

#reZolutions

#6 - Hiver 2020-2021



Multi-énergies, la bonne impulsion

Multi-énergies, un défi d'avenir en 3 « essentiels »

Pour son sixième numéro, #reZolutions décrypte une démarche ambitieuse, engagée par Teréga à travers son projet IMPULSE 2025 : le multi-énergies. Quelles sont les raisons de cette approche ?

1. En France, tout système énergétique engendre en moyenne 25 à 60 % de perte. Il est urgent de favoriser **l'optimisation des ressources existantes** pour relever les défis de la transition écologique et énergétique.

2. Avec ce projet collaboratif, Teréga veut concrétiser le déploiement d'un système multi-énergies intelligent et affirmer son engagement à mettre en place des solutions innovantes **pour bâtir les modèles énergétiques de demain.**

3. En associant son expertise aux compétences de grands spécialistes de ces systèmes, Teréga développe une **nouvelle approche – industrielle et numérique –** pour favoriser des bénéfices énergétiques, environnementaux, économiques et opérationnels.

SOMMAIRE

P4 / État de l'art

De l'énergie en silos vers des énergies en réseau ?

P8 / Éclairage

« Un mix énergétique vertueux et efficient, c'est possible ! »

P10 / S'inspirer

Les tendances multi-énergies chez les autres gestionnaires d'infrastructures

P11 / Teréga'in

> IMPULSE 2025, par qui et pour qui ?

> Une stratégie digitale dédiée ambitieuse

P18 / Rencontrer

« Multi'connectés »

P20 / En substance

Les points essentiels à retenir

Directrice de la publication :

Dominique Boquillon • **Comité de rédaction :**
Céline Dallest • **Crédits Photos :** Teréga - DR.

• **Réalisation :**  **MAKHEIA**

• **Impression :** MC Repro – Imprimé sur un papier garantissant une gestion des forêts respectueuse de l'environnement •
#reZolutions, Teréga, Espace Volta,
40 avenue de l'Europe, CS 20522,
64010 PAU Cedex, Tél. : 05 59 13 34 00.



Pour les collaborateurs,
retrouvez #reZolutions
en version PDF sur reZo,
espace d'information et
de collaboration Teréga

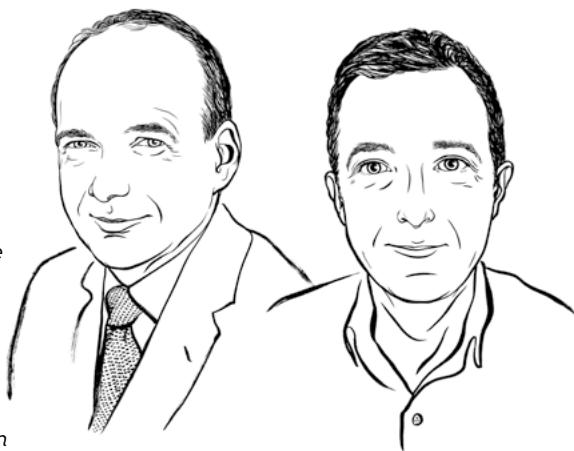
Edito 6

« Les objectifs et les échéances fixés par les Accords de Paris sur le Climat, signés en 2016, ont sonné comme un rappel que la planète a des ressources finies, une atmosphère finie. Il s'agit maintenant de se remettre en équilibre. Nous nous sommes donc posé la question des moyens à notre disposition pour arriver à réduire les émissions de gaz à effet de serre », affirme Dominique Mockly, Président et Directeur Général de Teréga.

« Aujourd'hui, les différents vecteurs d'énergie – électricité, gaz, chaleur – évoluent et sont considérés en silos, indépendamment les uns des autres, sans réelle optimisation de leur organisation et de leur utilisation. »

Le projet IMPULSE 2025 vise la création de synergies nouvelles et d'interconnexions, pour considérer les différents réseaux énergétiques comme un système unifié et connecté : un Smart Grid multi-énergies. « Notre approche est de faire dialoguer un certain nombre de types d'énergies pour optimiser le résultat final. Autour de 4 éléments clés : le partage, le stockage, la transformation et le pilotage », précise Dominique Mockly. Une vision ambitieuse mais néanmoins réaliste qui s'appuie sur les technologies des réseaux numériques intelligents.

« Un système multi-énergies, c'est la prise en compte de tous les vecteurs énergétiques présents (électricité, renouvelable, biogaz, chaleur, gaz, etc.) pour une optimisation agile qui permet d'éviter les émissions de CO₂, de valoriser les pertes énergétiques et de réduire les coûts d'exploitation », ajoute Philippe Etcheverry, Responsable Projets Multi-énergies chez Teréga.



Dominique Mockly
Président et Directeur
Général de Teréga

Philippe Etcheverry
Responsable Projets
Multi-énergies

L'objectif : un usage approprié, au moment opportun pour le consommateur, dans une démarche d'économie circulaire. Une démarche qui confirme sa pertinence dans le cas d'une situation de crise, comme celle liée à la Covid-19 : avec le confinement ou le télétravail par exemple, toute la courbe de consommation énergétique est modifiée. « L'ambition et la volonté du projet IMPULSE 2025 de Teréga sont bien là : incarner à la fois un nouvel état d'esprit, une volonté de se mettre en ligne avec des objectifs énergétiques nationaux et internationaux et une vision nouvelle », explique Philippe Etcheverry. L'objectif est donc d'installer une autre approche des systèmes énergétiques, favorisée par les technologies industrielles et numériques.

DE L'ÉNERGIE EN SILOS VERS DES ÉNERGIES EN RÉSEAU ?

En matière énergétique, dire que les attentes, les usages et les exigences ont largement évolué est un euphémisme. La transition énergétique est désormais soutenue par des objectifs internationaux pour réduire les impacts environnementaux et développer les énergies renouvelables (EnR). Et le boom des nouvelles technologies pourrait favoriser la prochaine révolution : les systèmes multi-énergies. Des Smart Grids en construction aujourd'hui, pour préparer l'avenir...

Historiquement, les réseaux d'approvisionnement de gaz naturel et d'électricité, de chaleur, de froid ou encore d'eau ont été conçus et fonctionnent encore aujourd'hui indépendamment les uns des autres. C'est vrai en France et ailleurs.

