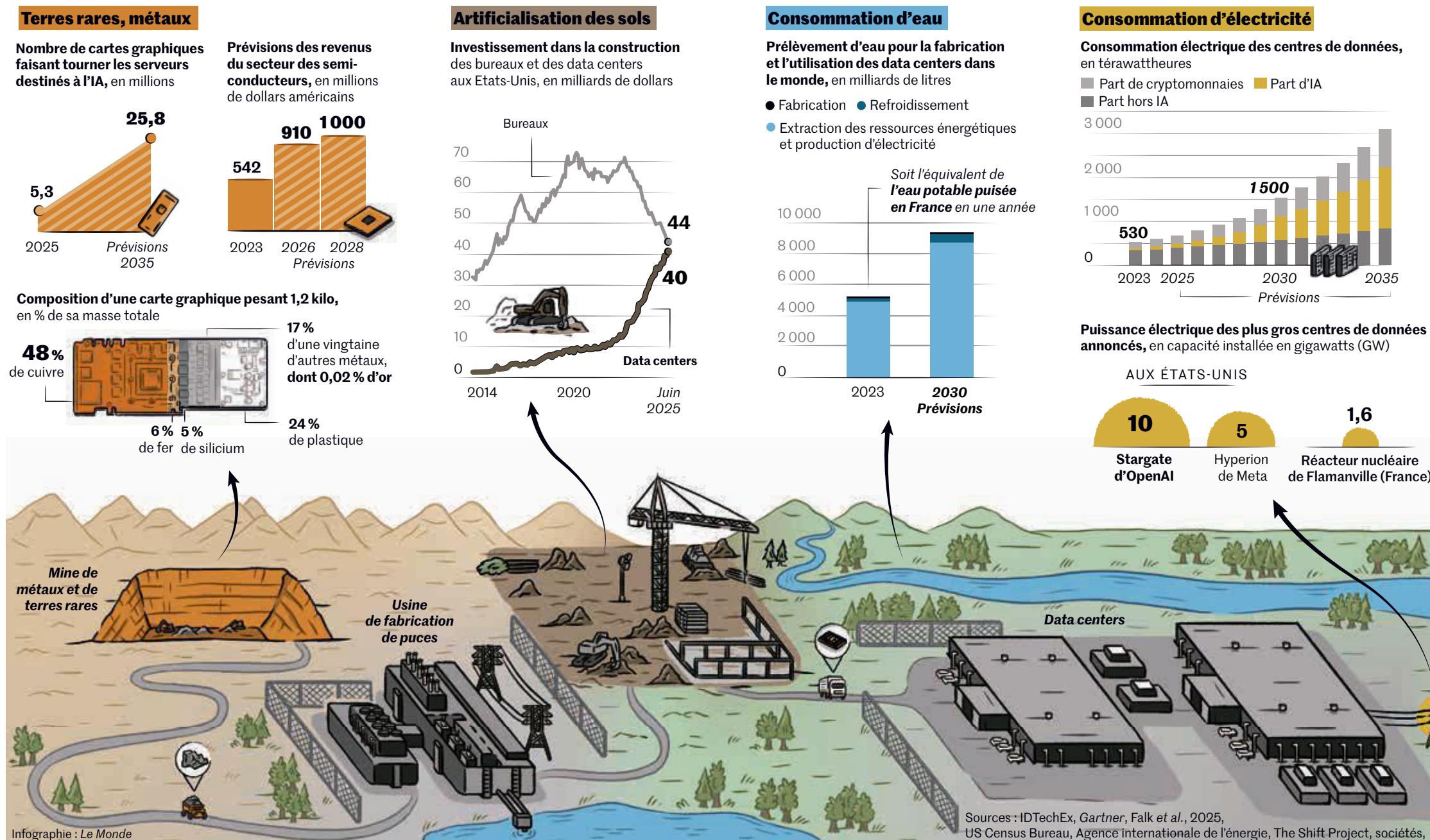


De la mine aux émissions de CO₂, l'impact de l'IA sur l'environnement

Derrière les réponses presque magiques de ChatGPT, les vidéos imaginaires sans limites de Sora ou les images synthétiques bluffantes de Grok ou de Gemini, l'intelligence artificielle (IA) a une empreinte bien réelle sur le monde. Dans une industrie du numérique énergivore, cette technologie se distingue par l'intensité de la puissance de calcul qu'elle nécessite pour chaque requête. Cela se reflète dans l'explosion inédite des investissements des géants de l'IA dans les data centers : 620 milliards de dollars (529 milliards d'euros) en 2026, selon la banque Morgan Stanley, soit déjà près de quatre fois plus qu'en 2023.

Cette course au gigantisme, à l'image de Meta et de son projet de data center grand comme la moitié de l'île de Manhattan et puissant comme cinq réacteurs nucléaires, a de nombreux impacts tout au long de la chaîne de valeur de l'IA.

Cette absorption de ressources fait craindre des pénuries ou des conflits d'usage locaux avec d'autres besoins essentiels tels que l'agriculture, l'électrification des transports ou de l'industrie. L'IA doit-elle donc être développée à tout prix ? Il convient de la piloter « avec sobriété », en choisissant « le juste niveau de technologie au service d'un besoin réel », met en garde l'Agence de la transition écologique dans une étude publiée début novembre. Et le 8 décembre plus de 230 ONG ont demandé un moratoire sur la construction de nouveaux centres de données aux Etats-Unis.

Toujours plus de terres rares

Les cartes graphiques, aussi appelées « GPU » (pour *graphics processing unit*), sont le cœur battant de l'intelligence artificielle : ces circuits électroniques possèdent une puissance de calcul de plus en plus spectaculaire. En 2025, environ 5,3 millions de ces cartes faisaient tourner les serveurs dédiés à l'IA, selon les chiffres publiés par

Comment l'IA dévore la planète

