

Programmer les tâches voraces en énergie quand celle-ci est disponible

par

■ **Arnaud Crétot** ■

Fondateur de NeoLoco

■ **Loïc Pérochon** ■

Fondateur de La Belle Tech

En bref

Après un voyage d'étude consacré aux différentes formes de production d'énergie dans le monde, Arnaud Crétot, ingénieur énergéticien, œuvre au sein de la filière solaire thermique et de la concentration solaire. Puis, en 2019, il crée NeoLoco, torrificateur recourant à l'énergie solaire. « *Comment est-ce possible?* » lui demande-t-on. En torrifiant seulement quand il y a du soleil et en faisant des stocks intermédiaires pour fournir le client de façon continue. « *Cela remet en cause le modèle de production en flux tendu, vous n'y pensez pas!* » Mais si, et il faudra même augmenter les surfaces de stockage dans certaines industries, ainsi que modifier les horaires de certains opérateurs pour profiter des périodes d'ensoleillement. Ce type d'organisation sobre et intrinsèquement efficace est rentable. Après plusieurs expériences convaincantes, Arnaud Crétot et Loïc Pérochon ont élaboré une méthode, nommée TELED (tâches énergivores lorsque l'énergie est disponible), qui pourrait bien avoir de l'avenir...

Compte rendu rédigé par Pascal Lefebvre

Séminaire animé par Michel Berry

L'École de Paris du management organise des débats et en diffuse les comptes rendus, les idées restant de la seule responsabilité de leurs auteurs. Elle peut également diffuser les commentaires que suscitent ces documents.

Parrains & partenaires de l'École de Paris du management :

Algoé¹ • Chaire etilab • Chaire Mines urbaines • Chaire Phénix – Grandes entreprises d'avenir • ENGIE • Groupe BPCE • Holding 6-24 • IdVector² • Kéa & Partners¹ • L'Oréal • La Fabrique de l'industrie • Mines Paris – PSL • NaTran • RATP • UIMM • Université Mohammed VI Polytechnique

1. pour le séminaire Vie des affaires / 2. pour le séminaire Management de l'innovation



Autres séances du cycle La Transition énergétique et écologique

« Décarbonation : l'industrie automobile face à ses contradictions »

par Jean-François Giroux, ancien directeur R&D Décarbonation du groupe Valeo, ancien président du conseil de la Recherche de la PFA

« Le développement durable selon Michelin, une ambition très ancienne »

par Nicolas Beaumont, ancien directeur du développement durable, Michelin

« Le développement de masse des véhicules électriques de 2000 à 2024 »

par Patrick Péлата, président de l'Académie des technologies

« Débat stratégique : le reporting de durabilité, opportunité ou corvée pour les entreprises ? »

par Julia Maris, vice-présidente ESG, Groupe ENGIE, Tegwen Le Berthe, *Head of ESG scoring & methodology* d'Amundi, ancien membre du *Sustainability Reporting Board* de l'EFRAG et Chrystelle Richard, professeure associée à l'ESSEC Business School, membre du collège de l'ANC, membre du conseil de l'IAASB

« Les réseaux électriques, clé méconnue de la transition énergétique »

par Alfredo Parres, vice-président Renouvelables d'Hitachi Energy

« L'hydrogène vert pour l'OCP : une bénédiction stratégique »

par Till Zeino-Mahmalat, *Head of Green Hydrogen & Ammonia*, OCP Group

« Peut-on développer plus vite les énergies renouvelables ? »

par Michel Gioria, délégué général de France Renouvelables, François Hiernard, *Head of Asset Management and Operational Strategy, Renewables Europe* chez ENGIE, et Maxime Lavayssière, avocat *partner* du cabinet Valmy Avocats et consultant chez Volta Avocats

« La sobriété, contrainte temporaire ou futur désirable ? »

par Valérie Guillard, professeur de marketing à l'université Paris Dauphine – PSL, Didier Holleaux, directeur général adjoint d'ENGIE, et Yves Marignac, porte-parole et référent en analyse et prospective de l'association négaWatt

« Ces deux start-up françaises qui s'attaquent à la recharge des véhicules électriques »

par Nicolas Banchet, CEO de Zeplug et cofondateur de ChargeGuru

« Des ressources énergétiques négligées : gaz de mine et autres solutions innovantes »

par Antoine Forcinal, directeur général de la Française de l'Énergie

« Devenir une software company pour relever les défis de la transition énergétique »

par Olivier Sala, directeur groupe Recherche et Innovation, ENGIE

« La finance peut-elle verdir le monde ? »

par Luisa Florez, directrice des recherches en finance responsable, OFI Asset Management, Didier Holleaux, directeur général adjoint d'ENGIE, et Nicolas Mottis, professeur à l'École polytechnique, administrateur du FIR (Forum pour l'investissement responsable)

« Transformer une entreprise industrielle régulée : l'agilité du petit poucet »

par Dominique Mockly, PDG de Teréga



Vers une culture de la variabilité

Loïc Pérochon : Arnaud Crétot et moi avons suivi ensemble nos études d'ingénieurs, puis nos chemins se sont séparés. J'ai suivi un parcours professionnel très industriel, en particulier dans la sous-traitance aéronautique, l'armement et la construction d'aéroports. Ensuite, du fait du non-alignement de mon travail avec mes valeurs, j'ai choisi de réorienter mes activités et j'ai rejoint Arnaud.

