LA FLEXIBILITÉ ÉLECTRIQUE: UN PRODUIT COMMERCIALISABLE

En matière d'approvisionnement énergétique, on a tendance à raisonner en termes nationaux. Cepen-dant, le commerce de l'électricité est une affaire internationale. Les marchés transfrontaliers, comptant de nombreux fournisseurs, apportent des avantages financiers, notamment dans le domaine du commerce de la flexibilité électrique. Telle est la conclusion d'une étude transnationale menée sous l'égide du réseau de recherche européen « ERA-NET Smart Energy Systems », à laquelle a participé l'université de Saint-Gall (HSG).



Le fonctionnement de la bourse de l'électricité présente de nombreuses similitudes avec celui de la bourse des valeurs. Photo : Shutterstock

Article spécialisé concernant les connaissances acquises lors d'un projet de recherche dans le domaine de l'électricité soutenu financièrement par l'Office fédéral de l'énergie. L'article a été publié, entre autres, sur le site web ee-news.ch (novembre 2025).

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

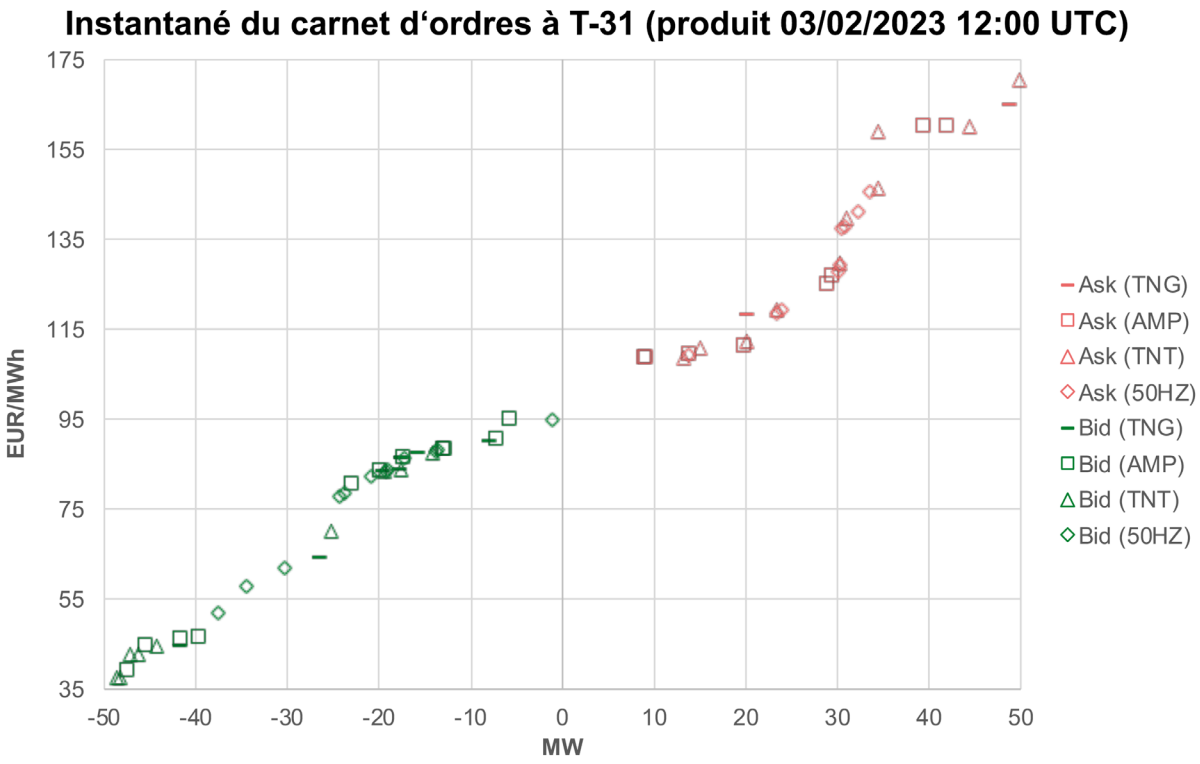
Office fédéral de l'énergie OFEN

Le marché de l'électricité est dynamique. L'alimentation du réseau doit en tout temps répondre aux besoins du moment. L'équilibre entre l'offre et la demande est notamment assuré par les centrales hydroélectriques, lesquelles adaptent leur production d'électricité à la demande actuelle. Au cours