

Les
Petits Déjeuners
de l'AARHSE

Remise des prix de la 11^e édition du concours de l'AARHSE Et table ronde : *Intelligence artificielle et secteur énergétique : des risques aux opportunités*

17 juin 2025 - Paris

Jean-Marc PROUST

Mesdames et messieurs, je vous propose que l'on ouvre cette matinée consacrée, dans un premier temps, à la remise des trophées de l'AARHSE, puis à une table ronde qui concernera l'impact du développement de l'intelligence artificielle sur le secteur énergétique. Chaque année, l'AARHSE organise un concours qui récompense des travaux universitaires. Je donne immédiatement la parole à M. Antoine Corolleur, Président de l'AARHSE, pour une introduction de cette matinée.

Antoine COROLLEUR, *Président de l'AARHSE*

Mesdames et Messieurs les membres de l'AARHSE, Madame et Messieurs les lauréats, Mesdames et Messieurs,

C'est avec un grand plaisir que nous vous accueillons aujourd'hui pour cette nouvelle édition des petits déjeuners de l'AARHSE. Ces rencontres matinales organisées par l'AARHSE et la FNCCR sont l'occasion de débattre autour des enjeux d'actualité dans le secteur de l'énergie, en faisant appel au regard des sciences humaines et sociales. Nous vous avons ainsi convié ce matin pour évoquer le sujet de l'impact de l'essor de l'intelligence artificielle sur le secteur de l'énergie. Ce développement fulgurant de l'intelligence artificielle, dont les médias se font régulièrement l'écho, s'accompagne d'une consommation électrique majeure, qui pourrait doubler d'ici à 2030, pour atteindre 3 % de la demande mondiale, selon l'Agence internationale de l'énergie. On ne compte plus les annonces de projet toujours plus gigantesques. Début juin, le plus gros datacenter d'Europe était ainsi inauguré dans l'Essonne, avec une puissance informatique annoncée de 148,8 mégawatts, selon les informations d'un article du journal *Le Parisien*. Dans ce même article, une spécialiste des impacts environnementaux des datacenters relevait que cette nouvelle infrastructure capterait 15 % de la puissance d'un réacteur nucléaire. Cette spécialiste n'est autre que Cécile Diguet, une urbaniste que nous connaissons bien, puisqu'avec sa collègue Fanny Lopez, elles ont rédigé un ouvrage captivant portant sur l'impact des infrastructures numériques dans le secteur énergétique intitulé *Sous le feu numérique*, récompensé par le prix de l'AARHSE en 2023.



Ce développement rapide de l'intelligence artificielle, et surtout des modèles d'intelligence artificielle générative, est donc un sujet de préoccupation majeure dans le secteur de l'énergie, s'agissant de ces répercussions sur la consommation et également les infrastructures. Il promet parallèlement dans ce même secteur d'activité des avancées tout à fait significatives en matière de prédition des consommations, de flexibilité ou encore de stockage, ce qui pourrait permettre de mieux intégrer les énergies renouvelables dans les réseaux.

C'est donc le thème qui a été choisi pour la table ronde à laquelle nous assisterons ce matin et qui porte le titre : « Intelligence artificielle et secteur énergétique : des risques aux opportunités ». Au nom de l'AARHSE et de la FNCCR, je tiens à remercier les quatre intervenants, de grande qualité, qui ont accepté de venir débattre de ces sujets. Mais avant de les inviter à nous rejoindre, je vous propose d'assister à la remise des prix du dernier concours de l'AARHSE.

Je souhaiterais vous rappeler que l'AARHSE, qui a été créée à l'initiative de la FNCCR, vise à encourager les travaux de recherche en sciences humaines et sociales dans le domaine de l'énergie et à promouvoir ces travaux auprès des collectivités locales en charge de l'énergie. Elle organise ainsi un concours - « le Prix de l'AARHSE » - qui récompense les travaux de chercheurs universitaires dans le secteur principalement de l'histoire et de la sociologie de l'énergie. Il nous revient aujourd'hui d'honorer les lauréats de cette 11^e édition, à la suite de la décision du jury de l'association, qui s'est réuni sous ma présidence en mars dernier.

Je tiens à leur adresser mes plus sincères félicitations pour la grande qualité de leurs travaux. L'examen de leur candidature a en effet donné lieu à des débats passionnants. Le prix de l'AARHSE comporte trois catégories, et est doté de 10 000 euros, dont une partie est versée sous forme d'aide à la notoriété. Comme l'an passé, le jury a décidé de substituer un prix spécial à la place de la troisième catégorie de notre concours. Les prix ayant déjà été versés aux lauréats, il nous revient aujourd'hui de leur remettre le trophée de notre association.

Sans plus tarder, je cède la parole à Jean-Marc Proust, qui va nous présenter les trois lauréats du prix de la 11^e édition du concours de l'AARHSE.

Jean-Marc PROUST

Je vous remercie Monsieur le Président. Je suis d'autant plus ému de présenter les prix de cette nouvelle édition du concours, que j'étais à l'origine de la première édition. Les trois lauréats de la 11^e édition du concours de l'AARHSE sont :

- Alix Chaplain : Prix de la catégorie 1, thèse de doctorat ;
- Radouan Andrea Mounecif : Prix de la catégorie 2, ouvrage publié ;
- Louis Fagon : Prix spécial du jury.

Alix Chaplain a donc reçu le prix de la première catégorie pour une thèse de doctorat en études urbaines : *Désintégration sociotechnique et territoriale au Liban : le cas de l'électricité*. Le développement des énergies renouvelables, qui nous apparaît plutôt comme une opportunité en France, a plutôt été facteur au Liban de déstabilisation d'un système dans lequel l'opérateur était déjà lui-même dans une situation précaire.

Alix CHAPLAIN

Bonjour à tous. Je tiens en premier lieu à vous remercier de votre invitation. Je suis très honorée de ce prix. En effet, les modèles et les politiques publiques autour de la transition énergétique se déploient au Liban dans un contexte marqué par une crise chronique de l'opérateur national EDL (Électricité du Liban). Cet opérateur a été mis en place dans les années 60, dans une logique de solidarisation du territoire national, et dans un contexte postindépendance, pour réaffirmer le pouvoir de l'État. Cette période était marquée par de très fortes inégalités à l'intérieur du territoire libanais, si bien que le déploiement de cet opérateur était réellement perçu comme un outil de solidarisation. Cependant, EDL a subi d'importantes destructions durant la guerre civile et durant la guerre de 2006, dont il ne s'est jamais relevé, ce qui a provoqué une situation chronique de sous-production. Jusqu'en 2021, des coupures d'électricité de trois heures étaient enregistrées à Beyrouth, ces coupures pouvant durer jusqu'à douze heures dans le reste du territoire. C'est donc dans ce contexte de crise que se développent les énergies renouvelables à partir de la fin des années 2010, comme un moyen de sécuriser les approvisionnements en énergie.

Des systèmes de générateurs, visant à pallier les coupures d'électricité, étaient déjà développés sur l'ensemble du territoire national. En effet, les ménages recourent couramment à des générateurs, extrêmement polluants pour couvrir leurs besoins domestiques. Dans ce contexte les énergies renouvelables sont perçues comme un moyen de sécuriser l'accès à l'électricité et donc de réduire la facture énergétique. Ce marché s'est développé à travers des politiques publiques incitées par les bailleurs de fonds internationaux, comme le programme des Nations Unies pour le développement, ou l'Union européenne, sous un mode incitatif néolibéral, de création et d'expansion de marché des énergies renouvelables, peu régulé par des logiques d'accès social.

Jusqu'en 2021, les seuls consommateurs à même d'investir dans les énergies renouvelables sont de grands consommateurs, comme les entreprises industrielles ou commerciales, ou des ménages très aisés. Le marché du photovoltaïque est donc une source importante d'inégalités.

Il est important de préciser qu'en 2021, EDL a subi un effondrement de sa production, dans un contexte de crise économique notable. La fourniture d'EDL passant à deux voire quatre heures de fourniture d'électricité par jour, alors que, dans le même temps, le marché du photovoltaïque connaît une réelle expansion, la production étant multipliée par 13 entre 2020 et 2023. Parallèlement, les inégalités s'accroissent, puisque les seuls consommateurs capables d'investir dans le photovoltaïque sont ceux qui disposent de liquidités, ou dont le salaire est payé en dollars, ou qui perçoivent des aides étrangères ou provenant de la diaspora ou encore d'organisations internationales. Les inégalités d'accès à l'électricité ont donc explosé à mesure que les énergies renouvelables se sont développées en raison de la diminution de la production d'EDL.

Jean-Marc PROUST

Cette situation est d'autant plus contradictoire qu'EDL, qui s'inscrit dans une logique de monopole, laisse des opérateurs privés se développer.



Alix CHAPLAIN

Tout à fait. Au Liban, la décentralisation et la privatisation existent *de facto*. EDL détient un quasi-monopole de la production d'électricité depuis les années 60. Mais, dès les années 90, des opérateurs privés investissant dans des générateurs diesel ont installé des mini réseaux hybrides sur l'ensemble du territoire. C'est ainsi qu'au Liban, la quasi-totalité du territoire est couvert par deux réseaux : le réseau d'EDL et les mini réseaux qui fonctionnent grâce aux générateurs diesel. Ces systèmes sont très coûteux, polluants, et donnent lieu à des relations de domination, voire d'extorsion, car ils sont très peu régulés par la puissance publique. Les tarifs sont régulés par le ministère en charge de l'Énergie et de l'Eau, ce qui explique que l'on parle d'un système extralégal (une expression proposée par Pauline Gabillet). Officiellement, ce système est illégal, mais il est

toléré par la puissance publique. C'est donc dans ce contexte que s'est mis en place un système de décentralisation et de privatisation, qui existe de fait, dans lequel les municipalités jouent un rôle de plus en plus important.

La régulation de ces systèmes de mini réseaux est très inégale d'un territoire à l'autre. En premier lieu, la production et le rationnement d'EDL ne sont pas les mêmes en fonction du territoire. La fourniture d'électricité est ainsi bien plus importante à Beyrouth par rapport aux territoires périphériques, qui sont les plus pauvres. Par ailleurs, chaque municipalité dispose d'une capacité très variable à réguler ces mini réseaux selon l'influence des partis politiques, leurs liens avec des organisations internationales ou encore la faculté des députés ou autres élus politiques à imposer leur décision aux opérateurs privés. Il faut savoir que 84 % des ménages libanais recourent aux générateurs. Parallèlement à ces mini réseaux, les ménages les plus aisés ou les grands consommateurs ont leurs propres générateurs diesel. L'accès à l'électricité est donc très inégal.

Jean-Marc PROUST

Il s'agit de générateurs individuels ou collectifs ?

Alix CHAPLAIN

Les deux systèmes cohabitent. Les grandes entreprises et les ménages aisés, qui en ont les capacités financières, disposent de leurs propres générateurs. Mais la grande majorité des ménages, des petites entreprises et des commerces recourent aux mini réseaux diesel. Il existe dans ce pays une très grande diversité de systèmes.

Jean-Marc PROUST

Ces systèmes cohabitent-ils de façon anarchique ou existe-t-il une volonté de régulation nationale, voire locale, et dans ce cas, comment s'exerce cette régulation ?

Alix CHAPLAIN

Ce système est en place depuis la fin de la guerre civile et s'est vraiment développé au cours des années 90, jusqu'aux années 2006-2008. Les Libanais ont pendant longtemps considéré que ce système de générateurs disparaîtrait parce qu'EDL parviendrait à augmenter sa production d'électricité mais après la guerre de 2006, ils ont pris conscience que la situation d'EDL n'allait pas s'améliorer et qu'il fallait tenter de réguler l'usage des générateurs, qui allait nécessairement perdurer. Les premiers acteurs à s'investir dans cette régulation sont les municipalités, alors même que cela ne relevait pas de leurs compétences, puisqu'EDL détient le monopole. Donc, elles régulent le tarif, les périmètres et la sécurité dans la mesure de leurs moyens. Cette régulation est donc très inégalitaire et se conforme à des logiques qui s'imposent, qui peuvent être parfois partisanes ou clientélistes ou encore capitalistes. Le ministère tente par ailleurs de réguler les systèmes de générateurs depuis une dizaine d'années, à travers la publication de grilles tarifaires. Cependant, il appartient aux municipalités de vérifier l'application de cette régulation tarifaire alors qu'elles reçoivent très peu de moyens de l'État, ce qui rend la situation encore plus inégalitaire.

Jean-Marc PROUST

Je vous remercie.

Radouan Andrea Mounecif a donc reçu le prix de la deuxième catégorie pour un ouvrage consacré à la recherche pétrolière française depuis ses débuts jusqu'aux années 70, à travers une approche métier, intitulé *Chercheurs d'or noir : Une histoire de la recherche pétrolière française au XX^e siècle*.

Radouan Andrea MOUNECIF

Bonjour à tous. Je suis également très honoré d'être présent parmi vous et de recevoir ce prix. Mon livre part du constat de l'absence de pétrole en France, qui devient pourtant à la fin du XX^e siècle un pays fortement investi dans ce domaine avec la détention d'entreprises fortement ancrées dans le secteur pétrolier. Mon propos a donc consisté à remonter aux sources de l'histoire pétrolière de la France, à travers une approche historique de l'ingénierie. J'ai donc travaillé sur la base de sources et d'archives, de découvertes des protagonistes de cette histoire. J'ai abordé l'histoire du secteur pétrolier français en le considérant comme un ensemble de recherches fondamentales et appliquées, ainsi que d'études historiques. J'ai pu ainsi retracer toute l'histoire du siècle du pétrole en France en décrivant chacune des étapes, en analysant les pénuries de ressources et l'intervention publique dans les années 40, en explorant les grandes découvertes, telles que celle du pétrole dans le Sahara dans les années 50, et en expliquant comment ce secteur a pu faire face aux événements majeurs du XX^e siècle. J'explique par ailleurs dans cet ouvrage comment ce secteur a dû faire face aux nationalisations pétrolières ainsi qu'aux différents chocs économiques des années 70 et 80, qui ont incité les entreprises françaises et étrangères à repenser leurs modes de production. Cette histoire est retracée sous l'angle de ses protagonistes, c'est-à-dire des femmes et des hommes ayant travaillé dans le secteur pétrolier, mais aussi des consommateurs, principaux bénéficiaires de cette industrie.

