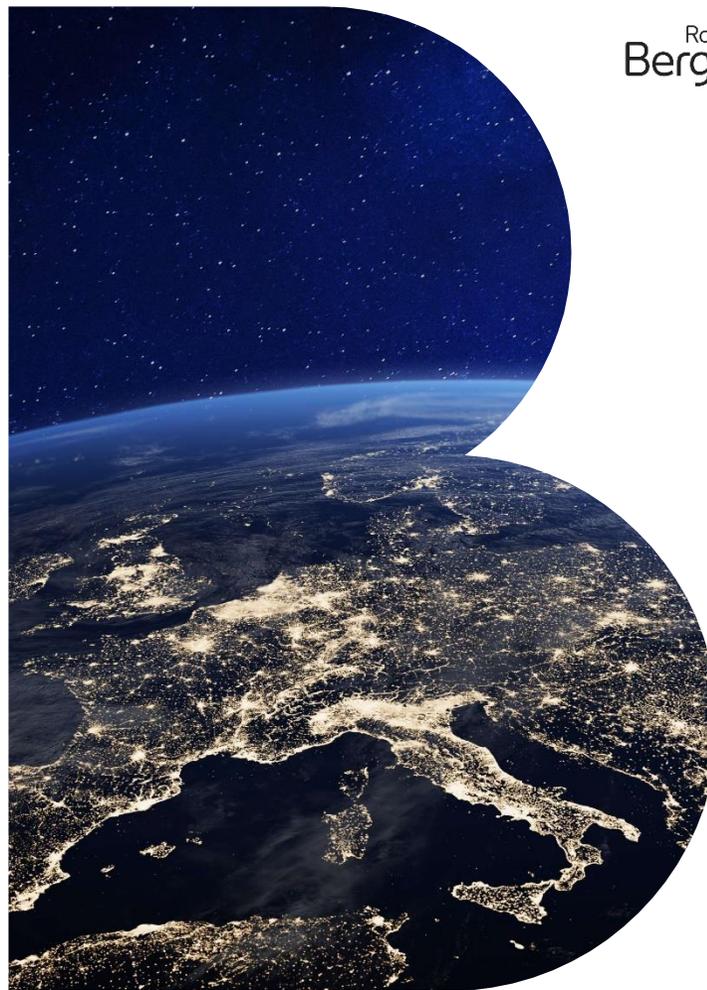


L'appel de la planète pour une électrification durable

Les défis à relever



La demande croissante en électricité nécessite des investissements importants et l'émergence de nouveaux modèles économiques

À retenir

100%

de la population mondiale doit avoir **accès à l'électricité dès 2030** pour que la trajectoire 2°C soit respectée (soit +1,8 Mds d'habitants)



EUR 23 000 milliards

seront investis dans les **moyens de production et réseaux d'électricité** d'ici 2040



De nouveaux modèles

économiques et de nouveaux acteurs apparaissent en lien avec la décentralisation et la digitalisation des systèmes électriques



+20%

de **demande d'électricité** supplémentaire dans le monde d'ici 2030 (trajectoire 2°C)



80%

des capacités supplémentaires de production d'électricité déployées entre 2018 et 2040 seront des **énergies renouvelables**



L'électrification joue un rôle clé dans le développement humain et la lutte contre le changement climatique, et voit ses modèles économiques bouleversés



Tirée par l'urbanisation et les usages, l'électrification joue un rôle clé dans le développement humain, social et économique

- > Tirée par la démographie et l'urbanisation, l'électrification joue un **rôle clé dans le développement humain**
- > De surcroît, la demande en électricité est soutenue par :
 - Un **effet de substitution des usages** (industrie, bâtiment et transports)
 - L'**essor continu des usages numériques**, purement électriques
- > Pour faire face à une **demande d'électricité croissante** (1,7% par an d'ici 2040), des **investissement substantiels** dans de nouveaux moyens de production et dans les réseaux devront être consentis, en particulier en **Afrique** et en **Asie**



L'électrification joue un rôle clé dans la lutte contre le changement climatique de sa production jusqu'à sa consommation

- > Limiter le réchauffement à 2°C exige de **réduire de moitié les émissions de GES** d'ici 2050 par rapport à 2016
- > L'électrification doit contribuer à la baisse des émissions de CO₂ au niveau :
 - De la **production** au travers du déploiement de nouvelles capacités **renouvelables**, en remplacement de sources carbonées
 - Des **réseaux** et du **stockage** grâce au **couplage sectoriel** rendant les flux énergétiques interopérables et valorisant la production excédentaire
 - Des **usages** via l'amélioration de leur **efficacité énergétique**



Au-delà des acteurs historiques, de nouveaux modèles économiques et acteurs émergent dans l'écosystème électrique

- > La **décentralisation** de la production d'électricité contribue à l'émergence de **modèles alternatifs** à celui des acteurs historiques : agrégateurs de flexibilité, plateformes de peer-to-peer, etc.
- > Par ailleurs, suivant la tendance déjà opérée dans de nombreux secteurs, l'énergie bascule progressivement vers un modèle **"as a service"** (paiement au service rendu)
- > Enfin, de nombreuses **start-ups "digitales"** fournissent des services de **gestion des actifs** et de l'énergie appuyés sur la technologie et se posent en nouveaux intermédiaires

Ce dossier organisé en 3 thèmes dresse des constats sur les bénéfices de l'électrification

Agenda



A

Expansion de l'électricité
dans les systèmes
énergétiques et les économies

Page 5



B

Contribution de l'électrification
à la lutte contre le
changement climatique

Page 18



C

Apports de l'électrification au
développement de nouveaux
modèles économiques

Page 35

A. Expansion de l'électricité dans les systèmes énergétiques et les économies

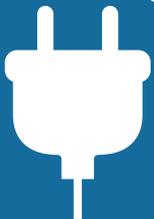


Pour une trajectoire 2°C, la demande d'électricité augmentera de 1,7% par an, représentant 31% de la consommation d'énergie en 2040

Chiffres clés

+1,7%
par an d'ici 2040

Croissance annuelle
moyenne de la
production mondiale
en électricité entre
2019 et 2040



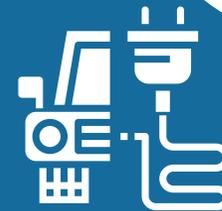
31%
en 2040

Part de l'électricité
dans la
consommation
finale d'énergie en
2040



N°1
en 2040

Position du **véhicule
électrique** dans les
sources de la
**demande
additionnelle**
d'électricité



Tirée par l'urbanisation et les usages, l'électrification joue un rôle clé dans le développement humain, social et économique

Expansion de l'électricité dans les systèmes énergétiques et les économies



L'électricité joue un rôle clé dans le développement humain, en donnant accès à l'éducation, aux technologies de l'information et de la communication ou encore en améliorant la productivité de certaines activités économiques

Au-delà de l'accès croissant des populations à l'électricité, la croissance de la demande est soutenue par :



- > **Un effet de substitution des usages** dans l'industrie, le bâtiment et les transports (p. ex. véhicule électrique), en lien avec un environnement réglementaire de plus en plus contraignant vis-à-vis des pollutions locales
- > **La croissance d'outils et usages numériques, purement électriques**, tirant notamment la consommation électrique des datacenters (malgré l'amélioration de leur efficacité énergétique)



La demande mondiale d'électricité croît rapidement (x1,5 d'ici 2040), elle est principalement tirée par les pays émergents. Pour respecter la trajectoire 2°C¹⁾ fixée dans l'Accord de Paris en 2016, 100% de la population mondiale devra avoir accès à l'électricité en 2030, soit 1,7 milliard de personnes de plus qu'en 2018

1) Hausse de température moyenne de la planète entre 1850 et 2100, communément admise par la communauté scientifique et inscrite dans l'Accord de Paris de 2016, au-delà de laquelle les conséquences du changement climatique sur les écosystèmes (et in fine pour l'activité humaine) sont jugées dévastatrices

Tirée par l'urbanisation et les usages, l'électrification joue un rôle clé dans le développement humain, social et économique

Expansion de l'électricité dans les systèmes énergétiques et les économies – Agenda



1

Rôle dans le développement humain et accès accru des populations à l'électricité

Page 9

2

Bascule de certains usages vers l'électricité
(effet de substitution)

Page 13

3

Développement de nouveaux usages purement électriques (notamment le numérique)

Page 15

1.

L'électrification globale contribue directement ou indirectement à 12 des 17 Objectifs du Développement Durable établis par l'ONU

Lien entre électrification et Objectifs du Développement Durable



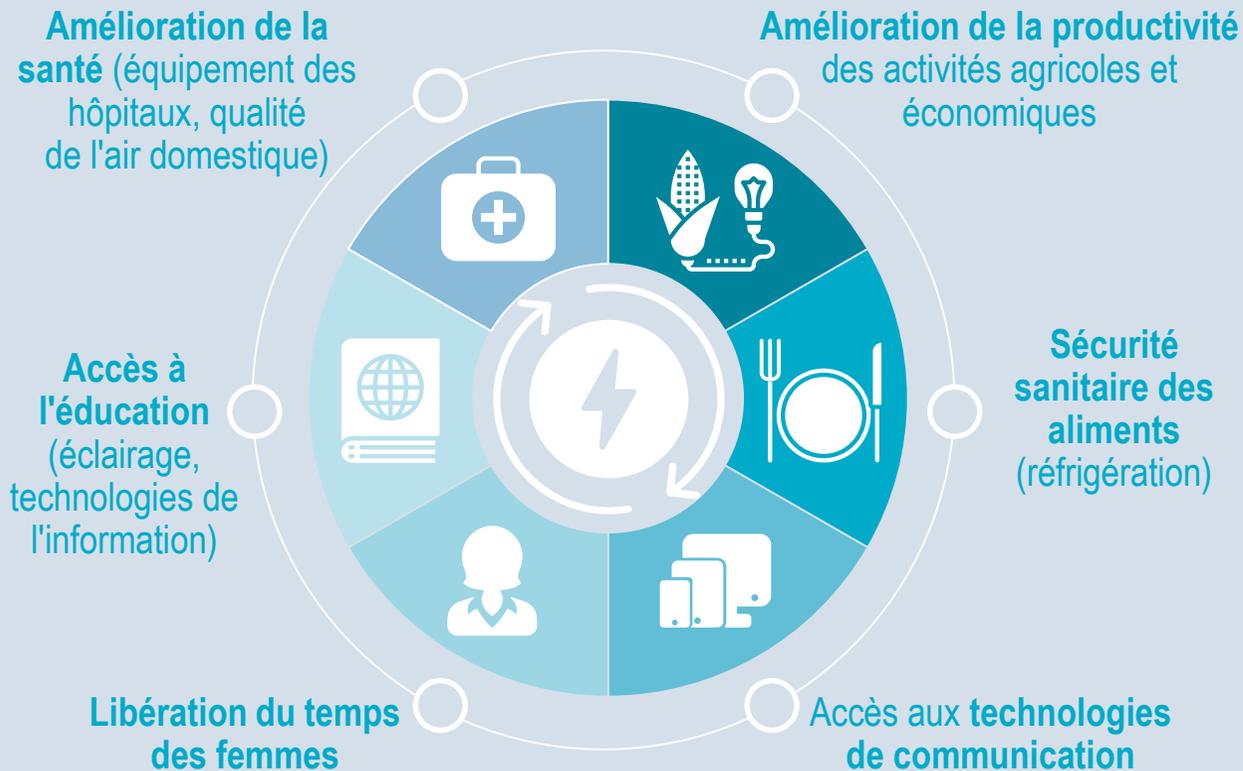
■ Contribution directe de l'électrification

■ Contribution indirecte de l'électrification

1.

