

n° 97

NOVEMBRE 2013

Lettre gratuite et mensuelle.

- 2 Entretien
Christian de Perthuis
et Pierre-André Juvet
- 2 Politique
Compensez local
Moins d'argent pour le charbon
Pas de réfugié climatique chez moi
Nouveau départ pour Life+
- 3 Sciences
Le méthane américain à la hausse
- 3 Économie
UPS se fie à Orion
Les entreprises allemandes
se prennent en main
Le prix de la montée des eaux
- 4 Initiatives
Les jachères climatiques
- 5 Action locale
En vert et contre toit
- 6-7 Dossier
Géothermie
Quand les États-Unis cherchent
l'énergie propre sous terre
- 8 Sciences & Technologies

359 milliards

de dollars. C'est le montant des investissements mondiaux réalisés, en 2011, en faveur des ENR et de l'efficacité énergétique. *A contrario*, l'Humanité consacre 500 milliards de dollars par an à subventionner la consommation d'énergies fossiles.

L'USINE À GES[®]

la lettre des professionnels du changement climatique

Édito

Varsovie ? Une presque réussite

Soulagés. De Bruxelles à Paris, les négociateurs du climat sont soulagés du résultat de la Conférence climatique de Varsovie, qui s'est achevée le 23 novembre.

« On est passé à côté du désastre », dit-on dans l'entourage du président de la République. « C'était très difficile, mais finalement on a progressé presque sur tout », souffle une conseillère de Connie Hedegaard, commissaire européenne à l'action climatique.

Tout avait pourtant très mal débuté. Dès le premier jour, le Japon annonce qu'il renonce à tout objectif de réduction d'émissions de gaz à effet de serre. Dans la foulée, le premier ministre polonais limoge son gouvernement et, avec lui, son ministre de l'Environnement, hôte du sommet.

De sales nouvelles à peine compensées par les 500 millions de dollars mis sur la table par la Norvège pour aider, d'ici à 2020, les pays les plus vulnérables au réchauffement. Autre bouffée d'oxygène avec le lancement effectif du dispositif Redd+, lequel prévoit de rétribuer les pays tropicaux qui protégeront leurs forêts, puits de carbone.

Plus globalement, les gouvernements se sont engagés à travailler un projet d'accord mondial dès le prochain sommet climatique, qui se déroulera en novembre 2014 à Lima. « Un pas essentiel pour qu'un nouvel accord universel soit signé à Paris en 2015 », estime Marcin Korolec, ex-ministre polonais de l'Environnement.

Reste à fixer les objectifs de réduction d'émissions. Une grande affaire qui n'a pas encore débuté. Les représentants des 195 États se sont juste mis d'accord sur le fait que les pays « qui le pourront » devront présenter leurs « contributions nationales » au premier trimestre 2015. L'Europe a déjà annoncé la couleur : ce sera -40 % de CO₂ entre 1990 et 2030.

Bougons à la fin du sommet, les pays en développement ont pourtant obtenu la création d'un « mécanisme de Varsovie pour les pertes et les dommages ». Un dispositif dont la vocation est d'aider les pays touchés par les conséquences des changements climatiques. Très critique sur les financements des pays du Nord, le Sud a aussi obtenu une plus grande transparence des flux financiers, ainsi que la promesse par une dizaine de pays d'abonder le fonds d'adaptation à hauteur de 100 millions de dollars.

Reste un problème non résolu : le leadership politique. La France, qui organisera, en novembre 2015, la Conférence de Paris où doit être signé le prochain accord mondial, ne veut pas s'engager. L'Europe est bloquée jusqu'à l'installation de la prochaine Commission, au second semestre 2014. Les USA ne bougeront pas jusqu'aux élections de mi-mandat de novembre 2014. Pendant ce temps, la Chine peaufine son prochain plan quinquennal.



Suivez Volodia Opritchnik sur Twitter :
<http://twitter.com/Opritchnik>

www.lusineages.com



Christian de Perthuis et Pierre-André Juvet

Économistes du climat, Christian de Perthuis et Pierre-André Juvet publient *Le Capital Vert*¹, un hymne à l'intégration du capital naturel dans l'économie. Christian de Perthuis nous en déchiffre la partition.

La décroissance est-elle une réponse possible à la crise climatique ?

Christian de Perthuis : Il y a deux versions de la décroissance. La première prône la baisse d'activité pour tous, au nom d'un hypothétique accroissement du bien-être. Cela nous semble totalement inadapté à la situation, notamment à celle des pays en développement. Quand la moitié de la population n'a pas accès aux biens et aux services essentiels, cela n'a pas de sens de prôner le recul de la production. L'autre version est plus subtile. Elle vise à décroître au Nord pour permettre au Sud de décoller. Un peu comme si dans un jeu de bases communicantes nous libérions des marges dans les pays pauvres en réduisant notre activité. Cette vision rappelle les immenses gaspillages de ressources générés par nos modes de consommation. Mais elle n'est pas réaliste. Ce n'est pas en arrêtant notre croissance que nous allons faciliter le développement au Sud mais en la redéployant vers de nouveaux modèles.