des dernières années, le marché a vu émerger des fournisseurs innovants qui font de l'approvisionnement flexible en électricité le cœur de leur modèle commercial. « Autrefois, les centrales à pompage-turbinage occupaient une place centrale sur les marchés de l'énergie. Aujourd'hui, de nouveaux acteurs se forment pour se lancer eux aussi dans le commerce de l'électricité disponible à court terme pour le prélèvement et l'approvisionnement », déclare Karl Frauendorfer, professeur d'économie à l'Institut Operations Research and Computational Finance de l'université de Saint-Gall.

La formation de pools permet la flexibilité

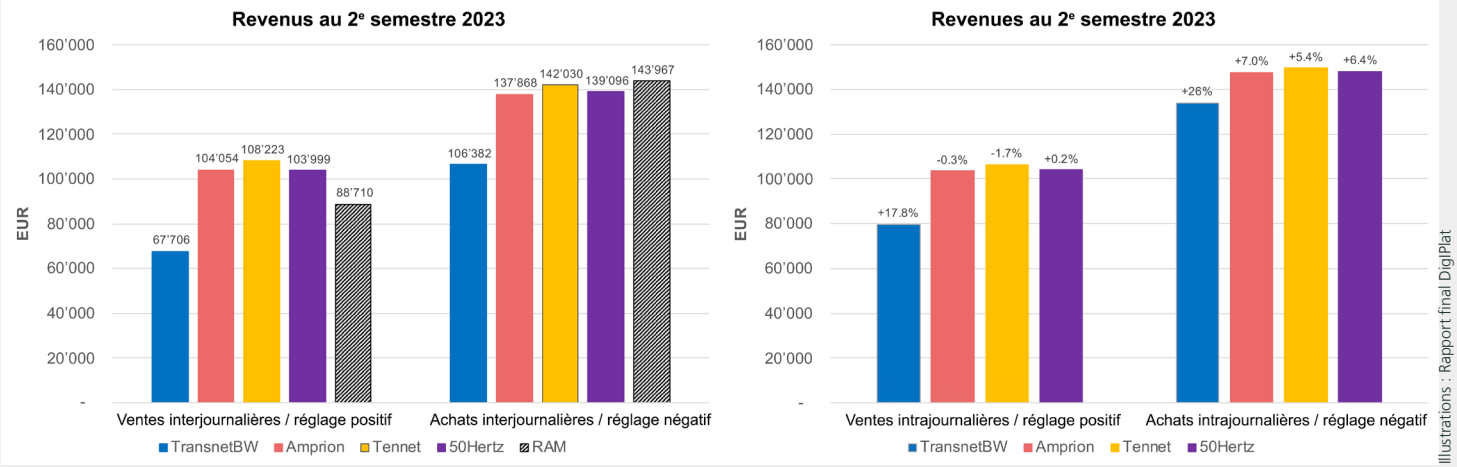
En Suisse, la société FlecoPower AG compte parmi les nouveaux fournisseurs : elle gère un pool d'installations de biogaz, de batteries de stockage, de petites centrales hydroélectriques utilisables de manière flexible dans le temps, mais aussi de grands consommateurs électriques, tels que des pompes à chaleur. Avec les centrales électriques, FlecoPower produit de l'électricité supplémentaire (« énergie de réglage positive ») en cas de besoin avéré. Le modèle commercial fonctionne également dans l'ordre inverse : en cas de risque de surproduction d'électricité sur le réseau, FlecoPower met en service de manière ciblée des charges électriques qui consomment temporairement l'électricité supplémentaire (« énergie de réglage négative »).