L'incroyable essor de l'intelligence artificielle, technologie particulièrement vorace en énergie, gourmande en eau et en terres rares, interroge à l'heure où les géants du secteur sont lancés dans une course au gigantisme

IDTechEx. Et d'ici à 2035 le cabinet de recherche estime qu'il pourrait y en avoir... 25,8 millions.

Pour tenter d'évaluer leur impact sur la planète, des chercheurs ont démantelé et broyé l'une des plus utilisées au monde, la Nvidia A100. Ils y ont trouvé plus d'une vingtaine de métaux différents, dont des terres rares : les GPU sont parmi les objets nécessitant la plus grande variété d'éléments chimiques. Sur une carte pesant 1,2 kilo, on trouve 48 % de cuivre, 6,2 % de fer ou encore 0,02 % d'or.

En volume, des secteurs comme la construction, l'aviation ou la défense consomment bien davantage de ces ressources. Mais l'essor de l'IA donne un coup de fouet à l'industrie des semi-conducteurs, qui pourrait, selon le cabinet de conseil américain Gartner, franchir le cap des 1000 milliards de dollars d'ici à 2028. Soit un quasi-doublement par rapport à 2023. Le marché des GPU et autres accélérateurs d'IA domine la croissance et devrait dépasser 280 milliards de dollars à l'horizon 2029.

Or ce secteur est gourmand en eau, en énergie, en métaux et en produits chimiques. Et ce, alors que pour augmenter la puissance de calcul les éléments de base doivent être de plus en plus petits, et donc de plus en plus purs, ce qui nécessite l'utilisation de toujours plus de produits toxiques. Le silicium par exemple, sur lequel sont installées les puces, est pur à 99,999 999 999 %.

Cette croissance de l'IA implique par ailleurs la construction rapide de centres de données et de réseaux électriques gourmands en métaux. Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE), la demande liée au développement

de ces centres d'ici à 2030 pourrait représenter jusqu'à 2 % de la demande totale de 2024 pour le cuivre et le silicium, plus de 3 % pour les terres rares et 11 % pour le gallium.