À cet égard, l'ONU propose de verdir l'économie...

C. de P. : L'intention est bonne, mais tant qu'on ne définit pas avec rigueur le concept, on risque tout juste de verdir les modes de croissance passés ou de rester dans le domaine du slogan. La croissance verte consiste à inclure le capital naturel comme facteur de production au même titre que le capital ou le travail. Ce capital est un système complexe de fonctions régulatrices dans lequel nous devons investir plutôt que de le considérer comme une mine inépuisable de richesses. Pour sortir du marasme dans lequel nous baignons depuis 2008, nous devons radicalement changer de logiciel pour créer des espaces de croissance, dans nos pays qui n'en ont plus.

Quel pourrait être ce nouveau logiciel ?

C. de P. : Les économistes considèrent le capital naturel comme un stock limité de ressources dont la rareté pèsera, à terme, sur la croissance.

(1) *Le Capital vert*, Christian de Perthuis et Pierre-André Juvet, 288 pages, Odile Jacob, septembre 2013.

.../...

Compensez local

L'agence Midi-Pyrénées du Développement durable (ARPE) a lancé, le 21 novembre, une initiative originale. Baptisée « Carbone Local », ce dispositif vise à « compenser » les émissions de CO₂ des entreprises locales, grâce à des projets menés dans la région. Dotée de 1,3 million d'euros par le conseil régional, l'ARPE va replanter des haies champêtres. Les sociétés qui contribueront à ces plantations bénéficieront, au bout de vingt ans, de « crédits carbone » locaux. Un kilomètre de haie stocke 120 tonnes de CO₂. Les laboratoires pharmaceutiques Fabre et le cimentier Cemex sont parmi les premiers à avoir investi dans ces crédits sudistes.

Moins d'argent pour le charbon

Le secrétariat au trésor US a annoncé, fin octobre, que les USA cesseraient de financer, *via* les banques multilatérales, les projets de centrales au charbon non équipées de captage-stockage de CO₂. Calquant celles qu'ont données la Banque mondiale et la BERD, ces directives seront aussi suivies par le gouvernement britannique. Paris pourrait se joindre au trio après l'adoption du projet de « *loi d'orientation et de programmation du développement et de la solidarité internationale* », prochainement défendu par Pascal Canfin.

Pas de réfugié climatique chez moi

Mi-octobre, un habitant des îles Kiribati a demandé à la justice néo-zélandaise de lui reconnaître le statut de réfugié climatique, son archipel d'origine étant menacé par la montée du Pacifique. Hélas pour Ioane Teitiota, la Haute Cour d'Auckland a définitivement rejeté sa demande, fin novembre. Dans leurs attendus, les magistrats ont rappelé que les Conventions de Genève ne prévoient pas la notion de réfugié climatique.

Nouveau départ pour Life+

Alors que la Commission voulait y mettre fin, le Parlement européen a accru de 41% le budget de l'instrument financier pour l'environnement Life+. Doté de 3,1 milliards d'euros, pour la période 2014-2020, ce programme pourra être couplé aux aides du Feder, dont 23% sont dédiées au passage à une économie décarbonée.

Le méthane américain à la hausse

.../...

Un exemple. Les stocks d'énergies fossiles sont, certes, limités. Mais nous aurons totalement déréglé le climat, avec ce que cela implique pour nos sociétés, bien avant d'avoir épuisé les gisements de charbon, de pétrole et de gaz. Ce qui doit donc primer sur la gestion de la rareté des ressources, c'est la prise en compte du système de régulation climatique qui est l'un des éléments essentiels du capital naturel. Il faut donc que les économistes représentent le capital naturel comme un ensemble de systèmes de régulation – le climat, la biodiversité, le cycle de l'eau ou de l'azote – qui permettent la reproduction des ressources. Pour revenir au climat et à l'énergie, plus que de préparer l'après pétrole, la transition énergétique doit consister à investir dans l'économie bas carbone pour préserver la fonction régulatrice de l'atmosphère. En agissant ainsi on peut économiser 25 % du PIB demain en investissant probablement moins de 1 % du PIB mondial, d'après les estimations de l'économiste britannique Stern.

Tout cela reste de la théorie...

