

LA LETTRE DE XMP-CONSULT

RÉSEAU D'EXCELLENCE DU CONSEIL

ÉDITORIAL

Energie & Environnement : faites vos jeux...

La ruée vers l'or

Les chiffres qui circulent sur les montants à allouer à l'énergie et à l'environnement sont faramineux – l'unité n'est ni le million ni même le milliard, mais bien la centaine voire le millier de milliards. Ces travaux herculéens qui feraient passer le plan Marshal pour un simple rafraîchissement trouvent leurs origines dans une combinaison de facteurs structurels et conjoncturels.

Conjoncturellement, des taux d'intérêt historiquement faibles et une crise pandémique qui remet au goût du jour les solutions keynésiennes – si tant est qu'elles soient un jour passées de mode. Structurellement, la dépréciation des infrastructures existantes, qui finit par grever la performance des activités économiques qu'elles sous-tendent, et bien sûr, l'inénarrable urgence climatique.

De telles mesures impliquent des transferts de valeurs colossaux, à l'instar des mobilisations en temps de guerre. Ça tombe bien, une certaine éthique de la responsabilité (celle de Jonas, figure emblématique de l'écologie politique) justifie les mesures drastiques, y compris le recours à violence.

Des impératifs économiques et surtout moraux de premier ordre: l'heure est donc grave ; mais elle est aussi à la fête pour ceux qui font partie de la solution. Quel meilleur biotope pour l'ingénieur généraliste, formé pour tisser des liens, faire des synthèses et éclairer des choix qui impliquent de savoir amalgamer des dimensions techniques, économiques et institutionnelles ?

Clivages malaisants

Ces fantastiques investissements se feront nécessairement au détriment d'autres priorités – les fameux coûts d'opportunités. Cela soulève des interrogations légitimes, et pas seulement sur le plan économique. L'idée d'un dirigisme mondialisé peut en effet faire un peu froid dans le dos, quand bien même l'atmosphère se réchauffe.

Face à ces propositions inédites, les postures de prudence n'ont pas toujours l'heur de plaire à ceux qui n'hésitent pourtant pas à brandir le principe de précaution pour clore d'autres débats environnementaux. Réjouissons-nous au passage de pouvoir nous vacciner contre la covid-19, la question ayant par chance échappé aux oukases des tenants zélés de cette éthique versatile.

Concédon's tout de même, puisque la pandémie le démontre, que nous savons consentir à un large empiètement sur les libertés dès lors que l'enjeu sous-jacent est perçu comme vital. Le débat est donc au moins autant technique qu'éthique puisque pour savoir si l'essentiel est en jeu, il s'agit en fin de compte de mesurer des risques.

SOMMAIRE

P. 03-04

La face cachée du véhicule électrique
par ARCLES

P. 05-07

La technologie blockchain appliquée à l'énergie : quelles opportunités et enjeux pour accompagner la transition énergétique ?
par Florie MAZZORANA

P. 08-09

Rendre visible agilité et performance environnementale des « Smart Building »
par Pascal LANCELOT

P. 10-11

Pourquoi les comptables vont sauver le monde
par Stéphane BELLANGER

P. 12-14

Le défi du financement de projets d'énergie dans les pays en voie de développement
par Marc-Henry LEBRUN

P. 15-16

Aggiornamento pour le nucléaire
par Raoul DE SAINT VENANT

P. 17-18

Transition écologique, quel rôle pour le consultant indépendant ?
par Clément TRIGONA et Frédéric MÉNARD

P. 19-20

Entretien
avec Benoît RITTAUD



Considérons deux évaluations opposées sur le très clivant risque climatique :

- l'urgence climatique est indéniable, et faute d'une action immédiate, un futur proche apocalyptique nous est collectivement réservé. Il faut urgemment sortir du déni et agir, de sorte que des mesures radicales de réallocation du capital et du travail sont justifiées.
- le risque climatique est largement surévalué tandis qu'une communication basée sur la peur est entretenue par une alliance baroque entre des intérêts économiques bien sentis et un amalgame de malthusianisme rafistolé et d'une déconcertante sotériologie de l'ici-bas.

Un tel écart de vues a de quoi laisser perplexe. Il n'est pas le seul: nucléaire, éolien, solaire, mobilité électrique, grands barrages, OGM, pesticides, fracturation hydraulique... autant de controverses qui fragmentent la société, experts compris – ce statut étant du reste parfois sujet à caution. Il n'est en réalité pas moins délicat de se prévaloir du monopole de la raison et de l'honnêteté intellectuelle que de celui du cœur. Pourtant, les méthodes de disqualification éhontées ont libre cours (que l'on songe au vocable de négationnisme climatique).

L'ampleur des enjeux énergétiques et environnementaux laissent peu de place à la nuance. Les clivages irréductibles qui en résultent insinuent parfois un malaise, plus rarement une sidération. Certains ne s'en accommoderont qu'au travers de positions à jamais figées.

L'ingénieur déclassé

Qu'est-ce qui cloche au juste? Que ces questions soient politisées et par là même souvent hors du champ technique, voire simplement rationnel, est troublant pour qui se revendique de culture scientifique. C'est vrai, mais on aurait tort de clore l'introspection ici.

Le niveau particulièrement anxiogène des enjeux pèse également mais pas seulement. D'autres risques majeurs existent en effet, qui ne suscitent pas autant d'émoi : tensions géopolitiques, urgences humanitaires, mutations anthropologiques induites par l'intelligence artificielle, impact d'un inéluctable rebond des taux d'intérêts sur les services de la dette de nombreux pays, etc.

Une hypothèse alternative permet d'appréhender ce psychodrame lancinant : celle de la renégociation identitaire. Face à la complexité croissante et au caractère collectif de la menace, l'ingénieur est en réalité souvent dépassé, impuissant et donc dépossédé de son statut de sachant et de la rente sociale et symbolique qui va avec. L'ingénieur déclassé, à l'instar du hussard de la République jadis figure d'autorité incontestée... Tout fout le camp décidément !

Enfin pas tout à fait : coquette asymétrie, les alarmistes sont souvent positionnés pour capter une part des flux induits par les mesures pour lesquelles ils militent. Ils n'ont pas tort sur le fond pour autant, naturellement. Et ils ne sont pas insincères pour autant, assurément.

La Nature, pour unanimement plébiscitée qu'elle soit, a horreur du vide et ainsi, la figure du communicant s'affirme à mesure que celle de l'ingénieur s'efface. D'un univers à l'autre, les géodésiques du savoir évoluent: elles prennent aujourd'hui plus volontiers la forme d'anathèmes et d'ostracisations que celles de raisonnements bien carrés ou de doutes hyperboliques.

Le sursaut

Les problèmes sont indéniablement complexes mais les ingénieurs doivent peut-être aussi faire leur aggiornamento. Le temps où un diplôme leur garantissait à vie une position offrant le loisir de pontifier

divers pathos vulgarisés avec l'autorité d'une homélie est bien révolu, et c'est tant mieux.

Cette position confortable (embourgeoisement ?) a malmené l'éthos originel de l'ingénieur, celui forgé par un mélange atypique et fécond de rigueur, d'ouverture d'esprit et d'humilité: regarder les faits, bousculer les théories, questionner les relations de causalité, concilier la justesse des raisonnements à une éthique de l'action, et garder à l'esprit que la radicalité peut aussi s'incarner dans des positions nuancées.

Cette culture a aussi ses tabous et commande de ne pas ériger la peur au rang d'argument et de ne pas troquer la rigueur pour l'autoritarisme. Empreinte de bon sens, elle est à l'abri des modes et réfute le recours aux soft skills comme seul remède à l'obsolescence. Pour affronter un peu plus sereinement la complexité d'un monde en mouvement, elle invite plutôt à affiner ses connaissances et investir le champ de l'épistémologie afin de faire un usage pertinent de la technique.

L'identité d'XMP-Consult gravite également autour du « consultant indépendant ». L'indépendance ne se limite pas à un statut administratif : soumis à la pression du client, la liberté de ton du consultant ne va pas de soi. Il y a un prix à payer pour fournir (et recevoir) du conseil authentique. Les questions énergétiques et environnementales sont par excellence le lieu où l'ingénieur conseil a vocation à mener cette quête exigeante qui l'honore. D'aucuns y voient même un devoir citoyen. Il est toujours possible de s'y soustraire, mais il faut alors se résigner à une forme de déclassement.

Et nous dans tout ça ?

XMP-Consult n'est pas le lieu des corsets idéologiques échançrés, du mandarinat, des prescriptions, du lobbying ou encore des improbables synthèses. À l'instar d'autres activités de l'association, la Lettre offre un espace de liberté afin de favoriser la réflexion, le doute, le lâcher prise. Même l'espace d'un instant, c'est une victoire.

Ce numéro s'ouvre sur une synthèse limpide sur l'avenir de la voiture électrique (Arcles), suivie par une présentation affûtée des applications de la blockchain dans le domaine de l'énergie (Florie Mazzorana). Leur succèdent une opinion d'expert (Pascal Lancelot) sur les normes dans le bâtiment intelligent, un état des lieux sur l'intégration des actifs naturels dans le bilan comptable des entreprises (Stéphane Bellanger), une réflexion sur le financement des projets d'énergie dans les pays en développement (Marc Henry Lebrun), un plaidoyer contre le nucléaire (Raoul de Saint Venant), suivi d'une présentation du concept de transition écologique et une réflexion sur le rôle que peut y jouer le consultant (Clément Trigona et Frédéric Ménard, président fondateur d'Agir pour le climat). Ce numéro est clos par un entretien singulier avec Benoit Rittaud, mathématicien et président fondateur de l'association des climatoréalistes.

En complément, nous organisons ce mercredi 30 juin une conférence exceptionnelle de Dominique Louis et Jean Louis Ricaud² qui accompagne la sortie de leur ouvrage intitulé « Energie Nucléaire, le vrai risque ». Il est encore temps de vous inscrire et nous vous enjoignons de saisir cette belle opportunité de réfléchir à ce sujet crucial.

Gageons que cette offre riche bénéficie à votre pratique et vous encourage toujours davantage à élaborer et partager vos réflexions avec vos pairs.

Guillaume Dulac 

¹. Cf. par exemple « Postures analytiques en temps de crise », *Lettre XMP-Consult N°7*, Avril 2020, pour une critique de l'usage des statistiques en matière d'aide à la décision.

². Pour s'inscrire [cliquer ici](#) ; Pour plus d'informations : <http://electricitedufutur.fr>

LA FACE CACHÉE DU VÉHICULE ÉLECTRIQUE

Pourquoi son avenir n'est pas un long fleuve tranquille !



Le développement du véhicule électrique a une face cachée qui ne rend pas les avantages qu'il procure aussi attractifs qu'attendu : son avenir, bien qu'assuré, ne sera pas un long fleuve tranquille.