Aujourd'hui, la montée en puissance de la conscience écologique, de l'urgence climatique, d'une exigence de transition énergétique — incarnée par les objectifs de la LTECV de 2015 (lire encadré), ainsi que les Accords de Paris sur le Climat en 2016 — changent la donne. La question de l'efficacité énergétique n'a cessé d'affirmer sa position centrale dans les préoccupations. D'autant que le constat est frappant : nous consommons beaucoup (trop ?) d'énergie primaire, pour une énergie finale relativement faible. Ainsi, en France, en moyenne, tout système engendre entre 25 et 60 % de perte énergétique ; l'énergie n'étant ni récupérée, ni transformée, ni stockée, elle est irrémédiablement perdue. En outre, l'efficacité énergétique joue un rôle clé

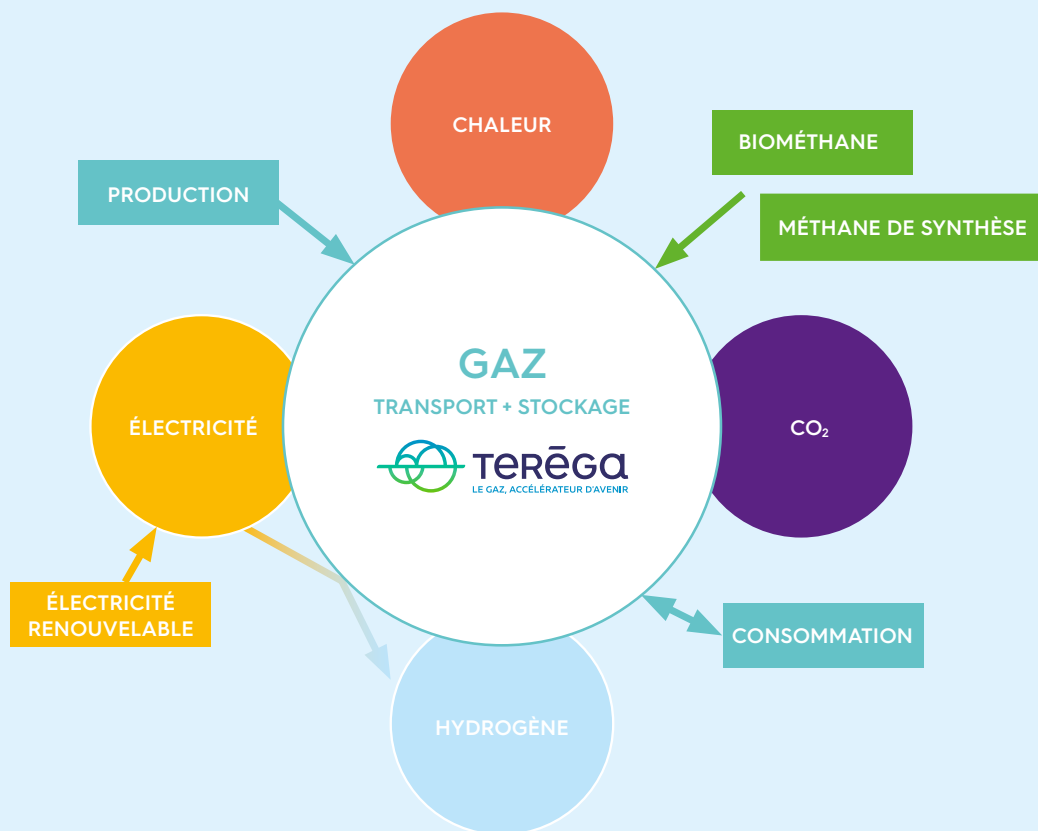
dans la transition écologique : selon l'Agence internationale de l'énergie*, celle-ci pourrait permettre 44 % de réduction des émissions de CO₂ en 2040, contre 36 % pour les énergies renouvelables et 6 % pour le nucléaire.

Si la France est engagée dans une réduction de ses impacts, dans le même temps, le constat est sans appel : ce n'est pas assez pour atteindre les caps fixés pour 2050. Un changement de paradigme passe par un découplage des réseaux énergétiques. Pour préparer l'avenir, gagner en efficacité énergétique et environnementale, les réseaux ne peuvent plus être considérés séparément. Ils doivent s'engager dans une mutation vers des dispositifs multi-énergies. Qu'est-ce que cela veut dire ? Cela revient à partager plusieurs sources d'énergie, y compris renouvelables, à les acheminer vers différents utilisateurs selon les besoins. Il s'agit aussi de réduire le gaspillage énergétique en stockant les pertes pour un usage ultérieur ou en les transformant en une énergie plus demandée ou plus efficace. Cela ne devient-il pas encore plus vrai en

Vous avez dit LTECV ?

Une démarche pour un système multi-énergies s'inscrit dans les impératifs de la Loi de Transition énergétique et de croissance verte (LTECV) de 2015. Pourquoi ? D'abord, parce que les grands principes de la loi visent la mise en place d'un « nouveau paradigme énergétique » avec le numérique, le recours aux énergies renouvelables et le développement de l'économie circulaire. Ensuite, parce qu'un modèle multi-énergies contribue directement aux objectifs fixés par la LTECV : réduire la consommation énergétique finale de 20 % en 2030 et de 50 % en 2050 ; réduire de 30 % la consommation d'énergies fossiles en 2030 par rapport à 2012 ; porter la part des EnR à 23 % de la consommation finale brute en 2020, 32 % en 2030. À cette date, la LTECV prévoit ainsi que la part d'EnR dans la production d'électricité atteigne les 40 %, 38 % dans la consommation finale de chaleur et 10 % dans la consommation de gaz.

LE PRINCIPE DU MULTI-ÉNERGIES



1. Énergies primaires

Ce sont les formes d'énergies disponibles dans la nature, avant toute transformation. Elles sont multiples : le pétrole brut, le gaz naturel, les combustibles solides (charbon, biomasse), le rayonnement solaire, l'énergie hydraulique, l'énergie géothermique. Si son utilisation directe n'est pas possible, elle est transformée en une source d'énergie secondaire.

2. Énergies renouvelables (EnR)

Ce sont les énergies primaires inépuisables à très long terme, puisqu'elles proviennent directement de phénomènes

naturels, réguliers, constants, liés à l'énergie du soleil, de la terre, de la gravitation ou de la décomposition des déchets. Leur bilan carbone est très faible.

3. Énergie finale

Ce terme désigne l'énergie au stade final de la chaîne de transformation de l'énergie, c'est-à-dire au moment de son utilisation par le consommateur final. La phase de transformation des énergies primaires est source de pollution et de gaz à effet de serre.

4. Mix énergétique

Appelé aussi bouquet énergétique, il désigne

la répartition des différentes sources d'énergies primaires dans la production énergétique, au sein d'une zone géographique déterminée.

