



Pénélope KOMITES

Adjointe à la Maire de Paris,
chargée de l'Innovation, de l'Attractivité,
de la Prospective Paris 2030 et de la Résilience
Conseillère de Paris et du 12^e arrondissement

AUDITIONS D'ACTEURS DU SECTEUR DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE (IA)

AUDITION #12
L'IA ET L'ENVIRONNEMENT

28 mai 2024

Intervenants :

- Clara MONTELEONI, Directrice de recherche, l'INRIA
- Baptiste PERRISSIN-FABERT, Directeur Général Délégué, ADEME

Groupes politiques :

- Vladimir MELINE, Collaborateur du Groupe Indépendants et Progressistes
- Cyprien RAHEC, Collaborateur du Groupe Changer Paris
- Hugo SINCE, Collaborateur du Groupe Communiste et Citoyen
- Sarah BELLAMINE, Collaboratrice du Groupe Les Ecologistes
- Émile MEUNIER, Conseiller de Paris du Groupe Les Ecologistes
- Paul HATTE, Conseiller de Paris du Groupe Changer Paris

Adjoints ou leurs cabinets :

- Pénélope KOMITES, Adjointe à la Maire de Paris chargée de l'innovation, de l'attractivité, de la prospective Paris 2030 et de la résilience - Conseillère de Paris et du 12^{ème} arrondissement
- Kevin REVILLON, Directeur de cabinet de Pénélope KOMITES
- Alexandra MEDER, Collaboratrice de Pénélope KOMITES
- Camille BAUGAS-VILLERS, Collaboratrice au cabinet d'Emmanuel Grégoire, Premier adjoint à la Maire de Paris en charge de l'urbanisme, de l'architecture, du Grand Paris, des relations avec les arrondissements et de la transformation des politiques publiques.

Administration :

- François DEVAUX, Chef de service DAE
- Julie ORTUSI, Inspection Générale
- Lionel BARBAULT, DSOL
- Cédissia ABOUT, Cheffe du Pôle Innovation, DCPA
- Sacha OHAYON, DCPA

Membres du Conseil parisien des Européens :

- Denis BELLITO, membre du CPE



Pénélope KOMITES

Adjointe à la Maire de Paris,
chargée de l’Innovation, de l’Attractivité,
de la Prospective Paris 2030 et de la Résilience
Conseillère de Paris et du 12^e arrondissement



Pénélope KOMITES

Adjointe à la Maire de Paris,
chargée de l'Innovation, de l'Attractivité,
de la Prospective Paris 2030 et de la Résilience
Conseillère de Paris et du 12^e arrondissement

Intervention de Clara MONTELEONI , Directrice de recherche, l'INRIA

Je suis directrice de recherche à l'INRIA Paris, mais aussi professeur à l'université du Colorado à Boulder, et professeur d'informatique. J'enseigne l'apprentissage automatique et je travaille sur l'IA et l'étude du changement climatique. Je suis venu en France, et j'ai choisi la chaire française d'IA, qui m'attirait beaucoup parce qu'à l'INRIA, je suis en train de créer une équipe sur le changement climatique et la durabilité de l'environnement. Je n'ai pas de recherche spécifique sur la ville de Paris ; il s'agit simplement d'une recherche générale sur ce que l'IA peut faire pour l'étude du changement climatique.

Voici une photo heureuse du Colorado. Il y a des animaux sauvages, un cerf sur le pont, des lignes électriques... tout se passe très bien, et ce n'est pas la ville, c'est un endroit rural. Mais récemment, voici une autre photo du Colorado, d'une zone suburbaine, comme une banlieue de Denver dans le comté de Boulder. C'est un exemple de ce que nous appelons les "risques en cascade". Cette région compte sur la neige dans les montagnes pour obtenir toute son humidité pour l'année. En règle générale, il y a de la neige en automne et en hiver.

Un autre évènement de ce type s'est produit en Californie. Il s'agit d'un exemple datant de 2018, mais des événements similaires se sont également produits récemment lorsqu'une grande quantité de précipitations s'est abattue sur Santa Barbara. Mais il y a eu un incendie de forêt, précédé bien sûr d'une sécheresse. Ensuite, des pluies intenses se sont abattues sur les collines, et cette zone ressemble beaucoup à de nombreuses villes méditerranéennes où il y a des collines et une communauté juste sur la côte de la mer. Il y a donc eu une énorme coulée de débris ou un glissement de terrain. J'aimerais qu'il y ait un mot plus effrayant. En fait, d'énormes rochers sont tombés dans le salon des gens et vous pouvez voir qu'il y a eu de très nombreuses pertes humaines en plus des dommages causés aux infrastructures. Ce sont donc des choses visibles que nous voyons déjà. De manière plus générale, je m'intéresse à l'application de l'IA pour lutter contre le changement climatique et les événements extrêmes. Je fais ce travail depuis une quinzaine d'années et, en 2018, nous avons été reconnus et cités par le Forum économique mondial¹, qui a également lancé un appel à l'action. Vous savez, l'IA peut trouver des chats dans les vidéos ou vous donner les publicités sur lesquelles vous cliquez dans vos courriels. Cela améliore nos économies, mais pouvons-nous également utiliser l'IA pour contribuer à la protection de l'environnement ? Ils ont donc lancé un appel à l'action.