FlecoPower est l'un des nombreux fournisseurs de flexibilité à tenter de s'établir sur le marché national et international de l'électricité. L'idée initiale est toujours la même : les fournisseurs de flexibilité créent un pool de centrales et/ou d'appareils consommateurs pouvant être exploités de manière flexible, c'est-à-dire qu'ils ne doivent pas fonctionner en permanence ou à heures fixes. Il s'agit notamment de certaines



Le carnet d'ordres montre les offres de vente et d'achat échelonnées pour une puissance de 0 à 50 MW sur le marché intrajournalier en Allemagne (sur l'exemple du 3 février 2023): Ask (en rouge) correspond aux prix proposés par les vendeurs pour fournir de l'électricité. Bid (en vert) correspond aux prix que les acheteurs sont prêts à payer pour accepter l'électricité. Exemple de lecture : pour la fourniture d'une puissance de 30 mégawatts sur une heure, les vendeurs proposent environ 125 EUR/MWh (ou 12,5 Ct/kWh), les vendeurs en revanche ne proposent qu'environ 65 EUR/MWh (ou 6,5 Ct./kWh). Pour comparer : un consommateur allemand d'électricité paie aujourd'hui environ 40 ct./kWh (frais de réseau et autres taxes compris).

DEUX MARCHÉS SONT PLUS LUCRATIFS QU'UN SEUL



Supposons qu'un fournisseur puisse mettre à disposition du réseau électrique une puissance de 1 mégawatt de manière flexible dans le temps. Les graphiques montrent combien le fournisseur de flexibilité peut gagner avec son offre au cours d'un semestre. Le modèle de calcul repose sur les prix appliqués sur le marché allemand de l'électricité au second semestre 2023.

Le graphique à gauche montre combien le fournisseur gagne lorsqu'il propose sa capacité flexible sur le marché intrajournalier dans l'une des quatre zones de réglage allemandes (TransnetBW, Amprion, Tennet, 50Hertz), ou dans son intégralité sur le marché allemand de l'énergie de réglage (dénomination officielle : marché de l'énergie de réglage/MER) Le groupe de colonnes de gauche indique les revenus potentiels issus de la fourniture d'électricité flexible, tandis que celui de droite indique les revenus issus de l'achat d'électricité flexible. Les revenus sont relativement faibles dans la zone de réglage de TransnetBW, car il s'agit d'un petit marché incluant peu de fournisseurs. Il en résulte une baisse de la liquidité et une augmentation des coûts de transaction.

Le graphique à droite montre combien le fournisseur gagne lorsqu'il propose sa capacité flexible sur le marché (marché intrajournalier ou marché de l'énergie de réglage), c'est-à-dire là où il obtient actuellement le meilleur prix. Constat : les revenus pour la zone de réglage TransnetBW sont désormais presque aussi élevés que ceux des autres zones. Pour l'exprimer en chiffres : le fournisseur de flexibilité gagne environ 80 000 euros en proposant sa capacité flexible non seulement dans le cadre du trading intrajournalier continu au sein de la zone de réglage TransnetBW, mais aussi sur le marché de l'énergie de réglage, en fonction de l'endroit où il s'attend à obtenir le meilleur prix. Cela représente environ 12 000 euros de plus que s'il proposait la capacité flexible uniquement pour le trading intrajournalier au sein de la zone de réglage TransnetBW.

Si le fournisseur de flexibilité proposait son électricité uniquement sur le marché de l'énergie de réglage, il pourrait même gagner 88 000 euros. Il convient toutefois de tenir compte du fait que, sur le marché de l'énergie de réglage, le prix est déterminé sur la base d'une enchère, ce qui exclut toute influence négative d'une liquidité trop faible et donc de coûts de transaction trop élevés dans le cadre d'un échange continu. Ce rapport montre une fois de plus la nécessité d'analyser la liquidité du marché intrajournalier et sa volatilité au préalable.

installations industrielles, d'usines d'incinération des ordures ménagères, d'entrepôts frigorifiques, de générateurs de secours ou de bornes de recharge pour voitures élec-triques.