5. Transition énergétique

Elle désigne une modification structurelle profonde des modes de production et de consommation de l'énergie. Elle est le fruit des évolutions techniques, économiques, de la disponibilité des ressources énergétiques, et d'une volonté sociétale de réduire les effets négatifs du secteur énergétique sur l'environnement.



- situation de crise inattendue comme celle liée à la pandémie du coronavirus ? En effet, un territoire comme la France est alors passé d'une consommation majoritairement professionnelle la journée et résidentielle le soir/week-end à une consommation résidentielle « H24 » !

En un mot, il s'agit de construire des Smart Grids multi-énergies (lire glossaire). Utopiste ? Pas tant que ça. Les premiers pas de la démarche ont été initiés, entre l'électricité et le gaz, avec le principe du Power to Gas (lire glossaire). On en trouve une illustration dans la collaboration entre Teréga et GRTgaz dans le cadre du projet JUPITER 1000, premier démonstrateur français de cette technologie. Aujourd'hui, l'ambition est d'aller encore plus loin dans le multi-énergies.

À l'heure de la transition énergétique, les réseaux peuvent, en plus, s'appuyer sur des technologies de communication. Celles-ci favorisent les combinaisons intelligentes des différents systèmes énergétiques, pour concrétiser une approche multi-énergies. Radicalement différent du fonctionnement historique centralisé et unidirectionnel, un Smart Grid est rendu possible par l'intégration des technologies de l'information favorisant la collecte et l'analyse de données, la miniaturisation des matériaux et composants. Les solutions de data management, notamment, permettent de franchir une nouvelle étape grâce à des perspectives presque infinies : suivi en temps réel, pilotage et maintenance à distance, planification intelligente des interventions, stratégies d'économies d'énergie, optimisation des approvisionnements, etc.

Auxquelles s'ajoute la mutation des consommateurs finaux. En effet, certains deviennent même acteurs de l'énergie, par exemple dans le cadre des fermes énergétiques. En outre, l'intégration massive des énergies de source renouvelable et les problématiques d'intermittence qu'elles peuvent engendrer constituent un autre argument en faveur d'une orchestration décloisonnée de la performance énergétique.

Enfin, dans la réflexion du multi-énergies, entre en compte la question de la ville de demain, dite la Smart City. Ici, l'ensemble des flux d'énergie ont vocation à être optimisés et à s'appuyer sur les nouvelles technologies de l'information. Il s'agit alors d'adopter un point de vue global et d'organiser, sur un territoire donné ou sur un secteur déterminé, l'ensemble des réseaux d'énergie en fonction de leurs spécificités et de leur complémentarité. Qu'est-ce que cela implique ? Une transition de réseaux en silos vers des réseaux énergétiques connectés, pour une collaboration construite autour du dialogue, du partage, de l'intelligence, du sens de la performance. Car la priorité devient l'utilisation de la bonne énergie pour un usage donné, et non plus de « juste » répondre au besoin. Avec une priorité : minimiser l'impact environnemental. L'esprit et les principes du multi-énergies, ce sont à la fois cette mutation et cette évidence-là.

** Scénario « Développement durable » de l'Agence internationale de l'énergie de novembre 2017. Source : The Conversation : <https://theconversation.com/efficacite-energetique-est-il-vraiment-possible-de-faire-mieux-avec-moins-113796>*

GLOSSAIRE



1. Smart Grid

Le terme s'applique à un réseau qui se modernise pour intégrer des fonctionnalités issues des nouvelles technologies. Au service d'un triple objectif : une efficacité en constante amélioration, la prise en compte de nouveaux acteurs, l'instauration de passerelles entre les réseaux collectifs (eau, gaz, électricité, chaleur, etc.).

2. Pertes

Ce sont les déperditions physiques d'énergie (chaleur, gaz, etc.) lors de son acheminement ou de sa conversion vers une autre forme d'énergie plus utile. Sur le réseau de transport de gaz, les pertes ont cours dans le cadre de l'autoconsommation de la compression ou lors de certains travaux sur les installations.

3. Cogénération

Elle consiste à produire, de façon simultanée et dans la même installation, plusieurs types d'énergie, en général de la chaleur utile et de l'électricité. Une technique efficace d'utilisation des énergies fossiles et renouvelables qui permet de réduire la consommation d'énergie primaire de 10 à 35 %.

L'ÉNERGIE DES CHIFFRES

> 14 000 Mtep

C'est environ la consommation mondiale d'énergie primaire atteinte en 2017, selon des données définitives. Une consommation qui a encore reposé à 81 % sur les énergies fossiles, dont 32 % pour le pétrole, 27 % pour le charbon et 22 % pour le gaz naturel.

Source : Agence internationale de l'énergie (AIE)
<https://www.connaissancesenergies.org/les-chiffres-cles-de-ledition-2019-des-key-world-energy-statistics-de-laie-191001>

> 6,3 tonnes de CO₂

Ce sont les émissions moyennes de CO₂ liées à l'énergie, par habitant, dans les six principaux pays européens, en 2017. Elles étaient de 4,6 tonnes en France, par habitant, la même année.

Source : Service des données et études statistiques
<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr>

> 80 %

En Europe, pour l'année 2017, le CO₂ dégagé lors de la consommation d'énergie représente plus de 80 % des émissions de gaz à effet de serre (GES).

Source : Service des données et études statistiques
<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/les-francais-emettent-moins-de-co2-que-leurs-voisins-europeens-0>

> + 70 %

Depuis 2005, la production primaire d'énergies renouvelables a augmenté de plus de 70 % en France.

Source : https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2020-09/datalab_70_chiffres_cles_energie_edition_2020_septembre2020.pdf

> 33 Mds de tonnes

C'est le volume des émissions de CO₂ émises dans le monde dues à la production d'énergie, pour la seule année 2018.

Source : Agence internationale de l'énergie (AIE)
<https://ekwateur.fr/2019/07/12/energies-renouvelables-monde-panorama/>

> 46 %

Le secteur Résidentiel-Tertiaire reste le plus énergivore en France avec 46 % des dépenses énergétiques. Il est le 2^e à l'échelle mondiale, après l'industrie.

Source : Commissariat général au développement durable
<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2019-09/datalab-59-chiffres-cles-energie-edition-2019-septembre2019.pdf>

> 17,2 %

C'est la part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie française en 2019. L'objectif fixé par la directive EnR européenne étant de 23 % en 2020.