Facteurs aggravants, les équipements spécialisés pour l'IA ont une durée de vie plus courte que celle des unités de calcul conventionnelles, et environ la moitié des puces sont jetées avant d'être mises sur les cartes graphiques, en raison de défauts de fabrication.

Une consommation électrique exponentielle

L'essor de l'IA nourrit une croissance inédite des dépenses dans les data centers : les géants du secteur, d'OpenAI à Meta, en passant par Google, Amazon ou Microsoft, vont investir 470 milliards de dollars dans ces infrastructures en 2025, et même 620 milliards en 2026, selon la banque Morgan Stanley, soit près de quatre fois plus qu'en 2023.

Cette course reflète le gigantisme des nouveaux data centers, dont la taille croissante s'illustre par leur puissance électrique exponentielle. Longtemps cantonnés à quelques centaines de mégawatts, les plus gros sites en cons-

truction prévoient désormais d'égaler ou de dépasser une capacité électrique de 1 gigawatt (GW), soit environ l'équivalent de la puissance d'un réacteur nucléaire.

C'est le cas pour le premier data center au Texas de l'emblématique projet Stargate d'OpenAI, qui vise à terme 10 GW. Les centres Prometheus et Hyperion de Meta prévoient une capacité installée de 1 GW et 5 GW. En France, aussi, l'ordre de grandeur est identique, avec 1 GW de puissance électrique pour le projet de Data4 dans le nord de la France, ou d'Oréus en Isère, voire 1,4 GW pour celui de MGX en Seine-et-Marne... soit presque autant que les 1,6 GW de capacité prévue pour le réacteur nucléaire EPR (réacteur pressurisé européen) de Flamanville (Manche).

A terme, les objectifs des géants du numérique vont bien plus loin : xAI sera « le premier à mettre en fonctionnement 10 GW, 100 GW, 1 TW [térawatt]... », a affirmé, sur X en septembre, le patron de Tesla, Elon Musk. Celui d'OpenAI, Sam Altman, aurait lui évoqué l'horizon de 250 GW en 2033, dans un message interne cité par le journaliste américain Alex Heath, ancien du site spécialisé dans la tech *The Verge* et fondateur du média indépendant *Sources*.

Pour donner un ordre de grandeur, les seuls serveurs d'OpenAI dépasseraient alors la capacité électrique installée en 2023 au Brésil (240 GW) ou en Allemagne (276 GW). Ils représenteraient la moitié de celle de l'Inde (499 GW), selon l'Agence américaine d'information sur l'énergie...

L'augmentation de la puissance installée des data centers devrait donc faire bondir leur consommation électrique annuelle, liée à leur

utilisation : celle-ci pourrait presque tripler entre 2023 et 2030, passant de 530 à 1250, voire 1500 térawattheures (TWh), selon un rapport publié en octobre par le Shift Project, le cercle de réflexion présidé par Jean-Marc Jancovici. Soit près de trois fois la production électrique annuelle de la France (525 TWh en 2023) ou de l'Allemagne (511 TWh)... Difficile à évaluer précisément, la part de l'IA dans cette consommation représenterait de 35 % à 55 %, contre seulement 15 % aujourd'hui, estime le laboratoire d'idées.

Pour le moment, l'électricité alimentant les data centers ne représente qu'environ 1,5 % de la consommation mondiale, selon l'AIE. Mais, aux Etats-Unis, cette part pourrait passer de 4,4 % à environ 7 % et 12 % en 2028, selon le ministère américain de l'énergie. Et, d'ici à 2030, la consommation électrique des centres de données aux Etats-Unis pourrait dépasser l'industrie électro-intensive (aluminium...) et absorber presque 50 % des nouveaux besoins, prévient l'AIE, alertant sur la nécessité d'augmenter les réseaux de production. En Europe, les data centers pourraient peser 7,5 % de la consommation électrique d'ici à 2035, contre 2,5 % aujourd'hui, d'après le Shift Project.

