

# Le marché de la flexibilité énergétique

## Une opportunité pour les opérateurs d'infrastructure de télécommunications

**Nadia Mouawad,  
Azeddine Gati,  
Roberto Kung,  
Aneta Melaniuk**

Orange

**Le marché de la flexibilité s'avère très prometteur pour les acteurs d'infrastructures et pour les opérateurs de télécommunications en leur permettant d'allier à la fois résilience énergétique et monétisation de leur capacité de stockage et de production.**

### Introduction

L'objectif de cet article est de présenter les réflexions d'Orange sur la flexibilité énergétique.

Selon le Rapport d'activité publique d'Orange de décembre 2022, les réseaux consomment plus de 85 % des besoins énergétiques du groupe et les bâtiments en consomment environ 15 %. Au vu des résultats financiers, cette consommation représente un coût important pour l'entreprise. De ce fait, Orange mène des actions pour réduire ses émissions de CO<sub>2</sub> et sa consommation d'énergie. Ainsi, Orange a réduit sa consommation totale d'énergie de plus de 19 % sur la période 2019-2022.

La crise énergétique de 2022 et les appels à se préparer aux coupures de courant de l'hiver 2023 ont accru le besoin de résilience énergétique. Un opérateur d'infrastructure comme Orange doit alors faire face aux défis suivants :

- Volatilité des prix de l'énergie induit par le contexte international ;
- Intermittence des énergies renouvelables ;
- Adaptation au changement climatique ;
- Résilience énergétique.

Dans ce contexte, Orange se prépare en étudiant les améliorations de l'autonomie des réseaux, principalement en augmentant les capacités de stockage de secours (batteries, groupes électrogènes,...). Par exemple, Orange pratique en France la coupure des installations électriques des locaux techniques, une heure par jour, pour réduire la consommation électrique.

D'autre part, Orange souhaite bénéficier d'une fourniture d'énergie résiliente et abordable, en tenant compte de la volatilité des prix de l'énergie.

### Flexibilité énergétique : les principes

La publication *Flexibility for resilience - Publications Office of the EU*<sup>1</sup> souligne l'importance de la flexibilité énergétique

<sup>1</sup> [www.europa.eu](http://www.europa.eu)

pour améliorer la résilience du réseau. Elle s'appuie sur les enseignements tirés des projets menés en Europe pour la protection de l'intégrité du système dans lesquels les solutions de flexibilité, telles que le contrôle rapide de la charge et de la production distribuée, peuvent être utilisées pour améliorer les systèmes de protection existants.

Par définition, la flexibilité est la capacité d'adapter la production et/ou la consommation d'électricité d'un système pour une période donnée, afin de contribuer à l'équilibre entre l'offre et la demande du système électrique. Cet équilibre est atteint grâce à une série de décisions, soit à long terme, soit en temps réel, basées sur deux catégories principales de flexibilité à savoir :

- La flexibilité industrielle (au niveau des entreprises) : lorsque la consommation est réduite sur un ou plusieurs sites industriels (en arrêtant des processus ou

**“ Par définition, la flexibilité est la capacité d'adapter la production et/ou la consommation d'électricité d'un système pour une période donnée, afin de contribuer à l'équilibre entre l'offre et la demande du système électrique. ”**

en passant à l'autoconsommation). Ce type de réponse à la demande peut être proposé soit directement par l'utilisateur industriel, soit par l'intermédiaire d'un agrégateur ou d'un fournisseur.

- La flexibilité distribuée (niveau du consommateur) : l'agrégation, par l'intermédiaire d'un agrégateur ou d'un fournisseur, d'actions de flexibilité individuelles portant sur des volumes plus faibles, toutes réalisées en même temps par des clients résidentiels ou professionnels.

Les actions de flexibilité peuvent être monétisées via deux mécanismes :

- La flexibilité implicite : le client est encouragé à moduler sa puissance pour optimiser sa facture par le biais d'un tarif d'électricité dynamique, qui variera de simples prix jour et nuit à des prix très dynamiques basés sur les prix de gros horaires. La contractualisation et la rémunération se font uniquement avec le fournisseur d'électricité.

- La flexibilité explicite : les ressources de flexibilité agrégées sont échangées sur les marchés d'équilibrage et, le cas échéant, sur les marchés de capacité. Les consommateurs reçoivent des paiements directs pour modifier leurs habitudes de consommation (ou de production) sur demande, déclenchée par exemple par une contrainte sur le réseau. Les consommateurs peuvent tirer profit de leur flexibilité de consommation individuellement (en vendant des blocs d'énergie sur les marchés de gros) ou par le biais d'un contrat avec un agrégateur. Contrairement à la flexibilité implicite, cette démarche est effectuée indépendamment du fournisseur d'électricité. La flexibilité explicite est rémunérée de manière cumulative par une action portant sur :

- la capacité : engagement sur des plages horaires où la production peut être modulée, ou la consommation diminuée. Paiement fixe pour la disponibilité en €/MWh.

- l'énergie (MWh) : rémunération pour l'activation effective de la flexibilité pour la puissance et la durée sous-critées en €/MWh.