J'ai donc insisté sur ce que l'on appelle "l'apprentissage automatique de l'informatique climatique" pour lutter contre le changement climatique. Je ne vais pas passer en revue tous ces éléments. Mais j'étais à New York, puis j'ai commencé à avoir des contacts avec Paris. Nous avons organisé notre premier hackathon sur l'informatique climatique à Saclay en 2015. Et notre conférence sur l'informatique climatique s'est tenue à Paris en 2019. Les deux prochaines années, elle se tiendra au Royaume-Uni. Nous travaillons sur un site du Sud pour l'année prochaine, probablement le Brésil. Nous avons également lancé un journal. Je dirais que certaines des meilleures pratiques clés pour

¹ <https://www.weforum.org/agenda/2024/02/ai-combat-climate-change/>



Pénélope KOMITES

Adjointe à la Maire de Paris,
chargée de l'Innovation, de l'Attractivité,
de la Prospective Paris 2030 et de la Résilience
Conseillère de Paris et du 12^e arrondissement

construire un domaine interdisciplinaire sont les événements, les lieux de publication et aussi ces hackathons.

Les hackathons rassemblent généralement des étudiants ou des jeunes qui s'intéressent vraiment à ces modèles d'IA et qui ont des compétences en codage, avec des personnes du domaine qui pourraient avoir des problèmes et des ensembles de données à résoudre.. En effet, toute recherche menée par une personne formée à l'IA dans le domaine du changement climatique doit s'appuyer sur des problèmes réels issus du domaine, avec des ensembles de données scientifiques importants pour les étayer. Ces relations personnelles sont donc très importantes pour le travail interdisciplinaire, comme nous l'avons constaté. Fin 2020, nous avons lancé une revue sur la science des données environnementales. Plus largement, la science des données, y compris l'IA pour les sujets environnementaux. Nous avons enregistré une croissance exponentielle des soumissions.

Beaucoup de ces spécialistes veulent travailler autour des enjeux climatiques. J'ai plus de demandes pour mon groupe que je ne peux en auditionner. Pour donner à la commission quelques idées sur la manière dont l'IA peut contribuer à lutter contre le changement climatique : l'adaptation est liée à ces images effrayantes d'incendies de forêt et de glissements de terrain, pour lesquels nous avions essentiellement besoin d'une solution hier. Les systèmes d'alerte pilotés par l'IA pour les ouragans aux États-Unis et ici, vous avez une sorte de zone d'incertitude quant à l'endroit où ils pourraient se déplacer. Les incendies de forêt sont compliqués parce qu'ils peuvent se déplacer dans plusieurs directions en même temps.

L'autre aspect de l'adaptation à court terme concerne les questions sociétales et, du moins aux États-Unis, l'héritage de l'injustice climatique. Certaines communautés américaines ont toujours eu des usines, des incinérateurs et de la pollution. Cela signifie, par exemple, que si la qualité de l'air est médiocre, ces communautés peuvent être plus vulnérables aux maladies pulmonaires. Ainsi, en cas d'incendie de forêt, il convient d'avertir les communautés situées sur la trajectoire probable, mais aussi les communautés peut-être plus éloignées qui pourraient alors souffrir d'une dégradation de la qualité de l'air après avoir été plus vulnérables à la qualité de l'air en raison de l'injustice climatique. C'est donc à cela que la plupart des sociétés sont confrontées : l'atténuation des pires risques liés au changement climatique. C'est là que nous voulons agir, pour réduire les émissions de carbone. Nous avons donc quelques projets en cours avec EDF.

Ils aimeraient concevoir une nouvelle éolienne et un nouveau système photovoltaïque, car le climat est en train de changer. Et ce n'est pas tout, les éoliennes sont probablement situées dans des endroits non optimaux. Les régimes de vent changent. Nous pourrions avoir besoin de placer les éoliennes à d'autres endroits. Et il est scientifiquement prouvé qu'en moyenne... les vents moyens diminuent, mais qu'il peut encore y avoir des vents extrêmes qui seront très, très forts. Des vents plus forts que ceux auxquels l'éolienne actuelle peut fonctionner. C'est pourquoi nous utilisons également l'apprentissage automatique. L'apprentissage automatique est constitué d'algorithme qui sous-tendent l'IA pour étudier les incidences à long terme, comme l'élévation du niveau de la mer, pour laquelle nous travaillons avec des modélisateurs du climat. Il s'agit là d'un aperçu de très haut niveau. Je peux vous donner un aperçu rapide de nos approches et n'approfondir que les sujets qui intéressent le plus la commission.



Pénélope KOMITES

Adjointe à la Maire de Paris,
chargée de l'Innovation, de l'Attractivité,
de la Prospective Paris 2030 et de la Résilience
Conseillère de Paris et du 12^e arrondissement

De manière générale, j'exposerai l'approche principale, à savoir que nous disposons aujourd'hui d'une énorme quantité de données d'observation. Mais elles ne remontent pas très loin dans le temps. Si vous voulez étudier le changement climatique, c'est extrêmement limité dans le temps. Nous pouvons donc utiliser certaines données d'observation, mais nous allons également traiter les résultats des modèles climatiques. Ainsi, comme l'EPSL ou le CNRM, vous avez des modèles climatiques en France qui informent le GIEC, le GIEC. Il ne s'agit que de données simulées, mais elles sont basées sur des modèles physiques réels et des modèles numériques de prévision météorologique.