NOTA : Précisons qu'on ne parle dans cet article que des véhicules « tout électrique rechargeables ». Les autres types de véhicules électriques de type hybride rechargeable, prolongateur d'autonomie ou à pile à combustible d'hydrogène ne sont pas concernés.

Réduction des particules fines

Pour lutter contre la pollution de l'air aux particules fines sans attendre le renouvellement complet du parc, on peut poursuivre l'équipement des véhicules thermiques anciens avec des filtres à particules, ce qui est une alternative moins onéreuse qu'un retrofit électrique.

Le problème sanitaire majeur des villes est la pollution aux particules fines émises par les véhicules thermiques, diesel en particulier. Pour respirer mieux on ne peut toutefois pas attendre que le parc automobile soit en totalité remplacé par des véhicules électriques. Sans remettre en cause cet objectif, il est possible de dépolluer plus rapidement en poursuivant l'équipement des véhicules thermiques anciens de filtres à particules, comme la réglementation l'exige depuis dix ans, plutôt que de leur interdire l'accès des agglomérations.

A noter que même si le véhicule électrique continuera d'émettre des particules fines avec l'usure des pneus et des freins, le système de récupération d'énergie en diminue sensiblement l'émission.

Les gaz à effet de serre (GES)

La voiture électrique en fonctionnement n'émet pas de CO2 et par ailleurs contribue à la réduction des gaz à effet de serre dans la mesure où la production de l'électricité qui permet de recharger ses batteries émet peu ou pas de GES, comme c'est le cas pour notre mix énergétique.

Avec la consommation de produits pétroliers, les véhicules thermiques participent indiscutablement au réchauffement climatique par leurs émissions de gaz à effet de serre (GES). Ce n'est pas le cas des véhicules électriques, mais qu'en est-il de la recharge de leurs batteries en énergie électrique ? On doit s'interroger si l'électricité fournie est « propre » au sens des émissions de GES.

C'est manifestement le cas en France où elle est produite à partir

d'énergies propres comme l'hydraulique, l'éolien et le photovoltaïque, mais aussi ...le nucléaire. Mais ce n'est pas le cas en Allemagne, ni en Chine par exemple, ce qui réduit l'intérêt du véhicule électrique dans certains pays, tant que les émissions de GES sont reportées du véhicule vers la production d'électricité. Pour autant, la non-consommation de produits pétroliers permettra de supprimer toute une chaîne de production, transport et distribution de carburants, elle-même fortement contributrice en GES.

Le cycle de vie du véhicule

Aujourd'hui, le cycle de vie d'un véhicule électrique apparaît comme plus court qu'un véhicule thermique : c'est dû principalement à la durée de vie des batteries donnée pour entre 8 et 10 ans selon les technologies.

Les batteries sont composées d'éléments chimiques, notamment de lithium et de terres rares, dont l'exploitation est tout, sauf écologique, sans compter les conditions sociales dans lesquelles est faite l'extraction des minerais.

En outre, la durée de vie d'une batterie étant aujourd'hui plus limitée que celle du véhicule (les constructeurs ne les garantissent pas plus de 8 ans), il faut les changer en moyenne une fois au cours de la vie du véhicule.

Le réseau électrique

Le prix du kWh pour la voiture électrique devra prendre en compte le financement des investissements nécessaires pour créer les points de recharge et renforcer les infrastructures des réseaux électriques. A terme, le passage au tout électrique nécessitera une production d'électricité supplémentaire équivalente à une dizaine de tranches nucléaires, mais pas forcément à construire.

Pour son usage, le véhicule électrique doit disposer d'une infrastructure adaptée de distribution d'électricité. Il faut donc investir pour créer les points de recharge et renforcer le réseau. ENEDIS affirme qu'il n'y a pas d'obstacle technique à accueillir cette charge, cependant cet investissement doit être financé et si, pour promouvoir le véhicule électrique, on peut dans un premier temps le faire supporter par le contribuable, une fois la pompe amorcée il faudra bien répercuter ces coûts sur l'utilisateur. De même que le carburant est taxé et contribue directement à l'entretien et l'amélioration des routes, le kWh est taxé et participe à ces nouveaux investissements.

Les subventions

Malgré la baisse attendue des coûts de production des véhicules et des batteries par l'effet de volume, le prix du véhicule électrique pour le consommateur ne baissera sans doute pas sensiblement car les subventions vont se tarir.

Depuis environ 10 ans, l'achat de véhicules électriques a fait l'objet de subventions des pouvoirs publics et de primes à la conversion des constructeurs pour encourager le renouvellement du parc automobile. La croissance des ventes se maintiendra-t-elle lorsque ces incitations auront disparu ? Il est légitime de promouvoir le véhicule électrique mais dans une économie de marché, il faut que les équilibres se rétablissent un jour et que les utilisateurs prennent le relais du contribuable. C'est comme les primes à la casse pour les vieux véhicules à moteur thermique qui représentaient un parc très polluant.

La dépendance énergétique

On aurait pu espérer que le véhicule électrique nous libère de la dépendance géopolitique des pays du moyen Orient, mais en réalité il la remplace actuellement par une autre dépendance, celle de la Chine.

Se passer du pétrole pour la mobilité c'est sortir de la dépendance des pays producteurs et s'éloigner du risque de pénurie de cette ressource. Mais la fabrication des batteries fait aujourd'hui appel à des terres rares disponibles essentiellement en Chine et dont l'exploitation est difficile. Si bien que personne ne peut prédire l'évolution des cours de ces éléments et donc du coût des batteries. La France se libère d'une dépendance géopolitique mais pour tomber dans une autre. Enfin, il s'agit toutefois d'une dépendance de transition jusqu'à l'arrivée de batteries d'une nouvelle technologie, ou des véhicules électriques hybrides à base d'hydrogène, moins dépendants des terres rares.

Au secours du réseau électrique

Les véhicules en cours de recharge, et donc connectés au réseau électrique, pourraient devenir une opportunité pour les opérateurs, les batteries leur offrant un stockage d'électricité pour compenser l'intermittence des énergies renouvelables et réduire les besoins en production.

Avec des milliers, voire des millions de véhicules électriques, on peut théoriquement utiliser cette capacité de stockage au profit du réseau électrique. Les batteries en cours de charge pourraient venir au secours du réseau électrique et contribueraient à maintenir l'équilibre production/consommation. Cette idée est séduisante car sur les réseaux de distribution se trouve l'essentiel de la production décentralisée, mais intermittente, des énergies renouvelables ; mais derrière le concept, le chemin semble très loin de toute réalisation concrète. En outre la production d'électricité devra faire face à terme à l'accroissement de la consommation engendrée par le renouvellement du parc. Dans les hypothèses d'utilisation actuelle des véhicules, le besoin supplémentaire en électricité correspondrait à une dizaine de tranches nucléaires !

L'acceptabilité sociale

Partant du principe que le véhicule électrique est moins polluant et plus silencieux pour les villes et contribue à réduire le réchauffement climatique, la question de l'acceptabilité sociale n'est pas posée. Et pourtant

L'arrivée massive du véhicule électrique dans nos villes, puis sur nos routes n'est pas une simple évolution du moteur passant de l'énergie thermique à l'électrique, mais une véritable révolution comme la société en a connue lors de la transformation des calèches en automobiles. Comme déjà beaucoup de consommateurs pour leur domicile, le véhicule électrique remet en cause la politique énergétique pour disposer d'une électricité « propre » (et pas seulement « verte »). L'effet « tapis volant » du véhicule électrique propre et silencieux est certes attrayant. Cependant, nos contemporains sont-ils prêts à ne pas perdre leur patience en attendant « le plein » ou leur liberté en ne disposant pas de leur voiture en cours de recharge ? Prêts à accepter de payer un véhicule plus cher contre une consommation électrique moins chère, mais pour combien de temps ? Prêts à oublier le plaisir que leur procure un moteur qui vrombit sous une carrosserie au design phallique et à ne pas redouter des véhicules qui débouchent en silence ?

Malgré ses avantages indiscutables, le véhicule électrique a une face cachée dont il faut tenir compte, sans quoi son développement ne sera pas un long fleuve tranquille !!!

Arcles – Conseil de direction

LA TECHNOLOGIE BLOCKCHAIN APPLIQUÉE À L'ÉNERGIE

Quelles opportunités et enjeux pour accompagner la transition énergétique ?

Initialement conçue en appui de la première monnaie digitale décentralisée (Nakamoto, Bitcoin Whitepaper, 2018), la technologie blockchain suscite l'intérêt dans des domaines industriels variés.

Le secteur financier a été l'un des pionniers à s'approprier cette technologie pour simplifier certaines de ses activités comme l'échange d'actifs, la levée de financements ou encore les transferts interbancaires grâce à des blockchains de consortium telles que le réseau Ripple ou le modèle de plateforme Corda.

D'autres acteurs industriels ont rejoint cette dynamique, concevant leurs propres solutions ou utilisant des blockchains existantes pour améliorer l'efficacité, la traçabilité et la sécurité de leurs échanges. A titre illustratif, dans le secteur agroalimentaire, IBM a développé et distribue la solution 'Food Trust' qui utilise la plateforme Hyperledger, pour l'échange des données et la traçabilité des produits. L'industrie du Luxe a également multiplié les initiatives comme l'illustre le lancement de la blockchain de consortium Aura par LVMH, Cartier et Prada, conçue pour échanger des informations sur l'origine des produits et pour émettre des certificats numériques garantissant leur authenticité et origine.

Bien que plus discret vis-à-vis du grand public, le secteur de l'énergie s'intéresse également aux améliorations que peut apporter la technologie blockchain. Elle y est envisagée pour résoudre des problématiques aussi vastes que la certification d'origine de l'électricité, les quotas d'émission de CO₂, ou encore l'ajustement décentralisé entre sources production d'énergie et points de consommation, pour n'en citer que quelques-unes.

Dans le contexte actuel d'appel mondial à une « révolution » énergétique, cette technologie semble plus que jamais un outil pertinent. Pour mieux comprendre en quoi elle peut répondre aux défis contemporains de ce secteur, et avec quelles réserves, il convient tout d'abord de rappeler quels sont les différents types de blockchains et leurs usages. Il est également intéressant d'analyser quelques exemples d'applications propres au secteur de l'énergie pour en apprécier le potentiel et mieux appréhender l'impact et les avancées possible que peut offrir cette technologie.

