



24h/24 et 7j/7 d'ici 2030 :

Réaliser un avenir sans carbone

Introduction

L'électricité est le carburant qui permet à Google de répondre aux besoins de nos milliards d'utilisateurs, partout dans le monde et 24 heures sur 24. Pourtant, dans de nombreux endroits, l'énergie que nous utilisons est encore produite de manière à générer des émissions de carbone. C'est pourquoi nous nous efforçons depuis longtemps d'ouvrir la voie à un avenir sans carbone.

Nous avons commencé en 2007 par devenir neutres en carbone, établissant une norme que beaucoup ont depuis adoptée comme première étape pour compenser leurs émissions opérationnelles. Une décennie plus tard, avec de nouveaux outils à notre disposition, nous avons fait un nouveau pas en avant en devenant la première grande entreprise à couvrir 100 % de notre consommation annuelle d'électricité avec des sources renouvelables. Aujourd'hui, Google est le plus grand acheteur d'énergie propre au monde ; au total, nous avons apporté plus de [5,5 gigawatts de nouvelles énergies éoliennes et solaires](#) aux communautés d'Astoria, dans le Dakota du Sud, jusqu'à la ville de Tainan, à Taiwan.¹

Et maintenant, en nous appuyant sur ce que nous avons appris et contribué à créer, nous sommes ravis de vous annoncer que nous nous lançons dans la phase finale et la plus ambitieuse de notre parcours énergétique : d'ici 2030, Google a l'intention de fonctionner partout avec de l'énergie sans carbone. , à tout moment.

Actuellement, même si nous achetons chaque année autant d'énergie renouvelable que nous consommons d'électricité, nous devons toujours composer avec des moments et des endroits où le vent ne souffle pas ou où le soleil ne brille pas.

Pendant ces heures, nos centres de données doivent souvent s'appuyer sur des ressources émettrices de carbone telles que les centrales électriques au charbon et au gaz. Parvenir à une énergie sans carbone 24h/24 et 7j/7 signifie que nous disposerons d'une énergie propre disponible à chaque heure sur chaque réseau, éliminant ainsi complètement les émissions de carbone associées à la consommation d'électricité de Google. En prenant cela



FIGURE 1

Le parcours énergétique de Google



défi dans nos opérations, nous visons à prouver qu'un avenir sans carbone est à la fois possible et réalisable assez rapidement pour prévenir les impacts les plus dangereux du changement climatique.²

Nous ne prenons pas cet engagement à la légère : même en 2018, lorsque nous avons partagé pour la première fois notre aspiration sans carbone 24h/24 et 7j/7 dans un [document de discussion](#), nous ne pouvions pas fixer une date ferme pour notre objectif. Mais nous avons continué à faire des progrès rapides en matière d'électricité propre, et un changement radical est en cours dans le système énergétique mondial. Pour la première fois, nous sommes convaincus que nous serons bientôt en mesure de servir nos utilisateurs d'une manière qui ne produit pas d'émissions de carbone.

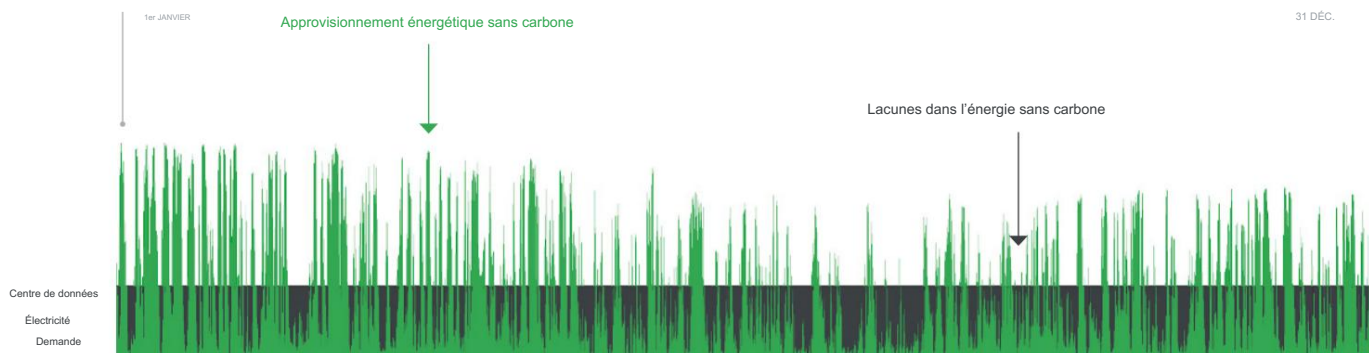
Cela ne veut pas dire que le chemin à parcourir sera facile. Même si nous savons qu'une décarbonation à grande échelle est nécessaire pour lutter contre le changement climatique, il existe de nombreuses raisons pour lesquelles aucune autre entreprise n'a encore entrepris cette tâche : 1) l'énergie éolienne et solaire sont intrinsèquement variables, 2) certaines régions ont des ressources limitées (par exemple, la terre, l'énergie éolienne, ou le soleil), 3) les mécanismes politiques et de marché permettant de négocier des énergies propres sont encore limités, et 4)



FIGURE 2

Performance énergétique horaire sans carbone dans un exemple de centre de données

Même si Google achète de grandes quantités d'énergie éolienne et solaire (symbolisée par des pointes vertes ci-dessous), ces ressources sont variables, ce qui signifie que nos centres de données dépendent encore parfois de ressources basées sur le carbone.



la plupart des technologies de nouvelle génération, au-delà des énergies renouvelables, sont encore trop coûteuses pour un déploiement à grande échelle. Ces obstacles rendent difficile la réalisation d'une énergie sans carbone 24h/24 et 7j/7, en particulier sur certains de nos sites en Asie, mais nous pensons qu'avec des progrès significatifs dans ces domaines, nous pouvons réussir.

Atteindre notre objectif nécessitera une approche systémique. Nous devons transformer les opérations de Google et également contribuer à accélérer une transition juste vers une énergie propre sur l'ensemble des réseaux où nous opérons. Nous devons accélérer le développement de nouvelles technologies, inventer de nouvelles approches en matière de transactions pour l'énergie propre et plaider en faveur de politiques intelligentes. Nous devons avant tout travailler avec les autres. Google ne pourra atteindre une énergie sans carbone 24h/24 et 7j/7 qu'en partenariat avec les gouvernements et l'industrie, nos clients et les communautés dans lesquelles nous opérons.