Ainsi, comme l'EPSL ou le CNRM, vous avez des modèles climatiques en France qui informent le GIEC, le GIEC. Il ne s'agit que de données simulées, mais elles sont basées sur des modèles physiques réels et des modèles numériques de prévision météorologique. Nous pouvons traiter les simulations comme des données d'entrée pour l'IA. Pourquoi avons-nous besoin de faire cela ? De nombreuses simulations ont été effectuées dans le cadre de différents scénarios, différents PCR ou scénarios sociétaux.

Et qu'obtient-on alors ? Vous obtenez d'énormes quantités de données avec de très nombreuses variables, température, humidité, etc. Il est difficile pour un être humain de les interpréter. Ainsi, tout comme le Chat GPT peut lire un document et le résumer pour vous, l'IA est utile pour extraire des informations de ces ensembles de données complexes à haute dimension, même s'il s'agit des résultats d'une simulation physique. Ces simulations physiques sont en cours de développement depuis la fin des années 1960. Elles sont très complexes et nous en avons tellement que notre approche consiste à utiliser les résultats des simulateurs comme données d'entrée pour l'IA. Et puis il y a aussi ce produit intermédiaire où les données des observations ont été poussées à travers les lois physiques, en s'assurant simplement qu'il y a un équilibre entre la chaleur et l'énergie pour obtenir des données quadrillées.

Et pour ceux qui ont suivi l'actualité : Google, Huawei et un certain nombre d'autres entreprises montrent que l'apprentissage profond peut être plus efficace pour les prévisions météorologiques que les méthodes traditionnelles. Comment ont-ils entraîné l'apprentissage profond ? C'est une question de données, tout comme ChatGPT qui s'est appuyé sur nous tous pour écrire tant de textes et qui est ensuite devenu intelligent ? La façon dont l'IA est devenue intelligente pour les prévisions météorologiques actuelles est qu'elle s'est entraînée sur un ensemble de données de réanalyse appelé ERA5. Cela a demandé beaucoup de travail, beaucoup de physiciens pour le créer. Comme pour ChatGPT, nous ne voulons pas que les humains cessent d'écrire. En effet, ChatGPT n'aurait plus de données sur lesquelles s'entraîner. De même, nous avons besoin de ces modélisateurs pour obtenir de très bons ensembles de données afin d'entraîner l'IA. Je sais qu'il y a des stagiaires et des personnes qui sont peut-être au courant des différents types d'apprentissage automatique. Je pense que je ferai simplement remarquer que lorsque vous entendez l'expression tape-à-l'œil "IA générative", vous pensez probablement à un chatbot. Mais la technologie produira le type de données sur lesquelles elle a été formée. Si elle a été entraînée sur du texte, elle dialoguera. Si elle a été formée à la météo, elle produira de la météo. Ainsi, nous pouvons nous entraîner sur des schémas météorologiques, puis produire et prédire de nouveaux schémas météorologiques et climatiques. Ce qui est étonnant, c'est que vous générerez des choses de manière probabiliste, ce qui



Pénélope KOMITES

Adjointe à la Maire de Paris,
chargée de l'Innovation, de l'Attractivité,
de la Prospective Paris 2030 et de la Résilience
Conseillère de Paris et du 12^e arrondissement

vous permet de quantifier l'incertitude - ce qui est très important pour les décideurs qui ont besoin de connaître les niveaux de risque et de variabilité.

Permettez-moi de revenir sur un point scientifique, puis un point social, et je passerai ensuite aux questions ou autres. Donc, la réduction d'échelle. Nous avons parlé du GIEC. Nous avons parlé des modèles du GIEC, du CNRS en France, de la NASA aux États-Unis, etc. Il ne s'agit que de simulations. Il s'agit de simuler à l'échelle des mois, des années, des 100 ans, et à l'échelle de l'espace de centaines de kilomètres. Il s'agit donc d'un graphique montrant l'échelle à laquelle une simulation s'exécute dans l'espace, en kilomètres et dans le temps. Qu'est-ce que cela signifie ? Les modèles n'ont pas de cyclones. Ils n'ont certainement pas modélisé un seul flocon de neige. Mais ces phénomènes extrêmes qui tuent les gens ne sont franchement pas simulés dans les modèles climatiques mondiaux. Et ensuite, toute action d'atténuation qu'EDF souhaite entreprendre, nous devons réfléchir à une ferme solaire individuelle et déterminer s'il est nécessaire de la déplacer. Nous ne pouvons pas agir à l'échelle d'une centaine de kilomètres. Le simple fait de faire passer les données d'une grille grossière à une grille fine constitue donc la tâche de réduction d'échelle. Il existe de nombreuses techniques. Mais ce qui est bien avec l'IA, c'est que nous pouvons utiliser des techniques entièrement basées sur les données. Celles-ci peuvent être beaucoup plus fidèles aux processus physiques. Nous pouvons utiliser l'IA générative, et c'est là que nous réalisons de nombreux projets ; nous utilisons l'IA pour passer d'une échelle grossière à une échelle fine en utilisant un modèle qui est entièrement appris à partir des données. Ce qui est très différent des approches précédentes.