Arnaud Crétot : En tant qu'ingénieur énergétique, j'ai très vite été convaincu que toutes les organisations qui nous entourent reposent sur l'hypothèse d'un accès continu et illimité aux ressources. Face aux enjeux environnementaux et sociétaux d'un monde de plus en plus incertain et qui remet en cause cette hypothèse, l'alternative est de se fonder sur la prise en compte, plus réaliste, d'une variabilité de l'accès aux ressources, quelle que soit l'activité considérée.

Une question existentielle

Tout ce qui change dans l'univers réduit un potentiel énergétique. Que ce soit pour la pomme de Newton ou pour un ensemble complexe de réactions électrochimiques au sein d'une cellule vivante, rien ne se passe s'il n'existe pas une différence de potentiel énergétique entre un état initial et un état final. Sous cet angle, la principale capacité des humains est de pouvoir élargir leur niche énergétique par l'innovation technique et sociale, de nouvelles technologies nécessitant l'accès à toujours plus d'énergie. Notre consommation d'énergie primaire a ainsi augmenté de 600 % entre 1950 et 2020.

Les sociétés modernes, en accélérant ce processus naturel de réduction des potentiels énergétiques, posent donc une question existentielle : est-il possible qu'un projet humain ne détruise pas les conditions de la survie de l'humanité sur Terre ?

Loïc Pérochon : Tout projet humain se heurte aux neuf limites planétaires identifiées, dès 2009, par les scientifiques. À cette date, seules trois étaient dépassées. Aujourd'hui, six d'entre elles le sont et une septième est en voie de l'être. Dépasser ces limites planétaires, parfois sans retour possible, comme c'est le cas pour l'extinction d'espèces vivantes, amène le "système Terre" à ne plus être en mesure de se régénérer sans affecter les conditions de notre propre survie.

Il devient donc urgent d'envisager différemment le développement humain, par une approche radicalement opposée à celle des magnats de la tech qui prétendent s'affranchir de toutes les limites, physiques, biologiques ou sociales. Plutôt que de sacraliser la technique, il semble sage de composer avec ces contraintes. Nous pourrions ainsi créer une société fondée sur une économie qui sera robuste à très long terme face aux aléas qui nous menacent et dont nous ignorons a priori l'ampleur et le moment de la survenue.

Les vagabonds de l'énergie

Arnaud Crétot : Lors de nos études, nous avons constaté que 95 % des élèves ingénieurs n'envisageaient leur avenir professionnel qu'au service de solutions préexistantes, contribuant ainsi au franchissement des limites planétaires. Or, si j'ai choisi de devenir ingénieur énergétique, c'est parce que, selon moi, un ingénieur doit être capable d'identifier les problèmes de la société et d'y apporter, si besoin, des solutions techniques pertinentes. Dans ce but, durant l'année 2009, un autre ami ingénieur et moi avons entamé un voyage d'étude qui nous a conduits dans une vingtaine de pays, de la Norvège à l'Inde. Nous y avons étudié une soixantaine de sites énergétiques, des mines de charbon du Donbass aux micro-barrages hydrauliques de l'Himalaya, afin de comprendre à quelles attentes répond l'énergie et quelles réponses, éventuellement inédites, y sont

apportées. Ce voyage, riche en expériences, nous a démontré que l'enjeu énergétique est, avant tout, un enjeu social et que si l'on se pose seulement la question des besoins sans questionner les activités, on passe à côté du véritable sujet.

Lors de notre séjour en Inde, nous avons été marqués par la découverte de la concentration solaire, méthode utilisée pour répondre aux besoins en énergie des artisans. Ainsi, de 2014 à 2023, je suis devenu le directeur technique d'une entreprise spécialisée dans les concentrateurs solaires. Ces dispositifs, composés d'une grande surface de miroirs qui concentrent les rayons du soleil en un point, génèrent de très hautes températures. En 2019, je me suis inspiré de cette expérience pour créer une activité artisanale, NeoLoco, non que j'aie voulu abandonner mon métier d'ingénieur, mais parce que, si l'on a mis beaucoup d'ingénieurs dans l'industrie, avec certes de très grands succès, on en a mis fort peu dans les métiers. Fort de ce constat, il m'a semblé nécessaire de réinjecter de l'ingénierie non plus seulement dans la technique, mais également dans la transformation des métiers et de leurs savoir-faire.