C. de P. : Voilà des années que nous cherchons comment financer la rénovation thermique des bâtiments. Cette quête du Graal a échoué par manque de vision globale. Pour simplifier, nous ne cherchons que de l'argent pour financer les travaux d'isolation. Or, la rénovation du bâtiment – gros gisement d'emplois et de richesses – sera infiniment moins coûteuse si nous tarifions correctement le prix de l'énergie en fonction de ses impacts sur l'environnement et le climat. À partir du moment où il devient moins cher d'économiser l'énergie que de la consommer, les travaux d'isolation des logements et des bureaux seront rentables et donc aisément finançables. Ce n'est pas le cas maintenant.

Donc, le Graal se trouve derrière la hausse des prix de l'énergie et la fiscalité écologique ?

C. de P. : Oui, mais pas seulement. Nous devons progressivement faire évoluer la fiscalité. Aujourd'hui, elle frappe le travail et le capital. Demain, elle devra, en priorité, taxer les activités polluantes, émissions de gaz à effet de serre comprises. Nous devons aussi repenser le

soutien public à la transition énergétique. Nos pays ne sont plus capables de porter, à bout de bras, les énergies renouvelables, comme nous le faisons avec les tarifs d'achat de l'éolien ou du photovoltaïque. C'est coûteux pour la société, comme le prouve la hausse régulière de la CSPE, et peu efficace économiquement. Il suffit de regarder les dizaines de milliers d'emplois détruits, en Europe, dans ces deux secteurs. La réforme du système économique, telle que nous l'appelons de nos vœux, doit financer la mutation de notre système de distribution d'énergie vers des organisations décentralisées et interactives, propices à l'émergence d'énergies de flux et d'innovations locales. Cette transition doit aussi contribuer à la préservation de la biodiversité, notamment en réduisant l'artificialisation des sols.

Les réformes que vous appelez de vos vœux génèrent-elles de la casse sociale ?

C. de P. : La croissance « verte » n'est pas socialement juste par nature, contrairement à ce que suggèrent ses hérauts. Elle pourrait même être très inéquitable comme le sont du reste nombre de mesures environnementales. Pour être acceptable, elle doit respecter deux principes fondamentaux : s'accompagner d'une importante redistribution vers les ménages à faible revenu et être mise en œuvre dans le cadre d'une gouvernance qui assure la transparence et le débat sur nos choix collectifs. Par ailleurs la tarification de l'environnement ne doit pas conduire à une hausse des prélèvements obligatoires, ce qui implique que la fiscalité verte se substitue aux impôts existants et ne s'y ajoute pas.

Vous présidez le Comité de la fiscalité écologique. Ses membres sont-ils sur la même longueur d'onde que les auteurs du Capital Vert ?

C. de P. : Sur le fait de ne pas augmenter la charge fiscale il y a consensus. En revanche, sur l'intérêt d'une fiscalité incitative et sur les modes de sa redistribution, le débat reste vif !

Les émissions américaines de méthane sont plus importantes qu'annoncé. En s'appuyant sur des relevés aériens et terrestres, une quinzaine de chercheurs US estiment, dans un article paru dans PNAS, à 12,7 millions de tonnes les rejets annuels anthropiques de ce gaz naturel au fort PRG : près de 2 fois plus qu'affiché par les statistiques officielles. Dans certains États riches en forages pétroliers et gaziers, les émissions seraient trois fois plus importantes que celles recensées dans la base de données Edgar gérée par le JRC européen et le PBL néerlandais.

Économie

UPS se fie à Orion

La plus grande compagnie de messagerie du monde est en passe d'installer sur ses milliers de véhicules nord-américains un nouveau système de guidage. Baptisé « Orion », ce dispositif organise les tournées en fonction de l'état réel des routes, avec pour double objectif ponctualité et optimisation des consommations. Testé depuis trois ans, Orion devrait permettre, estime UPS, de réduire de 5,6 millions de litres la consommation annuelle de carburant et d'abattre les émissions de l'entreprise de 14 000 t CO₂ par an.

Les entreprises allemandes se prennent en main

Une trentaine de PME allemandes ont lancé, le 1^{er} octobre, l'association « entreprises pour la protection du climat ». Les membres de ce groupement prévoient de se fixer des objectifs volontaires de réduction d'émissions de GES, notamment en optimisant leur consommation d'énergie. Régulièrement, l'association diffusera un recueil des meilleures pratiques recensées parmi ses membres.

Le prix de la montée des eaux

Un rapport de la Banque asiatique de développement fait le bilan de la montée du niveau du Pacifique pour les petites nations îliennes (Salomon, Kiribati, Tuvalu, etc.). Selon les experts de la BAD, cette grande marée devrait réduire la productivité de certaines cultures (maïs, patates douces, cannes à sucre). Combiné à l'acidification, le réchauffement réduira les populations de poissons. Les plages (et donc les touristes) pâtiront aussi de l'incroyable rythme de montée des eaux (8 mm/an). Au total, le PIB des petites îles du Pacifique devrait fortement décroître dans les prochaines décennies.