## Les opportunités de l'énergie flexible pour Orange

Un opérateur comme Orange, présent dans une trentaine de pays et avec plus de 200 millions de clients, dépense pour l'énergie 1 à 2 % (soit 500 millions à 1 milliard d'euros) de son revenu total. Pour Orange, les opportunités d'utilisation de flexibilité énergétique, implicite ou explicite, concernent :

- les réseaux ;
- les sites tertiaires ;
- la flotte de véhicules électriques ;
- le domaine des clients.

Orange est présent en Europe, Afrique, Moyen Orient, et doit tenir compte des situations particulières de chaque pays. Nous citerons, dans cet article, surtout les exemples d'Orange en France (OFR), et en Pologne (OPL).

Le tableau 1 liste des exemples d'opportunités d'utilisation de la flexibilité.

## Flexibilité pour les réseaux

### Contexte

Il y a des milliers de batteries de différentes capacités installées dans les réseaux fixes et mobiles. Par exemple en France, Orange dispose de plus de 25 000 sites mobiles avec une capacité des batteries entre 15 minutes et 2 heures, suivant la criticité du site. Ces batteries peuvent avoir une courte auto- ●●●

Actifs	Pays	Scénarios	Maturité	Commentaires
Réseaux	OFR	Batteries en backup réseau fixe	Oui	Utilisation de batterie au plomb
	OPL	Batteries en backup réseau mobile	Oui	Décalage dans le temps et batterie Li-ion
	OFR	InfraCo locale entre plusieurs opérateurs	Non	Complexité de mise en œuvre
Sites tertiaires	OFR	Profil de consommation flexible des bâtiments	Moyenne	Au préalable, les actions de sobriété sont plus intéressantes
Véhicules électriques	OFR	Flexibilité avec les stations existantes de recharge	Moyenne	Des contraintes des fournisseurs de stations de recharge.
		Flexibilité avec les stations de recharge V2G (Vehicle-to-grid)	Non	Standardisation V2G pas encore mature
Domaine client	OFR OPL OSP OBE	Distribution de solutions tiers de flexibilité aux clients	Oui	Opportunité de revenu
		Gestion de services de flexibilité aux clients	Non	Opportunité de revenu

Tableau 1 : Opportunités de flexibilité énergétique chez Orange (source Orange).

- nomie et être intégrées dans l'équipement réseau (par exemple, une armoire extérieure pour une station de base mobile) ou être dédiées à la sauvegarde de plusieurs équipements dans un bâtiment avec une autonomie plus longue. En fonction des besoins d'autonomie et de puissance, les batteries peuvent être combinées avec d'autres sources d'énergie telles que des groupes électrogènes.

## Flexibilité explicite avec les batteries de secours

En France, compte tenu de la grande disponibilité du réseau électrique, à l'exception bien entendu de catastrophe climatique, il est possible pour Orange d'utiliser les batteries de secours, en général relativement peu sollicitées, pour contribuer à un service de flexibilité sous certaines conditions et limites (figure 1) avec un agrégateur :

- contrat avec l'agrégateur Flexcity depuis 2017 pour des milliers de sites du réseau fixe ;
- participation aux mécanismes de capacité.

## Flexibilité implicite et intérêt du mécanisme

Les mécanismes de flexibilité implicite dépendent de la tarification des opérateurs d'énergie :

- **Réseaux France** : La flexibilité implicite n'a d'impacts que sur la partie fourniture. Les économies sont basées sur l'écart

## “ Orange Pologne étudie la possibilité d'exploitation de la flexibilité implicite (Time Shifting) en utilisant des batteries Li-ion sur les sites mobiles.”

entre le tarif d'électricité le plus élevé et celui le plus bas, entre les heures pleines et les heures creuses. L'impact sur la partie distribution est négligeable ;

- **Réseaux Pologne** : La flexibilité implicite a un impact sur la distribution et la fourniture. Les économies proviennent principalement du tarif de distribution variable et des frais de capacité, c'est-à-dire d'une réduction sur la facture d'énergie pour un profil de consommation uniforme, spécifique à la Pologne. En ce qui concerne la fourniture, les économies sont principalement basées sur l'écart entre les prix au comptant.

## Scénario «Batteries en backup» pour réseau fixe (cas de la France)

Les risques de coupure d'électricité, le réchauffement climatique et les prix des marchés de flexibilité modifient les besoins et l'utilisation des batteries, qui passent d'un simple mode «flottant» à un mode «d'assistance au réseau».

La stratégie de flexibilité est fondée sur la participation aux mécanismes de capacité et d'équilibrage et la possibilité de bénéficier de la recharge des batteries en heures creuses. L'étude compare les batteries plomb calcium aux batteries au plomb rechargeables (*cycling lead*

*batteries*): plomb pur, plomb carbone et Li-ion.

Les résultats semblent montrer l'intérêt de cumuler la flexibilité implicite (déplacement des heures pleines vers les heures creuses) et explicite. Avec ces mécanismes de flexibilité, la meilleure solution est de remplacer les batteries plomb calcium par des batteries au plomb (plomb pur/plomb carbone), plus rentables que les batteries Li-ion. Par ailleurs, ce remplacement permet des recharges partielles dite PSOC (*Partial State Of Charge*), une durée de vie plus longue et par conséquent une meilleure résilience.