L'énergie solaire en boulangerie

NeoLoco utilise la concentration solaire dans deux activités, la boulangerie et la torréfaction; elle a été, en cela, pionnière en Europe. Les développements de ces activités artisanales illustrent l'ampleur des transformations nécessaires pour passer de modèles économiques classiques à des modèles innovants fondés sur des accès variables à l'énergie, et ce quels que soient les secteurs économiques considérés.

Avant de démarrer cette production, il m'a fallu, pendant deux ans, me former aux savoir-faire de la boulangerie afin de sélectionner les plus appropriés à l'usage de l'énergie solaire. En effet, une telle démarche est radicalement différente de celle qu'aurait une boulangerie déjà existante et qui chercherait à décarboner son activité en remplaçant l'électricité fournie par les réseaux traditionnels par celle produite par des panneaux solaires et stockée dans des batteries. La transformation organisationnelle, pour qui veut utiliser la concentration solaire, doit être bien plus profonde, car il s'agit davantage de changer de modèle que d'adapter un outil.

Pour la cuisson du pain, comme il faut de la chaleur, la première question à se poser est celle des sources d'énergie disponibles. La concentration solaire semble pertinente, car, contrairement au photovoltaïque, elle peut offrir un rendement de 70 % et n'emploie que de l'acier et du verre, matériaux abondants et facilement recyclables. Dans le cadre d'une vision à très long terme, ce type de technologie, très robuste, peut donc parfaitement convenir.

Ensuite, il faut se demander quels savoir-faire mettre en œuvre dans un tel cadre. Ceux d'un boulanger de quartier qui cuit ses baguettes dans un four électrique sont en effet très différents de ceux de l'artisan qui cuit son pain traditionnel au feu de bois. Ce travail de fond sur les savoir-faire, du pétrissage à l'enfourmage, est donc essentiel.

Le pain étant un produit périssable dont la fabrication ne peut dépendre des aléas climatiques, NeoLoco dispose, en complément, d'un four à bois. De plus, en utilisant la concentration solaire, le pain doit être fait le jour et non plus la nuit, ce qui impose une organisation spécifique. Par exemple, nous fabriquerons des pains au levain, qui sont des pains de conservation, plutôt que des baguettes, dont la fabrication, qui doit être proche du moment de la consommation, est tributaire de la disponibilité de l'énergie. Comme les jours de distribution de notre pain, dans nos huit points de vente, sont fixes et que la probabilité que le temps soit suffisamment ensoleillé est de 40 % en Normandie, notre objectif est que le solaire contribue au minimum à hauteur de 30 % à nos consommations d'énergie.

La torréfaction solaire

Au sein de NeoLoco, le second modèle économique concerne la torréfaction solaire, activité implantée à Montville, toujours en Normandie. Le concentrateur solaire permet d'atteindre, au point le plus chaud, une

température de 900 degrés Celsius, dans un four développé par la société Solar Fire Concentration (devenue Lytefire), dans lequel est placé le tambour de torréfaction.

La torréfaction est l'un des modes de transformation et de conservation alimentaires les plus courants. Elle concerne le café, mais aussi les cacahouètes, le chocolat, les épices, le soja de l'alimentation animale, etc. L'activité de torréfaction solaire est cependant très différente de celle au gaz, qui est communément utilisée.

Chez NéoLoco, les tâches de torréfaction sont désormais couvertes à 100% par l'énergie solaire. Afin de nous prémunir contre la variabilité de cette source d'énergie soumise aux aléas climatiques, nous torréfions le plus possible de matière première lorsqu'il fait beau et constituons ainsi un stock de produits torréfiés. Leur passage au moulin et leur mise sous emballage sont, quant à eux, reportés aux jours sans soleil, ces produits, une fois torréfiés, n'étant plus périssables et donc sans risque d'être affectés par ce stockage. Cela permet au client d'obtenir régulièrement son produit dans nos 80 points de distribution, indépendamment des conditions climatiques. L'adaptation à la variabilité permet donc, sans couche technologique superflue, de transformer un accès aléatoire à la ressource énergétique en un accès continu au produit.

TELED, construire une culture de la variabilité

Avec ces deux applications directes du four à énergie solaire, c'est une véritable méthodologie permettant de transformer les modèles économiques de la boulangerie et de la torréfaction que nous avons mise en place. Il restait à trouver la manière de l'appliquer à d'autres activités confrontées à une exigence de décarbonation ou à des difficultés d'approvisionnement énergétique, comme peuvent l'être d'autres secteurs de l'artisanat, voire de l'industrie.

Nous avons alors formalisé un cadre de référence permettant de penser les organisations autour d'un accès variable à l'énergie. Ainsi a été créée une méthode, baptisée TELED, formalisée en langage industriel. Si, à l'origine, TELED était l'acronyme de *Tâches Énergivores Lorsque l'Énergie est Disponible*, il est devenu celui de *Tâches Essentielles Lorsque l'Essentiel est Disponible*. En effet, si vous adaptez votre activité, quelle qu'elle soit, à la variabilité de l'énergie, vous pouvez aussi l'adapter, grâce aux mêmes outils, à la variabilité des accès à l'essentiel, comme les matières premières, les réseaux de communication, la main-d'œuvre, etc.