Le point social que je voulais soulever... Vous savez, j'ai quitté les États-Unis pour venir m'installer ici, et il était évident qu'il y avait un héritage d'injustice climatique. J'ai même été activiste au lycée à New York. Et bien sûr, les risques en cascade, les travaux dont je peux parler sont comme prédire les ouragans individuellement. C'est pourquoi la justice climatique est un objectif à long terme. Lorsque l'on intervient en matière d'IA, on ne veut pas faire de mal. Mais j'espère qu'à long terme, nous pourrons en quelque sorte réparer certains des dommages causés par l'IA. À cet égard, les États-Unis offrent une image très désagréable. Les populations noires sont représentées en gris dans les comtés des États-Unis, et les radars météorologiques sont représentés dans les cercles en vert. Les radars météorologiques ordinaires sont donc coûteux. Il s'avère que nous n'en disposons pas partout. Et il s'avère qu'aux États-Unis, à en croire le météorologue qui a réalisé le graphique, de nombreuses régions du sud-est des États-Unis sont relativement éloignées des sites de radars météorologiques. Il est donc difficile de recueillir des informations ou des données sur les tempêtes qui touchent ces régions. Oublions donc l'idée que l'IA elle-même, les algorithmes eux-mêmes, puissent être biaisés. Les données qui alimentent les algorithmes ne nous renseignent déjà plus sur les tempêtes qui frappent les comtés noirs. C'est terrible.

Je ne suis pas un futuriste de l'IA qui affirme que l'IA est la solution. Aux États-Unis, nous avons des décideurs politiques tels que vous, et ils doivent agir. Il faut agir sur les leviers économiques. Mais c'est intéressant parce que l'IA peut faire certaines choses ici. Ainsi, s'il existe un produit de télédétection, un produit satellite qui couvre tout, vous pourriez... apprendre une traduction ou une cartographie à l'aide de l'apprentissage automatique entre le satellite et le radar où vous l'avez. Vous pourriez ensuite l'appliquer dans les zones où vous n'avez pas de radar. En général, et nous avons



Pénélope KOMITES

Adjointe à la Maire de Paris,
chargée de l'Innovation, de l'Attractivité,
de la Prospective Paris 2030 et de la Résilience
Conseillère de Paris et du 12^e arrondissement

présenté cette diapositive aux États-Unis, vous pourriez vouloir apprendre les capteurs virtuels, ou vous pourriez simplement, en général, apprendre dans les endroits où vous avez beaucoup de données et l'appliquer dans les régions où il y a peu de données. Il peut également s'agir de partir du Nord, qui dispose généralement de plus de données, et d'affiner les modèles à l'aide des plus petites quantités de données disponibles dans le Sud.

C'est ce que nous avons fait, par exemple, pour la planification énergétique en Inde. Voilà pour ce qui est de l'équité. Pour ce qui est de la prédiction de l'avenir, nous disposons de peu de données sur l'avenir. En fait, nous disposons de peu de données sur le passé lointain. Nous voulons donc apprendre autant que possible à faire le lien entre les simulations de modèles climatiques dans le présent et le passé pour lesquels nous disposons de données

[Intervention de Baptiste PERRISSIN-FABERT, Directeur Général Délégué, ADEME](#)

Mon propos portera sur les politiques publiques. À l'ADEME, nous sommes des agents de la transition écologique, nous ne sommes pas spécialistes de l'IA, mais spécialistes de l'impact environnemental. À l'ADEME, nous avons deux principaux métiers : l'expertise et le financement. L'expertise va de la recherche académique jusqu'à la production d'avis pour guider les politiques publiques, la prospective, nous faisons des scénarios de transition vers la neutralité carbone.

Et nous avons un budget de quatre milliards d'euros qui a été multiplié par trois les dernières années pour accompagner les collectivités et les entreprises dans la transition écologique. Ces deux métiers font notre expertise, que nous appelons une expertise hors sol : nous voyons des projets toute la journée dans les collectivités et les entreprises et c'est cela qui nourrit notre expertise. Sur le numérique, nous avons développé une expertise parce que c'est un angle mort de la réglementation environnementale. Nous avons une sorte de chiasme qui est devenu une ritournelle bien connue qui est le « green for IT and IT for green ».

Ce sera le fil conducteur de ma proposition. Nous avons beaucoup travaillé sur le « green for IT » : comment réduire l'impact environnemental du numérique ? Et sur « l'IT for green », comment le numérique peut être au service de la transition écologique ? Là, c'est plus balbutiant. L'intelligence artificielle bouscule à la fois le « green for IT » puisqu'elle n'a pas du tout été conçue pour être sobre, elle est d'autant plus efficace qu'elle s'appuie sur plus de données. Ce poids environnemental repose sur l'infrastructure des données. Et sur la partie plus offensive, « IT for green », l'intelligence artificielle peut avoir de nombreuses applications très intéressantes sur l'adaptation au changement climatique, les mobilités, la gestion de l'énergie, etc. À l'ADEME, nous sommes tiers de confiance sur les sujets et nous essayons d'apporter des chiffres objectifs en dehors de tout lobby. Sur l'impact environnemental, à l'échelle du monde, le numérique représente à peu près 2 % des émissions de gaz à effet de serre, soit autant que l'aviation.