Il est cependant nécessaire de souligner d'une part les incertitudes sur les marchés de flexibilité implicite et explicite et d'autre part sur les hypothèses relatives à la durée de vie, qui peuvent remettre en cause l'intérêt économique du scénario (la durée de vie d'une batterie peut varier de 7 à 10 ans suivant le nombre de cycles de recharge).

## Scénario «Batteries en backup» pour réseau mobile (cas de la Pologne)

Orange Pologne étudie la possibilité d'exploitation de la flexibilité implicite (*Time Shifting*) en utilisant des batteries Li-ion sur les sites mobiles. Les bénéfices de la flexibilité implicite sont principalement basés sur la variation de l'écart des prix spot, le tarif de distribution variable et les frais de capacité (c'est-à-dire une réduction sur la facture d'énergie pour un profil de consommation uniforme, spécifique à la Pologne). La flexibilité explicite n'est pas prise en compte en raison de la réglementation du marché : les petites entreprises n'ont pas la possibilité de participer aux ser-

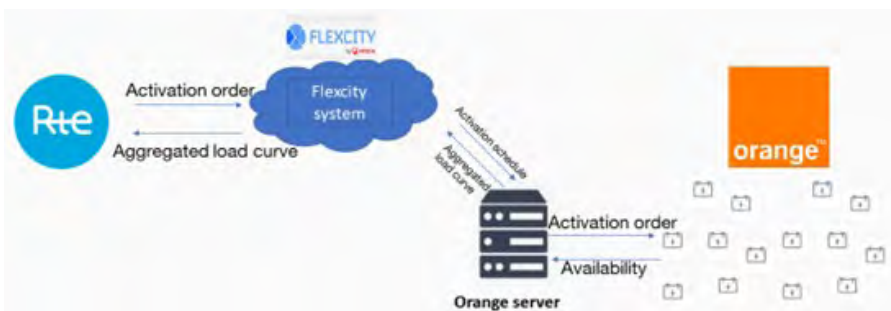


Figure 1 : Scénario de contribution par Orange à un service de flexibilité (source Orange).

vices de fréquence et le marché de la capacité impose des batteries de secours d'une durée minimale de quatre heures, ce qui implique des investissements supplémentaires pour assurer la capacité des batteries.

L'étude a été menée pour les réseaux mobiles car les sites sont équipés d'un système d'alimentation électrique surveillé qui permet une flexibilité implicite. Des batteries Li-ion sont utilisées pour la flexibilité implicite en raison de la nécessité de répondre au signal des prix spot une ou deux fois par jour.

L'intérêt du scénario dépend principalement des tarifs des distributeurs, ce qui était le cas pour certains fournisseurs, et du coût des systèmes BESS (*Battery Energy Storage System*) qui permet de contrôler le lithium des batteries Li-ion.

### **Scénario de partage local entre plusieurs opérateurs**

Le scénario est basé sur un partage opportuniste entre plusieurs opérateurs du même pays dans une zone commune pour réduire la consommation d'énergie de la manière suivante :

- Un opérateur (l'hôte) acheminera le trafic des autres opérateurs qui réduiront la consommation d'énergie de leurs réseaux par un arrêt complet ou une mise en veille de leur infrastructure ;
- Le partage est activé pendant les périodes opportunistes (c.à.d. à la volée et à la demande des opérateurs). Ce partage pourra se faire en mode de gré à gré entre des opérateurs pendant les heures creuses par exemple. La solution se fera en mode itinérance locale chez les opérateurs qui ont la capacité de gérer le trafic d'autres acteurs sans perte de qualité de service (par exemple pendant la nuit) ;
- Le choix de l'hôte ou des hôtes se fait de manière dynamique sur la base

d'exigences économiques et techniques telles que la capacité, la qualité de service, les coûts, etc.

Les hypothèses du scénario sont les suivantes :

- Colocalisation des opérateurs (zone de chevauchement) ;
- Les stations de base sont dimensionnées pour répondre à la demande de trafic de pointe ;
- Les opérateurs ont un design radio similaire équivalent ;
- Partage des informations entre les opérateurs ;
- Un dimensionnement sur 100 stations de base (rappel : Orange en possède un peu moins de 100 000 en France).

Les contraintes à lever sont réglementaires et techniques :

- Les conditions légales/réglementaires : il faut vérifier auprès des autorités nationales les obligations de couverture liées à la licence et vérifier les règles d'itinérance internationale et nationale ;
- La faisabilité technique : désactivation de la cellule/fermeture des fréquences, sommeil profond, désactivation du site, etc. C'est techniquement possible de mettre à jour l'identité internationale de l'abonné mobile (IMSI) dans les réseaux de manière dynamique (dans le temps et l'espace) pour accueillir les abonnés des concurrents et gérer la reconnexion des appareils à leur réseau d'origine après le partage ;
- Il faut préférer les régions où les zones se chevauchent entre plusieurs opérateurs (plus le nombre d'opérateurs est élevé, plus le gain est important) ;
- Il faut définir les conditions contractuelles avec un modèle commercial basé sur différents paramètres (délai,

durée, conditions, qualité de service, économies).