Offres pour Swissgrid ou pour la bourse

Les fournisseurs d'électricité disposent de différents canaux de distribution pour leur service: ils peu-vent proposer des

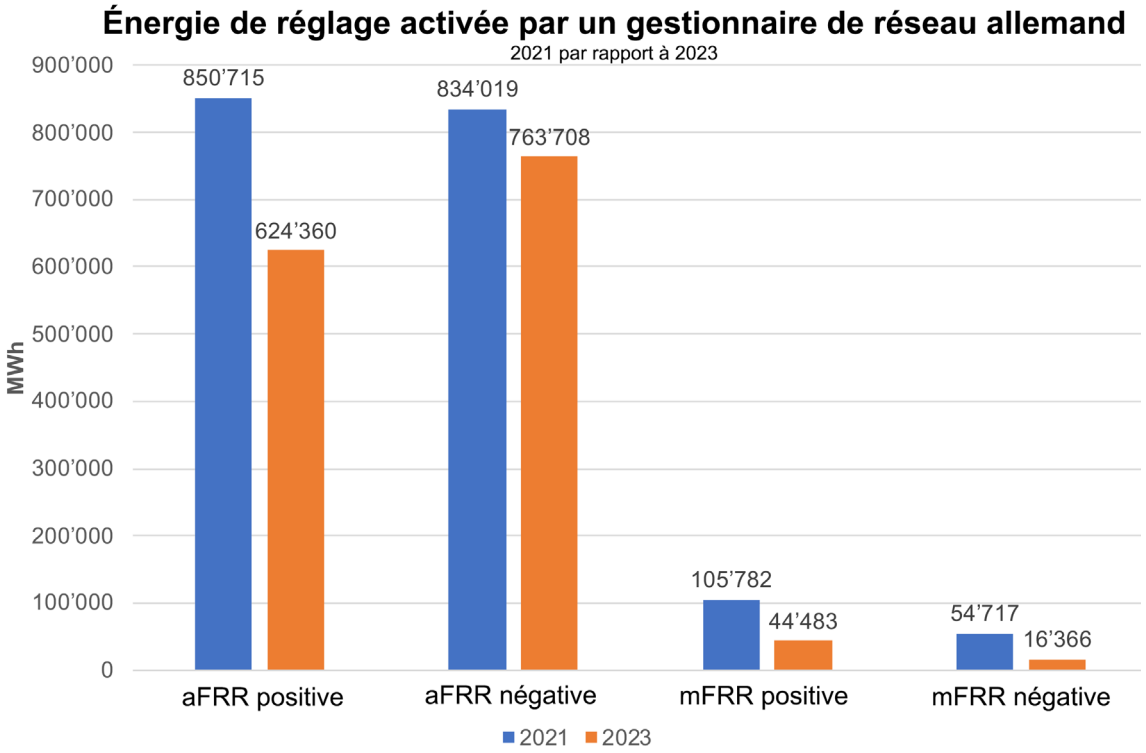
approvisionnements et achats temporaires d'électricité en Suisse à la société responsable du réseau de transport de l'électricité Swissgrid. Swissgrid contrôle le réseau de transport d'électricité suisse et a besoin d'énergie de réglage positive et négative de fournisseurs externes pour parvenir à maintenir l'équilibre sur le réseau. Les fournisseurs de flexibilité peuvent également commercialiser des quantités d'électricité disponibles de manière flexible via le marché de gros de l'électricité à court terme (marché intrajournalier). Sur le marché intrajournalier, les producteurs et les fournisseurs d'électricité s'accordent sur le marché de la bourse européenne de l'électricité EPEX SPOT, ou hors bourse, concernant la fourniture d'électricité à court terme.

Un projet de recherche transnational, intitulé « Digital Solutions for Interoperability of Flexibility Plat-forms » (DigIPlat), a étudié comment organiser efficacement les plateformes commerciales pour les offres d'électricité des fournisseurs de flexibilité et les normes nécessaires pour rendre les plateformes de flexibilité interopérables. Un sous-projet suisse, supervisé par Karl Frauendorfer et son équipe de chercheurs à l'université de Saint-Gall, a étudié la valeur économique de cette interopérabilité. Le projet DigIPlat a été soutenu financièrement par l'Office fédéral de l'énergie et d'autres partenaires.