Des data centers qui émettent déjà plus de CO₂ que la France

La croissance des émissions de gaz à effet de serre des data centers devrait doubler, voire tripler, selon les scénarios établis par le Shift Project. Estimées à 328 millions de tonnes équivalent CO₂ (MtCO₂eq) en 2023, celles-ci pour-

raient ainsi atteindre entre 630 et 920 MtCO₂eq en 2030. La part de l'IA serait d'environ 40 %. A titre de comparaison, la France a émis 369 MtCO₂eq en 2024, d'après les données du ministère de la transition écologique.

En 2023, les data centers représentaient 1,4 % des émissions mondiales, selon le Shift Project. Et leurs émissions pourraient augmenter jusqu'à 9 % par an, alors que l'ensemble des émissions sont censées baisser de 5 % par an pour contenir la hausse des températures à 1,5 °C en 2050, rappelle l'ONG. Aujourd'hui, l'électricité des data centers provient à 30 % du charbon, utilisé notamment en Chine, à 27 % des énergies renouvelables, à 26 % du gaz naturel et à 15 % du nucléaire, estime l'AIE.

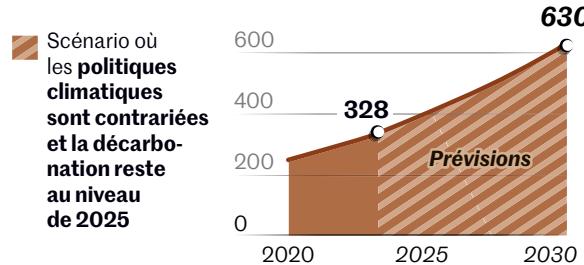
Pour pallier la hausse des émissions, les géants du numérique soulignent leurs importants achats d'énergies renouvelables, mais le rythme d'installation de nouvelles éoliennes et de champs de panneaux solaires a des limites. Les entreprises d'IA investissent aussi dans le nucléaire en tant qu'énergie décarbonée, mais la construction de nouvelles centrales prend des années, et les mini-réacteurs sont encore à l'état de prototypes. Résultat, les énergies fossiles comme le gaz et le charbon, facilement disponibles à court terme, assureront encore près de 40 % de la consommation électrique des data centers en 2035, selon l'AIE.

Cette dernière croit toutefois que, à terme, le recours à cette technologie, par exemple dans la gestion des réseaux électriques ou les transports, pourrait permettre de réduire les émissions mondiales liées à la consommation d'énergie.

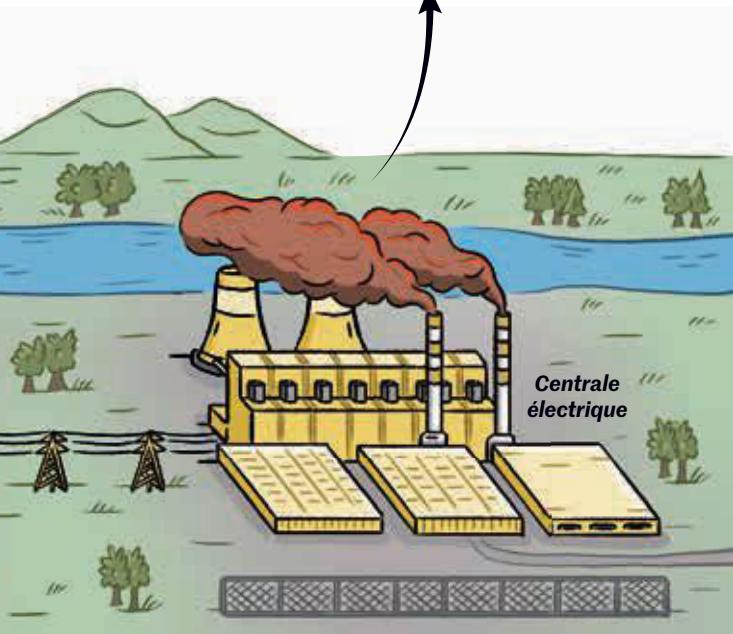
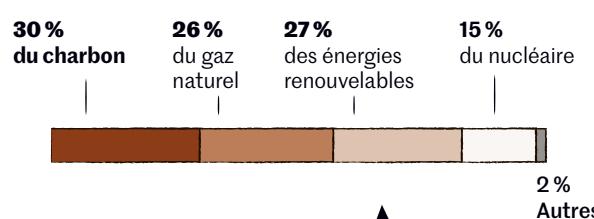
LES INVESTISSEMENTS DANS LES DATA CENTERS ATTEIGNENT 470 MILLIARDS DE DOLLARS EN 2025, ET 620 MILLIARDS EN 2026