Les Capex supplémentaires peuvent être faibles lorsque l'hôte peut acheminer le trafic d'autres opérateurs sans augmenter sa capacité pendant les périodes de faible charge. Mais des investissements supplémentaires sont nécessaires s'il est intéressant d'étendre la période de partage.

Ce scénario est complexe et nécessite l'accord des autorités réglementaires et des tests de terrain. Le scénario a été testé en simulation uniquement. La différence avec du *RAN sharing* classique réside dans le fait que le partage se fait à la demande d'une manière opportuniste.

### **Flexibilité pour les sites tertiaires**

L'étude a été menée sur 12 grands sites tertiaires en France (tertiaire pur avec un maximum de 10 % de surfaces techniques). Ces sites peuvent être classés en deux catégories selon leur profil de consommation :

- Consommation électrique pure avec un système de chauffage électrique ;
- Consommation électrique mixte avec un système de chauffage au gaz.

Les usages des sites tertiaires les plus consommateurs d'énergie sont le chauffage, la climatisation, la ventilation, l'eau chaude sanitaire et l'éclairage.

Le potentiel de flexibilité des équipements les plus consommateurs en énergie a été analysé à l'aide de l'outil GOFLEX® (figure 2) fourni par l'Institut français de la performance énergétique des bâtiments (IFPEB). GOFLEX® est un indicateur de flexibilité qui permet d'identifier le potentiel de flexibilité théorique à partir des usages d'un site consommateur. Il permet d'indiquer si le site est capable de répondre rapidement à une demande de délestage, ●●●

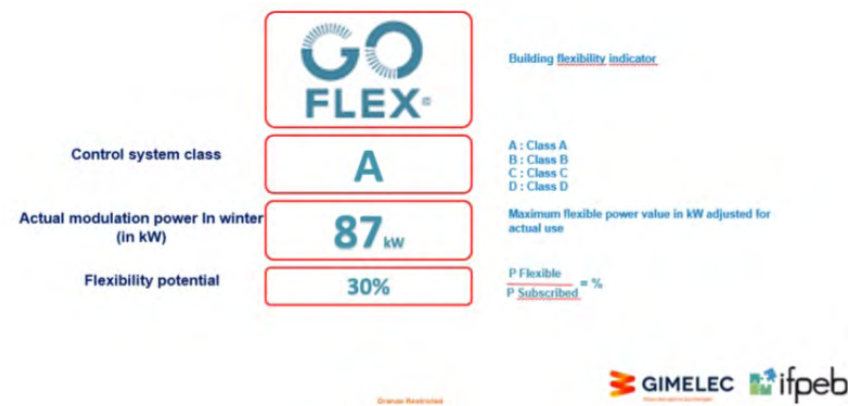


Figure 2 : Potentiel de flexibilité analysé dans Goflex (source Ifpeb).

Usage/site	Orange Gardens		Orange Village	
	Winter	Summer	Winter	Summer
Total flexibility Power	150 kW	454 kW	588 kW	401 kW
Heating	N/A		87%	
AC	N/A	73%		82%

Tableau 2 : Résultats de l'étude Goflex. On notera que l'extrapolation est faite à partir de sites à puissance optimisée.

●●● mais n'indique pas les leviers de flexibilité de réduction de consommation (tableau 2).

L'étude a été menée sur deux sites : un site mixte (Orange Gardens Chatillon) et un site tout électrique (Orange Village Arcueil), puis extrapolée aux 12 sites tertiaires principaux (7 mixtes : Chatillon, Issy, Montpellier, Saint Denis, Villejuif, Alleray Paris et 5 sites tout électrique : Arcueil, Toulouse, Villeneuve, Lyon, Nantes).

Les revenus tirés de la flexibilité n'étaient pas conséquents (quelques dizaines de k€) pour les sites considérés en France. Il a donc été jugé préférable de commencer par des actions de sobriété pour améliorer la résilience et continuer à valider les hypothèses prises. L'enjeu économique pour Orange est faible, mais bien plus important pour les fournisseurs d'éner-

gie qui peuvent cumuler les actions sur l'ensemble de leurs clients.

## Flexibilité pour les flottes de véhicules électriques

L'utilisation de VE (véhicule électrique) est intéressante dans les pays qui four-

nissent de l'électricité décarbonée comme la France mais pas la Pologne qui utilise du charbon (figure 3).

L'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA *International Renewable Energy Agency*) prévoit que d'ici 2050, les batteries des véhicules électriques représenteront 14 TWh d'énergie stockée, contre 9 TWh pour les batteries stationnaires.

Les voitures étant garées de 90 à 95 % du temps, ce «stockage distribué» pourrait jouer un rôle important dans l'équilibrage du système électrique.