De la blockchain à usage de cryptomonnaie à la « smartchain »

La blockchain est surtout connue du public grâce à l'avènement et la popularisation du Bitcoin. Cette monnaie digitale lancée en 2009, dite aussi cryptomonnaie, repose sur un registre et un protocole de validation de transactions partagés par des millions de participants sur internet. Plus précisément, elle fonctionne grâce à un registre « distribué » et synchronisé par ces derniers, qui contient tout l'historique des échanges de bitcoins. Ce registre est mis à jour à peu près toutes les 10 minutes par l'ajout d'un bloc contenant de nouvelles transactions. Parce qu'il est construit sous forme de blocs successifs, il a été qualifié de « blockchain » par son créateur encore inconnu. Son intégrité – c'est-à-dire le fait qu'on ne puisse en changer le contenu – est garantie par la multiplicité des acteurs qui participent aux validations de transactions et par une empreinte cryptographique unique, dite hash, ajoutée au début et à la fin de chaque nouveau bloc. Ce « hash » permet aux participants de vérifier rapidement et à tout moment que la valeur des transactions passées n'a pas été modifiée dans le registre qu'ils partagent et mettent à jour.

Depuis la création du Bitcoin, d'autres types de blockchains ont vu le jour, ouvrant des perspectives d'application plus larges que les seules cryptomonnaies. Certaines reposent sur des règles de coordination et de mise à jour du registre moins consommatrices d'énergie. D'autres, comme la fameuse blockchain Ethereum, vont au-delà des simples transactions : Ethereum permet ainsi d'exécuter des programmes de façon décentralisée et d'en inscrire les états et le résultat dans sa blockchain. Lesdits programmes sont qualifiés de « smart contracts ». Il est ainsi possible, sur ces blockchains parfois appelées « smartchains », de lier des utilisateurs ou des adresses à des scripts informatiques, et d'en programmer l'exécution. Elles ouvrent la voie à des systèmes de régulation et de gestion autonomes et décentralisés via internet. C'est ce type de blockchain, permettant l'exécution de programmes de façon décentralisées, qui semble la plus pertinente pour le déploiement de solutions de gestion de l'énergie. Les plateformes hyperledger ou Corda, bien connues des industriels et financiers, permettent également ce type de programmes.

Applications blockchains dans l'énergie

Un type d'application très en vogue de la blockchain à l'énergie concerne des microgrids (petits réseaux autonomes) qui servent de laboratoire pour de futures smartcities. Citons quelques exemples : le projet allemand porté par la startup Conjoule qui prévoit l'échange Peer to Peer (P2P) d'énergie photovoltaïque ; les Brooklyn microgrid project ou le projet RENEW Nexus, qui utilisent une blockchain avec une cryptomonnaie permettant la vente ou l'échange du surplus de production solaire.

Dans cet univers naissant des microgrids et smartgrids, plusieurs types d'usages sont envisagés :

Le premier consiste à utiliser une blockchain pour enregistrer et stocker sur ces réseaux les transactions d'énergie de façon décentralisée. Néanmoins ce type d'usage pose deux questions : comment appréhender une « transaction » d'un point de vue énergétique ? Et pourquoi tenir un registre de toutes les transactions passées ? En effet, la consommation énergétique est un processus continu et s'intéresse à chaque changement d'état, pour chaque point de consommation ou de production, requiert idéalement de disposer d'une multitude de capteurs et commandes intelligentes, pour chaque appareil. De plus, est-il pertinent de conserver l'historique de ces transactions ? Une telle exhaustivité pourrait in fine représenter beaucoup de consommation d'électricité rien que pour le partage des données et complexifier excessivement le fonctionnement des réseaux.

Un deuxième type d'usage de la blockchain consiste à permettre l'achat et la vente entre particuliers et de façon décentralisée d'un surplus de production verte. Dans ce cas, le réseau et ses objets connectés ne sont pas globalement optimisés. C'est le surplus de production locale qui est vendu sans intermédiaire d'un point de production à un point de consommation. Néanmoins, l'échange P2P d'énergie ne résout pas les problèmes d'anticipation et d'équilibrage des réseaux, qui ont leurs propres contraintes techniques. Il convient donc d'interfacer ces blockchains avec les outils de gestion des opérateurs électriques, ce qui en limite l'intérêt et la nature décentralisée. Il nous semble donc qu'une blockchain associant à chaque consommateur et producteur (ou acteur mixte) un bilan de production et de consommation, sur le modèle d'Ethereum, offrirait plus de possibilités et de flexibilité. Nous développerons davantage cette réflexion à la fin de cet article.

Avant cela il nous semble utile d'évoquer d'autres types d'applications.

L'une d'entre elle concerne l'équilibrage des réseaux.

C'est ce type d'application qui est porté par le projet Sonnen, associé au programme « Flex Platform », qui exploite la technologie blockchain pour faciliter l'équilibrage des réseaux via l'utilisation de batteries de stockage. Ce projet très intéressant repose sur la blockchain Hyperledger, qui est somme toute assez complexe. Une avancée encore plus intéressante consisterait à interfacer ces problématiques de stockage et d'équilibrage avec une blockchain gérant les états de consommations ou de production des acteurs

comme nous le développerons plus loin. Le modèle de fonctionnement d'Ethereum offrirait peut-être à cet égard plus de flexibilité. A défaut, le développement de protocoles génériques permettant aux différentes blockchains de l'énergie de s'interconnecter – sur le modèle de Polkadot – pourraient aussi être une solution pour assurer cette interface et optimiser la gestion des réseaux d'énergie.

Une autre application concerne le trading de l'énergie, sur le modèle du projet Enerchain, pour n'en citer qu'un, qui consiste à permettre les achats et les ventes sans l'intervention d'opérateurs de marché. Néanmoins, sauf erreur de ma part, les solutions actuellement pensées conçoivent ces transactions, même si celles-ci sont décentralisées, seulement d'un acteur à l'autre. Elles sont donc confrontées à un problème d'ajustement en temps réel et nécessitent la rencontre exacte entre une offre et une demande d'énergie, sans en permettre une optimisation dans le temps : en effet, certaines sources peuvent être vendues, puis stockées, puis mobilisées et facturées ensuite à un consommateur. Pour que cela se fasse sans opérateur de réseau gérant les nominations et soutirages, une interface avec une blockchain gérant la flexibilité du réseau ou son stockage, ou encore une solution blockchain plus complète mériterait à encore d'être conçue.

Enfin, sans citer de façon exhaustive toutes les applications possibles de la blockchain, notons qu'un registre distribué peut également répondre aux problèmes de transparence des certificats d'énergie renouvelable, des crédits carbone ou des certificats d'effacement.

Vers un système intégré de gestion de l'énergie

La technologie blockchain fait donc l'objet de plusieurs applications possibles et les programmes de recherche se sont multipliés pour en éprouver l'intérêt pour différents types d'usages. Pour autant, une vision globale et intégrée manque encore pour pouvoir en extraire tout le potentiel.

Les innovations récentes de la « DEFI » (Finance Décentralisée) représentent une source d'inspiration remarquable pour pouvoir relever ce défi. En effet, plutôt que d'appréhender une transaction entre deux lieux, de penser l'équilibre énergétique à l'échelle de chaque acteur ou de chaque réseau, des pools d'échange d'énergie verte, d'énergie fossile, d'effacement de la consommation ou encore et de stockage de l'énergie mériteraient d'être créés via des smartcontracts, tout comme la DEFI a créé sur Ethereum des contrats gérant des Pools de liquidité pour automatiser les échanges et équilibres financiers.

Selon cette perspective, le modèle de fonctionnement d'Ethereum apparaît comme tout à fait pertinent pour tenir un registre des consommations et productions de chaque acteur, tout en en précisant la quantité d'énergie renouvelable, les droits d'effacement ou encore les crédits carbone. La création de smartcontracts gérant des capacités de stockage, stockant les surplus de façon mutualisées, organisant des pools de fourniture et d'effacement d'énergie

ou encore des pools représentant des zones d'équilibrage faciliterait également le fonctionnement des réseaux, voire rendrait obsolète, à terme, les processus lourds de nominations et compensations des déséquilibres de ceux-ci.

Selon cette perspective, le potentiel de la blockchain devient vertigineux et offre de réelles opportunités en matière de décentralisation et de gestion autonome. Il offre également, par la même occasion, des outils uniques pour suivre en temps réel et optimiser avec une efficacité redoutable les politiques énergétiques. Mais là encore, entre l'idée théorique et la mise en pratique, le chemin peut encore rester long d'autant que l'écosystème de la blockchain appliqué à l'énergie demeure pour l'instant l'apanage de grands acteurs énergétiques, orientés par d'autres grands acteurs de la digitalisation soucieux de placer leurs solutions un minimum centralisées. Il ne bénéficie pas encore des capacités d'innovation ahurissantes que connaît aujourd'hui la DEFI, fortement stimulée par les perspectives d'enrichissement personnelles et rapides des génies de la blockchain. Puissent mes pairs me pardonner cette dernière observation...

Florie Mazzorana

Dr. International University of Monaco
Fondatrice de [Zelya Energy](#)

RENDRE VISIBLE AGILITÉ ET PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE DES « SMART BUILDING »



Le bâtiment intelligent s'annonce plus sûr, plus confortable, plus écoresponsable. C'est un bâtiment au service de l'utilisateur. Les besoins de l'utilisateur sont directement pris en compte, sans l'intervention d'une fonction de supervision. Mais les capacités d'un bâtiment sont cachées. L'intelligence du bâtiment n'est pas un signe visible de l'extérieur.

Rendre visible la performance intrinsèque du bâtiment

Pour les investisseurs d'une promotion immobilière, l'investissement dans cette agilité du bâtiment doit apporter un retour quantifiable, dès la mise sur le marché. Les labels et certification visent à répondre à ce besoin. Bienvenue dans un monde d'acronymes, car les labels du bâtiment portant sur l'énergie ou le numérique pullulent : Effinergie, BBC, BBCA, HPE, E+C-, HQE, LEED, BREEAM, WBS, WiredScore, SGR, R2S, SRI... où la même lettre n'a pas toujours la même signification.

Pour être rigoureux, il est utile de mentionner que ces acronymes mêlent aussi deux notions, certification et labellisation. La certification, toujours encadrée par la loi dépend d'un règlement mis au point par un organisme certificateur. Le label garantit un certain niveau de qualité répondant aux règles définies par le cahier des charges du créateur du label. Le label n'est pas obligatoire.

Côté certifications, la certification française HQE (haute qualité environnementale) cible l'impact d'un bâtiment sur l'environnement, autour de 4 grands thèmes : écoconstruction, confort, santé et éco-gestion. Similaire, la certification BREEAM est d'origine britannique. D'origine américaine, la certification LEED qui s'attache à l'efficacité énergétique, ou la certification Well Building standard au bien être des occupants des bureaux.

Côté labels, BBC pour Bâtiment Basse Consommation a ouvert la voie, HPE monte le niveau d'exigence sur le même domaine, quand BBCA – ou label bas carbone, valorise comme son nom l'indique la démarche bas carbone, par exemple des matériaux utilisés à la construction.

Un même bâtiment peut tout à fait obtenir plusieurs certifications et labels.

Cette précision faite, nous pouvons fusionner les deux démarches. Et convenons-en, la première leçon c'est que cela ne sert pas le premier objectif : éclairer l'utilisateur ! Car il faut maîtriser le cahier des

charges derrière chacun des acronymes pour comprendre la signification réelle du niveau affiché. Une affaire de spécialistes.