Source : https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2020-09/datalab_70_chiffres_cles_energie_edition_2020_septembre2020.pdf

4. Comptage

Un système qui permet l'enregistrement, en un point donné, des caractéristiques de l'énergie produite, transportée ou distribuée. Pour l'électricité, cela intègre la quantité, la puissance, la fréquence et l'énergie active. Pour le gaz, cela tient compte des quantités livrées ou transportées, des flux aux points de consommation ou à différents points d'interconnexion.

5. Power to Gas

Un système Power to Gas permet de convertir de l'électricité en hydrogène grâce à l'électrolyse de l'eau. Une étape complémentaire et optionnelle consiste à convertir cet hydrogène en méthane de synthèse, par combinaison avec du dioxyde de carbone (CO₂). Il permet par exemple de compenser les aléas naturels des sources d'électricité éoliennes ou photovoltaïques,



en stockant sous forme de gaz leur production, ou en produisant de l'hydrogène de haute qualité environnementale pour les besoins industriels ou de mobilité.

Un mix énergétique vertueux et efficient, c'est possible !



Paroles de François Maréchal, Professeur à l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)

Jean-Michel Reneaume, Directeur de l'École Nationale Supérieure en Génie des Technologies Industrielles (ENSGTI)

Éric Pourredon, Responsable du service Transition énergétique de la Communauté d'Agglomération Pau Béarn Pyrénées

Pour quelles raisons la thématique multi-énergie s'impose-t-elle comme une priorité ?

Éric Pourredon – En France, le système très centralisé est en train de changer, impacté par le développement des énergies renouvelables (EnR), la recherche d'une plus grande efficacité et d'un système plus vertueux, basé sur un mix énergétique local. Les contraintes réglementaires, tel le Plan Climat Air Énergie Territoire pour les collectivités, formalisent les objectifs et engagements nécessaires vers le multi-énergies.

François Maréchal – La question recouvre des aspects de l'infrastructure énergétique : le système de gestion de l'énergie s'est basé sur l'énergie fossile et sa capacité de stockage. Demain, il faudra prendre en compte la gestion du flux carbone et des EnR. Le système multi-énergies interroge l'efficacité énergétique des systèmes.

Jean-Michel Reneaume – Il ne faut pas oublier le point d'origine : les ressources énergétiques que nous utilisons ne sont pas inépuisables !

Quel rôle joue le développement d'énergies renouvelables (EnR) et leur intégration ?

J.-M. R. – Les EnR contribuent à changer les mentalités, les usages, mais aussi les besoins. Après quelques écueils, beaucoup d'entre elles ont apporté une réponse technique plus mature (solaire, pyrogazéification, méthanation, etc.), donc plus rassurante. En outre, le multi-énergies renforce la dimension locale initiée par les EnR.

F. M. – Si certaines EnR sont confrontées à la problématique du stockage et de leur caractère diffus et intermittent, le biogaz, lui, peut être considéré comme une énergie dense, stockable et connectée à d'autres réseaux. Si le flux de CO₂ émis lors de sa production est valorisé, on peut même doubler la capacité d'énergie stockée. Un modèle circulaire déjà maîtrisé aujourd'hui. Autant dans les EnR que dans le multi-énergies, les notions de stockage, d'échange, de partage, de puissance, de garantie d'approvisionnement, d'efficacité, sont au cœur de la démarche.

Quelle part prennent les nouvelles technologies de communication et les données dans ce découplage des énergies annoncé ?

E. P. – L'enjeu des prochaines années est la maîtrise de la donnée énergétique, c'est la notion de « Smart city » via le développement des technologies de communication qui permettra à chacun d'être acteur dans le choix de ses énergies utilisées. Les nouvelles technologies offrent un vrai outil de management de l'énergie, tant pour les professionnels que pour l'utilisateur. Elles virtualisent l'énergie et rendent plus accessible la diversification de son usage.

J.-M. R. – Auparavant, ce qui était limitant dans la conception de toute synergie énergétique, c'était justement les dimensions technologiques. Aujourd'hui, une approche multi-énergies, qui impliquerait des systèmes à gérer de très grande taille, peut s'appuyer sur l'Intelligence Artificielle (IA), le *data learning* ou encore le *data mining* pour exploiter énormément de données.



Bio express

François Maréchal Après avoir rejoint l'EPFL en Suisse et le Laboratoire des Systèmes d'Énergie Industrielle en 2001, il est depuis 2013 à la tête du groupe Ingénierie des procédés industriels et des systèmes énergétiques. En plus de l'enseignement, il mène des recherches sur l'utilisation rationnelle de l'énergie, des ressources énergétiques renouvelables et des concepts d'économie circulaire.

Jean-Michel Reneaume Titulaire d'un doctorat de l'Institut National Polytechnique de Toulouse sur l'optimisation structurelle des procédés continus, il a rejoint l'ENSGTI en 1996 et en assure la direction depuis 2017. Il mène ses recherches au sein du Laboratoire de Thermique, Énergétique et Procédés (LaTEP).

Éric Pourredon Diplômé de l'INSA Toulouse en Génie civil & Urbanisme, il n'a cessé de travailler sur les questions de développement durable. Depuis deux ans, il dirige le service Transition énergétique de la Communauté d'Agglomération Pau Béarn Pyrénées pour porter la politique relative au développement durable du territoire.

F. M. – Ces technologies sont essentielles, car elles vont permettre à un système multi-énergies d'être de plus en plus prédictif, pour une gestion plus efficace : les demandes en énergie, les ressources, les diagnostics, les pannes, la juste combinaison des énergies, etc. C'est aussi en cela que l'on peut parler de Smart Gas Grids pour le réseau gazier.

Avec une approche multi-énergies, quels seront les grands enjeux et les principales contraintes ?

F. M. – L'un des principaux enjeux, et non des moindres, est de restructurer tout un secteur, de rediriger les investissements, de privilégier la création d'emplois locaux. Cela revient à repenser un système global : les aspects techniques, les nouveaux métiers, les nouveaux business, le droit de l'énergie, une nouvelle responsabilité des États pour garantir un accès équitable mais avec des approches nouvelles. Une vraie révolution.

J.-M. R. – À ce titre, les phases de conception et de méthodologie sont essentielles. Il faut penser la dimension du réseau, du stockage, de la conversion, etc. Car un modèle multi-énergies favorise les ponts entre les différents vecteurs en fonction des besoins, de la ressource primaire.

E. P. – L'envergure de ce changement fait que le multi-énergies repose sur deux notions clés : confiance et transparence. Pour chaque acteur énergétique, cela implique de remettre en cause son mode de fonctionnement, mais aussi de dépasser la mise en concurrence d'hier pour privilégier la transparence

sur la gestion de la donnée énergie, au profit du consommateur et de la réponse aux enjeux climatiques.