L'électricité joue un rôle clé dans le développement humain, dont les objectifs sont encore loin d'être atteints

Rôle de l'électricité dans le développement humain



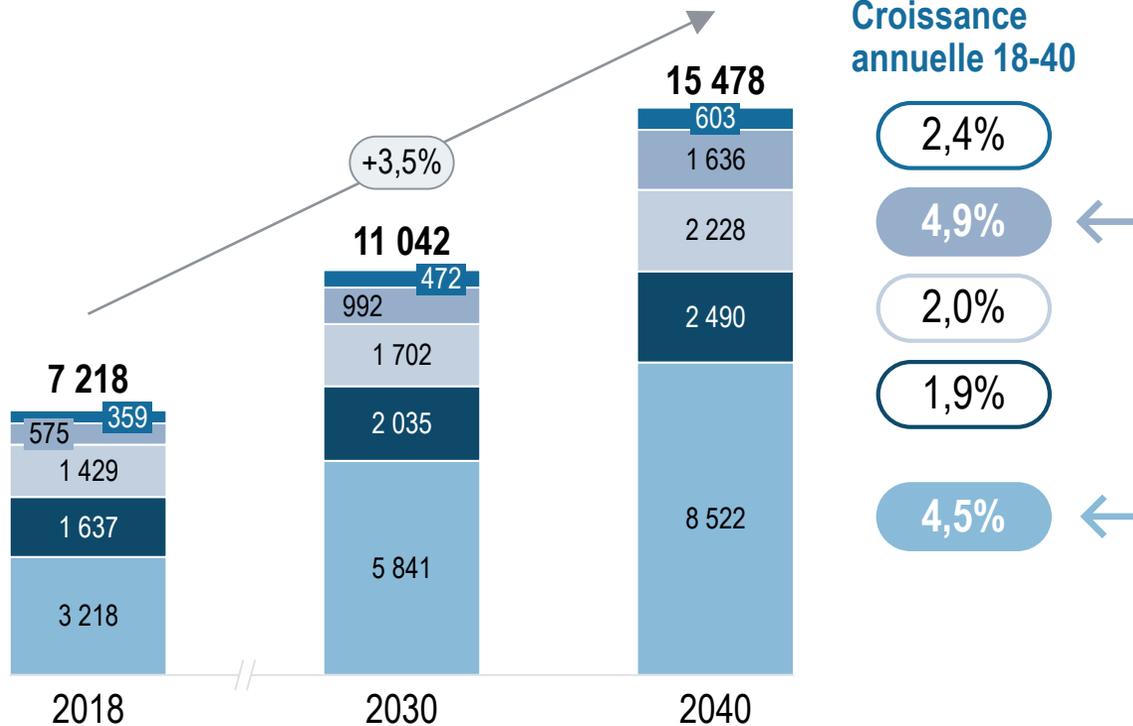
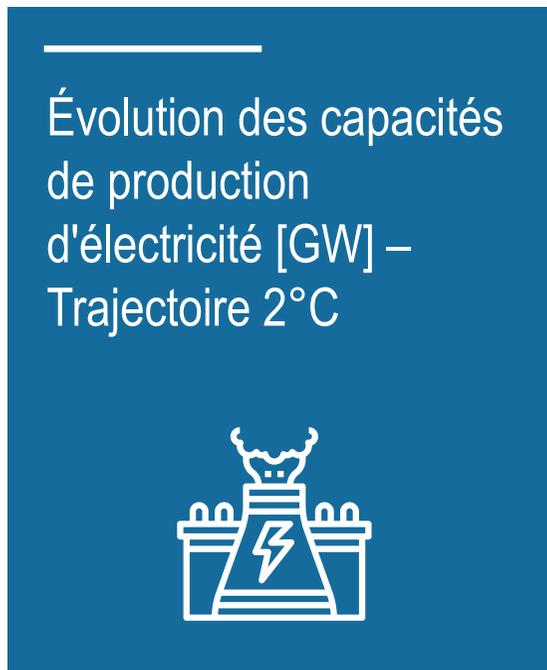
Avant cette crise sans précédent du Covid-19, le monde était déjà loin d'atteindre les objectifs principaux en matière d'énergie durable. [...] Nous devons donc **redoubler d'efforts pour fournir à tous une énergie abordable, fiable et plus propre**, en particulier en Afrique subsaharienne où les besoins sont les plus importants, afin de bâtir des économies plus prospères et plus résistantes.

Dr Fatih Birol, Directeur Exécutif de l'IEA, Mai 2020



1.

L'électrification est un prérequis au respect de la trajectoire de 2°C :
1,8 milliard de personnes supplémentaires devront y avoir accès en 2030



Production totale d'électricité (TWh)

26 607 → 31 800 → 38 713

Population ayant accès à l'électricité
% (millions de personnes)

89% (6 790) → 100% (8 550) → 100% (9 200)

Asie Pacifique Europe (incluant Russie) Amérique du Nord Afrique et Moyen-Orient Amérique latine

1.

D'ici 2040, EUR ~23 000 Mds seront investis dans de nouvelles capacités (production + réseaux), avec un effort particulier en Afrique

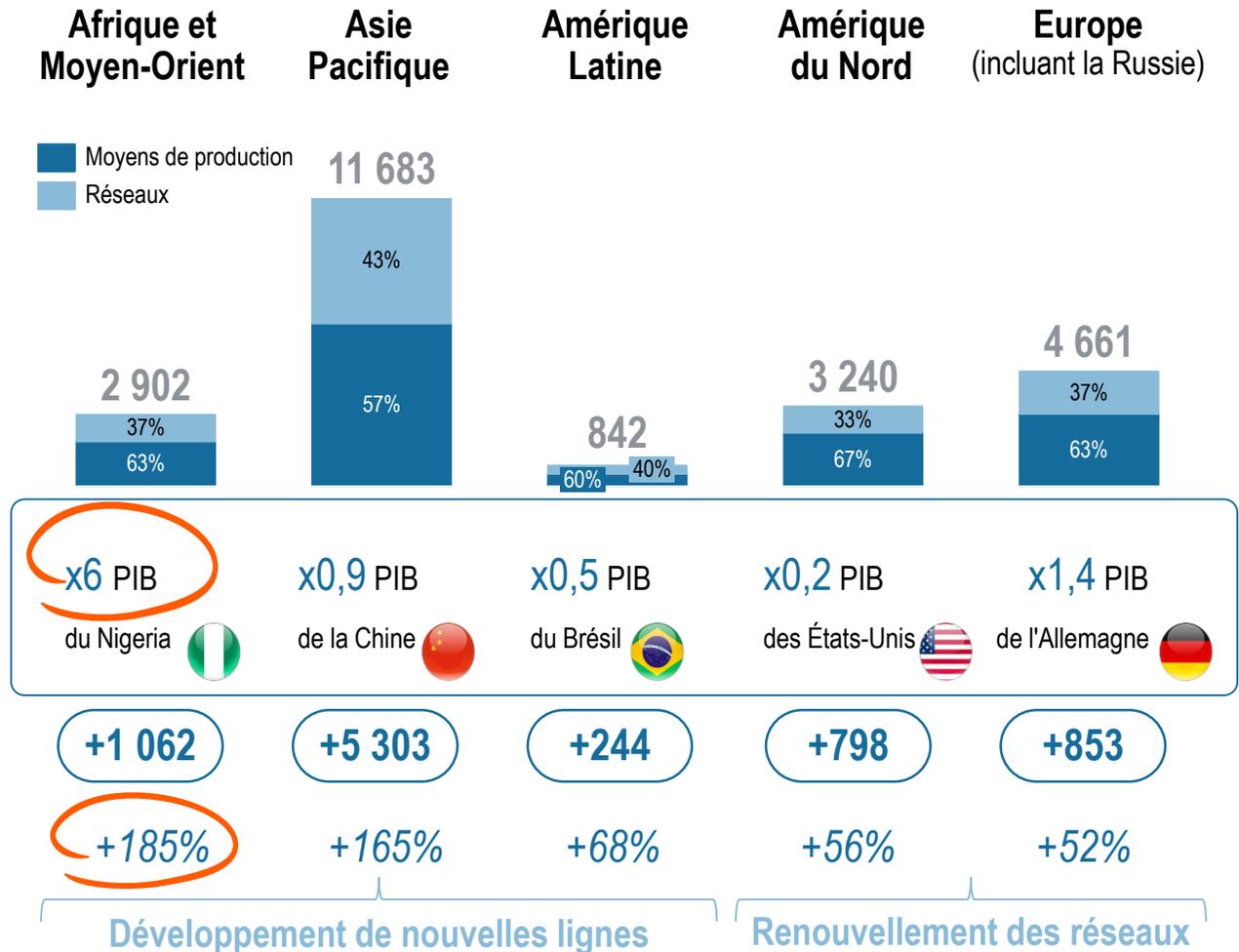
Investissements cumulatifs 2019-2040 en capacité de production d'électricité [EUR Mds]¹⁾ – Trajectoire 2°C



Capacités additionnelles de production 2019-2040²⁾ [GW]

En % des capacités de 2018

Principaux moteurs de croissance



1) Taux de conversion dollars en euros : 0,89 2) Capacités additionnelles – capacités retirées du réseau

Source : Oxford Economics, IEA (World Energy Outlook 2019), Roland Berger

2.