La flexibilité pour les véhicules électriques grâce à la recharge intelligente peut être assurée par les moyens suivants :

- Chargement intelligent (V1G) : capacité à modifier dynamiquement le taux de charge, la puissance et la durée ;

- *Vehicle-to-Grid* (V2G) : flux d'énergie bidirectionnel entre la batterie d'un véhicule électrique et la station de recharge. L'énergie des batteries peut être transférée à un bâtiment pour réduire les coûts énergétiques ou peut être envoyée au réseau pour générer des revenus sur les marchés de l'énergie.

La chaîne de valeur de la flexibilité des VE implique les acteurs suivants : le véhicule électrique, l'opérateur de la station de re-

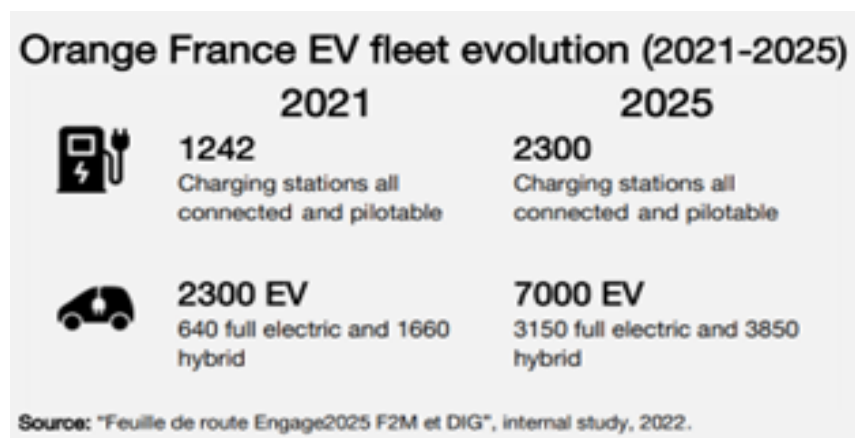


Figure 3 : Evolution de la flotte de véhicules Orange France (source Orange).

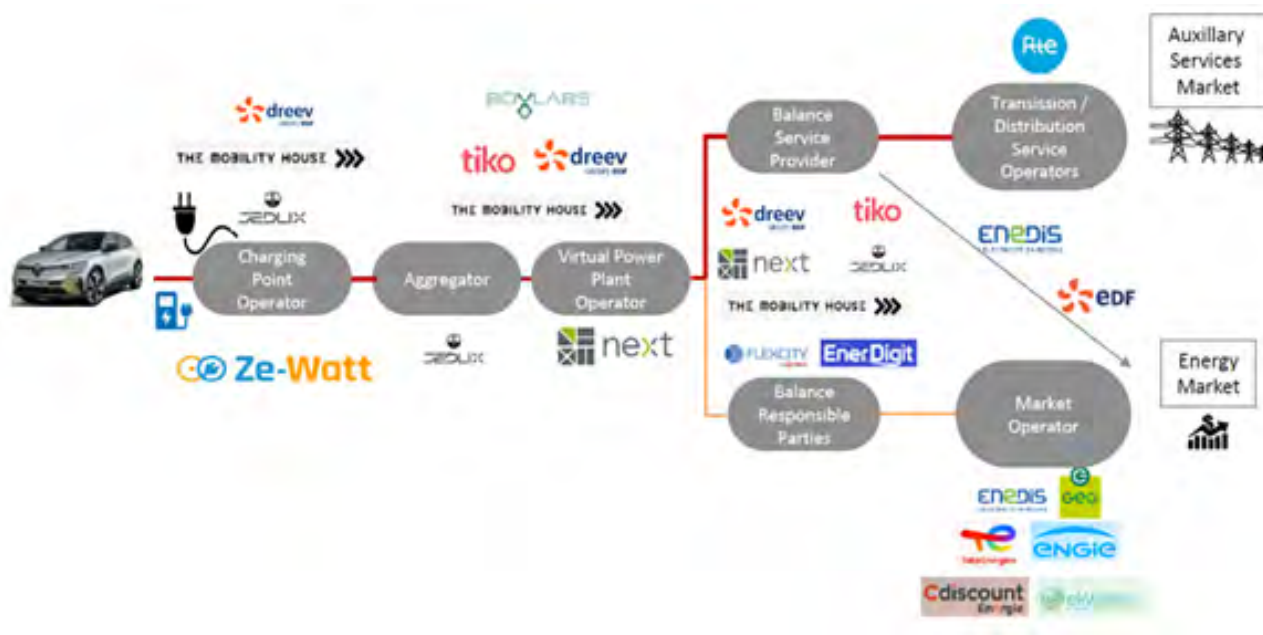


Figure 4 : Schéma bout-en-bout de la fourniture énergétique pour les VE (source Orange).

charge (Ze-Watt ou Dreev pour Orange France) et l'agrégateur (Agregio) qui gère la centrale électrique virtuelle composée de VE. Ensuite, la flexibilité peut être valorisée par les responsables d'équilibre par le biais d'une flexibilité explicite ou implicite.

Comme pour les sites tertiaires, l'enjeu économique pour Orange est faible,

mais bien plus important pour les fournisseurs d'énergie.