Avec un modèle autour du multi-énergies, qui est concerné aujourd'hui ? Et qui le sera demain ?

F. M. – Si l'on conçoit le multi-énergies comme une transformation du modèle de société, tout le monde sera concerné. En effet, au-delà des métiers de l'énergie, cette approche plus efficiente pourrait impliquer une redéfinition de certains métiers : maçons, ingénieurs, architectes, fabricants, techniciens, et même banquiers.

E. P. – À court terme, le multi-énergies devrait d'abord toucher le monde industriel, comme une réponse au sujet de l'écologie industrielle : zones et grands sites industriels, sites de traitements des déchets... Mais aussi les collectivités.

J.-M. R. – Cela peut être pertinent au niveau d'un quartier, d'une ville, d'un territoire, avec des synergies par zones d'activités telles que les hôpitaux, les piscines, les écoles. À ce titre, dans nos approches de modélisation, on intègre des points liés aux questions de comportements.

E. P. – Car au bout de cette démarche, il y a le consommateur/citoyen. Le multi-énergies peut favoriser un sentiment d'appartenance à un projet plus « local », rompre dans une certaine mesure avec les discours climatiques essentiellement culpabilisants, voire initier de nouvelles responsabilités.

Quand on aborde la question du multi-énergies, il est intéressant de regarder ce qui se passe chez les autres gestionnaires d'infrastructures. Par exemple, comment les réseaux électriques s'adaptent-ils ? Quelles expériences sont menées au niveau des villes ? Dans le domaine des bâtiments ? Et à l'étranger ? Pour opérer la transition énergétique, toutes les initiatives comptent...

L'HYDROGÈNE À L'HEURE DU PARTENARIAT

En France, la start-up Sylfen a construit un partenariat avec le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) pour développer un *Smart Energy Hub*, une technologie de stockage sécurisé d'énergie. Elle s'appuie sur un processeur d'énergie rSOC : une technologie d'électrolyse à haute température, associant batteries traditionnelles et hydrogène. Le principe tient en 3 étapes. Quand un bâtiment produit trop d'énergie, les batteries se rechargent et le surplus est transformé en hydrogène, puis stocké dans un réservoir. Quand il ne produit pas assez d'énergie, les batteries fournissent de l'électricité et l'hydrogène est utilisé pour produire l'électricité manquante, ainsi que la chaleur. Lorsque le stock d'hydrogène risque d'être insuffisant, le dispositif s'appuie sur une cogénération grâce au méthane, pour produire électricité et chaleur. Elle permet par exemple de valoriser du biogaz produit localement.

Source : <https://sylfen.com/fr/technologie>



Les données, cœur d'un « nouveau » métier ?

En 2017, GRTgaz et RTE (transport d'électricité) ont lancé la plateforme opendata.reseaux-energies.fr, annoncée comme « la première plateforme open data multi-énergies en France ». L'ambition est de donner accès à un ensemble de données de production et de consommation d'énergie au niveau national mais aussi local. Développée avec la société Opendatasoft, la plateforme a accueilli 5 nouveaux partenaires (Weathernews France, Elengy, Storengy Dunkerque Ing et Teréga). Cet enrichissement doit permettre d'alimenter le service avec la publication de nouveaux jeux de données répondant à sa vocation : partager une démarche de transparence et de pédagogie.

Sources : <https://opendata.reseaux-energies.fr/pages/accueil/>

Flexgrid, un programme aux 40 expérimentations



En Provence-Alpes-Côte d'Azur, le « smart » deviendra-t-il une signature ? Aéroports, hôtels, écoles, hôpitaux, écoquartiers, entrepôts, centres commerciaux ou de vacances, le programme de réseaux électriques

intelligents Flexgrid a démultiplié les démonstrateurs. Porté par le Conseil régional et géré par le pôle Capenergies, le projet mixe les sources d'énergie multiples et les systèmes de pilotage centralisés. Avec deux thématiques principales : la mobilité électrique et l'autoconsommation collective. De quoi tirer aussi quelques leçons, comme la complexité des dispositifs pour parvenir à un modèle économique viable et pour maîtriser les pratiques des usagers. Une démarche tous azimuts qui séduit puisque le programme a obtenu le label de l'État, il y a trois ans.

Source : <https://www.usinenouvelle.com/article/flexgrid-teste-usages-et-usagers.N828470>

À GENÈVE, ON VEUT RÉCUPÉRER LE CO₂ POUR CHAUFFER... LA VILLE

Le CO₂ est le principal gaz à effet de serre et donc le nerf de la guerre en termes d'actions. En Suisse, une équipe de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) a initié une étude et un projet pilote dans un quartier de Genève pour utiliser ce « coupable » du réchauffement climatique. Le concept repose sur la circulation du CO₂ sous pression entre les bâtiments. Comme dans un réfrigérateur, à l'état liquide, il s'évapore dans un échangeur de chaleur pour produire du froid. Pour fournir de la chaleur, il fait l'inverse : à l'état gazeux, il restitue sa chaleur dans un échangeur. Dans les variantes étudiées, le dispositif permettrait une économie d'énergie finale supérieure à 80 % !

Source : <https://actu.epfl.ch/news/du-co2-pour-chauffer-et-climatiser-les-zones-urbain/>

#reZolutions



Teréga'in

**IMPULSE 2025,
UNE VISION
MULTI-ÉNERGIES
À L'ŒUVRE**

Le multi-énergies en 4 piliers

Pour faire dialoguer différents types d'énergies afin d'optimiser l'efficacité du système énergétique, IMPULSE 2025 se construit autour de quatre piliers fondamentaux :

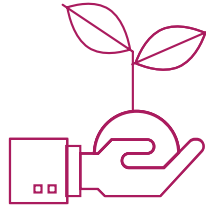
1. Le partage et la complémentarité des différentes sources d'énergie
2. Le stockage, pour permettre aux différentes énergies d'être utilisables au moment opportun
3. La transformation qui permet de les convertir en de nouvelles énergies selon les besoins
4. Le pilotage, pour animer de façon intelligente ces différents piliers



Avec IMPULSE 2025, Teréga veut faire rimer économie et intelligence. Les objectifs affichés sont de réduire la perte énergétique en la stockant pour un usage ultérieur, ou en la transformant en une énergie plus demandée ou plus adaptée pour un usage donné. Le partage de plusieurs sources d'énergie doit aussi permettre de les acheminer vers de nouveaux utilisateurs. C'est tout le sens d'un Smart Grid. Grâce à l'adaptabilité des infrastructures et l'optimisation des ressources énergétiques existantes, il s'agit aussi de réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) et de favoriser l'intégration d'énergies renouvelables. À ce titre, le projet s'inscrit totalement dans le cadre du programme environnemental transverse de Teréga : BE POSITIF.

|| Notre projet suscite un véritable engouement, pour des partenariats et des collaborations, autour du sens qu'il porte et de ses ambitions. ||

Philippe Etcheverry
Responsable de projets Multi-énergies
et chef du projet IMPULSE 2025



Être un accélérateur d'énergie dans les territoires, ça veut dire quoi ? C'est chercher à mettre en place des solutions innovantes pour construire les modèles énergétiques de demain. À ce titre, IMPULSE 2025 est bien plus qu'un projet collaboratif pour Teréga, c'est un engagement vers un Smart Grid multi-énergies.