De surcroît, l'électricité devrait bénéficier d'un effet de substitution dans l'industrie, le bâtiment et les transports

Électrification des secteurs – Rationnel et applications

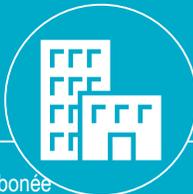
Bascule des usages

- > **Environnement régulateur** favorisant une bascule de certains usages vers l'électricité (p. ex. taxation des émissions, limitation du bruit)
- > Effet direct en termes de **réduction de la pollution locale** (émissions, bruit, polluants) par rapport aux technologies thermiques



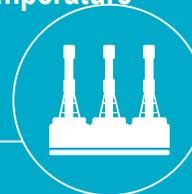
Bâtiment

- > Développement accru de la **régulation thermique des bâtiments** (p. ex. développement du chauffage électrique et plus particulièrement des pompes à chaleur)
- > Accélération des **rénovations des bâtiments anciens** (meilleures isolation et efficacité énergétique)



Industrie

- > Développement de **moteurs électriques** plus performants (au détriment des moteurs thermiques) alimentés par batterie¹⁾ ou pile à combustible (hydrogène)
- > Électrification de **procédés sidérurgiques : essor des fours à arc électrique** en alternative des hauts fourneaux
- > Électrification de **processus chimiques : chimie basse température**



Transport

- > Développement du **véhicule électrique terrestre** : 1,9 milliard de véhicules électriques d'ici 2040 selon l'IEA (trajectoire 2°C)
- > Développement d'**avions électriques** en cours, aussi bien pour des taxis volants urbains que pour les lignes aériennes traditionnelles
- > Développements de **trains régionaux à hydrogène** (en remplacement des trains fonctionnant au diesel)

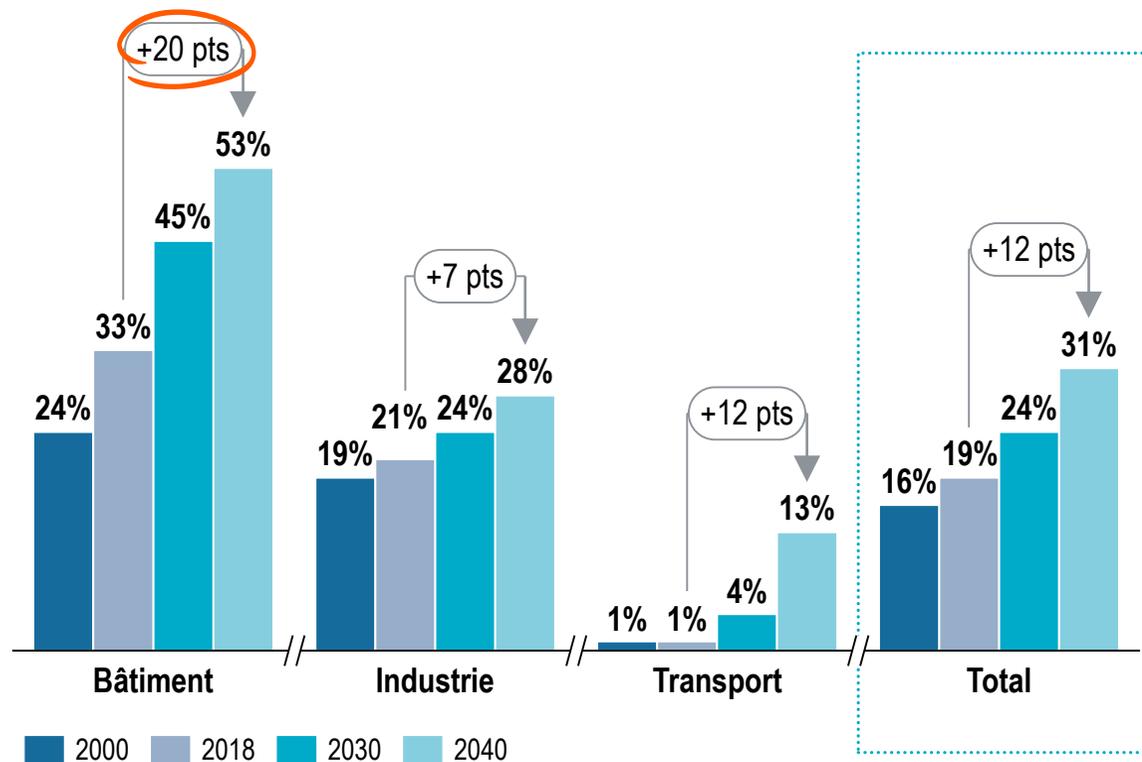


1) A condition que la batterie soit chargée par une électricité décarbonée
Source : IEA (World Energy Outlook 2019), Roland Berger

2.

La proportion de l'électricité dans la consommation d'énergie totale de ces secteurs devrait ainsi poursuivre et accélérer sa croissance

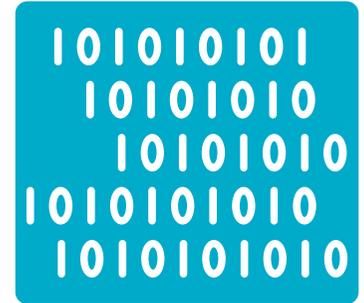
Part de l'électricité dans la consommation finale d'énergie par secteur – Trajectoire 2°C



- > **Substitution des usages** permettant une amélioration de l'efficacité énergétique, par exemple :
 - Généralisation des "**bâtiments intelligents**" permettant la réduction de la consommation d'énergie totale des Bâtiments de 10% d'ici 2040
 - Déploiement de **solutions digitales pour les opérations et la logistique des camions**, permettant ainsi de réduire la consommation d'énergie du fret routier de 20% à 25% d'ici 2040
- > Augmentation de la part des **technologies électriques** dans la consommation d'énergie finale malgré une forte **amélioration de leur efficacité**

3.

Les usages numériques, purement électriques, sont en essor continu



Croissance des usages numériques et des données

La quantité d'appareils numériques en circulation dans le monde croît rapidement...

Utilisateurs de smartphones
[Mds d'utilisateurs, Monde]



Utilisateurs de tablettes
[Mds d'utilisateurs, Monde]



Hausse des appareils numériques en circulation permise par :

- > Les progrès de la miniaturisation et des puissances de calcul
- > La hausse des revenus des classes moyennes

... et les infrastructures haut débit soutiennent la croissance de données générées au-delà de l'accroissement des équipements

Trafic de données / smartphone
[GB / mois, Monde]



Trafic de données / tablette
[GB / mois; Monde]



Développement et essor de nouveaux usages numériques fortement consommateurs de données permis par le déploiement d'infrastructures haut débit (4G, 5G, fibre optique) et la technologie de géolocalisation : streaming vidéo haute définition, outils de visioconférence, objets connectés, cryptomonnaies, etc.

Généralisation du télétravail à plus grande échelle (suite au Covid-19), renforçant le développement des usages numériques

3.

La consommation électrique des datacenters devrait continuer à croître, malgré l'amélioration de leur efficacité énergétique



Consommation électrique des datacenters

Situation récente

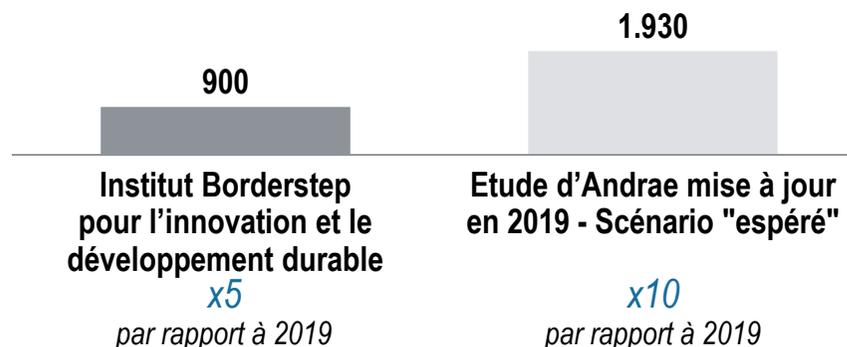
- > **Consommation électrique cumulée des datacenters stable depuis 2015** ainsi découplée de la consommation mondiale d'électricité, en dépit d'une augmentation du nombre de datacenters et des données traitées
- > **Stabilité résultant de l'accroissement de l'efficacité énergétique des datacenters**, permise par le développement de **datacenters "hyperscale"** (à grande échelle – 37% des datacenter en 2019)

Consommation historique d'énergie des datacenters [TWh]



- > **Convergence des études et acteurs de référence** concernant les tendances d'évolution de la consommation des datacenters : **gains d'efficacité énergétique ne suffisent plus à compenser la croissance du trafic de données dans les prochaines années**
- > **Divergence des études** de référence sur la **rapidité de cette croissance**

Estimations de consommation des datacenters à 2030 [TWh]



Tendances futures

Le saviez-vous ?

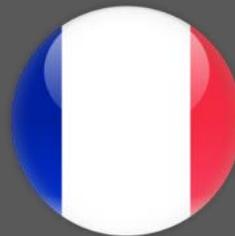


Le temps moyen de coupure par client aux Etats-Unis était près de deux fois plus important qu'en France en 2019, hors événements exceptionnels



Dubaï – Emirats Arabes Unis

~2 min



France

~65 min



Etats-Unis

~115 min



Sénégal

~3 200 min

B. La contribution de l'électrification à la lutte contre le changement climatique



L'électrification contribue à la baisse des émissions de CO₂, notamment par le développement du renouvelable

Contribution de l'électrification à la lutte contre le changement climatique – Chiffres clés

+2,3%

par an depuis 2000

Croissance annuelle moyenne des **émissions de CO₂** pour une hausse annuelle de la demande d'électricité de 3,2%



80%

d'ici 2040

Part des énergies renouvelables dans les capacités additionnelles de production à déployer d'ici 2040



N°1

en 2040

Position de l'énergie solaire dans la capacité électrique totale installée en 2040



L'électrification jouera un rôle majeur dans la lutte contre le changement climatique au niveau de la production, du réseau et de la consommation

Contribution de l'électrification à la lutte contre le changement climatique



Au niveau de la production, les énergies renouvelables devraient permettre de réduire sensiblement les émissions de CO₂ liées à la génération d'électricité. À ce titre, entre 2018 et 2040, les énergies renouvelables représenteront ~80% des capacités additionnelles de production déployées dans le cadre d'une trajectoire 2°C



Le "couplage sectoriel", appuyé fortement sur l'électricité (réseau, stockage) va à terme contribuer aux objectifs climatiques en favorisant l'interopérabilité de tous les vecteurs énergétiques, permettant de ce fait de valoriser davantage les productions excédentaires ou fatales¹⁾ (électricité renouvelable, chaleur, etc.)



Au niveau de la consommation, l'électrification améliore l'efficacité énergétique de plusieurs façons : meilleure efficacité énergétique intrinsèque des moteurs électriques versus thermiques, déploiement de capteurs permettant de piloter et réduire les consommations électriques, réduction progressive de la consommation électrique de nombreux usages du quotidien (ordinateurs, appareils domestiques, etc.)