.../...



Les jachères climatiques

La Commission européenne vient de distinguer un programme portugais de séquestration pédologique de carbone. En plantant des prairies et des pâtures, il contribue à accroître l'activité biologique des sols et à y stocker de gros tonnages de gaz carbonique.

Un exemple à suivre.

Depuis quelques années, de nombreux champs et pâturages des bords de route portugais sont semés de jachères fleuries. Égayant le paysage, ces plantations de fleurs sont aussi appréciées par les insectes et de nombreuses autres espèces. Il se pourrait qu'elles intéressent rapidement les financiers de la lutte contre le changement climatique. Sous l'égide du fonds carbone portugais, la société Terraprima (une entreprise issue de l'Instituto Superior Técnico de Lisbonne) a développé un ambitieux programme de séquestration pédologique du carbone. Fruit de cinq années d'expériences en plein champ, *Sown Biodiverse Pastures* (en français – « pâtures ensemencées d'espèces différentes ») consiste à semer des fleurs, des plantes et des légumineuses sur des terres agricoles dégradées. La proportion de légumineuses (qui fixent naturellement l'azote de l'air dans le sol) est de 25 %. Ce qui réduit considérablement les besoins de fertilisants par la suite.

Jusqu'à 20 espèces

Vivaces, ces végétaux accroissent sensiblement la productivité biologique des sols, séquestrent le carbone dans le sol et produisent du fourrage

de qualité pour le bétail. Ils contribuent aussi à réduire l'érosion et à restaurer la qualité pédologique des sols, souvent dégradée par l'agriculture intensive. Selon les calculs des ingénieurs agronomes de la *spin off*, la productivité des prairies, plantations et autres vergers ainsi plantés pourrait doubler en dix ans.

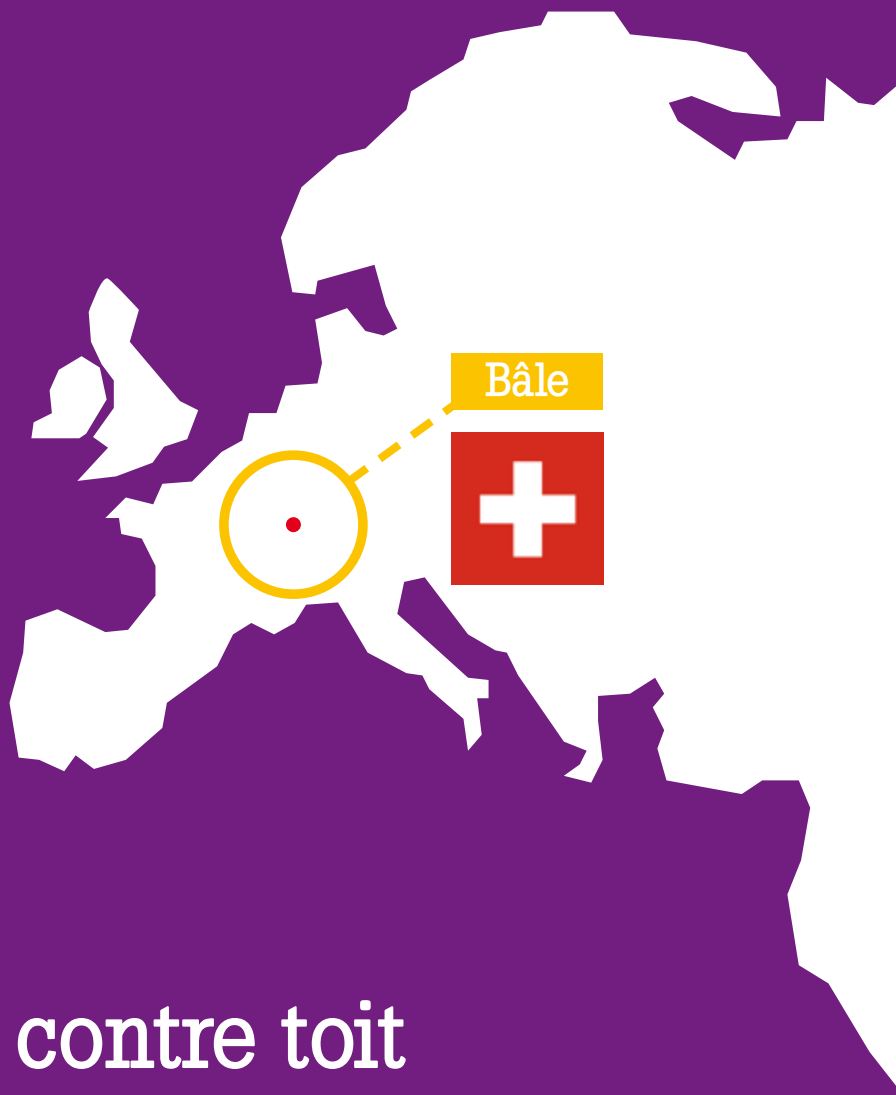
Terraprima adapte ses mélanges de graines (jusqu'à 20 variétés différentes) à chaque parcelle. Cette diversité biologique offre les meilleures garanties de succès de la plantation. Chaque hectare ainsi remis en jachère séquestre jusqu'à 4 tonnes de gaz carbonique par an (voire 5, si l'on ne compte pas les émissions du matériel agricole, des plantes et du bétail) sur une décennie. D'ores et déjà, 1 000 agriculteurs du sud et du centre du Portugal ont tenté l'expérience, mobilisant une surface totale de 50 000 hectares. De quoi mettre six pieds sous terre un bon million de tonnes de dioxyde de carbone.