La variabilité affecte en premier lieu les ressources énergétiques non pilotables, telles celles issues des énergies renouvelables, mais elle impacte désormais aussi les ressources en eau. Elle résulte également de pénuries comme celles liées aux ruptures d'approvisionnement en gaz russe ou, dans le cas de médicaments et d'équipements médicaux, à la pandémie de Covid-19. Ces exemples témoignent de ce que l'on a vécu dans un passé récent, mais ils sont le reflet de ce qui se profile à court terme également pour les énergies jusqu'ici considérées comme continues, pour lesquelles on observera des formes d'accès variable. L'hypothèse d'un accès continu et illimité aux ressources n'aura vécu que le temps d'une courte fenêtre historique face à l'évolution des enjeux environnementaux, sociaux et géopolitiques. L'hypothèse sur laquelle nous devons dorénavant fonder nos activités économiques essentielles sera, sans aucun doute, celle de la variabilité.

Pour appliquer la méthodologie TELED, nous divisons l'économie productive en deux catégories : les produits périssables (produits de la restauration, fruits et légumes, produits laitiers, pâtisseries, etc.) et les produits de conservation (graines torréfiées, constructions, menuiseries, vêtements, produits high-tech, etc.), ces derniers représentant la majeure partie de ce qui est fabriqué dans le monde. Parmi les tâches de fabrication, certaines sont très consommatrices d'énergie, telle la torréfaction, d'autres moins. Il est donc rationnel de prioriser les tâches énergivores durant les périodes où l'énergie est disponible et bon marché. Cela implique de redistribuer l'organisation du travail, quoique de façon souvent plus limitée qu'il n'y paraît a priori.

Loïc Pérochon : Il est aujourd'hui important de remettre en question les modes de pensée que l'on nous a enseignés, qui, à l'époque, étaient pertinents, mais qui ne le sont plus dans le contexte actuel. L'une des idées communément admises est que le stock serait un gaspillage d'argent indûment immobilisé. Cette idée, développée chez Toyota par Taiichi Ono dans les années 1960, a été dénaturée en laissant penser, au fil du temps, que tout

stock est du gaspillage. Pour l'inspirateur du Lean Management, cela ne concernait pourtant que le surstock, dans un contexte et à un moment donné. Le stock durant les trente glorieuses n'a, en effet, plus rien à voir avec celui rendu nécessaire par un monde de plus en plus fluctuant, dans lequel les aléas climatiques ou sanitaires perturbent les chaînes de valeur et dont les équilibres géopolitiques sont devenus particulièrement instables. Dans un tel contexte, le stock n'est plus du gaspillage, mais une sécurité.

Quand nous réalisons des diagnostics en suivant la méthode TELED, nous cherchons d'abord à identifier le point de bascule économique, c'est-à-dire le ratio à partir duquel l'entreprise compense les coûts du stockage par les économies d'énergie qu'elle réalise grâce à lui. Ainsi, dans la comparaison que nous avons menée entre NeoLoco et une PME normande portant sur une activité de torréfaction analogue, les *process* et le matériel étant identiques (hormis les fours), l'empreinte carbone de NeoLoco est, sans surprise, 50 fois inférieure par kilo de produit fini à celle de sa concurrente. La principale différence porte sur la couverture de stock globale, c'est-à-dire incluant les stocks de matières premières et de produits finis, ainsi que les encours. Chez l'industriel, cette couverture est d'un peu moins de soixante-dix jours tandis que chez NeoLoco, elle est de plus de deux cent trente jours. Ramené au kilo de produit, un tel stock a évidemment un coût, évalué pour NeoLoco à environ le triple de celui de l'industriel.

En revanche, les économies réalisées grâce à la concentration solaire et à l'organisation spécifique de NeoLoco lui permettent d'obtenir un coût de l'énergie par kilo de produit fini 10 fois inférieur à celui de l'industriel. Dans cette comparaison, le point de bascule économique donne finalement un net avantage à la concentration solaire, avec un coût de 0,087 euro par kilo pour le produit de la PME, contre 0,041 euro pour celui de NeoLoco. Il est donc plus avantageux, dans ce métier particulier, de faire du stock afin de ne consommer l'énergie solaire qu'au moment où elle est disponible, plutôt que de produire en continu et de subir les fluctuations du coût de l'énergie issue des réseaux de distribution.

TELED en langage industriel

Nous avons identifié trois préalables à tout déploiement de la méthode.

