



Flexibilité : quels modèles d'action pour les consommateurs ?

OCTOBRE 2025

EDITORIAL

Face à l'augmentation annoncée des besoins en flexibilité du système électrique dans les années à venir, des opérateurs spécialisés (en particulier les membres de LUCIOLE) déploient des offres visant à fournir ce besoin grâce à la flexibilité des consommateurs.

Ces offres sont par nature d'une grande diversité, non seulement par les gisements de consommateurs qui sont concernés (du grand industriel au résidentiel en passant par le tertiaire), le type d'équipements flexibles qui sont mobilisés, les services rendus au système électrique, mais aussi par leur approche économique sous-jacente.

La flexibilité de la demande présente des atouts évidents en termes de coût de déploiement et d'empreinte carbone : elle mobilise peu de ressources physiques car elle valorise la flexibilité d'équipements déjà existants, elle redistribue au consommateur la majeure partie de la valeur, et elle ne sollicite pas de renforcement du réseau électrique pour se déployer. Au global, c'est une filière compétitive et pertinente pour fournir une partie de la flexibilité nécessaire à la transition vers un système bas carbone.

Elle doit en revanche innover dans son approche économique et commerciale pour parvenir, d'abord à embarquer puis ensuite à conserver les consommateurs eux-mêmes dans cette démarche, sous réserve de se heurter à un syndrome « pièces jaunes » : compétitive à l'échelle du service rendu, la flexibilité peut en effet se heurter à la difficulté de motiver des consommateurs lorsque la valeur à leur échelle n'est pas suffisante. Au-delà de ses capacités techniques ou de ses coûts, la flexibilité de la demande nécessite donc une capacité des opérateurs à aller chercher et partager suffisamment de valeur pour capter et

conserver l'intérêt du consommateur : rémunération directe, remise sur le prix du kWh facturé, "cagnottes", remises commerciales sur du matériel...

La particularité de cette filière réside ainsi dans le rôle joué par le consommateur lui-même, en tant que détenteur de la capacité flexible et partie intégrante du modèle économique : c'est *in fine* lui qui met à sa disposition de l'opérateur et du système sa flexibilité et qui permet de créer de la flexibilité du côté de la demande, et donc lui qu'il faut convaincre. C'est évidemment une grande force de la filière car les consommateurs peuvent ne pas seulement être ceux qui payent *in fine* le coût de la flexibilité, mais aussi ceux qui sont payés pour apporter ce besoin. En revanche, cela demande de pouvoir s'adapter à chaque catégorie de consommateur pour proposer des offres attractives à chacun.

A l'occasion du premier anniversaire de l'observatoire lancé par RTE en 2024 pour suivre progressivement le passage à l'échelle des flexibilités en France, l'association LUCIOLE souhaite par le présent rapport attirer l'attention sur les éléments clés qui permettront à la flexibilité de la demande de prendre toute sa place dans ce processus et de contribuer aux besoins du système électrique à l'avenir.

Ce sont ces différentes approches, regroupées en grands modèles, qui sont décrites et évaluées dans le présent rapport. Chacun de ces modèles présente des avantages et des inconvénients selon la situation, aucun d'entre eux n'étant LA solution. Ensemble, ils permettront d'aller chercher un maximum de flexibilités du côté des consommateurs. Mais pour cela, il conviendra de prendre en compte ces éléments dans les différentes réglementations en vigueur afin de ne pas créer d'impasse.

L'ASSOCIATION LUCIOLE

L'Union pour une consommation optimisée et intelligente de l'énergie (LUCIOLE) est une association fondée en 2017, dont les membres développent des solutions permettant aux consommateurs domestiques et aux entreprises d'appréhender au mieux leurs usages, leurs consommations d'énergie et leurs coûts d'accès à l'énergie. Elle regroupe une vingtaine de PME innovantes et indépendantes dont une grande partie des opérateurs d'effacement agréés (Acciona, Elax, Enerdigit, Energy Pool, Flexcity, Hello Watt, Survoltage, Symphonics, Tiko Services, Tilt) qui ont fait le choix de participer au débat public pour :

- ◆ Libérer l'innovation et l'expérimentation de nouvelles solutions de performance énergétique
- ◆ Donner les clefs au consommateur pour éclairer ses choix en matière de consommation d'énergie
- ◆ Accompagner les consommateurs dans leur transition énergétique et digitale.

Les travaux de l'association s'articulent autour de cinq axes que sont :

1. L'essor des gisements de flexibilité de consommation électrique ;
2. Le renforcement de l'efficacité énergétique ;
3. L'appropriation des données de consommations d'énergie pour davantage de sobriété ;
4. Le développement massif de l'autoconsommation solaire ;
5. L'accès à l'électricité nucléaire produite en France au bénéfice de tous les Français.

Si les enjeux de flexibilité, de sobriété énergétique et d'efficacité énergétique ont trop longtemps été cloisonnés dans les politiques publiques, LUCIOLE a dès le départ adopté une approche transverse sur cet enjeu

majeur sur les trois segments : Industrie, Tertiaire et Résidentiel. Le besoin croissant de flexibilité, à la hausse comme à la baisse, et la maturité des marchés de l'efficacité énergétique rendent nécessaire une approche cohérente et coordonnée.



INTRODUCTION

A. Pourquoi parler de flexibilité de la consommation ?

Le bon fonctionnement du système électrique repose sur un équilibre constant entre la production et la consommation d'électricité. Jusqu'à récemment, cet équilibre était formé à l'avance puis maintenu en temps réel, principalement en ajustant la production de moyens pilotables, en fonction de prévisions de demande de plus en plus fines. Mais cette organisation atteint aujourd'hui ses limites. L'essor rapide de nouveaux usages électriques, combiné au développement des énergies renouvelables à la production variable, conduit à des besoins plus importants en flexibilités pour gérer cet équilibre complexe entre offre et demande. Cela crée dans le même temps de nouvelles opportunités pour davantage de participation des consommateurs à la flexibilité du système électrique, en adaptant leurs usages pilotables pour profiter le plus possible de la production bas-carbone et bon marché.

Aujourd'hui, ce constat est partagé par l'ensemble des acteurs du secteur : les besoins en flexibilité sont déjà importants et vont croître fortement dans les années à venir. Cette croissance des besoins de flexibilités concernera ainsi à la fois l'enjeu de sécurité d'approvisionnement, pour assurer l'équilibre offre-demande à chaque instant et en particulier pendant les périodes les plus tendues pour le système électrique ; et l'enjeu d'optimisation du fonctionnement du système électrique du point de vue économique et environnemental.

Parmi les différents leviers de flexibilité existants – de production, de stockage et de consommation – c'est ainsi que RTE évalue d'ici à 2030 un besoin supplémentaire par rapport à aujourd'hui de plusieurs GW de nouvelles flexibilités du côté de la consommation pour sécuriser l'équilibre en puissance du système électrique.

En parallèle, du point de vue du fonctionnement du système, les besoins de modulation en énergie iront également croissant :

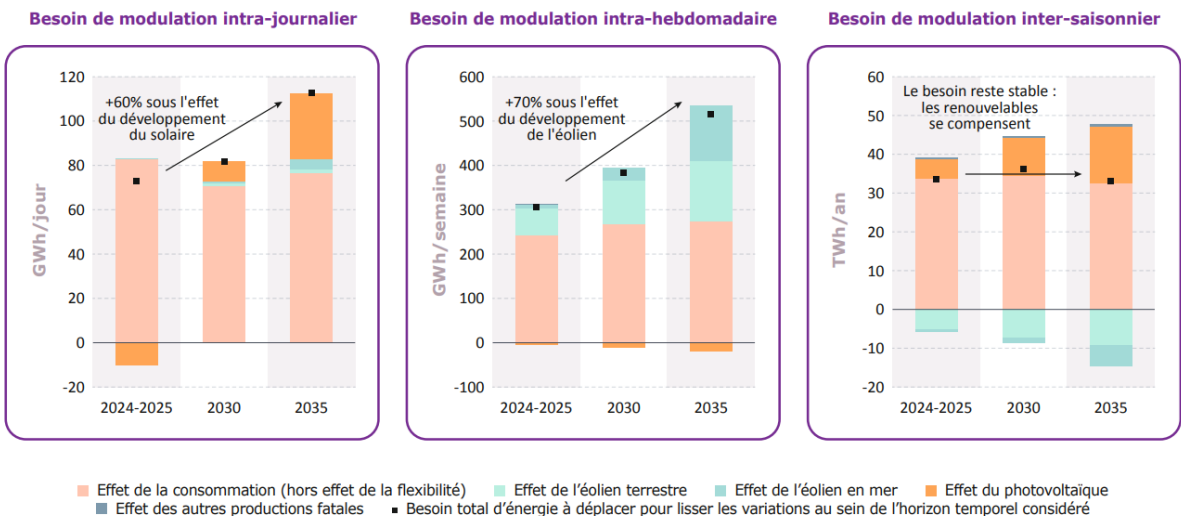


Figure 1 - Évolution du besoin de modulation aux différentes échelles temporelles, pour le scénario «A - référence», aux horizons 2030 et 2035 (Source : RTE, Bilan Prévisionnel 2023, Chapitre 6)

Le développement de solutions de pilotage de la demande devient ainsi un levier stratégique.

La flexibilité de la demande est définie comme la capacité d'un consommateur à modifier sa consommation « naturelle » d'électricité – en la décalant ou en la modulant – en fonction de signaux reflétant les conditions de l'équilibre du système électrique, tels que des prix de marchés de l'électricité, pouvant être reçus soit directement par le consommateur, soit indirectement, via un acteur spécialisé dans le pilotage des usages et la gestion de cette optimisation.

Concrètement, cela peut se traduire par le fait de programmer l'utilisation de certains équipements (par exemple en programmant la recharge de son véhicule électrique le week-end), voire en pilotant de manière automatisée ses usages électriques grâce à des appareils et applications connectées.

Moins coûteuses que le renforcement des réseaux ou la construction de nouvelles capacités de production, les flexibilités de la demande permettent une meilleure intégration des énergies renouvelables au système électrique tout en réduisant le besoin de modulation du parc nucléaire, en impliquant davantage les consommateurs dans la transition énergétique. Enfin, l'électrification des usages offre l'opportunité d'intégrer les exigences techniques de pilotabilité dès la conception des équipements de consommation.

Ainsi, parce qu'elles représentent l'opportunité de bénéfices pour toutes les catégories de consommateurs et un bouquet d'externalités positives pour la collectivité, les flexibilités de la demande sont devenues une priorité pour les acteurs du système électrique. C'est une condition clef pour réussir à décarboner l'économie française et accélérer l'électrification des usages.

