ans de 20 à 25 %.

### *Les couches minces*

La deuxième technologie est celle des couches minces. Elle consiste à déposer sur un substrat (par exemple du verre) de fines couches de matériaux semi-conducteurs. Dotés de propriétés légèrement différentes de celles du silicium, ces matériaux nécessitent une moindre épaisseur. Le modèle manufacturier est plus simple que celui du silicium. En revanche, le rendement est inférieur : il est actuellement de 6 à 12 % et l'objectif est d'atteindre 12 à 18 % d'ici trois ans.

### *Le photovoltaïque organique*

La troisième technologie ne relève pas de la chimie minérale mais de la chimie organique. Les modules sont fabriqués à partir de polymères semi-conducteurs, qui présentent de nombreux avantages : la matière première est abondante, non toxique et peu chère ; le produit est très mince, peut être transparent ou du moins translucide et peut également être coloré ; il est flexible, ce qui permet de le disposer sur divers objets, par exemple des sacs à main ou des tentes de camping. En revanche, son rendement est très faible : de 3 à 5 % aujourd'hui, avec un objectif de 8 à 12 % d'ici trois ans.

## **Les partenaires de Total dans le solaire**

Conformément à notre stratégie, nous souhaitons être présents sur l'ensemble de la chaîne de valeur du solaire photovoltaïque (R&D et pilotes de préindustrialisation, production, accès au marché), en sélectionnant des technologies "différenciantes".

Dans le domaine du silicium cristallin, nous travaillons sur l'amont avec AE Polysilicon Corporation, start-up implantée aux États-Unis et à Taiwan, qui raffine du silicium pour obtenir des lingots de polysilicium à bas coût et de haute qualité. Ce partenariat, signé il y a un an, correspond au modèle que j'ai décrit tout à l'heure : prise de participation et codéveloppement.

En ce qui concerne les cellules et des modules, nous avons un partenariat avec l'IMEC (Institut de micro-électronique et composants, situé à Louvain en Belgique) et nous venons de racheter 60 % de SunPower, l'une des dix premières entreprises dédiées au solaire dans le monde. Avec cette entreprise, nous avons fait le choix des meilleures cellules du monde en termes de rendement, avec l'objectif de réduire les coûts dans un deuxième temps. Nous pensons que c'est la seule chance pour des entreprises européennes ou américaines de gagner la compétition face à des entreprises asiatiques qui privilégient les technologies à bas coût, avec des rendements moyens. SunPower nous fournit également un accès au marché.

Photovoltech, située en Belgique, est une acquisition plus ancienne, que nous détenons à parité avec GDF Suez. Elle fabrique des cellules avec une capacité encore limitée (150 MW). Nous avons également acquis la totalité des parts de Tenesol, une société française dont nous

étions partenaire avec EDF à hauteur de 50 %, qui fabrique des modules et des systèmes et effectue la pose des panneaux sur les toits, essentiellement en France.

En ce qui concerne les couches minces, nous avons créé un laboratoire commun avec l'École polytechnique, Nano PV, qui emploie dix personnes au total. Certaines des technologies développées par ce laboratoire peuvent également être appliquées au silicium cristallin.

Nous détenons 20 % du capital de Konarka, une start-up fondée en 2001 dans la banlieue industrielle de Boston par un entrepreneur et un prix Nobel. Notre partenariat avec cette entreprise, leader en matière de photovoltaïque organique, date d'il y a deux ans et demi. Nous avons obtenu que des chercheurs de Total travaillent avec les équipes de Konarka, mais à l'époque, notre philosophie n'était pas encore tout à fait ce qu'elle est devenue aujourd'hui et nous n'avons pas suffisamment négocié l'accès au cœur de la technologie, ce qui rend le travail en commun un peu complexe. Certaines filiales de chimie de spécialité de Total fournissent des polymères à Konarka. Nous avons par ailleurs lancé un programme commun avec le MIT (Massachusetts Institute of Technology) pour surmonter l'un des problèmes principaux de cette technologie, à savoir la faible durée de vie des polymères organiques.

Enfin, pour la construction des systèmes, qui s'appliquent aux trois sortes de technologies, nous avons un partenariat avec le LAAS (Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes), à Toulouse.

## DÉBAT

### Le NIH

**Un intervenant :** *Ces divers partenariats ne suscitent-ils pas un syndrome NIH (not invented here) au sein de Total Gaz & Énergies Nouvelles ?*

**Vincent Schächter :** Ce risque est atténué par le fait que toutes les innovations sont co-développées par nos équipes et celles de nos partenaires. De plus, les personnes que nous recrutons pour les envoyer travailler dans les start-ups sont nouvelles chez Total, à l'exception de quelques chercheurs du département de carbochimie. Ce qui les intéresse avant tout, c'est de mener des projets en pointe sur le plan scientifique ou technologique avec de vraies perspectives industrielles, et c'est le cas aussi bien sur les projets solaires que sur les projets biomasse.

### La propriété intellectuelle

**Int. :** *Vous avez bien montré ce que vous apportez aux start-ups du fait de votre puissance financière, de votre capacité d'industrialisation et de votre légitimité de "passeur". En revanche, dans la mesure où vous ne rachetez pas les entreprises, comment se fait le partage de la propriété intellectuelle (PI) ?*

**V. S. :** Nous avons dû faire beaucoup de pédagogie sur cette question chez Total car, pour un groupe énergéticien, ce n'est pas un domaine très familier. Pour les start-ups, en revanche, la propriété intellectuelle est capitale, surtout dans les biotechnologies, et nous avons régulièrement affaire à forte partie dans ce domaine.