De la même manière, nous nous engageons à œuvrer pour atteindre notre objectif de manière à éliminer les barrières et à créer des opportunités permettant à d'autres d'agir en matière de climat et d'énergie propre. En fin de compte, nous voulons



accélérer l'arrivée d'un monde dans lequel chacun a accès à une énergie propre et abordable qui ne contribue pas au changement climatique et ne nuit pas aux communautés en raison de la pollution atmosphérique.

Dans notre [document de discussion de 2018](#), nous avons établi un cadre pour mesurer les performances sans carbone dans les centres de données Google ; exploré des exemples provenant d'installations spécifiques ; et a offert un premier aperçu de la façon dont nous pourrions parvenir à une énergie sans carbone 24h/24 et 7j/7. Ce document fait le point sur trois aspects de nos efforts énergétiques :

1. Première évaluation mondiale de Google sur les performances sans carbone sur tous nos sites de centres de données
2. Notre raison d'être pour fixer un objectif d'énergie sans carbone à l'horizon 2030
3. Notre feuille de route sur la manière dont nous prévoyons d'utiliser la technologie, transactions et politique pour atteindre cet objectif ambitieux

Mesurer les progrès vers Énergie sans carbone 24h/24 et 7j/7

Alors que nous commençons à étudier les voies menant à une énergie sans carbone 24h/24 et 7j/7, l'une des premières mesures que nous avons prises a été d'examiner l'approvisionnement énergétique de chaque centre de données Google. Nous avons publié un aperçu de ces données dans notre article de 2018, sous la forme de « cartes thermiques du carbone » qui permettent de visualiser facilement l'énergie sans carbone dans les installations de Google toutes les heures (8 760 au total) par an. Mais les cartes thermiques et les données qui les sous-tendent n'étaient qu'une première étape. Depuis, nous avons travaillé dur pour collecter des informations pour nous aider à mieux mesurer les progrès de Google au niveau mondial et à tracer la voie la plus rapide vers notre objectif.

Nous avons été frappés par la difficulté d'accéder à des informations de base sur les réseaux électriques mondiaux. Aujourd'hui, dans de nombreuses régions, allumez un interrupteur et vous n'aurez aucun moyen de savoir quelle combinaison de technologies produit l'électricité que vous utilisez ou quelle quantité de carbone

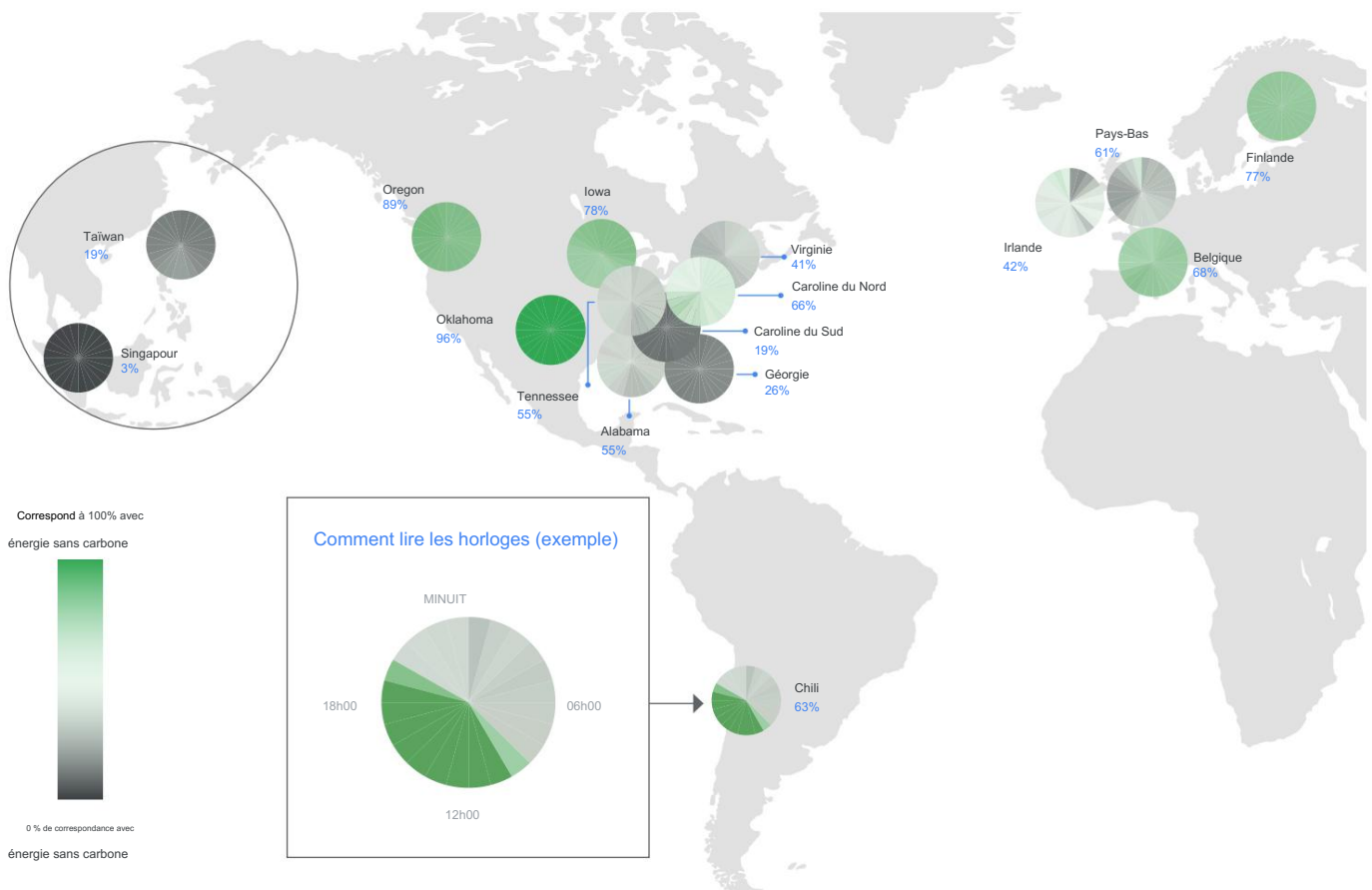


est émis en conséquence. En collaboration avec nos partenaires Tomorrow3 et WattTime, Google a construit un pipeline de données qui nous a permis de surmonter cet obstacle. Nous avons ensuite rassemblé les données suivantes pour chaque heure dans chaque centre de données Google dans le monde : 1) notre production sous contrat d'énergie propre sur le réseau sur lequel nous opérons, 2) la combinaison de ressources du réseau sur lequel nous opérons et 3) notre consommation.4 Agrégation Grâce à ces centaines de milliers de points de données, nous avons pu dresser l'évaluation suivante de nos opérations mondiales.