Jean-Marc PROUST

En effet, votre récit passe du chercheur d'or noir, que l'on imagine creusant la roche avec sa pioche, à l'ingénieur dans son bureau. Quels sont les différents métiers que vous avez pu observer ?

Radouan Andrea MOUNECIF

Justement, mon ouvrage part de cette image du chercheur d'or noir, qui est très ancrée dans notre imaginaire collectif. Aujourd'hui, quand on pense à l'industrie pétrolière, on pense aux plateformes de forage situées en mer du Nord. J'ai donc essayé de déconstruire ces images, en partant de la propagande de l'époque et en essayant de remettre à sa juste place le rôle du chercheur d'or noir. En réalité, il y a derrière cette image un ensemble de professions, d'individus, de corps de métier, qui se sont développés au cours du XX^e siècle. Je pense à l'ingénieur issu des grandes écoles, comme l'École des Mines par exemple, dans les années 50 et 60, qui était encouragé à se lancer dans l'industrie du pétrole, alors que ce n'était pas le premier choix des ingénieurs lauréats de cette époque. Le secteur pétrolier s'est construit grâce au développement d'un ensemble de professions différentes : les géologues, les géophysiciens, les juristes, les financiers, etc.



Jean-Marc PROUST

À propos des « cols bleus » et des « cols blancs », les proportions évoluent elles significativement au cours du siècle ?

Radouan Andrea MOUNECIF

La variété de figures professionnelles dans ce domaine est très importante. L'histoire du travail m'a permis d'identifier différents éléments quantitatifs, ainsi qu'une grande diversité de métiers, et de me rendre compte que l'industrie pétrolière était très développée dans les années 50. À cette époque, cette industrie mobilisait énormément de travailleurs de différents corps de métiers et de différents niveaux (ingénieurs, ouvriers, manœuvres, etc.). Ce secteur s'ancrait également dans un contexte colonial qui créait une catégorisation très particulière des travailleurs concernés par cette industrie. Au cours de son développement, ce secteur a fait face à des crises, l'obligeant à se structurer et à se réinventer, pour passer progressivement à un modèle différent. En conclusion de mon ouvrage, je passe de l'image du chercheur d'or noir, c'est-à-dire de cet ouvrier opérationnel présent sur le terrain qui, grâce à ses connaissances techniques pouvaient suggérer de forer à un endroit plutôt qu'à un autre, à un chercheur d'énergie, c'est-à-dire à l'application d'un modèle mathématique, appliqué à des centres de calculs. Aujourd'hui, le secteur du pétrole est largement dominé par des financiers et des *traders*, au détriment de la connaissance technique.

Jean-Marc PROUST

Votre étude s'arrête aux années 70. La financiarisation des métiers est-elle déjà à cette époque ?

Radouan Andrea MOUNECIF

C'est un modèle qui apparaît de manière progressive. Cependant, en France, le modèle change assez rapidement. La France nourrit très vite une ambition de créer une industrie forte, notamment dans la branche de l'exploration et de la production, mais qui se limite à la période de l'après-guerre, jusqu'au premier choc pétrolier. On se rend compte à ce moment-là de la nécessité de déconstruire des expertises, mais cela ne suffit pas, parce que la France a un besoin important d'énergie pétrolière. C'est pourquoi elle continue à s'intéresser à la recherche dans d'autres pays. Or, la manière de s'ancrer dans ces pays ne consiste pas uniquement à apporter ses techniciens et de prendre des concessions. Il s'agit plutôt de faire circuler ses modèles et son expertise technique, via des dispositifs comme la coopération industrielle. Cela permet à la France de conserver une place dans ces pays pourvoyeurs d'énergie. C'est ainsi que le modèle industriel se modifie progressivement tout au long du siècle.

Jean-Marc PROUST

Je vous remercie.

Louis Fagon, vous avez reçu le prix spécial du jury pour une thèse de doctorat dans laquelle vous vous êtes intéressé à l'industrie nucléaire dans le sillon rhodanien, qui s'intitule *Le Rhône nucléaire des années 1950 aux années 1990*. Pour réaliser cette thèse, vous avez fait un pari archivistique, en choisissant de vous appuyer sur les archives locales plutôt que sur les archives nationales d'EDF.

Louis FAGON

Bonjour à tous. Je suis également honoré et touché de recevoir ce prix pour ma thèse. Cette thèse est aussi le fruit de mon histoire personnelle. Je suis arrivé à Lyon pour suivre mes études et j'ai été marqué par le nombre important de centrales nucléaires le long du Rhône. Elles marquent le paysage et sont facilement remarquables, que l'on prenne l'autoroute, le train ou l'avion. En lien avec des géographes très dynamiques sur le sujet du nucléaire en France, je me suis demandé pourquoi autant de centrales nucléaires avaient été implantées le long d'un fleuve. Mon idée était d'utiliser cette implantation le long d'un fleuve et donc de l'eau pour trouver des archives. L'énergie nucléaire en France a surtout été étudiée sous l'angle de la politique nationale, que ce soit au moment de l'essor de la bombe atomique ou celui du développement du nucléaire civil, ce qui a entraîné des ruptures très marquées, telles que le « grand plan Messmer » de 1974 avec l'implantation des centrales nucléaires.

En repartant des archives locales, j'avais dans l'idée de trouver des données, mais aussi de dresser l'histoire du temps long, car l'histoire du nucléaire est relativement ancienne. En effet la première implantation d'une centrale nucléaire le long du Rhône et le premier plan quinquennal de l'énergie atomique remontent à 1952. Il me semblait donc intéressant de reprendre le travail historique depuis ce territoire. J'ai donc décidé de me rendre dans toutes les archives départementales qui se trouvent le long du fleuve, depuis Bourg-en-Bresse jusqu'à Martigues et Frontignan, sur la Méditerranée, et j'ai aussi visité le grand bassin rhodanien. Quand on pense à l'énergie le long d'un fleuve, on pense d'abord à l'histoire de l'énergie hydraulique. Or, il m'a semblé opportun de relier deux énergies qui n'ont a priori rien à voir l'une avec l'autre et de faire ainsi une histoire du nucléaire par le biais de l'eau et du fleuve car, en réalité, l'eau et la

matière première de l'énergie nucléaire, avant l'uranium, du fait des quantités massives d'eau utilisée par cette énergie.

Jean-Marc PROUST

Je pointe une forme de paradoxe car l'énergie nucléaire cultive le secret. Or, vous avez trouvé dans les archives locales bien plus d'informations que vous n'en auriez trouvé au sein des archives nationales.



Louis FAGON

En effet, d'un point de vue pratique, il fallait d'abord trouver les documents disponibles, puis voir à quelles questions ces documents pouvaient répondre. Au tout début de ma thèse, je me suis rendu aux archives nationales à Pierrefitte. J'avais demandé la mise à disposition de documents relatifs aux dossiers d'enquête publique, qui m'ont été refusés ou auxquels on pouvait accéder mais sans pouvoir faire de copie. Or, la semaine précédente, je m'étais présenté aux archives départementales du Rhône et j'avais pu accéder aux mêmes dossiers, en consultation libre, ce qui m'a permis de rédiger une histoire départementale du nucléaire. Cela démontre que même si la France est un État très centralisé, la décision peut être transférée et incarnée au niveau des territoires. La réflexion par le territoire et par l'eau a donc guidé mes recherches. Par ailleurs, il s'agit également d'une tradition française qui lie l'histoire et la géographie, une spécificité française que l'on retrouve d'ailleurs dans l'enseignement. J'ai donc parcouru les archives du Rhône et ai trouvé des projets de centrales abandonnés. Par exemple, la centrale de Martigues était prévue pour être dédoublée au nucléaire. J'ai trouvé des projets en Suisse, comme le Verbois, ou sur la Saône, à Sennecey-le-Grand. Cela m'a conduit à m'interroger sur les raisons pour lesquelles on a privilégié une implantation plutôt qu'une autre.

Le Rhône étant une frontière administrative, quand un département, comme l'Isère par exemple, mène une politique de restriction d'accès aux archives du fait des nombreuses et grandes manifestations antinucléaires des années 70, il suffit de traverser le fleuve pour aller à Bourg-en-Bresse trouver les mêmes dossiers en accès libre, y compris des dossiers sensibles portant sur la surveillance des antinucléaires ou sur la question des politiques nucléaires départementales.

J'avais pour objectif de rechercher dans tous les inventaires d'archives tout ce qui concerne le nucléaire. On réalise alors à quel point l'énergie nucléaire mobilise l'intégralité des services de l'État, comme les services déconcentrés du ministère de la Santé, les services de sécurité civile, les agences de bassin au niveau régional et le grand bassin du Rhône, puisque la politique de l'eau apparaît à cette même époque.

Jean-Marc PROUST

Cet accès aux archives vous a permis d'ouvrir une sorte de grande boîte de Pandore. Les historiens savent que, pour écrire une histoire nationale, il faut souvent aller chercher dans les archives départementales.

Louis FAGON

Absolument. Les archives départementales permettent souvent de répondre à des questions différentes. J'y ai pour ma part trouvé une autre histoire de l'aménagement national, qui est à la fois très centralisé, mais qui permet aussi de voir à quel point l'État nucléaire, que l'on vend comme une espèce d'entité unique et unifiée, ne l'est pas tant que ça. J'ai pu me rendre compte des débats internes entre des ingénieurs, ou au sein même d'organismes dépendant de l'État. Par exemple, le CEA et EDF n'ont pas du tout la même conception de ce qu'est le nucléaire, ou de ce qu'est l'usage de l'eau par l'industrie. Il existe également des débats au niveau local, qui sont fonction des positionnements politiques. Je me suis enfin intéressé à un aspect trop peu documenté par l'historiographie : les pros nucléaires au niveau local, comme les chambres de commerce et d'industrie, qui sont très focalisés sur la politique d'emploi et de réindustrialisation. J'ai décidé d'analyser l'énergie nucléaire en tant qu'industrie présentant deux facettes. D'une part, elle est traditionnelle et nécessite beaucoup de terres, de main-d'œuvre, d'eau, ainsi que des investissements considérables. D'autre part, elle possède également un côté unique, car elle est liée au domaine de la radioactivité.

Jean-Marc PROUST

Avez-vous un exemple d'une centrale qui n'aurait pas été menée à son terme et des raisons pour lesquelles le projet a été stoppé.

Louis FAGON

Les motifs d'abandon des projets sont très différents selon les situations. Certains projets sont issus des villes elles-mêmes, comme Romans-sur-Isère. Le maire de cette commune avait pris contact directement avec EDF pour qu'une centrale nucléaire soit construite sur son territoire, mais le débit d'eau était insuffisant, rendant l'installation d'un réacteur impossible. D'autres projets alternatifs existent, à l'instar de celui de Martigues, dont la direction des projets d'EDF s'est occupée pendant de longues années, malgré les manifestations des pêcheurs et des comités d'entreprise établis près de l'étang de Berre, qui refusaient d'assumer le risque nucléaire, alors que cette région portait déjà une part importante de la sidérurgie et de l'industrie chimique nationale. Il existe aussi des tensions entre industriels, qui se jouent autour d'un conflit d'usage et dans l'esprit de conserver un espace disponible pour d'autres industries que le nucléaire.

Jean-Marc PROUST

Un grand plan de relance du nucléaire donnera lieu à des débats publics en France. En quoi votre travail peut-il éclairer les débats à venir ?

Louis FAGON

Il est intéressant pour les historiens de voir à quel point ces mêmes débats ont été oubliés, avant de revenir. Par exemple, les sites que je mentionnais ont été largement oubliés par l'historiographie et par les acteurs actuels. Je conclus d'ailleurs mon travail de recherche par cette considération. Récemment, dans le cadre de la question de la relance du nucléaire sur le site du Bugey avec l'installation de nouveaux EPR, la question des impacts des effluents thermiques cumulés sur le Rhône a fait ainsi l'objet d'un débat. Or, cette question avait déjà été posée dans les années 1970, au sein de l'Agence de bassin. À cette époque déjà, la crainte de trop nucléariser existait, puisque le potentiel de refroidissement du Rhône a une limite. Ces débats reviennent donc à l'aune du réchauffement du fleuve du fait du changement climatique et de sa forte industrialisation à certains endroits entraînant un accroissement de ce réchauffement. On observe par ailleurs que la Suisse est un acteur souvent absent de ces discussions, alors que, dès cette époque, elle est incluse dans la réflexion, puisque le Rhône est un fleuve transfrontalier. Les débats actuels sur le nucléaire devraient prendre ainsi en compte l'ensemble de ces réflexions passées.

Jean-Marc PROUST

Je vous remercie. Le temps est venu de vous remettre vos trophées et de vous applaudir pour la qualité de vos travaux, d'un grand intérêt. Le trophée est une création de deux artistes verriers, Anne Donzé et Vincent Chanion, comprenant une insertion d'or représentant la trace et le filament d'un courant électrique. On peut y voir également une évocation du Kintsugi, l'art ancestral japonais de la résilience



Intelligence artificielle et secteur énergétique : des risques aux opportunités

Jean-Marc PROUST

Après l'intelligence archivistique, intéressons-nous à présent à l'intelligence artificielle (IA). Nous chercherons à savoir ce qu'entraîne l'intelligence artificielle dans un secteur qui a déjà connu la numérisation et assiste désormais à une accélération de cette numérisation. L'intelligence artificielle est une notion évoquée quotidiennement, qui est de plus en plus utilisée dans le monde du travail. À titre personnel, j'ai pu constater combien mes enfants utilisent bien mieux cet outil que moi-même, ne serait-ce que par leur habileté à formuler leurs requêtes. Pour ce qui concerne le secteur énergétique, il s'agira au cours de cette table ronde d'évoquer le sujet de l'évolution des métiers provoquée par le développement de l'intelligence artificielle mais également d'aborder les conséquences liées à son utilisation sur les infrastructures et la consommation d'énergie.



