



Une île écologique modèle ?

Sur El Hierro, une île des Canaries, des dispositifs innovants sont mis en place pour la gestion de la biodiversité, de l'eau et de l'énergie.

Alain GIODA est chercheur à l'Institut de recherche pour le développement (IRD) et expert auprès du débat national sur la transition énergétique.

Carlos RECIO est directeur technique de l'entreprise Natural Aqua Systems, aux Canaries.

Luis SANTANA météorologue, collabore avec les Départements d'agriculture (les *Agrocabildos*) des îles Canaries, à Tenerife.

Bienvenue sur l'île d'El Hierro, un petit bout de terre aride d'environ 270 kilomètres carrés (deux fois et demie la superficie de Paris), dans l'archipel des Canaries. Les habitants de l'île ont longtemps été d'une grande pauvreté et nombreux sont ceux qui se sont embarqués clandestinement pour l'Amérique. D'autres ont choisi de s'installer sur les îles voisines de Tenerife et Grande Canarie, surtout pendant les sécheresses. Aussi, l'île n'abritait-elle que 7 200 habitants au début des années 1990. Toutefois, vingt ans plus tard, la population a atteint 11 000 habitants (avant de diminuer quelque peu avec la crise économique espagnole). Cela correspond à la plus forte progression démographique des Canaries durant cette période. Pourtant, ni tourisme de masse ni boom économique n'en sont la cause. Comment expliquer un tel engouement pour El Hierro ?

Sous l'impulsion de Tomás Padrón, ingénieur électricien et figure politique locale, l'île s'est dotée d'un ensemble unique, à la fois pour la préservation de la biodiversité et pour la production d'énergie :

dès cette année, l'électricité y sera essentiellement produite de façon renouvelable et sans émission de dioxyde de carbone, cela sans qu'un raccordement à un réseau continental permette de gérer l'intermittence des énergies renouvelables; ce sera la seule île au monde dans ce cas. En outre, des dispositifs de captage de l'eau du brouillard y ont été installés. El Hierro est devenu un exemple, mais son modèle est-il reproductible à grande échelle sur les îles et sur les continents ? La question est importante, car les îles abritent quelque 600 millions de personnes dans le monde. Pour le savoir, une visite de l'île s'impose.

El Hierro n'a pas connu l'explosion démographique et l'afflux de touristes que l'on observe sur les autres îles de l'archipel. En conséquence, le milieu naturel et les activités traditionnelles ont été bien préservés. De fait, El Hierro était un modèle d'intégration de l'homme dans la nature, notamment à travers des activités telles que l'agriculture, l'élevage et la pêche, pratiquées de façon traditionnelle. L'impact du tourisme et de l'industrie sur les paysages était nul



© Corona del Viento El Hierro, S.A.

à la fin des années 1990, fait unique aux Canaries. Cette originalité a conduit au classement de l'île en réserve de la biosphère par l'Unesco en 2000. Ce statut désigne une zone conciliant la préservation de la biodiversité et les activités humaines. Il est moins contraignant que celui de parc national, notamment pour les activités humaines : des zones tampons et de transition sont ainsi prévues pour favoriser un développement économique durable.

Un autre élément a été déterminant pour que le programme MAB (*Man and Biosphere programme*) de l'Unesco accepte le dossier, déposé à la fin des années 1990 : une gestion durable de la zone montagneuse et, en particulier, la plantation d'arbres « fontaines » recueillant l'eau du brouillard.

Des arbres fontaines

Selon l'histoire locale, corroborée par les récits des explorateurs, un tel arbre poussait jadis à El Hierro, à environ 1 000 mètres d'altitude, mais il a été arraché par un ouragan en 1610. Nommé garoé par les indigènes, il était situé au fond d'un vallon, de sorte que le brouillard, poussé par le vent, y déposait ses gouttelettes sur les feuilles. L'eau ruisselait et était recueillie dans des puits. L'arbre était vénéré par les premiers habitants de l'île, les Bimbaches, qui le considéraient comme leur ancêtre totémique. Après la conquête de l'île par les Espagnols au XV^e siècle, il a été dessiné sur les armoiries d'El Hierro.

Cet arbre sacré était un *Ocotea foetens*, un laurier endémique des Canaries. En 1948, lors d'une grande sécheresse, Zósimo Hernández Martín, le chef des gardes forestiers, replanta un de ces lauriers à l'ancien emplacement du garoé, en récupérant une bouture d'un autre arbre. Il y est toujours présent et

a retrouvé un rôle symbolique, ayant notamment donné son nom à la radio locale. L'eau du brouillard y est à nouveau recueillie dans les anciens puits.