FIGURE 3

Horloges horaires au carbone pour une journée de septembre

La performance énergétique annuelle moyenne sans carbone (chiffres en **bleu**) dans les centres de données Google en 2019 variait de **3 %** à Singapour à **96 %** en Oklahoma. Les horloges à carbone indiquent les performances énergétiques horaires sans carbone dans chaque centre de données Google le 14 septembre 2019, soit un an avant la publication de cet article.





Bien que nous ayons compensé 100 % de notre consommation annuelle mondiale d'électricité avec des énergies renouvelables en 2019, sur une base horaire, 61 % de toute l'électricité que nous avons utilisée provenait de sources régionales sans carbone. Sans les achats d'énergie renouvelable de Google, ce chiffre n'aurait été que de 39 %, ce qui équivaut au « mix de réseau » existant dans les régions où nous opérons.⁵ Cependant, ces moyennes mondiales masquent des différences significatives au quotidien et entre les sites (voir la figure 3). À Singapour, la majeure partie de l'électricité du réseau provient du gaz naturel, et notre centre de données ne disposait que de 3 % d'énergie sans carbone. En revanche, dans la région venteuse de l'Oklahoma, nos achats d'énergie éolienne ont contribué à porter la performance énergétique sans carbone de notre centre de données à 96 %. Pour les chiffres détaillés par site, voir l'Annexe.

Notre examen du portefeuille a également fourni les informations nécessaires au développement de modèles prospectifs pour chacun des réseaux régionaux et centres de données de Google. Chaque modèle prend en compte les tendances mondiales ; les conditions locales (par exemple les ressources renouvelables, les politiques existantes et les structures de marché) ; et les mesures que Google peut prendre pour accélérer les progrès en matière d'énergie propre.

Dans l'ensemble, nos projections racontent une histoire pleine d'espoir : Google peut parvenir à une énergie sans carbone 24 heures sur 24, 7 jours sur 7, bien plus rapidement que nous ne l'aurions imaginé. Nous pensons également que nous pouvons atteindre notre objectif de manière rentable, ce qui signifie que d'autres entreprises pourraient rapidement emboîter le pas.

Définir l'objectif 2030 de Google

Alors pourquoi pensons-nous que Google pourra parvenir à une énergie sans carbone 24h/24 et 7j/7 dans nos opérations d'ici 2030 ? La réponse courte est la suivante : l'énergie propre a progressé si loin et si rapidement ces dernières années qu'il est désormais possible d'envisager un nouveau paradigme. Google et bien d'autres ont jeté les bases qui permettront des progrès rapides dans les années à venir.

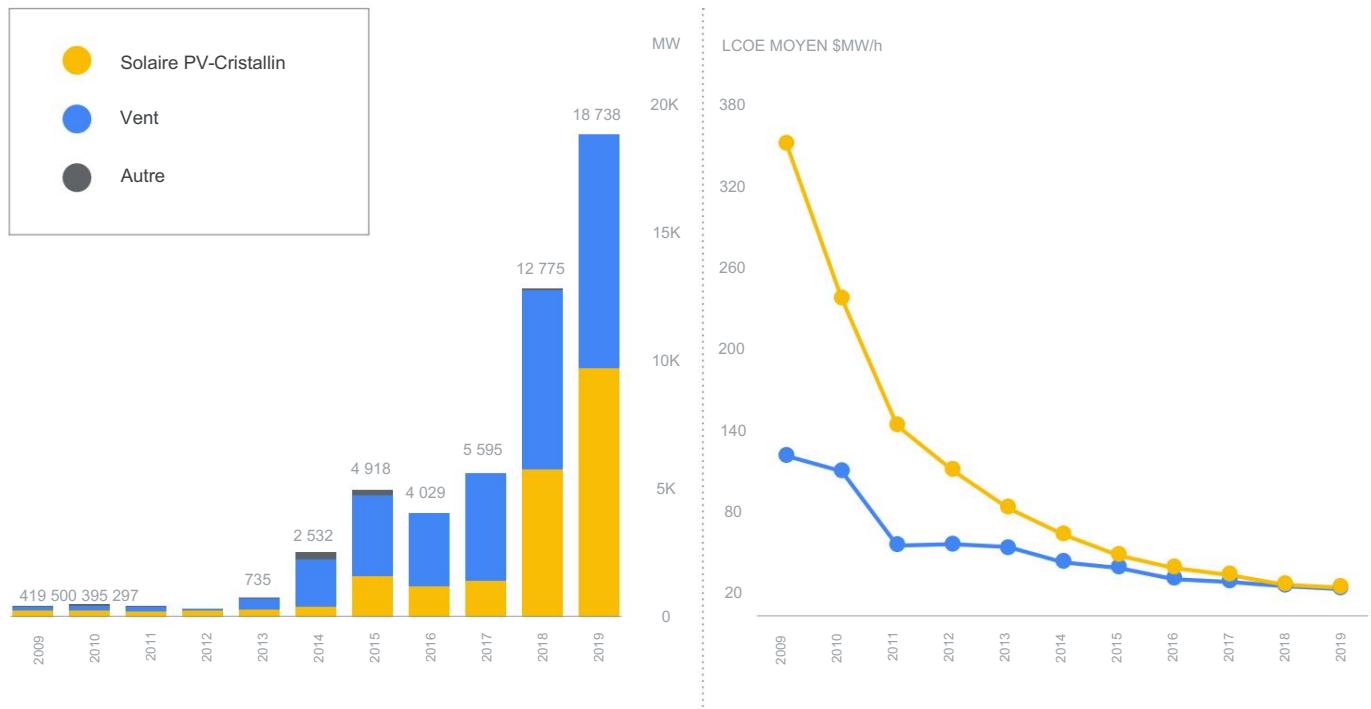
Un changement majeur dans la technologie de production d'énergie joue un rôle important dans cette histoire. De 2009 à 2019, les coûts de l'énergie éolienne et solaire [ont diminué de 70 % et 89 %, respectivement](#), de telle sorte que les deux technologies sont