La certification Environnementale des bâtiments met l'accent sur la performance du bâtiment mais manque la cible de la compréhension par l'utilisateur. Elle en pâtit et reste un sujet d'expert.

Communiquer la performance intrinsèque du bâtiment :

L'utilisateur est aujourd'hui habitué à être informé simplement. C'est d'ailleurs le moteur des subventions de l'ADEME : le produit subventionné dispose soit d'un ECOLABEL européen, soit affiche une note environnementale – les fameuses lettres A à E avec les barres colorées.

Le bâtiment est un assemblage d'écosystèmes complexes (bati, isolation, chauffage, climatisation, contrôle d'accès, transport vertical...). Afficher à la fois la performance « smart » et le respect de la composante environnementale permettrait de résoudre un certain nombre de difficultés :

1. Il est difficile pour l'acheteur de s'y retrouver dans les promesses commerciales. D'autant plus quand le sujet est innovant et difficile à circonscrire.
2. L'intelligence du bâtiment est une notion protéiforme, qui s'adresse à la performance produite par un ensemble d'éléments aussi divers que :
 - Les matériaux mis en œuvre, la conception architecturale, les partis pris technologiques, les équipements installés...
 - Mais aussi toutes les possibilités d'interactions entre les différents écosystèmes : Chauffage, climatisation, transport vertical, contrôle d'accès, lumière, circulation d'eau ... etc...
3. L'irruption de l'internet des objets, y compris dans le bâtiment porte le risque d'une dérive numérique irresponsable – par exemple par la multiplication d'applicatifs isolés, fonctionnant en silo.

Le label peut permettre de dépasser tout ou partie des silos et de promouvoir une vision d'ensemble intégrant les thèmes gouvernementaux (Stratégie nationale bas carbone, Programmation pluriannuelle de l'énergie, loi relative à l'économie circulaire, plan biodiversité, plan national d'adaptation au changement climatique, plan national santé environnement...). Le label est force de proposition,

en amont du cadre législatif. Les parties s'associent de façon volontaire pour établir le cadre de référence.

Dans la pratique, les travaux sont menés par des entités partageant des approches communes des thèmes gouvernementaux : génie climatique ; génie électrique ; informatique et télécommunication. Cela explique sans doute la variété de labels que nous observons sur le marché. Prenons garde de ne pas jeter le bébé avec l'eau du bain. Il serait dommageable de prendre un raccourci hâtif et de mettre en avant cette complexité pour faire croire à l'inutilité. Bien au contraire, chaque label contribue à partager la vision d'ensemble.

A terme, le label et les dispositifs d'incitation associés pourraient devenir un outil de progrès collectif permettant une vision dé-silotée de la manière de construire et d'opérer le bâtiment intelligent.

Valoriser la performance du bâtiment

Si le label permet de mieux cerner la performance du bâtiment, le promoteur qui va prendre l'initiative de viser un niveau de label pour son bâtiment en attend une valorisation financière.

Il est alors légitime de se poser la question de la valorisation financière des labels.

- Toute chose égale par ailleurs, quelle différence de prix avec ou sans tel label ?
- Le marché reflète-t-il l'engouement supposé des uns et des autres pour la technologie et la sobriété environnementale ?

Il y a trop de labels possibles et trop peu d'opérations labellisées dans le monde pour répondre factuellement à ces deux questions. J'observe pour ma part que quelques labels sont des labels « commerciaux », créés par des startups dont le business model est justement cette valorisation de l'opération immobilière. Dans ce cas, le label porte le risque de chercher à travailler d'abord la communication que la performance réelle de l'asset bâtiment. J'observe aussi que des opérations visant les labels les plus récents changent de main plusieurs fois avant la commercialisation - ce qui laisse penser que chaque promoteur a fait successivement une plus-value.

Nous pouvons nous contenter de ce qualitatif qui laisse penser que ça marche. Le sujet est d'actualité. Ainsi UK, DEU et CH ont une approche fort différente du sujet de la « donnée » dans le bâtiment intelligent.

En France, les parties cherchent à comprendre comment améliorer opérationnellement le bâtiment. Comment les données disponibles peuvent-elles rendre le bâtiment Serviciel? Le Big Data est alors utilisé pour optimiser des fonctionnalités ou redéfinir des business models opérationnels. Les labels aident à rendre ces démarches possibles, par exemple en prônant l'interopérabilité.

L'approche Anglo-Saxonne porte sur des analyses financières. Le Big data est utilisé pour corréliser les drivers de l'intelligence du bâtiment qui présente le plus de potentiel de « profit » au niveau du promoteur. Les labels sont alors un des éléments de l'analyse.

Une place pour l'ingénieur, un rôle pour le consultant

Sur le marché français, plusieurs labels aident à appréhender l'intelligence du bâtiment. Les premiers labels sont apparus en 2018. Ils sont très jeunes et manquent encore de visibilité, même s'ils le méritent.

Applicable dès la naissance du projet, ils soutiennent toute la phase exploitation du bâtiment. Ils pavent le chemin vers ce « fameux » bâtiment intelligent, plus sûr, plus confortable, plus écoresponsable POUR L'USAGER !

Si la recherche d'une labélisation est d'abord l'initiative du maître d'ouvrage, pour valoriser sa réalisation et capitaliser sur toute la valeur ajoutée potentielle, cette labélisation DOIT témoigner de la réalité et non pas être un coup de tampon sur une brochure. N'est-ce pas la place de l'ingénieur que de faire en sorte que le label garantisse la performance, et au-delà, parle à l'utilisateur. Il reste du travail pour y parvenir. Le sujet du label du bâtiment intelligent est protéiforme et tiré par les urgences du moment comme la RE 2020. Nous sommes tous d'accord qu'il faut partir des cas d'usage pour évaluer le bâtiment et les cadres de référence SGR ou R2S en sont directement issus. Malgré cela, la prise en compte des performances servicielles reste embryonnaire.

Pour que l'utilisateur en comprenne le bénéfice et devienne « consommateur », il faut faire grandir le label au-delà de la seule valorisation des transactions immobilières.

L'intelligence du bâtiment augmente avec sa capacité :

- A s'interconnecter avec d'autres écosystèmes.
- A traiter efficacement les données issues de ces différents écosystèmes.
- A donner le pilotage à l'utilisateur.
- Tout en restant numériquement frugal.

Il est possible de faire du bâtiment intelligent une réalité en progressant pas à pas - dans le bâtiment neuf tout comme dans le bâtiment existant. Un beau rôle pour les consultants :

- Consolider les cadres de référence d'un label en illustrant chacune des avancées.
- Aider les acteurs, promoteurs, propriétaires, partenaires, usagers... à appréhender les capacités intellectuelles d'un bâtiment !

Alors le label sera plébiscité par l'utilisateur !

Pascal Lancelot
Lancelot Consulting

POURQUOI LES COMPTABLES VONT SAUVER LE MONDE



Les entreprises effectuent quotidiennement des évaluations et des allocations de capital financier, humain et naturel. Or, ces computations ne sont ni normalisées ni standardisées.

En effet, la comptabilité financière, excluant singulièrement les capitaux environnementaux, sociaux et immatériels, produit une image incomplète des performances des entreprises : par exemple, les risques liés à l'eau potable, à la fertilité des sols ou encore à la rotation du personnel... sont absents des comptes financiers.

Les contempteurs de cette comptabilité ne cessent de s'interroger sur sa capacité à retranscrire correctement un monde confronté à des contraintes environnementales et sociales.

Dès lors, si une partie du problème réside dans la comptabilité financière, seule une réforme comptable profonde est susceptible de stimuler cette mutation.

Améliorer la visibilité des ressources naturelles et humaines dans la comptabilité financière consiste à identifier et promouvoir des modèles et construire un cadre conceptuel capable d'appréhender la valeur des capitaux environnementaux ou autres non financiers.

Nouveaux modèles pour de nouvelles perspectives ...

Sans être ni limitatif ni exhaustif, trois approches proposent des améliorations, certaines très novatrices, aux normes actuelles de la comptabilité financière :

1. Adaptation du capital naturel dans la comptabilité financière

Comment intégrer (partiellement) la mesure du capital naturel à la comptabilité financière ?

En effet, les normes comptables International Financial Reporting Standards (IFRS), et à des degrés moindres les normes comptables locales, permettent une prise en compte d'éléments environnementaux ou bien encore sociaux ou immatériels. A titre illustratif, la norme IAS 38 permet de capitaliser les investissements reconnus comme « actifs incorporels », étant noté que quatre formes d'actifs incorporels ont été identifiées dans cette norme :

- les quotas de ressources ;
- les coûts de formation pour améliorer la gestion du capital naturel ;
- les coûts de développement de solutions de capital naturel pour la gestion des ressources terrestres ;
- la valeur de la marque liée à la gestion durable, aux pratiques, ...

Les réponses institutionnelles des normalisateurs permettraient au « hors financier » d'acquiescer un statut équivalent au financier.

2. Assimilation du capital naturel aux états financiers

Cette catégorie agrège des méthodes qui cherchent à se rattacher au compte de résultat et/ou au bilan, à l'instar des modèles de comptabilité environnementale à coûts complets, ou d'évaluation de la durabilité, ou encore ceux dit « intégrés » (au bilan et compte de résultat). Ces approches, principalement académiques, sont encore expérimentales. Par exemple :

- L'état de valeur ajoutée pour la nature : la méthode modifie le compte de résultat pour y ajouter une « provision pour la nature » afin de mettre en évidence la destruction des ressources naturelles (provision au passif du bilan). C'est la technique de la valeur ajoutée négative consistant à évaluer les consommations de patrimoine naturel pour calculer un résultat prenant en compte l'impact environnemental.
- Le modèle de comptabilité écologique CARE (Comptabilité adaptée au renouvellement de l'environnement) : ce modèle prend pour base la comptabilité en coûts historiques et vise à estimer les coûts de maintien et de restauration des fonctions environnementales et sociales sous la contrainte que les trois capitaux - financier, naturel et humain - soient conservés séparément et non globalement ; il est basé sur l'idée que toute organisation est tenue de « réparer » la dégradation de ces trois capitaux dont elle est responsable ; ceci est mis en œuvre par l'inclusion des questions notamment écologiques dans le bilan et le compte de résultat, et l'extension de la solvabilité financière à la solvabilité environnementale, humaine et sociale.

Ces approches visent à utiliser les normes comptables en vigueur de manière différenciée et élargie afin de mieux prendre en compte les capitaux « non financiers ».

3. Intégration du capital naturel nativement dans l'information financière

Selon cette classification, l'accent est mis sur les états de reporting à la fin du processus comptable. Elle développe une orientation potentielle (à long terme) de la communication d'informations induite par les motivations des investisseurs désireux de mieux évaluer les impacts environnementaux et sociaux. En combinant les pratiques comptables, elle accorde implicitement le même poids aux informations issues de la comptabilité du capital naturel, humain ou social qu'aux informations financières.