De nombreux autres arbres de l'île, d'espèces variées, pouvaient faire office d'arbres fontaines, en raison d'une position géographique privilégiée (située notamment face au vent, qui pousse le brouillard sur les feuilles). Depuis les années 1960, des systèmes de bassins et de canalisations ont été aménagés sous plusieurs dizaines de ces arbres pour récupérer l'eau. Dans les années 2000, des dispositifs nommés attrape-brouillards, constitués de filets tendus sur des structures arborescentes en acier inoxydable, ont aussi été installés dans les endroits sans arbres (*voir la figure page 53*). Au total, ces installations ne collectent que quelques mètres cubes d'eau par jour. L'impact est donc pour l'instant symbolique, mais il pourrait augmenter.

De 2006 à 2008, un programme européen nommé *Interreg*, financé par le FEDER (Fonds européen de développement régional), a évalué le potentiel en eau du brouillard : si toutes les zones brumeuses de l'île (10 % de sa surface, soit 2 450 hectares) étaient couvertes d'attrape-brouillards, le volume d'eau recueilli serait de 34,3 à 49 millions de mètres cubes par an (moins une petite partie qui s'évapore). L'apport du brouillard pourrait donc être important.

Grâce aux financements associés au statut de réserve et au fonds FEDER, plusieurs projets écologiques ont été développés, tels l'agrotourisme et le recyclage des déchets. En outre, l'île s'est tournée vers des solutions énergétiques durables. Une installation comprenant une station de transfert d'énergie par pompage-turbinage (STEP) marine connectée à cinq

L'ESSENTIEL

- L'île d'El Hierro, dans les Canaries, expérimente diverses mesures écologiques.
- Parmi elles, véhicules électriques, système hydro-éolien produisant de l'électricité, Wi-Fi gratuit partout, attrape-brouillard...
- L'île produit son électricité très largement grâce à des énergies renouvelables.
- Ce modèle est surtout applicable aux îles. Il est plus difficile à mettre en œuvre dans les régions industrielles ou densément peuplées.

éoliennes est en effet en service. Elle comprend deux réservoirs situés à des altitudes différentes et reliés par des conduites ; en période de surproduction, une partie de l'électricité des éoliennes actionne des pompes qui envoient l'eau vers le réservoir supérieur ; quand on manque d'électricité, l'eau redescend vers le réservoir inférieur en actionnant des turbines hydroélectriques (voir la figure ci-dessous).

Les éoliennes fournissent déjà l'essentiel de l'électricité de l'île, la STEP, inaugurée le 27 juin 2014, aidant à gérer l'intermittence du vent. Aujourd'hui, elle est dimensionnée pour fournir toute l'électricité de l'île pendant deux jours sans vent, une durée qui sera peut-être allongée à huit jours grâce au creusement d'un second réservoir inférieur. Une ancienne centrale thermique est maintenue en veille pour pallier à l'absence prolongée de vent et complète le mix énergétique. Divers projets sont à l'étude pour parvenir au tout renouvelable (biomasse, centrale solaire, exploitation de l'énergie des vagues...).

Les STEP sont des installations assez classiques, mais le système d'El Hierro est inédit. Il n'existe qu'une autre STEP marine, au Japon, à Okinawa, où la mer joue le rôle de réservoir inférieur. En revanche, à El Hierro, un bassin inférieur, d'une capacité de 140 000 mètres cubes, a été construit 50 mètres au-dessus du niveau de la mer. Bien qu'il soit alimenté par l'eau de mer une première fois, celle-ci est dessalée (par osmose inverse) grâce, là encore, à l'électricité produite par les éoliennes. Ainsi, de l'eau douce circule dans le circuit fermé de

pompage-turbinage : une partie de celle du réservoir supérieur sera utile pour l'irrigation et on évite la corrosion du système par l'eau de mer.