Pour en parler, je vous propose d'accueillir nos invités :

- Marlène de Bank, ingénierie de recherche numérique au sein de l'association The Shift Project, une association d'intérêt général, qui est également un groupe de réflexion au sein duquel vous alimentez les réflexions sur le climat et l'énergie. Vous êtes notamment spécialiste des sujets numériques, et donc de l'intelligence artificielle et des données ;
- Vincent Lefieux, directeur adjoint statistiques et valorisation des données au sein de RTE, en charge de la stratégie IA, dont vous suivez la feuille de route depuis 2019. Vous êtes pionnier dans ce domaine et encadrez une

équipe d'une cinquantaine de personnes, dont la moitié sont des data scientifiques ;

- Clément Marquet, chargé de recherche au centre de sociologie de l'innovation de l'école des Mines de Paris. Vous êtes coordonnateur du groupe de travail « Politiques environnementales du numérique » au sein du groupement de recherche « Internet, IA et Société » du CNRS ;
- Cédric Seigneuret, directeur de l'association Géo Vendée, un portail géographique dont la conception remonte à 2006 et fait suite à la volonté des différents élus du département. Géo Vendée a notamment pour rôle de numériser le cadastre et de cartographier le patrimoine vendéen.

Cédric Seigneuret, c'est avec vous que je propose d'ouvrir notre table ronde. Depuis l'année 2006, année de la cartographie et de la numérisation du cadastre vendéen, jusqu'à aujourd'hui, comment l'intelligence artificielle s'intègre-t-elle dans vos métiers et vos missions quotidiennes ?

Cédric SEIGNEURET

Géo Vendée existe depuis 20 ans et a été créé en effet sous l'impulsion des élus vendéens. Le département de la Vendée est un terreau particulier, puisqu'il ne comporte qu'un seul syndicat d'énergie, un seul syndicat d'eau, un seul syndicat de gestion des déchets et un unique syndicat numérique. Géo Vendée cartographie le département dans tous les sens, quel que soit le sujet. Géo Vendée a ainsi cartographié les bâtiments, l'ensemble des réseaux d'eau, d'électricité, de gaz, de fibre optique, etc. Dans ce cadre, Géo Vendée a permis la réalisation du PCRS : le plan de corps de rue simplifié, soit plus de 8400 km de PCRS vecteurs, pour toutes les communes de Vendée. Puis, nous avons produit une photographie aérienne haute définition, dont le pixel correspond à 5 cm, qui a été accompagnée d'un LiDAR, soit d'un relevé laser à 20 points par mètre carré, ce qui n'avait jamais été fait à l'échelle d'un département. La classification du LiDAR peut être opérée de différentes manières : soit on délocalise la production dans un pays du Maghreb, à Madagascar ou en Asie, soit on s'intéresse à ce que l'intelligence artificielle peut nous apporter.

C'est ainsi que nous nous sommes dotés d'une plateforme d'intelligence artificielle en copropriété avec l'industriel français Géofit, que nous avons entraînée. Très rapidement, cette IA a classifié l'ensemble de notre LiDAR en quatre chapitres : les sols, la végétation, le bâti et les poteaux d'infrastructure porteuse de l'électricité ou de la fibre. Voilà notre premier pas, engagé il y a trois ans, dans le domaine de l'IA. Nous nous sommes d'abord lancés dans la création d'un jumeau numérique départemental.

Jean-Marc PROUST

Qu'est-ce qu'un jumeau numérique ?

Cédric SEIGNEURET

Le jumeau numérique de la Vendée est une plateforme de données qui nous permet de suivre le fonctionnement du territoire en temps réel, en nous appuyant sur un réseau départemental qui capte les données des objets connectés présents dans les bâtiments pour enregistrer la consommation d'énergie, la présence, l'humidité, la qualité de l'air, la consommation d'eau, etc.

Nous possédons également une plateforme d'interopérabilité qui relie tous les systèmes d'information des activités vendéennes. De plus, nous avons réalisé une maquette 3D de l'ensemble du département, précise à 15 cm près, à l'aide du LiDAR et de photos aériennes. L'ensemble du bâti vendéen a été modélisé en 3D, et est en cours de qualification pour savoir si chaque bâtiment est un habitat principal, un habitat secondaire ou encore un bâtiment public, mais également l'usage du bâtiment public en question, etc. Cela nous permet de lancer les premiers cas d'usage, comme par exemple, le cadastre solaire que nous avons initié avec le SYDEV. Dans ce cas précis, l'IA nous a aidés à identifier très rapidement et très facilement l'ensemble des types de matériaux de toiture utilisés sur le territoire, l'orientation des toitures et les niveaux potentiels de production, ce qui nous permet de savoir si, au regard de la production d'électricité en toiture, il vaut mieux revendre l'électricité ou la consommer.

Jean-Marc PROUST

En considérant votre cadastre solaire, l'IA vous permet-elle d'accélérer la connaissance du patrimoine et donc de l'implantation de panneaux photovoltaïques, en vous apportant des informations que vous n'auriez pas trouvées autrement ?

Cédric SEIGNEURET



Elle nous apporte indéniablement des informations que nous n'aurions pas trouvées facilement. Nous avions besoin de calculer les angles de toiture, les orientations de ces toitures et la production possible, mais aussi de connaître les types de matériaux composant ces toitures. S'il avait fallu que nous traitions des photographies manuellement, et que nous menions ce travail depuis le terrain, le temps passé aurait été colossal et il est probable d'ailleurs que nous ne l'aurions pas fait. Dans ce programme, l'IA est un accélérateur majeur et une clé de réussite. Ce sont des projets qui ne pourraient pas être menés sans parce qu'on ne serait pas capable de traiter la masse de données que Géo Vendée a enregistrée. En dix

ans, nous sommes passés de 1 To de données liées à la connaissance du territoire à 100 To. La volumétrie de données est colossale. Nous n'avions certainement pas besoin de l'IA auparavant mais elle devient indispensable pour nous désormais et elle s'avère d'autant plus indispensable que le maintien à jour du LiDAR est une opération très complexe. Comme tous les territoires, le territoire vendéen mute et se transforme au gré des constructions, des déconstructions, etc. L'enjeu du projet consiste donc à pouvoir maintenir la cartographie numérique à jour et l'IA est justement capable de traiter la donnée envoyée en temps réel.

Jean-Marc PROUST

Vincent Lefieux, comment l'IA impacte-t-elle les métiers du GRT au quotidien ?

Vincent LEFIEUX

Je vous remercie de votre invitation. RTE a une mission importante concernant l'équilibrage entre l'offre et la demande sur le territoire français, ainsi qu'une mission patrimoniale, consistant à gérer les infrastructures des lignes de haute et très haute tension. L'IA n'est pas moderne, c'est un outil que nous utilisons depuis longtemps parmi d'autres méthodologies, sans la nommer. Nous l'avons intégrée depuis longtemps, notamment dans la mission d'équilibrage entre l'offre et la demande, qui suppose la réalisation de prévisions de consommation électrique et de prévisions de production d'énergies renouvelables. L'IA a également été utilisée pour les mécanismes de marché et pour la gestion des flux aux frontières. C'est donc un volant qui existe depuis longtemps et sur lequel les travaux se poursuivent. Certaines technologies ont révolutionné le monde du langage mais elles ont aussi des impacts sur la prévision, ce qui nous oblige à y travailler en permanence pour traiter les signaux de plus en plus complexes à prévoir. En effet, notre activité subit une myriade de paramètres qui font que les stationnarités qui existaient par le passé ne sont plus les mêmes désormais.

Au-delà de l'usage de cette IA classique et traditionnelle, nous avons étudié en quoi les nouvelles découvertes dans ce domaine pouvaient interférer et nous aider dans l'exercice de nos missions. Nos études ont débuté en 2019 avec le déploiement d'une feuille de route, au moment de la publication du rapport Villani et du développement de l'apprentissage par renforcement, qui avait eu un fort retentissement. Ce n'est pas tant le jeu de Go qui nous intéressait que les algorithmes associés. En effet, notre production électrique s'apparente également à un jeu, qui répond à des règles physiques. Nous savons simuler et étudier cette production pour comprendre en quoi une action peut avoir un impact positif ou négatif sur notre réseau. Le premier modèle que nous avons déployé a consisté à hybrider des simulateurs réseau avec de l'IA pour aider à définir les stratégies de développement du réseau, à horizon 20 ans. Il s'agissait d'obtenir un outil d'aide à la décision, pour compléter les simulateurs existants, en analysant de manière spatiale et temporelle des données complexes.

En 2024, le spectre a été élargi en ajoutant des axes complémentaires sur l'exploitation du système, comme le temps réel. Enfin, concernant l'exploitation, au-delà des prévisions de flux que j'ai déjà évoquées, nous essayons de doter des dispatcheurs d'assistants pour définir des parades topologiques. L'objectif est de faire en sorte que, quel que soit l'aléa, le système électrique s'équilibre et fonctionne. La même technologie a été déployée sur les réglages tertiaires de la tension. Il s'agit finalement de disposer d'un compteur plus large et plus précis, l'IA étant utilisée dans ce cadre comme un indicateur supplémentaire. L'IA intervient également dans le développement des réseaux et dans l'inspection automatique des ouvrages. Elle permet de surveiller le bon état des lignes électriques au moyen d'hélicoptères ou de drones et de compléter cette surveillance automatique d'une réponse qui peut aider à accélérer la décision concernant la politique de maintenance à adopter.

Au-delà de RTE, toutes les entreprises et institutions, tous les salariés de tous les niveaux découvrent que l'IA est capable de gérer la documentation, qui est transversale à l'ensemble des métiers. Dans ce contexte précis, RTE est en phase de semi-automatisation du traitement de la base documentaire et de l'extraction de dialogues avec l'information. Cette dernière nous interpelle tous, car elle

représente la plus grande révolution philosophique apportée par l'IA au sein des entreprises.

Jean-Marc PROUST

Cédric Seigneuret évoquait précédemment l'accélération des processus de ces métiers. Avez-vous, chez RTE, observé une accélération de la prise de décision ?

Vincent LEFIEUX



Lorsque j'évoquais la parade topologique, il s'agit en réalité d'une sorte d'application Waze de l'électricité. L'idée n'est pas tant d'accélérer que d'étudier le plus de solutions possibles pour résoudre une difficulté et trouver la parade la plus appropriée. Il s'agit donc plutôt de mieux régler le problème qui se pose afin d'accélérer la prise de décision. L'idée consiste à trouver, par le calcul opportun, la meilleure parade possible face à un événement.

Jean-Marc PROUST

Donc de fiabiliser la décision.

Vincent LEFIEUX

Oui, en rendant les solutions plus robustes.

Jean-Marc PROUST

Cédric Seigneuret, par-delà les métiers, comment intégrer l'IA dans une activité ? Quelle est la méthode de gouvernance ?

Cédric SEIGNEURET

En premier lieu, faire fonctionner une IA organisée et de qualité suppose de disposer de données. Sans donnée, une IA ne peut pas produire une réponse adaptée. Nous avons organisé Géo Vendée autour d'une équipe territoriale à laquelle participe l'ensemble des partenaires : les syndicats d'énergie, d'eau, de gestion des déchets, les communautés de communes, les communes et tous les organismes publics territoriaux. Nous travaillons depuis 20 ans à cartographier le territoire. Environ 150 réunions sont organisées chaque année pour se mettre d'accord sur les données. Nous sommes à l'origine, par exemple du standard national des documents d'urbanisme ou de la standardisation de l'ensemble des réseaux d'eau, d'électricité et de gaz, des espaces verts, des bâtis, etc. C'est cette standardisation qui nous permet de travailler et d'utiliser l'IA correctement mais la gouvernance a été souhaitée par les élus. Elle s'accélère d'ailleurs considérablement depuis que Géo Vendée est lauréate du volet DIAT de la Banque des Territoires pour le jumeau numérique. Je suis aujourd'hui directeur de l'association Géo Vendée mais une nouvelle impulsion a été donnée par les politiques, qui comprennent ces enjeux. Aussi, Géo Vendée deviendra un GIP le 30 juin 2025. L'impulsion politique est portée par M. Alain Leboeuf, Président du département, à travers Vendée Territoire Connecté. Les élus du département ont

l'habitude de se réunir et d'échanger, de passer du temps avec les techniciens, d'identifier précisément les usages et de s'accorder sur des standards, ce qui permet d'obtenir une granularité de données intéressante. Par exemple, nous sommes capables de traiter la donnée de la même manière à l'échelle d'une commune, d'une intercommunalité, d'un canton, ou du département. Nous sommes également capables d'utiliser des IA à tous les niveaux de granularité du département.

Jean-Marc PROUST

Dans la logique de démocratisation des usages, faut-il se doter d'un outil spécifique, comme une charte des salariés ?

Cédric SEIGNEURET

Je peux en effet partager un exemple récent et très précis. Je travaille avec une équipe de dix personnes, au sein de laquelle je trouvais que l'un d'eux m'adressait des e-mails extrêmement bien construits. Puis, je me suis aperçu qu'ils étaient toujours élaborés de la même manière. Il s'avère qu'il rédige tous ses e-mails avec l'aide de ChatGPT. Je pense que l'on flirte avec le danger quand l'IA construit notre propre intelligence.