Toutefois, au-delà du reporting, il faut souligner l'importance de la pensée intégrée qui permet une prise de décision plus cohérente en

matière d'investissement et sur l'allocation des capitaux. Ces théories incorporent les capitaux « non financiers » dans la comptabilité financière (c'est-à-dire en les monétisant). Elles impliquent des évolutions majeures des normes comptables, notamment sous l'angle juridique : elles intègrent une comptabilité « physique » environnementale et sociale, et elles s'inspirent de la comptabilité financière ou se développent en imitant cette dernière. Incidemment, ces méthodes ou modèles mettent à jour la concurrence déloyale à laquelle font face certaines entreprises. Les organisations qui désorganisent le marché sont celles qui négligent les réglementations ou les interdictions légales et se trouvent ainsi en situation de supériorité par rapport à leurs concurrentes qui sont soumises à davantage de sujétions.

A ce stade, prenons l'exemple du modèle CARE initié et codéveloppé par Jacques Richard, expert-comptable et enseignant-chercheur, et Alexandre Rambaud, également enseignant-chercheur.

... dont nous détaillons l'un d'entre eux ...

Ce modèle applique les normes comptables traditionnelles du capital financier aux capitaux naturel, humain et social afin de comptabiliser et d'intégrer la consommation annuelle de ces derniers dans les comptes financiers des entreprises. Le principe est que la valeur « comptable » du capital, qu'il soit financier ou non, est toujours égale aux ressources nécessaires pour maintenir ce capital sur une période donnée. La méthode définit les actions à entreprendre pour maintenir les capitaux dans l'état défini au préalable, puis détermine le coût monétaire de ces opérations (valorisation du capital) et de leur mise en œuvre.

Cette approche vise à garantir la conservation des patrimoines humain, social et environnemental. Elle cherche à réexaminer le concept de résultat et reflète plus fidèlement la valeur ajoutée économique de l'entreprise, c'est-à-dire le bénéfice réellement disponible après le renouvellement de l'ensemble des capitaux (financier ou non) dégradés par l'activité : le surplus après mise en œuvre d'actions de préservation des capitaux est donc le résultat.

Cette méthode se propose de présenter le bilan comptable en constatant trois types de capitaux au passif dans des comptes dédiés. Le capital financier fait référence à l'investissement des actionnaires. L'objectif est bien évidemment de ne pas péjorer ce capital, voire de dégager un surplus. C'est la même logique qui prévaut pour les capitaux humain et naturel.

Dans le même temps, le capital étant une ressource employée par des actifs qui peuvent se dégrader en raison même de l'activité de l'entreprise, les règles comptables prévoient le mécanisme d'amortissement afin de le maintenir.

Dès lors, selon ce modèle, le bilan présente, dans des comptes spécifiques, trois lignes de capital et trois lignes d'amortissement afférentes, ainsi que le montant de la dette représentant les engage-

ments financiers, naturels et humains de l'organisation.

Et les organisations les plus performantes seront celles dont la « dette écologique » extériorisée sera la plus modeste.

En l'état actuel, ces documents sont surtout des documents internes représentant pour l'entreprise, à la fois un outil de reporting (intégré), et un outil de pilotage de la performance environnementale, sociale, et financière.

L'approche CARE comporte une dimension économique et politique soutenant un modèle de croissance durable et propose une comptabilité conforme aux principes de protection de l'humain et de la nature. Encore théorique, cette méthode multidimensionnelle, qui semble répondre aux enjeux de transformation écologique, doit relever certains défis pour devenir un cadre général d'évaluation de l'impact social : légitimer l'approche auprès des professionnels comptables, bénéficier d'un appui institutionnel dans la production et la diffusion de données scientifiques, renforcer sa capacité à mobiliser les savoirs professionnels, tout en étant accessible à tout acteur économique intéressé. Néanmoins, ce modèle et, plus largement, les comptabilités alternatives incitent les acteurs à réexaminer leurs modèles économiques, à définir les impacts sociaux et environnementaux et identifier des leviers d'action propices à un développement plus durable.

... et qui ne sont pas exempts de critiques

Le nombre d'options « comptables » pour apprécier le capital naturel (et d'autres formes de capital) devra être restreint. La réflexion à venir devra porter sur l'approche la mieux adaptée afin d'améliorer les prises de décision en valorisant explicitement les ressources et inter-relations utilisées.

Ces comptabilités écologiques sont rejetées par les « écologistes » qui condamnent la « monétisation » de l'environnement dans une perspective de marchandisation du capital naturel et du capital humain. Parce qu'ils mettent parfois en jeu des écosystèmes naturels ou sociaux complexes, ces modèles nécessitent une attention particulière dans leur définition et leur utilisation. L'identification et le maintien des ressources et de l'état socialement souhaitable demandent de l'objectivité (par exemple, le seuil écologique pour assurer la résilience des écosystèmes). Par conséquent, ces méthodes requièrent une solide expertise scientifique.

Dans le même temps, comme l'a déjà mentionné Jacques Richard, ce (riche) débat sur la comptabilité écologique est intrinsèquement lié à une critique fondamentale de la comptabilité traditionnelle, et, ce faisant, annonce un changement vital. L'histoire de la comptabilité montre que des solutions inimaginables à certaines périodes peuvent paraître anodines à d'autres périodes. Les comptables peuvent-ils, en plaçant le capital naturel et le capital humain au-dessus du capital financier, réussir à ramener la raison sur terre ?

Le « vert » d'une comptabilité servant aussi bien la transition environnementale que l'intérêt général est dans le fruit !

Stéphane Bellanger 

LE DÉFI DU FINANCEMENT DE PROJETS D'ÉNERGIE DANS LES PAYS EN VOIE DE DÉVELOPPEMENT



L'objet de cet article est d'aborder le rôle des gouvernements des pays en voie de développement (« PVDs ») dans la réalisation de projets d'infrastructures dans l'énergie, en partenariat avec le secteur privé. Je souhaite en particulier évoquer les difficultés posées par les risques qui sont du ressort des gouvernements et qui ne peuvent pas être transférés au secteur privé.

Les exemples de projets d'infrastructures financés et développés par des investisseurs privés abondent : champs d'éoliennes en mer ou sur terre, champs de panneaux photovoltaïques, autoroutes à péages, aéroports et ports, centrales électriques thermiques, réseaux de fibres optiques, bâtiments publics (hôpitaux, écoles, prisons), etc. Pour la seule année 2020 il y a eu environ 600 projets d'infrastructures dans le monde sur ce modèle, pour un coût total de construction estimé à environ 300 milliards de dollars. Beaucoup de projets sont dans le secteur de l'énergie.

Les besoins en infrastructures dans l'énergie des PVDs sont colossaux, et les contraintes budgétaires de ces Etats freinent les financements publics classiques pour les grands projets. Le financement et le développement de projets par le secteur privé font partie des solutions pour accélérer les réalisations de projets. Certains pays ont su bénéficier de ce modèle comme le Laos (barrage hydroélectrique de Nam Theun 2), le Cameroun avec celui de Nachtigal, le Mozambique avec le projet de liquéfaction de gaz naturel Coral LNG ou encore le Vietnam avec la raffinerie de Nghi Son. Cependant la plupart des financements de projets se trouvent dans les pays développés (UE, UK, Amérique du nord).

Ce déséquilibre significatif en défaveur des PVDs s'expliquent, de mon point de vue, en grande partie par une mauvaise gestion de la répartition des risques entre les gouvernements et les partenaires privés.

Prenons comme exemples quelques risques typiques pour des projets d'énergie :

1. **Risque de paiement des entités publiques dénommé le risque de contrepartie**
2. **Expropriation, guerre, émeutes, etc. souvent dénommés les risques politiques**
3. **L'arbitrage**
4. **Risques de change et de transfert en dehors du pays**
5. **Risques de curtailment pour les projets d'énergies renouvelables**

1. Risque de paiement des entités publiques

Certains projets d'énergie sont rémunérés par une entité publique d'un PVD. C'est le cas par exemple des centrales électriques qui presque toujours vendent l'électricité produite à la société nationale d'électricité.

Le risque de paiement par cette société est un élément très important dans l'analyse du projet, notamment en raison de la longue durée des contrats (20-25 ans pour des centrales électriques). Les investisseurs et leurs banques tiennent compte de la note de crédit de cette société, qui est par nature égale ou inférieure à la note de crédit du risque souverain du pays.

Dans de nombreux PVDs cette note de crédit est de mauvaise qualité, et le risque doit être réhaussé. La solution consiste à demander au ministère des finances de donner une garantie de paiement, ce qui représente un engagement fort du gouvernement vis-à-vis du projet. Il existe ensuite des produits d'assurances, comme l'Extended Political Risk Guarantee de la Banque Asiatique de Développement, qui permettent de couvrir le risque de paiement du gouvernement. Si le gouvernement ne s'engage pas à garantir le risque de paiement d'une entité publique dont il a le contrôle et dont la note de crédit est jugée trop faible, le projet aura peu de chance de pouvoir se réaliser.

Cas concret : L'Indonésie a depuis le milieu des années 90 réalisé de nombreux projets de centrales électriques indépendantes et privées (« IPPs »). Le gouvernement apportait sa garantie de paiement à la société publique d'électricité PLN, ce qui était la bonne solution pour couvrir le risque. Il est intéressant de noter qu'en 2015 environ, le gouvernement a décidé de ne plus apporter cette garantie pour les nouveaux IPPs. Les partenaires privés et les financiers ont cependant accepté cette évolution grâce à un historique sans défaut de paiement de PLN pendant 20 ans, et à une amélioration substantielle de la note de crédit souverain.

2. Risques politiques

Les risques politiques comprennent entre autres l'expropriation, le terrorisme, les coups d'Etat, les émeutes et les décisions unilatérales de l'Etat de non-respect d'obligations contractuelles.

Ces risques sont hors de contrôle des partenaires privés, et le gouvernement est le mieux à même de les supporter. En cas d'impact

irréversible sur le projet (comme des destructions dues à des émeutes) les contrats de projet donnent le droit aux partenaires privés de les terminer par anticipation. Dans ce cas le gouvernement est redevable d'une pénalité couvrant le montant de la dette restante due, et assurant une rentabilité du capital fixée contractuellement. Si les contrats du projet ne prévoient pas une telle clause de terminaison, ou si le montant de l'indemnité est insuffisant, il est fort probable que les partenaires privés jugeront le projet comme étant trop risqué.

Des entités multilatérales, comme les agences de crédit export, peuvent offrir des garanties contre les risques politiques, mais leur participation est sujette à des critères de sélection qui ne rendent pas tous les projets éligibles (par exemple leurs critères stricts d'impact environnemental et social, ou leurs critères sur les équipements ou les investisseurs de leur pays dans le projet).