En France, c'est 3 % de l'empreinte carbone, en revanche, c'est 10 % de la consommation électrique. Et ces chiffres-là pourraient être multipliés par trois puisque tous les autres secteurs se décarbonent, or aujourd'hui, le numérique n'a pas d'objectif de décarbonation, les usages augmentent, donc en proportion, le numérique va peser de plus en plus lourd dans notre empreinte carbone. Et le sujet des ressources avec les minéraux, métalliques ou non, est à regarder aussi. Un ordre de grandeur à avoir en tête : nous avons fait des études avec l'ARCEP sur l'impact du numérique. En gros, l'impact est représenté à 70 % et 80 % par les terminaux – téléphones, ordinateurs, infrastructures... –, le



Pénélope KOMITES

Adjointe à la Maire de Paris,
chargée de l'Innovation, de l'Attractivité,
de la Prospective Paris 2030 et de la Résilience
Conseillère de Paris et du 12^e arrondissement

hardware qui est la principale source d'impact, carbone ou sur les ressources. Ensuite, 20 à 25 % ce sont les usages. Mais avec l'IA, cela peut aussi changer. Parce que si toutes nos requêtes passent par l'intelligence artificielle, une requête IA est plus lourde qu'une requête Google normale.

Maintenant, en termes de politiques publiques et de règlementation. C'était un angle mort, mais les choses ont évolué. Depuis 2020, la loi anti-gaspillage force les opérateurs téléphoniques et internet à donner le poids carbone à leurs utilisateurs de leur utilisation d'internet chaque mois. Après, nous avons eu la loi sur le numérique responsable, qui va un cran plus loin et met en place un observatoire du numérique. Là, c'est l'ARCEP² et l'ADEME qui vont piloter cet observatoire. Nous faisons des études pour donner des bases objectives des impacts environnementaux du numérique. Et nous continuons à l'ADEME dans la mise en œuvre, comme nous avons identifié que c'était un vrai sujet, nous avons créé une vraie cellule. Aujourd'hui, 13 personnes sont bien plus expertes que moi sur le sujet, elles travaillent sur un programme CEE (Certificat d'Économie d'Énergie) pour former les collectivités et les entreprises à un usage plus responsable du numérique. Nous serions ravis d'en faire bénéficier la mairie de Paris. Nous avons les moyens pour accompagner les collectivités, développer des guides, donner des référentiels, etc. Ensuite, nous avons des réflexions plus en amont : à l'ADEME, nous avons été les premiers à mettre en avant le sujet de la sobriété, qui est devenu politiquement correct depuis deux ans avec la consommation d'électricité. Nous avions eu quelques difficultés sur notre réseau électrique, donc nous avions dû passer l'hiver en mettant en place des mesures de sobriété.

C'est la même chose sur le numérique : avoir un usage sobre, se questionner sur les besoins. Il est vrai que les potentiels de l'IA sont tels que nous allons être tentés de l'utiliser beaucoup, à la fois pour la vie privée, mais aussi professionnelle, ce qui implique une réflexion sur un usage sobre à mettre en place. Nous développons des guides, des référentiels. Et nous venons de lancer une étude sur les impacts environnementaux de l'intelligence artificielle. Pour l'instant, les grands acteurs de l'intelligence artificielle ne sont pas soumis à une évaluation environnementale. Or, l'IA est d'autant plus efficace qu'elle s'entraîne sur une grosse base de données. Nous aurons les résultats de notre étude dans deux ans seulement, c'est un peu lourd et les opérateurs d'IA ne sont pas très enclins à ouvrir le capot.

Nous avons eu des échanges avec Mistral AI, la startup française qui est maintenant une licorne, qui nous a clairement dit que dans leur politique de développement, ces questions de l'impact environnemental n'en faisaient pas partie. Or, nous avons la conviction à l'ADEME que nous n'allons pas rattraper la bataille industrielle, vu les milliards investis aux US. En revanche, là où nous pouvons faire la différence, c'est sur la conception d'une IA sobre. Pour le coup, nous avons les savoir-faire mathématiques, des personnes compétentes pour développer l'ergonomie de l'IA et développer une IA européenne plus sobre que ce qui se développe dans le reste du monde. Le ministère de l'Écologie pilote ce référentiel avec l'AFNOR : que signifierait une IA sobre, frugale ? Les impacts sont environnementaux, mais nous avons aussi des impacts positifs avec « IT for green ». Avec la gestion du système énergétique, les enjeux de flexibilité d'usage de l'énergie... Nous n'avons pas encore exploité tout le potentiel des données. Les données nous les avons, nous avons mis des Linky partout chez les Français, les données existent, mais sont pour l'instant sous-exploitées. Nous n'avons pas encore tiré tous les dividendes de ces jeux de données, avec tous les enjeux CNIL, de

² Autorité de Régulation des Communications Electroniques, des Postes et de la distribution de la Presse



Pénélope KOMITES

Adjointe à la Maire de Paris,
chargée de l'Innovation, de l'Attractivité,
de la Prospective Paris 2030 et de la Résilience
Conseillère de Paris et du 12^e arrondissement

respect de la vie privée. C'est vrai aussi sur la mobilité, la logistique, l'agriculture, de nombreuses choses peuvent être faites avec les données météo et l'agriculture de précision pour réduire l'usage de produits phytosanitaires. Et dans nos stratégies d'adaptation, ce qui était le propos de la présentation précédente.