1) Energie fatale: quantité d'énergie perdue, car non récupérée ni valorisée, lors d'un processus de production d'énergie dont elle n'est pas l'objet premier

L'électrification jouera un rôle majeur dans la lutte contre le changement climatique au niveau de la production, du réseau et des usages

Contribution de l'électrification à la lutte contre le changement climatique – Agenda



1

Production : croissance de la part des technologies de production bas carbone

Contribution à court terme



Page 22

2

Réseau et stockage : potentiel du couplage sectoriel



Page 27

3

Usages : contribution attendue de l'électricité à l'efficacité énergétique

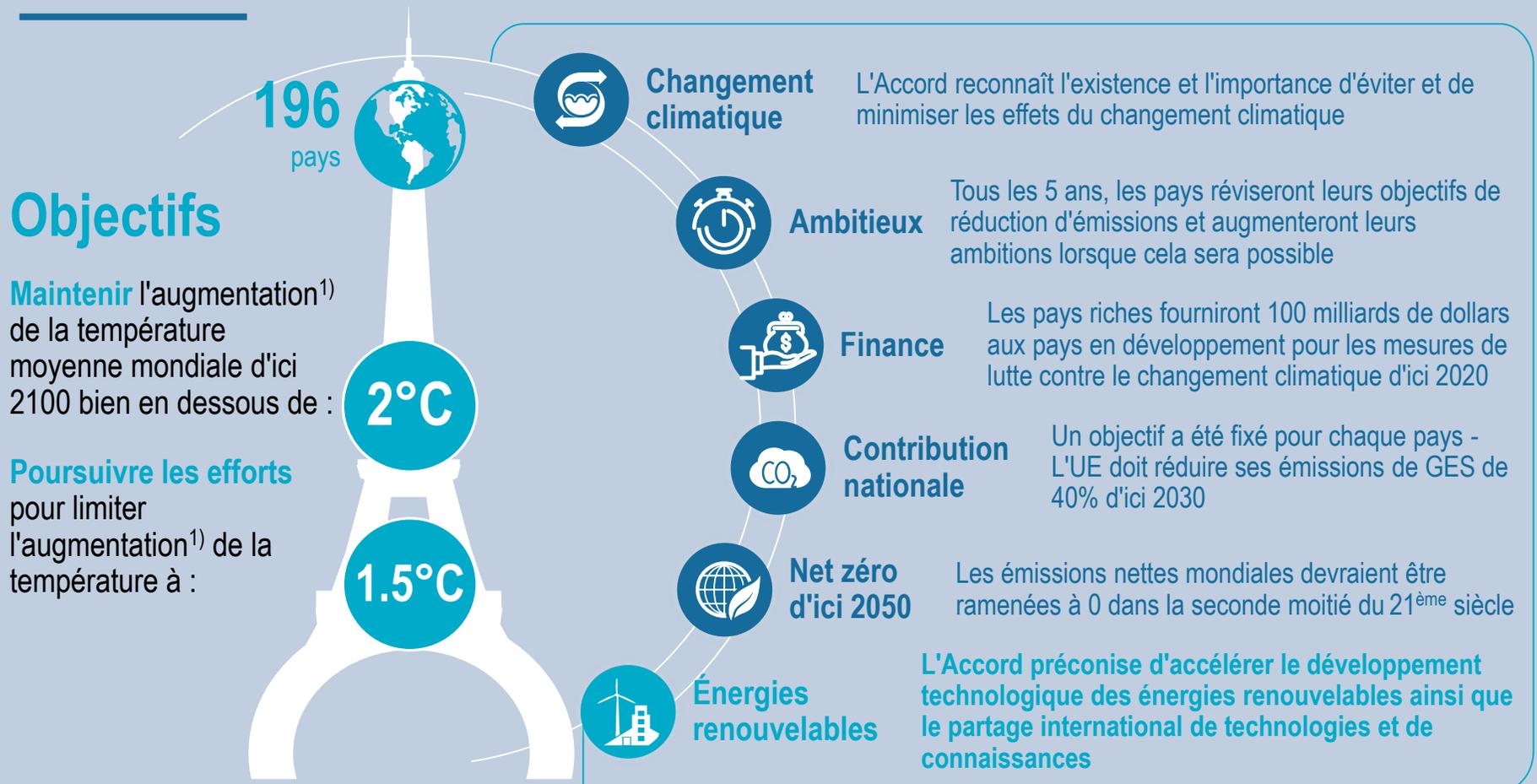


Page 29

1.

En 2015, 196 pays ont convenu de limiter le réchauffement de la planète à 2°C dans cadre de l'Accord de Paris sur le climat d'ici 2100

Accord de Paris sur le climat



1) Hausse de température moyenne de la planète entre 1850 et 2100, au-delà de laquelle les conséquences du changement climatique sur les écosystèmes sont jugées dévastatrices
Source : ONU, Roland Berger

1.

La tonne équivalent de CO₂ est utilisée comme référence des politiques climatiques

Rappel : 1Gt = 1 milliard de tonnes

Equivalent d'une tonne de CO₂...

...en volume

(plus qu'un bus à 2 étages)



...en distance

parcourue (transports)



1 aller-retour
Paris-NYC en avion
(par passager)



14 000 km
de voiture en ville

... en équivalent nourriture



250 kilos
de viande bovine



1,2 tonnes
de pain

... en émissions mensuelles selon les pays²⁾

1,2 Américain 

0,4 Français 

0,1 Indiens 

...en temps de production d'électricité

(pour une centrale fonctionnant à pleine capacité)



6 sec pour une centrale au charbon³⁾



10 sec pour une centrale au gaz⁴⁾

1) Bulle à pression atmosphérique et température ambiante 2) Emissions de CO₂ totales du pays ramenées par habitant par mois

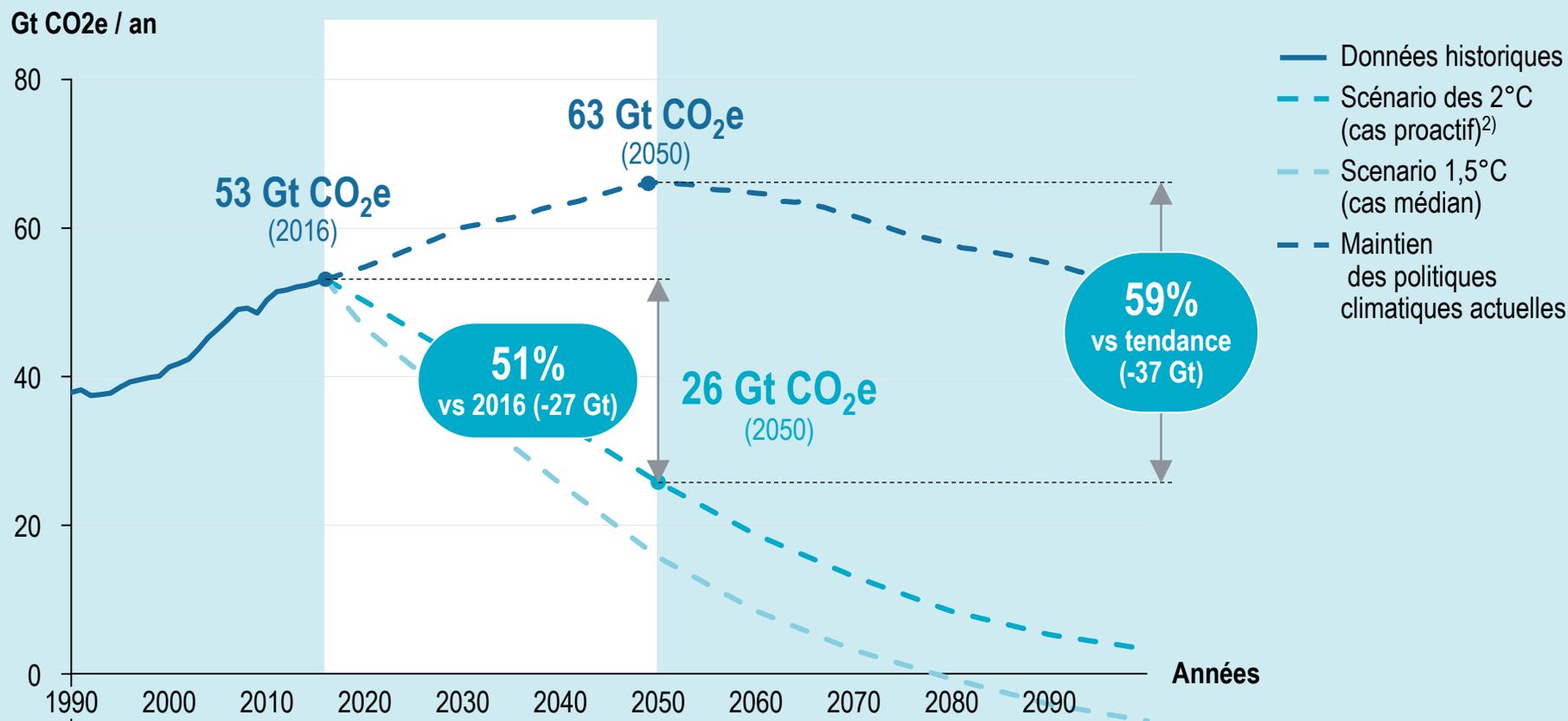
3) Hypothèses : puissance électrique de 750 MW, 820 kg de CO₂ émis par MWh produit 4) Hypothèses : puissance électrique de 750 MW, 490 kg de CO₂ émis par MWh produit

Source : ConsoGlobe, UNFCCC, EDF, Roland Berger

1.

Limiter le réchauffement à 2°C exige de réduire de moitié les émissions de GES d'ici 2050 par rapport à 2016

Émissions mondiales brutes de GES d'origine anthropique ¹⁾ [Gt CO₂e / an]