Au commencement, il y a une conscience forte : la réussite de la transition énergétique implique un nouveau paradigme ; le monde de l'énergie et des réseaux va changer. La perspective est d'aller vers plus de décentralisation, les réseaux vont être utilisés différemment, le modèle tarifaire pourrait changer, les silos des réseaux ne peuvent perdurer.

Teréga avait déjà fait un pas dans cette approche à travers sa participation au projet de démonstrateur Power to Gas, Jupiter 1000 (lire page 6-7).

Aujourd'hui, l'entreprise veut aller encore plus loin dans l'innovation, et ajouter à la performance économique et environnementale une performance énergétique. IMPULSE 2025 est une nouvelle approche des systèmes énergétiques grâce aux

technologies industrielles et numériques. Mais c'est aussi une démarche opérationnelle. Pour preuve, Teréga a mis en place une organisation ad hoc pour concrétiser son ambition.

Ce projet veut donc favoriser la création de synergies nouvelles entre les vecteurs énergétiques, dont les énergies renouvelables, et optimiser les interconnexions pour envisager les différents réseaux (gaz, électricité, chaleur) comme un système unifié et connecté. Avec plusieurs objectifs qui font notamment écho à la démarche de Teréga « Éviter-Réduire-Compenser » : éviter les pertes et valoriser au mieux les énergies inévitablement perdues, pour un usage approprié et au moment opportun ; développer des circuits courts ; créer un système énergétique circulaire et vertueux.

Teréga veut « rétablir » l'équilibre

Si la finalité aujourd'hui est de se remettre en équilibre avec la planète, pour Teréga cela passe par une prise de conscience de la situation actuelle, un changement d'état d'esprit, des actions en ligne avec les objectifs énergétiques et une vision nouvelle. À ce titre, IMPULSE 2025 porte également une dimension relationnelle importante et l'expression d'une vraie agilité.

IMPULSE 2025, PAR QUI ET POUR QUI ?

Après avoir été porté par le pôle Stratégie & Innovation, le projet IMPULSE 2025 est entré dans une nouvelle phase chez Teréga : sa mise en œuvre concrète, sous l'impulsion de la Direction Projets d'Infrastructures. Mais qui sont les partenaires ? Qui fait quoi ? Quels sont les clients et les applications possibles ?
Éléments de réponse.

Qui dit mise en œuvre ne signifie pas que tout est totalement balisé. De nombreuses études sont encore à mener pour aboutir au lancement opérationnel d'IMPULSE 2025, notamment sur le plan de la modélisation du système multi-énergies. Car un tel système, une telle ambition nécessite une grande préparation en amont, pour qualifier le maximum de critères et permettre d'adapter ensuite le dispositif avec les industriels. *« Il ne faut pas seulement voir la finalité du démonstrateur. Donc, nous complétons le modèle, nous l'améliorons afin de rendre son application à un écosystème donné la plus pertinente possible »*, précise William Rahain, chargé d'études au sein du pôle Stratégie & Innovation de Teréga.

En termes de méthodologie, les équipes travaillent notamment sur la modélisation technique des systèmes énergétiques,

les hypothèses économiques de rentabilité et d'efficacité des coûts d'un système multi-énergies, sur les émissions de CO₂, etc. *« Sans se perdre dans des détails, il est primordial, dans cet outil de conception de systèmes multi-énergies optimisés, de s'intéresser à tous les vecteurs énergétiques en plus du CO₂, pour évaluer les interactions et les écosystèmes pertinents »*, ajoute Myriam Etancelin, chargée de Recherche et Innovation chez Teréga.

D'autant que l'un des piliers de la démarche repose sur le pilotage, une sorte de tour de contrôle de l'ensemble du système. Cela nécessite donc de la précision en amont. Chez Teréga, on pense déjà à une fonction d'hyperviseur, selon les plateformes, les lieux...

La concrétisation s'impose donc comme une nécessité pour conforter la cohérence et l'efficacité de la démarche.

UNE CONSTRUCTION EN 3 PHASES

« Actuellement, notre priorité est de trouver un site où sera construit un démonstrateur, avec des partenaires pour l'exploiter. En parallèle, nous menons le développement informatique », précise William Rahain, chargé d'études au sein du pôle Stratégie et Innovation de Teréga.

La conception d'IMPULSE 2025 compte ainsi trois phases essentielles :

1. Développement de l'outil informatique et digital jusqu'en 2021 et dimensionnement du démonstrateur ;
2. Construction des installations jusqu'en 2023 ;
3. Démarrage puis exploitation du démonstrateur à l'horizon 2024-2025.

2024

Dans le calendrier du projet, 2024 sera une date charnière. Elle correspond à un temps de retour d'expérience sur les avancées, les freins, les contraintes ; et ce sera le temps de la confirmation du concept apportée par le démonstrateur.

|| Notre responsabilité est de comprendre les besoins et fonctionnements des différents sites industriels, et de leur proposer la meilleure solution selon trois critères essentiels : les performances énergétique, économique et environnementale. ||

Myriam Etancelin,
chargée de Recherche et Innovation chez Teréga

Un système multi-énergies, pour qui ?

À ce stade, et après une étude menée en interne, Teréga travaille dans un premier temps sur l'application d'une solution pour les professionnels « grands » consommateurs énergétiques : les industriels. Ainsi, un système multi-énergies pourrait être adapté pour :

- les collectivités, dans le cadre des activités de traitement des eaux, ordures ménagères... ;
- les centres commerciaux ;
- les parcs d'attractions ;
- les destinataires d'énergies valorisées (bureaux administratifs, etc.) ;
- les industriels fournisseurs d'énergies.