Des graines aux crédits carbone

Ces tonnes ne sont d'ailleurs pas perdues pour tout le monde. Elles contribuent certes à la vivacité des sols et des cultures. Mais elles

permettent aussi au Portugal d'alléger son bilan carbone. Terraprima a, en effet, contractualisé avec el Fundo Português de Carbono. Ce fonds carbone portugais subventionne les plantations de jachères carboniques à hauteur de 140 à 200 euros par hectare. En contrepartie, Terraprima s'engage sur un tonnage de carbone à ôter de l'atmosphère. Une fois enterrées, ces tonnes sont inscrites au débit de la comptabilité carbone nationale. Entre 2009 et 2014, les deux partenaires sont convenus de faire ensemencer 57 000 hectares. Une surface suffisante pour stocker 1 240 000 tonnes de dioxyde de carbone, lesquelles devraient être converties en unités de réduction des émissions (URE), la monnaie carbone du mécanisme de la mise en œuvre conjointe.

Original et efficace, le programme *Sown Biodiverse Pastures* vient d'être primé par la Commission européenne, dans le cadre du concours « *Le Monde que j'aime* ».



En vert et contre toit

Pour les environmentalistes, en général, et les juristes de l'environnement, en particulier, Bâle est la ville où fut signée la convention éponyme encadrant les exportations et l'élimination de déchets dangereux. En matière d'urbanisme, la troisième ville de Suisse est surtout connue pour ses... toits.

Depuis 2001, la municipalité oblige les propriétaires à végétaliser les toitures de leurs immeubles, qu'ils abritent des logements, des bureaux ou des commerces. Et la réglementation est appliquée. D'ores et déjà, un toit sur quatre s'est mis au vert. « *Un record mondial* », affirment les experts suisses. En 2020, un toit bâlois sur trois aura été planté.

La pose d'un tapis (voire plus) végétal n'a pas seulement un intérêt esthétique. Il constitue l'un des principaux outils d'adaptation des villes aux changements climatiques. Tapisser une toiture plane (voire un mur) d'une couche de végétaux et de substrat pouvant atteindre les 30 cm

améliore sensiblement l'isolation du bâtiment. Pas inintéressant, si l'on se souvient qu'en été la température d'un toit-terrasse badigeonné au bitume peut atteindre 80 °C. Ce qui fera monter de 3 °C la température ambiante de l'espace situé en-dessous. Verdier, une toiture plane ne réchauffe pas en été et ne refroidit pas en hiver les étages inférieurs. De plus, en débordant le toit aux rayons UV du soleil, le parterre fleuri accroît considérablement sa durée de vie.

Comme tous les végétaux, ce tapis de mousse et de sédums (le plus souvent) boit. Ce faisant, il absorbe de grands volumes d'eau pluviale.

Stockée, cette eau est relâchée sous formes gazeuse (évapotranspiration) et liquide, mais avec un effet retard. Résultat : plus les surfaces végétalisées sont importantes, moins les égouts risquent de déborder en cas de fortes pluies. Ce que les autorités municipales de Malmö en Suède ont, elles aussi, bien compris : en doublant le nombre de toitures vertes, les services de l'urbanisme de la troisième ville de Suède ont diminué de moitié le ruissellement incontrôlé des eaux de pluie.

Développer l'évapotranspiration des toits, c'est aussi brumiser la ville, en quelque sorte, et la rafraîchir durant les heures les plus chaudes.

Géothermie

Quand les États-Unis cherchent l'énergie propre sous terre

Forts d'une expérience qui remonte aux années 1960, les États-Unis espèrent voir décupler la part de la géothermie profonde dans leur mix énergétique.