Le premier consiste à intégrer l'énergie et, plus globalement, l'accès aux ressources essentielles en tant que facteurs clés dans toute organisation de flux industriels. Ce n'est le cas aujourd'hui ni dans la pratique des entreprises ni dans les enseignements des écoles d'ingénieur, toutes nos connaissances étant élaborées à partir de l'hypothèse d'un accès continu aux ressources. Il nous faut aujourd'hui accepter l'idée que cet accès peut être variable et qu'il s'agit d'un facteur à prendre impérativement en compte par les entreprises afin de gagner en robustesse face aux aléas et d'assurer la continuité de leur service en toutes circonstances.

Le deuxième préalable consiste à pousser au maximum le flux de production lorsque l'énergie est disponible et moins chère, et à profiter de ces moments pour créer du stock, son écoulement se faisant en période d'énergie plus rare ou plus chère.

Le dernier préalable consiste à stocker l'énergie dans le produit. Plutôt que de chercher à lisser le flux de production, il convient désormais de réaliser, au moment le plus favorable, les produits finis ou intermédiaires dont la fabrication est la plus énergivore.

Pour parvenir à une telle organisation, il faut d'abord inventorier les opérations de production et leur impact énergétique. En développant notre méthode, nous avons repris des outils bien connus dans l'industrie, tels que l'analyse de déroulement. À chacune de ses étapes, nous collectons des données sur l'accès aux ressources et sur le type et la quantité d'énergie nécessaire par cycle, afin de cartographier les flux de production et d'information dans une *Value Stream Mapping* classique. Une fois cette cartographie réalisée, il devient possible d'identifier les tâches les plus consommatrices d'énergie et de les planifier afin qu'elles soient prioritairement réalisées au moment le plus favorable. On peut ensuite facilement calculer les niveaux de stock nécessaires, afin de compenser la variabilité d'accès à ces ressources.

Deux exemples de diagnostic TELED

Arnaud Crétot : La société Adam, implantée au cœur du Médoc, existe depuis 1880. Elle emploie 90 salariés pour la fabrication de coffrets de prestige en bois, destinés à accueillir les bouteilles des grands crus bordelais. Consciente des enjeux environnementaux, l'entreprise était en train d'équiper son parking d'une ombrière photovoltaïque, fournissant un apport significatif à l'alimentation du site, lorsqu'elle nous a demandé de mener un diagnostic TELED pour aller plus loin dans sa démarche. Quand nous avons fait le diagnostic, il est apparu que l'entreprise prévoyait de consommer pour ses besoins 28 % de l'électricité solaire produite par l'ombrière. Or, deux ans auparavant, l'entreprise, engagée dans une ambitieuse politique de RSE, avait fait le choix de passer à la semaine de quatre jours, ce qui avait immédiatement réduit de 20 % la part de son autoconsommation. Il n'était évidemment pas question pour les salariés de revenir sur cet acquis social. Nous avons donc établi une grille de lecture à trois niveaux.

En premier lieu, nous avons établi un niveau quotidien. Qu'était-il possible de faire, à l'échelle de la journée, pour optimiser l'autoconsommation? Le graphique des consommations mettait en évidence leur baisse significative lors de la pause déjeuner. Par ailleurs, l'analyse des tâches montrait que la scierie intégrée à l'usine consommait une grande part de l'énergie électrique du site. Cette activité n'employait en outre que cinq salariés, les seuls à être potentiellement affectés par un roulement des équipes permettant d'assurer, le temps de la pause déjeuner, une production continue dans cet atelier-là et de gagner ainsi plusieurs points d'autoconsommation. Ce roulement pouvait donc être mis en place facilement.

Nous avons ensuite établi un niveau hebdomadaire. Comment convaincre les salariés, peu motivés pour retravailler le vendredi, voire le samedi, surtout quand le temps est ensoleillé? Plusieurs leviers se sont offerts à nous, en particulier sous forme de primes financées grâce aux économies d'énergie. Pour la direction, l'opportunité de distribuer de la valeur à ses collaborateurs plutôt qu'à son fournisseur d'énergie, et ce tout en augmentant ses marges, s'est alors très vite imposée.

Le niveau saisonnier a été, de loin, le plus lourd à mettre en œuvre, mais aussi, potentiellement, le plus profitable. Évidemment, la production photovoltaïque est plus intense l'été. Comment alors produire l'été et consommer l'hiver? Une fois les troncs des pins débités en planches, celles-ci peuvent être stockées sans déformation avant d'être utilisées, à la condition de disposer d'espaces de stockage adaptés, ce qui renvoie au coût de ce stockage et à la détermination du point de bascule économique. La scierie, d'une capacité de production par ailleurs supérieure aux besoins de l'usine, pourrait alors fonctionner à plein durant l'été, quitte à vendre auprès de clients extérieurs un éventuel excédent de production. Dès lors, les opérations de fabrication des coffrets à partir de ce stock de planches pourraient s'étaler sur le reste de l'année, à la condition d'une polyvalence accrue des salariés.

