

LE RÔLE DE L'ÉTAT POUR L'INNOVATION DANS LES SERVICES ENVIRONNEMENTAUX

Henri Boyé
Consultant en énergie et en eau



Henri Boyé, Diplômé de l'Ecole Polytechnique et de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (X-Ponts) Ingénieur Général Honoraire des Ponts, Eaux et Forêts, a fait carrière d'abord au ministère de l'Industrie français comme fonctionnaire technique, puis à EDF à l'international, Directeur Afrique puis Délégué au Maroc, puis à nouveau au Ministère en charge de l'Environnement au CGEDD (Conseil général de l'Environnement et du Développement Durable), Coordonnateur Energie et Climat et spécialiste en énergies renouvelables. Président du projet coopératif EMACOP (Energies marines côtières et portuaires), il est aujourd'hui consultant en énergie et eau, surtout dans des pays africains.

Le pouvoir du secteur public pour favoriser l'innovation est important, et souvent sous-estimé, avec des formes d'aide diverses mais toujours utiles. Cet article présente le témoignage d'un ancien haut fonctionnaire technique, Henri Boyé, IGPEFX Ponts, ancien Directeur Afrique chez EDF, ex Coordinateur Energie Climat au Conseil Général Environnement et Développement Durable, aujourd'hui Consultant international en énergie et eau, très impliqué dans le soutien de l'Etat en matière d'innovation, en France, avec un exemple particulièrement innovant dans les énergies marines renouvelables : l'hydrolienne à membrane ondulante de EEL Energy, au niveau européen et à l'international en Afrique.

INTRODUCTION

Le pouvoir du secteur public pour favoriser l'innovation est souvent sous-estimé. L'État joue un rôle actif dans la stimulation d'une croissance fondée sur l'innovation. Toutefois, certains pays produisent un plus grand nombre d'innovations que d'autres. Cet article se concentre sur le rôle que l'État peut jouer pour soutenir l'innovation axée sur une mission et orientée vers un but précis, ainsi que sur la manière dont la gouvernance et les politiques peuvent améliorer la capacité d'innovation dans les pays.

Dans ma vie professionnelle, j'ai toujours été attiré par l'innovation, et ai beaucoup participé à son soutien, y compris en poste à l'intérieur du système étatique français. Aujourd'hui extérieur à l'administration d'Etat, je peux exprimer un jugement plus personnel, ce qui m'a été demandé par l'Institut Veolia, sur le rôle de l'État dans la mise en œuvre de l'innovation dans les services environnementaux.

En 1988, jeune ingénieur à EDF, j'ai été cofondateur de l'Association TRANSINNOVA (pour le transfert des compétences, des technologies des innovations) et eu la chance de participer à une mission aux États-Unis, alors leader mondial en matière d'innovation. Un exemple emblématique est 3M, inventeur des *Post it*, la petite feuille de papier autoadhésive amovible pourvue de colle qui ne sèche pas, ce qui n'était pas recherché au départ, un exemple de « sérendipité » (résultat de la rencontre fortuite entre une situation banale et une préoccupation apparemment sans rapport avec elle, débouchant sur une combinaison créative et favorable et sur un marché mondial).

Mais en fait, l'innovation est un processus bien plus long et difficile, et il y a beaucoup plus d'échecs que de succès parmi les projets d'innovation. Il faut du temps, de l'argent, et des ressources, en associant tout un écosystème et l'implication de nombreux acteurs de la chaîne de valeur : inventeurs, laboratoires et universités, porteurs de brevets, start-up, développeurs d'application, investisseurs et financiers, fabricants, sociétés de service, sous-traitants, pour traverser « la vallée de la mort » du développement et arriver à une phase industrielle.

L'innovation correspond à la mise en œuvre de nouvelles technologies, de nouveaux usages ou de nouvelles méthodes, des processus de modernisation, dans la compétition et avec souvent la difficulté des freins au changement...

LE RÔLE DE L'ÉTAT FRANÇAIS ET DE L'UNION EUROPÉENNE POUR SOUTENIR L'INNOVATION

Au niveau français, et au niveau européen, il y a beaucoup d'aides à l'innovation, ainsi que d'organismes soutenant l'innovation, incitations et aides financières, avec sélection des projets potentiels parmi des candidats nombreux.