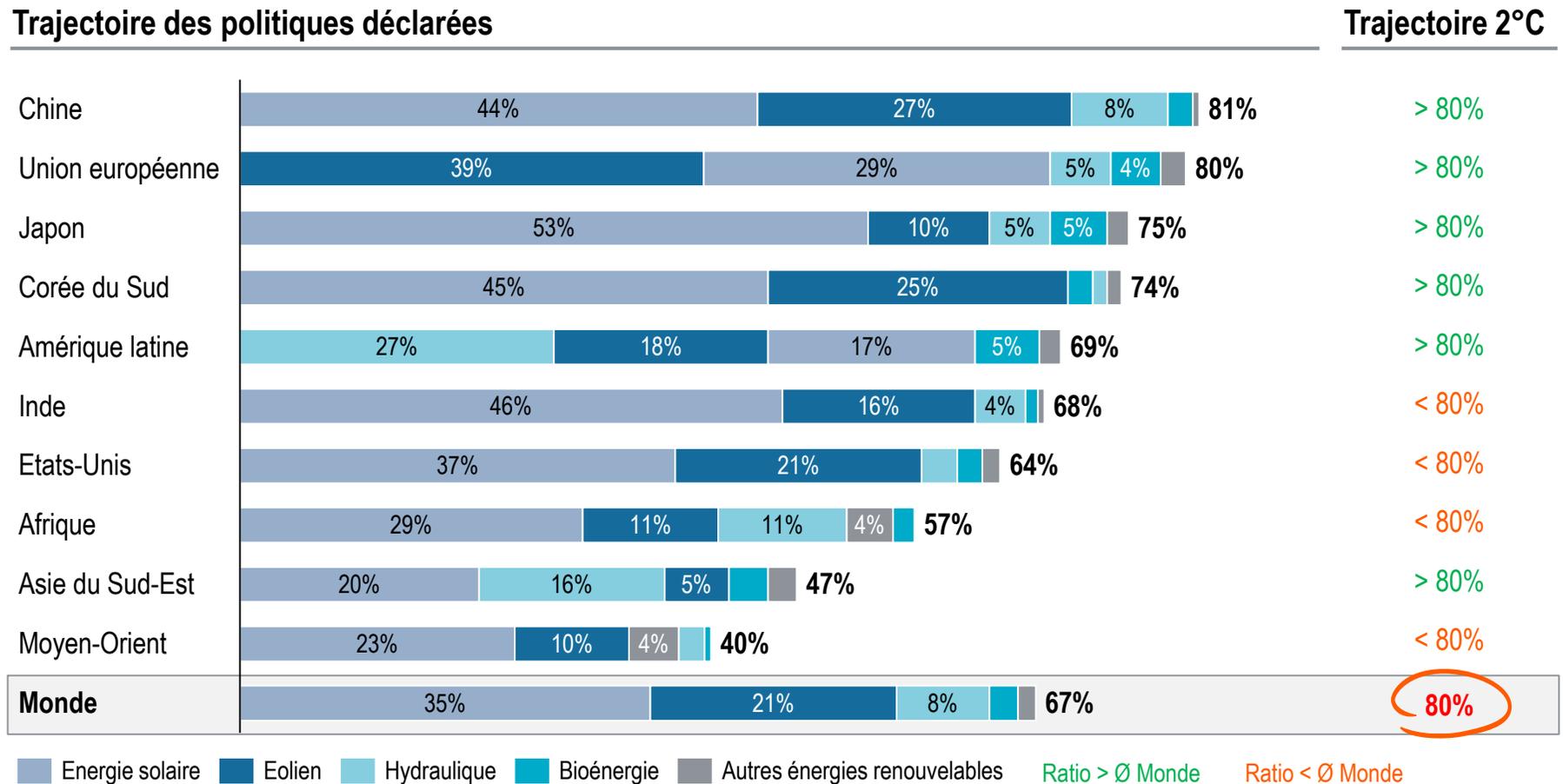


1) Données historiques disponibles jusqu'en 2014 inclus (données projetées pour 2015-2020 retraitées) 2) Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (IPCC) – Scénario median 2°C
Source : EDGAR database, GIEC, Roland Berger

1.

Dans la trajectoire 2°C, ~80% des capacités additionnelles de production déployées d'ici 2040 sont des énergies renouvelables

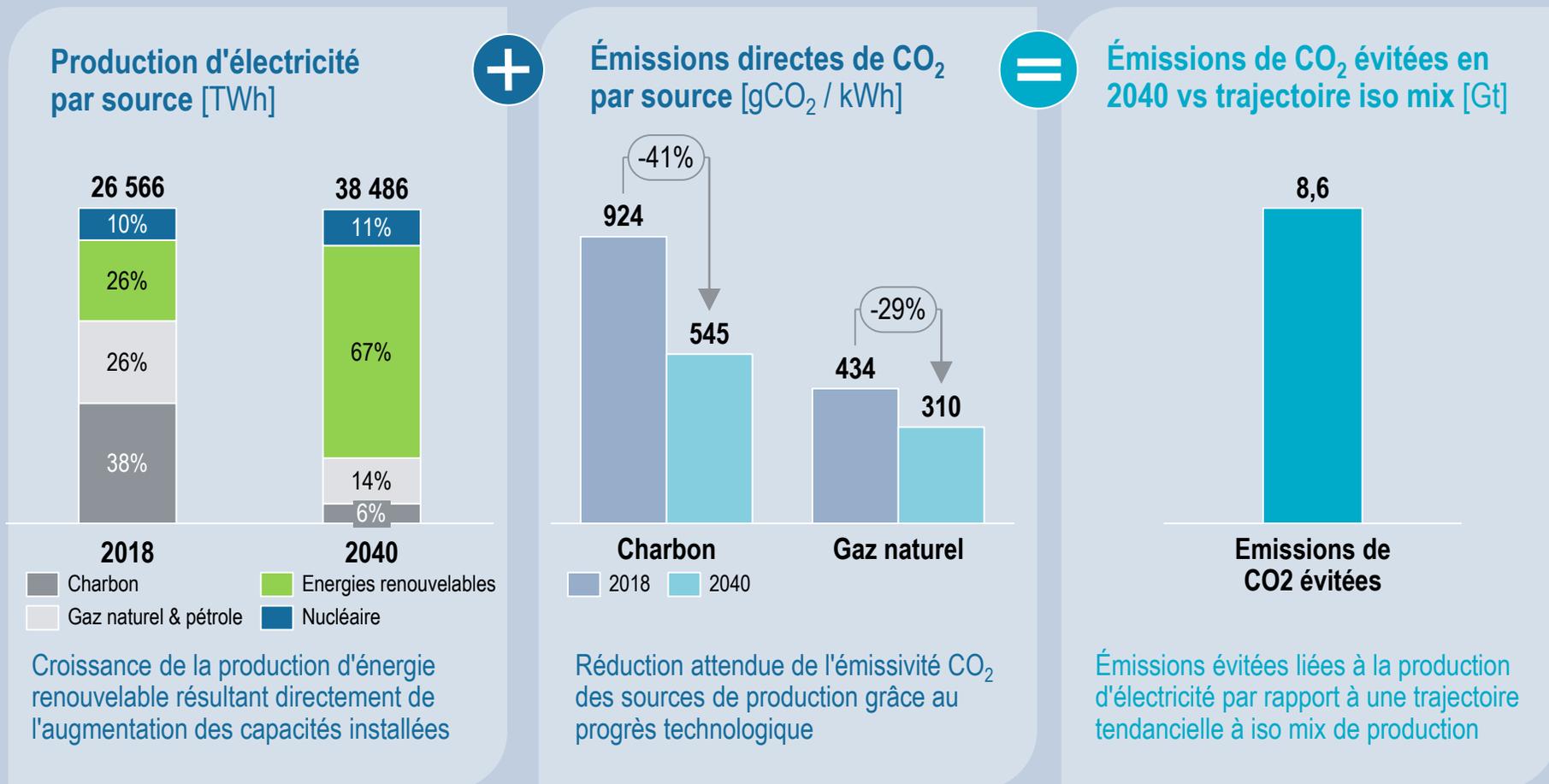
Part du renouvelable dans les capacités additionnelles de production [2019-2040]



1.

Les émissions de CO₂ devraient ainsi diminuer de 8,6 Gt en 2040 par rapport à une trajectoire tendancielle à iso mix de production

Estimation des émissions de CO₂ évitées en 2040 – Trajectoire 2°C

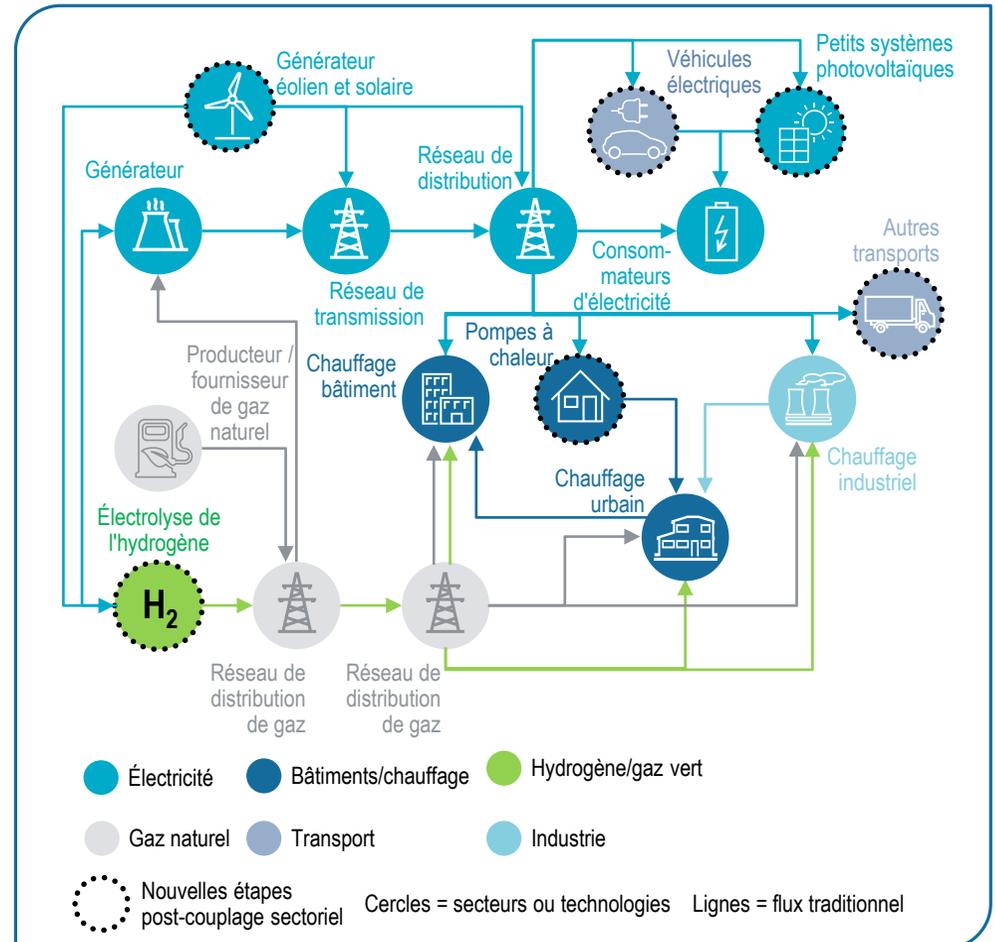


2.

En rendant les flux énergétiques interopérables, le couplage sectoriel permet de valoriser la production excédentaire

Couplage sectoriel – Présentation du concept

- > **Principe : optimisation combinée de différents flux d'énergie**, jusqu'alors disjoints, sur des sites complexes
- > **Source de valeur : récupération de l'énergie fatale jusqu'ici perdue**
- > **Moyen technique : stockage de l'énergie** sous la forme d'électricité (batterie), de chaleur ou d'hydrogène (synthétisé à partir d'électricité)
- > **Perspectives : développement grâce aux progrès technologiques** du digital (pilotage en temps réel / algorithmique), du renouvelable et du stockage (baisse des coûts)



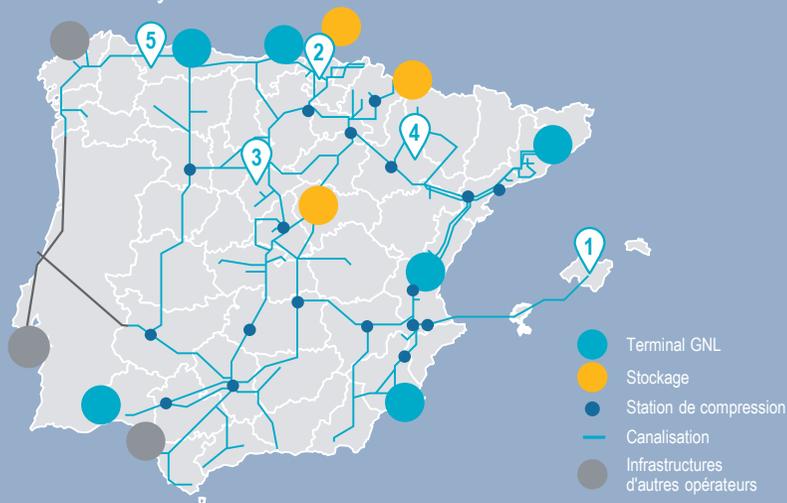
2.