Sur la base de ce diagnostic et en utilisant des leviers de plus en plus complexes, il a été possible de repenser complètement l'organisation de l'entreprise en fonction de la variabilité. Avec les mesures les plus simples à mettre en œuvre, le taux de couverture solaire pouvait passer de 28 % à plus de 50 %. Le plan d'action, très graduel, que nous avons proposé à Adam a permis de faire entrer la culture de la variabilité par une petite porte et d'offrir une feuille de route claire pour s'adapter aux fluctuations du coût de l'énergie.

Notre deuxième exemple, à une tout autre échelle, porte sur le groupe Nutriset. Cette entreprise, installée dans la périphérie de Rouen, a réalisé un chiffre d'affaires de 250 millions d'euros en 2023 et fabrique des compléments alimentaires destinés à lutter contre la sous-nutrition – son principal client est le programme alimentaire des Nations unies. C'est le premier diagnostic pour lequel il nous a été difficile de trouver des leviers d'action, tant l'usine était déjà optimisée, travaillant à flux tendu et étant très largement automatisée. Ce parfait exemple de Lean Management avait cependant pour corollaire une vulnérabilité très grande aux aléas, en particulier à la variabilité d'une demande très dépendante de la géopolitique ou des catastrophes climatiques, entre autres – variabilité affectant de surcroît les chaînes logistiques acheminant ses produits.

Nous avons fini par trouver quelques leviers, confidentiels, permettant d'injecter un peu d'adaptabilité dans le processus, mais la véritable solution, certes inenvisageable, aurait consisté à repartir d'une feuille blanche. En ce sens, Nutriset avait déjà développé le concept d'usine distribuée, avec des micro-usines installées dans

des containers pouvant être facilement installés au plus près des besoins. Ces micro-usines sont évidemment moins performantes que l'usine centralisée de Rouen, mais, si d'aventure l'une est affectée localement par un aléa quelconque, les autres, situées ailleurs dans le monde, peuvent continuer à répondre aux besoins.

Loïc Pérochon : Désormais, l'objectif de TELED est de multiplier les diagnostics, dans le plus de secteurs économiques possibles et à différentes échelles, afin de mesurer ses potentiels de transformation et leurs impacts. Nous travaillons en ce sens avec l'enseignement supérieur, le cadre de référence que nous proposons permettant aux enseignants de penser les organisations en fonction des aléas et de créer ainsi, chez leurs étudiants, une véritable culture de la variabilité. L'enjeu est que demain, dans les entreprises comme dans les collectivités, les porteurs de projet se demandent dès la phase de conception s'ils peuvent encore se fonder sur l'hypothèse d'un accès illimité aux ressources ou s'ils doivent dorénavant impérativement intégrer celle de la variabilité.

Aujourd'hui, TELED se structure en collectif et forme à sa méthodologie des ambassadeurs TELED, notre marque assurant ainsi la crédibilité des acteurs nouvellement formés. À ce jour, nous ont rejoints des fournisseurs d'énergie, des bureaux d'études spécialisés dans le solaire, des établissements d'enseignement supérieur et des écoles d'ingénieur telle Mines Paris – PSL, avec qui nous avons noué un partenariat depuis deux ans.

Débat



Entre acceptation et contrainte

Un intervenant : *Comment les changements organisationnels profonds que vous avez préconisés chez Adam ont-ils été mis en œuvre ?*

Arnaud Crétot : En nous contactant, les dirigeants d'Adam étaient déjà convaincus que leur survie à terme était en jeu s'ils ne remettaient pas radicalement en cause leur modèle économique. Leur demande était donc de mener chez eux une transformation aussi profonde que celle menée par NeoLoco dans la boulangerie et la torrification. Quand nous leur avons présenté TELED, leur premier réflexe a été de dire que cette méthodologie ne pouvait concerner une entreprise industrielle comme la leur. Leur motivation étant forte, ils ont néanmoins pris le temps d'en comprendre l'intérêt pour eux. Alors que personne dans l'usine n'avait la moindre représentation de ce que pouvait être une organisation reposant sur la variabilité, ils se sont prêtés au jeu du diagnostic. Bien sûr, nous n'avons pas supprimé la pause déjeuner, mais simplement proposé de la décaler par roulement. Cette mesure a très vite pu être mise en place dès lors que son impact direct sur la consommation énergétique est devenu évident et qu'elle a eu du sens pour tous. À présent, l'entreprise travaille à la mise en œuvre de la feuille de route. La prochaine étape décisive sera le décalage des jours de fonctionnement de l'atelier scierie.

Loïc Pérochon : Le stockage saisonnier préexistait, quant à lui, de manière informelle, du fait de la saisonnalité des commandes liée à la périodicité des vendanges et aux impératifs de la vinification. La partie scierie étant surcapacitaire par rapport au reste de la production, nous avons proposé de découpler cette première étape de la production d'avec l'aval du flux. L'organisation TELED pourrait ainsi être adoptée pour la scierie sans que le reste de l'usine ait besoin de changer son fonctionnement. Tout en maintenant l'indispensable stock amont de matière première non débitée, un stock intermédiaire de planches, alimenté lorsque l'énergie solaire est abondante, peut être ajouté entre l'atelier scierie et le reste de la production, quant à elle toujours effectuée en flux continu.

