

Veolia Environnement

met sa recherche en réseau

© ALEXIS DUCLOS / PHOTOHEQUE VEOILIA

Centre de tri arc-en-ciel.



MINI BIO PHILIPPE MARTIN

Diplômé de l'Ecole polytechnique, du Massachusetts Institute of Technology (Master of Science in Electrical Engineering) et de l'université de Paris-La Sorbonne (CAAE-MBA), Philippe Martin est directeur de la Recherche & de l'Innovation de Veolia Environnement depuis septembre 2008. Entré dans ce groupe en 1996, il a été successivement chargé de mission, puis directeur général de Sarp-Industries, une filiale spécialisée dans la gestion des déchets spéciaux (1997-2002). Il a ensuite dirigé et développé, depuis Chicago, la filiale américaine de Veolia dédiée aux déchets industriels (2002-2008). Avant son entrée chez Veolia Environnement, Philippe Martin a été ingénieur d'études sur des projets informatiques (1986-1990), adjoint au directeur de la stratégie du Groupe Matra (1991-1992) et conseiller technique du délégué général de l'Armement, au cabinet du ministre de la Défense (1993-1995). Il est aussi membre du Centre d'études et de prospectives stratégiques depuis 1993 et administrateur depuis 2010.



La recherche et l'innovation de Veolia Environnement connaît une nouvelle dynamique depuis sa réorganisation. Toutes les équipes de recherche, réparties sur plusieurs sites, ont été réunies au sein d'une équipe unique. Preuve de l'importance stratégique de la R&I du groupe : trois membres du conseil d'administration veillent sur elle... Les chercheurs du groupe peuvent compter sur leur soutien pour réussir la transition de l'après-pétrole et réduire les impacts néfastes sur l'environnement.

TEXTE : DJAMEL KHAMÈS.

Avant de lancer un programme de recherche, le comité stratégique « Recherche, Innovation, Développement durable » de Veolia Environnement, créé en 2006, analyse et apprécie la stratégie du groupe en matière d'innovation, de veille technologique et de R&D afin d'identifier les pistes d'amélioration. Le principe de réalité leur impose de prendre en compte, dès l'amont, la faisabilité et la viabilité économique des projets, ainsi que la rapidité d'exécution.

À ces précautions, Veolia Environnement ajoute une contrainte : la recherche et l'innovation ont du sens quand leurs résultats sont déployés sur le terrain. Pour donner corps à ce principe, Philippe Martin, directeur de la Recherche et de l'Innovation de Veolia, a instauré un dialogue régulier avec les divisions du groupe – qui représentent chacune un métier : eau, déchets, énergie et transport – afin de « s'assurer que les travaux de R&D sont en cohérence avec les besoins des opérations ».

Une R&I qui croise les compétences

Le groupe français se définit comme le seul acteur présent sur les quatre métiers, différents à première vue mais complémentaires dans les faits. Veolia Environnement a une vision globale sur la gestion des services de l'eau, des déchets, du transport et de l'énergie et leurs interactions. Cela lui procure une certaine légitimité pour aider les responsables des grandes villes à les planifier. Cette capacité a séduit, par exemple, les élus de Mexico, qui lui ont confié l'exploitation des trois services. En recherche et innovation, les interactions entre ces métiers sont aussi plus riches qu'on ne l'imagine. Par exemple, la production d'énergie électrique à partir des gaz émis par les effluents de stations d'épuration ou la fabrication de biocarburants pour les bus à partir de déchets organiques.

Selon Philippe Martin, « la recherche dans les métiers de l'environnement nécessite la maîtrise de nombreuses disciplines scientifiques qu'il faut croi-



OPÉRATION INNOVATION OUVERTE

Lancé fin février 2010 à San Francisco, lors de la conférence Cleantech, le programme d'innovation ouverte Veolia Innovation Accelerator a séduit quelques mois plus tard 150 start-up. « Ce succès n'était pas anticipé », avoue Philippe Martin, directeur de la R&I de Veolia Environnement.