En ce qui concerne la règlementation au niveau européen de l'intelligence artificielle, nous avons eu l'adoption d'un règlement sur l'IA de confiance, avec tous les sujets éthiques abordés. Mais sur la partie environnementale, nous n'avons rien dans ce règlement européen. Ce qui compte ce sont les équipements, allonger la durée de vie des équipements, utiliser du reconditionné. Je sais qu'à la mairie de Paris, vous avez des pratiques qui vont dans ce sens-là. À l'ADEME, nous pilotons pour France 2030 un appel à projets innovation qui s'appelle ECONUM³, visant à développer des projets d'IA responsable. Des startups répondent, nous verrons ce qui en émerge. Nous développons aussi une IA de confiance avec les jeux de données de l'ADEME. Nous avons énormément de données, que ce soit sur la performance énergétique des bâtiments, les données sur les TPE, les données sur les déchets qui sont centralisées à l'ADEME. Nous avons des publications scientifiques ou d'expertise et nous voulons nous associer avec les différents acteurs de l'Etat, pour entraîner les algorithmes sur ces bases de données de confiance, validées par l'expertise collective de toutes les agences de l'Etat.

Nous associons aussi le CEREMA⁴ qui travaille beaucoup avec les collectivités. Et nous allons l'étendre progressivement aux différentes agences publiques. C'est un chantier que nous lancerons en octobre et dont nous espérons récolter les premiers fruits d'ici une année. Nous allons aussi développer un avis sur l'IA et son impact, que nous aurons en début d'année prochaine.

Tout cela pour dire que sur le numérique responsable, nous sommes bien équipés, nous savons à peu près quoi faire pour réduire son impact. Sur « IT for green », nous voyons bien les potentiels, un écosystème d'innovation existe, la Caisse des Dépôts a lancé une démarche pour développer des services avec toute la filiale de la Caisse des Dépôts. Donc de nouveaux services vont émerger. Maintenant, l'IA rebat les cartes sur les impacts. Parce que cela repose sur des bases de données obèses et plus elles sont grosses, plus les résultats sont bons. Nous avons des sujets éthiques avec les IA de confiance, basés sur des modèles statistiques ne correspondant pas à la vérité. Donc nous avons vraiment besoin d'entraîner les algorithmes sur des bases de données de confiance. Et sur les impacts, nous avons lancé les travaux et je pourrai vous en dire plus d'ici un an ou 18 mois lorsque nous aurons les premiers résultats.

Clara MONTELEONI, Directrice de recherche, l'INRIA

J'ai un commentaire à faire sur l'un de vos points. Oui, l'IA a un impact important, mais ce qui est très intéressant, c'est que lorsque nous parlons de modélisation du climat et de la météo, l'IA est beaucoup plus rapide pour faire les prédictions. Cela signifie qu'elle n'utilise pas autant de temps de calcul. Cela se traduit par une réduction des émissions de carbone, de l'électricité, etc. Ainsi, avec l'IA, les modèles météorologiques peuvent faire des prévisions en quelques secondes, alors que les modèles basés sur la physique prennent des heures pour faire des prévisions. Et pour les modèles

³ <https://agirpourlatransition.ademe.fr/entreprises/aides-financieres/20230418/soutien-developpement-dune-economie-numerique-innovante-circulaire-a>

⁴ Le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement



Pénélope KOMITES

Adjointe à la Maire de Paris,
chargée de l'Innovation, de l'Attractivité,
de la Prospective Paris 2030 et de la Résilience
Conseillère de Paris et du 12^e arrondissement

climatiques, les modèles basés sur la physique prennent des semaines, voire des mois. Il s'agit donc d'un modèle HPC qui simule différentes occasions, ce qui prend une éternité et qui est très lourd en termes de calcul. Ou un modèle d'intelligence artificielle, qui est extrêmement rapide. Il est vrai qu'il faut s'entraîner, ce qui nécessite quelques GPU et des heures, mais on peut le faire une fois de temps en temps.

Paul HATTE, Conseiller de Paris du Groupe Changer Paris

Je trouvais intéressant le sujet de la crue de la Seine. Nous évoquons le fait que la Seine fait une crue tous les 100 ans environ, avec une conjonction de facteurs dont nous ne savons pas maîtriser les paramètres, mais qui existent forcément. Je ne sais pas si des modèles IA permettent de calculer cela, mais à mon avis, le jour où cela va se produire, cela nous mettra en grande difficulté. Existe-t-il des modèles comme cela ?