Dans le cas d'Amryris, par exemple, notre interlocutrice est une jeune femme extrêmement brillante qui a soutenu une thèse mais est également avocate. C'est la seule personne de l'entreprise qui ose contredire le PDG. Comme il y a une grande part de "bluff" dans les négociations de PI et que le PDG lui-même est incapable de juger si ce qu'elle dit est vrai ou non, il préfère se taire plutôt que s'opposer à elle, ou du moins sortir de la salle de négociation et aller discuter avec elle avant de formuler une proposition.

Notre directeur juridique pensait, au départ, qu'il suffirait de mobiliser des spécialistes et de leur demander une *due diligence* en PI pour connaître la valeur réelle du portefeuille des start-ups avec lesquelles nous étions en négociation. Mais à ce niveau de technologie, il n'y a que dix personnes au monde capables de comprendre de quoi il retourne, et il est probable que ces dix personnes formuleraient au moins trois avis différents.

De plus, il est important de choisir les consultants en fonction du résultat final que l'on veut atteindre. Certains sont capables de construire des accords, d'autres sont plus doués pour les bras de fer. Dans un premier temps, nous avons fait appel au deuxième type de profil. Comme nos interlocuteurs adoptaient des positions très arrogantes, notre consultant avait tendance à être très agressif : « *Ils bluffent complètement, leur PI est nulle, on va les avoir.* » Au bout de deux semaines, nous n'avons pas avancé et la démarche ne semblait pas très appropriée pour aboutir à un partenariat stratégique.

Finalement, nous avons dû mobiliser les trois *partners* d'un célèbre cabinet d'avocats américain, qui ont quasiment dormi dans nos bureaux pendant trois semaines, et nous avons réussi à mener à bien ces négociations.

## Les financements publics

**Int. :** *Comment voyez-vous le rôle des financements publics pour le développement du solaire ?*

**V. S. :** Si le contexte français et européen n'est pas très favorable à la production industrielle de cellules et de modules solaires, il permet en revanche de faire de la R&D dans de bonnes conditions.

En France, plus que le montant des financements eux-mêmes, c'est la capacité de ces financements à créer de la collaboration et un environnement structurant pour les autres acteurs qui nous intéresse. C'est le cas, par exemple, dans notre projet d'IEED (Institut d'excellence en énergies décarbonées) pour le plateau de Saclay, monté en partenariat avec EDF, l'École polytechnique et le CNRS. Dans ce genre de projet, la subvention à proprement parler n'est pas l'élément déterminant pour nous mais elle est cruciale pour Polytechnique et pour le CNRS.

En revanche, lorsque mes collègues me demandent s'il faut soumettre un projet à tel ou tel appel d'offres, je leur demande de commencer par calculer le coût et les bénéfices de l'opération. En ce moment, le ministère du Développement durable lance des appels sur les biocarburants, mais cela ne présente pas un grand intérêt, pour un groupe comme le nôtre, de consacrer des mois à rédiger un dossier pour obtenir une avance remboursable sur des projets d'envergure modeste.

Au niveau européen, la démarche peut également être intéressante si elle catalyse la création d'un consortium de qualité, et ce à condition que le travail d'administration et de *reporting* reste raisonnable.

**Int. :** *Qu'en est-il, plus précisément, du crédit impôt recherche (CIR) ? Vous incite-t-il à faire davantage de recherches, ou non ?*

**V. S. :** Si l'objectif du CIR est de modifier la stratégie ou les choix de partenariats des entreprises, et en tout cas des grands groupes, c'est pour l'instant un échec, pour une raison très simple : le CIR n'intervient pas au bon moment dans les décisions. Dans la période de l'année où je négocie mon budget avec la direction générale, je n'ai aucune visibilité sur l'impact du CIR. Je n'apprends que beaucoup plus tard dans quels domaines nous en avons bénéficié, et encore, au prix d'un effort spécifique.

Par ailleurs, j'ai demandé à mon secrétariat général la réalisation d'un tableau de bord me permettant de valoriser auprès de mon comité de direction le fait d'avoir obtenu des CIR sur tel partenariat conclu avec tel acteur français, mais je sais d'avance ce que me répondra le comité : « *D'accord, mais le laboratoire en question, il est bon ou non ?* »

Au total, le CIR ne permet donc pas vraiment de créer des préférences sur la localisation de la recherche.

## Batteries et réseaux intelligents

**Int. :** *L'un des facteurs limitant des énergies renouvelables est leur caractère aléatoire dans le temps, qui contraint à plafonner leur contribution à environ 30 % de la production d'électricité totale. La solution ne passe-t-elle pas par le développement de batteries de très grande capacité ?*

**V. S. :** Elle passe par le développement à la fois des technologies de stockage et de réseaux intelligents. Nous pratiquons une veille active sur ces deux sujets. L'évolution très rapide des batteries au lithium-ion dans les années 1990, grâce à l'explosion du marché de la téléphonie mobile, me rend assez confiant dans le fait que l'on trouvera probablement des modes de stockage adaptés aux nouveaux besoins, notamment des batteries stationnaires adaptées aux énergies intermittentes. Par ailleurs, le volume énorme des aides accordées par le gouvernement chinois à la recherche sur les batteries, comme d'ailleurs aux recherches sur le solaire et sur la biomasse, est de nature à rendre très optimiste sur l'avancée de ces technologies.

Présentation de l'orateur :

Vincent Schächter : est le directeur R&D de Total Gaz et Énergies Nouvelles, qu'il a rejoint en 2009 pour y démarrer l'activité de R&D en biotechnologies ; auparavant, il a participé à la création de la start-up de biotechnologies Hybrigenics, a été directeur bio-informatique du Centre National de Séquençage, et dirigé un laboratoire du CEA (Commissariat à l'énergie atomique) à l'interface entre mathématiques et biologie moléculaire ; ancien élève de l'École normale supérieure de Paris et docteur en informatique.

Diffusion novembre 2011