Vincent LEFIEUX

Mon avis est un peu double. Il s'avère qu'en plus de ma carrière professionnelle, j'enseigne. Nous assistons en effet à des modifications très nettes des comportements, notamment concernant la production de rapports. En ce qui concerne l'enseignement, quand je me rends compte que l'étudiant a eu recours à l'IA, c'est qu'il l'a mal utilisée. En revanche, j'ai lu des rapports brillants, dans lesquels les moteurs d'IA générative utilisés étaient signalés et dont les résultats avaient été amendés. L'usage collectif de ces outils est réel et perdurera car l'ensemble de ces étudiants seront amenés à rejoindre des entreprises. L'utilisation de l'IA pose la question de la transparence et la question de la responsabilité. Le règlement européen nous oblige à respecter un certain nombre de règles éthiques. Au sein de RTE, nous avons élaboré une charte de principes directeurs qui stipule que l'IA peut être utilisée si cela est approprié, que l'IA choisie n'est pas nécessairement la plus onéreuse et que son utilisation doit être transparente. Par ailleurs, cette charte aborde également la question de la responsabilité. Il ne sera pas ainsi possible de se dérober derrière le fait que la réponse a été apportée par l'IA pour se dédouaner de sa responsabilité. Cependant, ces principes sont vrais pour tous les outils d'aide à la décision. Nous devons interagir avec ces outils en faisant preuve de discernement, ce qui est vrai pour tous les outils auxquels nous avons recours. Je pense donc en effet que développer ces chartes est important au sein du monde du travail, à la fois pour réalerter les utilisateurs et pour rassurer les salariés sur ce que l'on projette de faire avec l'IA.

Jean-Marc PROUST

Je vois donc un enjeu de ressources humaines, d'autant plus vrai que l'écart de générations se creuse.

Vincent LEFIEUX

Je ne partage pas totalement ce point de vue. On a toujours l'impression que le numérique est inné. Or, je me rends compte que, même dans les écoles les plus prestigieuses, tous les étudiants n'ont pas le même niveau en programmation. Certains sont plus expérimentés que d'autres. La vraie différence réside dans le fait que les étudiants actuels l'utilisent comme une aide, alors qu'en entreprise, il faut plusieurs mois avant que les salariés imaginent que ces outils peuvent leur être utiles.

Jean-Marc PROUST

L'IA suscite-t-elle la peur d'être remplacé ? Les salariés peuvent-ils considérer que l'IA remplira à terme 90 % de leurs missions et qu'ils ne serviront plus à grand-chose ?

Vincent LEFIEUX

En effet, sans valeur ajoutée de l'intelligence humaine, la machine coûtera moins cher que l'homme. L'IA doit nous permettre d'automatiser certaines tâches. En réalité, je pense surtout à une semi-automatisation, car l'homme doit toujours vérifier le résultat restitué, qui répond à la question de la responsabilité. L'IA peut faire gagner du temps, dans la production de synthèses par exemple. Je pense que nous assisterons à une semi-automatisation d'une partie de certains postes. Au sein de RTE, je ne décèle aucun poste qui pourrait être entièrement automatisé. Nous sommes dans une phase de croissance de notre activité, nous avons de plus en plus de tâches à accomplir et rencontrons de plus en plus de difficultés à tout traiter. Donc l'IA peut nous permettre de libérer du temps sur un certain nombre de tâches, qui seront partiellement automatisées, pour traiter plus finement les autres missions. La question sera certainement plus prégnante dans certains secteurs d'activité, quand le poste peut, dans sa globalité, être automatisé. Ce n'est pas le cas dans le monde du transport d'électricité.

Jean-Marc PROUST

Qu'en est-il dans le monde de la cartographie et de la numérisation ?

Cédric SEIGNEURET

C'est la même chose : aucun poste, dans mon secteur d'activité, ne peut être remplacé à 100 % par l'IA. Pour autant, cela suscite un certain nombre de craintes, notamment de la part des non-sachants, qui s'interrogent sur ce qu'est l'IA. Je pense important de désacraliser l'IA, je m'y emploie beaucoup au sein de Géo Vendée. Je montre le résultat de l'IA et j'explique après avoir montré le résultat qu'il a été produit avec l'IA. Nous sommes actuellement sollicités par de nombreuses entreprises qui vendent de l'IA. C'est ainsi que certaines collectivités ont été démarchées par une petite start-up, qui leur explique qu'elle est en mesure de cartographier leur territoire à partir d'une photo aérienne et qu'elle peut donc vendre le géoréférencement des passages pour piétons, des espaces verts, de la signalisation verticale et horizontale, etc. Cela effraie un certain nombre d'agents, qui craignent pour leur emploi. Pourtant, ce qui est proposé ne fait pas correctement le travail simplement parce que la donnée utilisée n'est pas bonne. Je parviens donc à leur démontrer qu'en utilisant la bonne donnée, comme des vues immersives utilisées dans le cadre du PCRS vecteur, ils gagnent du temps.

Vincent LEFIEUX

Tout n'est certes pas automatisable mais la peur est manifeste. L'appréhension des salariés est évidente et il existe deux façons d'y répondre : soit on refuse l'obstacle, soit on déploie des systèmes qui ne seront pas utilisés. Il est donc indispensable de mener une réelle conduite du changement.

Jean-Marc PROUST

Je reviens sur l'exemple que vous avez cité à propos de la rédaction des e-mails : il faut démocratiser l'utilisation de l'IA au sein des entreprises et collectivités, tout en évitant qu'elle soit utilisée comme un gadget. Il ne faut pas non plus que celui qui sait utiliser l'IA devance ses collègues parce qu'il ne s'inscrit pas dans une logique de partage d'expérience.

Cédric SEIGNEURET

J'essaie toujours d'expliquer aux agents et élus des territoires les possibilités offertes par l'IA. C'est un outil fantastique qui ne peut pas être utilisé à tout va. Comme indiqué dans mon exemple précédent, il est possible de tout cartographier : les passages pour piétons, la communication horizontale et verticale, etc. Mais encore faut-il que la donnée cartographiée soit utile pour le territoire. En effet, derrière chaque requête adressée à l'IA, travaillent des serveurs. Il faut donc d'abord s'interroger sur l'utilité de la donnée, la sobriété d'usage de ces outils, etc. L'utilisation de l'IA à bon escient doit être enseignée et cela participe au fait de rassurer les usagers. L'éducation et l'acculturation à l'IA doivent être une priorité au sein du monde du travail.

Jean-Marc PROUST

L'IA entraîne-t-elle un accroissement de la sécurité de vos processus et de vos missions ?

Cédric SEIGNEURET

Ce n'est pas l'IA en tant que telle qui nous pousse à reconSIDéRer l'aspect de la cybersécurité mais plutôt la quantité considérable de données collectées par Géo Vendée qui circulent entre les systèmes d'information partenaires et qui servent à alimenter nos IA. La plateforme d'interopérabilité développée par Géo Vendée, qui s'appuie en partie sur de l'IA, a véhiculé 1 400 000 d'enregistrements en 2023 et un peu plus de 4 milliards en 2024. Véhiculer autant de données entre les différents systèmes d'information des collectivités, qui sont interconnectés, et héberger 100 To de données, dont certaines sont sensibles, oblige à déployer une politique de cybersécurité sérieuse. Cela ne signifie pas que le volet cybersécurité n'était pas traité avec sérieux auparavant mais désormais nous menons des audits, nous nous dotons de compétences RSSI, etc. En effet, il ne s'agit pas de savoir si nous subirons un jour une cyberattaque mais plutôt quand elle surviendra. Nous devons donc nous y préparer. Cela nous oblige à penser les plans de reprise d'activité pour le jour où nous subirons une cyberattaque, les sauvegardes et la manière dont on se prépare à un éventuel black-out.

Jean-Marc PROUST

Vous assistez donc à une accélération de vos métiers et de vos missions grâce à l'IA mais qui vous oblige, en parallèle, à renforcer vos missions de prévention et de sécurité.

Cédric SEIGNEURET

Exactement. L'équipe de Géo Vendée comptait 3 personnes en 2015 : uniquement des géographes. Toute l'équipe a été reconstituée ces dernières années avec des data scientifiques, des data analystes, des spécialistes de l'IA, des développeurs et des spécialistes en cybersécurité. Après 20 ans d'existence, j'observe que nous avons créé un réel climat de confiance entre tous les acteurs vendéens. C'est aussi ce qui fait notre réussite. La confiance est longue à gagner et peut se perdre très rapidement. Nos systèmes alimentent les organisations des collectivités, partout en Vendée. Si nous subissons une cyberattaque demain et que le système tombe, c'est toute une partie du service public vendéen qui sera paralysé. Cela nous oblige à nous poser les bonnes questions : nous sommes obligés de maintenir un très haut niveau de service. Cela ne signifie pas que nous ne subirons jamais de cyberattaque mais que nous serons prêts à y faire face si cela devait se produire.

Jean-Marc PROUST

Je suppose que ce sont des enjeux également très préparés au sein de RTE ?

Vincent LEFIEUX

En effet, nous avons quelques enjeux concernant ce sujet ! Nous opérons une veille sérieuse et faisons en sorte que nos systèmes soient les plus conformes possibles, qu'ils évoluent avec les technologies. Les failles qui apparaissent régulièrement, qu'il s'agisse de faille matérielle ou logicielle, sont étudiées. Comme Cédric Seigneuret, je ne crois pas que l'IA augmente les risques. En réalité, plus les données sont volumineuses et nombreuses, plus les risques sont importants. Certains en viennent même à considérer que l'IA pourrait être favorable à la cybersécurité, puisque les systèmes analysent les flux. Aujourd'hui, il n'y a pas de consensus technique et scientifique sur un lien éventuel entre l'IA et la cybersécurité. On constate en tout cas l'utilisation de l'IA dans le domaine de la cybersécurité, en vue de l'améliorer. Mais je pense que le lien est à peu près le même que celui qui existe entre le produit d'origine et sa contrefaçon : l'innovation technologique existe de part et d'autre.

Jean-Marc PROUST

Combien de personnes de votre équipe ont la charge de cette question ?

Vincent LEFIEUX

Je suis bien incapable de répondre à cette question, à la fois parce que mon service est en lien avec d'autres services, extérieurs à RTE parfois, mais aussi parce que c'est un sujet à la fois disparate et sensible.

Jean-Marc PROUST

Je vous remercie. Je propose de prendre quelques questions dans la salle avant d'aborder les questions liées à la consommation d'énergie.

Jean-Pierre HAUET, Équilibre des énergies

Ma question s'adresse à M. Lefieux. Vous avez, au sein de RTE, à prendre des décisions sensibles, qui mettent en cause le bon fonctionnement et la sécurité du réseau. Travaillez-vous sur le concept d'IA de confiance ?

Vincent LEFIEUX

C'est en effet un aspect que je n'ai pas abordé. J'ai évoqué la mise en place de compteurs dans les tableaux de bord. Proposer des parades topologiques à des dispatcheurs est une bonne idée mais faut-il comprendre en quoi la parade sera utile. Nous œuvrons dans une culture plutôt physique. Même si on le souhaitait, on ne pourrait pas se contenter d'ajouter des boîtes noires en demandant aux « clients » de nous faire simplement confiance. Par principe, la confiance ne sera pas accordée. Il y a donc une réelle nécessité légitime d'hybrider la physique aux algorithmes d'apprentissage. Nous faisons en sorte de donner des éléments qui permettent de démontrer que la donnée délivrée est effectivement intelligente. Il suffit parfois pour s'en assurer de simplement rejouer la proposition. Il s'agit également de comprendre pourquoi les algorithmes proposent un type de parade plutôt qu'un autre. Nous travaillons avec des data scientifiques internes et le monde académique. Dans les développements d'algorithmes, nous travaillons spécifiquement sur ces questions de confiance.

Jean-Marc PROUST

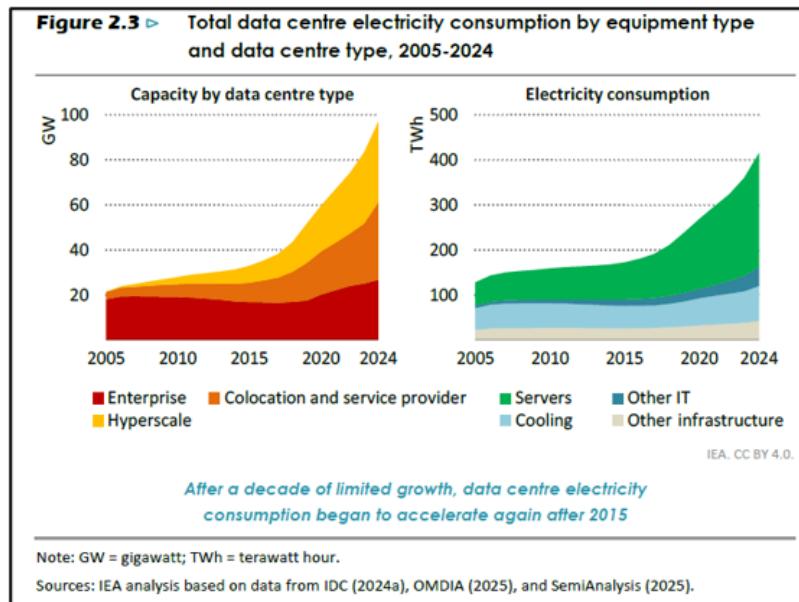
Je vous propose d'ouvrir la seconde partie de cette séance, au cours de laquelle nous nous interrogerons davantage sur la question du risque, en lien notamment avec le sujet de la consommation d'énergie associée à l'usage de l'IA. Le Président l'avait évoqué dans son propos introductif, je vous signale l'ouvrage de Cécile Diguet et Fanny Lopez, primé par l'AARHSE : *Sous le feu numérique, spatialité et énergie des datacenters*, qui évoque justement ce sujet du risque lié à la consommation des infrastructures numériques. Marlène de Bank, pouvez-vous nous dire ce qu'il en est exactement de cette consommation ? Les quelques graphiques que vous nous avez proposés démontrent que dans le royaume de l'IA, tout n'est pas totalement positif.