La concurrence stimule les affaires

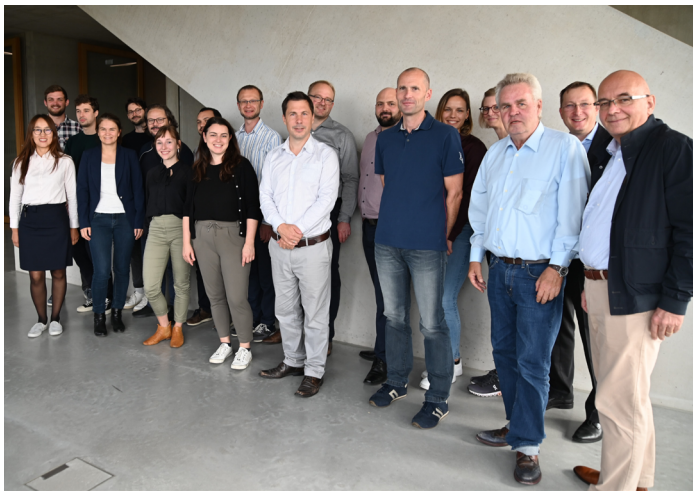
Un résultat important de l'étude DigIPlat : plus une plateforme offre de flexibilité, mieux les marchés fonctionnent et plus la tarification est équitable, avec des coûts de transaction réduits. Ce phénomène est particulièrement visible en Allemagne, où le trading intrajournalier s'effectue dans quatre zones de réglage présentant des caractéristiques différentes. Ainsi, les fournisseurs de flexibilité actifs sont moins nombreux dans la zone de réglage TransnetBW que dans les trois autres zones de réglage (Amprion, TenneT, 50Hertz). Le nombre d'offres de flexibilité réduit dans la zone de réglage du TransnetBW entraîne une baisse des liquidités, ce qui, selon les économistes, nuit à une tarification « efficace » avec des coûts de transaction faibles.

Un deuxièmement résultat de l'étude : pour les fournisseurs de flexibilité, il est avantageux d'être actifs simultanément sur plusieurs plateformes commerciales et de vendre leur électricité là où les rende-ments sont actuellement les plus élevés. Afin de quantifier les avantages financiers, l'équipe de recherche a analysé, avec un modèle de calcul basé sur des données réelles du marché au comptant, le potentiel de revenus d'un fournisseur fictif opérant en Allemagne avec une flexibilité de 1 mégawatt. Le fournisseur obtient



La réforme de la plateforme PICASSO a entraîné une baisse significative de la quantité d'énergie de réglage (positive et négative) nécessaire à la stabilisation du réseau électrique allemand. aFRR désigne l'énergie de réglage fournie à court terme (« secondaire ») et mFRR l'énergie de réglage fournie à moyen terme (« tertiaire »). Graphique : rapport final DigIPlat

de meilleurs résultats en proposant ce service à la fois sur le marché de l'énergie de réglage et sur le marché intrajournalier plutôt qu'en se limitant au marché intrajournalier (cf. encadré p. 3). L'importance de l'avantage financier dépend de la liquidité du marché intrajournalier. Lorsque la liquidité est faible, l'avantage financier est maximal et peut atteindre jusqu'à 26% par rapport à une commercialisation pure dans le cadre du trading intrajourna-lier. « Il est donc important de connaître la liquidité des marchés afin de pouvoir exploiter avec succès un nouveau modèle commercial pour la structure des offres de capacités flexibles », explique Michael Schürle, chef du projet DigIPlat.