À titre d'exemple, le projet Green Spider vise à interconnecter électricité, hydrogène et gaz naturel à large échelle en Espagne

Étude de cas – Projet Green Spider d'Enagas

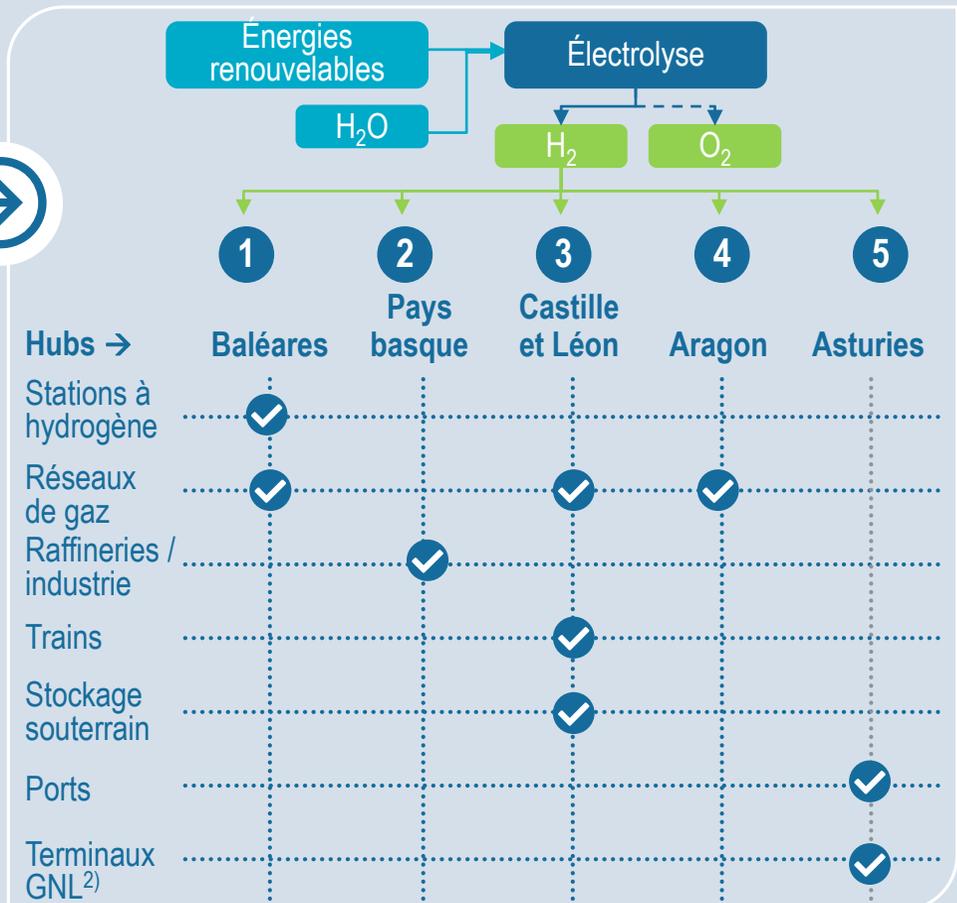
Projet Green Spider d'Enagas

- > **Production d'hydrogène vert** en Espagne, à partir d'électrolyseurs alimentés par des moyens de production renouvelables
- > Création de **5 hubs industriels** valorisant l'hydrogène produit de manière différente
- > Développement d'un **réseau pour exporter** vers le reste de l'Europe
- > **Chiffres clés** : 1 GW de renouvelable - 0,5 GW d'électrolyse - 2 Mds d'euros d'investissement



1) LOHC = Liquid Organic Hydrogen Carrier 2) GNL = Gas naturel liquéfié

Source : Enagas (Hydrogen for Climate Action – Green Spider project), Roland Berger



3.

L'électrification permet une amélioration progressive et considérable de l'efficacité énergétique de nombreux usages

Lien entre l'électricité et l'amélioration de l'efficacité énergétique



Efficacité accrue du moteur électrique par rapport au moteur thermique (transport, industrie)

Page 30

- > **Rendement** du moteur électrique intrinsèquement supérieur à celui du moteur thermique, combiné à une **moindre pollution locale**, entraînant une **substitution progressive** dans les secteurs des **transports** (véhicules électriques) et de l'**industrie**
- > Possibilité d'équiper les moteurs électriques de **variateurs de vitesse** permettant d'ajuster la vitesse au besoin en temps réel et ainsi de réduire fortement la consommation d'énergie associée



Développement des capteurs et compteurs connectés permettant d'optimiser la consommation

Page 31

- > Développement des **capteurs/ compteurs connectés** :
 - Donnant une vue fine et **en temps réel** sur la **consommation d'un bâtiment** (industriel, commercial, résidentiel) voire d'un **équipement** donné
 - Permettant d'**ajuster et d'optimiser les consommations électriques** en fonction des données reçues
 - Facilitant la bascule entre réseau et **autoconsommation**



Amélioration continue de l'efficacité énergétique des usages électriques

Page 32

- > **Baisse de la consommation électrique moyenne** des appareils électriques domestiques, permise par :
 - Le progrès technique et l'amélioration de leurs performances
 - Des consommateurs plus attentifs à leur impact environnemental
 - La rénovation thermique des bâtiments anciens

3.

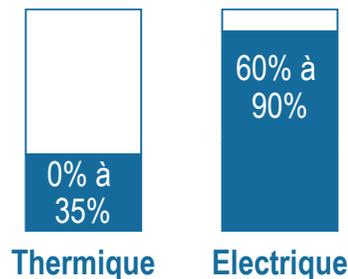
Plus efficaces énergétiquement que leurs homologues thermiques, les moteurs électriques se développent dans l'industrie et le transport

Étude de cas – Moteur électrique

Transport



Rendement énergétique typique d'un moteur

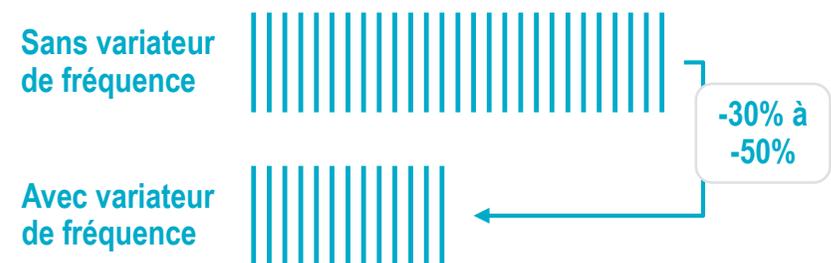


- > **Véhicules** électriques représentant à horizon 2050 **~10% de la consommation électrique** en Europe (contre seulement 1% en 2019)
- > **Efficacité énergétique** des moteurs électriques dans l'ensemble plus élevée que les moteurs thermiques (fonctionnant aux combustibles fossiles)
- > **Impact final** des moteurs électriques sur la baisse des émissions de gaz à effet de serre fortement dépendant du **mode de production de l'électricité**

Industrie



Consommation d'un moteur électrique



- > **Énergie** constituant un **poste clé de dépenses dans l'industrie**, se tournant de plus en plus vers les moteurs électriques, **intrinsèquement plus efficaces** que leurs homologues thermiques pour un certain nombre d'applications et contribuant à une diminution des pollutions locales
- > **Moteurs électriques** pouvant être équipés de **variateurs de vitesse** permettant d'ajuster la vitesse au besoin en temps réel (au lieu d'un fonctionnement en mode nominal à vitesse constante) et ainsi de **réduire fortement la consommation d'énergie** associée

3. À travers l'utilisation des objets connectés et du traitement de la donnée, l'électrification permet aussi d'améliorer l'efficacité énergétique

L'exemple des capteurs et compteurs électriques – Principaux avantages

NON EXHAUSTIF

Mesure en temps réel de la consommation d'électricité, segmentée par usage



Particuliers

- > **Responsabilisation et sensibilisation du consommateur** : meilleure maîtrise de la consommation en direct permettant de réaliser des économies d'énergie à terme
- > **Facturation** par rapport à la consommation réelle



Industrie

- > **Réajustement quasi-instantané** (p. ex. en fonction du prix de l'électricité)
- > **Ciblage des économies d'énergie** dans la durée (p. ex. fonctionnement d'équipements industriels connectés à leur point de rendement maximal, alertes sur la consommation de certains équipements)



Secteur tertiaire

- > Facilitation de la **consommation d'énergies renouvelables auto-produites** : bascule en temps réel de l'autoconsommation d'énergies renouvelables vers des échanges avec le réseau national en cas d'intermittence

In fine, moindre besoin de nouvelles centrales électriques : meilleure gestion de la consommation d'électricité permettant la limitation des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES)

3.

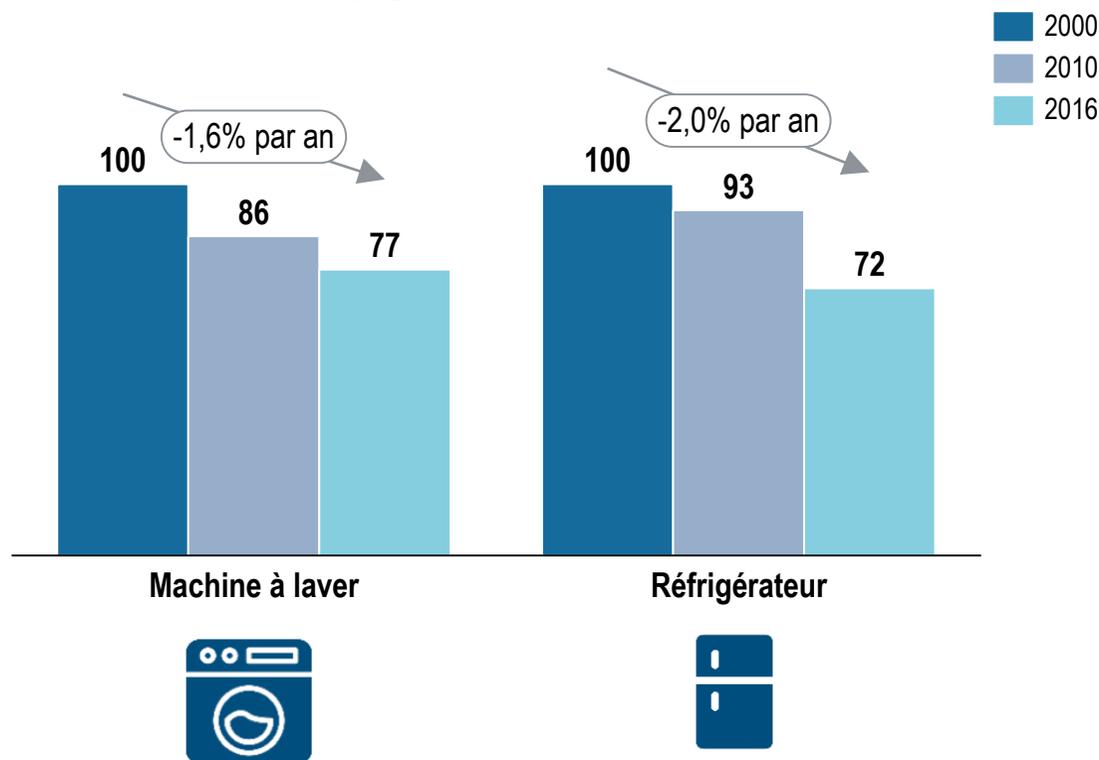
Enfin, les usages électriques font l'objet d'une amélioration continue de leur efficacité énergétique