3. L'arbitrage

Pour tout projet un ou plusieurs contrats sont passés entre les partenaires privés (ou la société de projet, qu'ils détiennent) et le gouvernement ou l'une de ses entités publiques. Souvent, le régime juridique applicable à ce ou ces contrats, sont celui du pays dans lequel le projet est réalisé.

Dans de nombreux PVDs, les partenaires privés internationaux n'acceptent pas le risque juridique local dans le cas où des différends contractuels seraient portés devant les tribunaux sur place. Ils requièrent la possibilité de recourir à un régime d'arbitrage international pour les litiges qui ne peuvent être résolus à l'amiable. Les cours d'arbitrage international comme Londres ou Singapour sont généralement choisies. L'absence de clause d'arbitrage international est un manquement majeur, qui peut rendre la réalisation d'un projet impossible dans de nombreux PVDs.

Cas concret : il y a quelques années le gouvernement du Vietnam n'a pas inséré de clause d'arbitrage international dans le contrat type pour les projets d'énergie solaire photovoltaïque. Ceci a beaucoup ralenti la réalisation de nouveaux projets par des partenaires privés non vietnamiens, à l'exception de quelques investisseurs « voisins » comme des groupes thaïlandais ou philippins, ayant déjà des activités économiques dans le pays (et donc une exposition aux risques juridiques du Vietnam).

4. Risques de change et de transfert

Les gros projets dans les PVDs sont financés en devises, le plus souvent en USD, car les capacités financières locales sont insuffisantes pour faire face aux coûts de construction. Il y a quelques exceptions comme l'Inde ou bien les plus riches des PVDs (Malaisie, Thaïlande, Brésil par exemple).

Certains projets dans l'énergie génèrent leurs revenus en USD, comme un projet de liquéfaction de gaz naturel exportant sa production à ses clients internationaux. Ceux qui génèrent leurs revenus en monnaie locale, comme les centrales électriques car la pro-

duction est vendue dans le pays (sauf rares cas de projets exportant leur production dans un pays voisin comme Nam Theun 2 situé au Laos mais vendant l'électricité à la Thaïlande) sont exposés au risque de taux de change.

Ce risque est géré contractuellement avec une formule de révision du tarif, ce qui permet de maintenir un équilibre financier avec le passif libellé en USD. Les revenus restent en monnaie locale mais leur valeur en USD est maintenue.

Les investisseurs et les banques considèrent alors avec attention le risque de change et le risque de transfert. Le change est la capacité à changer la monnaie locale en USD afin de pouvoir rembourser les échéances de dettes et de rémunérer le capital.

L'engagement du gouvernement revêt donc une grande importance pour pouvoir « accéder » aux réserves en USD. Certains organismes, comme la Société Financière Internationale (SFI) par exemple, ont par statut un accès prioritaire aux réserves en devises du pays, ce qui permet de limiter le risque de change.

Le second risque est celui du transfert des USD en dehors du pays. Les virements internationaux de devises peuvent devenir interdits pendant une période prolongée, ou même être impossibles en pratique si le système financier du pays s'effondre. Comme les projets sont des investissements à long terme, les investisseurs sont sensibles à ce risque en fonction de l'historique des pays.

5. Risques de curtailment pour les projets d'énergies renouvelables

Le curtailment est la déconnection d'un actif de génération électrique du réseau, pour maintenir la stabilité du réseau électrique, ce qui consiste pour les connaisseurs à maintenir un voltage et une fréquence dans une bande étroite de valeurs. Les projets éoliens et solaires sont exposés à ce risque, car leur production est intermittente et le réseau électrique n'est pas toujours capable de gérer ces variations à court terme.

Un curtailment implique que l'électricité produite ne soit pas achetée ce qui engendre un manque à gagner pour le projet.

Les contrats de vente d'électricité comportent souvent une clause qui stipule que ce manque à gagner dû à une déconnection imposée par le gestionnaire du réseau électrique, ce qui est facilement vérifiable, doit être payé. Il y a cependant des exceptions comme lorsque la déconnection est rendue absolument nécessaire pour préserver la stabilité du réseau, auquel cas aucune compensation n'est due. Cette exception peut être sujette à interprétation : le risque est perçu plus grand dans certains PVDs et non acceptable, alors qu'il le serait dans d'autres pays (comme en Europe).

En particulier, si un projet a un coût de l'électricité qui est plus cher que la moyenne des producteurs, des investisseurs pourraient craindre un usage abusif du curtailment par le gestionnaire du réseau électrique, dans le but de baisser son coût moyen de génération.

Le rôle du gouvernement est une fois de plus primordial pour atténuer ce risque, car il contrôle le gestionnaire du réseau.

Cas concret : il y a quelques années, le Vietnam n'a pas inséré de clause de curtailment standard dans le contrat type pour les nouveaux projets solaires photovoltaïques (comme pour l'arbitrage ci-dessus). Ce manque a été décrié par la plupart des investisseurs et des financiers internationaux.

6. Conclusion

Les risques abordés dans cet article, qui sont simplifiés pour alléger l'exposé, ne représentent qu'un échantillon réduit de tous les risques auxquels les investisseurs et les prêteurs d'un projet d'infrastructure dans l'énergie s'exposent.

Mon choix s'est porté sur les risques qui ont vocation à être pris par les gouvernements des PVDs, car ce sont des risques qui sont difficilement maîtrisables par le secteur privé. Un manquement significatif sur la couverture d'un seul de ces risques est souvent suffisant pour rendre impossible la réalisation d'un projet.

Les exemples de projets d'énergie réussis dans les PVDs, comme Nachtigal au Cameroun, font preuve d'une couverture acceptable de ces risques, nécessitant un très gros travail de préparation et de négociation avec le gouvernement et avec le support d'organismes internationaux. En effet ce projet implique des institutions multilatérales comme la SFI, la Banque Européenne d'Investissement, la Banque Africaine de Développement, et l'Agence Française de Développement. La SFI et le gouvernement du Cameroun sont éga-

lement actionnaires du projet à 30% chacun, EdF en possédant les 40% restants. Un autre exemple intéressant est le gouvernement de l'Ouzbékistan qui lance en appels d'offres des projets solaires photovoltaïques, avec les conseils actifs de la SFI et de la Banque Asiatique de Développement. Ce sont des succès. On peut noter que TotalEnergies a remporté l'un de ces projets.

Dans la pratique, la plupart des PVDs essayent d'apporter des garanties aux risques abordés, mais dans le même temps essayent d'en limiter la portée pour des raisons de principe, ou de considérations politiques mais rarement pour des questions budgétaires. A défaut d'être bien conseillé par des spécialistes au fait de l'appétence aux risques des acteurs privés pour les projets d'infrastructures dans l'énergie, il arrive souvent que la répartition des risques ne soit pas acceptable. C'est une des raisons, selon moi, pour laquelle peu de financements de grands projets d'infrastructure dans l'énergie, sont réalisés dans les PVDs, malgré les besoins et l'existence de fonds très importants tant en capital qu'en dette qui désirent investir dans ce type de projets.

Marc-Henry Lebrun

Expert Financier pour les Infrastructures et l'Energie
Président du Groupe Energie de Ponts Alumni
Fondateur de la Tsolmon Ireedui Foundation en Mongolie



AGGIORNAMENTO POUR LE NUCLÉAIRE



Conseil en stratégie de la première génération, j'ai préparé des décisions dans beaucoup de secteurs dont celui de l'énergie¹ et je travaille actuellement à développer un nouveau domaine, celui de l'organisation décisionnelle.

Le secteur de la production électrique m'intéresse particulièrement parce qu'en profonde mutation et bien documenté. D'un côté beaucoup de contraintes étatiques, réglementaires et sociétales portant sur des modes de production matures, de l'autre beaucoup d'innovations en matière de production, distribution et commercialisation. Ce secteur a été marqué en 2010 par la fermeture de la centrale de surgénération Phénix qui a retiré toute cohérence au développement de la filière nucléaire sur les plans économique et écologique. La France n'a pas su en tirer les conséquences, au contraire de l'Allemagne qui l'a fait un peu plus d'un an plus tard² à l'occasion de la vague d'émotion suscitée par l'accident de Fukushima.

Non compétitif

Avec un coup moyen par GW installé annoncé à 2 milliards d'€ et égal au coût moyen des 58 centrales nucléaires de la génération précédente³, le réacteur de Flamanville n'était pas annoncé comme plus compétitif. Il semblerait, de surcroît que ce coût finisse à plus de 6 fois les prévisions initiales, conduisant à un coût du MWh supérieur aux 110€/MWh garantis pour le contrat de Hinkley Point vendu au gouvernement britannique. Quelles que soient les dénégations des promoteurs de cette filière annonçant une baisse drastique des coûts par effet de série des ventes futures, la tendance est à la hausse.

Si alors que la productivité augmente régulièrement, l'EPR est plus cher que la génération précédente à Euro constant, cela montre que la qualité a été augmentée et que :

- Les premières centrales étaient insuffisamment sûres. (On l'a échappé belle !)
- L'environnement social, mêlant prise de conscience des populations des risques techniques et terroristes, ne leur est pas favorable. (Une technologie est au service des populations et non l'inverse !).

Pendant ce temps d'autres filières font leurs preuves, dont celle photovoltaïque avec des coûts déjà inférieurs à 30 €/MWh sur une grande

partie du sous-continent européen et en baisse rapide comme le montre l'effet d'expérience sur les coûts du photovoltaïque du graphique ci-dessous⁴.

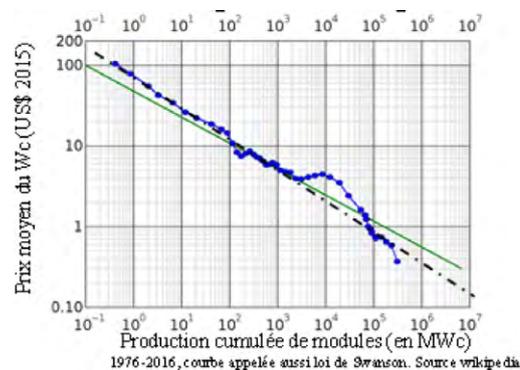


Figure 1 : Effet d'expérience sur les modules photovoltaïques

Insincère voire hypocrite

En omettant plus de la moitié des 228 milliards d'euros investis depuis les années 1950 en France, les coûts du nucléaire sont insincères depuis les débuts de la filière.

Ces surcoûts comprennent des subventions directes et indirectes, les coûts de sûreté de l'accès aux installations, l'impact sur la santé et l'écologie, l'assurance en dernier recours en cas d'accident affectant les populations... et ne prennent pas en compte les provisions insuffisantes pour les démantèlements y compris celle de la Hague (qui n'est pas du tout pris en compte). Si ce dont le projet EPR a bénéficié et bénéficie est difficile à évaluer, il reste que ce ne doit pas être négligeable.