Emissions de gaz à effet de serre

Emissions de gaz à effet de serre des centres de données, en millions de tonnes en équivalent CO₂



Aujourd'hui, l'électricité des data centers provient à...



Une technologie insatiable en eau

L'intelligence artificielle n'est pas seulement vorace en énergie, elle est aussi insatiable en eau. En 2023, les prélevements associés aux centres de données auraient déjà dépassé les 5 000 milliards de litres, selon les calculs de l'AIE. Soit l'équivalent de l'eau potable puisée en France en une année. La part de l'eau consommée – notamment en raison de l'évaporation – représente environ 560 milliards de litres. Cela équivaut, à titre de comparaison, à environ 220 000 piscines olympiques.

A l'avenir, l'AIE s'attend à ce que la consommation d'eau associée aux centres de données soit multipliée par deux d'ici à 2030, pour atteindre environ 1200 milliards de litres par an.

Aujourd'hui, seul un quart de cette ressource est utilisé directement pour le refroidissement des équipements informatiques. Le reste est notamment lié à l'eau nécessaire pour l'extraction des ressources énergétiques et pour la production de l'électricité qui alimente les centres de données, qui représente les deux tiers du volume d'eau consommé.

A cela, il faut ajouter le liquide requis pour la fabrication des semi-conducteurs : il faut notamment rincer à l'eau ultrapure les plaquettes de silicium sur lesquelles les puces sont gravées. Dans les usines du taïwanais TSMC, le plus important fabricant du secteur, la production d'un seul « wafer » de 12 pouces, où sont gravées les puces, demande plus de 7000 litres, selon une évaluation de 2024 faite par l'agence S&P Global et fondée sur les données de l'entreprise. Le groupe – qui indique recycler 88 % de l'eau qu'il utilise – en fabrique l'équivalent de 16 millions par an.

Face à de tels besoins, les conflits d'usages pourraient se multiplier. Au-delà du panorama global, « il faut comprendre que l'eau est une question hyperlocale et saisonnière », souligne le chercheur Shaolei Ren (université de Californie), qui a réalisé dès 2023 de premiers travaux sur l'empreinte hydrique de l'intelli-

gence artificielle. Les conséquences d'un même prélèvement sur les nappes phréatiques et les rivières varient selon les territoires. A titre d'exemple, 14 % de l'eau utilisée par Google proviennent de zones à risque « élevé » de pénurie, selon les documents de l'entreprise.

Une artificialisation des sols amplifiée

Il n'existe pas de recensement mondial du nombre de kilomètres carrés aujourd'hui occupés par les centres de données. Cependant, aux Etats-Unis, les montants investis dans la construction de ces infrastructures (40,1 milliards de dollars en juin) sont sur le point de dépasser ceux des bureaux traditionnels (44,2 milliards de dollars), selon les données du Bureau du recensement américain.