Étude de cas – Usages électriques

Consommation moyenne d'électricité d'appareils domestiques

[Base 100 en 2000 ; Europe]



> **Principaux facteurs contribuant à la baisse moyenne de la consommation d'énergie des appareils électriques ménagers :**

- **Progrès technique** : nouveaux appareils intrinsèquement plus performants et moins consommateurs d'énergie
- **Comportement plus responsable** des usagers
- **Rénovations thermique des logements** : meilleure isolation réduisant la consommation électrique associée au chauffage ou à la climatisation)

> **Agrandissement progressif des logements**, contribuant à une augmentation des consommations ne remettant pas en cause les gains d'efficacité énergétiques

Si une décroissance économique s'avère nécessaire, l'électrification sera d'autant plus indispensable

Impact d'un scénario de décroissance économique volontariste sur l'électrification

L'électricité reste essentielle au développement humain

100% de la population mondiale devra avoir accès à l'électricité dès 2030 pour garantir le respect de la trajectoire de +2°C

Exemples d'impact sur le développement humain :

- > Meilleur accès à l'éducation
- > Développement accru du système de santé

2 conditions sont nécessaires, mais non suffisantes (changements plus profonds des modes de vie requis), à la réalisation d'un scénario de décroissance économique volontariste

Condition technique

Amélioration continue de l'efficacité des usages dans tous les secteurs (bâtiment, industrie, transport)

Effet de substitution : bascule d'usages très polluants vers l'électricité

1
Efficacité énergétique

2
Sobriété énergétique

Condition comportementale

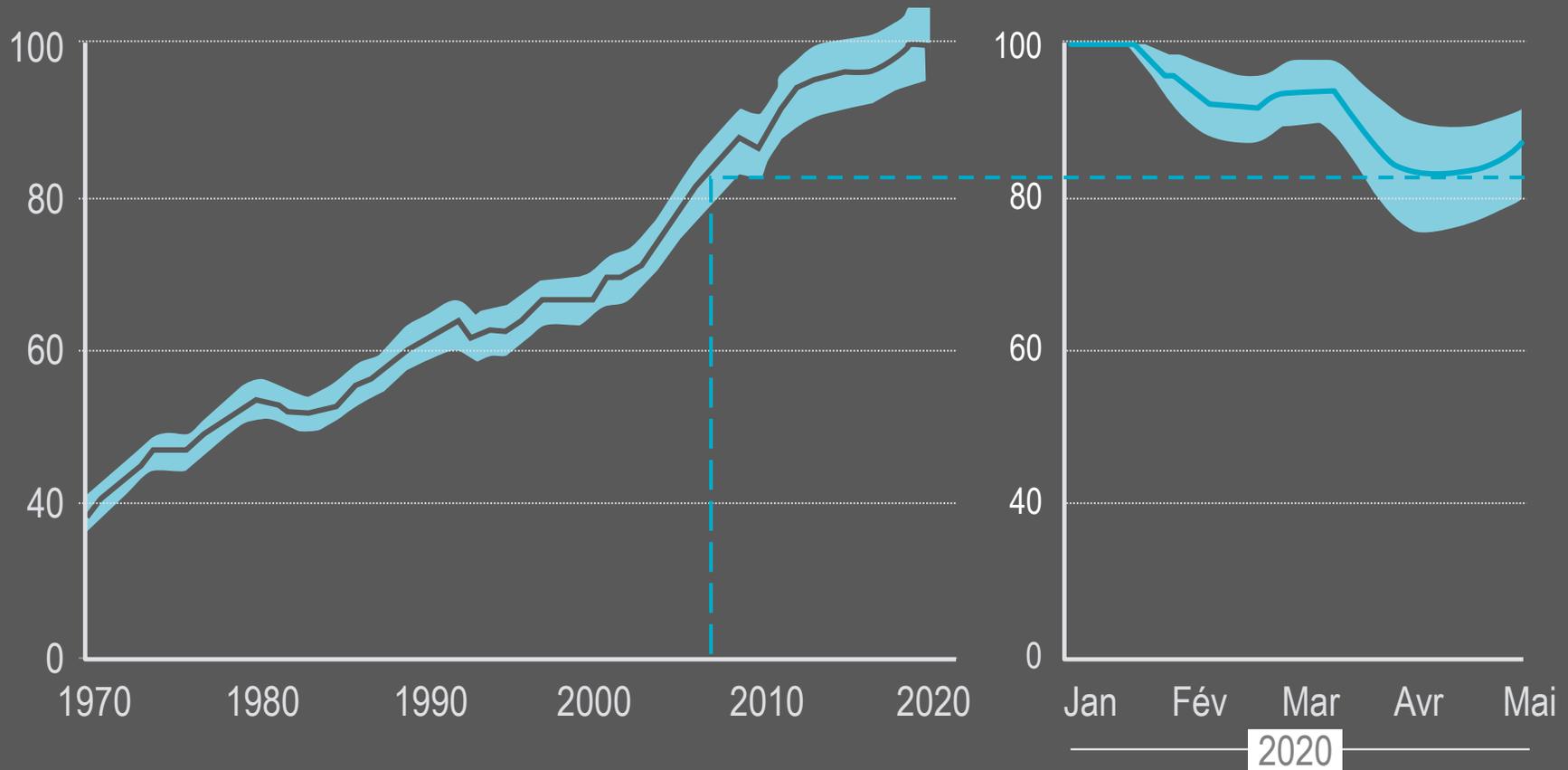
Favorisation de certains secteurs alternatifs (transport doux)
Favorisation de nouveaux comportements (télétravail) et acceptation de la réduction du niveau de confort (climatisation)

Le saviez-vous ?

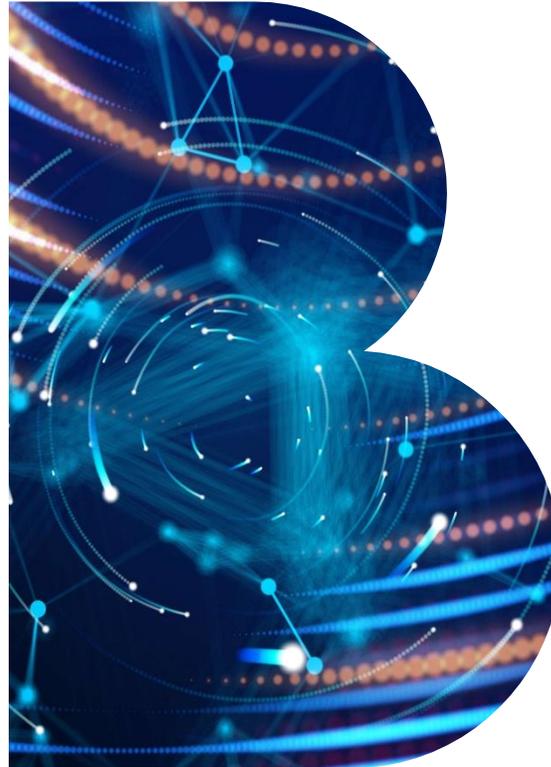


Si la baisse des émissions mondiales de CO₂ d'origine fossile pendant la crise du Covid-19 était impressionnante, leur niveau n'a fait qu'égaliser la moyenne de 2010

Émissions quotidiennes moyennes de CO₂ d'origine fossile [Mt CO / jour]



C. Apport de l'électrification au développement de nouveaux modèles économiques



Au-delà des acteurs historiques, de nouveaux modèles économiques et acteurs émergent dans l'écosystème électrique

Impact de l'électrification sur les modèles économiques – Synthèse

Modèles décentralisés

Emergence de **nouveaux acteurs** aux modèles d'affaires liés à la décentralisation de l'énergie



Modèles *Energy As a Service*

Emergence de **nouveaux modes de portage et de vente** de l'énergie, associés à l'usage et non à l'actif



Nouveaux intermédiaires

Emergence de **nombreuses start-up "digitales"**, s'appuyant sur la technologie et se posant en nouveaux intermédiaires



Au-delà des acteurs historiques, de nouveaux modèles économiques et acteurs émergent dans l'écosystème électrique

Apports de l'électrification au développement de **nouveaux modèles économiques**



La **décentralisation de la production** de l'électricité a contribué à l'émergence de nouveaux acteurs au côté des acteurs historiques : agrégateurs de production et de flexibilité, courtiers en énergie, plateformes *peer-to-peer* mettant en relation producteurs et consommateurs



Suivant la tendance déjà opérée dans de nombreux secteurs, **l'énergie bascule progressivement vers un modèle "as a service"** en repositionnant les acteurs sur la chaîne de valeur : p. ex. flexibilisation des utilisations, paiements au service rendu et non plus pour l'infrastructure



De nombreuses **start-ups** "digitales" fournissent des **services de gestion des actifs et de l'énergie appuyés sur la technologie** et se posent en **nouveaux intermédiaires**

Ces modèles sont principalement liés à la décentralisation de la production et au développement de nouveaux services

Impact de l'électrification sur les modèles économiques – Agenda



1

Développement de nouveaux modèles liés à la décentralisation de la production

Page 39

2

Bascule de la fourniture d'une commodité vers un modèle d'Energy as a Service

Page 41

3

Emergence de nouveaux intermédiaires "digitaux" combinant matériel, logiciels et analyses de données

Page 43

1.