Les industriels américains de la géothermie se réunissaient, du 26 au 28 juin derniers, à Reno dans le Nevada. Logique. Dans cet État de l'Ouest américain, les projets de centrales poussent comme des champignons. Et partout dans le pays, l'énergie (propre) de la terre a le vent en poupe. En février 2013, la *Geothermal Energy Association* (GEA), l'association de géothermie américaine, estimait à 3 386 MW, la puissance géothermique installée : l'équivalent de 3 réacteurs nucléaires. 175 projets, à Hawaï, dans l'Oregon, l'Utah, le Nevada mais aussi en Californie sont, par ailleurs, à l'étude. La GEA estime que 33 centrales devraient sortir de terre d'ici à 2015. Et si la géothermie fournit moins de 1 % des besoins énergétiques de l'Hyperpuissance, le président de la GEA espère que cette énergie propre produira de 10 à 20 % du mix énergétique du pays d'ici à vingt ans.

Forer jusqu'à 4 kilomètres

En Californie, le site des Geysers, situé à 160 kilomètres au nord de San Francisco, fut pendant des décennies le plus grand champ géothermique du monde. Il fournit en électricité 750 000 foyers soit l'équivalent des besoins de la ville de San Francisco. Le parc des

Geysers est situé au cœur des montagnes de Mayacamas, une région géologiquement très active puisque localisée au niveau d'une zone de collision entre plaques tectoniques (la faille de San Andreas n'est pas loin). Les fumerolles de vapeur qui s'échappent du sol ont été décrites pour la première fois en 1847. La première unité de production électrique a vu le jour dès les années 1960. « Dans cette zone métamorphique, le réservoir est très chaud (450 °C), constitué de serpentines et de greywackes, recristallisées, fracturées », explique Bob Young, responsable de l'unité de production de la Northern California Power Energy (NCPA), l'opérateur public qui partage avec la Calpine Corporation l'exploitation du champ géothermique. Au-dessus du réservoir, une couche imperméable piège la vapeur qui se déplace à la faveur des fractures. « Mais impossible, avant d'avoir foré, de savoir où ces fractures se trouvent exactement », précise le géologue. Aux Geysers, la vapeur est captée à une profondeur comprise entre 1 200 et 2 300 m. Le forage le plus profond atteint 3 800 m. Comme cette vapeur est sèche, elle fait directement tourner les turbines du générateur. Puis elle est refroidie avant d'être réinjectée dans le réservoir.

Une course à la vapeur

Le « Golden State » a toujours été favorable aux renouvelables et a su, dès les années 1960, tirer profit de cette énergie propre et constante, les usines fonctionnant 7 jours/7, 24 heures/24. « Dans les années 1980, les différents exploitants du champ géothermique ont commencé une course à la vapeur, tous pensant que les ressources étaient inépuisables », explique Bob Young. Résultat : en 1987, les 28 unités en service ont atteint une capacité de production de 2 000 MW. Très vite, le réservoir a été surexploité et la production a chuté de 13 %. C'est à ce moment-là que l'idée de réintroduire des eaux usées a germé. Une grande première mondiale. Deux canalisations ont donc été construites pour acheminer les eaux usées du Comté de Lake et de la ville de Santa Rosa vers les montagnes. Le premier pipeline de 64 km de long a été achevé en 1997 et distribue actuellement 34 000 m³/an d'effluents. Le second, opérationnel en 2003, est celui de la ville de Santa Rosa et fait 68 km. Il fournit 42 000 m³/an d'eau traitée, sans bactéries. Aujourd'hui la puissance des Geysers est de 1 000 MW. Et grâce à la réinjection de cette eau, la baisse de production a été limitée à 1 % par an. « Le réservoir est toujours très chaud »,

insiste Bob Young. Il est donc difficile de prédire la fin de l'exploitation du champ. Mais pomper de la vapeur souterraine, réinjecter de l'eau froide n'est pas sans effet sur la montagne. Cela provoque de petits tremblements de terre, dont le nombre a augmenté depuis la réinjection des eaux usées. Le phénomène est connu sous le nom de « sismicité induite ». Selon Bob Young les séismes se limitent à une magnitude de 2 à 3 sur l'échelle de Richter. « Nous avons enregistré trois événements supérieurs à 2,5 dans les 6 derniers mois. » Les problèmes de voisinage avec Andersen Spring et Cobb Mountain, les deux villages les plus proches du champ, se règlent au sein du comité de surveillance de la sismicité (Seismic Advisory Comity) où siègent les deux opérateurs. De son côté, le Lawrence Berkeley National Laboratory est chargé d'enregistrer les séismes en temps réel. « Avec trois détecteurs de mouvements, 13 sismographes implantés sur le site, la zone est certainement la plus surveillée au monde ! », complète l'homme de la NCPA.