FIGURE. 4A et 4B

L'approvisionnement des entreprises en énergies renouvelables est en plein essor alors que les prix de l'énergie éolienne et solaire chutent

Achats d'énergie renouvelable (MW) par les entreprises et coûts technologiques depuis 2009



supplanter les ressources basées sur le carbone sur un nombre croissant de marchés. À leur tour, les entreprises ont acheté 65 fois plus d'énergie renouvelable l'année dernière qu'une décennie auparavant. (voir figures 4A et 4B). Pour ceux qui suivent l'industrie, il semble parfois que l'énergie propre franchisse chaque jour une nouvelle étape. Aux États-Unis, les énergies renouvelables produiront pour la première fois cette année plus d'électricité que le charbon. Et au Danemark, pays peu connu pour son ciel ensoleillé, Google a récemment accepté d'acheter de l'électricité provenant des premiers parcs solaires sans subventions du pays. Étant donné que ces nouveaux projets viendront compléter l'énergie éolienne abondante déjà présente sur le réseau danois, nos prévisions suggèrent que notre nouveau centre de données là-bas sera l'un de nos sites les plus performants en termes d'énergie sans carbone, dès le début.⁶



D'autres types de technologies sans carbone commencent également à se concrétiser, et nombre d'entre elles ont vu leur financement augmenter considérablement ces dernières années. Les batteries à grande échelle, en particulier, sont prêtes à être utilisées aux heures de grande écoute (les prix de la capacité de stockage ont [diminué de 76 % entre 2012 et 2019](#)), tandis que les programmes de réponse à la demande deviennent de plus en plus courants (les utilisateurs de Google Nest dans de nombreuses régions de services publics peuvent désormais gagner des récompenses en choisissant de [réduire automatiquement leur utilisation](#) de la climatisation pendant les « heures de pointe » sur le réseau). Parallèlement, un certain nombre de technologies émergentes – par exemple le nucléaire avancé, la géothermie améliorée, l'hydroélectricité à faible impact, le stockage de longue durée, l'hydrogène vert, ainsi que le captage et le stockage du carbone – semblent bien progresser. Ensemble, ces tendances signifient que les ressources basées sur le carbone ne sont tout simplement plus nécessaires pour compenser la variabilité des énergies renouvelables, et qu'une véritable énergie propre 24 heures sur 24 est réalisable. En fait, des approches alternatives visant à utiliser l'énergie propre pour l'équilibrage du réseau ont été mises en œuvre à l'échelle.⁸

De nouvelles politiques et modèles transactionnels accélèrent également la transition vers des réseaux plus propres. Par exemple, des marchés régionaux de l'énergie bien organisés, comme les organismes régionaux de transport aux États-Unis ou le Nord Pool en Europe, ont aidé les opérateurs de réseau à intégrer des énergies renouvelables variables et à réduire les coûts de l'électricité pour les consommateurs. Dans le même temps, les enchères inversées ont permis aux gouvernements de se procurer de l'énergie propre à plus grande échelle et à des prix plus bas que jamais (en 2019, Google [a publié une étude de cas](#) qui détaille comment nous avons adopté cette approche pour réaliser le plus gros achat d'énergie propre jamais réalisé par une entreprise). Enfin, les services publics développent des programmes ou concluent des partenariats qui facilitent l'achat d'énergie renouvelable pour un plus grand nombre d'utilisateurs d'énergie.

Un autre indicateur de l'évolution du paradigme est le nombre croissant de gouvernements et de fournisseurs d'électricité ciblant un système électrique propre. Aux États-Unis, [17 services publics et plusieurs États se sont engagés à atteindre 100 % d'électricité propre ou un objectif similaire d'ici 2050](#). En Europe, les législations en matière de décarbonation profonde sont désormais monnaie courante ; [Danemark, Finlande, les Pays-Bas, et l'Irlande tous prévoient de produire plus de 50 % de leur électricité à partir de sources renouvelables](#)



FIGURE 5

Énergie renouvelable dans les régions aux contraintes foncières

Nous prenons des mesures créatives pour introduire de nouvelles énergies renouvelables dans les réseaux partout où nous opérons. À Taiwan (à gauche), nous achèterons de l'électricité à partir de 40 000 panneaux installés au-dessus d'étangs de pêche, tandis qu'à Singapour (à droite), nous avons récemment accepté d'acheter de l'électricité à près de 500 immeubles d'habitation publics dotés d'installations solaires sur les toits. Cependant, pour parvenir à une énergie sans carbone à grande échelle dans ces régions et dans d'autres régions aux contraintes foncières, il faudra à terme déployer de nouvelles solutions, telles que des lignes de transport longue distance ou des technologies de nouvelle génération à facteur de capacité élevé.



sources énergétiques d'ici 2030. De plus, les recherches suggèrent qu'une politique énergétique ambitieuse peut avoir d'énormes avantages économiques. Une [étude récente](#) a constaté que la décarbonation du système électrique américain d'ici 2035 créerait 500 000 emplois chaque année, économiserait 1 200 milliards de dollars en coûts sanitaires et environnementaux évités et réduirait les coûts de l'électricité de 13 %. Bien que l'objectif de Google soit le premier du genre dans notre secteur et qu'il soit particulièrement agressif en termes de calendrier, nombreux sont ceux qui se joignent à nous pour imaginer : et construire – un avenir sans carbone.

Rien de tout cela ne veut dire que nous n'aurons pas à surmonter des obstacles sur la voie de notre objectif – et bien sûr, nous sommes déjà plus proches d'une énergie sans carbone 24h/24 et 7j/7 dans certains endroits que dans d'autres. Les régions aux contraintes foncières telles que Singapour et Taiwan (voir Figure 5) présentent des



défis car l'éolien et le solaire nécessitent des quantités importantes de terrain utilisable à l'échelle par rapport à la demande de notre centre de données. Dans d'autres

Dans certains endroits, les politiques énergétiques entravent plutôt qu'elles ne favorisent le développement des énergies renouvelables, même lorsque le recours à une énergie basée sur le carbone n'est pas économiquement viable. Par exemple, le sud-est des États-Unis ne dispose pas d'un marché organisé, ce qui a généré des coûts inutiles et ralenti considérablement le déploiement des énergies propres par rapport à d'autres régions du pays.⁹

Cependant, dans l'ensemble, notre analyse incite à l'optimisme. Le monde est sur le point de passer à une énergie sans carbone, même si cela nécessitera des efforts concertés pour y parvenir au rythme qu'exige le changement climatique. Dans la section suivante, nous présentons une feuille de route sur la manière dont nous prévoyons d'évoluer vers une énergie sans carbone 24h/24 et 7j/7 dans les opérations de Google, de manière à contribuer au progrès pour tous.