Le pilotage intelligent des réseaux multi-énergies doit permettre de minimiser les énergies perdues et de valoriser les pertes inévitables vers d'autres usages appropriés.



Un travail collaboratif avec des partenaires académiques experts

Dans sa démarche d'innovation, et pour mener le projet **IMPULSE 2025** avec le plus de pertinence, Teréga a souhaité y associer l'expertise de scientifiques au fait des problématiques des systèmes multi-énergies :



> l'Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA), avec son laboratoire de Thermique, Énergétique et Procédés (LaTEP), sur les aspects liés à la simulation et l'optimisation dynamique des systèmes multi-énergies ;



> l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), pour son expertise reconnue sur l'analyse et le design de procédés et système de conversion énergétique assistés par ordinateur. L'outil de conception et d'optimisation mis en œuvre par Teréga, dans **IMPULSE 2025**, est basé sur l'outil **OSMOSE** développé par l'EPFL.

UNE STRATÉGIE DIGITALE DÉDIÉE **AMBITIEUSE**

Qui dit Smart Grids, dit forcément digital. Outre les aspects techniques, les technologies du numérique favorisent l'optimisation et la gestion des systèmes énergétiques de demain, et permettent de concrétiser aujourd'hui IMPULSE 2025.

« L'implication du digital répond à deux aspects : monitorer en temps réel le site industriel et simuler les interconnexions avec l'écosystème extérieur, composé des grands réseaux de fourniture d'énergie et d'autres industriels, » annonce Émilie Bouquier, directeur Business Unit Digital et Multi-Énergies de Teréga.

En visualisant au plus tôt le jumeau numérique de ce futur site, on peut tester des hypothèses en continue sur :

- le dimensionnement des briques industrielles, en simulant le fonctionnement cible sous différentes contraintes temps réels ;
- le modèle de pilotage des engagements réciproques des acteurs du site et la validation de l'équilibre économique. Ce qui permet au site industriel de mettre en œuvre sa stratégie de pilotage. »

Avec le projet IMPULSE 2025, Teréga s'est construite une « nouvelle » expertise IT, en cohérence avec le parti pris de sa transformation digitale engagée depuis plusieurs années.

Une traduction concrète de cette expertise chez Teréga est la conception d'une plateforme numérique dédiée pour mobiliser différents acteurs : IOBASE. Elle constitue une composante essentielle d'IMPULSE 2025. Ce développement était au départ destiné aux strictes activités de Teréga. Il s'agit maintenant d'élargir son spectre pour proposer des services cloud au monde du multi-énergies et sensibiliser sur la nécessité d'aller vers ces technologies.

Comme l'explique Émilie Bouquier : *« En parallèle de la construction d'un outil de dimensionnement du site et de son optimisation, le socle digital a été conçu pour anticiper l'autre enjeu : le pilotage au quotidien en temps réel des échanges d'énergies. Cela comprend l'optimisation des interventions humaines, le contrôle des infrastructures physiques,*

le pilotage entre les partenaires du site et la capacité à leur offrir de la flexibilité. Les services digitaux développés sur la plateforme IOBASE doivent y répondre. »

En effet, l'ambition d'IMPULSE 2025 se traduit aussi dans le socle digital sur lequel il s'appuie, qui permet de proposer des services digitaux performants et vertueux en termes de sobriété numérique. Avec une volonté : développer un service qui pourra servir aux entreprises, à une région, un territoire, voire plus.

Les étapes franchies en 2020

Depuis l'initialisation du projet IMPULSE 2025, l'ambition de Teréga est de rendre la démarche toujours plus concrète.

Alors chaque cap franchi en 2020 est primordial :

- le socle de modélisation du site : il est construit et en amélioration continue pour s'enrichir de nouvelles fonctionnalités et décrire au mieux la réalité ;
- les tests sur des cas d'étude pour vérifier que la modélisation et l'optimisation sont opérationnelles ;
- la sélection et la préparation de données critiques dans la détermination d'un système multi-énergies optimal, comme les coûts de l'électricité ou du CO₂ émis, leurs prévisions d'évolution sur les 20 prochaines années.

3 mois

Dans ce temps record, les équipes de développement de Teréga ont livré une version digitale simplifiée du système multi-énergies comprenant la place de marché et de l'hyperviseur (voir p. 17), ainsi que les premières « briques » du système multi-énergies.

Sans le cloud et sans notre expertise métier interne sur la gestion d'un système énergétique, ce travail aurait demandé 3 ans !

UNE NOUVELLE OFFRE DE SERVICES AUTOUR DES SYSTÈMES MULTI-ÉNERGIES

Différents outils numériques et digitaux sont développés actuellement chez Teréga pour préparer la mise en place de la nouvelle offre. Ces outils sont utilisés pour dimensionner, puis piloter le système innovant mis en œuvre dans le démonstrateur IMPULSE 2025.



1- Outil de conception et d'optimisation

Grâce à l'étude numérique et l'analyse, il permet de concevoir un système multi-énergies et multi-acteurs.

Ses caractéristiques :

Il se base sur l'algorithme d'optimisation mathématique Osmose de notre partenaire EPFL, associé à une analyse dynamique avec notre partenaire LaTEP (UPPA). Il est enrichi continuellement pour élargir les champs d'application de l'offre de services et sera intégré, à terme, à l'ensemble des outils Teréga IOBASE.



2- Outil de pilotage - Hyperviseur

Il permet d'exploiter en temps réel les équipements du système multi-énergies.

Ses caractéristiques :

L'outil s'appuie sur un socle technologique performant (cloud, etc.) ainsi que sur une collecte innovante et sécurisée des données en temps réel. Il intègre les règles de pilotage issues de la mise en dynamique.



3- Outil de place de marché de sites multi-énergies et multi-acteurs

Il assure le pilotage des engagements entre producteurs et consommateurs, afin de garantir l'efficacité du modèle.

Ses caractéristiques :

Il assure le comptage des flux, la prévision de production, la réservation et l'allocation, pour chaque acteur et pour le système multi-énergies. Grâce à un socle technologique performant (cloud, blockchain...), il pourra prédire les réservations de capacités et proposer en temps réel la meilleure configuration pour optimiser l'efficacité de la plateforme.