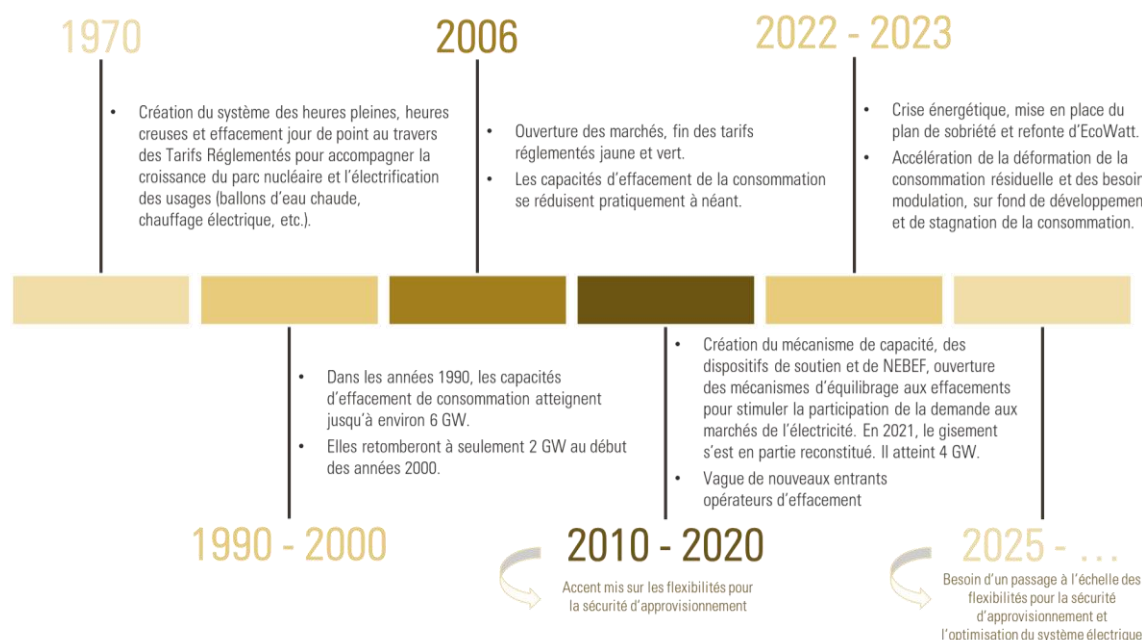


Figure 2 –Retour sur l'histoire des flexibilités de la consommation en France

Si la notion de flexibilité de consommation est en réalité ancienne – elle remonte en France à la création du système des heures pleines / heures creuses – plusieurs évolutions et innovations réglementaires, technologiques et techniques ont conduit aujourd'hui à un véritable essor du marché des solutions de flexibilités.

B. Quels sont les objectifs de ce rapport ?

Si les enjeux techniques et systémiques sont bien identifiés par les gestionnaires de réseau ¹, il reste encore à comprendre comment ces évolutions se traduisent pour les acteurs de terrain – industriels, gestionnaires de bâtiments tertiaires, collectivités ou encore particuliers. Car ce sont bien les usages, les contraintes et les motivations de ces consommateurs qui conditionneront la réussite de la massification des flexibilités.

Ce rapport propose une lecture à partir des usages, usagers et modèles d'affaires existants, afin de mieux comprendre ce qui freine ou facilite le recours à la flexibilité pour les consommateurs. Concrètement, il vise à apporter un éclairage complémentaire sur le point de vue des différentes catégories de consommateurs et des acteurs qui les accompagnent dans la valorisation de leurs flexibilité, en cherchant à :

- ◆ Décrire les bénéfices attendus par les consommateurs, les coûts et obstacles potentiels à la mise en œuvre de leur flexibilité et la manière dont peut se partager la valeur de la flexibilité entre les acteurs qui interviennent dans sa mise en œuvre ;
- ◆ Présenter la flexibilité sous un angle progressif, comme un processus dans lequel il est possible de commencer par des gestes aux bénéfices limités, jusqu'à des approches plus complètes et à forte valeur ajoutée, à cibler pour une massifier le déploiement des flexibilités de la consommation ;

- ◆ Mettre en lumière les modèles d'action, les modèles d'affaires et solutions qui se mettent en place pour valoriser toutes les différentes flexibilités de consommation.

Il est le fruit de nombreuses contributions et échanges avec des opérateurs de flexibilités (fournisseurs d'électricité et agrégateurs), consommateurs industriels, collectivités et acteurs tertiaires, experts. Ces échanges ont permis de croiser les visions, d'identifier les attentes et d'esquisser des leviers d'action pour faire des flexibilités un levier pleinement mobilisable par tous.

Nous tenons à ce titre à remercier toutes les personnes rencontrées tout au long de cette étude :

Aluminium Dunkerque, Dalkia, Energy Pool, Epyr, GIMELEC, Groupe Carrefour, le CLEEE, MyLight150, Octopus Energy France, le Syndicat Départemental d'Energie d'Ille-et-Vilaine (SDE35), Survoltage, Symphonics, Tiko Services, Tilt et Voltalis.

Bonne lecture !

¹ Notamment au travers du [Baromètre des flexibilités de consommation d'électricité](#)

LES ENSEIGNEMENTS DE L'ETUDE

1. APRES PLUSIEURS ANNEES SANS CHANGEMENTS MAJEURS DANS LE PAYSAGE FRANÇAIS DES FLEXIBILITES, LE PASSAGE DE L'EFFACEMENT (NEBEF) A LA MODULATION DE CONSOMMATION (NEBCO) EST SYNONYME D'UNE NOUVELLE ERE DES FLEXIBILITES DE CONSOMMATION.

Face aux besoins de développer des flexibilités du quotidien, capables de s'activer tous les jours de l'année en réponse aux besoins structurels et réguliers et aux besoins d'optimisation dynamique du système électrique, il était nécessaire d'apporter une révision en profondeur des signaux économiques sur lesquels se construisent les offres incitant à la flexibilité.

C'est chose faite, grâce à ces deux évolutions majeures que sont :

- ▶ la révision du régime des heures creuses apportée par le TURPE 7, qui réalignera progressivement les signaux tarifaires avec le besoin structurel de consommer aux bons moments pour le système électrique ;
- ▶ et le passage du dispositif NEBEF à NEBCO, qui permettra ainsi d'opérer une bascule, de la valorisation de l'effacement via les marchés spot (J-1 et infra-journalier) certains jours tendus, à une logique de décalages de consommation tous les jours pour tirer le maximum de bénéfice de ces flexibilités dynamiques sur les marchés spot.

Ces deux évolutions ont le potentiel pour amener les opérateurs de flexibilités et les fournisseurs d'électricité à un renouveau de leurs offres de valorisation des flexibilités, au bénéfice de tous les consommateurs : particuliers, tertiaires mais aussi industriels.

2. EN COMPLEMENT DES INCITATIONS TARIFAIRES, TOUTES LES SOLUTIONS DE FLEXIBILITES COMPTENT ET SONT UTILES POUR REpondre AUX BESOINS CROISSANTS DU SYSTEME ELECTRIQUE.

Les différentes natures de besoins de flexibilité du système électrique appellent à disposer de solutions différentes, à même de mobiliser les différents types de consommateurs. Toutes les solutions de flexibilité sont importantes pour répondre aux enjeux de sécurité d'approvisionnement et d'optimisation de l'utilisation du système électrique.

En particulier pour ce qui concerne les besoins d'optimisation dynamique du système, il est important de ne pas opposer les solutions et les offres entre elles, ni de créer d'obstacles au développement de modèles innovants de valorisation des flexibilités de consommation, d'autant plus que le système électrique et ses rythmes évoluent plus vite qu'il n'est possible de revoir certaines offres historiques.

3. TOUS LES MODELES DE FLEXIBILITE REPRESENTENT DES GAINS POUR LES CONSOMMATEURS.

Les modèles de valorisation des flexibilités de la consommation proposés aujourd'hui par les fournisseurs et les opérateurs tiers reposent tous sur un partage de la valeur, parfois complexe, entre différents maillons de la chaîne d'activation des flexibilités.

Dans tous les cas, le consommateur est gagnant. Il peut soit percevoir son bénéfice au travers d'une réduction de facture d'électricité, soit au travers d'un versement en contrepartie de gains générés grâce à sa flexibilité sur les marchés de l'électricité et mécanismes d'équilibrage et de capacité. Ces gains peuvent également prendre la forme d'économies de facture générées indirectement grâce aux équipements de la flexibilité, qui peuvent permettre de disposer de services de maîtrise de la demande.

4. LA FLEXIBILITE EST TOUJOURS ASSOCIEE A D'AUTRES SERVICES ENERGETIQUES ATTENDUS PAR LES CONSOMMATEURS, SA BONNE MISE EN ŒUVRE REPOSE SUR UN CROISEMENT D'EXPERTISES.

Le succès des offres de flexibilité auprès de leurs clients repose généralement sur le croisement de plusieurs métiers et expertises : la technologie, les marchés de l'électricité, les usages de consommation et le marketing.

Pour que les offres de flexibilité se développent, il ne s'agit plus uniquement de répondre à des enjeux techniques ou économiques, mais désormais, c'est aux enjeux de la connaissance des usages, de la thermique du bâtiment, des comportements de consommation et du marketing.

5. AUPRES DES PARTICULIERS, LA FLEXIBILITE DITE « COMPORTEMENTALE » PEUT REPRESENTER UNE FORME D'INITIATION PROMETTEUSE POUR LE PASSAGE A L'ECHELLE, MAIS A LA PORTEE LIMITEE DANS LA DUREE.

Correspondant à une offre de flexibilité minimaliste, basée sur la simple information du consommateur sur les actions manuelles à sa portée pour « consommer aux bons moments », la flexibilité « comportementale » peut être vue comme une porte d'entrée vers la massification des flexibilités diffuses.

En effet, elle permet de toucher, à moindre coût – puisqu'il s'agit de développer une application smartphone et d'en faire la promotion – un nombre potentiellement très grand de consommateurs en peu de temps. Elle peut ainsi constituer un bon moyen d'intéresser les consommateurs à la flexibilité en s'appuyant sur des gestes manuels faciles à mettre en œuvre (par ex. baisser le chauffage de 1°C pendant une heure, ne pas lancer son lave-linge à 19 h, etc.).

En revanche, ce modèle d'action de flexibilité connaît une limite importante en ce qu'il présente une base de clientèle érodable dans le temps, qui se désintéressera de ce mode de flexibilité dès lors qu'elle saura qu'elle peut tirer un bénéfice de sa flexibilité si elle la systématise.

6. POUR REUSSIR SON PASSAGE A L'ECHELLE, LA FLEXIBILITE DOIT ETRE SIMPLE, AUTOMATIQUE ET RAPIDE A METTRE EN ŒUVRE, EN PARTICULIER POUR LES CONSOMMATEURS RESIDENTIELS

Le consommateur est au centre d'un ensemble d'acteurs qui interviennent à divers degrés dans la mise en œuvre de la flexibilité de ses usages : fournisseur d'électricité, opérateur de flexibilité, éventuellement un primo-agrégateur, un ou plusieurs équipementiers différents, etc. Chaque nouvelle interaction, chaque acteur, chaque équipement pilotable différent peut ainsi rajouter une couche de complexité supplémentaire dans la mise en œuvre de la flexibilité.

Pour que les consommateurs passent à l'acte et que le passage à l'échelle s'opère, la flexibilité doit être simple (gestion contractuelle, gestes à exécuter pour intégrer un nouvel équipement), rapide à mettre en place (temps à consacrer à l'intégration des équipements à une offre de flexibilité, par exemple via une application pour smartphone) et la plus automatisée possible (éviter les gestes manuels et les sollicitation du client pour qu'il intervienne une fois mis en place sa configuration initiale, standardiser les protocoles, harmoniser les pratiques, etc.).

7. POUR L'INDUSTRIE, LE CROISEMENT DES ENJEUX DE COMPETITIVITE ET DE DECARBONATION PAR L'ELECTRIFICATION ET LES NOUVELLES PERSPECTIVES OUVERTES PAR LES TECHNOLOGIES DU STOCKAGE LAISSENT PRESAGER D'UN RENOUVEAU DES FLEXIBILITES INDUSTRIELLES.