21 % des renouvelables californiennes

Si les Geysers produisent 5 % de l'énergie californienne et 21 % des énergies renouvelables du Golden State, des projets sortent des cartons. La géothermie est, en effet, rentable à long terme, bien qu'elle nécessite de gros investissements de départ, pour les forages et la centrale. Le

développement d'un projet de géothermie se fait en trois temps : « La première phase, peu onéreuse correspond aux études sismiques et géochimiques. Ensuite viennent les forages tests profonds. Il s'agit d'une phase compliquée, plus longue et très coûteuse (10 % du coût total de l'installation). La troisième est celle de la construction de l'unité de production », explique Pierre Audinet, responsable du programme « Énergie propre » à la Banque mondiale.

La stimulation hydraulique

Comment exploiter les ressources de l'Ouest américain, comme en Californie ou au Nevada, où l'eau manque cruellement ? L'Enhanced Geothermal System (EGS) ou « système de géothermie stimulée » est perçu comme la solution miracle. Cette technique permet « de faire de la géothermie là où on a de la chaleur mais pas les débits », explique Romain Vernier, du BRGM. Soit le réservoir n'est pas assez perméable, soit il manque de fluides. L'EGS est une « opération de stimulation qui vise à connecter le réservoir principal aux zones complémentaires », rajoute l'expert en géothermie. En France, une expérience d'EGS a été réalisée à Soultz-sous-Forêts (67) pour améliorer la perméabilité du sous-sol. Une expérience d'EGS est actuellement menée aux Geysers par la Calpine. Mais c'est au Nevada, sur le site de Desert Peak, que la société

Ormat a annoncé en avril dernier avoir produit pour la première fois 1,7 MW par EGS sur son site de géothermie profonde. Une récente étude du Massachusetts Institute of Technology (MIT) montre qu'en utilisant l'EGS, les capacités de production d'énergie géothermique des USA seraient multipliées par 30 pour atteindre, d'ici à 2050, une capacité de production de 100 000 MW. En France les projets peinent à émerger. Certains sont abandonnés avant même les derniers tours de table. C'est le cas de la Dominique. Coincée entre la Guadeloupe et la Martinique, cette petite île volcanique est pourtant idéale pour faire de la géothermie profonde. En 2011 et 2012, le BRGM et sa filiale CFG Services ont réalisé trois forages d'exploration et caractérisé le champ géothermique de Wotten Waven. Un site particulièrement intéressant puisque susceptible d'alimenter une centrale d'une centaine de mégawatts électriques : 5 fois la consommation d'électricité locale. D'où l'idée d'exporter 80 % de la production d'électricité à la Guadeloupe et à la Martinique, via des câbles sous-marins. Mais, en avril dernier, EDF s'est soudainement retiré du projet, l'électricien national arguant qu'il n'avait pas vocation à investir dans la géothermie. Une décision bien étonnante et fort décevante pour les voisins guadeloupéens et martiniquais, au moment où le secteur est en pleine croissance et alors que le débat national sur la transition énergétique fait rage...

Un fort potentiel mondial

Avec plus de 3 300 MW, les États-Unis sont les premiers producteurs d'énergie géothermique au monde. Ils devancent les Philippines (1 904 MW), l'Indonésie (1 222 MW), le Mexique, l'Italie, la Nouvelle-Zélande, l'Islande,

le Japon. La France ne produit que 16 MW, dans les Caraïbes. Les investisseurs espèrent atteindre 28 300 MW d'ici à 2029. Selon Pierre Audinet, responsable du programme « Énergie propre » à la Banque mondiale, le Chili,

le Kenya, l'Indonésie et les Philippines ont un potentiel important. Pourtant cette énergie reste sous-exploitée, en effet la géothermie profonde ne représente actuellement que 0,3 % du bouquet énergétique mondial.

ÉLECTRICITÉ

La Californie stocke l'énergie

La Commission de Régulation de Californie (CPUC) vient d'imposer aux compagnies électriques qu'elles se dotent d'une capacité de stockage d'électricité de 1 325 MW à l'horizon de 2020. Cet objectif représente 1 % de la puissance électrique de pointe. Soit plus de 2 000 MW de capacité de stockage contre 5 000 MW en France ou 7 600 MW en Allemagne). Plusieurs ouvrages importants sont d'ores et déjà en construction. Avec cette décision, le régulateur californien veut accroître la sécurité d'alimentation mais aussi l'apparition de nouvelles technologies. La CPUC veut encore maximiser l'absorption d'électricité photovoltaïque et éolienne (intermittentes) par le réseau existant. Ce qui réduit d'autant les besoins de tirer de nouvelles lignes de transport d'électricité (haute tension). La décision de la CPUC est l'une des déclinaisons concrètes du plan californien de réduction d'émissions, dont l'objectif est de diviser par 5 les émissions de GES entre 1990 et 2050. Ce qui passera aussi par la fermeture de centrales électriques à énergies fossiles et nucléaire.