Avant de lancer ce programme, Philippe Martin a rendu visite à plusieurs fonds d'investissement pour leur présenter l'Innovation Accelerator. Ce dernier fut très bien perçu, car Veolia a les compétences internes pour sélectionner un projet technologique novateur, l'aider à se développer et à se déployer. Veolia n'apporte en aucun cas de l'argent. Pendant la phase de laboratoire, la start-up bénéficie de l'accès à un vaste réseau d'experts et de moyens de recherche. Lors de la phase pilote, Veolia propose des conditions de tests proches des conditions réelles. Enfin, pour l'accès au marché, le groupe français offre la possibilité d'une diffusion dans les 74 pays où il est présent. Parmi les 150 réponses, 48 % émanaient de start-up américaines et 44 % d'européennes. Il n'y eut pas de réponses asiatiques, car l'Innovation Accelerator n'était pas ouvert à cette partie du

monde. En termes sectoriels, 36 % des projets présentés avaient un rapport à l'eau, 22 % à l'énergie, 20 % à la propreté, 5 % au transport et le reste de divers secteurs. Actuellement, seuls quatre candidats ont été retenus. Les résultats seront révélés en mars prochain à San Francisco, au forum Cleantech. Philippe Martin souligne que « l'intérêt est réciproque : les start-up voient leur technologie validée et profitent d'un vecteur de commercialisation ; Veolia reste au top de l'innovation ». Veolia teste les technologies et les valide éventuellement. Peut suivre ensuite un accord de commercialisation, exclusif ou non. Cela dépend des cas. L'Innovation Accelerator a une particularité : « Veolia s'engage à fournir des réponses aux candidats en une, quatre et douze semaines », précise Philippe Martin. Une semaine pour annoncer si la technologie proposée entre dans ses domaines d'intérêt, quatre semaines pour l'expertiser et la juger apte ou non, et douze semaines pour une réponse positive ou négative sur le projet de partenariat. Le but n'est surtout pas d'acquiescer des start-up ou des participations à leur capital.



VEOLIA ENVIRONNEMENT EN CHIFFRES

Nombre de chercheurs
425

Nombre de développeurs
425

Stock de brevets, environ
2 000

Nombre de pilotes de recherche
200

Nombre de partenariats de recherche
200

Dépôt de brevets par an
30 à 40

Présence internationale
74 pays

Personnes desservies en eau et assainissement
139 millions

Nombre d'usines d'eau potable
5 000

Nombre de stations d'épuration
3 000

Nombre de déchets collectés
67 millions de tonnes

Nombre d'unités de traitement de déchets
852

Nombre de réseaux de transport
5 000

Nombre de réseaux de chaleur ou de froid
800

ser pour en tirer le meilleur : chimie, métrologie, optimisation de la gestion énergétique, amélioration des procédés de cogénération, ingénierie de la mobilité ou des systèmes d'information et de la communication, modélisation environnementale, génie des procédés, sciences du vivant, sciences des matériaux... Toutes ces expertises sont exploitées conjointement, en tant que ressources, et sont mises au service des programmes de recherche ».

La direction chargée des programmes définit les objectifs en amont avec les opérationnels. En aval, la première aide les seconds à déployer les résultats de la recherche sur le terrain. Ces échanges alimentent en sujets d'étude les 425 chercheurs et 425 développeurs de Veolia Environnement, dont les compétences sont regroupées en sept départements scientifiques et technologiques : science du vivant, génie des procédés, énergie, modélisation et système, conception et ingénierie, environnement et santé, analyse.



Centre de recherche R&D de Limay.

Pour parfaire sa connaissance des sujets qui la concernent, la R&I a complété l'expertise de ses centres d'une mission de veille, dite intelligence scientifique et technologique.

Une R&I qui cultive les réseaux

Pour parfaire sa connaissance du large spectre de sujets qui la concernent, la R&I a complété l'expertise de ses centres de recherche d'une mission de veille, dite intelligence scientifique et technologique. À ce titre, la participation à 90 réseaux d'experts à travers le monde est précieuse. Parmi ces réseaux, il y a les pôles de compétitivité. Veolia Environnement s'implique dans plusieurs – Capénergie, S2E2, Advancity... – et l'un de ses cadres se trouve à la tête du pôle Eau (Montpellier), lui-même chef de file des trois pôles ayant l'eau pour centre d'intérêt.

Parallèlement, un programme international d'innovation ouverte, particulièrement original, a été lancé auprès de start-up innovantes. Depuis sa mise en œuvre en février 2010, ce programme a déjà suscité l'intérêt de plus de 150 jeu-

© SAMUEL BIGOT / ANDIA



Chercheurs pilote CREED.