Historiquement, les flexibilités industrielles se sont principalement développées pour leur valeur assurantielle pour la sécurité d'approvisionnement du système électrique, i.e. pour leur capacité

à effacer la consommation de certains procédés pendant plusieurs heures les jours les plus à risque pour l'équilibre offre-demande. Dans certains cas, elles se sont également développées pour leur capacité à participer à des mécanismes d'équilibrage (réserve rapide et complémentaire et services systèmes fréquence). Dans leur grande majorité, les sites industriels qui mettent en œuvre ce type de flexibilité cherchent à maximiser les revenus qu'ils peuvent tirer de leur flexibilité tout en minimisant ses impacts sur leur activité en cas d'activation effective.

Les possibilités apportées par l'hybridation de site industriel, en y adjoignant un stockage d'électricité, ainsi que celles apportées par les différentes solutions de stockage thermique de l'électricité en vue de combiner électrification et flexibilité, offrent cependant des perspectives intéressantes à l'avenir. Ces technologies et les solutions construites autour d'elles font présager d'un renouveau de la flexibilité industrielle, en la faisant notamment passer d'une logique de valorisation principalement en puissance (via l'effacement adossé au mécanisme de capacité et via les réserves d'équilibrage) à une logique de flexibilité quotidienne.

8. A CE STADE, UN MANQUE DE LISIBILITE DES OFFRES POUR LES CONSOMMATEURS

Les nombreux modèles d'action pour valoriser la flexibilité de consommation, types d'acteurs et rôles impliqués, marchés et mécanismes de valorisation, etc. conduisent à un manque de lisibilité pour les consommateurs et à une certaine difficulté à pouvoir comparer les offres entre elles. Un effort de standardisation est nécessaire pour que le consommateur puisse se retrouver dans ce paysage complexe.

Parallèlement, une forme de convergence de certains modèles semble s'opérer et les offres gagnent en maturité, au profit des consommateurs.

TABLE DES MATIERES

Editorial3

L’association LUCIOLE4

Introduction5

 A. Pourquoi parler de flexibilité de la consommation ?5

 B. Quels sont les objectifs de ce rapport ?7

Les enseignements de l’étude8

I. La flexibilité peut prendre de nombreuses formes : tous les consommateurs peuvent en bénéficier12

 A. Pour comprendre la flexibilité, il faut commencer par s’intéresser aux usages des différents types de consommateurs12

 B. Chaque type de consommateur peut espérer des gains de natures différentes, pour des seuils de passage à l’action différents15

 C. La mise en œuvre de la flexibilité et son passage à l’échelle impliquent que sa valeur soit partagée entre plusieurs acteurs18

 D. Cette valeur dépasse cependant les simples gains financiers20

II. Du simple décalage manuel et mono-usage a une approche multi-usage et pilotée : des approches différencies et progressives sont possibles21

 A. Adapter l’approche client aux spécificités sectorielles22

 B. La flexibilité « comportementale » : porte d’entrée *low-tech* de la flexibilité résidentielle et du petit tertiaire24

 C. Rendre le parcours client simple, rapide et automatique.....25

III. A la croisée des différents types de besoins et de consommations flexibles, plusieurs modes d’action et de partage de la valeur ont émergé27

 A. Les acteurs de la flexibilité ont développé plusieurs modèles d’affaires différents pour répondre aux besoins du système électrique et aux attentes de leurs clients27

 B. Quels modèles d’affaires et quel partage de la valeur ? 3129

IV. A propos de Yélé Consulting.....34

I. LA FLEXIBILITE PEUT PRENDRE DE NOMBREUSES FORMES : TOUS LES CONSOMMATEURS PEUVENT EN BENEFICIER

Au cours de ces dernières années, le secteur énergétique a connu d'importantes transformations, dont notamment :

- ◆ La hausse continue du prix de l'électricité pour les consommateurs, accentuée par la crise énergétique ;
- ◆ Une prise de conscience écologique croissante, qui renforce l'intérêt des consommateurs pour des solutions permettant de mieux maîtriser leur consommation et de réduire leur empreinte carbone ;
- ◆ L'arrivée des technologies du numérique (objets connectés, applications pour smartphone, etc.)

Dans ce contexte, les consommateurs, qu'ils soient particuliers, acteurs du secteur tertiaire ou industriels, portent une attention croissante à la gestion de leur facture d'électricité et cherchent des leviers pour mieux la maîtriser et optimiser leur consommation.

La flexibilité apparaît comme une solution concrète et adaptée, leur permettant de reprendre le contrôle sur leurs factures à deux niveaux complémentaires :

- ◆ Directement à travers son contrat de fourniture (ou ses achats d'électricité sur les marchés de gros pour certains

consommateurs industriels). Il s'agit alors de piloter ses consommations électriques par rapport à ses conditions contractuelles, par exemple, en les plaçant de préférence pendant les jours et les heures les moins chères.

- ◆ Ou bien via un opérateur de flexibilité tiers, qui valorisera le pilotage des consommations sur certains marchés de l'électricité (comme le marché spot en J-1, ou le marché infra-journalier par exemple), en parallèle du contrat de fourniture.²

Mettre en œuvre de telles démarches suppose toutefois de s'orienter entre ces deux principaux modes de valorisation de la flexibilité de consommation, d'autant plus que la frontière entre eux peut parfois devenir ténue (voir : Section n°III).

Mais avant de s'intéresser à la manière dont il est possible de valoriser la flexibilité de consommation (le « comment »), il s'agit de décrire les différents types de consommateurs engagés dans la flexibilité (le « qui »), avec quels usages (« quoi ») et pourquoi ils le font, ce qui revient à se demander pour quels gains (« combien »).

A. Pour comprendre la flexibilité, il faut commencer par s'intéresser aux usages des différents types de consommateurs

La flexibilité ne peut pas être appréhendée de manière uniforme pour tous les consommateurs d'électricité. En effet, chaque segment de consommateur - industriel, tertiaire, résidentiel - présente des usages et équipements correspondants

qui lui sont spécifiques, des contraintes d'utilisation et des besoins propres, et ainsi des leviers de flexibilité très différents. Le premier enjeu est donc d'identifier ce qu'il est possible de faire pour chacun en fonction de ses usages, sur quels

² Les mécanismes de valorisation de ces flexibilités sont présentés de manière synthétique au chapitre 2

équipements il est possible d'intervenir pour décaler ou moduler une consommation électrique et d'en déterminer les conditions de mobilisation : pendant combien de temps, à quelle fréquence, avec quel délai éventuel de prévenance, sous quelles conditions de confort, etc.

Dans le secteur industriel, la consommation électrique se concentre sur des procédés techniques lourds et de natures différentes. Ils peuvent être synthétisés en quatre catégories :

- ◆ des procédés continus, fonctionnant en permanence et sensibles à l'interruption du fait des matières et transformations qu'ils impliquent (ex. : laminaires, électrolyse, cimenteries, etc.). Ils présentent une faible marge de manœuvre pour des modulations de plusieurs minutes et heures, mais peuvent en revanche réduire fortement leur consommation en s'arrêtant ou moduler leur consommation sur de très courtes durées.
- ◆ des procédés thermiques utilisant la chaleur (ex. fours, génération et utilisation de vapeur, traitements thermiques discontinus, etc.). Ces procédés sont très consommateurs d'énergie. Leur électrification représente ainsi un potentiel majeur pour la décarbonation de l'industrie. En fonction du degré d'inertie thermique qu'ils présentent, ces procédés peuvent être aptes à différents types de flexibilité. Dans certains cas, il est aussi possible de les adapter en les associant à un stockage, électrique ou thermique, permettant ainsi de doter le site d'un potentiel de flexibilité nouveau.
- ◆ des procédés manufacturiers, composés d'étapes successives, souvent automatisées (ex. chaînes de montage, soudure, emballage, traitements de surfaces, peintures, etc.). Ces procédés peuvent ainsi

présenter une flexibilité en programmant leurs opérations et en y intégrant certains décalages et gestion de file d'attente.

- ◆ des procédés présentant une inertie naturelle (par ex. froid industriel, utilisation d'air comprimé, pompes, ventilation, traitement de l'eau, etc.). Ce sont ceux qui présentent le plus de potentiel de flexibilité « longue », de plusieurs minutes à plusieurs heures pour certains cas, sans impact sur la qualité de la production.

Ces différents types de procédés présentent des caractéristiques et donc des possibilités de flexibilité très différentes. Leur pilotage s'appuie sur des outils avancés liés à la robotisation et à l'automatisation des sites, mais il peut parfois être plus manuel avec la nécessité de faire intervenir un technicien sur site et sur l'appareil de production.

Le secteur tertiaire se distingue de l'industrie et de ses types de procédés très variés. En effet, bien que la consommation du secteur tertiaire soit répartie sur un grand nombre de sites appartenant à des types de bâtiments et à des utilisations différentes de ces bâtiments (bureaux, commerces, établissements publics, hôpitaux, etc.), les principaux postes de consommation d'électricité modulable ou décalable concernent cependant une poignée d'usages seulement. Il s'agit des usages CVC (chauffage, ventilation, climatisation), de la production de froid et de pompes (notamment dans les bâtiments commerciaux) et de plus en plus souvent de la recharge des véhicules électriques, qui peut parfois représenter rapidement une puissance équivalente voire supérieure à celle des sites avant l'installation des bornes. La diversité des bâtiments, des besoins d'exploitation et des équipements implique d'adapter les démarches de mise en œuvre de flexibilité au cas par cas, mais peut néanmoins reposer sur des briques

techniques, organisationnelles et économiques harmonisées, notamment grâce à la démarche Flex Ready®.

Enfin, dans le secteur résidentiel, les usages flexibles sont principalement le chauffage électrique, la production d’eau chaude sanitaire et les appareils électroménagers programmables tels que les lave-linge, lave-vaisselle, etc. A l’instar du secteur tertiaire, l’électrification des usages représente un potentiel de nouveaux équipements programmables voire pilotables dont la consommation pourra facilement être modulée ou décalée dans le temps pour consommer « moins cher », tels que la recharge des véhicules électriques ou les pompes à chaleur.

Ces deux secteurs, tertiaire et résidentiel présentent l’inconvénient de faibles gisements unitaires de flexibilité, de quelques kW tout au plus par site de consommation résidentiel, jusqu’à tout de même plusieurs dizaines voire centaines de

kW pour les grands sites tertiaires, là où la flexibilité industrielle peut représenter des gisements plus importants pouvant aller jusqu’à de l’ordre de dizaines de MW pour certains sites. Ils nécessitent de plus une connaissance fine des usages et des besoins des consommateurs avec des connaissances en thermique du bâtiment, la capacité à piloter des appareils issus de constructeurs variés, et la connaissance des consommateurs.

Plusieurs opérateurs de flexibilité définissent ainsi les facteurs clefs pour mettre en œuvre une offre de valorisation de flexibilité attractive et intéressante pour les consommateurs comme étant un **croisement entre métiers : la technologie, la connaissance des usages de leurs clients cibles, la connaissance des marchés de l’électricité et le marketing.**

Type d’usage flexible	Résidentiel	Tertiaire	Industriel
 Chaleur, ventilation et climatisation	• Radiateurs électriques • Pompes à chaleur • Climatiseurs	• Systèmes CVC • Ventilo-convecteurs	• Procédés thermiques
 Mobilité électrique	• Borne de recharge domestique	• Borne de recharge d’entreprise	• Borne de recharge d’entreprise • Véhicules logistiques internes
 Eau chaude sanitaire	• Ballon d’eau chaude		—
 Procédés spécifiques	—	—	• Procédés continus • Procédés manufacturiers • Procédés inertiels
 Stockage spécifique	• Batterie résidentielle	• Batterie entreprise	• Stockage thermique • Stockage batterie

Figure 3 - Usages flexibles

Si l’analyse des usages permet de mettre en évidence la diversité des profils de consommateurs et des potentiels de flexibilité, il est tout aussi essentiel de comprendre ce qui incite concrètement chaque catégorie de consommateur à passer à l’action. Les motivations, les leviers économiques et les seuils d’engagement

diffèrent fortement d’un secteur à l’autre. Autrement dit, la flexibilité ne se résume pas à des possibilités techniques : elle s’inscrit dans une logique de rentabilité, de confort ou de continuité d’activité, selon le type de consommateur, avec des niveaux « d’effort » à la flexibilité à mettre en regard avec les gains qu’elle peut permettre d’obtenir.