Marlène DE BANK



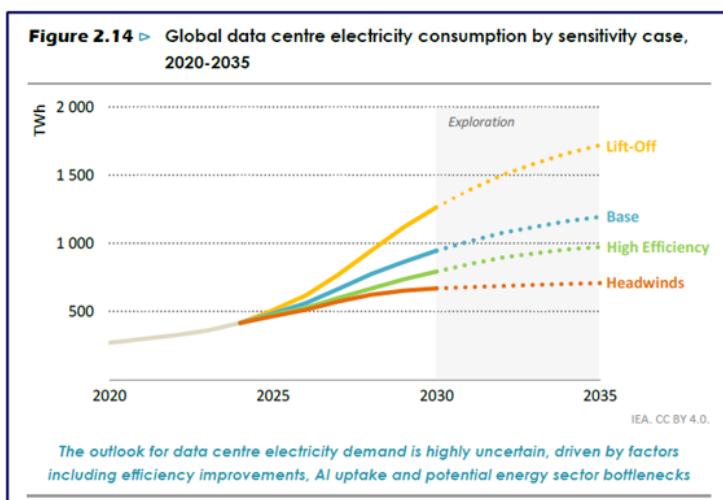
En effet, quand on étudie les trajectoires énergétiques en émissions de gaz à effet de serre, nous ne sommes pas dans le domaine du risque mais dans celui du coût. Les graphiques que je vous propose de commenter sont issus des travaux de l'Agence internationale de l'énergie (AIE).

Ce premier graphique décrit la trajectoire énergétique des centres de données au niveau mondial de 2005 à 2024.



Ces travaux sont importants pour nous et dans les travaux menés par l'AIE, parce qu'entre 2005 et 2020, tout le monde pensait que la consommation énergétique des centres de données serait stable, avec l'idée que, grâce au gain d'efficacité énergétique, l'offre pouvait augmenter. Cela a été vrai jusqu'à une certaine augmentation de l'offre. De très très importants gains d'efficacité énergétique ont été enregistrés (+ 550 %) mais ce sujet de la consommation énergétique des centres de données n'est pas un sujet d'efficacité énergétique, c'est un sujet d'offre. L'offre a cru très rapidement, si bien qu'entre 2020 et 2024, le plafonnement imaginé dans les années précédentes des 200 TWh de consommation a été largement dépassée.

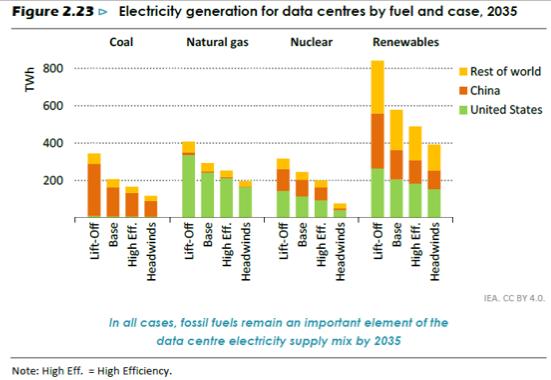
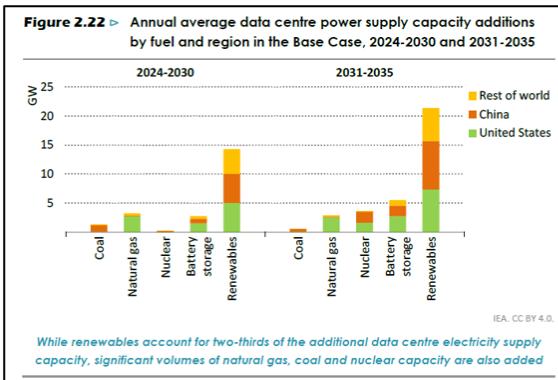
Si l'on se projette dans le futur, on observe les différentes trajectoires et scénarios proposés par l'AIE en fonction des domaines d'efficacité, de l'offre et de l'autorisation de déploiement de centres de données.



On constate actuellement que les centres de données consomment 400 TWh d'énergie selon les projections. Toutefois, d'ici 2035, cette consommation pourrait atteindre entre 1200 et 2000 TWh dans un futur proche. L'augmentation

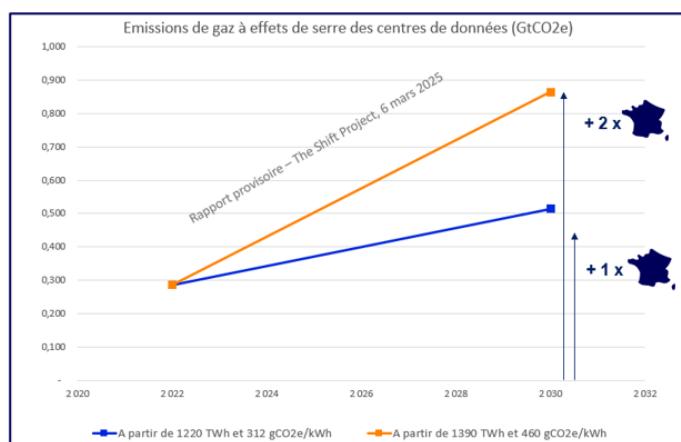
de la consommation que nous avons connue par le passé va donc s'accroître dans le futur.

Les deux graphiques suivants sont finalement les plus importants, puisqu'ils étudient les capacités de production électrique à installer pour satisfaire la demande.



On observe finalement que la satisfaction de la demande de consommation énergétique induit une relance de la production de gaz naturel. L'électricité bas carbone n'existe pas en quantité suffisante pour satisfaire les besoins des acteurs du numérique, au regard des prévisions de consommation énergétique. Le graphique de droite montre l'état des mix énergétiques en se projetant à 2030-2035. On constate que la Chine misera sur son charbon pour satisfaire ses objectifs, alors que les États-Unis organisent plutôt la relance du gaz. Ces trajectoires de consommation électrique font intervenir des données en TWh, et d'autres en GW, puisque l'on s'interroge réellement sur les nouvelles capacités de production à installer.

Les travaux de l'AIE n'étudiant que les consommations d'énergie, nous avons ajouté à ces graphiques le coût carbone de la fabrication des serveurs et des GPU, dont la durée de vie est assez courte.



En France, dans un environnement d'électricité décarbonée, le coût carbone de la fabrication d'un centre de données est partagé à 50 % entre sa production et son utilisation. Mais pour le reste du monde, le coût carbone de la fabrication d'un centre de données porte à 75 % sur la production et à 25 % sur l'utilisation.

En projetant sur le plan mondial, on passerait de 300 MtCO₂ en 2022 à 900 MtCO₂ en 2030, soit une augmentation de 80 % à 200 % par rapport à 2022, ce qui correspond à ajouter une fois les émissions de gaz à effet de serre de la France. Je ne suis pas habilitée à traduire ces données en dixièmes de degrés de réchauffement supplémentaire mais c'est bien ce que ces chiffres signifient et ce qu'induit la relance du gaz naturel pour satisfaire les besoins des centres de données.

Jean-Marc PROUST

La relance de la production du gaz naturel modifie-t-elle le mix énergétique des pays, ou s'agit-il d'une augmentation à due proportion de ce qui existe déjà ?

Marlène DE BANK

Le pourcentage du mix énergétique serait constant mais cela constitue une augmentation en volume.

Jean-Marc PROUST

La consommation d'électricité est plutôt stable, voire en baisse en France. Envisage-t-on une augmentation de la production pour répondre aux besoins, ou observera-t-on une baisse de la demande qui viendrait compenser ?

Marlène DE BANK

Le niveau européen est intéressant à étudier car il donne une idée de la consommation de ces datacenters installés sur le territoire européen. Il permet aussi d'étudier le nombre de personnes concernées et les effets des marchés. L'IA est utilisée par 1,2 milliard d'individus européens. La part de l'Europe dans ce débat mondial représente donc environ 25 %. Le niveau européen est aussi très intéressant pour étudier les disparités d'installation dans les territoires. En l'espèce, les deux tiers des datacenters sont installés dans seulement quatre pays. Cela signifie donc que les sujets des datacenters ne sont pas équitablement répartis sur le territoire et que les enjeux ne sont pas homogènes.

La France est un de ces quatre pays et sa chance par rapport aux autres pays est qu'elle produit un important volume d'électricité. La part de consommation des centres de données en France reste donc moindre par rapport à d'autres pays qui produisent de faibles volumes d'électricité mais dans lesquels la part des centres de données est très importante, comme l'Irlande. La question qui se pose au niveau français n'est pas tant celle des émissions des gaz à effet de serre, même s'il ne faut pas oublier cet aspect, que celle des enjeux énergétiques et d'électricité qui sont posés. Il faudra étudier la manière dont évolue le volume d'électricité produit, tout en gardant à l'esprit que l'offre de services numériques et d'IA est pléthorique, et qu'il n'est pas prévu qu'elle s'amenuise. Si l'on suit la trajectoire lancée il y a 10 ou 20 ans, il faut désormais s'interroger sur notre capacité à soutenir ce développement du numérique.

Jean-Marc PROUST

Quels sont les trois pays outre la France ?

Marlène DE BANK

L'Irlande, l'Allemagne et les Pays-Bas.

Jean-Marc PROUST

Le numérique induit une prolifération d'équipements et les datacenters encore davantage. Avant, l'implantation d'un datacenter nécessitait de s'interroger sur le réseau numérique et de télécommunication. Étant donné la consommation de ces infrastructures, il convient de s'interroger de plus en plus sur la proximité du réseau électrique et sur la fiabilité de l'approvisionnement en électricité. Clément Marquet, est-ce une évolution que vous constatez dans les projets d'implantation des datacenters ?

Clément MARQUET

En effet, l'implantation des datacenters induit une modification de la géographie des centres de données en Europe et particulièrement en France. Avant de développer ce point, il est important de revenir sur l'importance qu'il y a à distinguer les différentes formes d'IA. C'est un point critique qui permet de comprendre ce qui se produit actuellement. Les formes classiques d'IA existent depuis longtemps et participent à la hausse de la consommation d'électricité du secteur numérique mais elles restent très sectorisées et spécialisées. Ce n'est pas l'enjeu de l'IA générative qui se propulse dans tous les usages et qui induit cette explosion de la courbe de consommation d'électricité. En effet, ce qui génère l'inflexion de la courbe de consommation entre 2021 et 2022, c'est l'arrivée de l'IA générative. Ce modèle d'IA s'appuie sur les GPU donc sur un autre type d'ordinateur qui était faiblement utilisé jusqu'alors et qui est très largement utilisé dorénavant. Or, ce dernier consomme beaucoup plus qu'un CPU, c'est-à-dire un serveur classique. L'ordre de grandeur sur l'apprentissage est de 1 à 4, alors que l'ordre de grandeur sur l'usage est de 1 à 9. Cela signifie que la densité électrique par mètre carré de datacenter explose : on met beaucoup plus d'électricité par mètre carré.

Dans le même temps, les besoins de ces machines nécessitent que la taille des centres de données explose également. Les datacenters sont ainsi beaucoup plus grands que ceux qui existaient auparavant. Cela fait longtemps que c'est le cas aux États-Unis, pays précurseurs dans le domaine. On peut donc étudier les problèmes de consommation d'électricité et d'eau que connaît ce pays, comme des éléments qui pourraient nous arriver. Ces datacenters plus grands, qui consomment davantage d'électricité, ont aussi des besoins de refroidissement plus importants. En effet, toute l'énergie injectée dans un ordinateur GPU ou CPU est dissipée en chaleur, qu'il faut refroidir. Ce changement induit donc une modification dans la manière de refroidir les centres de données. Compte tenu des besoins technologiques des GPU, on ne peut plus utiliser les technologies classiques que l'on utilisait jusque-là. Tenir la cadence oblige à refroidir à l'eau, certaines techniques consommant énormément d'eau. Heureusement, la filière s'oriente vers les techniques les moins consommatoires d'eau. Cependant, certains datacenters, un peu anciens, continueront à fonctionner pendant un certain temps en utilisant des techniques extrêmement consommatoires d'eau, notamment aux États-Unis et en Espagne, où la technique utilisée est celle de la dissipation, ce qui explique certaines crises de l'eau que connaissent ces pays dans les zones d'implantation des centres de données, particulièrement en été.

Cela change aussi la géographie, car, jusqu'ici, ces datacenters qui fonctionnaient avec des CPU, utilisaient le modèle de la colocation en Europe. Les centres de données étaient installés autour des métropoles, en cherchant à avoir le plus de

réseaux de télécommunication possible. Un centre de données peut par exemple accueillir jusqu'à 200 réseaux de communication. Leurs besoins en électricité étaient importants (de l'ordre de 20 à 100 MWh) mais cela reste modeste par rapport à ce que l'on construit actuellement. En effet, les besoins d'électricité des projets actuels sont de l'ordre de 100 MWh à 1 GWh. Étant donné que les besoins de ces centres de données contribuent à saturer les capacités énergétiques des métropoles dans lesquelles ils s'implantent, ils cherchent à se rapprocher des centres de production d'électricité ou des points de transformation de l'électricité. Il recherche donc du foncier dans des zones plus rurales. C'est précisément ce que génère le plan IA en France qui a pour but d'identifier et de cartographier de façon plus nette et efficace les endroits où de gros datacenters pourraient s'implanter. J'insiste sur le fait que ces datacenters-là visent à renforcer le modèle d'IA générative, et pas forcément les autres d'IA. Or, les gains environnementaux de l'IA générative ne sont pas démontrés, alors que ses coûts sont monstrueux. En d'autres termes, nous façonnons une infrastructure qui est, de mon point de vue, la pire informatique possible. S'il y a une chose à retenir de cette table ronde, c'est que nous sommes en train de construire l'informatique qui n'est pas souhaitable tant pour les enjeux environnementaux que pour un ensemble d'enjeux cognitifs. Mais cela ne veut pas dire que l'IA n'est pas utile dans un certain nombre de configurations, il ne s'agit simplement pas des mêmes intelligences artificielles. Et c'est précisément là que nous observons un biais marketing et de communication.

Jean-Marc PROUST

L'IA générative étant celle qui a le plus de succès auprès du grand public.