Je citerai l'ANR (Agence Nationale de la Recherche), l'ADEME, les IEED (Instituts d'Excellence dans le domaine des Énergies Décarbonées), les Concours d'Innovation, les AMI (Appels à Manifestation d'Intérêt) de l'ADEME, les crédits impôts recherche, les FASEP (Fonds d'Aide au Secteur Privé), la BPI France, le CGI (Commissariat général aux Investissements) d'Avenir, le CEA (Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies alternatives), l'IFP (Institut français du pétrole) énergies nouvelles, le CNRS, le BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières), les grands groupes de l'énergie et l'environnement, EDF, ENGIE, TOTAL, SUEZ, VEOLIA (qui ont leurs projets propres mais interviennent aussi sur des appels à projets lancés par l'état français), l'Europe, le SER (Syndicat des Énergies renouvelables), la Coopération Européenne, l'OME (Observatoire Méditerranéen de l'énergie), le Plan Bleu Méditerranée, etc.

Ainsi, l'ANR, opérateur de l'État pour la gestion de France 2030, poursuit les engagements des Programmes d'investissements d'avenir (PIA) créés en 2010, avec pour objectifs de stimuler l'emploi, de renforcer la productivité et d'accroître la compétitivité des entreprises françaises, en favorisant l'investissement et l'innovation dans des secteurs prioritaires, générateurs de croissance.

Les fonds d'amorçage sont spécialisés dans l'apport en capital pour les entreprises innovantes, et participent aux premiers tours de table (ou levée de fonds) afin de financer les dépenses préalables à la création d'une entreprise, payer les frais de recherche et de développement, les études de faisabilité et de marchés, ou encore les frais d'expertise financière ou juridique. Il existe de nombreux fonds d'amorçage, dont le Fonds national d'amorçage (FNA) créé dans le cadre du programme des investissements d'avenir (PIA ou « Grand Emprunt »), doté de 600 millions d'euros et géré par BPI France Investissement. **Au plan régional** opèrent des fonds d'amorçage semi-publics régionaux, les régions privilégiant les entreprises situées dans leur zone géographique et soutenant l'économie locale.

Par ailleurs, il faut citer **le rôle normatif et réglementaire de l'État**, qui a un impact important pour développer des solutions innovantes dans le domaine de l'environnement.

L'Afnor publie un guide normatif du management de l'innovation. Non contraignant, ce document trace le parcours idéal à suivre par une entreprise innovante.

Il y a tout un **processus de sélection et d'accompagnement** au départ des innovations, selon leur niveau de maturité, et dans la durée. La sélection est importante et difficile : Quelles opérations aider ? Selon quels critères ? C'est la difficulté du choix. Au niveau européen, j'ai moi-même participé, à sept reprises à Bruxelles, à des groupes d'évaluation, notation et sélection de projets de recherche répondant à des appels d'offres européens pour la Recherche

et innovation en Méditerranée, évaluation faite en analyse multicritères par une équipe d'experts, sans conflit d'intérêt, venant de divers pays et horizons.

UNE INITIATIVE FRANÇAISE POUR L'INNOVATION, LES IEED - INSTITUTS D'EXCELLENCE DÉDIÉS AUX ÉNERGIES DÉCARBONÉES

L'objectif du programme « IEED » des investissements d'avenir est de faire émerger en France, en s'inspirant des meilleures pratiques internationales, de 5 à 10 IEED au sein de campus d'innovation technologique de dimension mondiale. A l'issue de plusieurs appels à projets, chaque IEED retenu bénéficie d'une dotation pour réaliser des investissements et soutenir son fonctionnement dans la durée. Ces instituts regroupent, en pôles d'innovation, des établissements de formation, des laboratoires de recherche appliquée publics et privés, des moyens de prototypage et de démonstration industrielle au travers de partenariats stratégiques publics-privés en matière de recherche, de formation et d'innovation, pour piloter des programmes de recherche couplés à des plates-formes technologiques de développement expérimental orientés vers les besoins des marchés, en veillant au transfert des connaissances vers les entreprises du fait du partenariat mis en place dès l'amont et à la valorisation socio-économique des résultats obtenus.