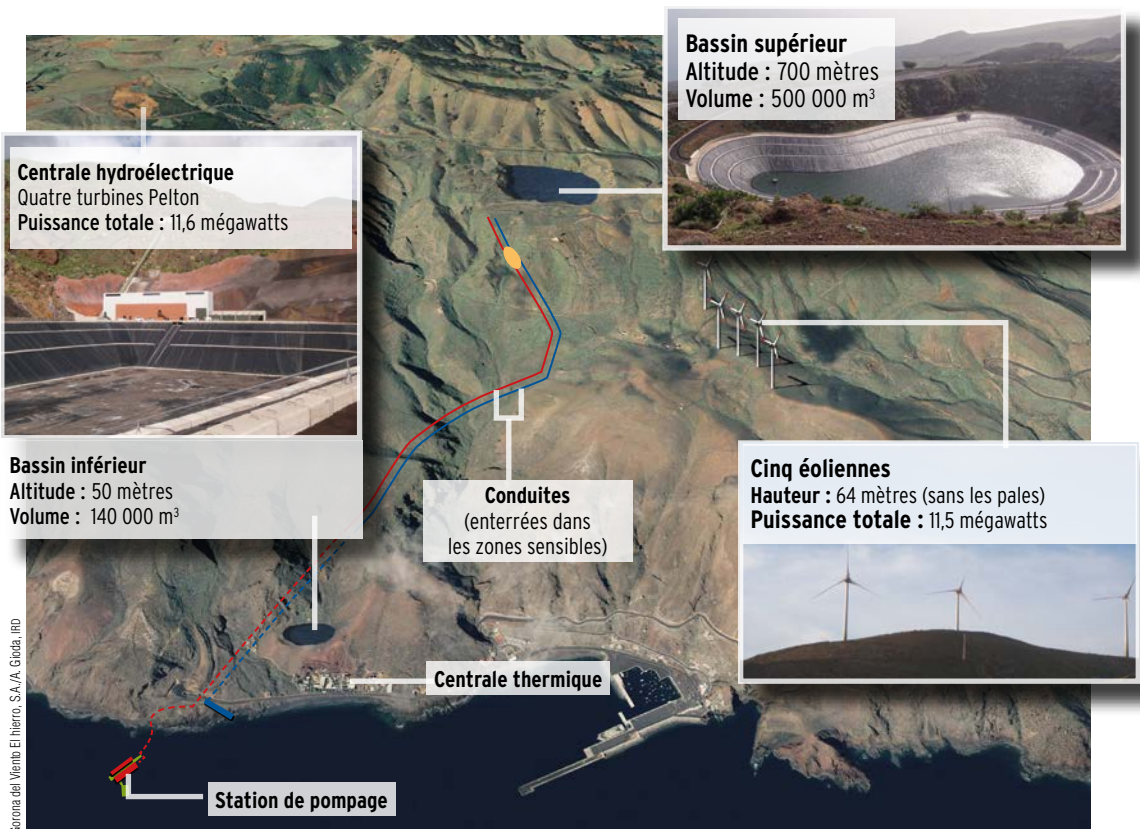
Vers le tout renouvelable

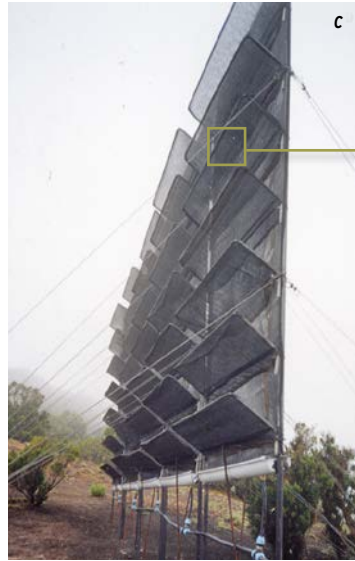
Ces solutions énergétiques permettront d'économiser, à court terme, une bonne part des 6 000 tonnes annuelles de fioul (2 millions d'euros) consommées par l'ancienne centrale thermique. En outre, le bénéfice écologique est substantiel.

La question des transports a aussi été examinée, afin de remplacer les 6 400 véhicules recensés sur l'île (hors camions) par des véhicules électriques, notamment grâce à des incitations financières. Ce plan est à ses débuts : il y a 3 points de recharge rapide et quelques véhicules électriques circulent, dont ceux de l'administration dans le cadre d'une convention avec un constructeur automobile. Pour recharger les batteries, 35 stations seront installées. Selon les estimations, 8 gigawattheures par an suffiront pour alimenter ces nouveaux véhicules et près de 5 000 tonnes d'émissions de dioxyde de carbone seront évitées si tous ceux de l'île sont remplacés. Attention toutefois au « coût écologique » de ce remplacement : fabriquer une voiture électrique entraîne l'émission d'environ 5 tonnes de dioxyde de carbone.

Qu'en est-il des solutions énergétiques mises en place à El Hierro pour d'autres régions ? Des STEP sont en service depuis le début du XX^e siècle. Il s'agit d'un système éprouvé et efficace, même si les phases de pompage et de turbinage entraînent des pertes,

UNE INSTALLATION UNIQUE au monde est à El Hierro. Cinq éoliennes fournissent l'essentiel de l'électricité consommée sur l'île. Une station de transfert d'énergie par pompage-turbinage (STEP) pallie les sautes de vent, grâce à deux bassins : en période de surproduction, l'eau est dessalée et pompée jusqu'au bassin supérieur, et lorsque le vent tombe, elle redescend jusqu'au bassin inférieur en faisant tourner des turbines hydroélectriques. Les conduites reliant les deux bassins sont enterrées dans les zones protégées.