Et d'immenses chantiers ont été lancés : Stargate d'OpenAI, situé dans la petite ville d'Abilene, au Texas, comptera huit bâtiments sur une zone de près de 4,5 kilomètres carrés – plus vaste que Central Park à New York. Le patron de Meta, Mark Zuckerberg, a annoncé que le gigantesque data center Hyperion, prévu en Louisiane, pourrait couvrir l'équivalent d'une partie importante de la superficie de Manhattan. Et la firme xAI d'Elon Musk, qui développe le supercalculateur Colossus, a fait l'acquisition, en mars, d'un site de près de 100 000 mètres carrés près de Memphis, dans le Tennessee.

La croissance de l'IA a un impact d'autant plus important sur l'artificialisation des sols que les bâtiments ne peuvent pas être construits beaucoup en hauteur, en raison notamment des risques d'incendie. En France, à l'occasion du Sommet pour l'action sur l'intelligence artificielle organisé début février, le gouvernement a annoncé avoir identifié 35 sites « favorables » à l'installation de data centers pour un total de 1200 hectares – soit 1680 terrains de foot. ■

PERRINE MOUTERDE,
ALEXANDRE PIQUARD
ET LÉA SANCHEZ

Les salles d'escalade urbaines, un business saturé qui se dégonfle

En quinze ans, ce sport marginal est devenu une activité commerciale, avec des lieux gérés comme des start-up mais à la rentabilité fragile

Sous les palmiers du papier peint, Ilan et Lucie (les prénoms ont été changés), 29 et 25 ans, révisent pour un concours de la fonction publique en sirotant un jus « fait maison » gingembre-pomme à 4,50 euros le verre. S'ils viennent à la « cantine » de cette salle d'escalade Arkose du 13^e arrondissement de Paris, ce n'est plus pour grimper, mais pour l'ambiance « relax ». « Ici, on peut travailler en groupe des heures sans être dérangés », témoignent-ils.

De l'escalade, Ilan en faisait avant une fois par semaine : « Quand j'ai commencé, en 2019, l'entrée – valable toute la journée – était encore à 14 euros, aujourd'hui elle est à 18, c'est devenu trop cher. Et puis je me suis lassé, je crois. » Non loin d'eux, Timothé et ses deux camarades boivent une bière. Le podologue de 30 ans vient grimper plusieurs fois par semaine. Ses amis, moins mordus, l'accompagnent parfois mais, le plus souvent, le retrouvent « directement pour l'apéro ».

L'arrivée des salles privées a donné un coup de neuf au secteur, loin du mur crasseux recouvert de magnésie et des odeurs de veste. En l'espace de quinze ans, le paysage de cette discipline a été bouleversé : le nombre de grimpeurs a doublé pour atteindre 2 millions en 2025 selon l'Union sport et cycle (USC, l'organisation professionnelle qui regroupe les entreprises du sport) et le territoire s'est recouvert de 300 salles privées, dont plus d'une quarantaine en région parisienne.

A la tête d'un réseau de 33 salles, Climb up, financé par emprunts et levées de fonds, est devenu en une décennie le leader du marché, juste au-dessus d'Arkose et de ses 24 espaces, en France. La recette de ces salles est la même : l'accent est mis sur l'accueil, avec des professionnels à disposition

pour expliquer la pratique et proposer des cours. Les voies sont nettoyées et renouvelées régulièrement. Surtout, l'entrée dans la pratique est largement facilitée grâce au développement du « bloc » (escalade sur des parois moins hautes, sans corde pour s'assurer, seulement des tapis au sol) et des voies à code couleur.

Mais, au-delà du sport, ces enseignes se démarquent par un parcours de consommation digne d'Ikea. Avant la séance, un « shop » est à disposition pour s'équiper : sur les étagères, toutes les « marques emblématiques de l'univers grimpe lifestyle », selon la description du site d'Arkose. Après, on file au sauna se détendre, puis on se rejoint entre amis autour d'une bière locale, anciennement brassée sous la salle d'Arkose Nation (comptez cette fois 7 euros les 33 centilitres) et d'un burger « responsable » (17 euros). Le tout accessible tous les jours, de 7 heures jusqu'à minuit dans certaines salles.