Clara MONTELEONI , Directrice de recherche, l'INRIA

Le climat et les systèmes météorologiques changent. Et ce qui se produisait auparavant avec un temps de retour de 100 ans peut maintenant se produire plus fréquemment ou même moins fréquemment. Il est donc très important d'étudier ce phénomène, et je pense que l'IA peut y contribuer. En ce qui concerne les systèmes d'alerte proprement dits, j'ai entendu parler de l'application de l'IA à la prévision des inondations fluviales - il existe une équipe chez Google⁵ ; je pense qu'il s'agit principalement d'une équipe dans l'un des bureaux israéliens de Google qui aide à la prévision des inondations en Inde. Ils ont donc installé des jauge et d'autres capteurs dans leurs rivières, et en Inde, il peut y avoir de terribles sécheresses. Donc, oui, la technologie existe. Et oui, c'est probablement l'un des impacts les plus importants ici à Paris. Je veux dire que je suis également conscient du canicule ici, où s'il fait plus de 40°C pendant quelques jours, c'est très dangereux. Nous essayons donc d'utiliser l'IA générative pour calculer la probabilité que cela se produise et les conditions météorologiques qui le précèdent afin d'améliorer les prévisions. Capgemini vient d'organiser un hackathon que nous avons aidé à conseiller - le groupe Quantmetry ER - sur la prévision des inondations. Je crois qu'ils ont présenté les résultats samedi dernier à Viva Tech.

Émile MEUNIER, Conseiller de Paris du Groupe Les Ecologistes

Je suis déçu d'avoir à attendre deux ans avant d'avoir les réponses, d'autant que cela va à une telle vitesse ! Si tout le monde utilise Chat GPT comme Google, cela fait exploser la facture, mais aussi nous pouvons imaginer des utilisations dans lesquelles un centre de recherche va travailler six mois, là où l'algorithme mettra une semaine...

C'est autant d'ordinateurs allumés évités. Mais c'est surtout sur la question des puces qui m'inquiète un peu, ces fameuses GPU. Est-ce soutenable ? Par exemple, si nous faisons passer tout le parc de voitures thermiques en voitures électriques, je sais que ce n'est pas soutenable d'un point de vue des besoins de matière pour les batteries. Et si nous continuons à cette vitesse de développer l'IA,

⁵ <https://www.lefigaro.fr/conjoncture/une-intelligence-artificielle-de-google-permet-de-prevenir-les-inondations-en-france-une-semaine-a-l'avance-20230524>



Pénélope KOMITES

Adjointe à la Maire de Paris,
chargée de l'Innovation, de l'Attractivité,
de la Prospective Paris 2030 et de la Résilience
Conseillère de Paris et du 12^e arrondissement

avons-nous assez de minerais et de ressources pour cela ou bien avons-nous une impasse physique ?

Baptiste PERRISSIN-FABERT, Directeur Général Délégué, ADEME

Sur le premier point, clairement, l'IA procure parfois des gains en efficacité énergétique puisque nous pouvons aller plus vite. Ce que nous ne mesurons pas est l'effet rebond, tous ces nouveaux usages qui vont se développer. Nous faisons des gains sur certains usages, mais si cela se développe beaucoup plus... Cela sera à apprécier.

Je vous rassure, nous aurons des résultats intermédiaires, nous n'allons pas attendre deux ans. Mais pour faire proprement une analyse de cycle de vie, cela prend du temps. Ensuite, sur les puces et l'infrastructure matérielle de l'IA, sur le numérique du « passé », nos téléphones, 80 % de l'impact c'est le hard. Avec l'IA aussi, c'est le hardware qui aura le principal impact si de nouvelles infrastructures sont mises en place. À quel prix ? Celui qui est prêt à payer l'aura. Cela pose aussi des questions d'équité, de justice, etc. Mais l'épuisement de la ressource, du pétrole... à quel prix ?

Clara MONTELEONI , Directrice de recherche, l'INRIA

J'aimerais ajouter quelque chose à cela. Kate CRAWFORD, chercheuse aux États-Unis, a donné des conférences en ligne et publié un livre sur l'empreinte de l'IA⁶. Elle a écrit un livre sur l'empreinte de l'IA. Et c'est exactement ce que vous avez mentionné : ces matériaux de terres rares et leur extraction ont un impact sur le carbone, mais aussi des conditions de travail terribles et des problèmes de chaîne d'approvisionnement très sales. Il y a aussi les questions politiques, si la Chine achète des mines en Afrique pour disposer de ces ressources - c'est un problème. La seule lueur d'espoir que je verrais peut-être dans l'IA pour résoudre ce problème, c'est que nous sommes toujours en train de récolter des matériaux de la terre. Pouvons-nous fabriquer en laboratoire de meilleurs matériaux ou des matériaux qui ne nous obligent pas à puiser dans la terre ? Ainsi, la conception de batteries synthétiques est une chose pour laquelle l'IA peut peut-être aider. En effet, la chimie computationnelle permet de générer un grand nombre de candidats et de tester rapidement leurs propriétés dans des simulations. L'IA a déjà permis d'accélérer considérablement ce processus pour les produits pharmaceutiques. On espère donc que cela pourra également être fait pour les nouveaux matériaux, afin de réduire notre dépendance à l'égard de l'exploitation minière, qui s'accompagne de conditions de travail épouvantables. Et c'est une course : tout le monde se bat pour extraire les matériaux et ce n'est pas durable.