CAPTER LE BROUILLARD. Les premiers systèmes de collecte ont été inspirés par dispositifs naturels, tels les agaves, au Cap-Vert, et les lauriers, à El Hierro (a). L'eau recueillie coule ensuite dans des canalisations (b) et est stockée dans des réservoirs. Aujourd'hui, on dresse des filets (c) qui capturent les gouttelettes de brouillard en suspension (d).

A. Gioda, IRD

Natural Aqua Canarias

de l'ordre de 20 %. Elles peuvent être construites aussi bien sur les îles que sur le continent, le critère déterminant étant le relief. L'Agence internationale de l'énergie (AIE) évalue la capacité mondiale des STEP à 150 gigawatts, dont 100 gigawatts sont déjà installés. De nombreux sites restent donc à équiper.

En France, les principaux sites de montagne sont déjà équipés, sauf dans la vallée de la Durance. En revanche, de nombreuses STEP marines pourraient être construites. Un projet piloté par EDF vise à l'installation d'une STEP marine en Guadeloupe : exploitant un dénivelé de 50 mètres, elle produirait 50 mégawatts et stockerait 1 gigawattheure. Un autre projet, moins avancé, concerne La Réunion.

Le transport électrique est une bonne solution à El Hierro, car l'île est petite et montagneuse, de sorte que sa topographie impose des déplacements courts et à faible vitesse. Les voitures électriques, qui sont encore peu autonomes, mais dotées d'une bonne accélération au démarrage, y sont bien adaptées. Leur généralisation sera plus difficile sur le continent, où les déplacements peuvent être longs et rapides, notamment sur les autoroutes.

De façon générale, l'utilisation de plusieurs énergies renouvelables pallie en partie leur intermittence. Des moyens de stockage sont aussi nécessaires. Une solution envisagée est le *Vehicule-to-Grid* (littéralement « du véhicule au réseau »), ou V2G : l'électricité est stockée dans les batteries des voitures à l'arrêt lorsque la production est excédentaire et disponible pour le réseau en cas de demande. En juin 2012, ENDESA, la compagnie qui fournit El Hierro en électricité, a inauguré une station-service électrique réversible de ce type à Malaga, en Andalousie, et va en ouvrir une seconde à La Graciosa, une autre île des Canaries. Cela devrait aussi venir à El Hierro.

El Hierro est passée en 50 ans du stade rural au stade postindustriel avec des inconvénients mineurs,

d'où une bonne acceptation du nouveau modèle par la population. Sur le continent, il sera plus difficile de faire ce saut dans le développement durable, notamment en raison d'une industrie et d'un tourisme de masse consommant beaucoup d'énergie.

Un modèle surtout insulaire

Si certaines solutions pourront être développées à plus grande échelle, le modèle mis en œuvre à El Hierro est donc pour l'instant surtout applicable aux îles. Un projet légèrement antérieur est celui de l'île danoise de Samsø : elle produit plus d'énergie qu'elle n'en consomme, mais elle est connectée avec le réseau électrique du continent, afin de gérer l'intermittence de la production. El Hierro est donc la seule à la gérer de façon autonome, par l'intermédiaire de sa STEP. Quelques autres îles, telle Egg, en Écosse, sont en train d'adopter un fonctionnement écologique.

L'exemple d'El Hierro montre qu'il est possible d'enclencher une transition énergétique et écologique sans nuire au développement, même en temps de crise économique aiguë. Le chômage n'y est pas plus élevé qu'ailleurs aux Canaries, malgré une éruption volcanique et des séismes ayant interrompu le tourisme et la pêche de la fin 2011 à 2012. Au contraire, les nombreux travaux créent des emplois et l'imbrication inédite de techniques vertes engendrera un savoir-faire précieux.

Récemment, le WWF a mis en garde contre de nombreux problèmes : « bombe » démographique et énergétique, réchauffement climatique, gâchis de l'eau, perte accélérée de la biodiversité... Sur tous ces points, El Hierro propose des solutions.

Alors, est-elle un modèle ? Oui, pour notre gouvernement qui l'a primée avec le Trophée 2015 des énergies renouvelables donné à son responsable politique.

livre

• J. NAVARRO HEVIA *et al.*, *Hidrología de conservación de aguas*, Universidad de Valladolid, 2009.

articles

• A. GIODA, El Hierro (Canaries) : une île et le choix des transitions énergétique et écologique, *VertigO*, vol. 14, n° 3, 2014.

• L. BALAGUER *et al.*, Forest restoration in a fog oasis, *Plos One*, vol. 6, pp. 1-9, 2011.

• O. DANIELO, El Hierro, l'île électrique, *Systèmes solaires*, n° 201, pp. 88-97, 2011.

• A. GIODA *et al.*, Fountain trees in the Canaries islands, *Advances in Horticultural Sciences*, vol. 9, pp. 112-118, 1995.