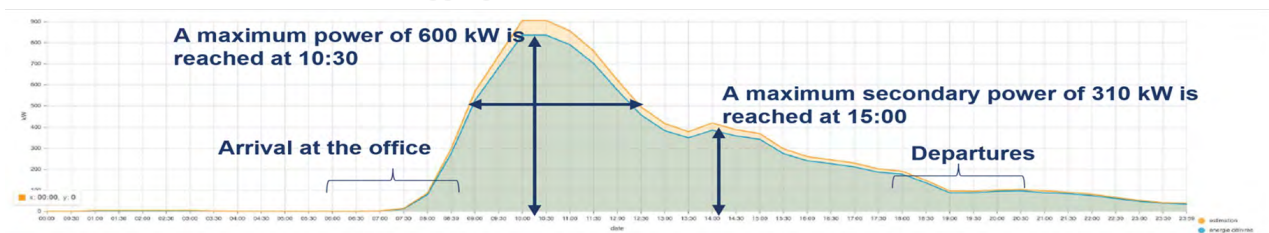
**Scénario flexibilité avec les stations existantes de recharge**

Ce scénario consiste à retarder la recharge des VE et/ou à réduire la puissance de recharge en fonction de deux signaux différents (figure 5) :

- Signal de prix (flexibilité implicite) : déplacer la recharge des VE des heures pleines aux heures creuses ;
- Signal du réseau (flexibilité explicite) : réduire la puissance de charge pendant une durée prédéfinie pour répondre à la demande de l'opérateur du réseau électrique et participer aux mécanismes du marché.



Aggregate EV load curve - WINTER - 20/01/2022



Aggregate EV Load Curve - SUMMER - 06/21/2022

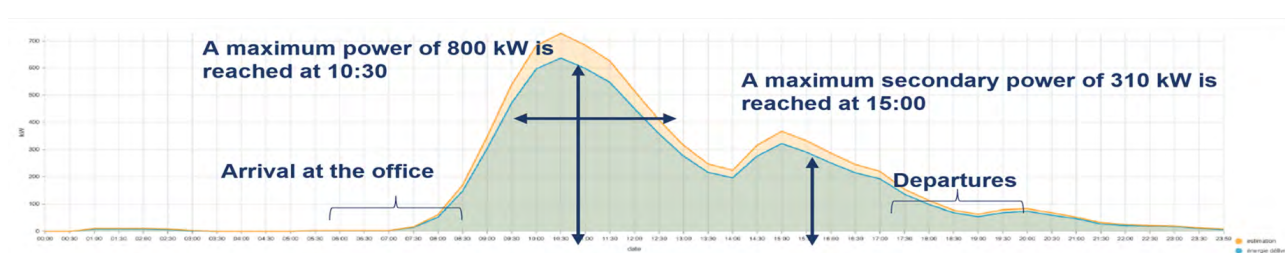


Figure 5 : Profil de consommation électrique pour les VE (source Orange).

●●● Il est important de noter le problème de certains véhicules électriques qui s'arrêtent de charger après une réinitialisation de l'alimentation. Afin d'éviter cet inconvénient, la puissance de charge peut simplement être réduite au minimum.

A court terme, il est possible de mettre en œuvre la flexibilité implicite, mais en appréhendant l'impact pour les utilisateurs et leurs profils d'utilisation. Pour la flexibilité explicite, le retour sur investissement en moins de 2 ans est intéressant mais il existe encore des problèmes techniques à résoudre : communication entre véhicules et stations, algorithme de flexibilité. L'ordre de grandeur des revenus par véhicule est dans la fourchette de 1 à 10 k€/an, sans tenir compte des investissements et des frais d'abonnement.

## Flexibilité avec les stations de recharge V2G (Vehicle-to-grid)

La technologie V2G utilise la technologie CHAdeMO (recharge rapide d'origine japonaise) pour les stations de recharge. C'est une technologie en courant continu qui permet une recharge 50 % plus rapide que celle des autres constructeurs.

À ce jour, dans le parc automobile d'Orange, seuls les véhicules Nissan e-NV200 et Leaf sont compatibles avec la technologie V2G (moins de 1 % du parc Orange). À partir de 2024, cette technologie devrait être étendue à de nombreux autres modèles de véhicules.

La technologie V2G présente les intérêts suivants :

- La charge peut être retardée/interrompue (charge intelligente) ;
- Le VE peut réinjecter de l'électricité dans un bâtiment ou dans le réseau ;
- Le VE peut participer à la régulation de la fréquence du réseau (réserves primaires et secondaires R1 et R2).

Les caractéristiques et contraintes techniques restent nombreuses :

- Pas de visibilité actuelle sur l'installation de stations de recharge V2G des partenaires ;
- Installation électrique triphasée pour accueillir la borne V2G ;
- Le nombre de véhicules V2G doit être suffisant pour répondre aux besoins de consommation du bâtiment ;
- Le VE doit rester connecté au réseau une fois la charge terminée.

Les hypothèses de charge des véhicules retenues pour le cas d'Orange sont les suivantes :

- Stations de charge de 11 kW ;
- Véhicules branchés les soirs/nuits/week-ends à 18h ;
- Déplacements et consommation pendant la journée de travail inférieurs à 15 kWh/jour ;
- Flexibilité du VE et du bâtiment en soirée.