Burgers et yoga

« On est passé d'une salle de sport à un lieu de vie », explique le patron de Climb up, François Petit. Sur les deux heures trente passées en moyenne sur place, un tiers du temps est consacré à l'exercice physique, un autre tiers à se reposer et à aider les autres, et le dernier, à boire un coup, explique-t-il.

C'est l'avènement du « bloc burger », un concept où la restauration représente désormais 30 % du chiffre d'affaires, selon Virginie Caillet, présidente de l'USC. L'idée est de « pouvoir y passer une soirée, même sans grimper », indique Florent Wolff, grimpeur et créateur des salles Bloc Session. On vient fêter son anniversaire, faire des afterworks, des rencontres...

Ce succès repose aussi sur un sentiment d'appartenance. Sur les

tions l'avaient saisie alors que la FDE venait d'obtenir de haute lutte ce décret. Le gouvernement s'était opposé à cette exploitation, mais le groupe l'avait attaqué devant le tribunal administratif, qui lui avait donné gain de cause, estimant trop longs les délais d'instruction du dossier déposé en 2018.

Le Collectif de défense des bassins miniers lorrains, Les Amis de la Terre, l'Association pour la préservation de l'environnement local 57 et Lorraine Nature Environnement savourent aujourd'hui leur victoire. « Le Conseil d'Etat a considéré que la ressource à préserver en priorité en Lorraine était l'eau et non le gaz », se félicite leur avocat, M^e Vincent Guiso.

Aucun recours possible

Le Conseil d'Etat note que ce projet se singularise par la difficulté d'accès au gisement, situé en grande profondeur, plus de 2 000 mètres, dans le carbonifère. Pour y accéder, il faut traverser la nappe des grès du trias inférieur, principale ressource en eau potable de l'est de la Lorraine. Or la juridiction doute de la fiabilité technique du procédé d'exploitation envisagé par la FDE, qui s'est toujours défendue d'utiliser le procédé de la fracturation hydraulique, le charbon mosellan étant naturellement fracturé et poreux. Les juges considè-

L'offre est calibrée pour plaire au profil des clients, « cultivés » et « riches », selon François Petit, à la tête de Climb up

Pour Grégoire de Belmont, loin de ces considérations sociologiques, l'objectif est déjà d'assurer la pérennité de son entreprise avec un enjeu : fidéliser. « Quatre-vingts pour cent de la clientèle voient cette activité comme un loisir, au même titre que le cinéma ou le bowling », constate-t-il. Peu de ces grimpeurs du dimanche reviendront régulièrement.

Les prix, qui ont grimpé de près de 30 % en dix ans, ne seraient-ils pas un frein à la pratique ? « Même si je le voulais, je ne pourrais pas proposer de tarifs moins chers », assure le patron d'Arkose, qui se dit pris « dans un effet ciseau ». Si les charges augmentent, la demande stagne, voire recule, « surtout chez ces clients loisir », qui dominent le marché jusqu'alors.

« On a tous pris un coup sur la tête », admet François Petit, chez qui la croissance de 15 % à 20 % depuis les années 2010 est du passé. Or les coûts d'exploitation sont particulièrement élevés : loyers de surfaces immenses, modules et tapis à renouveler tous les ans, ouvreurs, hôtes d'accueil, restauration... Résultat, aujourd'hui, ni Arkose ni Climb up « ne dégagent de bénéfice » et dans les zones saturées – les grandes agglomérations comme Lille ou Paris –, des salles ferment déjà. Quant aux nouvelles ouvertures, elles se raréfient.