Beaucoup d'autres coûts n'apparaissent pas du fait de la pirouette comptable (légal !) consistant à les reporter sur les générations futures :

- Traitements des déchets de moyenne et longue durée qui au lieu d'être transmutés sont stockés, reportant leur poids technique et psychologique sur les 500 générations futures.
- Empreinte carbone non négligeable liée à la construction des centrales et surconsommation électrique liée à des prix subventionnés.

Certains pollueurs ne sont pas les payeurs !

¹. Avec sept publications dans la Jaune et la Rouge.

². Sans se laisser impressionner par le projet Astrid (filiale Sodium différente de celle EPR) abandonné en 2019 ; même le CEA ne croit plus à l'avenir de l'énergie nucléaire !

³. Source : Organisation Mondiale Pour la Protection de l'Environnement (ONPE) ; l'ONPE est une ONG fondée par un écologiste et homme d'affaires français.

⁴. La vitesse et les perspectives de baisses des coûts à l'avenir sont sous-estimées par ce graphique ; il ne prend pas en compte des technologies futures (notamment les cellules à pérovskite) à impact écologique encore plus faible et à consommation de terres rares minimes.

Disponibilité contestée

A long terme, le délai de mise à disposition des centrales EPR se situe entre 10 ans (annoncé) et plus de 20 ans (Flamanville et Olkiluoto en Finlande)⁷, compte tenu du temps nécessaire aux consultations des populations locales, à l'ingénierie du projet puis à sa construction. L'emprise devient indisponible pour un siècle au moins avec des bâtiments dominant l'environnement à plus de 120m et visibles sur une surface de 5,000 km², sans compter le panache et les lignes haute-tension.

A l'échelle de l'année, le nucléaire fait preuve d'une disponibilité modérée⁸ avec des pertes de puissances notables en hiver et en été, lors des pics de consommation (chauffage et air conditionné). Ces pertes de disponibilité sont compensées par la production de centrales à gaz (l'hydraulique est peu disponible l'été) et contribuent à accroître l'empreinte carbone liée à cette filière.

Le dernier avantage restant à l'énergie nucléaire, sa disponibilité à l'échelle de la journée, est en passe de disparaître avec les progrès des moyens de lissage de la production :

- Stockage que ce soit thermique, sous pression, chimique (H2) ou électrochimique.
- Mutualisation géographique des productions à des échelles toujours plus vaste. Ainsi la production diurne au Texas pourrait être mise à disposition de la consommation nocturne européenne grâce à un transport par câble transocéanique.
- Captation de sources naturelles d'H2 ...

L'ensemble de ces nouveaux moyens forment une grappe dynamique comme le montre la courbe d'expérience suivie par les batteries Lithium-ion sur le graphique ci-dessous .

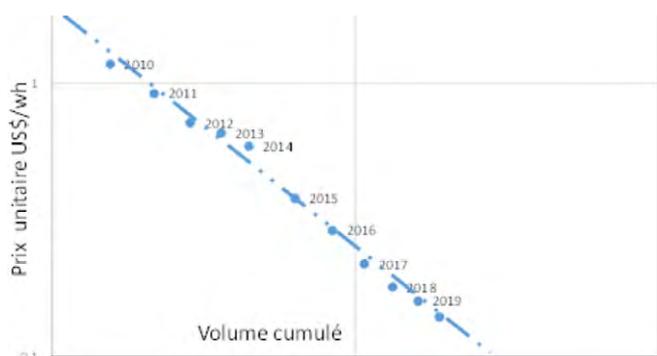


Figure 2 : effet d'expérience sur les batteries lithium

Indépendance énergétique

La filière nucléaire n'est pas la meilleure voie pour une indépendance énergétique. Au niveau national et européen, l'enjeu géopolitique soulevé est plutôt celui qui regroupe la cohésion :

- nationale : comment l'entretenir avec des décisions prises au plus haut niveau s'appuyant sur des moyens aussi insincères, obsolètes et irresponsables ?
- économique : comment justifier de tels engagements de nos ressources et compétences sur un tel pari sans espérance portuse ? EdF devrait se déclarer en faillite si l'on réintègre dans ses comptes les coûts que cette société n'assume pas ; le plan Hercule¹⁰ suffira-t-il à sauver l'entreprise et sera-t-il suivi d'un revirement de l'Etat sur la question nucléaire ?
- internationale : comment supporter longtemps la pression des états limitrophes de l'espace européen exposés aux risques d'accidents de nos centrales ?
- intergénérationnelle : comment faire accepter aux générations suivantes et à celles qui leur succéderont le poids de notre gabegie ?

A cela s'ajoute la question de l'indépendance politique au sens le plus large, nationale et européenne. Les grandes centrales nucléaires fournissent évidemment les cibles idéales aux puissances terroristes (notamment disposant de missiles hypersoniques) contre lesquelles aucune défense ou dissuasion ne serait efficace . Quelle capacité décisionnelle avec une telle fragilité ?

Conclusions

Dans cette perspective d'énergie qui n'est rare que par sa qualité, le nucléaire n'est pas le mieux disant. Cette filière se trouve dans une impasse et la seule voie réaliste qui puisse lui être proposée est une sortie graduée excluant, bien entendu, toute nouvelle centrale ainsi que prévoyant le traitement définitif des déchets à l'échéance de la génération qui en est la cause.

La question est éthique, celle de l'égoïsme d'une filière aux dépens du reste de l'économie, des génération futures et de nos partenaires européens. Elle est morale, celle d'individus agissant sur ordre incohérent par une forme d'irresponsabilité au sens de Hans Jonas.

Raoul de Saint Venant

X-73

⁵. 96 milliards dans les réacteurs nucléaires et 55 milliards dans la recherche et le développement. Source : Cours des comptes 2012.

⁶. L'empreinte carbone du nucléaire est sujette à débat (15 à 288 gr CO2 par kWh). Une méta-analyse réalisée par Benjamin K. Sovacool (University de Singapour) et publiée par Energy Policy le 02/06/2008 et reprise (pendant plusieurs années !) par l'ADEME propose 66 gr

⁷. C'est ce délai que tente de réduire Bill Gates avec ses minicentrales Natrium utilisant une technologie dite à sodium, probablement un peu plus sûre mais pas moins chère.

⁸. 71,9% en 2019 sur l'ensemble du parc français (source RTE).

⁹. Analyse de l'auteur à partir des volumes USGS et prix -BNEF.

¹⁰. Nouvellement appelé projet « grand EdF ». Le plan Hercule prévoit de nationaliser la production d'électricité d'origine nucléaire et hydraulique.

¹¹. La présence d'un peloton de gendarmes et l'installation d'une batterie de missiles sol-air est une protection dérisoire.

TRANSITION ÉCOLOGIQUE, QUEL RÔLE POUR LE CONSULTANT INDÉPENDANT ?



Transition écologique ; cette locution devenue à la mode au cours de la dernière décennie s'éloigne progressivement du concept original que l'on doit à Rob Hopkins sur la transformation des villes. Aujourd'hui, qu'est-ce qui se cache derrière ce nom ? Pour bien la définir, commençons par l'écologie.

Science des habitats, cette branche de la biologie étudie les interactions que les espèces vivantes entretiennent entre elles et avec le milieu naturel qui les héberge. Elle a progressivement alimenté les débats dans de nombreux cercles de réflexion. Son image vers le grand public s'est d'avantage diffusée à partir des années 1970 à travers les messages des partis politiques écologistes et leurs militants que par les études scientifiques qui relèvent de cette science du vivant.

Transition signifiant passage d'état à un autre, on entend par transition écologique le passage progressif d'un contexte dans lequel les réalités du vivant sont dissociées des affaires économiques à un contexte dans lequel elles sont intégrées. La transition écologique est un changement de paradigme économique et social, c'est-à-dire le passage de la logique de minimisation du coût monétaire immédiat – et de maximisation des profits de même sorte – à la logique de prise en compte des externalités naturelles dans les notions de coût et de profit. Quelle valeur a le pétrole sous terre non encore extrait ? Quel coût auront à supporter les générations futures à cause de sa combustion actuelle ? Quelle valeur a la forêt amazonienne en place ? Quel est le coût futur de sa destruction ? Quelle valeur ont les insectes pollinisateurs ? Quel est le coût de leur remplacement par des techniques artificielles ? La liste des questions est immense. En adoptant la transition écologique, on ouvre progressivement les yeux sur le vrai socle de notre prospérité qui dépasse largement le cadre néoclassique du capital-travail.

Comme les partis politiques écologistes portaient un message en opposition avec le courant dominant, comme des mouvements contestataires s'y sont associés, avec des acteurs rarement bien formés aux bases de la discipline scientifique, souvent en marge de la société, parfois violents, l'image communément répandue de l'écologie reste

pour le moment bien plus celle d'un perturbateur, que celle d'un sage conseiller. Le philosophe Pierre Charbonnier¹ nous le rappelle : « *L'écologie ne nous rassemble pas, elle nous divise* ». Traiter d'écologie dans le monde des affaires, même de façon rationnelle, c'est diviser, c'est déranger, perturber, car c'est introduire les résultats d'une science naturelle jeune – un peu plus d'un siècle – dans des habitudes aux racines bien plus anciennes, en amenant donc de nouvelles contraintes.

Ce qui s'accélère ces dernières années, c'est la prise de conscience des enjeux environnementaux par le grand public. De nouveaux mouvements de réflexion apparaissent parmi les citoyens, les choix de certains consommateurs commencent à évoluer. Parmi les contestations étudiantes, la préoccupation écologique occupe une place croissante, la demande d'une base de formation générale aux enjeux planétaires se fait entendre de plus en plus fort et l'enseignement supérieur évolue désormais en ce sens. Certains étudiants commencent à interpellier les grandes entreprises pour des emplois « verts », ils leur signifient qu'ils n'iront postuler chez eux que si la prise en compte de l'environnement est bien intégrée dans la stratégie d'entreprise.

Dérive climatique, pollution des milieux naturels, effondrement de la biodiversité, épuisement des ressources tant de matières premières qu'énergétiques, ces signaux d'alerte attisent les discours de crise appelant au sursaut écologique, trop radical pour qui n'est pas sensibilisé, pour qui n'est pas suffisamment informé. Mettons-nous à la place d'un dirigeant non initié à ces faits. Plongé dans le quotidien de son entreprise, pressé par les questions de coût monétaire immédiat, de résultats trimestriels, par les problématiques de taux de retour sur investissement dénuées de toute externalité environnementale, comment pourrait-il recevoir de tels discours alarmistes ? Surtout, comment les intégrerait-il à ses schémas de décision ? Quel lien ferait-il entre ces constats de désastre et les actions qu'il mène ? L'univers dans lequel il évolue n'y est pas connecté. N'est-il pas plus commode à cette place de céder au déni écologique ? Voilà une des raisons au balancier fréquemment observé entre les fortes annonces d'engagements pour l'environnement des grandes firmes et la rareté des actions concrètes au cœur de celles-ci.