Il faut encore tester la technologie V2G. Mais il est clair que le profit maximal est atteint lorsque la puissance des VE V2G branchés le soir est égale ou inférieure à la consommation électrique du bâtiment. Si la flotte est importante, il n'y a pas besoin d'investir dans des stations V2G pour l'ensemble de la flotte mais la recharge des voitures peut s'avérer difficile voire induire une défaillance du système.

## Gestion de la flexibilité énergétique pour les clients

Le contexte des services de gestion de l'énergie pour les utilisateurs et les entreprises clients d'Orange est le suivant :

## Les auteurs

**Nadia Mouawad** is a telecom Engineer with a Phd about 5G communications for connected cars. She is currently the chief of staff for Orange Innovation.



In 2021, Nadia worked as a Strategy Analyst in the Green ITN program for Orange, where she was responsible of coordinating studies on green business opportunities like energy flexibility and driving green initiatives with network equipment suppliers. In 2020, Nadia worked as a research engineer in the Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), on European research projects about 5G communications for connected cars.

Her current interests are innovation, technology and sustainability.

**Azeddine Gati** is a telecom Engineer with a Phd in radio communication and signal processing. He is currently leading a department in Orange's Innovation



division dedicated to ICT environmental assessment, Data for Green solutions, flexible Energy opportunities and Green procurement.

During the last decade, Azeddine, led more than 4 European projects dedicated to 2/3/4/5G networks inside which have been developed some energy saving features like those for 5G systems. In 2012, Azeddine was appointed vice-chair of the GreenTouch initiative which involved more than 70 companies around the world targeting green networks. His current interests are mainly around GHG emissions for scopes 1,2,3 and 4 with the objectives of contributing to the goal of carbon neutrality and developing the enabling role of the ICT sector in the green transition of other sectors.

- Une forte tendance aux solutions de smart grid pour optimiser l'utilisation de l'énergie, qui est nécessaire pour la stabilité du réseau électrique basé sur la flexibilité. Par conséquent, les services visant à accroître les économies d'éner-

**“ La technologie V2G utilise la technologie CHAdeMO (recharge rapide d’origine japonaise) pour les stations de recharge. C’est une technologie en courant continu qui permet une recharge 50 % plus rapide que celle des autres constructeurs.”**

gie à domicile en utilisant les signaux du réseau devraient se développer ;

- Peu d’offres de « *smart home* » sont disponibles sur le marché en raison de l’absence de normes et de la nécessité pour les professionnels de se rendre au domicile des clients pour installer les dispositifs nécessaires à la flexibilité.

#### La norme Matter

La norme Matter <sup>2</sup> est développée par la « Connectivity Standard Alliance ». Elle est pilotée par des entreprises informatiques comme Apple, Google et Amazon, et suivie par des fabricants d’équipements tels que Schneider Electric, Somfy, Legrand, Tesla, Samsung, Tuya, EDF et bien d’autres, ainsi que par des opérateurs de télécommunications comme Orange et Verizon. La norme Matter standardise les modèles de données et les fonctions par type d’équipement, et s’appuie sur l’existence des réseaux Ethernet, Wi-Fi et Thread, avec l’IPv6 comme base de communication entre les objets. Les quatre piliers fondateurs de «Matter» sont :

- Simplicité pour les clients d’ajouter et d’utiliser des équipements et des services ;

<sup>2</sup> Matter est un standard de connectivité propriétaire et libre de droits conçu pour la domotique dérivé du protocole Zigbee. Il a pour but d’améliorer la communication entre les appareils domotiques, quel que soit leur vendeur/fabricant, et d’assurer leur interopérabilité.

- Sécurité grâce à la mise en œuvre d’architectures et d’algorithmes de sécurité de pointe ;

- Robustesse grâce à des communications locales basées sur le protocole basse consommation Thread ;

- Interopérabilité entre les équipements quelle que soit la marque et la connectivité impliquée.

Le groupe de travail sur la gestion de l’énergie donne la priorité aux cas d’usage du smart grid avec l’utilisation de signaux de contrôle de la charge électrique, pour améliorer la flexibilité et la stabilité des réseaux électriques en gérant des appareils interopérables comme le chauffage, les véhicules électriques, les chaudières et les panneaux solaires.

Orange est un fournisseur de solutions dites « *smart home* » et d’objets connectés dans le domaine client (en commençant par les box, les décodeurs TV, l’IoT, etc.). Il serait intéressant pour Orange d’étudier des partenariats avec un fournisseur de services comme Tiko et avec les fournisseurs d’objets connectés. Matter pourrait alors être une opportunité pour :

- Le fournisseur de services afin d’augmenter la capacité de flexibilité électrique virtuelle avec la réutilisation d’appareils connectés tiers des clients ;

- Orange afin de faciliter les services en offrant la connectivité ainsi

#### Les auteurs

**Roberto Kung** graduated from École Polytechnique in France and obtained a telecom engineering degree from Telecom ParisTech.