Int. : *Quelles sont les limites de TELED?*

L. P. : Elles sont avant tout liées, alors que tout va encore apparemment bien dans l'organisation, à l'acceptabilité de la démarche par ses acteurs. En cas de rejet de notre méthode, attendre que la contrainte survienne et que la crise éclate ne servira qu'à rendre son impact beaucoup plus douloureux.

Des solutions répliquables sous contrainte et à moindre coût

Int. : *Le stockage de l'énergie par des moyens vertueux, tel le stockage gravitaire hydrolique, est-il compatible avec la méthode TELED?*

A. C. : L'approche TELED montre qu'il existe de multiples moyens de stocker l'énergie et qu'il ne faut pas les opposer. Cependant, apprendre à consommer l'énergie uniquement lorsque l'on sait la produire est la façon la plus performante de se passer de ce stockage. En ce sens, puisque la finalité de l'énergie est la production, le stockage dans le produit fini, sans stockage intermédiaire, est une solution idéale dont le rendement est de 100 % et vers laquelle il faut tendre.

Int. : *Quelles données solaires utilisez-vous? Avez-vous besoin de prévisions?*

A. C. : Pour la conduite au quotidien de l'activité artisanale de NeoLoco, nous utilisons la météo agricole, qui nous donne des prévisions heure par heure et que nous couplons ensuite à notre expérience du microclimat local, particulièrement utile dans une activité aussi sensible que la boulangerie. Dans le cas de l'opération de torréfaction proprement dite, qui ne représente que 20 % du processus, la production du four solaire durant une journée ensoleillée fournit suffisamment de produits torréfiés pour permettre à l'atelier d'emballage de fonctionner pendant plusieurs jours. Ce n'est alors plus qu'un problème d'organisation interne. Cependant, avec TELED, il est aussi possible de se passer de prévisions quotidiennes aussi précises. Avec une approche probabiliste des besoins, comme cela a été le cas chez Adam, on obtiendra en effet, mécaniquement, une consommation annuelle moyenne optimale. C'est peut-être plus délicat avec l'énergie éolienne, mais ça l'est tout autant avec l'électricité des réseaux, la variabilité des prix étant difficile à anticiper et tout aussi lourde de conséquences pour une entreprise.

Int. : *Dans l'exemple de Nutriset, passer par pertes et profits les investissements faits dans l'usine rouennaise très optimisée est un gaspillage de ressources, l'usine la moins chère étant celle qui a déjà été construite. Comment intégrez-vous cela dans votre raisonnement?*

L. P. : Dans ce cas, il n'était pas envisageable de désautomatiser ou de fermer quoi que ce soit. Notre domaine d'expertise est celui des low-tech, souvent jugées peu désirables à cause de la perte de confort qu'elles peuvent induire, mais nous sommes persuadés qu'elles s'imposeront au fur et à mesure de la survenue de contraintes nouvelles. Pour Nutriset, l'idée était donc que, devant faire face à des variabilités de plus en plus fréquentes et intenses, son modèle économique risquait progressivement de ne plus pouvoir y faire face. L'hypothèse du Y, développée dans *La Stratégie du Y – Faire entrer l'entreprise dans les limites planétaires*, ouvrage publié en 2024 et dont l'un des auteurs est Alan Fustec, propose que les entreprises continuent sur leur "canal historique" pour pouvoir financer un petit canal déviant, dit "Y", utilisé pour tester un nouveau modèle économique susceptible de se développer lorsque la contrainte s'imposera. Les solutions que nous proposons sont donc conçues pour être répliquables sous contrainte et à moindre coût.

Int. : *Êtes-vous audibles pour les autorités sur ce genre de problématique?*

A. C. : Nous avons été contactés par une grande métropole qui, comme tous les gros consommateurs, achète son énergie sur le marché. Économiquement parlant, être en mesure d'acheter l'énergie au moment où elle est gratuite ne peut que leur convenir. Par ailleurs, ils pourront ainsi démontrer leur cohérence politique en contribuant à la décarbonation de leur collectivité par l'achat d'une énergie renouvelable qui sera consommée au moment optimal.

Performance ou robustesse ?

Int. : *Avez-vous des contacts avec la Convention des entreprises pour le climat (CEC)? Peut-on envisager une application territoriale de la méthode TELED, sous réserve qu'il y ait une gestion prévisionnelle de l'énergie et une vision d'ensemble? À ce jour, en tant que vice-présidente chargée du développement économique d'une importante communauté de communes, je ne dispose en effet pas de cartographies des flux ou des stocks, qui me permettraient de prioriser des actions et d'argumenter des décisions face à des propositions d'aménagement, comme celle d'implanter un data center sur ce territoire.*

L. P. : Nous avons quelques contacts avec la CEC, mais il serait effectivement très pertinent de les développer. Pour ce qui concerne l'approche territoriale, nous savons que les élus assument une vraie responsabilité afin de préparer les populations aux multiples contraintes à venir. Ces sujets peuvent alors, quoique partiellement, être traités avec un outil comme TELED.