B. Chaque type de consommateur peut espérer des gains de natures différentes, pour des seuils de passage à l'action différents

Pour de nombreux consommateurs, la motivation première à s'engager dans une démarche de flexibilité réside dans la réduction de la facture énergétique, soit directement (*via* la réduction des parts de la facture d'électricité correspondant à la fourniture et à l'acheminement sur les réseaux (*i.e.* le TURPE)), soit indirectement (*via* un gain versé par un opérateur tiers).

Ce gain économique peut se matérialiser à plusieurs niveaux. Bien que tous les mécanismes permettant de valoriser la flexibilité soient ouverts à tous les consommateurs, ces derniers agissent pour des espoirs de gains différents selon leur type et avec des seuils de passage à l'action différents.

1. Pour le secteur industriel : maximiser la rentabilité des actifs tout en assurant la continuité des processus

Le secteur industriel se distingue par une consommation électrique assez élevée, concentrée et souvent pilotable. Pour ces consommateurs, la flexibilité peut générer des gains financiers significatifs.

Tout d'abord grâce à l'optimisation de leur stratégie d'achat d'électricité par rapport à leurs possibilités de modulation et de décalages de consommations. En adaptant leurs processus et leur consommation selon les signaux de prix sur les marchés de court terme comme le marché spot (achat et vente d'électricité la veille pour le lendemain) et les marchés infra-journaliers, certains industriels parviennent à réduire leur coût moyen d'approvisionnement en électricité. Cette optimisation doit être réalisée conjointement avec l'optimisation de la part réseau du coût d'approvisionnement, en tenant compte des caractéristiques du Tarif

de Réseau applicable au site, en particulier de ses plages tarifaires d'heures pleines, d'heures creuses et de pointe.

En complément à cette optimisation, les sites industriels sont nombreux à participer au mécanisme de capacité, le plus souvent grâce à un agrégateur intermédiaire. Ils peuvent ainsi être rémunérés en contrepartie de leur disponibilité à effacer leur consommation les jours de pointe signalés par RTE.

Enfin, certains d'entre eux sont en mesure de fournir des services au système électrique, pour lesquels ils sont rémunérés pour la réserve de puissance qu'ils mettent à disposition. Cette participation à l'équilibrage fin du système électrique, en temps réel, n'est cependant accessible qu'à certaines conditions techniques auxquelles ne peuvent répondre que certains sites.

Cette combinatoire visant à réduire le coût moyen d'approvisionnement en électricité en valorisant la flexibilité des sites industriels sur plusieurs mécanismes et marchés différents transforme la flexibilité de la consommation électrique en levier d'action économique en faveur de la compétitivité.

Le premier enjeu pour les industriels reste pour autant de satisfaire la demande de leurs clients. L'enjeu de la flexibilité n'est donc pas seulement uniquement financier mais également opérationnel et réglementaire. Il s'agit à la fois de garantir la continuité de la production pour respecter les engagements contractuels, d'assurer la compatibilité entre les actions de flexibilité et l'activité et enfin de respecter les autres contraintes réglementaires éventuelles qui s'imposent, notamment en matière de

performance énergétique des sites. **Les stratégies courantes de valorisation de la flexibilité des sites industriels correspondent ainsi à un arbitrage entre ces différentes contraintes et gains potentiels.** Cela les conduit généralement à privilégier les mécanismes leur permettant de valoriser la disponibilité de leur site (la capacité) et le caractère « assurantiel » que représente l'effacement de consommation, plutôt qu'une optimisation fine et quotidienne de leur consommation.

L'électrification des usages industriels couplée aux possibilités offertes par les technologies de stockage (thermique, batteries) pourraient cependant relancer la dynamique de développement de nouvelles flexibilités industrielles. Cela permettrait de répondre à un double enjeu : de rendre compétitifs les projets d'électrification et de faciliter la décarbonation en maîtrisant les coûts de l'électricité.

2. Pour les secteurs résidentiel et tertiaire : priorité à la baisse de la facture sans perte de confort

Dans ces deux cas, les consommateurs cherchent à maîtriser leurs dépenses énergétiques en minimisant l'impact sur le confort d'usage des bâtiments, qu'il s'agisse d'un immeuble de bureaux, d'une surface commerciale ou d'un logement.

Sans aller aussi loin que les stratégies d'optimisation mises en œuvre dans l'industrie – *bien qu'une tendance ait vu le jour depuis la crise de 2022-2023 avec l'émergence de contrats de fourniture du type « Bloc + Spot » dans le secteur tertiaire et que certains fournisseurs proposent à présent aux particuliers des offres en apparence simples, par ex. pour la recharge de leur VE, mais dont le fonctionnement interne est innovant et sophistiqué* – les consommateurs résidentiels et tertiaires sont très majoritairement incités à la

flexibilité grâce à leur offre de fourniture d'électricité. Ils sont ainsi plus ou moins incités selon leur offre à décaler d'eux-mêmes certains de leurs usages vers des périodes moins chères correspondant principalement à leurs heures creuses, ou à accepter une programmation et un pilotage de leurs appareils. Quelques fournisseurs proposent des offres adaptées à certains usages comme les offres avec « heures super creuses » la nuit ou le week-end pour la recharge des véhicules électriques. C'est ainsi environ la moitié des consommateurs tertiaires et résidentiels qui disposent d'une offre de fourniture les incitant à mettre en œuvre des actions de flexibilité pour en tirer profit, à condition que leurs usages électriques le permettent.

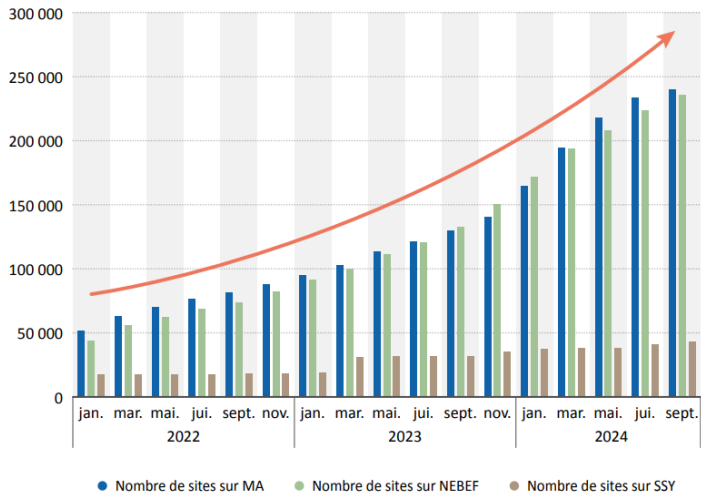
Dans ces deux secteurs, la valorisation de la flexibilité via un opérateur tiers de flexibilité, est également possible. Elle sera par ailleurs complémentaire de celle proposée par le fournisseur la plupart du temps : un opérateur tiers pouvant d'abord aider son client à optimiser le placement de ses consommations pilotables pendant les plages d'heures creuses de son offre de fourniture, et compléter cette approche en allant activer d'autres leviers de valorisation en complément, inaccessibles autrement. La flexibilité vient également en complément d'autres services énergétiques axés sur la maîtrise de la demande : thermostats connectés, suivi de consommation, optimisation du fonctionnement des ballons d'eau chaude sanitaire.

Cette valorisation par les opérateurs de flexibilité concerne encore assez peu de sites (voir graphique ci-dessous) en comparaison avec le nombre de consommateurs disposant d'une offre type « heures pleines / heures creuses » (environ 15 millions de consommateurs résidentiels) mais croît régulièrement et de plus en plus

vite sous l'effet des différentes mesures réglementaires et techniques mises en

place pour faciliter le passage à l'échelle de ce mode d'action.

Nombre de sites participant aux mécanismes de marché pour les flexibilités explicites, périmètre Enedis



~ x4

c'est le facteur de croissance depuis début 2022 du nombre de sites raccordés au réseau Enedis et participant à au moins un mécanisme de marché.

~ 97 %

c'est le ratio de sites en basse tension ≤ 36 kVA parmi ceux qui participent à ces mécanismes, la grande majorité d'entre eux étant des clients résidentiels.

Figure 4 - Evolution du nombre de sites participant aux mécanismes de marchés par le biais d'un opérateur de flexibilité, de 2022 à fin 2024. (Source : [Baromètre des flexibilités de consommation d'électricité, édition 2024](#))³

Dans les deux cas, la notion de confort d'usages est centrale : les approches de la flexibilité pour les consommateurs tertiaires et résidentiels reposent sur des actions qui ne doivent pas gêner la vie quotidienne, à l'exception d'offres spécifiquement prévues à cet effet, comme celles combinant une logique de flexibilité « du quotidien » avec une logique d'effacement « jour de pointe ».

Plus la gêne occasionnée ou le degré d'effort consenti va être important, plus la rémunération du consommateur ou l'économie qu'il fera sur sa facture d'électricité sera importante. En comparaison avec le secteur de l'industrie

et bien que l'objectif de maîtriser sa facture soit une notion clef, l'adoption de la flexibilité est ainsi avant tout une question d'économies pouvant être plus modestes, mais plus régulières. Ces flexibilités seront ainsi activées tous les jours, en mobilisant des volumes unitaires peut-être plus faibles que des flexibilités qui auraient un impact sur le confort, mais en ayant un réel impact sur l'optimisation du fonctionnement du système électrique et avec des gains réguliers à la clef pour les consommateurs.

³ A noter que cette tendance à l'augmentation, qui s'est confirmée début 2025 a vu, d'après Enedis, une véritable explosion depuis l'été 2025, avec l'évolution du dispositif NEBEF, devenu NEBCO (voir encadré).



Zoom sur le dispositif « NEBCO »

La Commission de régulation de l'énergie a récemment approuvé les règles proposées par RTE pour succéder au dispositif NEBEF, de valorisation des effacements de consommation sur les marchés de gros de l'électricité.

Grâce à ce nouveau dispositif appelé « NEBCO » (Notification d'Echange de Bloc de Consommation), il sera désormais possible pour les opérateurs de flexibilité de valoriser non seulement les effacements de consommation lorsque les prix de marchés sont élevés, mais également des modulations de consommation à la hausse quand ils sont bas (voire négatifs).

Il s'agit d'un véritable changement de paradigme pour l'optimisation dynamique quotidienne des flexibilités de consommation, principalement pour les petits consommateurs qui n'ont pas accès aux moyens les plus sophistiqués de valoriser leur flexibilité sur les marchés de l'électricité. La valorisation de leur flexibilité passe ainsi :

- ◆ d'une logique d'effacement s'activant essentiellement les « jours de pointe », avec une valeur pour la sécurité d'approvisionnement du système électrique, lorsque les prix de marché de court terme atteignent des niveaux élevés...
- ◆ ... à une logique de décalage des consommations combinant des modulations à la baisse et à la hausse de consommation, pouvant être réalisées tous les jours de l'année, avec une valeur d'optimisation du système électrique et permettant aux consommateurs de profiter des différences de prix Spot entre les pics du matin et du soir et les creux de journée et de nuit (voire aux différences de prix sur les marchés infra-journaliers).