Au niveau français, et au niveau européen, il y a beaucoup d'aides à l'innovation, ainsi que d'organismes soutenant l'innovation, incitations et aides financières, avec sélection des projets potentiels parmi des candidats nombreux

Des exemples d'IEED : pour les filières énergétiques et climatiques porteuses d'avenir (comme la géothermie, l'efficacité énergétique des bâtiments, les outils de maîtrise de l'énergie et d'atténuation, méthodes d'observation, stratégies d'adaptation, les énergies marines, l'hydrogène et les piles à combustible, l'énergie solaire, la chimie du végétal et les biotechnologies industrielles, le stockage de l'énergie et les réseaux intelligents, ainsi que le captage-stockage et la valorisation du CO₂...)

- **FEM (France Énergies Marines)**, dans le domaine des énergies marines renouvelables (éolien offshore, hydrolien, énergie houlomotrice et maréthermique). Implanté à Brest ;
- **Supergrid**, dans le domaine des réseaux de transport électrique (développement de systèmes de transport de grandes quantités d'électricité sur de longues distances). Basé à Villeurbanne ;
- **l'IFMAS (Institut Français des Matériaux Agrosourcés)** dans le domaine de la chimie verte (ex : valorisation de la biomasse, en particulier de macromolécules d'amidon). Implanté à Villeneuve d'Ascq (Nord) ;
- **Green Stars**, dans le domaine des biocarburants et de la valorisation du CO₂ (procédés innovants pour la récolte ou la bioraffinerie des microalgues). Le site principal de Green Stars est situé à Mèze (Hérault) ;
- **l'IPVF (Institut Photovoltaïque d'Ile-de-France)**, dans le domaine des dispositifs solaires photovoltaïques de nouvelles générations (technologies dites « couches minces »). Situé sur le campus de Paris Saclay ;
- **VeDeCom (Institut du Véhicule Décarboné et Communicant et de sa Mobilité)** dans le domaine des transports terrestres et de l'écomobilité. Basé à Satory (Versailles) ;

- **Geodnergies** (Géotechnologies pour décarboner les énergies) dans le domaine des technologies du sous-sol (géothermie, stockage de CO2 et d'énergie). Son site principal est situé à Orléans ;
- D'autres projets sont également financés dans le domaine de l'efficacité énergétique et du solaire.

L'aide de l'Etat n'est pas que financière, elle est aussi dans l'**accompagnement des projets**. De 2007 à 2015, au CGEDD (aujourd'hui IGEDD - Inspection générale de l'environnement et du développement durable), à la section Sciences et Techniques devenue TECl (Transition énergétique, construction et innovation), j'ai été « Coordonnateur énergie et Climat » et expert en énergies renouvelables, photovoltaïque et éolien, stockage de l'énergie, efficacité énergétique, smart grids, déchets et « économie circulaire », et surtout expert en énergies marines renouvelables.

J'étais alors dans une position privilégiée où on m'envoyait beaucoup de porteurs de projets innovateurs, parfois inventeurs

de « moutons à 5 pattes », et j'ai ainsi rencontré en 2011 les porteurs du projet **EEL Energy**, extrêmement original et novateur, une hydrolienne à membrane souple oscillante sans turbine ni hélice.

L'INNOVATION SUR LE PLAN INTERNATIONAL ET EN AFRIQUE

Selon une analyse du nombre de dépôts de brevets dans le monde, tenue à jour par l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (OMPI), l'innovation est principalement le fait des pays du Nord et des pays les plus développés, à l'exception de la Chine qui a doublé les Etats-Unis. De nouveaux acteurs, en particulier les pays asiatiques, sont à l'origine d'un nombre croissant d'activités de recherche scientifique et d'inventions, un domaine autrefois presque exclusivement réservé à une poignée de pays riches. En 2021, la Chine a soumis 1,59 million de demandes de brevet, plus du double du nombre soumis par les États-Unis

EEL ENERGY, L'ANGUILLE ÉLECTRIQUE À MEMBRANE OSCILLANTE, 100% BIOMIMÉTIQUE DES HYDROLIENNES AQUATIQUES À MEMBRANE IMITANT LE MOUVEMENT DES POISSONS

L'hydrolienne EEL Energy développe une technologie de rupture dans le domaine des hydroliennes, sans turbine, qui se sert du courant pour actionner une membrane souple, ondulant comme une queue de baleine dans l'eau, ondulation qui propulse certains poissons à 110 km/h !