Clément MARQUET

Oui, parce que c'est celle qui a le plus grand succès marketing. Il suffit de voir les messages diffusés sur Open IA, qui permettent de générer des dialogues, dont on ne connaît pas précisément le bénéfice, à part accélérer un certain nombre de tâches. Cependant, accélérer des tâches, c'est l'histoire de l'informatique. En étudiant ce phénomène d'accélération d'un point de vue climat et environnement : l'accélération du monde est *a priori* peu souhaitable. Finalement, cette IA générative contribue à accélérer des tâches qui servent à tout, alors que ses gains environnementaux ne sont pas démontrés.

Jean-Marc PROUST

Vous avez évoqué le refroidissement des datacenters. Au moment du lancement des lignes de métro du Grand Paris, la RATP envisageait d'installer des datacenters dans les stations de métro et de développer des réseaux de chaleur à partir de ces datacenters. Est-ce un rêve d'ingénieur ou est-ce que ce type de solution peut être envisageable ?

Clément MARQUET



En effet, la société du Grand Paris avait pour projet d'utiliser les espaces creusés dans les réseaux pour installer des datacenters. Mais cela pose de nombreuses difficultés en termes d'accessibilité pour les employés. Il y a une réutilisation de chaleur mais il s'agit d'un épiphénomène à l'échelle de l'industrie. En réalité, on observe de plus en plus de régulation, technique que l'Allemagne pousse, même si cela reste compliqué à mettre en place pour différentes raisons. La première, c'est que l'enjeu majeur des acteurs économiques est le *Time to Market* : il faut arriver le plus vite possible à ouvrir

sur un marché. S'encombrer de tout un ensemble de coordination qui permette la réutilisation de la chaleur, avec des acteurs très divers est compliqué, et ne répond pas forcément à leur souhait. En général, les industriels installent un point d'échange thermique qui permet de réaliser une boucle qui se raccorderait au datacenter. Mais cela pose la question de l'enjeu suivant : pour quels usagers ? Il s'agit donc de définir le lieu d'implantation le plus idéal pour utiliser cette chaleur fatale, qui reste une chaleur relative à 30 degrés, qui ne trouve pas énormément d'usages, à part refroidir l'énergie. Enfin, cela pose aussi la question du risque de départ de ces acteurs économiques, qui obligeraient donc à trouver d'autres sources de chaleur et d'énergie pour alimenter les équipements. Pour autant, cela peut aussi se passer de manière intelligente dans le cadre, par exemple, des datacenters publics. Je pense au datacenter de la ville de Paris avec l'APHP, qui est raccordé de façon intégrée à un projet urbain, qui offre davantage de maîtrise sur l'ensemble du système. Pour l'instant, la réutilisation de la chaleur reste l'horizon d'intégration technique des centres de données. Ce n'est pas une promesse intéressante mais elle ne viendra pas diminuer la consommation générale du système et ne permettra pas, par exemple, de chauffer un ensemble de logements. C'est donc un effort important, qu'il faut pousser sans se dire que la réutilisation de la chaleur permettra de remporter le combat.

Jean-Marc PROUST

Intuitivement, on est tenté de penser que l'IA sert la transition énergétique. Mais force est de constater que la consommation d'énergie est telle, que les effets seraient plutôt néfastes pour l'environnement.

Marlène DE BANK

Avant de répondre à cette question, je souhaiterais revenir au sujet de l'influence de la consommation d'énergie des datacenters sur le pourcentage énergétique des mix des pays. La question se pose plutôt en termes de contribution nationale déterminée dans les objectifs climat, pour voir si l'IA nous fait sortir des scénarios et de combien. Il est intéressant de voir sur quelle trajectoire climatique nous emmène l'IA. J'ai aussi oublié de vous dire que dans le domaine de l'IA, avec ses

offres de services numériques et la construction des datacenters, on observe l'effet bien connu de l'œuf et de la poule. Il faut entre un et cinq ans, selon les pays, pour construire un centre de données. Au moment où le centre est construit, la demande en IA générative n'existe pas encore. C'est la projection d'ouverture sur le marché qui préside à l'ouverture d'un centre de données. Les centres de données utilisés actuellement pour l'IA générative ont été construits durant la COVID, en projection de l'essor de l'IA générative. Et c'est en projection de l'IA-Agentic que de nouveaux centres de données sont actuellement construits.

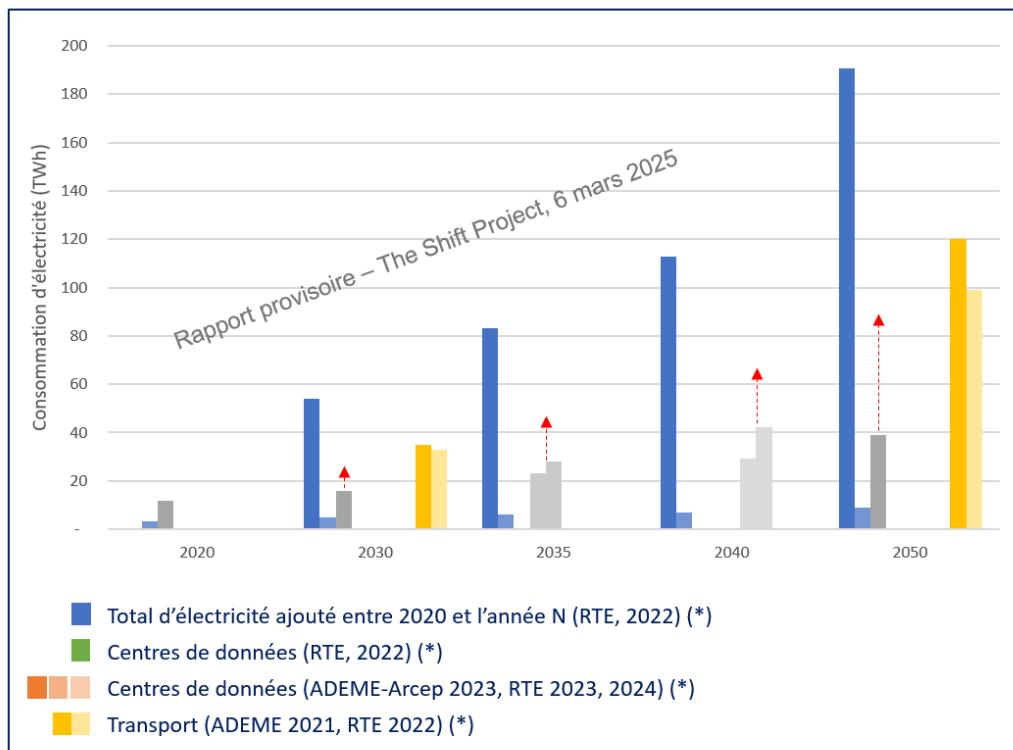
Jean-Marc PROUST

Quelle en est la temporalité ?

Marlène DE BANK

On a l'impression que la temporalité s'accélère, eu égard à la rapidité avec laquelle nous sommes dorénavant capables de construire des centres de données. La proposition d'offre numérique est majoritairement extra française. Mais il est important de regarder le niveau de la France pour savoir comment se comportent les autres acteurs. En ce qui concerne la France, la question que nous avons souhaité éclairer est plutôt celle de la répartition de l'électricité et des conflits d'usage et d'arbitrage sur l'électricité.

Sur ce graphique, les grandes barres bleues illustrent l'électricité qu'il est prévu d'ajouter sur le réseau en 2020 (année de référence) et 2050, dans le scénario de référence de RTE. On peut aller jusqu'à + 100 TWh dans un scénario de réindustrialisation.



Consommation d'électricité en France : projections issues de scénarios tendanciels et de référence (ADEME & Arcep, 2023; RTE, 2022, 2023, 2024)

Les toutes petites barres bleues illustrent ce qui était prévu pour les centres de données au moment de l'établissement des scénarios sur le futur énergétique.

Les barres grises montrent l'accroissement de la demande en centres de données. Par exemple, il est prévu en 2035 d'ajouter 80 TWh d'électricité en France, dont 23 à 28 TWh seront utilisés par les centres de données. Finalement, pour ces 80 TWh d'énergie ajoutés en 2025, un tiers servirait à alimenter les centres de données. Cela signifierait qu'une éolienne sur trois serait construite pour fournir de l'énergie aux centres de données et non pour assurer la transition énergétique. Il en est de même pour la construction des centrales nucléaires : une sur trois fournirait de l'énergie aux centres de données et ne servirait pas la transition énergétique. Voilà ce qui signifie concrètement le fait d'accueillir ces centres de données sur le territoire français. Évidemment, nous ne voulons pas que cela empêche la transition énergétique. Si l'installation des centres de données se fait au détriment de l'électrification, de l'industrialisation, de la production d'hydrogène bas carbone, de la production d'électro carburant, alors elle empêche la transition énergétique, et cela pose un vrai problème. Mais cela pose aussi la question des politiques de sobriété énergétique. En effet, il n'est peut-être pas visible d'inviter les Français à se chauffer moins, tout en estimant juste qu'un tiers de l'énergie qui sera installée en France entre 2020 et 2035 sera utilisé par les centres de données. Cela donne une idée de la perception que les Français pourraient avoir de cette question. À ce sujet, les Irlandais représentent un point de sonde intéressant. Je le répète, il est très important pour nous que les centres de données ne nuisent pas à la transition énergétique.

Jean-Marc PROUST

Si je fais le lien avec le propos de Cédric Seigneuret concernant le cadastre solaire, peut-on imaginer que l'IA nous permettra d'optimiser l'efficacité énergétique et donc servir la transition énergétique ?

Marlène DE BANK

Il faudrait pour cela 30 TWh de gisement d'énergie.

Jean-Marc PROUST

On ne les trouve pas ?

Marlène DE BANK

Je ne suis pas compétente, évidemment que je voudrais qu'on les trouve, si l'IA permet de réduire de 30 TWh la consommation actuelle d'électricité en France, ce serait une bonne nouvelle. Peut-être que cela se fait avec même pas 1 MW d'IA d'ailleurs, et qu'on n'est pas obligé d'en installer des GW, ou alors avec beaucoup plus ? Je ne sais pas.

Jean-Marc PROUST

Quelle est la méthode de RTE pour installer des centres de données ? Fonctionnez-vous comme Enedis avec une file d'attente des raccordements, ce qui vous oblige à établir des priorités ? Dans ce cas, comment établissez-vous ces priorités ? D'autre part, est-il plus important de raccorder un parc éolien en mer qu'un datacenter ? Qui fait ces choix et pour quelles raisons ?

Vincent LEFIEUX

J'interviens principalement sur l'utilisation de l'IA et ne suis pas spécialiste des questions liées au raccordement. RTE a une interaction particulière avec l'IA. RTE veut utiliser l'IA pour mieux répondre à ses missions mais il voit aussi arriver des

usages qui pourraient prendre de l'ampleur. Il est vrai que, même aujourd'hui, les écarts entre les demandes de raccordements et les raccordements effectifs sont importants. Certains acteurs préemptent un certain nombre de possibles mais ils ne vont pas forcément mener le projet à terme. Il est très difficile de se projeter. Ces questions nous imposent une grande vigilance et une surveillance accrue. RTE a un rôle en matière de raccordement. Des études de raccordement sont ainsi systématiquement menées pour étudier à la fois les coûts et la faisabilité technique. Depuis cette année, RTE publie des *fast tracks*, c'est à dire les zones dans lesquelles l'intégration des datacenters est privilégiée. Ces *fast tracks* sont la conjonction entre le foncier disponible et un accès facilité au réseau de très haute tension. Nous répondons donc à la demande et nous raccordons à l'aune des études qui sont réalisées dans le cadre du développement du réseau, conformément aux trajectoires prises par RTE.

Enfin, il existe un lien évident entre les datacenters et l'IA mais les datacenters ne servent pas que l'IA. Certes cela n'enlève rien à l'impact de l'IA mais il convient cependant de rappeler que les usages des datacenters ne sont pas uniquement liés à l'IA. Toutes les plateformes de vidéo à la demande sont des consommatrices importantes, alors qu'elles n'utilisent pas l'IA.

Marlène DE BANK

En effet, tous les systèmes informatiques de toutes les entreprises utilisent plus de la moitié des datacenters actuels.

Jean-Marc PROUST

Justement, Clément Marquet vous parlez du redimensionnement des datacenters pour faire face à la demande croissante.

Clément MARQUET

Il existe effectivement différents types d'IA et les datacenters sont concernés par d'autres types d'usage. Proportionnellement au nombre de centres de données installés en France, peu servent à l'IA. Il s'agit donc de s'interroger sur la nécessité de revoir l'architecture des datacenters ou de réorganiser les datacenters existants. En 2022, des opérateurs de centres de données ont dû réagir rapidement à l'emballage, en marketant leurs datacenters comme « IA Ready », ce qui signifie qu'ils avaient réussi à réorganiser l'électricité et la climatisation de leurs datacenters pour accueillir les GPU, qu'ils n'auraient pas pu accueillir dans les conditions architecturales précédentes. Nous avons assisté à un moment de fébrilité dans le paysage des datacenters, qui devaient s'organiser pour répondre aux nouveaux enjeux.

Un autre enjeu en lien avec l'implantation des centres de données se rapporte à la préemption de l'électricité qui n'est en définitive pas consommée. Nous observons deux phénomènes complexes. D'un côté, il y a les acteurs de l'immobilier (les fonds de pension qui développent les datacenters) qui réalisent de la prospection et émettent des demandes de raccordement partout pour identifier le meilleur endroit possible pour eux, ce qui brouille totalement les prévisions de RTE, qui voit des demandes fleurir partout. Il s'agit donc de savoir comment planifier dans ce marché qui connaît des effets d'emballage certains et qui peut s'effondrer. De l'autre côté, il y a les opérateurs, qui visent à sécuriser les données de leur client, en surdimensionnant la réservation électrique par

rapport à la consommation effective. Il s'agit là de demander la disponibilité maximum du datacenter, de sorte à s'assurer une certaine élasticité dans la consommation informatique et électrique. Cependant, pour se prémunir de tout problème, cette demande peut être émise sur deux infrastructures de distribution différentes, de sorte que, si un poste source tombe en panne, l'autre pourra prendre le relais.