Quand, dans l'un de nos groupes de travail, nous animons des formations TELED avec des collectivités, nous utilisons des cartes « *Et si...* ». Elles nous permettent d'élaborer des scénarios plutôt festifs, du style : « *Et si on faisait une journée sans électricité à l'école?* » Préparée, plusieurs mois à l'avance, avec les enseignants, une telle journée offre un cadre très riche, à la fois pédagogique et ludique, pour les enfants, en les amenant à questionner leurs usages habituels de l'électricité.

Plus largement, TELED permet d'alimenter une réflexion à travers des cas d'étude territoriaux, sur les dégradations subies par un service public en cas, par exemple, de délestage du réseau électrique. Elle permet de s'interroger sur les réponses les plus appropriées, par exemple baisser temporairement la température de l'eau des piscines ou brider la vitesse des tramways afin de préserver les besoins de services vitaux, tels les hôpitaux ou les EPHAD. Les démarches de villes comme Strasbourg ou Montpellier, qui a mis en place une tarification progressive de l'eau, se rapprochent de celle de TELED. C'est en documentant de multiples cas d'étude, en les théorisant et en les partageant que nous contribuons à préparer les territoires aux contraintes à venir.

A. C. : Face à la variabilité, les collectivités peuvent agir non seulement en transformant la nature et le fonctionnement de leurs services, mais aussi en accompagnant les entreprises présentes sur leur territoire vers la résilience.

Int. : *Comment TELED peut-elle s'appliquer à l'exemple qui vient d'être évoqué de l'implantation d'un data center sur un territoire?*

A. C. : Les enjeux autour du numérique sont multiples. Internet s'est construit sur l'hypothèse d'un accès continu. Or, ce paradigme, perçu comme intangible, peut parfaitement être remis en question, aucune raison ne justifiant que les services en ligne soient accessibles 24 heures sur 24 et non en fonction d'un besoin réel. Cela supposerait cependant une remise en cause de la gestion actuelle des *data centers* et nous commençons à travailler en ce sens avec des gestionnaires de serveurs informatiques. Certains sites internet, qui ne requièrent pas un accès permanent, pourraient être hébergés sur des serveurs ayant des profils de charge spécifiques qui leur permettraient de s'adapter à certaines variabilités. D'un point de vue énergétique, la planification des opérations de maintenance de ces serveurs pourrait également être optimisée. Il existe, en Espagne, un serveur alimenté à l'énergie solaire ([le site de Low-Tech Magazine](#), notamment, y est hébergé). Cette solution ne peut certes pas être généralisée, mais elle montre que, lorsque la contrainte survient, il existe des leviers d'action intéressants. Que l'on soit une entreprise ou une collectivité, une telle démarche peut aider à s'inscrire, en cas d'aléas, dans un plan de continuité.

L. P. : Nos systèmes sont généralement très centralisés, en particulier dans le numérique, parce que l'on recherche de la performance aux dépens de la robustesse. La performance s'obtient au prix de l'optimisation, qui consiste à réduire toutes les marges de manœuvre, ce qui, en retour, rend très vulnérable au moindre aléa. Décentraliser les services et l'accès aux besoins essentiels est donc nécessaire pour gagner en robustesse. Or, les approches *low-tech*, en limitant les flux, remettent en cause le besoin lui-même, ce qui n'est pas spontané en période d'abondance. Le rôle des pouvoirs publics doit donc être de préparer les populations à la contrainte, ce qui n'est guère populaire.

■ Présentation des orateurs ■

Arnaud Crétot : Ingénieur énergétique, il comprend, lors d'un voyage d'étude d'un an dans une vingtaine de pays, que les transformations sociales sont fondamentales pour répondre aux enjeux énergétiques. En 2019, il fonde NeoLoco (entreprise artisanale fonctionnant en partie à l'énergie solaire). Fort de cette expérience, il codéveloppe la méthode TELED de transformation des organisations avec un accès variable à l'énergie.

Loïc Pérochon : Ingénieur, il est cocréateur de la méthode et du collectif TELED et cogérant fondateur de l'entreprise La Belle Tech. Il a débuté sa carrière en production dans la sous-traitance pour l'aéronautique et l'armement, où il a développé une expertise en organisation industrielle. Après une brève expérience de chef de projet au Moyen-Orient, il bifurque en 2020 vers l'écoconception et les *low-tech* professionnelles.

Diffusion en mai 2025

**Retrouvez les prochaines séances et dernières parutions
du séminaire Vie des affaires sur notre site www.ecole.org.**