© CHRISTOPHE MAJANID / INGUINBERT / PHOTOTHEQUE VEOLIA

nes pousses, toutes candidates à un partenariat avec le numéro un mondial de sa catégorie (voir encadré ci-contre). Enfin, la recherche partenariale apporte un complément très utile, sur les thèmes scientifiques particulièrement. Veolia finance ainsi les chaires de quatre universités : analyse du cycle de vie (Montréal), eaux usées (Brisbane), hydrologie pour une ville résiliente (école des Ponts et Chaussées), modélisation mathématique et biodiversité (École polytechnique et Muséum d'histoire naturelle). L'engagement avec les centres de recherche, publics et privés, va au-delà, puisque Veolia participe à trente et un projets ANR, PCRD ou autres. Cette dynamique est renforcée par l'appel à des académiques et/ou des consultants, sur des missions ponctuelles, pour des problématiques pointues. Veolia cumule, au total, 110 partenariats publics et 67 privés.

« La mise en mouvement des théories, technologies, méthodologies de travail en réseaux ouverts, interactions entre les différentes disciplines permettent au groupe de relever les défis écologiques et industriels. Les programmes de recherche se concentrent aujourd'hui sur les réseaux intelligents, le bâtiment à énergie positive, le recyclage des eaux usées, les écoquartiers, l'aména-

LISTE DES SITES DE RECHERCHE ET DE PILOTES PRÉINDUSTRIELS

Les équipes de recherche de Veolia Environnement s'appuient sur cinq centres de recherche, dont quatre sont en France (Maisons-Laffitte, Limay, Saint-Maurice, Rueil-Malmaison) et un à l'étranger (Berlin).

Les plates-formes qui permettent de mener des essais à l'échelle du pilote préindustriel sont au nombre de six : filières membranaires pour l'eau potable (Annet-sur-Mame), eaux industrielles et traitements des déchets (Bouqueval), traitements des déchets et valorisation du biogaz (Claye-Souilly), tri automatique des déchets (Saint-Priest), eaux usées (Saint-Thibault-des-Vignes), plate-forme sur le dessalement (multisite et mobile : sud de l'Europe, Golfe arabo-persique, Australie).

gement durable, les bioénergie, la recharge de nappes phréatiques... In fine, la mission de Veolia Environnement est de relever le défi industriel environnemental, par l'invention de solutions technologiques de rupture et leur mise en application à l'échelle internationale », précise Philippe Martin.

Du laboratoire aux plates-formes d'essais

Les projets de recherche internes suivent un processus balisé par différentes étapes. La méthodologie est rigoureuse, ponctuée par les étapes suivantes : identification du futur besoin, lancement du programme de recherche, essais en laboratoire ou sur le terrain, réalisation d'un pilote, construction sur

un site d'une unité préindustrielle, exploitation, mesure des résultats et amélioration.

« Parallèlement, les travaux de recherche sont régulièrement évalués. S'ils confirment leur potentiel en laboratoire, ils sont alors qualifiés pour l'opération pilote », affirme Philippe Martin, qui ajoute : « Les essais s'effectuent alors sur des installations qui vont du pilote à l'unité préindustrielle sur site, la validation sur le terrain par les opérationnels concluant systématiquement toute étude. Lors de l'élaboration d'un nouveau procédé, le pilote représente, en effet, la première traduction opérationnelle des essais en laboratoire, et la phase de test est indispensable avant l'installation d'une unité préindustrielle » (voir encadré).



⊙ LA STATION D'ÉPURATION DE DEMAIN

« Les stations d'épuration urbaines seront bien plus que des usines de dépollution. Elles produiront de multiples ressources : de l'eau réutilisable pour les besoins humains, de l'énergie verte, du bioplastique ou des matières minérales. Pour y parvenir, les chercheurs de Veolia Environnement

associent biotechnologies, biochimie et microbiologie avec génie des procédés et mathématiques appliquées.