Dans le "plan de passage à l'échelle" des flexibilités de consommation présenté par RTE, Enedis, Think Smartgrids, le GIMELEC et l'IGNES, dans le Baromètre des flexibilités⁴, c'est un jalon majeur qui est ainsi franchi.

C. La mise en œuvre de la flexibilité et son passage à l'échelle impliquent que sa valeur soit partagée entre plusieurs acteurs

La flexibilité ne peut exister que si elle s'inscrit dans une véritable chaîne de valeur, impliquant plusieurs acteurs aux rôles complémentaires.

Consommateurs, opérateurs de flexibilité, fournisseurs et équipementiers forment ensemble un écosystème où chacun contribue à la rendre possible. Le consommateur apporte son potentiel

d'ajustement, l'opérateur organise et valorise cet effort sur les marchés de l'électricité⁵, le fournisseur intègre la flexibilité dans ses offres, et l'équipementier fournit les technologies nécessaires pour l'activer.

⁴ [Baromètre des flexibilités de consommation d'électricité, édition 2024](#)

⁵ Remarque : certains opérateurs de flexibilité peuvent également n'intervenir que sur l'agrégation technique des équipements pilotables chez leurs clients, généralement en complément d'autres services de gestion énergétique, sans intervenir sur les marchés de l'électricité. Ils peuvent alors servir d'intermédiaires entre consommateurs et opérateurs intervenant sur les marchés. On parle alors de « primo-agrégateurs ».

Zoom sur les équipementiers :

Longtemps maillon ignoré de cette chaîne de valeur des flexibilités, ils sont désormais systématiquement présents dans les nouveaux modèles de valorisation de flexibilité d'équipements connectés et pilotables.

Cela rend plus complexe le partage de la valeur et cela perturbe les stratégies de certains acteurs, avec de nombreuses manières de mettre en œuvre le partage

de la valeur : partenariats, mécanismes de « péage » pour ouvrir et adapter les services, intégration, etc.

Cette coopération repose sur un partage de la valeur créée, issu d'un compromis entre attractivité pour le consommateur et viabilité économique pour les différents acteurs qui interviennent dans le processus – complexe – de valorisation de la flexibilité.

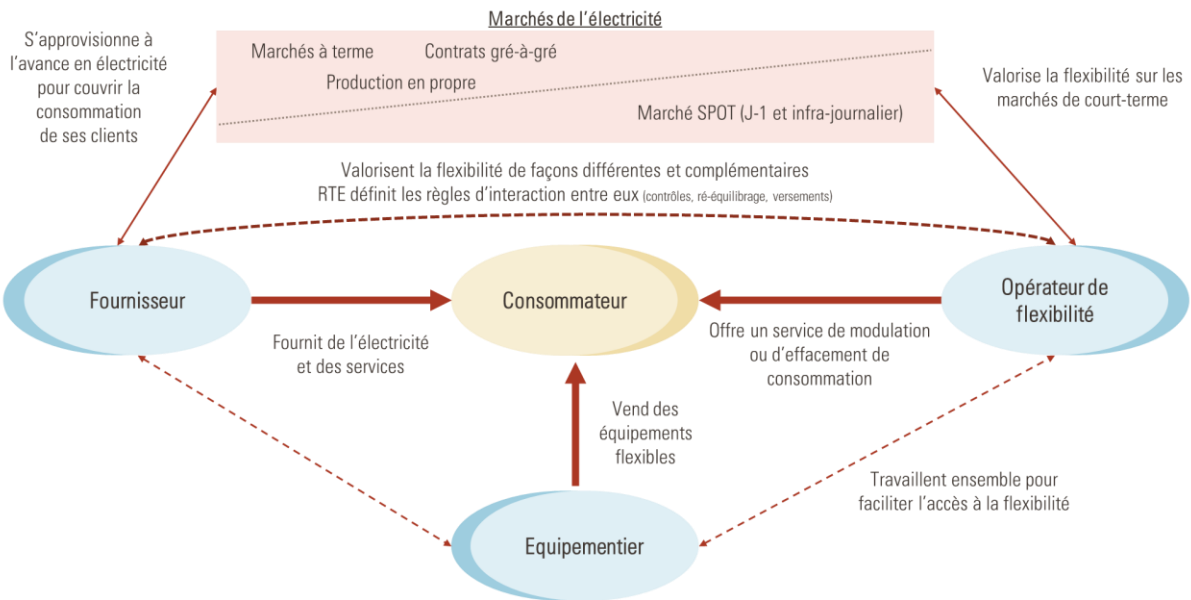


Figure 5 - Partage de la valeur entre les différents maillons de la chaîne de valeur de la flexibilité

Ainsi, la flexibilité ne peut être perçue comme l'affaire d'un seul acteur isolé : elle prend tout son sens lorsqu'elle est portée collectivement, chaque maillon de la chaîne assumant sa part de responsabilité et bénéficiant d'un retour en valeur.

Exemple : Certains agrégateurs de flexibilités proposent ainsi aux particuliers disposant d'une offre de fourniture heures pleines / heures creuses de piloter leurs usages électriques pour maximiser la part de leur consommation se produisant pendant les heures creuses.

Cela permet à leurs client de tirer le potentiel maximum de leur offre sans changer de fournisseur, tandis que l'opérateur de flexibilité se rémunère pour ce service via les gains d'optimisation réalisés sur les marchés de l'électricité.

D. Cette valeur dépasse cependant les simples gains financiers

Si les retombées économiques sont des critères importants, il ne faut pas sous-estimer les bénéfices qualitatifs liés à la flexibilité.

Sur le plan environnemental, ajuster sa consommation pour la déplacer vers les heures où l'électricité est la plus décarbonée favorise une meilleure intégration des énergies renouvelables, en particulier le solaire et l'éolien. Les flexibilités contribuent ainsi à réduire les émissions de CO₂ en limitant le recours aux moyens thermiques carbonés, souvent sollicités lors des pics de demande (principalement entre 8 h et 10 h et entre 18 h et 20 h). Selon les estimations de RTE, un décalage optimal des usages pourrait permettre en France un gain annuel d'environ un million de tonnes d'émissions de CO₂, et ce chiffre serait encore plus significatif à l'échelle européenne.⁶ Un consommateur industriel rencontré dans le cadre de l'étude résume cette externalité positive ainsi : *« si les gains financiers immédiats de la flexibilité peuvent parfois sembler anecdotiques pour certains acteurs, la valorisation d'une consommation flexible bas-carbone pourrait renforcer l'adhésion et le sens donné à la démarche »*.

Ces pratiques permettent également de réduire les épisodes d'écêtement de la production renouvelable, en valorisant l'électricité excédentaire qui serait sinon perdue. Dans son Bilan Prévisionnel, RTE (chapitre 6)⁷ estime qu'un développement des flexibilités pourrait éviter environ 0,5 TWh de pertes de production d'ici 2030.

De plus, la flexibilité limite la nécessité de moduler le parc nucléaire, réduisant ainsi les contraintes techniques, les coûts liés aux arrêts et redémarrages et l'usure prématurée des équipements.

Sur le plan social et territorial, la flexibilité ouvre la voie à la création d'emplois liés à la transition énergétique. Ces nouvelles activités stimulent l'émergence de compétences locales, favorisent l'ancrage territorial de la transition énergétique et contribuent ainsi à une transition inclusive, créatrice de valeur ajoutée et génératrice de retombées positives pour les territoires.

Ainsi, la flexibilité ne se limite pas à une logique de coûts : elle représente un engagement concret, la preuve d'une responsabilité environnementale et écologique assumée et un levier puissant pour faire de la transition énergétique une démarche globale, porteuse de sens et de bénéfices multiples pour la collectivité.

⁶ BP2023 - chapitre 6. Equilibre offre demande et flexibilités

⁷ *idem*

II. DU SIMPLE DECALAGE MANUEL ET MONO-USAGE A UNE APPROCHE MULTI-USAGE ET PILOTEE : DES APPROCHES DIFFERENCIES ET PROGRESSIVES SONT POSSIBLES

Après avoir décrit les usages flexibles et la nature des gains envisageables pour les consommateurs, il s’agit à présent de s’intéresser à la manière dont la flexibilité est mise en œuvre. Cette démarche suppose de raisonner à nouveau par type de consommateurs, non plus seulement au regard de leurs besoins énergétiques, mais aussi des freins spécifiques auxquels ils se heurtent et des leviers d’action qu’ils mobilisent pour avancer dans leurs projets.

L’enjeu n’est donc plus seulement de cartographier le potentiel, mais de comprendre comment accompagner chaque segment – industriel, tertiaire ou résidentiel – dans un parcours de flexibilité adapté. Ce parcours peut être progressif : partir d’une flexibilité mono-usage, manuelle et volontaire, n’utilisant qu’une partie du potentiel de flexibilité d’un consommateur et une partie des mécanismes de valorisation possible ; et conduire jusqu’à des approches de pilotage automatisé couvrant plusieurs usages et

optimisant la valeur de la flexibilité à travers plusieurs mécanismes différents et complémentaires.

Ces mécanismes peuvent être présentés de manière synthétique comme l’ensemble des moyens de valoriser la flexibilité, en puissance (en capacité) et en énergie, sur les différents marchés et mécanismes existants en France pour régler l’équilibre entre production et consommation. Comme il a été précisé plus haut, cette valorisation peut être faite directement via un fournisseur ou par le biais d’un opérateur de flexibilité. A noter que certains de ces mécanismes permettent aux gestionnaires de réseaux de répondre à des besoins relatifs à des contraintes locales (par ex. le TURPE, dans le placement précis des plages d’heures creuses). Ces mécanismes ne font pas l’objet du schéma ci-dessous, qui cible plutôt la valorisation des flexibilités par rapport aux besoins de l’équilibre entre offre et demande d’électricité.

	Tarif d'Utilisation des Réseaux Publics d'Electricité (TURPE)	Fourniture ou achat d'électricité	Modulation de consommation et effacement	Equilibrage	Mesures de sauvegarde
Valorisation en puissance de la flexibilité	Pour certains gros consommateurs, possibilité de puissances souscrites différentes selon les périodes tarifaires	Le mécanisme de capacité rémunère la disponibilité des capacités d'effacement et de production lors des pointes		Réserves rapide et complém. (RR-RC)	Services systèmes fréquence (FCR, aFRR)
Valorisation en énergie de la flexibilité	Incitation à consommer en suivant la structure tarifaire heures pleines / heures creuses / etc.	Incitation à consommer via des prix différents selon des plages horaires et des types de jours (souvent identique aux plages horaires du TURPE)	Modulations de consommation à la hausse et à la baisse (effacement) valorisés via le dispositif « NEBCO » sur les marchés spot de l'électricité (J-1 et infra-journalier)	Mécanisme d'Ajustement (MA), à partir des réserves RR-RC et d'offres d'ajustement de flexibilité	Activation automatique des réserves de services système en cas de déséquilibre
					Réductions de demande en cas de déclenchement par RTE d'un signal d'alerte EcoWatt rouge

Figure 6 – Vision synthétique des mécanismes de valorisation des flexibilités pour les besoins de l’équilibre offre-demande

A. Adapter l'approche client aux spécificités sectorielles

En dépit des bénéfices permis par la valorisation des flexibilités, un constat s'impose : leur déploiement reste marginal dans de nombreux cas, en particulier dans le secteur résidentiel. Le phénomène qualifié par certains acteurs de marché de « syndrome de la pièce jaune » illustre bien cette limite : les gains financiers proposés ne sont pas perçus comme suffisants pour justifier un changement d'habitudes ou d'équipement. À cela s'ajoute la méconnaissance d'un sujet dont la mise en œuvre peut être perçue comme complexe par les consommateurs.