L'équipe du projet DigIPlat. Photo : TH Ulm

La plateforme PICASSO permet la transparence

PICASSO est un instrument visant à l'intégration du marché européen de l'électricité. Depuis 2022, les gestionnaires de réseaux de transport d'électricité de 15 États membres de l'UE utilisent cette plateforme pour se procurer de l'énergie de réglage transfrontalière afin de stabiliser le réseau électrique. La Suisse n'est pas impliquée dans cet échange transfrontalier, car aucun accord sur l'électricité n'a été conclu. Les chercheurs de l'Université de Saint-Gall ont pu démontrer, à l'aide de modèles mathéma-tiques, que le lancement de PICASSO a des effets bénéfiques pour les consommateurs de l'UE. Pour ce faire, ils ont comparé l'année 2023 (après le lancement) à l'année 2021 (avant le lancement). Ils ont notamment étudié dans quelle mesure les informations asymétriques faussaient la tarification.

Par asymétrique, on entend le fait que les fournisseurs d'énergie de réglage dont l'électricité est éga-lement activée sont mieux informés que les fournisseurs dont l'électricité n'est pas activée en raison des règles applicables au processus d'activation. Ces derniers reçoivent ainsi les informations relatives à l'énergie de réglage activée « trop tard » pour pouvoir encore en tirer profit sur le marché intrajourna-lier. Les chercheurs de DigIPlat ont pu démontrer que ces influences perturbatrices du marché ont considérablement diminué grâce au lancement de PICASSO en Allemagne en 2022. Michael Schürle: « PICASSO a contribué à rendre les transactions en continu sur le marché intrajournalier plus équitables, réduisant ainsi l'importance de l'asymétrie d'information concernant l'activation de l'énergie de réglage. »

La Suisse pourrait en profiter

Les calculs montrent que le lancement de PICASSO a considérablement réduit les besoins en énergie de réglage (cf. graphique p. 2). C'est également une bonne nouvelle pour les consommateurs d'électricité, qui bénéficient ainsi de redevances d'accès au réseau moins élevées. Cet avantage résulte du renforcement de la coopération internationale dans le cadre de l'introduction de PICASSO, souligne Schürle.

Bien que le projet de recherche se soit concentré sur le marché allemand de l'électricité, il est égale-ment important pour la Suisse. « Nos résultats suggèrent que la Suisse tire profit de son intégration au marché européen de l'électricité », explique le professeur Frauendorfer, avant d'ajouter: « Si les fournisseurs de services de flexibilité suisses pouvaient proposer leurs offres non seulement en Suisse, mais aussi sur un marché européen, ils bénéficieraient de coûts de transaction moins élevés grâce à une tarification plus efficace. » L'équipe de chercheurs n'a pas pu quantifier directement l'ampleur de ces avantages financiers, car aucune donnée suisse n'était disponible pour l'étude.

Coopération des pays germanophones

L'étude DigIPlat de l'université de Saint-Gall fait partie d'une collaboration de recherche internatio-nale sous l'égide de la Technische Hochschule Ulm (université technique d'Ulm) avec des partenaires allemands, autrichiens et suisses. Outre l'université technique d'Ulm, ces partenaires comptent les gestionnaires de réseau de transport TransnetBW GmbH et APG (Austrian Power Grid), l'AIT (Austrian Institute Of Technology à Vienne), l'Institut de technologie de Karlsruhe (KIT), le prestataire de services Fichtner IT Consulting GmbH et l'Institut « Operations Research and Computational Finance » de l'université de Saint-Gall. Le projet DigIPLat a été mené dans

le cadre du consortium euro-péen « ERA-NET Smart Energy Systems ».

- Vous trouverez des **informations** sur le projet de recherche « Digital Solutions for Interoperability of Flexibility Platforms » (DigIPlat; « Solutions numériques pour l'interopérabilité des plateformes de flexibilité » en français sur : https://www.digiplat.eu/

- Le **rapport final** du projet de recherche DigIPlat est disponible en anglais sur : https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=49451.

- Michael Moser (michael.moser@bfe.admin.ch), directeur du programme de recherche Électricité de l'OFEN, communique des **informations** sur le projet.

- Vous trouverez plus d'**articles spécialisés** concernant les projets pilotes, de démonstration et les projets phares dans le domaine de l'électricité sur ici.

Auteur : Benedikt Vogel, sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN)
Version : novembre 2025