[Une feuille de route pour le 24h/24 et 7j/7](#)

Énergie sans carbone

Pour parvenir à une énergie sans carbone 24h/24 et 7j/7 dans les opérations de Google, nous devons 1) promouvoir de nouvelles approches pour l'approvisionnement en énergie propre, 2) stimuler les progrès dans les technologies de nouvelle génération et 3) travailler avec des partenaires pour plaider en faveur de politiques publiques intelligentes. . Comme nous l'avons fait avec l'énergie 100 % renouvelable, nous nous efforcerons d'avancer vers notre objectif d'une manière qui crée des opportunités pour les autres et accélère la transition énergétique mondiale.

Développer de nouvelles approches pour acheter de l'énergie propre

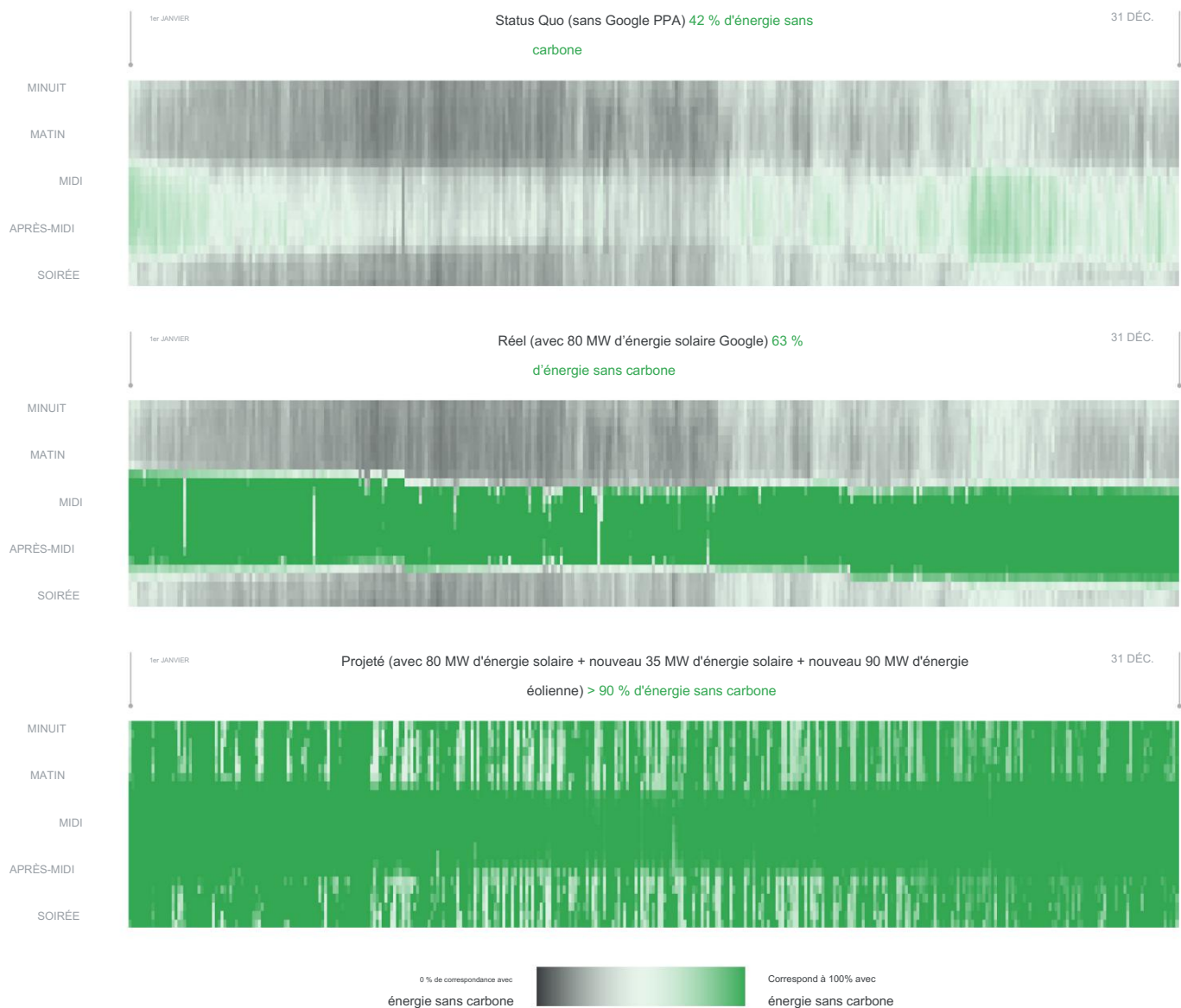
En 2010, Google a signé son premier contrat d'achat d'électricité (PPA) pour l'électricité provenant d'un parc éolien de l'Iowa, [contribuant ainsi à populariser un outil c'est depuis devenu un pilier](#) pour les entreprises qui achètent de l'énergie renouvelable. Pourtant, aussi importants que soient et continueront de l'être les PPA traditionnels, ils comportent également des limites. Nous pouvons éliminer les obstacles qui empêchent Google et d'autres d'acheter des produits propres.



FIGURE 6

Impact de la combinaison de technologies sans carbone

Sans les achats d'énergies renouvelables de Google, près de la moitié de notre consommation d'énergie au Chili serait compensée par des sources sans carbone sur une base horaire (en haut). En signant un PPA solaire de 80 MW en 2015, nous avons amélioré nos performances, en faisant correspondre 63 % de la consommation de notre centre de données avec de l'électricité sans carbone sur une base horaire (au milieu) en 2019. Parce que le vent souffle à des heures différentes de celles du soleil, notre achat mixte le plus récent (35 MW solaires + 90 MW éoliens) comblera les lacunes de notre approvisionnement en énergie sans carbone, nous aidant à faire correspondre notre centre de données avec plus de 90 % d'énergie sans carbone sur une base horaire (en bas).





énergie en développant de nouvelles approches transactionnelles, telles que : 1) passer des PPA à source unique à des PPA mixtes multi-sources et multi-technologies, 2) créer des programmes de services publics pour permettre un accès plus large à une énergie propre abordable, et 3) développer de nouveaux modèles où plusieurs utilisateurs peuvent partager des actifs d'énergie propre.