1. Dans l'industrie, la flexibilité a longtemps été vue comme un arbitrage entre pertes de production et gains liés à l'effacement les jours de pointe. L'électrification, le stockage et l'évolution des stratégies d'approvisionnement font présager un renouveau de cette vision.

Le secteur industriel est celui qui mobilise aujourd'hui le plus la flexibilité, en particulier à travers la manière d'acheter l'énergie (par ex. via des offres dites « bloc+spot »), via l'effacement de consommation certains jours tendus (et donc adossé au mécanisme de capacité) et via les mécanismes de réserve opérés par RTE pour l'équilibrage en temps réel du système électrique (réserves rapide et complémentaire, services système fréquence). Toutefois, cette mobilisation reste circonscrite à des profils d'industriels relativement matures.

Les freins identifiés sont d'un autre ordre :

- ◆ Des contraintes de procédés industriels strictes, qui limitent les marges de manœuvre en termes de flexibilité : contraintes liées aux arrêts / redémarrages, besoins d'intervention manuelle, etc. Ces limites varient fortement selon les filières industrielles.

- ◆ Des arbitrages complexes entre production, maintenance et valorisation des flexibilités.
- ◆ Un besoin de visibilité sur les gains financiers réels et les risques opérationnels associés

L'enjeu, pour les industriels, est moins la simplification de l'interface que la sécurisation du modèle économique et la confiance dans les signaux envoyés par les marchés. Dans ce contexte, les agrégateurs et opérateurs techniques jouent un rôle clé, en assurant la médiation entre les contraintes industrielles et les opportunités économiques de la flexibilité tout en apportant d'autres services énergétiques complémentaires (suivi automatisé des consommations, efficacité énergétique, etc.). Cela nécessite aussi de la stabilité et surtout de la visibilité sur les évolutions apportées au cadre réglementaire de la flexibilité, afin que les industriels puissent se projeter sur des horizons de temps plus longs.

Les possibilités apportées par l'hybridation de site industriel, en y adjoignant un stockage d'électricité, ainsi que celles apportées par les différentes solutions de stockage thermique de l'électricité en vue de combiner électrification et flexibilité, offrent cependant des perspectives intéressantes à l'avenir. Ces technologies et les solutions construites autour d'elles font présager d'un renouveau de la flexibilité industrielle, en la faisant notamment passer d'une logique de valorisation principalement en puissance (via l'effacement adossé au mécanisme de capacité et via les réserves d'équilibrage) à une logique de flexibilité quotidienne.

2. Dans le secteur tertiaire : une flexibilité sous-exploitée malgré un fort potentiel

Le parc tertiaire français représente près d'un milliard de mètres carrés et constitue un levier majeur pour la transition énergétique. Malgré un potentiel de flexibilité estimé à près de 2,5 GW de décalages de consommations quotidiens (et jusqu'à 4,5 GW voire 6 GW les jours de pointe et en cas d'alerte), notamment grâce au pilotage des systèmes de chauffage, ventilation, climatisation (CVC), cette capacité reste peu mobilisée. D'après le GIMELEC, seuls 13 % des bâtiments tertiaires de plus de 1 000 m² sont à ce jour équipés de systèmes de gestion technique du bâtiment (GTB) et sont conformes au décret BACS.⁸

	Économies d'énergie annuelles	Flexibilité du quotidien	Flexibilité « Jour de pointe » (froid ou sans vent)	Mode « ÉcoWatt rouge »
Sobriété et Flexibilité Optimum 100% Décret BACS 2035	De 15 à 25 TWh	~3,8 GW	~6,3 GW	~7,9 GW
Scénario Volontariste « Plan 100 000 BACS » 2030	De 9 à 15 TWh	~2,5 GW	~4,5 GW	~6,3 GW
Scénario Continuité 25 % de BACS 2030	De 5 à 9 TWh	~1,6 GW	~2,6 GW	~4 GW

Figure 7 - Potentiel de flexibilité et d'économies d'énergie dans le tertiaire, à l'horizon 20230 (Source : [Baromètre des flexibilités de consommation d'électricité, édition 2024](#))

Ce potentiel est souvent sous-exploité en raison de plusieurs facteurs :

- ◆ Une fragmentation de la gouvernance : le propriétaire, l'exploitant et l'occupant ne sont pas toujours alignés sur les objectifs.
- ◆ Des systèmes de gestion technique des bâtiments (BACS) pas toujours modernisés ni interopérables, rendant la flexibilité difficile à piloter.

- ◆ Des systèmes BACS sous-exploités voire inexploités dans près de la moitié des cas, du fait d'une organisation inadaptée à leur opération dans la durée. Des systèmes configurés à l'installation deviennent ainsi rapidement obsolètes par rapport aux évolutions du bâtiment, de ses occupants, des usages, etc.
- ◆ Une sensibilité au confort et à la continuité de service, qui limite la latitude d'action.

Pour libérer ce potentiel, un accompagnement technique et organisationnel est indispensable. L'obligation de déploiement des BACS – qui permettent de suivre, programmer voire de piloter de manière connectée les équipements et usages électriques du bâtiment – pourrait ainsi devenir synonyme d'un déploiement des flexibilités à moindre coût, sans s'opposer aux exigences de confort et de performance du bâtiment.

La prise en compte, à l'installation et à chaque re-commissionnement des BACS des usages du bâtiment, des besoins des occupants et des caractéristiques de l'offre de fourniture (plages d'heures pleines, heures creuses, etc.) représente ainsi un potentiel de flexibilisation important des bâtiments tertiaires. Il est possible d'aller plus loin dans ce potentiel, lorsque le BACS est connecté et Flex Ready^{®9}, en mettant en œuvre une flexibilité pouvant être plus dynamique, optimisant la valeur économique de manière quotidienne.

De ce point de vue, l'évolution récente du dispositif NEBEF en NEBCO est susceptible d'agir comme un accélérateur du développement de la flexibilité des bâtiments tertiaires, en permettant aux BACS Flex Ready[®] de rapidement devenir une source de gains

⁸ Baromètre des flexibilités de consommation d'électricité, édition 2024

⁹ Flex Ready[®] : une démarche collective pour accélérer la flexibilité énergétique

pour les gestionnaires et occupants de bâtiments tertiaires.

3. Dans le secteur résidentiel : une flexibilité encore souvent « mono-usage » et un besoin de clarté sur les offres.

Pour les consommateurs particuliers et petits professionnels (professions libérales, artisanat, etc.), la mise en œuvre de la flexibilité est encore largement mono-usage et concerne principalement le pilotage des ballons d'eau chaude sanitaire déclenché par des signaux tarifaires simples (heures creuses). A ce jour cependant, moins de 50 % des consommateurs sont incités à la flexibilité par une telle offre de fourniture.

Certains vont plus loin dans la démarche en adoptant l'offre d'un opérateur de flexibilité pour valoriser un autre usage piloté comme le chauffage, ou en mettant en œuvre des

actions manuelles et ponctuelles pour adapter leurs consommations aux caractéristiques de leur offre de fourniture.

Ces pratiques sont pourtant encore à leurs débuts, faute notamment et jusqu'à présent de pouvoir faire bénéficier aux consommateurs d'offres attractives de flexibilité quotidienne leur permettant de tirer profit de la flexibilité de leurs différents usages pilotables et du fait d'un manque de clarté sur les différentes offres existantes et les gains associés. En effet, les consommateurs notamment particuliers et petits tertiaires, sont confrontés à une multiplicité d'acteurs (fournisseurs, agrégateurs, opérateurs techniques, gestionnaires de réseau) dont les rôles encore sont souvent mal identifiés.

B. La flexibilité « comportementale » : porte d'entrée *low-tech* de la flexibilité résidentielle et du petit tertiaire

Si la flexibilité de consommation électrique est généralement associée à une notion de pilotage, d'automatismes et de technologies connectées, une part importante du potentiel de flexibilité peut être mise en œuvre plus simplement, par des gestes manuels, des programmations d'usages en fonction d'heures creuses et de types de jours, qu'il ne s'agit pas nécessairement de modifier tous les jours.

Pour être mises en œuvre, ces habitudes de consommations passent par une information claire et généralisée des consommateurs, en les guidant au moyen de signaux clairs et de retours concrets sur les résultats de leurs actions. Le retour d'expérience de certains opérateurs de flexibilité montre en effet qu'un dispositif de suivi des consommation et d'information des consommateurs sur les gestes qu'ils peuvent réaliser et les moments auxquels les réaliser peut jouer un rôle déterminant

pour atteindre un grand nombre de consommateurs et les faire entrer dans une démarche de flexibilité.

De nombreuses actions peuvent être mises en œuvre, sans attendre que tous les équipements flexibles soient connectés. Par exemple, il est possible de décaler la recharge d'un véhicule électrique à la nuit, de lancer son lave-linge en dehors des heures de pointe, ou encore de baisser légèrement le chauffage en hiver aux bons moments de la journée, pour le remonter en dehors des périodes de pointe du matin et du soir, sans trop perdre en confort. Cette flexibilité « comportementale » peut ainsi représenter une solution accessible à moindre coût pour s'initier et faire les premiers pas dans la flexibilité.

Cette approche comportementale des flexibilités de la consommation est notamment à la racine du dispositif

EcoWatt¹⁰, dans le cas particulier de flexibilités de sauvegarde, en dernier recours face à une situation d'urgence pour le système électrique. Bien qu'aucun signal d'alerte « Rouge » n'ait été activé par RTE, il a été estimé un potentiel d'écogestes pouvant atteindre plusieurs GW de réductions ponctuelles de consommation, principalement en agissant sur le chauffage.

Cette approche a cependant une limite, bien connue des acteurs qui attirent initialement des clients grâce à un parcours d'information et de gamification : leurs efforts peuvent avoir des difficultés à se maintenir dans la durée sans incitation

économique, au regard d'actions dont la mise en œuvre peut également sembler lourde.

En résumé, le comportemental ne constitue pas une alternative à la technologie, mais un complément stratégique, particulièrement pertinent dans la phase actuelle de transition. Il permet d'élargir la participation à la flexibilité et d'en faciliter l'appropriation, en attendant que le marché se structure pleinement et que l'ensemble des foyers, bâtiments tertiaires et industriels soient équipés de dispositifs de pilotage automatisés.

C. Rendre le parcours client simple, rapide et automatique

Dans le cas du secteur résidentiel sans doute plus que pour les autres, il y a peu à parier que lorsqu'ils ont souscrit une offre de flexibilité auprès de leur fournisseur d'électricité ou d'un opérateur tiers, les consommateurs préfèrent éviter de devoir prendre plusieurs dizaines de minutes à chaque fois qu'ils s'équipent ou changent un appareil flexible (radiateur, pompe à chaleur, thermostat connecté centralisé, ballon d'eau chaude, véhicule électrique, etc.) pour configurer manuellement leurs préférences et paramètres de pilotage pour chaque appareil (confort, plages d'heures pleines / heures creuses, etc.).

Pour que les consommateurs passent à l'acte et que le passage à l'échelle s'opère, la flexibilité doit être :

- ▶ **simple** (gestion contractuelle, gestes à exécuter pour intégrer un nouvel équipement) ;
- ▶ **rapide à mettre en place** (temps à consacrer à l'intégration des

équipements à une offre de flexibilité, par exemple via une application pour smartphone) ;

- ▶ **et la plus automatisée possible** (éviter les gestes manuels et les sollicitation du client pour qu'il intervienne une fois mis en place sa configuration initiale).

Pour aller encore plus loin, il existe des appareils permettant un pilotage d'ensemble des usages dans le bâtiment.