Pour la gestion du réseau électrique, cela signifie qu'il existe un ensemble d'acteurs qui, jusqu'à présent, pour des raisons d'accès aux opérateurs de télécommunication, s'installaient tous au même endroit (là où sont les réseaux), qui réservent énormément d'électricité mais qui consomment finalement 30 % de l'électricité réservée. Cela signifie que ces acteurs saturent artificiellement la disponibilité électrique d'un territoire, parfois à des fins d'éviction de la concurrence. Ce faisant, ils sont également susceptibles de ralentir d'autres activités qui ont besoin de capacités électriques fortes.

C'est un phénomène qui a été observé à Malmö, en Suède, où l'électrification a été ralentie en raison de la forte présence des datacenters qui ont pris toute l'électricité. Certaines usines d'automobiles n'ont pas pu être construites. À Londres, certains programmes immobiliers sont suspendus parce que l'électricité disponible a été réservée par les centres des données. À Marseille, le sujet de discussion a porté sur la réparation navale en France, qui serait ralentie par le grand opérateur Digital Realty, implanté sur le port maritime de Marseille, qui a réservé 80 MWh, ce qui correspond peu ou prou aux besoins restants pour l'électrification à quai. Le poste source afférant est saturé, ce qui oblige à ramener davantage d'électricité dans une ville qui connaît des contraintes foncières et électriques importantes. Les enjeux ne portent donc pas sur la production électrique mais sur le réseau et sur la concurrence d'usage, sur les activités à mener.

Ces enjeux ne sont pas homogènes sur le territoire français, les capacités sont très importantes à certains endroits et beaucoup moins à d'autres. J'imagine qu'à travers l'établissement de cartes de réseaux réalisées par RTE et l'État, l'idée est d'éviter autant que possible les conflits d'usage. Les politiques publiques en matière d'IA conduisent finalement à une certaine forme de planification et d'anticipation mais pendant 20 ans, les centres de données étaient le fruit d'une pensée urbaine, souvent inadaptée pour la spécificité de cette activité.

Le changement provient aussi de la transformation de la façon dont est allouée l'électricité aux grands consommateurs d'énergie par la Commission de régulation de l'énergie (CRE) et il s'agit plutôt d'une bonne nouvelle pour la régulation du réseau. Jusqu'alors, ces grands opérateurs accaparaient de l'électricité qui était bloquée. Le principe dorénavant déployé est celui du « *use it or lose it* », qui vise à revoir tous les cinq ans les besoins des clients en fonction de leur utilisation par rapport à la capacité réservée, de sorte que ces acteurs très gourmands, qui sécurisent leur futur, n'aient pas trop d'effet d'éviction sur d'autres types d'activité. Cela revient en quelque sorte à prendre en compte la spécificité du marché, dans des mécanismes d'allocation de l'électricité, qui étaient assez anciens.

Jean-Marc PROUST

Ce mécanisme est donc porté par la CRE ?

Clément MARQUET

Oui, par la CRE et RTE. Il me semble que ce mécanisme entrera en test à partir du mois d'août 2025.

Jean-Marc PROUST

Clément Marquet, vous avez évoqué l'implantation des datacenters en zone rurale. Un datacenter rapporte-t-il de l'argent aux collectivités ? La logique d'implantations des énergies renouvelables, qui suscite parfois des refus, et qui a trouvé une réponse acceptable à travers le fait de consommer une électricité produite localement, ou permettant au consommateur d'être actionnaire de la production, est-elle transposable dans le monde des datacenters ?

Clément MARQUET

C'est plus compliqué. Il n'y a pas de corrélation entre le fait d'avoir accès à un bon réseau de communication et le fait qu'un datacenter soit installé à proximité de chez soi. Marseille est l'une des villes les moins bien desservies en fibre en France, alors qu'elle occupe la sixième place de transit mondial d'informations avec la connexion avec l'Asie par le biais de câbles sous-marins.

Par ailleurs, même s'ils n'y sont pas obligés, les opérateurs peuvent avoir intérêt à pratiquer des tarifs attractifs pour les entreprises du territoire mais je n'ai pas connaissance de contrats de ce type. Un opérateur de colocation gère un datacenter mais pas les ordinateurs qui permettent le stockage des données, il les loue à Google, à une collectivité, à une grande entreprise, ou à RTE, etc. On pourrait imaginer que, lors de la création d'un datacenter à Marseille, plusieurs armoires sont réservées à la collectivité. Cela pourrait être une forme d'intégration ou d'articulation entre le territoire et l'informatique, pour ce qui concerne l'hébergement des données.

Ce sujet soulève différents types d'oppositions et d'avantages. Les oppositions sont relativement classiques : elles portent sur le foncier, les risques de nuisances sonores, les débats environnementaux sur l'énergie et l'articulation entre consommation foncière et énergétique, d'une part, et création d'emplois, d'autre part. On essaye aujourd'hui de savoir si le déploiement des datacenters crée beaucoup d'emplois car les annonces des opérateurs mélangent à la fois les emplois liés à la construction, les emplois sur un temps plus long, les emplois créés à distance et les emplois techniques et de maintenance à proximité. *In fine*, il est difficile de mesurer cette création d'emplois effective qui passe par ailleurs par beaucoup de sous-traitance. Ce qui plaide pour la concentration des datacenters, c'est la solidification des emplois de maintenance.

Se pose ensuite la question de l'apport d'un écosystème high-tech avec une forte valeur ajoutée qui pourrait venir à proximité des datacenters. C'est un sujet qui est souvent mis en avant par l'industrie mais je ne trouve pas d'exemple démontrant nettement que des entreprises high-techs s'installent à cet endroit parce que des datacenters y sont également implantés.

La question des retombées économiques et fiscales a donné lieu à de nombreux débats, qui sont peu à peu tranchés du fait du gigantisme des prochaines infrastructures. Pendant longtemps, ces centres de données ont été installés autant sur des espaces tertiaires que sur des espaces industriels. Initialement, dans les années 90, il s'agissait d'entreprises SSII, qui installaient des centres de

données dans leurs garages ou dans un petit entrepôt. Progressivement, ces infrastructures ont grossi, impliquant des besoins en sécurité de plus en plus importants. Ces infrastructures ressemblent de plus en plus à des objets industriels, avec des planchers capables de supporter des tonnes de matériel, des groupes électrogènes démultipliés mais qui peuvent s'installer dans des zones tertiaires, voire en face d'habitation, dans des quartiers résidentiels. Cela soulève, d'une part, la question de la place à résérer aux datacenters dans les PLU, une question que chaque collectivité doit trancher mais force est de constater que ce sujet est rarement traité, si bien que l'on bricole en négociant avec les opérateurs, en fonction du terrain choisi. D'autre part, cela pose aussi la question de ce qu'est le datacenter sur le plan fiscal. L'opérateur s'autodéclare et les incidences sur les ressources revenant à la collectivité ou à l'intercommunalité peuvent être importantes, selon que l'opérateur se déclare comme un établissement tertiaire, comme un entrepôt ou comme un établissement industriel. Cela donne lieu parfois à des passes d'armes. À Val-de-Reuil, dans l'Eure, Orange avait construit plusieurs centres de données, les premiers avaient été déclarés comme des établissements tertiaires, tandis que les suivants avaient été déclarés comme des établissements industriels. Se rendant compte de cette différence, Orange a harmonisé ses déclarations, en remettant tous les datacenters dans la catégorie du secteur tertiaires. La collectivité a ainsi été déçue d'avoir donné un si grand foncier pour une activité si peu lucrative sur le plan fiscal.

Ces enjeux importants fluctuent. Une petite ville de 15 000 habitants, comme Bouc-Bel-Air, dans les Bouches-du-Rhône, qui reçoit un datacenter de 100 000 m², perçoit environ 2,5 millions d'euros de ressources fiscales. Ce n'est pas négligeable pour la collectivité. Cela pose des questions plus difficiles à trancher dans les intercommunalités, où il est plus difficile de trouver une position commune quand une ville veut capter des ressources fiscales importantes. Cela peut fracturer la position politique de l'intercommunalité.

Jean-Marc PROUST

La question écologique est parfois bousculée, au moins sur le plan législatif. Je pense par exemple aux nouvelles dérogations apportées au principe de « zéro artificialisation nette » (ZAN). Les datacenters font-ils l'objet de débat public, leur implantation est-elle contestée ?

Clément MARQUET

La législation est en effet l'enjeu du moment. L'article 15 du projet de loi sur la simplification économique vise à faire des datacenters des projets d'intérêt national majeurs. Les seuils seront établis par décret. Cependant, on parle de datacenters de plusieurs centaines de mégawatts, ce qui leur permettrait de s'émanciper de la ZAN et de certaines obligations environnementales pesant sur les espaces protégés. Cela reviendrait à déposséder les élus d'un pouvoir de décision sur le PLU et l'activité locale. Cela suspendrait également le rôle de la Commission nationale des débats publics concernant le sujet des datacenters. Ce que l'on observe, c'est que les oppositions environnementales sont de plus en plus virulentes concernant les mégas objets : mégabassines, grands centres de puces électroniques, etc. On va donc créer des mégas datacenters pour lesquels seront supprimés tous les leviers démocratiques, pour les intégrer. Cela vient par ailleurs ajouter un problème qui n'en était pas un jusqu'alors pour les

datacenters : celui de la biodiversité. Jusqu'ici, les opérateurs s'installaient plutôt sur des friches industrielles, à la fois en raison de la ZAN et parce que les collectivités les y encourageaient. Ces opérateurs ont les moyens économiques de dépolluer ces sites, il est donc intéressant de revaloriser des friches dont personne ne veut. Si l'on ouvre la question de l'artificialisation des sols, premier impact sur la biodiversité, pour les très grands espaces, on provoque un nouveau problème environnemental là où il n'existe pas auparavant.

Cela ouvre par ailleurs un autre débat concernant la souveraineté, qui consiste à définir le type d'acteurs que l'on souhaite accueillir sur le territoire français. Ces gros acteurs capables d'investir pour 400 MWh viennent plutôt des États-Unis que d'Europe. C'est pourquoi un élu marseillais a soumis un amendement visant à qualifier le projet de priorité nationale majeure. Cet amendement vise à distinguer les projets européens de ceux soumis à l'extraterritorialité du droit américain. Cela exclurait donc d'office Google et Equinix (acteur de la colocation). Cet amendement est intéressant en ce qu'il change profondément la définition du projet d'intérêt national majeur, par rapport à la manière dont elle a été pensée dans la loi, et qui bouscule énormément le lobbying de France Datacenter, qui est beaucoup plus favorable à l'arrivée des acteurs américains sur le marché français qu'au développement des acteurs européens. La question de la souveraineté pose donc beaucoup de questions difficiles à trancher, sur le numérique que l'on souhaite, qui le construit, dans quelles conditions.

Enfin, s'agissant des questions d'opposition, il est intéressant de savoir que les États-Unis sont le laboratoire de ce qui peut se produire en Europe au plan numérique. Aujourd'hui, les projets de datacenters, principalement dédiés à l'IA générative, représentent 64 milliards de dollars bloqués ou ralents par les oppositions. Jusqu'alors, les États-Unis ne subissaient pas tant que cela les oppositions à l'installation des datacenters. Mais, depuis 2 ou 3 ans, elles y sont de plus en plus structurées, entre des résidents, des associations de protection de l'environnement et certains élus, qui travaillent ensemble afin de ralentir, voire d'empêcher, la mise en place des centres de données. Cela devient même un souci de préoccupation majeure pour la filière. Cette évaluation est réalisée par Datacenter Watch, organisme de la filière, qui essaie de comprendre les raisons aux oppositions, qui sont transpartisanes, et la manière de les contrer. L'enthousiasme pour l'IA, porté par les opérateurs de datacenter, qui n'hésitaient pas à faire valoir les usages de Netflix et d'autres plateformes pour valoriser leur implantation, ne fonctionne plus. Ces arguments ne contribuent pas à diviser la critique, cela la renforce, au sens où l'intérêt de l'IA pour les usagers est beaucoup plus difficile à cerner, voire suscite des craintes, et devient un motif qui renforce potentiellement l'opposition à l'infrastructure, puisque l'on ne comprend vraiment pas la raison pour laquelle on devrait accepter d'accorder une portion de territoire à ces bâtiments.

Jean-Marc PROUST

Je vais donner la parole à l'avocate de la défense climatique. Marlène de Bank, quel pourrait être un usage raisonné de l'IA, pour maintenir la trajectoire fixée ?

Marlène DE BANK

Auparavant, je tiens à rendre hommage aux travaux de Clément Marquet, concernant le passage de la filière des datacenters du tertiaire à l'industrie. La

dernière fiche RTE acte d'ailleurs cette évolution : les centres de données ne sont plus classifiés comme une activité tertiaire mais bien avec le reste de l'industrie. Finalement, c'est parfaitement normal, puisqu'en termes d'infrastructure, cela fait plutôt partie des industries, même si la fiscalité ne leur accorde pas le même traitement.

En ce qui concerne un usage raisonnable de l'IA pour maintenir la trajectoire, il faut d'abord admettre que cette filière n'est pas responsable, puisqu'elle ne fait pas les meilleurs efforts possibles pour tendre vers des émissions raisonnables de gaz à effet de serre et des consommations énergétiques raisonnables. On observe que, quels que soient ces gains d'efficacité énergétique, l'offre décuple. Quand bien même elle est actuellement confrontée à une rareté sur le marché de l'énergie, rien ne l'arrête. Il faut donc bien acter qu'il y a un sujet d'abondance et que l'offre doit être régulée. Cette filière n'est pas rangée au même titre que le sont les autres filières industrielles. Par exemple, cette filière n'est pas concernée par le *Fit for 55* au niveau européen. Cette filière ne verse pas de taxe carbone et évolue en marge des autres. Je pense donc qu'il y a quelque chose à penser qui serait de l'ordre d'un mécanisme permettant d'encadrer cette filière. Certains des grands acteurs américains aimeraient être plus responsables que les autres mais du fait de la concurrence ils ne veulent pas être les premiers à le faire, tant qu'il n'existe pas un organisme d'encadrement adapté qui place tous les acteurs au même niveau. Cette première réponse n'est malheureusement pas entre les mains de tout un chacun. Il s'agit d'une réponse collective qui doit être apportée soit au niveau de la France, soit au niveau de l'Europe, pour encadrer l'activité.