La décentralisation de la production de l'électricité a contribué à l'émergence de modèles alternatifs à celui des acteurs historiques

Modèles économiques et activités liés à la décentralisation de l'énergie

NON EXHAUSTIF

Agrégateurs (flexibilité)



- > **Intermédiaires** facilitant l'accès au **marché de capacité** pour les "petits acteurs" (y compris consommateurs) : **agrégation** et **valorisation de la flexibilité** de ces acteurs, rémunérés sur base de la disponibilité de leur **installation d'effacement**
- > **Solution permettant au client de refuser l'effacement** dès qu'il le souhaite (prise de risque pour l'agrégateur)



Agrégateurs (production) & développeurs



- > Agrégateurs d'offre (capacités) et de demande (besoins) via la **création de centrales électriques virtuelles** (VPP : Virtual Power Plant) pilotables à distance et en temps réel
- > Solution se substituant aux **contrats d'obligation d'achat** et permettant aux petits producteurs d'accéder au **marché de l'électricité**



Courtiers en énergie



- > Places de marché **faisant correspondre l'offre et la demande** entre les accords de prix des produits de base et les principaux fournisseurs
- > Places de marché en peer-to-peer pour les **services de flexibilité**



Acteurs de mise en relation "peer-to-peer"



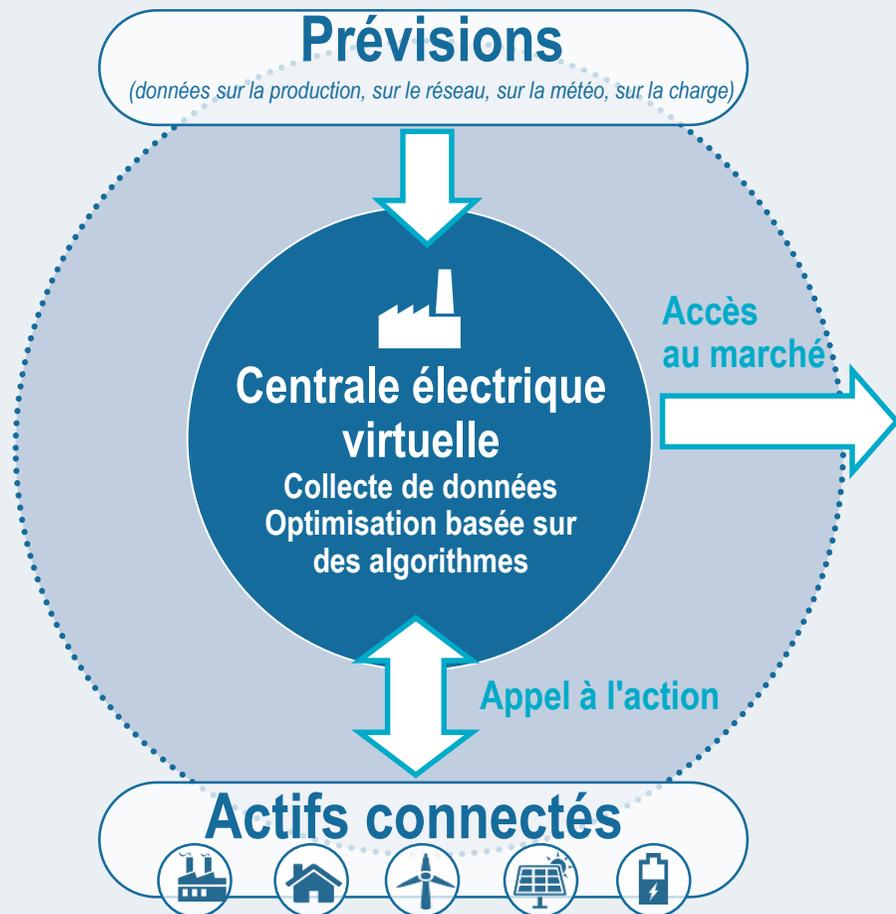
- > **Mise en relation directe entre consommateurs et producteurs** (désintermédiation)
- > Solution visant principalement à fournir des **énergies vertes et auto-produites** et à rendre transparente et compréhensible la politique de prix
- > Parcours de souscription **100% digital**



1.

Un agrégateur pilote et valorise des capacités décentralisées sur les marchés de l'énergie, via des systèmes d'information performants

Étude de cas – Agrégateur : chaîne de valeur d'une "centrale électrique virtuelle"



Concept de la centrale virtuelle électrique (VPP)

Portefeuille d'actifs de production exploité par un gestionnaire d'actifs afin de **regrouper et d'optimiser l'accès au marché** pour les acteurs décentralisés, parfois avec un stockage à petite échelle

Exploitation des unités de production regroupées comme une **ressource unique**

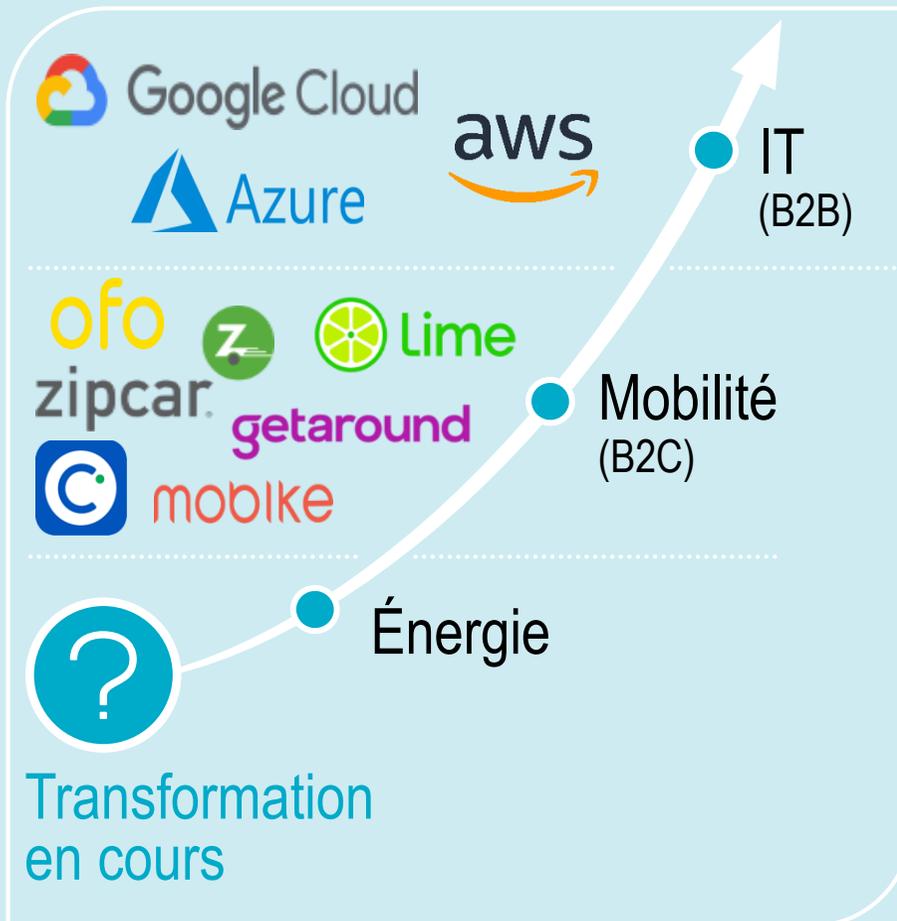
Optimisation de la centrale virtuelle via sa **mise en réseau**

Association au concept de « l'Internet de l'Énergie » : réseau équipé de nombreuses **technologies de l'information** permettant le **contrôle à distance et en temps réel** des moyens de production (par exemple selon la météo, l'évolution des prix de l'électricité, etc.)

2.

Suivant la tendance déjà opérée dans de nombreux secteurs, l'énergie bascule progressivement vers un modèle "as a service"

Energy as a Service (EaaS) – Explication du concept



Les 5 spécificités de l'Energy as a Service



Nouvelle proposition: regroupement de multiples services avec garantie d'un niveau minimum, concentration de l'offre sur le parcours client



Infrastructure financée par des services (et non plus par la commodité): facturation des clients basée sur la quantité de services utilisés



Contrats flexibles : changement de la typologie des contrats B2B (non alignés sur la durée de vie des infrastructures - 10, 20, 40 ans)



Large clientèle : compensation de la baisse de la durée des contrats à travers une clientèle plus large, afin d'assurer des revenus suffisants



Marché plus direct : normalisation de la vente directe via le numérique contrairement au schéma historique (vente en gros + vente au détail B2B - contournement des intermédiaires)

2.

Plusieurs modèles commerciaux "as a service" sont possibles et cumulables – Les acteurs qui captent la valeur ajoutée évoluent

Modèles économiques liés à la servicisation de l'énergie

<p>Grands drivers du modèle "as a service"</p> <p>Sociétaux</p> <ul style="list-style-type: none"> > Valorisation de l'économie du partage > Diminution de la valeur perçue à la possession (Millenials) <p>Corporate</p> <ul style="list-style-type: none"> > Concentration sur le cœur de métier et externalisation des autres fonctions > Lissage et budgétisation des dépenses (des CAPEX aux OPEX) > Mutualisation des risques liés aux actifs et diminution de la taille des bilans <p>Technologiques</p> <ul style="list-style-type: none"> > Facilitation du partage grâce au digital 	 <p>Détention (achat)</p>	 <p>Financement (leasing)</p>	 <p>Abonnement (pay-per-use)</p>	 <p>Plateforme (pooling)</p>
Définition	Fourniture d'une solution de financement de l'actif du client	Location d'un actif sur une période définie	Mise à disposition de l'actif pour un client unique à la demande, rémunération fixe et/ou variable	Mise à disposition de l'actif pour plusieurs clients à la demande, rémunération fixe et / ou variable
Possession de l'actif	Client	Client	Fournisseur	Fournisseur
Risque	> Défaut	> Intercontrat > Coûts liés à l'usage	> Taux d'utilisation > Coûts liés à l'usage	> Taux d'utilisation > Disponibilité de l'actif si utilisation simultanée > Coûts liés à l'usage
Rendement	Faible	Moyen	Elevé	Elevé

Avec le modèle "as a service", la valeur ajoutée est progressivement capturée par les fournisseurs d'équipements technologiques et de services (dont plateformes), et non plus les fournisseurs historiques de commodités

3.

Des start-up "digitales", nouveaux intermédiaires, fournissent des services technologiques (capteurs, données, logiciels)

Modèles économiques liés aux "smart buildings" and "smart grids"

NON EXHAUSTIF

Catégories

Solutions proposées



Planification des investissements réseaux

- > **Solutions logicielles** facilitant le travail des **planificateurs de réseaux**
- > Exemples : jumelage numérique, solution de planification des investissements



Gestion du réseau

- > Solutions basées sur les données, permettant la **maintenance prédictive**, l'**évaluation des performances** du réseau et des pertes d'énergie, ainsi que la **surveillance en temps réel** et l'**analyse historique** de la charge et de la congestion (pilotage dynamique)
- > Exemples : vision en temps réel de l'état du réseau, aide à l'exploitation des données des compteurs intelligents



Surveillance de l'état des câbles

- > Suivi de l'état des câbles et **détection des défauts** grâce aux technologies basées sur les **signaux et les ondes**
- > Exemples : suivi précis de l'état des câbles sur tout le réseau, réduction des risques de défaillances de câblage



Gestion des données sur la consommation d'énergie

- > Utilisation de **données provenant de capteurs existants / propriétaires** pour proposer des **solutions logicielles optimisant la consommation d'énergie** (principalement utilisées dans les bâtiments)
- > Exemples: optimisation de la consommation d'énergie des bâtiments via des dispositifs IoT (objets connectés), mise à disposition d'un hub de données au service de l'exploitation de données propres

Startups



Le saviez-vous ?



Le concept de Smart City n'est pas nouveau mais encore très peu de villes ont réussi à le mettre en œuvre de façon concrète sur un périmètre étendu



Les auteurs de cette étude répondront volontiers à vos questions, commentaires ou suggestions

Auteurs



Fages, Emmanuel
Partner

emmanuel.fages@rolandberger.com
+33 1 53 67 03 90



Maisonnier, Baptiste
Principal

baptiste.maisonnier@rolandberger.com
+33 1 53 67 09 45



Fournier, Dimitri
Project Manager

dimitri.fournier@rolandberger.com
+33 1 70 39 41 36

Roland
Berger

THINK:ACT