CAP SUR LA MODÉLISATION DES RÉSEAUX ÉNERGÉTIQUES DE DEMAIN

L'un des chantiers digitaux de Teréga vise à développer un outil de conception et d'optimisation de système multi-énergies et multi-acteurs. Ce système énergétique doit répondre aux besoins des différents acteurs impliqués, et être optimal en termes d'utilisation des ressources et d'émissions de gaz à effet de serre. Ce qui implique 5 grandes étapes de travail en amont :

- La compréhension et la qualification des différents sites industriels dans leur état initial.
- Pour chacun des sites, la modélisation des grandes étapes de leur procédé, en prenant en compte les éléments dimensionnants et les variations de charge par exemple.
- La mise à disposition de nouvelles technologies et des couplages pour alléger la facture économique, énergétique et environnementale (pompes à chaleur très performantes, unités de production de biométhane ou de méthane de synthèse, etc.).
- L'optimisation du système multi-énergies : sélection des nouvelles technologies pertinentes et détermination des capacités à installer pour chacune d'elles.
- L'étude en dynamique du système multi-énergies obtenu, afin de préparer l'exploitation en temps réel qui interviendra sur le démonstrateur, construit en 2^e phase du projet.

La technologie blockchain, en plus de la sécurisation qu'elle apporte et de la traçabilité des échanges infalsifiable, appartient réellement aux membres du consortium IMPULSE 2025. C'est une sécurisation garantie et un nouvel état d'esprit.

Émilie Bouquier, responsable du département IT au sein de la DTDP de Teréga



MULTI'CONNECTÉS !

Unifier et connecter les énergies, réduire la perte énergétique, optimiser les ressources existantes, créer un système énergétique circulaire et vertueux... Voici celles et ceux qui concrétisent notre approche multi-énergies chez Teréga.



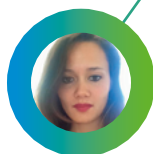
Valentin Malheiro
Direction Projets
d'Infrastructures (DPI), Chargé de
projets Recherche et Innovation jusqu'au
30/09/2020

Il a travaillé sur la gestion de projets d'IMPULSE 2025. Cela consiste principalement à rencontrer les futures partenaires du projet (industriels, équipementiers), rechercher et réaliser les dossiers de subvention, mais également s'assurer de la confidentialité des échanges.



Matheus Aboukalam da Cruz
DPI, Chargé de mission jusqu'au 18/11/2020

Il a été responsable d'alimenter l'étude dynamique des systèmes multi-énergies avec la conception d'un modèle dynamique d'électrolyseur.



Laura Luu Van Lang
Direction Générale, Chargée d'Études
Opportunités Business

Elle s'assure que le développement du projet soit cohérent avec la stratégie de Teréga.

Multi-énergies

Une nouvelle approche des systèmes énergétiques, des synergies nouvelles, une approche collaborative, une nouvelle offre de services digitaux, des technologies pointues au service de l'efficacité énergétique.

Et aussi...

Le projet Jupiter 1000 est soutenu par :

Partenaires Jupiter 1000



Caroline Yziquel
Direction Projets
d'Infrastructures (DPI),
Responsable Communication
Opérationnelle

Elle définit et coordonne la stratégie de communication du projet afin de mettre en place des actions de communication pour sensibiliser et valoriser celui-ci.



Myriam Etancelin
DPI - Équipe Multi-énergies, Chargée
de Recherche et Innovation

Mathilde Grard
DPI, Chargée de mission Multi-énergies

Elles sont en charge de développer l'outil d'optimisation multi-énergies et multi-acteurs pour le projet IMPULSE 2025 et de réaliser la modélisation et l'optimisation de sites industriels. Pour cela, elles entrent en contact avec les fournisseurs d'équipements et les industriels et s'appuient sur l'expertise des partenaires académiques du projet.



Antoine Simonnet
DPI, Chargé de projet Multi-énergies

Il a rejoint l'équipe Multi-énergies en juin 2020. Il s'occupe en particulier des études d'ingénierie en vue de la construction du démonstrateur multi-énergies, et participe également aux échanges avec les partenaires institutionnels et privés ainsi qu'à la recherche de financements.



Jésus Viu
Direction Transformation, Digital et
Performance (DTDP), Responsable du service
Infrastructures Programmables

Il construit les services digitaux de pilotage et d'optimisation d'échanges multi-énergies. Les nouvelles technologies telles que la blockchain, l'utilisation native des cloud publics et de systèmes innovants de mise à disposition des données industrielles nous permettent d'accélérer les développements d'une offre digitale innovante, sûre et disponible, pour la plateforme multi-énergies.



Patrick Mathieu
Direction Générale, Chargé des relations
institutionnelles régionales

Le projet IMPULSE met en connexion les énergies, et le pôle des relations institutionnelles met en connexion l'équipe du projet, avec les collectivités et les institutions concernées.



Marion Dubaquié, Philippe Ibarroule et Claire Texier
Direction des Opérations, Ingénieurs procédés

Ils accompagnent l'équipe Multi-énergies sur l'étude, le dimensionnement de nouveaux procédés (méthanation biologique, récupération de chaleur, production d'hydrogène à partir d'électricité verte...) et la modélisation, dans le cadre de l'optimisation d'un site multi-énergies.

Le projet IMPULSE 2025 est soutenu par : **Projet labellisé par les pôles de compétitivité** : **Projet intégré au contrat** :



En substance

L'urgence climatique appelle de nouveaux usages.

Parmi lesquels : l'évolution du système énergétique et une production d'énergie renouvelable et décentralisée.

Les objectifs fixés par l'Accord de Paris, le Green Deal européen, ou encore la Loi de Transition Énergétique (LTECV) en France imposent un changement de paradigme avant 2050.

D'autant qu'en France, par exemple, **tout système énergétique engendre en moyenne entre 25 et 60 % de perte.** En outre, nous consommons beaucoup d'énergie primaire pour une efficacité limitée.

Historiquement les réseaux énergétiques (électricité, gaz, chaleur, etc.) fonctionnent de façon indépendante. Aujourd'hui, avec le projet IMPULSE 2025, Teréga veut initier un Smart Grid multi-énergies : un réseau connecté capable de délivrer la bonne énergie selon les besoins, en réduisant les pertes.

IMPULSE 2025 répond à une vision nouvelle qui repose sur : le partage des énergies (y compris renouvelables), le stockage du surplus, le pilotage pour un réseau intelligent et une consommation optimisée.

Pour l'Agence Internationale de l'Énergie, l'efficacité énergétique permettrait de réduire à elle seule 44 % des émissions de CO₂ en 2040. Les énergies renouvelables favorisent, elles, 36 % de réduction, quand le nucléaire ne contribuerait que pour 6 %.

Une démarche multi-énergies telle que IMPULSE 2025 repose sur le digital. Au-delà des techniques favorisant la conversion des réseaux, Teréga développe des outils numériques : plateforme dédiée, algorithmes, modélisation, datas, etc.