Acheter de l'énergie à partir d'une diversité de technologies est un moyen par lequel Google peut combler les lacunes de notre approvisionnement énergétique sans carbone. Au Chili l'année dernière, nous avons convenu d'acheter de l'électricité provenant à la fois d'un nouveau parc éolien de 90 MW et d'une nouvelle installation solaire de 35 MW (voir Figure 6). Parce que le soleil ne brille généralement pas à la même heure que le vent, les deux projets se complèteront et nous aideront à nous rapprocher d'une énergie sans carbone 24 heures sur 24. À l'avenir, nous prévoyons de signer davantage d'accords sur les ressources mixtes à mesure que l'industrie développe des technologies avec des profils de production différents.

Nous continuons également à rechercher et à travailler avec nos partenaires de services publics pour créer des programmes d'énergie propre. Google a commencé à exécuter des PPA comme solution de contournement : à l'époque, la plupart des services publics n'offraient tout simplement pas d'options d'énergie renouvelable. Cependant, depuis lors, nous avons contribué à la conception de programmes dans plusieurs États américains qui permettent aux entreprises d'acheter de l'énergie éolienne et solaire par l'intermédiaire de leur fournisseur d'électricité. Surtout, ces [programmes augmentent l'accès à l'énergie propre pour les autres consommateurs](#). au-delà de Google. À l'avenir, nous rechercherons des approches supplémentaires permettant d'accéder à une énergie sans carbone à tous ceux qui le souhaitent, et pas seulement à ceux qui disposent des ressources nécessaires pour naviguer dans la complexité des PPA.

Enfin, à mesure que Google s'oriente vers une énergie propre 24 heures sur 24, nous aurons l'occasion de nouer de tout nouveaux types de partenariats avec les services publics. Au Nevada, par exemple, nous collaborons avec notre futur fournisseur d'électricité, NV Energy, pour créer l'un des plus grands projets d'énergie solaire et de stockage jamais réalisés. Google achètera de la capacité de batterie pour mieux adapter notre futur centre de données à une énergie sans carbone. Mais le service public partagera l'utilisation de la batterie, ce qui signifie que la nouvelle ressource sera utilisée dans toute sa mesure pour bénéficier à l'ensemble de la grille. En général, l'un des avantages du passage d'une énergie 100 % renouvelable à une énergie sans carbone 24h/24 et 7j/7 est que ce dernier objectif aligne mieux les intérêts des consommateurs et des services publics.



Plutôt que de simplement ajouter des énergies renouvelables aux réseaux, Google devra faire ce que font les services publics : trouver des moyens d'équilibrer la production et la charge dans une seule région à toute heure de l'année. Ce défi commun crée des opportunités de collaboration.

Piloter l'innovation technologique

L'énergie éolienne et solaire a joué un rôle essentiel dans les progrès énergétiques de Google, mais la variabilité de ces ressources signifie que nous devons améliorer et diversifier notre boîte à outils technologique pour atteindre une énergie sans carbone 24h/24 et 7j/7. Nous pouvons réaliser des progrès qui nous permettent d'atteindre notre objectif et contribuent à développer l'énergie propre de manière plus générale en : 1) en optimisant les technologies de production d'énergie existantes, 2) en contribuant à accélérer la commercialisation des ressources de nouvelle génération et 3) en développant des solutions intelligentes pour gérer la demande d'électricité. .

Une première étape clé pour décarboniser les réseaux le plus rapidement possible consistera à rendre les technologies existantes plus utiles – et nos premiers efforts dans ce domaine ont donné des résultats prometteurs. Récemment, Google et DeepMind ont développé un [système d'apprentissage automatique](#) qui prédit la production d'énergie des parcs éoliens 36 heures à l'avance. Étant donné que les sources d'énergie qui peuvent être programmées (c'est-à-dire fournir une quantité définie d'électricité à un moment donné) ont souvent plus de valeur pour les réseaux, l'algorithme prédictif a augmenté jusqu'à 20 % la valeur de l'énergie produite par les projets éoliens de Google dans le Midwest. Nous espérons que ce type d'approche pourra renforcer l'analyse de rentabilisation de l'énergie éolienne et favoriser l'adoption d'énergies sans carbone dans le monde entier.

Cependant, les énergies renouvelables ne peuvent pas faire grand-chose ; la décarbonisation de l'approvisionnement en électricité de Google nécessitera également le déploiement de types entièrement nouveaux de technologies de production et de stockage d'énergie. À court terme, cela signifie que nous augmenterons nos achats de capacité de batterie, mais les batteries ne sont pas en elles-mêmes une panacée. Pour atteindre notre objectif dans des endroits où les terres ou les ressources renouvelables sont limitées, ou pour faire face aux variations saisonnières du vent ou le soleil, nous explorerons les opportunités de source d'énergie à partir d'outils émergents, tels que le nucléaire avancé, la géothermie améliorée, l'hydrogène vert, le stockage de longue durée ou le captage et le captage du carbone.



technologies de stockage. En cherchant à être l'un des premiers à adopter ces technologies et d'autres nouvelles technologies, Google peut faire ce que nous avons contribué à faire pour l'énergie éolienne et solaire : accélérer les courbes d'apprentissage, réduire les coûts et démocratiser l'accès aux outils dont le monde a un besoin urgent pour lutter contre le changement climatique.

De l'autre côté du réseau, nous pouvons gérer de manière plus intelligente la demande d'électricité de Google. Notre nouvelle [plateforme informatique intelligente en matière de carbone](#) déplace certains emplois non urgents dans les centres de données de Google vers des périodes où les sources d'énergie à faible émission de carbone, comme l'énergie éolienne et solaire, sont les plus abondantes sur les réseaux régionaux (voir Figure 7). À l'avenir, nous prévoyons d'étendre le programme pour déplacer également le travail informatique entre différents sites de centres de données, permettant ainsi un alignement sur des ressources sans carbone dans deux dimensions. Et comme l'informatique intelligente en matière de carbone ne nécessite aucun nouveau matériel et réduit les coûts énergétiques, la solution devrait trouver de nombreuses applications dans une variété d'industries.

FIGURE 7

Aligner la charge de calcul avec une énergie sans carbone

La plate-forme informatique intelligente en matière de carbone de Google déplace les charges flexibles vers les périodes où l'énergie éolienne et solaire est abondante sur le réseau.