Loin « des blocs instagrammables avec de grosses prises très chères », Florent Wolff a fait le pari d'un modèle « plus frugal ». Ses salles Bloc Session sont plus petites et sans services annexes et l'enseigne se développe en région, à Saint-Brevin-les-Pins (Loire-Atlantique), Pertuis (Vaucluse) ou Pontarlier (Doubs)... hors des emplacements disputés par les grosses chaînes dans les agglomérations aux loyers élevés comme Paris. ■

SACHA LECLÈRE

Le Conseil d'Etat met fin à un projet d'exploitation de gaz de mine vieux de près de vingt ans en Moselle

Le 16 décembre, le permis d'exploitation a été annulé pour des raisons environnementales

METZ - correspondance

Les mines de Moselle ne vivront pas de deuxième jeunesse. A l'arrêt depuis 2004 et la fermeture du puits de La Houve, marquant la fin de l'extraction charbonnière en France, elles ne fourniront pas les Français en gaz. Ainsi en a décidé, le 16 décembre, le Conseil d'Etat. En annulant le décret accordant à La Française de l'énergie (FDE) la concession Bleue Lorraine, elle met fin au projet d'exploiter les gaz de couche dans le sous-sol mosellan, lancé en 2006.

Cette société cotée en Bourse, productrice d'énergies bas carbone, dont le siège se situe à Pont-pierre, au cœur de ce même bassin, avait ravivé l'espoir des nostalgiques de la mine en proposant d'exploiter d'une autre manière cet or noir laissé à l'abandon. Selon elle, il renferme 370 milliards de mètres cubes de méthane, prisonnier des veines de charbon, dans un périmètre de 191 kilomètres carrés comprenant quarante communes. De quoi couvrir entre 8 et 10 % de la consommation énergétique française pendant vingt ans.

Pour la plus haute juridiction administrative, il existe un trop grand risque d'atteinte aux ressources en eau pour capturer le gaz. En décembre 2023, quatre associa-

rent qu'il serait très « difficile de réparer d'éventuelles atteintes aux nappes aquifères. L'entreprise ne peut être regardée comme disposant à ce jour des capacités techniques pour exploiter, dans le respect des intérêts environnementaux, les gisements de gaz ».

Cette décision ne peut faire l'objet d'aucun recours juridictionnel. Dans un communiqué, la FDE rappelle qu'elle a été prise « malgré les recommandations des services de l'Etat », ayant obtenu l'accord de la direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement, de la direction générale de l'énergie et du climat et du Conseil général de l'économie, de l'industrie, de l'énergie et des technologies. « La France est le plus gros importateur de gaz de schiste en Europe. Cette production aurait représenté une empreinte carbone nettement plus faible », ajoute la société qui était prête à investir une trentaine de millions d'euros dans ces forages avec, à la clé, des centaines d'emplois.

Localement, le projet fait l'objet d'un débat passionné et divise jusqu'aux représentants des cités minières. Si le président de l'Association des communes minières de France, Jean-Pierre Kuchéida, y est favorable, celui du Collectif de défense des bassins miniers lorrains, Olivier Tritz, s'y oppose. « La res-

source en eau constitue partout un bien précieux qu'il nous faut collectivement protéger. On ne peut pas soutenir un projet qui prévoit jusqu'à 400 forages dans la seule zone potabilisable des aquifères en Moselle est », a toujours souligné le second. Là où le premier lui répondait que « la France doit saisir toutes les possibilités de productions locales tant pour réduire les émissions polluantes que pour créer une souveraineté énergétique ».

Cette décision ne concerne pas la valorisation du gaz de mine que la FDE mène déjà dans les Hauts-de-France, où elle y exploite le grisou. Celui-ci se dégage naturellement des mines désaffectées et circule librement dans les vides miniers. Il y est aspiré par pompage. En Moselle, l'exploitation du gaz de couche, prisonnier des veines de charbon, nécessite l'installation d'un système de drains.

Soulignant qu'il s'agit d'une décision contre l'Etat, et non contre elle, la FDE garde espoir, la demande de concession revenant en instruction. Elle estime que les travaux menés ne sont pas perdus. Ils ont permis de découvrir un immense réservoir d'hydrogène naturel sur lequel elle planche désormais. Mais ce projet fait déjà l'objet des mêmes contestations environnementales. ■

PHILIPPE MARQUE