Exemple des matières organiques ou minérales : l'ambition est de produire des biomatériaux conformes aux cahiers des charges des industriels et qui se substituent aux matières issues des hydrocarbures. Au niveau des procédés biologiques de dépollution, Veolia a identifié des micro-organismes qui, lorsqu'ils sont cultivés d'une certaine façon pour dégrader la matière organique, l'utilisent pour constituer des réserves de biopolymères, lesquels sont similaires à ceux produits par l'industrie chimique à partir du pétrole. Seule différence : il s'agit de « carbone vert ». Veolia Environnement fournira aux producteurs de bioplastiques des billes de biopolymères qui pourront entrer dans la fabrication de multiples produits : stylos, souris d'ordinateurs, pare-chocs automobiles...

Les constituants organiques que nous produirons ne bouleverseront pas le marché des biopolymères, pas plus que nos composés minéraux le marché des fertilisants. Compte tenu de nos faibles quantités, la priorité de Veolia Environnement est d'assurer des débouchés pérennes à nos produits, en nous assurant que leurs caractéristiques répondent aux spécifications des industriels. Le groupe cherche à inscrire ses flux dans un cycle plus global des matières. »

Emmanuel Trouvé, directeur du programme de recherche Eaux usées, *Le cahier des chroniques scientifiques*, n° 17, juin 2010).



Station d'épuration Veolia Eau à Budapest. Autosuffisante en énergie, elle produit du biogaz.

© PHOTO THEQUE VEOLIA

« La mission de Veolia Environnement est de relever le défi industriel environnemental, par l'invention de solutions technologiques de rupture et leur mise en application à l'échelle internationale. » Philippe Martin directeur de la Recherche et de l'Innovation de Veolia Environnement

Un dénominateur commun : les TIC

« Les progrès de miniaturisation des composants électroniques et des moyens de télécommunications nous permettent de faire progresser l'innovation dans nos métiers. Les TIC accroissent leur potentiel d'innovation », souligne Philippe Martin. Les technologies de l'information et de la communication permettent de traiter des masses importantes de données en temps quasi réel. En posant des capteurs adéquats aux endroits pertinents, Veolia est capable de faire de la prédiction. Des mini-capteurs, placés à des points névralgiques du réseau, mesurent la pression, le pH, la teneur en chlore, la turbidité..., et envoient ces informations à un serveur central. Elles sont couplées à des modèles mathématiques hydrauliques (mouvements, écoulements, etc.) qui permettent de connaître

la qualité de l'eau en tout point du réseau en temps réel. C'est aussi un excellent moyen de traçabilité de l'eau. Les villes de Rambouillet et Shanghai, par exemple, ont été séduites par cette innovation, qu'elles testent.

Il existe également des capteurs pour calculer individuellement le poids des déchets des foyers d'une commune, pour mesurer le taux de performance d'un moteur à explosion ou la quantité d'hydrogène dans un réservoir... Les capteurs sont le dénominateur commun aux quatre métiers de Veolia Environnement. C'est un bon exemple de mutualisation des moyens de R&D.

Une eau mieux traitée et mieux valorisée

Les principaux programmes de recherche et d'innovation ont évidemment le développement durable pour objectif. L'eau, les déchets, l'énergie et les trans-



-17 kW/h par m³

C'est le gain de consommation énergétique du dessalement d'eau de mer depuis 1970.

© MANOLO MYLONAS / PHOTOTHEQUE VEOLIA



Centre de recherche et développement Veolia. Prélèvement d'eau sur procédé Opaline R-Injection de résine.

ports font donc l'objet d'attentions particulières, largement mises en exergue par le groupe Veolia en avril dernier, lors de la conférence Cleantech à Paris. À travers la vision ci-après décrite se dessinent tous les programmes de recherche.

« Quant à la dépollution des eaux usées, elle s'apprête à vivre une révolution. Aujourd'hui, les stations d'épuration ne retiennent que la moitié des résidus pharmaceutiques, des pesticides, des détergents, des métaux lourds. Demain, elles les arrêteront. Mais, surtout, les stations d'épuration du futur seront de véritables bio-raffineries : elles produiront de l'eau propre, elles dégageront de l'énergie au lieu d'en consommer, elles fabriqueront des bio-

fertilisants et des bioplastiques à partir de la matière organique contenue dans les boues. Ainsi sera bouclé le cycle des sous-produits de l'eau, lesquels seront transformés en bio-ressources. [...] »

Au cours des dix prochaines années, les capacités installées pour le recyclage des eaux usées quadrupleront, que ce soit pour produire de l'eau à des fins industrielles, agricoles ou domestiques. S'agissant du dessalement d'eau de mer, les capacités devraient doubler sur la même période.