La filière française des flexibilités se mobilise pour déployer des solutions permettant un pilotage global et intelligent de l'ensemble des usages énergétiques dans les bâtiments, qu'ils soient résidentiels, tertiaires ou industriels. Ces dispositifs, qu'il s'agisse de systèmes BACS (*Building Automation and Control System*) dans le tertiaire ou de HEMS (*Home Energy Management System*) dans le résidentiel, constituent une brique essentielle pour automatiser des flexibilités multi-usages et maximiser leur gains potentiels.

¹⁰ [MonEcoWatt](#)

Les coûts associés à ces technologies ne se résument pas nécessairement à un investissement supplémentaire pour la flexibilité.

En effet et en prenant l'exemple du secteur tertiaire, la majeure partie du coût relatif aux systèmes BACS relève déjà du décret BACS. Les surcoûts liés à la flexibilisation restent ainsi relativement faibles. Concrètement, deux cas de figure se présentent :

- ▶ Pour les bâtiments encore sans BACS, l'investissement en CAPEX peut être important mais n'est pas à imputer uniquement à la mise en œuvre de flexibilité du bâtiment mais à un ensemble d'objectifs prioritaires.
- ▶ Pour les bâtiments déjà équipés, l'enjeu porte avant tout sur les coûts opérationnels : remise en service des systèmes, re-commissionnement, programmer des scénarios de pilotage. Ces

opérations sont assez variables d'un système BACS et d'un bâtiment à l'autre, pouvant représenter de quelques jours de travail dans le meilleur des cas, à plus lourdes si rien n'avait été prévu en amont.

À ces dépenses s'ajoutent des coûts d'intégration technique relativement modestes, tels que la connexion aux API Flex Ready® et les ajustements logiciels nécessaires, auxquels s'ajoutent des obligations récurrentes de suivi (mises à jour logicielles, cybersécurité, re-commissionnements périodiques).

Au-delà de leur rôle dans la flexibilité, ces systèmes offrent des bénéfices substantiels en matière de maîtrise de l'énergie, avec des gains estimés entre 20 % et 40 % selon le niveau d'équipement et la qualité des programmations mises en œuvre. La question du financement demeure centrale, et le recours au tiers-investissement constitue à ce titre une piste particulièrement prometteuse.

III. A LA CROISEE DES DIFFERENTS TYPES DE BESOINS ET DE CONSOMMATIONS FLEXIBLES, PLUSIEURS MODES D’ACTION ET DE PARTAGE DE LA VALEUR ONT EMERGE

A. Les acteurs de la flexibilité ont développé plusieurs modèles d’affaires différents pour répondre aux besoins du système électrique et aux attentes de leurs clients

Afin de capter pleinement le potentiel de la flexibilité de la demande et que les consommateurs puissent en tirer les bénéfices, les fournisseurs d’électricité et les opérateurs de flexibilité développent aujourd’hui plusieurs modèles d’affaires différents et aux approches complémentaires. Ces modèles ont pour finalité d’inciter, d’accompagner ou d’automatiser les comportements dits « flexibles », en cohérence avec les besoins de flexibilité du système électrique et les

marchés et mécanismes associés, tout en veillant à répondre aux attentes des usagers en matière de confort, de maîtrise de leur consommation, ou encore de rentabilité.

Pour mieux appréhender ces dynamiques, il convient de rappeler que RTE distingue quatre grands types de flexibilité, définis en fonction de la nature du besoin du système électrique et de son horizon temporel :

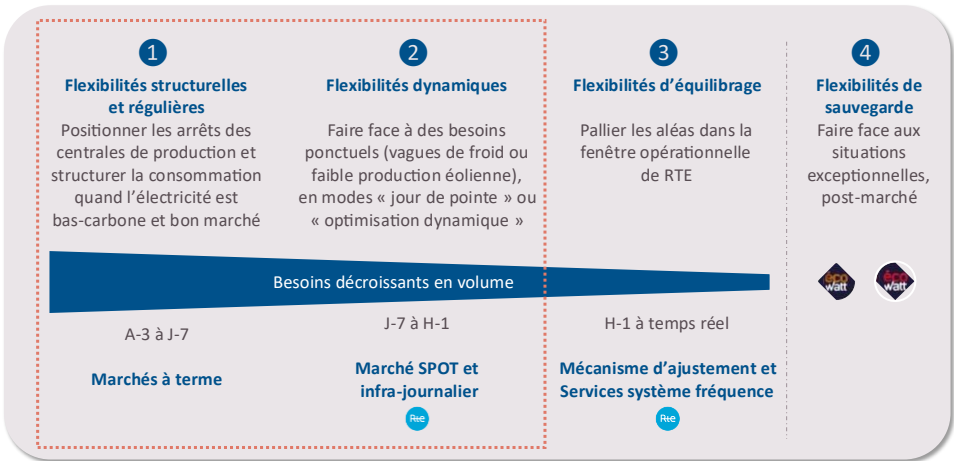


Figure 8 - Quatre types de besoins de flexibilités pour l'équilibre offre-demande
(Source : RTE, Bilan prévisionnel 2023, Principaux Résultats)

Nous proposons par la suite une segmentation en huit modèles d’affaires qui couvrent les différentes solutions de valorisation de flexibilité proposées sur le marché français aujourd’hui. Ils présentent des approches complémentaires les unes

des autres, qui se distinguent suivant des positionnements d’acteurs, l’organisation adoptée, des modes de valorisation et des segments de clients.

Certains de ces modèles peuvent être combinés : généralement un modèle de

valorisation par le biais d'un fournisseur et un par le biais d'un opérateur de flexibilité.

Notre grille d'analyse retient trois paramètres principaux pour les définir.

1. L'objectif poursuivi pour le système électrique

Certains modèles s'inscrivent dans une logique assurantielle, avec une valeur principalement pour la sécurité d'approvisionnement, qui permet notamment de ne mobiliser effectivement la capacité engagée que très rarement, donc avec un impact moindre pour le consommateur. C'est le mode « jour de pointe », correspondant aux jours de l'année les plus tendus pour le système électrique, comme les jours de grand froid lorsque la demande nationale est très élevée.

D'autres modèles au contraire, relèvent d'une optimisation plus quotidienne du fonctionnement du système électrique, pouvant être organisée par rapport aux besoins structurels et réguliers de flexibilité ainsi que par rapport aux besoins dynamiques d'optimisation du système. Ils intègrent la flexibilité dans les usages de tous les jours, comme le décalage d'une recharge de véhicule électrique ou encore l'activation d'une pompe à chaleur à un moment opportun. Ces modèles reposent ainsi sur des pratiques concrètes, activables à différents moments de la journée.

Cette première grille de lecture est représentée par l'axe vertical de la Figure 9.

2. Le canal de valorisation de la flexibilité

La flexibilité peut être intégrée de manière implicite dans les offres de fourniture d'électricité : c'est notamment le cas des offres tarifaires différenciées dans le temps, telles que les options heures pleines / heures creuses, l'option Tempo du Tarif Réglementé de Vente d'électricité, ou

encore des offres innovantes comme l'offre Flexi Watt avec son option Jour de Pointe.

À l'inverse, d'autres modèles prévoient une mobilisation de la flexibilité en dehors de l'offre de fourniture d'électricité, via un contrat passé avec un opérateur de flexibilité, qui la valorise sur les marchés ou les mécanismes opérés par RTE.

Cette deuxième grille de lecture est représentée par l'axe horizontal Figure 9.

Remarque : Notons que dans les deux cas, la chaîne d'activation de la flexibilité du consommateur peut faire intervenir des intermédiaires techniques : primo-agrégateurs ou encore équipementiers ayant déployé pour le consommateur une passerelle technique de supervision locale.

3. Le mode d'intervention sur l'actif flexible

Enfin, les modèles se distinguent selon le type d'action demandée au consommateur et le degré d'automatisation associé. Il est possible d'identifier trois familles :

- ◆ Les **modèles pilotés**, qui s'appuient sur des équipements connectés, comme des systèmes de gestion de l'énergie (EMS, HEMS, ou boîtiers intelligents) permettant un pilotage automatisé, sans intervention humaine en phase de fonctionnement nominal.
- ◆ Les **modèles comportementaux**, qui reposent sur l'information et l'adhésion du consommateur, invité à modifier manuellement ses usages (par exemple, baisser son chauffage ou différer un usage électroménager).
- ◆ Les **modèles hybrides ou mixtes**, qui combinent technologies connectées et consentement actif, souvent dans le cadre de programmes d'engagement volontaire, avec une rétribution ou un avantage à la clé.

Ces trois dimensions permettent ainsi de projeter les différents modèles de valorisation des flexibilités de la consommation d'électricité. Certains de ces modèles peuvent combiner des approches complémentaires (par ex. permettre de retirer un bénéfice à la fois d'une modulation quotidienne de ses usages, mais aussi dans certains cas, d'une valeur assurantielle

plutôt liée à la réduction de consommation les jours de pointe).

Certains de ces modèles sont ici qualifiés d'émergents : il s'agit des modes de valorisation de la flexibilité de consommation qui n'apparaissent pratiquement pas jusqu'en 2020 voire jusqu'à la crise de 2022-2023, ou de modèles auparavant existants pour certains consommateurs mais élargis depuis à d'autres cas d'usage.

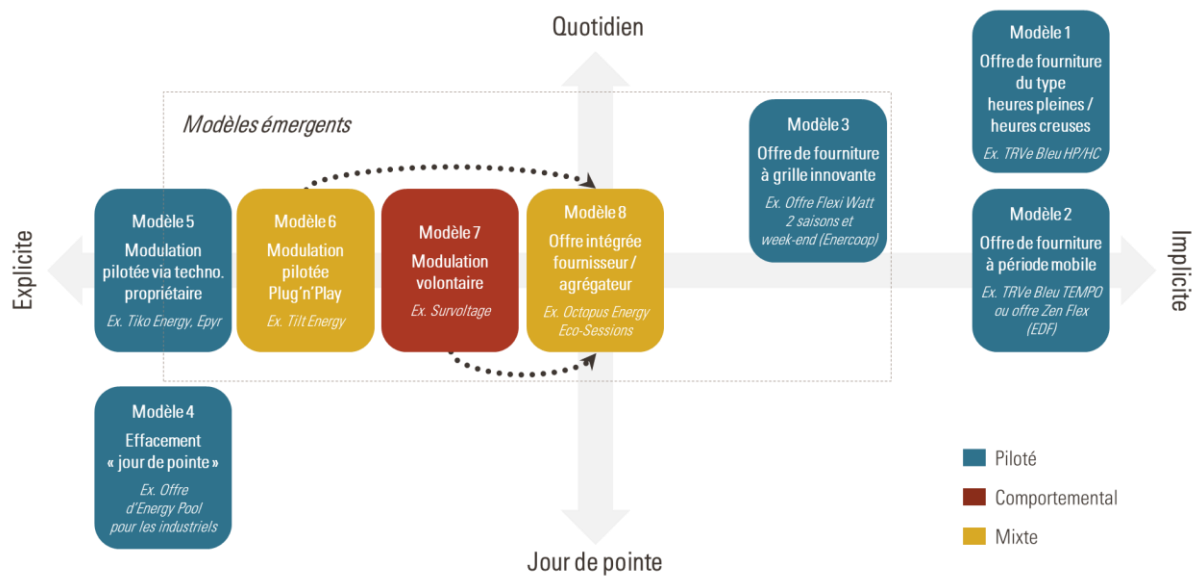


Figure 9 - Classification proposée pour les différents modèles d'affaire de flexibilité¹¹

B. Quels modèles d'affaires et quel partage de la valeur ?

Il s'agit ci-dessous de décrire de manière synthétique les différents modèles d'affaires de flexibilité, en indiquant la nature de la valeur qu'ils permettent de capter et de répartir entre maillons de la chaîne de valeur suivant la décomposition suivante :

Dimensionnement	Optimisation	Équilibrage	Local
◆ Dimensionnement : correspond à la valeur capacitaire de la flexibilité pour le système électrique ;			

- ◆ **Optimisation** : valeur d'optimisation du fonctionnement du système électrique ;
- ◆ **Équilibrage** : contribution de la flexibilité à l'équilibrage en temps réel du système électrique par RTE ;
- ◆ **Local** : les flexibilités peuvent revêtir une valeur locale pour la gestion des réseaux, bien que moins importante en ordre de grandeur que pour l'EOD.