J'observe qu'en France, le débat sur la consommation énergétique de l'IA est plutôt bien passé. Tout le monde est au courant que l'IA est une consommatrice accrue d'énergie mais tout le monde n'a peut-être pas la réponse la plus juste et la plus adaptée dans sa pratique. C'est pourquoi au Shift Project, nous défendons une approche quantifiée sur le sujet de l'émission des gaz à effet de serre. La première étape consiste individuellement à étudier son bilan carbone, puis à se munir d'un calculateur d'émissions de gaz à effet de serre de notre propre consommation d'IA et enfin de dresser le bilan pour voir ce qui est acceptable ou pas. Cela vaut pour les usagers individuels mais aussi pour les entreprises. Avant de déployer l'IA dans tous les systèmes d'information de l'entreprise, il faudrait commencer par regarder et chiffrer l'augmentation que cela génère dans le bilan carbone. L'IA n'est pas une solution nouvelle, il faut donc reprendre ses objectifs pour définir si l'IA est vraiment utile au regard des conséquences qu'elle a sur le bilan carbone et pour piloter les objectifs que l'on se fixe. C'est la réponse à court terme permettant de s'adapter à l'IA générative, qui nous tombe dessus.

Mais il existe aussi un autre niveau de réponse à moyen et long terme, qui consiste à aller vers la construction de produits, services et infrastructures numériques qui soient compatibles avec une économie bas carbone. La bonne nouvelle, c'est que la France dispose d'un écosystème déjà bien formé à ce sujet et d'acteurs qui déploient des projets qui tendent vers la neutralité. Il faut donc désormais créer le cadre permettant de lancer la filière numérique bas carbone, c'est-à-dire qui permette de disposer du bon produit au bon moment pour le bon usage, de sorte à minimiser l'empreinte matérielle des services numériques.

Jean-Marc PROUST

Je propose de prendre quelques questions dans la salle.

Vincent LEFIEUX

Avant cela, je voudrais apporter une précision. Au-delà de la question de l'émission des gaz à effet de serre, il convient d'abord de s'interroger sur l'utilité de la consommation, surtout dans le cadre d'une électricité peu carbonée, comme c'est le cas en France, qui pourrait justement induire une surutilisation. C'est un point que nous avons précisé dans la charte déployée au sein de RTE. À propos de l'écosystème de l'IA, certains parlent de « bulle », avec, en arrière-pensée, l'idée que cela pourrait disparaître. Je pense que nous nous trouvons actuellement dans une bulle similaire à celle que l'on a observée par le passé pour le web. On assistera, très certainement, à une réorganisation de l'écosystème des entreprises. Si les contraintes ne sont pas posées aujourd'hui, je pense qu'il sera difficile de revenir sur l'usage même de l'IA générative. Une fois que le grand public y a goûté, l'IA générative est grisante. Cependant, je pense que l'utilisation que l'on fera évoluera, si bien que je ne pense pas que nous soyons dans une « bulle » concernant l'IA.

Éric BERNAL, Régie Services Energie (RSE01)

Cette surconsommation des centres de données n'est-elle pas une opportunité ? L'électrification des usages avance (véhicules électriques, électrification de l'industrie, etc.). La consommation des centres de données peut-elle permettre d'aligner le développement des énergies renouvelables avec les besoins ?

Marlène DE BANK

C'est une question que je me pose souvent. La durée de vie des centres de données est d'environ 25 ans. Ces centres de données négocient donc la durée de leur contrat d'électricité sur le temps le plus long. La question consiste donc à savoir si l'on veut le centre de données tout de suite, tout en s'assurant que le détenir encore dans 25 ans fera aussi sens. Cela tend à pondérer la question de l'opportunité.

Cédric SEIGNEURET

Je suis élu de ma commune vendéenne de 1300 habitants depuis 18 ans. La commune recense une quinzaine de bâtiments. Nous avons commencé à être attentifs à la consommation de nos bâtiments publics quand nous nous sommes aperçus qu'elle coûtait trop cher. Surtout, nous nous sommes demandé si nos bâtiments qui datent des années 50, 60 ou 70, consomment trop, ce qui suppose de pouvoir les comparer à d'autres. En effet, la consommation est une question d'orientation du bâtiment, de qualité de la construction, et des usages que l'on en fait. Organiser cette comparaison suppose donc de réaliser la cartographie du territoire, de repérer les autres bâtiments publics, d'en connaître la consommation d'énergie (Géo Vendée est homologuée depuis la semaine dernière par Enedis pour capter les consommations d'énergie en temps réel), et d'enregistrer les usages des bâtiments. L'IA permet de croiser toutes ces données, de voir si le bâtiment est un important consommateur d'énergie ou pas, et d'historiser tous les travaux réalisés sur tous les bâtiments pour procéder à des comparaisons avant et après travaux. D'autre part, cela nous permet d'étudier le potentiel de développement des énergies renouvelables. Nous pouvons ainsi

savoir combien les bâtiments publics peuvent produire. En Vendée, l'énergie solaire peut développer un potentiel de production de 4 TWh dans le département. Nous sommes tous harcelés quotidiennement au téléphone par des installateurs de panneaux solaires qui prétendent que notre toiture permet une importante production d'électricité mais en réalité, personne ne connaît le réel potentiel de production d'une commune. La quantité de données que nous collectons nous constraint à utiliser l'IA pour être à la fois rapides et précis. Ces données nous permettront de dresser une cartographie détaillée de la consommation énergétique de chaque bâtiment, en la comparant à celle des autres bâtiments de la région, et de déterminer la capacité de production d'énergie solaire de chaque bâtiment. C'est pourquoi je pense en effet que l'augmentation des coûts de l'énergie accélère le développement des énergies renouvelables.

Marlène DE BANK

Un débat mondial a porté sur le fait de savoir si les centres de données simulent les offres de production bas carbone. Ce débat était intéressant dans les années 2010. Ce que l'on observe aujourd'hui est plutôt le contraire : cela ne simule pas les offres de production bas carbone, ou en tout cas pas du tout à la hauteur de ce qu'il faudrait, cela contribue plutôt à la relance de la production de gaz naturel. Cela induit des effets très locaux. Par exemple, dans une entreprise bien connue de production de gros équipements dans le domaine de l'énergie, les turbines compatibles avec l'hydrogène bas carbone sont arrêtées, au profit des turbines gaz naturel pour les centres de données. Cet effet de transition énergétique, très transverse dans la société, qui est donc ainsi observé. En France, la tribune de Thomas Veyrenc parue récemment dans *l'Usine Nouvelle*, posait justement la question de l'électrification des industries, qui est tant attendue. Personne n'a dit que la transition énergétique en France était facile et qu'elle ne coûtait rien. Il serait effectivement plus simple de fournir de l'électricité aux voitures électriques et à l'industrie si l'acquisition d'un véhicule électrique était facilitée et si les possibilités d'investissement des industries dans l'électrification étaient accrues. Ces enjeux se percutent.

Christophe BOUNEAU, professeur émérite d'histoire économique (Bordeaux université)

J'émets une remarque de l'historien et géographe, qui fera le lien avec la remise du prix de l'AARHSE à Louis Fagon pour son travail concernant le Rhône nucléaire. En premier lieu, la micro-chronologie de l'histoire du temps présent, c'est-à-dire du lien avec la consommation et le mix électrique, est impressionnante. Alors qu'on a connu au cours de la récente crise des problèmes de production, on connaît dorénavant une surcapacité. Comme cela a été dit par l'ensemble des acteurs, les niveaux d'incertitude sont accrus par la préemption, la financiarisation et la spéculation. Ma question est donc d'abord géographique et concerne le lien entre l'énergie, plus précisément la transition énergétique, et l'eau, utile tant pour le refroidissement que la production d'énergie. Ce lien se retrouve-t-il également dans l'attraction pour le littoral et les opportunités éventuelles générées par le déploiement des éoliennes en mer ? Faut-il, selon vous, du nouveau nucléaire ou donner la priorité au nucléaire par rapport aux énergies renouvelables ? Je pense que, dans la promotion et la vente à l'échelle

internationale de la France, terre d'accueil des datacenters, il y a une mise en avant considérable de l'énergie décarbonée. Est-ce un élément déterminant ?

Jean-Marc PROUST

Les GAFAM ont lancé des PPA (contrats d'achats directs) autour des énergies renouvelables. Se pose aujourd'hui la question de la croissance des besoins et de l'opportunité de créer des PPA nucléaire.

Clément MARQUET

En effet, les GAFAM créent des start-ups autour de petits réacteurs nucléaires, pour les centres de données, notamment aux États-Unis. L'argument de l'électricité bas carbone joue à plein sur l'attractivité française pour l'installation des datacenters. Il s'agit d'ailleurs d'un handicap, notamment pour le Royaume-Uni, qui pense que son électricité n'est pas assez décarbonée pour accueillir cette activité et qui risque de perdre l'avantage qu'il avait sur la France. Il existe pourtant deux fois plus de capacités à installer à Londres qu'en Île-de-France, principale place française. Historiquement, les centres de données sont plutôt installés en métropole. Les installations littorales sont relativement récentes et restent très mesurées en termes de capacité électrique. Les centres de données installés entre Marseille et Aix-en-Provence pourront faiblement grossir. Les vraies opportunités d'installation se situent essentiellement dans le nord, autour de Dunkerque, dans l'est et en Île-de-France, principalement pour des questions de capacité de réseaux disponibles et de fonciers.

J'ignore si cette activité participe à la relance du nucléaire mais c'est un argument important pour la France et c'est un peu ce que les autres acteurs européens du monde du datacenter nous envient. L'Espagne est également en plein essor en raison de l'importance de l'énergie photovoltaïque dans ce pays. Quant au nord de l'Europe, il est globalement saturé. Il est de plus en plus difficile de s'installer aux Pays-Bas et de trouver des terrains disponibles à Londres ou en Irlande. Nous assistons donc aussi à un effet de mouvement de l'industrie vers le sud de l'Europe pour des questions liées à la disponibilité électrique. Ce qui ralentit l'arrivée des centres de données en France, au-delà du débat sur l'eau, ce sont les questions administratives. C'est tout l'enjeu du projet de loi sur la simplification économique, qui doit permettre l'application du principe de *fast tracks*, notamment pour les raccordements aux réseaux électriques. Cependant, les délais de raccordement sont de plus en plus longs partout, pas uniquement en France, notamment en raison de l'accroissement des demandes. Il faut donc parvenir à réduire le temps de raccordement du bâtiment au réseau, pour obtenir une date d'ouverture la plus proche possible de la finalisation des démarches administratives, qui doivent également aller plus vite. C'est en tout cas tout l'enjeu, pour une bonne partie de la situation de cette industrie. Je pense qu'en Europe, les acteurs sont plus attentifs à la question de la qualité électrique qu'aux États-Unis, où cette question est loin d'être la priorité politique.

Marlène DE BANK

Je vais volontairement prendre le contre-pied de votre propos, même si je partage l'argument de l'électricité bas carbone. Au niveau mondial : il n'y a pas d'énergie pour les centres de données. Qu'elle soit bas carbone ou pas, les centres de données vont capter toute l'énergie disponible. J'exagère volontairement le trait pour vous faire comprendre que, quand bien même on

vendrait de l'électricité qui ne serait pas décarbonée, les datacenters l'achèteraient quand même. On assiste aux États-Unis à une totale désorganisation : on n'hésite même pas à alimenter les centres de données avec un gaz à la qualité très discutable.

Jean-Pierre HAUET

À propos des consommations, je pense que raisonner à horizon 2050 impose une certaine prudence. Il est clair qu'aujourd'hui, l'électronique est un processus dont l'efficacité énergétique est extraordinairement médiocre. Il est évident que la situation actuelle ne va pas demeurer en l'état. Cela vaut pour tous les domaines. Par exemple, pour ce qui concerne l'éclairage, ma génération pensait qu'on ne sortirait jamais de la lampe à incandescence dont le rendement s'établissait à 1,5 %. Or, les jeunes générations n'utilisent que des LED, dont le rendement atteint 25 %. Il faudrait donc se pencher davantage sur le rendement de l'électronique et des solutions alternatives. Thalès et le CEA travaillent sur ces sujets. Je pense que des sauts technologiques sont possibles et que cela peut même aller extraordinairement rapidement, comme ce fut le cas pour les écrans plats, le photovoltaïque et autre. Ne soyons pas trop pessimistes sur les consommations d'électricité des datacenters.

Marlène DE BANK

Quand bien même, la question du réchauffement climatique, à savoir les gaz à effets de serre émis là maintenant à l'instant t par les data centers, reste posée.

Jean-Pierre HAUET

Toute l'histoire de l'innovation le démontre : Joseph Schumpeter avait raison.

Jean-Marc PROUST

Marlène de Bank, Vincent Lefieux, Cédric Seigneuret et Clément Marquet, je vous remercie de vos interventions dans ce débat très intéressant. Je remercie également l'AARHSE. Je pense que cette table ronde a ouvert quelques champs de réflexion, qui pourront être prolongés dans le cadre de prochains échanges. Je vous souhaite une bonne fin de journée.

Compte rendu du petit déjeuner de l'AARHSE, organisé au siège de la FNCCR le 17 juin 2025

*FNCCR/SGS - 10/25
crédit photo : FNCCR/SGS*

AARHSE - Association académique pour la recherche historique et sociologique dans le domaine de l'énergie
www.aarhse.com
X@aarhse