➤ **Terrie Prosper (CPUC),**
terrie.prosper@cpuc.ca.gov

Transporter l'électricité plus loin

Les plus hautes tensions utilisées en Europe (400 kV) et en Chine (800 kV) pourraient être largement dépassées à l'avenir si l'industriel indien Crampton Greaves (CG) entre dans ce marché dominé par quelques grandes entreprises européennes telles que Siemens, ABB ou Alstom. CG a en effet inauguré un centre de recherche fonctionnant jusqu'à

1,6 million de volts. Dans un environnement déparasité, situé à Nashik près de Mumbai, CG veut développer et fabriquer les équipements de coupe-circuits nécessaires et les tester sur des énergies de 360 kJ. Son objectif est de proposer aux marchés émergents (Inde, Amérique du Sud, Afrique) une technologie 1 200 kV, pour le transport du courant sur de longues distances entre production (par des barrages géants) et centres de consommation, avec de faibles taux de perte.

➤ **Paula Sengupta (CG),**
paula.sengupta@cglobal.com

De l'hydrogène avec de la rouille et de l'eau

La production d'hydrogène dans une structure d'oxyde de fer directement par l'action du soleil a été obtenue à l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), en Suisse, en coopération avec l'Université de Caroline du Nord (UNC) et l'université Technion (Israël). Cette opération se produit sans passer par la production électrique. De telles cellules photo-électro-chimiques (PEC) avaient déjà été décrites par la même équipe à très petite échelle. La nouveauté est le développement d'une géométrie à faible coût et fort rendement. Ce travail permet de créer une structure nanométrique adaptée et bon marché à base de rouille qui sert d'électrode. Ce principe déjà fonctionnel dans les travaux précédents a fait l'objet d'observations par microscope électronique qui montrent une structure en forme de chou-fleur. Le prix de l'hydrogène pourrait être divisé par trois ou plus si cette technologie aboutit, notamment grâce à l'absence de platine. L'équipe de l'EPFL, rejointe par l'industriel Siemens, vise

maintenant un rendement de 10 % entre l'énergie solaire reçue et l'énergie chimique transférée sous forme de bulles d'hydrogène. Une recherche similaire est menée à Caltech (Californie) sur la base d'atomes de silicium.

➤ **Kevin Sivula (EPFL),**
kevin.sivula@epfl.ch

ÉOLIEN

La biodiversité aime les turbines marines

La biodiversité autour d'installations éoliennes situées au large de la côte de Frise-Orientale (Allemagne) a augmenté, selon les mesures réalisées sur cinq années. Planctons, étoiles de mer, anémones de mer, moules et donc poissons se plaisent près des fondations et des enrochements à la base des turbines. L'étude des végétaux et des animaux situés autour de Alpha Ventus, à 50 kilomètres au large de la côte nord de l'Allemagne, à la demande de l'administration maritime et hydrographique de ce pays (BHS), montre un accroissement de la biodiversité marine et peu d'impact sur les oiseaux. Mieux : de nouvelles espèces ont fait leur apparition, comme le poisson scorpion, le maquereau et le dragonnet. Cette faune a été détectée par un sonar spécial installé sur le fond près du support d'une des turbines. La mise au point de ces mesures a permis de normaliser les mesures de poissons, de mammifères, d'oiseaux et d'espèces vivant dans les fonds.

➤ **Susanne Kehrhahn-Eyrich (BHS),**
posteingang@bsh.de

ENERGOGRAD

Energograd est une société spécialisée dans l'information sur l'énergie et le changement climatique.

Energograd - Volodia OPRITCHNIK
73, rue de Cléry - 75002 Paris
Tél. : 06 26 81 31 98 - volodia@lusineages.com
Retrouvez *L'Usine à GES* et ses services sur le net :

www.lusineages.com

ISSN 2114-7248

Rédacteur en chef :
Volodia OPRITCHNIK

Rédacteurs ayant participé à ce numéro :

Sophie D'ANHALT
Antoine BONDUELLE – E&E Consultants
Geneviève DE LACOUR
Valéry LARAMÉE DE TANNENBERG
Volodia OPRITCHNIK

Secrétariat de rédaction/révision :
Anne LOMBARD – t.pistoled@gmail.com

Maquette et mise en page :
Pascale MICHON – pascalemail@me.com