¹¹ Remarque : les exemples donnés ci-dessus le sont uniquement dans un but illustratif. Ils ne sauraient représenter l'exhaustivité des offres et acteurs de flexibilité existants et ne correspondent qu'à une vision figée dans le temps au moment de la réalisation des entretiens et recherches menés pour cette étude.

Modèle 1 « Offre de fourniture du type heures pleines / heures creuses :

Dimensionnement	Optimisation	Equilibrage	Local
-----------------	--------------	-------------	-------

Ce premier modèle, le modèle historique de valorisation des flexibilités de consommation par les fournisseurs d'électricité, repose sur une offre simple. Il s'appuie sur une tarification organisée par rapport aux besoins de flexibilités structurels et réguliers du système électrique, qui différencie les heures pleines des heures creuses (voire les heures de pointe fixe pour les consommateurs raccordés en HTA et HTB), encourageant le consommateur à déplacer sa consommation vers les périodes où les réseaux sont moins sollicités pour acheminer l'électricité et où l'électricité est moins chère à produire. Ce modèle, utilisé depuis des décennies, constitue la base des offres de fourniture incitant à la flexibilité quotidienne, facile à comprendre et à appliquer, mais limité dans sa capacité à s'adapter aux fluctuations plus fines du marché de l'électricité.

Le placement précis «à la minute» des plages d'heures creuses par les gestionnaires de réseaux de distribution permet à la fois de tenir compte d'une partie du besoin d'optimisation du système électrique mais aussi des contraintes locales spécifiques à chaque poste de distribution. Ces offres ne permettent cependant pas de contribuer à l'équilibrage en temps réel et ne captent donc pas la valeur de ce type de service rendu au système.

Modèle 2 « Offres à périodes mobiles » :

Dimensionnement	Optimisation	Equilibrage	Local
-----------------	--------------	-------------	-------

Ce modèle apporte une approche supplémentaire par rapport au précédent, en introduisant des périodes tarifaires qui varient dans le temps, dites « mobiles ». Il combine ainsi la gestion quotidienne des heures creuses du modèle précédent avec une incitation correspondant à des types de jours spécifiques, de forte demande résiduelle (jours de pointe en hiver).

C'est le cas par exemple de l'option TEMPO du TRVe, ainsi que des offres dites « d'effacement indissociable de la fourniture » (EIF) notamment nées pendant la crise de 2022-2023¹².

A l'inverse des jours de forte demande résiduelle, les « périodes mobiles » pourraient correspondre à des jours de très faible demande résiduelle comprenant certaines heures à prix spot négatif sur le marché journalier. La valeur d'optimisation de ce type d'offre se trouverait renforcée par rapport aux offres incitant « simplement » à l'effacement les jours de pointe.

Modèle 3 « Offres à grilles tarifaires innovantes » :

Dimensionnement	Optimisation	Equilibrage	Local
-----------------	--------------	-------------	-------

Les offres à grille tarifaire innovantes se distinguent des offres heures pleines / heures creuses plus classiques par des structures tarifaires plus complexes et évolutives.

La structure de grille temporelle de l'offre de fourniture (heures creuses etc. du fournisseur) peut alors innover et s'éloigner de la structure horo-saisonnière du réseau de distribution, par exemple avec des types de jours différents (ouvré / week-end), des

¹² [Délibération de la CRE du 27 juillet 2022](#)

plages horaires « super creuses », des plages d’heures creuses distinctes de celles du TURPE, etc.

Ce modèle couvre ainsi par exemple des offres de fourniture telles que l’offre Flexi Watt saison et weekend d’Enercoop ou des offres dédiées à la recharge des véhicules électriques.

Ces offres visent à encourager une modulation plus fine des consommations, en s’adaptant à des usages spécifiques et en exploitant des créneaux horaires qui ne sont pas couverts par les tarifs traditionnels. En cela, elles captent potentiellement mieux la valeur d’optimisation du fonctionnement du système, mais peuvent perdre un peu en valeur capacitaire par rapport à d’autres offres HP/HC standard.

Modèle 4 « Effacement jour de pointe par les agrégateurs » :

Dimensionnement	Optimisation	Equilibrage	Local
-----------------	--------------	-------------	-------

Ce mécanisme s’appuie sur la valorisation de la capacité des consommateurs à réduire leur consommation lors des jours de forte demande résiduelle.

Il est porté par des agrégateurs qui proposent une rémunération importante, historiquement avec une offre principalement destinée aux industriels, en échange de leur capacité à s’effacer pendant ces périodes critiques. Ce système est adossé à des mécanismes comme les appels d’offres flexibilités décarbonée et le mécanisme de capacité, où la rémunération principale vient de la capacité mobilisée. Cette approche contribue à sécurité d’approvisionnement du système.

Modèle 5 « Modulation pilotée via technologie propriétaire » :

Dimensionnement	Optimisation	Equilibrage	Local
-----------------	--------------	-------------	-------

Ce dispositif met en œuvre une brique technologique conçue par l’opérateur et installée chez le consommateur. L’opérateur de flexibilité utilise cette technologie pour piloter automatiquement la consommation, activant ainsi la flexibilité sans intervention directe du client.

Selon le type de consommateur et les usages concernés, il peut s’agir d’un thermostat connecté pilotant le chauffage ou la PAC, ou d’un EMS industriel pilotant des procédés énergivores.

Les revenus générés par la valorisation multi-services de la flexibilité, *ie.* sur les marchés de l’électricité et les différents mécanismes d’équilibrage et de capacité, permettent à l’opérateur de flexibilité de financer tout ou partie de la conception, de la fabrication et de l’installation de l’équipement chez le consommateur.

Le consommateur réalise généralement des économies sur sa facture grâce à une meilleure gestion de sa demande. Il peut éventuellement percevoir une rémunération liée aux revenus générés par la valorisation de sa flexibilité, selon le fonctionnement précis de l’offre proposée. Ce modèle illustre une forte intégration technologique et un pilotage automatisé de la demande.

Modèle 6 « Modulation « plug and play » :

Dimensionnement	Optimisation	Equilibrage	Local
-----------------	--------------	-------------	-------

Ce modèle innovant repose sur une plateforme développée par l’opérateur de flexibilité, permettant aux clients de connecter eux-mêmes leurs équipements (pompes à chaleur, bornes de recharge, etc.) sans que l’agrégateur ne soit propriétaire des actifs ou ne soit intervenu dans leur conception.

L'opérateur optimise la consommation pour valoriser la flexibilité en multi-service sur les différents marchés et mécanismes possibles, en intégrant également des ajustements comportementaux lorsque les équipements ne sont pas entièrement intégrés à sa plateforme de manière automatisée.

Cette approche favorise la participation flexible et décentralisée à la gestion de la demande, avec peu d'investissement matériel de la part de l'opérateur. Elle inclut cependant dans l'équation économique de la flexibilité la contribution de l'équipementier de l'appareil connecté, avec un coût transactionnel et/ou financier selon les cas et donc un plus grand partage de la valeur entre acteurs de la chaîne.

Modèle 7 « Modulation volontaire » :

Dimensionnement	Optimisation	Equilibrage	Local
-----------------	--------------	-------------	-------

Cette approche repose sur une flexibilité qui est obtenue uniquement par l'information et la sensibilisation du consommateur, sans contrôle direct ni automatisé des ses équipements.

Principalement destiné aux particuliers et petits professionnels, ce modèle repose sur le suivi de la consommation et l'envoi de recommandations ou défis incitant à décaler ou réduire certains usages, essentiellement par rapport à des moments de pointe (par exemple, repousser la recharge d'un véhicule électrique ou ajuster la climatisation).

Cette approche repose sur l'engagement volontaire et la conscience écologique des consommateurs, avec une variabilité de comportements plus difficile à maîtriser que si ils étaient rémunérés pour leur flexibilité. Comme indiqué plus haut, ce modèle semble pouvoir constituer une porte d'entrée intéressante dans la flexibilité, en particulier pour le cas des consommateurs

résidentiels, en mobilisant à moindre frais (développement d'une application smartphone et frais de marketing et de communication) un grand nombre de clients. Il présente toutefois une limite, puisque passé l'effet de mobilisation initial, il peut rencontrer des difficultés à maintenir sa base clients sans introduire de mécanisme de rémunération.

Modèle 8 « Offre intégrée fournisseur-agrégateur » :

Dimensionnement	Optimisation	Equilibrage	Local
-----------------	--------------	-------------	-------

Cette formule combine les forces des précédentes dans une offre unique où le client ne traite qu'avec un seul interlocuteur, le fournisseur, qui intègre au sein de son offre les services de flexibilités que peut proposer un opérateur de flexibilité.

Cette intégration peut alors être réalisée de deux manières. Soit *via* une véritable intégration organisationnelle, soit au moyen d'un partenariat entre fournisseur et opérateur, capable de proposer une offre de « *flexibility-as-a-service* ».

L'offre permet de gérer de manière automatisée la flexibilité sur tous types de services, en optimisant à la fois la consommation du client et les marges du fournisseur sur les marchés de gros. Cette solution, reposant sur un haut degré technologique et de standardisation, vise à simplifier au maximum l'expérience client tout en facilitant le déploiement de la flexibilité à grande échelle, particulièrement adaptée au résidentiel. Elle se positionne comme un modèle d'avenir, prometteur pour le développement durable de la gestion de la demande. Il s'agit cependant d'un modèle difficile à mettre en œuvre, étant donné ses implications organisationnelles, techniques, opérationnelles et financières pour les opérateurs qui le proposent.

Vers une convergence des modèles ?

La dynamique actuelle observée met en évidence une forme de tendance à la convergence vers ce dernier modèle, pour les opérateurs de flexibilité en mesure de proposer des offres du type « *flexibility-as-a-service* » à des fournisseurs souhaitant offrir à leurs clients une solution complète de fourniture intégrant la valorisation multi-services de leur flexibilité.

Il convient toutefois de souligner que cette trajectoire n'implique pas l'obsolescence des autres modèles. Les différents dispositifs déployés reflètent la diversité des contextes d'usage et des attentes des consommateurs. Certains modèles restent pleinement pertinents pour des segments clients spécifiques. La pluralité des modèles doit donc être considérée comme une force du système.

IV. A PROPOS DE YÉLÉ CONSULTING

Yélé Consulting est un cabinet de conseil et d'ingénierie indépendant, spécialiste de la transition énergétique, environnementale et de la transformation numérique. Depuis 2010, nous accompagnons les acteurs des secteurs de l'énergie, industries, utilities et transport & mobilité afin d'éclairer leurs décisions stratégiques, sécuriser leurs projets et accompagner la transformation de leur organisation pour un avenir plus durable.



Equipe en charge de l'étude



Thibault Janvier
Senior Manager
thibault.janvier@yele.fr



Clara Oliveira
Consultante
clara.oliveira@yele.fr