On entend que Meta achète de nombreux GPU. Google veut donc acheter plus de GPU et quel est le rôle du secteur public ? Le gouvernement français ou l'INRIA doivent-ils acheter beaucoup, beaucoup de GPU ? Je veux dire... cela devient aussi une question - une sorte de course à l'armement. Et si c'est toujours l'industrie qui va gagner pour développer la pointe de l'IA.

Dans l'assemblée

Quel peut être le rôle de Paris, une ville qui a de l'influence ?

⁶ <https://www.nature.com/articles/d41586-024-00478-x>



Pénélope KOMITES

Adjointe à la Maire de Paris,
chargée de l'Innovation, de l'Attractivité,
de la Prospective Paris 2030 et de la Résilience
Conseillère de Paris et du 12^e arrondissement

Baptiste PERRISSIN-FABERT, Directeur Général Délégué, ADEME

Dans le fonctionnement de la ville, d'une façon ou d'une autre, vous allez avoir recours à des services d'IA avec des fournisseurs de services fondés sur l'IA. Dans ce cadre, vous avez un rôle de prescripteurs, dans le cahier des charges, mettre en place des prescriptions qui prennent en considération ces enjeux environnementaux, éthiques, en tant qu'acheteurs. Ensuite, ce n'est pas vous qui allez développer le sujet de l'attractivité de la ville, la question d'avoir des centres d'excellence sur le sujet... Mais en premier lieu, c'est cela. Sur le numérique en général, en tant qu'acheteurs, vous avez un impact énorme.

Cédissia ABOUT, Cheffe du Pôle Innovation, DCPA

Sans doute que des choses sont à intégrer dans nos achats et nos cahiers des charges, globalement. Seulement, côté architecture, je ne vois pas très bien dans quels domaines nous allons intégrer l'IA. Soit des outils de conception, soit des outils de gestion des bâtiments. Ce n'est pas très clair pour nous. Donc ce serait intéressant de faire le tour des directions et voir par rapport aux différents métiers de la ville comme l'IA va être intégrée dans les pratiques professionnelles et selon les métiers et comment elle peut être intégrée dans les cahiers des charges. Parce que les CCTP, il y en a des centaines ou des milliers à la ville.

Émile MEUNIER, Conseiller de Paris du Groupe Les Ecologistes

Nous avons eu plusieurs auditions, celle qui m'a semblé la plus prometteuse concerne les bâtiments et l'urbanisme. La direction de l'urbanisme a mis en place des outils de chatbot pour l'analyse des PLU et des permis de construire. Et j'étais sorti de là en me disant : de toute façon, la bande passante et le budget ne sont pas illimités. Ce pourrait être intéressant de faire ce que vous proposez, en challengeant chaque direction pour leur demander un ou deux cas d'usages avec une vraie valeur ajoutée. À l'image de ce qu'a pu faire ce directeur de l'urbanisme sur la question des permis. Il avait également parlé de l'analyse de la consommation énergétique des bâtiments. En croisant les données Linky avec des données d'architecture historique, de bailleurs sociaux, identifier rapidement les types de rénovation thermique à faire selon les endroits. Il avait parlé des fruits bas de l'arbre : ce qui a le plus d'effets. Chaque direction devrait pouvoir réfléchir à cela.

Clara MONTELEONI , Directrice de recherche, l'INRIA

Une dernière chose. A PSL, il y a une équipe - et je ne connais pas, je suis désolé, ni la nature du financement ou de la collaboration - mais ils étudient l'effet de Paris en tant qu'ilot de chaleur urbain sur les précipitations. Ainsi, il fait parfois trop chaud ici pour qu'il pleuve. La météo est prête à pleuvoir, mais la pluie s'évapore parce que nous générerons trop de chaleur ici. L'urbanisme intervient donc de différentes manières. Il pourrait donc s'agir de différentes stratégies de chauffage. Je parle d'un laboratoire appelé LATMOS,⁷ qui fait partie de PSL, mais dont les chercheurs rejoignent notre équipe. Si vous me le rappelez, je peux vous mettre en contact avec des personnes. Il y a des villes comme aux Etats-Unis, Chicago est devenue un leader dans l'utilisation de l'IA et de la science des données juste pour les fonctions de la ville. Donc, en fonction de ce que Paris veut faire... Je veux dire que Paris pourrait peut-être adopter l'IA dans un grand nombre de ses fonctions municipales. Mais

⁷ <https://www3.latmos.ipsl.fr/index.php/fr/accueil-latmos>



Pénélope KOMITES

Adjointe à la Maire de Paris,
chargée de l'Innovation, de l'Attractivité,
de la Prospective Paris 2030 et de la Résilience
Conseillère de Paris et du 12^e arrondissement

ce qui est unique à l'échelle mondiale, c'est la réflexion sur l'impact environnemental. Pour moi, c'est un endroit unique parce que c'est un très bon centre technologique en Europe - en concurrence avec Londres, mais dans l'UE, je suppose. Meta, Google, DeepMind y ont tous leur siège. Certains des meilleurs chercheurs se trouvent donc en France en général, et à Paris en particulier. Mais vous avez aussi un gouvernement qui accorde beaucoup d'importance à la lutte contre le changement climatique. Je pense donc que vous pourriez encore donner l'exemple à d'autres villes mondiales.