Faire progresser les politiques publiques

Alors que nous étudions le paysage mondial des marchés sur lesquels Google opère, une chose est tout à fait claire : la politique est essentielle pour accélérer la transition vers un système électrique décarboné.

C'est pourquoi, alors que nous visons une énergie sans carbone 24h/24 et 7j/7, nous travaillerons avec des partenaires de tous les secteurs pour plaider en faveur d'une action gouvernementale qui 1) soutient le développement et le déploiement de technologies sans carbone, 2) fait progresser des marchés énergétiques plus intelligents et 3) donne du pouvoir aux consommateurs d'énergie.

Google a déjà joué un rôle clé en faisant progresser les politiques qui accélèrent le déploiement des technologies d'énergie propre. À Taïwan, par exemple, nous avons travaillé avec nos partenaires de services publics et d'autres parties prenantes pour soutenir un [amendement à la loi sur l'électricité de Taïwan](#), ce qui a permis à toute organisation de contracter directement des énergies renouvelables. Ce changement a permis le premier projet solaire taïwanais de Google, ainsi que d'autres projets qui ont depuis été réalisés par d'autres sociétés, notamment le plus grand PPA jamais réalisé au monde pour l'énergie éolienne. Nous continuerons de soutenir les politiques qui favorisent le déploiement rapide d'énergies propres, aident à commercialiser les technologies de nouvelle génération et accélèrent le retrait des ressources à base de carbone. De plus, nous financerons d'importantes recherches qui tracent les voies de la décarbonisation sur les réseaux du monde entier.

Au-delà de la technologie, nous plaiderons en faveur de marchés énergétiques régionaux organisés et de réseaux régionaux davantage interconnectés. Dans l'ensemble de notre portefeuille mondial, Google opère sur une gamme de types de marchés, depuis les marchés de l'énergie entièrement déréglementés jusqu'aux régions desservies par un service public unique et verticalement intégré. Notre expérience (et un ensemble de recherches indépendantes) suggère que les marchés énergétiques compétitifs, fonctionnant au sein de systèmes de transport intégrés au niveau régional, ont le plus grand potentiel pour faire progresser l'énergie propre tout en réduisant les factures d'électricité des consommateurs.¹⁰ Nous continuerons à soutenir les politiques qui créent et développent ce genre de marchés.



Enfin, nous ferons tout notre possible pour offrir aux consommateurs d'énergie davantage de choix et de contrôle. Google a joué un rôle clé dans le lancement de deux coalitions axées sur l'élargissement de l'accès à l'énergie propre : la [Renewable Energy Buyers Alliance](#), aux États-Unis et la [plateforme Re-Source](#) en Europe – et nous savons, grâce à notre travail avec [ces groupes](#), que nous sommes loin d'être seuls dans notre ambition. Nous attendons avec impatience

travailler avec nos partenaires pour permettre à toute organisation, grande ou petite, de choisir facilement une énergie sans carbone.

Travailler ensemble pour bâtir une économie sans carbone

Il était autrefois difficile d'imaginer un monde alimenté entièrement par une énergie sans carbone, mais ce n'est plus le cas. Google compte des milliards d'utilisateurs dans le monde ; l'année dernière, nous avons consommé plus d'électricité que l'État d'Hawaï. Le fait que nous puissions cibler une énergie sans carbone dans nos opérations d'ici 2030 est un signe du chemin incroyablement parcouru en matière d'énergie propre. L'heure de la décarbonisation à grande échelle des réseaux électriques de la planète est arrivée et nous devons la saisir.

En commençant par nos centres de données, puis en passant par nos campus de bureaux, notre objectif est d'apporter une énergie propre aux opérations de Google de manière à éliminer nos émissions et à accélérer la transition énergétique mondiale. Si vous êtes un technologue, un décideur politique, un leader des services publics ou simplement quelqu'un avec une bonne idée, nous souhaitons travailler avec vous pour réimaginer la façon dont le monde produit et utilise l'électricité. Notre vision ultime est un avenir où chacun peut accéder à une énergie abordable, 24 heures sur 24 et sans carbone.

Il est impératif de concrétiser cette vision le plus rapidement possible pour lutter contre le changement climatique. Dans le même temps, la transition énergétique sans carbone entraînera la création de centaines de milliers de nouveaux emplois et réduira considérablement les effets de la pollution atmosphérique sur la santé dans les communautés qui supportent depuis trop longtemps le poids de l'économie des combustibles fossiles. Ne vous y trompez pas : même si la construction d'un système énergétique qui n'inclut pas les combustibles fossiles est une tâche difficile,



défi de taille, c'est aussi une opportunité épique, une chance unique dans l'histoire de remodeler fondamentalement les systèmes énergétiques mondiaux pour mieux c'est.

Google continuera d'ouvrir la voie vers un avenir énergétique propre dans ses propres opérations, mais pour créer un changement plus large, nous avons besoin de votre aide. Travaillons ensemble et faisons d'une économie sans carbone une réalité au cours de cette décennie. La planète ne peut plus attendre.

Remarques

1. Pour garantir que Google soit le moteur de l'introduction de nouvelles énergies propres sur le réseau, nous insistons sur le fait que tous les projets auprès desquels nous achetons de l'électricité soient « supplémentaires ». Cela signifie que nous cherchons à acheter de l'énergie provenant d'installations de production non encore construites qui seront construites au-delà de ce qui est requis par les réglementations énergétiques existantes.
2. Google reste inébranlable dans son engagement envers l'Accord de Paris de 2015 de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, qui vise des réductions agressives des émissions mondiales d'ici 2030 « afin de maintenir l'augmentation de la température mondiale au cours de ce siècle bien en dessous de 2°C par rapport aux niveaux préindustriels ».
3. Basé sur les données de l'[electricityMap](#) plate-forme.
4. Pour calculer la correspondance horaire d'un centre de données avec l'énergie régionale sans carbone (CFE), nous comptons d'abord les accords d'achat d'énergie renouvelable (PPA) de Google. Nous faisons cela parce que nous avons un droit contractuel sur cette production d'électricité et ses attributs environnementaux, et nos PPA ont directement conduit à l'ajout de cette énergie sans carbone au réseau (voir notre discussion sur « l'additionnalité »).
5. Google définit généralement le mix réseau régional comme englobant toutes les ressources de production relevant d'une autorité d'équilibrage donnée, y compris les ressources qui pourraient être sous contrat avec des parties spécifiques via des PPA. Même si nous reconnaissons que cela peut entraîner des problèmes de double comptabilisation, il n'existe actuellement aucune donnée cohérente disponible pour nous aider à évaluer la composition résiduelle de notre portefeuille mondial. Nous mettrons à jour notre méthodologie lorsque ce niveau de granularité sera atteint. Le réseau régional CFE comprend l'énergie éolienne, solaire, géothermique, la biomasse, le nucléaire, l'hydroélectricité et le stockage par pompage ou la décharge du stockage par batterie.