Les technologies membranaires sont gourmandes en énergie, mais elles ouvrent l'accès aux ressources d'eau alternatives, un des remèdes aux pénuries d'eau douce. Parviendra-t-on

à diviser par deux l'énergie nécessaire pour dessaler l'eau de mer par osmose inverse ? Ce n'est pas une utopie. Qui eut imaginé, en 1970, alors que la consommation énergétique du dessalement s'élevait à 20 kW/h par m³, qu'elle tomberait, une génération plus tard, à 3 kW/h ? Autre rêve du monde de l'eau : saura-t-on, dans une décennie, fabriquer des membranes qui ne colmatent pas ? »

Des déchets renaissent les matières premières

Lors de cette conférence, Veolia a mis l'accent aussi sur le trésor à tirer des déchets : « Sur quatre milliards de tonnes de déchets produits chaque année dans le monde, seul un milliard est valorisé. Trois milliards attendent de l'être. » Et de citer quatre domaines où Veolia a besoin de nouvelles technologies : « La collecte des déchets ménagers, avec des véhicules silencieux et non polluants, à compaction électrique, et des systèmes de collectes sélectives exigeant une moindre emprise au sol ; le tri automatique des déchets – qu'il soit granulométrique, magnétique, optique... –, car il conditionne l'efficacité du recyclage ; des procédés à hauts rendements des déchets pour régénérer les huiles usagées ou pour transformer les déchets organiques en biocarburants alimentant les flottes de véhicules des collectivités ; le recyclage



© PHOTO THEQUE VEOLIA



matière, afin de transformer les déchets en matières premières secondaires... » L'exemple des voitures et des déchets électroniques a été particulièrement mis en avant, car on peut en retirer des métaux rares comme le tantale, l'indium, le lithium...

Énergie et transports encore plus « verts »

Veolia a donné sa vision du transport du futur proche, conditionnant la recherche d'aujourd'hui : « Les formes de mobilité [...] combineront bus, trains, métro, tramways, vélos, ferries, navettes fluviales, avec une interopérabilité renforcée. L'intermodalité, clé de voûte des systèmes de transport du XXI^e siècle, sera organisée autour de pôles d'échange plus pratiques et plus sûrs. [...] Le bus de demain sera devenu un biobus à haut niveau de services : plus écologique, plus confortable, plus "intelligent", facilement accessible à tous, y compris aux personnes âgées ou handicapées. Les technologies de

l'information simplifieront la mobilité individuelle, avec des systèmes de billettique unique pour tous les transports, le calcul d'itinéraires multimodaux sur Internet, la mesure de l'empreinte environnementale de chacun en temps réel... Ce qui suppose une ingénierie de réseau plus fine, des interconnexions plus nombreuses et adaptées, des motorisations moins polluantes, une connaissance précise des besoins de déplacements. [Cela impose] de l'innovation pour créer des

solutions de mobilité durable, pour déployer une chaîne de mobilité efficace, composée de systèmes de transports parfaitement intégrés entre eux. »

En matière d'énergie, Veolia explore trois axes de travail : « Augmenter l'efficacité énergétique des services urbains, poursuivre leur migration vers des énergies renouvelables et, à défaut d'abandonner les énergies fossiles, les rendre artificiellement propres en capturant les gaz à effet de serre qu'elles dégagent. » Autrement dit, « cela signifie capter les multiples sources d'énergie inexploitées des villes et industries, comme la chaleur des eaux usées ou les biogaz issus des déchets organiques. Constituer localement des mix énergétiques verts et crédibles par rapport aux besoins. Maîtriser la demande grâce à des bâtiments "énergétiquement intelligents", des réseaux électriques intelligents... »

Les objectifs sont clairs, les moyens sont là, et la mécanique de l'innovation fonctionne plutôt bien. Il ne manque plus qu'à transformer les espoirs en succès. □

En matière d'énergie, Veolia explore trois axes de travail : augmenter l'efficacité énergétique des services urbains, poursuivre leur migration vers des énergies renouvelables et, à défaut d'abandonner les énergies fossiles, les rendre artificiellement propres en capturant les gaz à effet de serre qu'elles dégagent.

Veolia transport et télébillettique.



© DIDIER ROBICIS / PHOTO THEQUE VEOLIA