¹ Pierre Charbonnier, tribune parue dans le monde du 14 mai 2020.

Certains observateurs dénoncent alors de l'écoblanchiment (greenwashing), mais à la place de ces mêmes dirigeants et dans les mêmes conditions, réussiraient-ils à agir autrement ?

Illustrons ce point-de vue par l'acte de bâtir.

Activité ancienne, la construction est profondément ancrée dans nos cultures. Si elle est une condition nécessaire à l'essor des transports et à la fluidité des échanges, elle est montrée du doigt pour l'effacement et la fragmentation des habitats naturels. Sur le plan économique, c'est un secteur parmi les plus significatifs et en même temps très consommateur de ressources naturelles. C'est également le secteur qui produit le plus gros tonnage annuel de déchets. En termes d'émissions de CO₂, le secteur de la construction est régulièrement montré du doigt également. Comment se comporterait un dirigeant d'entreprise générale de bâtiment ou de travaux publics ? Le point de vue précédent montre la difficulté de se projeter dans la transformation des métiers. Pour prendre un exemple, considérons les impacts climatiques. Le plus gros poste d'émissions de gaz à effet de serre pour le BTP est avant tout dû à l'usage du béton, et dans le béton, c'est le ciment qui en est la cause, ou plutôt la fabrication du clinker. Nombreux sont ceux qui attendent l'arrivée d'un substitut au ciment Portland qui, sans rien changer aux habitudes, n'émettrait plus de CO₂ pour sa fabrication. On peut espérer, mais la réalité, c'est qu'il faut avant toute chose réduire les volumes de béton mis en œuvre, en raisonnant différemment la planification de la construction, ce qui est au niveau étatique, mais aussi en abordant différemment les projets, pour une conception sobre.

Le conseil indépendant est celui qui, dans l'accompagnement du dirigeant, permet la contextualisation d'enjeux globaux au périmètre étendu de l'entreprise, ce qui signifie se préparer à prendre en compte les évolutions profondes de la société civile en dehors du périmètre direct de l'entreprise et au-delà des exigences légales et réglementaires. C'est typiquement le cas du scope 3 pour les gaz à effet de serre. Un appel à la réconciliation des grands enjeux du vivant et de la stratégie des entreprises commence à poindre ; un sage conseiller, détaché des intérêts directs d'une entreprise, peut apporter cette réconciliation avec une approche pragmatique. C'est là qu'un consultant indépendant capable de traiter de la question écologique a à jouer un rôle-clef.

La transition écologique approche de son momentum. Mais avant qu'elle ne devienne un « marché de masse », il y aura des étapes progressives dans le verdissement des activités des entreprises. A maturité il y aura une forte concurrence sur les mêmes sujets, les mêmes solutions de décarbonation ou de verdissement. Mais ce n'est pas encore le cas. Prendre en compte les enjeux, voire les contraintes de la transition écologique, n'est pas encore la norme. Alors tant mieux pour les entrepreneurs innovants, pour les visionnaires du social et pour les quelques convaincus. Car agissant dès maintenant, considérant la transition écologique comme une opportunité, ils se préparent à prendre le lead sur leurs marchés ou s'en créer d'autres. Ils se créent de nouveaux espaces stratégiques qu'on appelle Océan Bleu². Ils devanceront leurs concurrents, répondront aux aspirations de clients, de futurs salariés et des parties prenantes.

Ce sont autant d'appels à l'appui de conseils indépendants pour accompagner ce changement des entreprises, cette transition.

Clément Trigona

Consultant pour la transition écologique dans le BTP,
Membre de la commission de normalisation P01E
« Développement durable dans la construction » à l'AFNOR

Frédéric Ménard

Conseil en transition bas carbone,
Membre du comité scientifique et pédagogique du mastère
immobilier et bâtiment durables de l'Ecole des Ponts ParisTech,
Président de Agir pour le climat

² La *Stratégie Océan Bleu* est un paradigme d'une stratégie d'entreprise, exposé par W. Chan Kim et Renée Mauborgne, chercheurs au Blue Ocean Strategy Institute à l'INSEAD dans leur ouvrage *Stratégie Océan Bleu : Comment créer de nouveaux espaces stratégiques*. Les océans bleus sont constitués de toutes les activités n'existant pas actuellement. Celles-ci constituent donc un marché inconnu, non affecté par la concurrence. Dans les océans bleus, la demande est créée plutôt que conquise.

... AVEC BENOÎT RITTAUD



Benoît Rittaud est maître de conférences en mathématiques à Sorbonne Paris Nord et président fondateur de l'association des climatoréalistes. Il est auteur de nombreux ouvrages sur la vulgarisation des mathématiques et le climat. A contrepied du discours ambiant sur l'ampleur de la responsabilité humaine sur le climat, il promeut un climatoréalisme qui « se méfie de l'agitation, de la peur, de la naïveté et de l'affichage de la vertu [...], et s'étonne que le CO2 soit si souvent perçu comme un polluant ».



Qu'est ce qui selon vous pose le plus de problème dans les modèles climatiques actuels ?

La modélisation en soi n'est pas un problème. En revanche, il faut éviter de confondre les modèles à but descriptif et les modèles utilisés pour faire des pronostics. Les modèles climatiques divergent très vite par rapport aux observations, donc ils ne sont pas adaptés à ce deuxième emploi.

Les flux océaniques, la dynamique de la couverture nuageuse, l'albedo terrestre, la diffusion de la chaleur sont autant de phénomènes complexes où le résultat peut être extrêmement sensible par rapport aux conditions initiales.

La difficulté de prédiction a de nombreuses sources, mais fondamentalement cette nature chaotique pose des grandes difficultés – les fameuses équations de Lorenz, popularisées par l'expression « d'effet papillon ».

Ainsi, la sensibilité climatique, qui est l'augmentation de température qui correspond à un doublement de la concentration de CO2 dans l'atmosphère, se situe dans une fourchette très large – de 1.5°C à 4.5°C (certains allant même jusqu'à 6°C). Cette sensibilité n'a pas varié depuis le rapport Charney de 1979, en dépit de l'augmentation exponentielle de la puissance de calcul depuis lors.

La pandémie a mis en exergue que les vérités scientifiques sont parfois difficiles à établir, et peut être aussi que des dimensions personnelles et sociologiques s'invitent dans ces débats. Cette séquence permettra-t-elle d'éclairer sous un jour plus favorable la question climatique ?

Plutôt, oui. Il est en effet intéressant de voir l'ampleur de la polémique alors que la diffusion d'un virus est a priori beaucoup plus simple que la dynamique du système climatique sur des décennies. Les jeux de données médicales sont considérables, un effort important a naturellement été consacré à la modélisation... et nous avons pu constater qu'elles étaient divergentes et pour certaines très éloignées de la réalité. L'avantage d'un virus est qu'il offre un apprentissage rapide, du fait que l'on est confronté au réel très vite, ce qui permet de valider ou d'invalider les modèles, et donc de les améliorer. Cette dynamique itérative n'a pas lieu, ou dans des proportions très inférieures, dans le domaine climatique.

Manque-t-il des savoirs et techniques fondamentales aux scientifiques pour appréhender la modélisation de systèmes complexes ?

Avant même la question des savoirs, il s'agit de savoir ce qu'est la science. L'enjeu relève donc plutôt de l'épistémologie. La science est amoral et non prescriptive. Elle n'est pas une éthique qui discrimine le bien du mal, elle cherche à discriminer le vrai du faux.

Comment les scientifiques se distinguent-ils du reste de la population dans leur positionnement sur la question climatique ?

Il est toujours délicat de faire des généralités, mais je dirais qu'ils sont souvent plus intolérants ! Peut être se voient ils en dépositaire du « Savoir » et peut être expriment-ils ainsi une forme de solidarité pour cer-

tains de leurs pairs – une sorte de conscience de classe qui se rattache entre autres à des totems institutionnels (diplômes, fonctionnariat...).

A l'inverse, les « non-scientifiques », une fois un premier échange assez conventionnel passé pour rappeler leur intérêt pour l'environnement, sont souvent demandeurs de dialogue et de critiques raisonnées. C'est aussi la conséquence de la place de la science dans nos sociétés : la guerre froide a marqué l'avènement d'une science dont l'objet est de servir des politiques (envoyer un homme dans l'espace, sur la Lune...), par opposition à établir de la connaissance. Corollaire : pas de problème à régler, pas besoin de sciences, donc pas de budget.

Les scientifiques craignent-ils d'être ostracisés sur la question du climat?

Plutôt, oui. Mais le réel recouvre des situations assez différentes là encore. Prenons l'exemple de Pascal Richet, du prestigieux Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP), qui s'est vu tout récemment retirer (pour l'instant temporairement) la publication d'un article pourtant accepté dans la revue *History of Geo- and Space Sciences*¹. Il ne va pas se laisser faire : question de personnalité certes, mais il y a aussi un contexte - sa notoriété est déjà bien établie.

L'enjeu prend une toute autre dimension pour un thésard ou un jeune chercheur dont la carrière est en pleine construction. Il y a clairement des coups à prendre, et des combats à choisir. Fréquemment, des scientifiques me font part de leur scepticisme... « sous le manteau » !

La sélection et la formation des « élites » sont-elles selon vous en cause – elles sélectionneraient une certaine docilité intellectuelle et une aversion au risque ? Cette hypothèse a été avancée pour déplorer le faible intérêt pour l'entrepreneuriat des élèves issus des grandes écoles et elle pourrait se décliner sur le champ de l'indépendance d'esprit.

Globalement la science et les savoirs progressent donc le système, pour imparfait qu'il soit, produit de la valeur. Il ne s'agit donc pas de renverser la table.

Il faut ne faut pas nécessairement chercher la cause de ce phénomène chez les scientifiques eux-mêmes dans la mesure où ceux-ci sont le reflet de la société dans son ensemble: l'Occident est dans un état d'esprit post-moderne où les scientifiques constituent un nouveau clergé, lequel fait cohabiter des velléités de toute-puissance avec des sentiments de culpabilité et d'indignité rattachés à la puissance. Il est à espérer que les ingénieurs, dont les théories sont inévitablement sanctionnées par le réel, contribuent davantage à diffuser des méthodes et un état d'esprit salutaire face aux défis auxquels la société est confrontée, du quidam au décideur en passant par le scientifique lui-même.

¹ L'article climatoréaliste a pour titre éloquent « The temperature-CO2 climate connection: an epistemological reappraisal of ice-core messages ».



En savoir plus sur l'adhésion ?
Proposer une mission de conseil aux membres d'XMP-Consult ?
Participer à nos événements ?

[CONSULTEZ NOTRE SITE](#) 

info@xmp-consult.org



xmp
consult

Association loi 1901 ayant son siège au
5 Rue Descartes 75005 PARIS