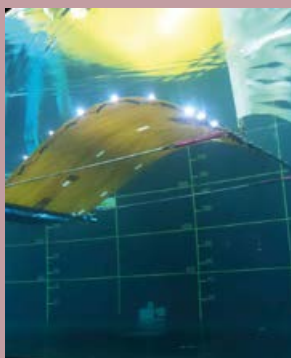
En 2011, création de EEL Energy, premiers essais à petit modèle dans une baignoire à Paris, rue des Ecoles, puis à Boulogne au bassin IFREMER, présentation de EEL Energy à la COP21, soutien de la BPI (Banque Publique d'Investissement). Le projet est co-financé par l'Union européenne, avec le Fonds de développement européen de développement régional (FEDER). Puis essais en rade de Brest, un long processus avec bien des difficultés surmontées : la start-up a réussi en 2022 un passage à l'échelle avec un générateur de 30 kW affichant un gain d'efficacité de 50% par rapport aux hydroliennes classiques à turbine. Aujourd'hui en 2023, EEL Energy a installé sur le Rhône une première machine pré-commerciale de

30-50 kW positionnée sur une portion du fleuve entre la cité internationale et Caluire, dans le cadre d'un partenariat avec les Voies navigables de France (VNF), dans ce qui sera la première ferme hydrolienne en France. Les équipes travaillent maintenant sur un générateur fluvial de 250 kW et une hydrolienne marine de 750 kW.

La demande en électricité verte explose et les énergies marines, bien plus prévisibles que les ENR intermittentes, contribueront de manière significative au mix énergétique de demain.

La société est approchée par des pays africains, nord et sud-américains pour des projets d'électrification rurale, et par les grands énergéticiens européens pour le développement de fermes hydroliennes marines.

Le soutien continu et accru de l'Etat sera nécessaire et crucial pour permettre à EEL Energy de devenir un leader mondial dans son domaine !



En Bassin Ifremer, et en rade de Brest.



Photo de la barge à Lyon sur le Rhône.

(WIPO, 2022). La répartition géographique de l'innovation peut sembler paradoxale : la production de connaissances scientifiques et l'innovation sont à la fois de plus en plus mondialisées, interconnectées à l'échelle mondiale et intensément concentrées dans quelques pôles locaux.

En tant qu'institution spécialisée des Nations Unies, l'**Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI)** contribue à la réalisation des Objectifs du Développement Durable (ODD) en fournissant des services concrets à ses États membres, leur permettant d'utiliser le système de propriété intellectuelle pour stimuler l'innovation, la compétitivité et la créativité dont ils ont besoin pour atteindre ces objectifs. Ce n'est que grâce à l'ingéniosité humaine qu'il sera possible d'élaborer de nouvelles solutions pour venir à bout de la pauvreté, doper la productivité agricole et assurer la sécurité alimentaire, lutter contre la maladie, améliorer l'éducation, protéger l'environnement, accélérer la transition vers une économie à faible émission de carbone, augmenter la productivité et stimuler la compétitivité des entreprises.

Le rôle normatif et réglementaire de l'Etat a un impact important pour développer des solutions innovantes dans le domaine de l'environnement

RECHERCHE, INNOVATION ET DÉVELOPPEMENT DURABLE DANS LE CONTEXTE AFRICAIN

Force est de constater que l'Afrique subsaharienne est très largement sous-représentée dans cette course aux brevets mondiale. L'Afrique est appelée à représenter le quart de la population de la planète en 2050, mais elle ne compte aujourd'hui que 2,4 % des scientifiques du monde, moins de 1 % des dépôts de brevets et moins de 4 % des publications scientifiques (CNRS, 2021).

L'Afrique subsaharienne a une population très jeune, en forte croissance démographique. La déforestation et le changement climatique menacent, malgré un grand potentiel en énergie renouvelable, hydroélectrique et solaire restant sous exploité. Le retard d'électrification fait partie des causes limitant le développement et l'innovation.