Roberto Kung is now Consultant. Until September, he has been Technology and Operations Senior Vice-President, at Orange. He has been responsible for the Orange Expert program bringing together the top 600 orange experts on domains such as Network technologies and operations, Security, Data and AI, Software or Environment. The program also covers services aspects such as content, communication or transaction services.

Prior to that, he has been Head of Orange Core Networks R&D, Head of Lannion site, Head of network strategy in France Telecom, Head of Strategy & Planning for France Telecom’s long-distance. In the past, he has also been active in R&D, with the overall responsibility of all R&D activities of the Intelligent Network Program. He has been a member of TINA-C and responsible of the Working Group on Intelligent Networks at ITU-T.



**Aneta Melaniuk** received the B.S.E. degree in photonics and has studied M.S.E. degree in electrical engineering. She finished

postgraduate studies about sustainable development and CSR policy. She is currently leading a flexibility energy project in Orange Innovation. In the past, she has also been active in R&D, with the responsibility of implementing green initiatives to Access Network in Orange Poland.

que les services associés, comme la fourniture de données de présence ou le pilotage d’objets (c’est-à-dire la multi-administration), pour gérer les objets connectés de tiers découverts dans le réseau domestique.



## ●●● Scénario distribution de solutions tierces de flexibilité aux clients

L'objectif est de fournir des économies d'énergie aux clients et de valoriser la flexibilité en utilisant les radiateurs connectés des clients.

La solution technique consiste à fournir un ensemble de dispositifs installés par un technicien et connectés à la plateforme du fournisseur :

- Capteurs de température (un par pièce) ;
- Modules de pilotage (un par radiateur) ;
- Module de communication.

Le vendeur peut gérer les températures des pièces en fonction des modèles de présence des personnes, des préférences des utilisateurs, etc. Cette solution permet de réaliser des économies substantielles sur la facture de chauffage des clients.

Il existe divers modèles d'affaires avec le fournisseur de solutions. La solution suppose un abonnement des clients

qui serait largement compensé par les gains sur les factures.

## Scénario gestion de services de flexibilité aux clients

L'objectif est d'explorer les possibilités pour Orange d'offrir une solution de flexibilité à ses clients dans plusieurs pays qui peuvent être étendues à d'autres systèmes que les radiateurs tels que climatisation, VE, chauffe-eaux.. Cette approche permet aussi de valoriser le savoir-faire et les données clients.

Ce service est planifié pour une disponibilité vers 2030. Il nécessite des études sur la faisabilité de partenariats techniques. De plus, l'impact de la croissance attendue des énergies renouvelables dans les mix électriques des pays pourra modifier voire accentuer les opportunités de flexibilité.

## Conclusion

Actuellement les scénarios de flexibilité basés sur des batteries de secours sont

particulièrement intéressants avec les cas d'étude du réseau fixe en France et du réseau mobile en Pologne.

Pour les sites tertiaires, il faut commencer par des actions de sobriété avant de considérer l'apport de la flexibilité. A partir de 2025, il existe un potentiel de flexibilité pour les véhicules électriques, grâce à l'électrification significative du parc automobile d'Orange en France qui bénéficie d'une électricité très décarbonée.

Pour le domaine client, il y a des opportunités de distribution par Orange d'une solution de flexibilité avec un tiers partenaire, pour un bénéfice modéré.

Les études de cas en France et en Pologne montrent que les possibilités de flexibilité dépendent de la méthode d'approvisionnement en énergie, des prix du marché et de la réglementation nationale. Ce n'est que le début de l'identification des opportunités, avec les évolutions des marchés, des technologies et des situations par pays. ■

## Résumé

La crise énergétique de 2022 et d'autres contraintes actuelles liées à la sécurité énergétique et à la volatilité des prix se sont combinées aux défis de la crise climatique et de la transition énergétique. Dans les années à venir, le Groupe Orange va de l'avant pour garantir un approvisionnement énergétique résilient et soutenable. La flexibilité énergétique est un élément crucial pour atteindre ces objectifs.

Le marché de la flexibilité énergétique devient de plus en plus important et les entreprises de télécommunications pourraient être des acteurs significatifs dans le développement de ce domaine. Il existe un potentiel de flexibilité pour les véhicules électriques, avec, dès 2025, l'électrification importante du parc automobile d'Orange en France qui bénéficie d'une électricité très décarbonée. Pour le domaine client, il existe des opportunités de distribution par Orange de solutions de flexibilité par des tiers partenaires avec un bénéfice modéré. ■

## Abstract

An energy flexibility market is a new opportunity in the energy market to respond to new challenges related to the current headwinds of energy security and price volatility. New flexible possibilities can help to face the challenges of the climate crisis and energy transition in the upcoming years. Orange Group is moving ahead to ensure a resilient and affordable energy supply. Energy flexibility is a crucial element in achieving these goals. In summary, the energy flexibility market is becoming increasingly significant, and telecommunications companies could be important players in the development of this field. A promising potential for flexibility was identified for electrical vehicles especially in 2025 with the electrification of the company fleet in France where the energy is provided with a low carbon mix. In the customer home applications, the potential usage of flexibility was studied using home connectivity devices. The gains were limited except for some use cases inducing a tight cooperation with a third party for controlling home equipments. ■