Le réseau régional CFE % est basé sur le mix horaire de consommation de la région tel que fourni par la société [Tomorrow](#). La grille annuelle CFE % est pondérée par horaire charge du centre de données.

6. Google commencera à rendre compte des performances CFE de notre centre de données danois dans notre prochaine mise à jour.

7. Les chiffres des achats des entreprises proviennent de [BloombergNEF](#). Les courbes de coûts technologiques proviennent de [l'analyse du coût nivelé de l'énergie de Lazard \(version 13\)](#).

8. Par exemple, la Hornsdale Power Reserve (jusqu'à récemment la plus grande batterie lithium-ion au monde) a permis [une résilience du réseau et une intégration des énergies renouvelables sans précédent en Australie du Sud, tout en créant également des opportunités](#) pour ses propriétaires de profiter de l'arbitrage énergétique.

L'installation est actuellement en cours d'agrandissement et de nombreux autres grands projets de batteries ont récemment été mis en ligne ou sont en cours sur plusieurs sites continents.

9. Un [rapport récent](#) estime que la création d'un marché compétitif dans le sud-est des États-Unis pourrait permettre d'économiser environ 384 milliards de dollars au cours des 20 prochaines années et de réduire les émissions de CO2 de 37 %.

10. De nombreuses études réalisées aux États-Unis ont montré que les organismes de transport régionaux ont permis aux consommateurs d'électricité de réaliser des économies de plusieurs milliards de dollars (voir, par exemple, [MISO, PJM, SPP](#)). En Europe, pour atteindre les objectifs du continent en matière d'énergie propre, [il faudra des investissements](#) beaucoup plus importants dans l'interconnexion transfrontalière des réseaux et les échanges d'électricité.



Annexe : Énergie sans carbone 2019

Performances dans les centres de données Google

En 2019, nous avons compensé 100 % de notre consommation annuelle mondiale d'électricité avec des énergies renouvelables. Sur une base horaire, 61 % de toute l'électricité que nous avons utilisée provenait de sources régionales sans carbone. Toutefois, cette moyenne mondiale masque des différences selon les sites :

- Notre pourcentage d'énergie propre le plus faible se trouve à Singapour, où la majeure partie de l'électricité du réseau provient du gaz naturel, et notre centre de données ne dispose que de 3 % d'énergie sans carbone.
- Notre pourcentage d'énergie propre le plus élevé se trouve en Oklahoma (Southwest Power Pool), où nos achats d'énergie éolienne ont contribué à faire passer la performance énergétique sans carbone de notre centre de données de 41 % à 96 %.

TABLEAU 1 EN ANNEXE

RÉGION CFE	CENTRE(S) DE DONNÉES	GRILLE CFE %	GOOGLE EFC %	TENDANCE DEPUIS 2017(3)
Portefeuille mondial	Tous	39%	61%	Écurie
Autorité du marché de l'énergie de Singapour	Singapour	3%	3%	Écurie
Compagnie d'électricité de Taïwan, Taïwan	Comté de Changhua, Tennessee	19%	19%	Augmenter
Élia, Belgique	Saint-Ghislain, BL	68%	68%	Augmenter
EirGrid, Irlande	Dublin, IE	42%	42%	Augmenter
Fingrid, Finlande(1)	Hamina, FI	76%	77%	Écurie



RÉGION CFE	CENTRE(S) DE DONNÉES	GRILLE CFE %	GOOGLE EFC %	TENDANCE DEPUIS 2017(3)
Tennet, Pays-Bas(2)	Eemshaven, T.-N.-L.	24%	61%	Diminuer
Système interconnecté Centre, Chili	Quilicura, CL	42%	63%	Écurie
Opérateur de système indépendant du Midcontinent (MISO), États-Unis	Council Bluffs, IA	29%	78%	Écurie
Pool énergétique du sud-ouest (SPP), États-Unis	Comté de Mayes, d'accord	41%	96%	Diminuer
Pennsylvanie, Jersey, Maryland Power Pool (PJM), États-Unis	Comté de Loudoun, Virginie	41%	41%	N/A nouveaux centres de données depuis 2017
Fonction publique de Caroline du Sud Autorité (SC), États-Unis	Comté de Berkeley, Caroline du Sud	19%	19%	Augmenter
Compagnie du Sud (SOCO), États-Unis	Comté de Douglas, Géorgie	26%	26%	Écurie
Autorité de la vallée du Tennessee (TVA), États-Unis	Comté de Jackson, Alabama Comté de Montgomery, Tennessee	55%	55%	N/A nouveaux centres de données depuis 2017
Duke Energy Carolines, NOUS	Lenoir, Caroline du Nord	60%	66%	Écurie
Bonneville Énergie Administration (BPA), États-Unis	Les Dalles, OU	89,3%	89,3%	Écurie



Notes sur l'annexe

1. Finlande Google CFE % est inférieur à ce qui a été publié en 2018 en raison d'un changement de méthodologie comptable lié à la définition du réseau. En 2018, nous avons regroupé les pays nordiques (Norvège, Suède, Finlande et Danemark) sous une seule autorité d'équilibrage ; cependant, nous considérons désormais chaque pays comme sa propre région CFE. Par conséquent, nous ne comptons plus les projets d'énergies renouvelables en dehors de la Finlande dans la charge de notre centre de données.
2. Nous avons identifié une lacune dans les données Tennet qui conduit très probablement à une sous-déclaration du % CFE du réseau et travaillons activement avec Tomorrow sur une solution pour combler cette lacune.
3. Les tendances sont définies comme suit : 1) « Stable » : le CFE de Google est resté à +/- 1 % depuis 2017, 2) « Augmentation » : le CFE de Google a augmenté de 1 % et plus depuis 2017, 3) « Diminution » : Google Le CFE a diminué de 1 % ou plus depuis 2017, 4) « N/A » : Le data center n'était pas encore opérationnel en 2017.