Pour les pays d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (OEACP), le **Fonds ACP pour l'innovation**, financé par l'Europe, est une composante clé du programme de recherche et d'innovation (R&I). À la suite d'un appel à propositions européen publié en octobre 2019, ce Fonds ACP pour l'innovation finance 12 consortiums pour un soutien aux acteurs de la R&I dans les pays ACP, tant sur un plan financier que technique, par le biais du renforcement des capacités, de l'assistance par des pairs, du mentorat, de la mise en réseau, de l'échange d'expériences et du plaidoyer des politiques. Ces 12 projets sont situés chacun dans une zone géographique différente, et dans des domaines divers, agriculture verte, accès à la culture numérique, enjeux climatiques, santé, en prenant en compte le contexte local et les synergies, en promouvant les savoirs locaux et autochtones et leur utilisation en matière de connaissance, dans un écosystème d'innovation inclusif, et sont associés à des efforts visant à constituer une masse critique de personnes qualifiées adaptées à la demande du marché du travail.

Un des 12 projets est le **PDTIE, Projet de déploiement des technologies et innovations environnementales pour le développement durable et la réduction de la pauvreté**, en RDC et Cameroun, qui vise à préparer l'avenir en agissant pour le renforcement et l'amélioration des capacités de R&I appliquée par la formation des scientifiques, techniciens et ingénieurs ciblés,

en dotant ces acteurs de moyens matériels et financiers nécessaires, de soutien aux innovations scientifiques et techniques en faveur du développement durable et adaptées aux contextes, besoins et savoirs locaux.

La très grande richesse naturelle de cette région d'Afrique centrale, grâce notamment au réseau hydraulique du bassin du fleuve

Congo, offre d'importantes perspectives à l'innovation environnementale dans le domaine des énergies renouvelables. Ces potentialités s'accompagnent encore aujourd'hui de taux d'électrification extrêmement faibles dans les deux pays. Selon les données de l'Agence internationale de l'énergie (AIE, 2019), le taux d'électrification au Cameroun était de 69 %, et de seulement 19 % en RDC, en faisant de celui-ci l'un des pays les moins électrifiés au monde, le retard d'électrification fait partie

des causes limitant la recherche et l'innovation.

Dans les technologies numériques émergentes pour l'énergie et l'environnement, l'Afrique se développe très vite, utilisant les TIC, en matière de téléphone et de paiement par mobile, pour les petits réseaux électriques pour l'électrification décentralisée avec énergie solaire et stockage ; les compteurs communicants et méthode de paiement par *Pay as You go* à distance par les utilisateurs, permettant la viabilité financière des projets.

EN CONCLUSION

Un soutien approprié, initial et dans la durée, des pouvoirs publics et de l'Etat pour l'innovation en matière d'énergie et d'environnement est indispensable pour le progrès et le développement durable. Et ce soutien existe en France sous de nombreuses formes, avec des moyens assez importants.

Une attention particulière est portée sur les technologies vertes, incubateurs technologiques, collaboration avec des partenaires internationaux, associations actives dans la recherche et l'innovation pour la préservation de l'environnement,

Des questions importantes sont à préciser : Pourquoi certaines innovations réussissent ? Et à l'inverse, pourquoi cela ne marche pas dans de nombreux cas, avec des occasions ratées ?

Il faut la persévérance des acteurs, un soutien financier important et de longue durée (plus de 10 ans pour les hydroliennes d'EEL Energy), l'immersion dans un écosystème stimulant, des connexions au marché, des opportunités bien saisies, et la compétitivité maintenue dans la durée face à la concurrence, pour réussir en relevant les défis d'aujourd'hui et de demain.

Il faut en particulier traverser la « vallée de la mort », un moment critique de l'innovation dans la stratégie d'entreprise, de forte mortalité des start-ups lors de la phase d'industrialisation, où l'investissement se raréfie, où le risque est le plus élevé, et où les investisseurs craignent que le projet n'aboutisse pas ou qu'il ne soit pas assez rentable. A ce moment critique le soutien de l'Etat et de la puissance publique devra absolument être présent pour le succès des bons projets.