



Pôlénergie

La Newsletter



@POLENERGIE

POLENERGIE.ORG

NUMÉRO SPÉCIAL : PROJECTION ENERGIES ZERO CARBONE 2050 – HAUTS-DE-FRANCE



UN OUTIL POUR OUVRIR UN ESPACE DE DIALOGUE

Au fur et à mesure des annonces gouvernementales des derniers six mois, se précise une notion **d'accélération et de systématisation tous secteurs confondus de la transition énergétique** pour notre pays.

Le zéro carbone à l'horizon 2050 est bien l'objectif clairement affiché, à poursuivre désormais. Le plan national intégré énergie-climat de la France, soumis à consultation jusqu'au 17 janvier dernier, met en œuvre cet objectif et en précise les modalités : les territoires sont appelés à se mobiliser pour « articuler les objectifs climatiques nationaux et les planifications territoriales » ; on ne parle plus de prévision mais de « planification », laissant entendre que le point d'atterrissage ne fait plus l'objet d'un débat. Il s'agit donc d'établir un « scénario cible », d'établir des « budgets carbone globaux et sectoriels » et d'en faire le « suivi ». La création des comités régionaux de l'énergie (CRE) et la tenue de COP régionales sont finalement l'expression de cette évolution de paradigme.

Parallèlement à ce premier état de fait, il est aisé de constater combien les stratégies énergétiques revendiquent de plus en plus une légitimité à aller vers plus de souveraineté énergétique, et ce, sans omettre la nécessité d'une réindustrialisation. Dès lors, la raréfaction de la ressource devient clairement un enjeu et ce, d'autant plus si cette ressource se doit d'être décarbonée.

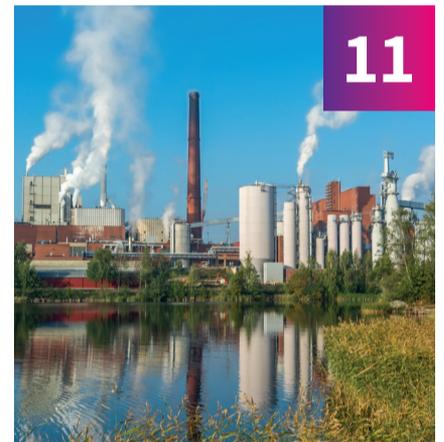
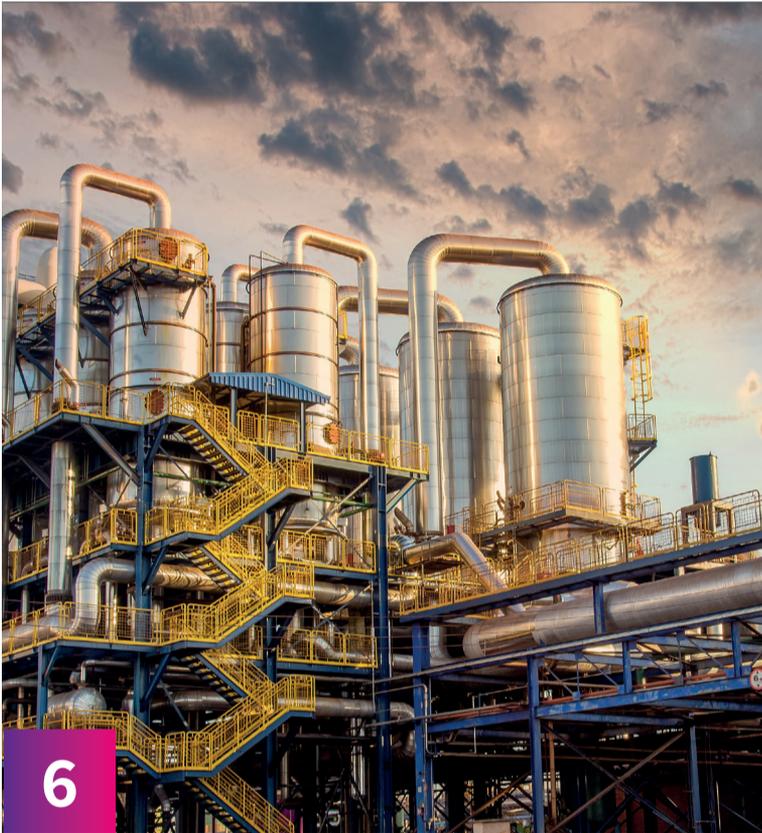
Il s'agit donc de compter et de bien compter, pour ajuster une politique économique ambitieuse, cohérente et décarbonée.

L'équilibre des flux d'énergies se réalise à une maille nationale voire européenne ; les réseaux de Grands Transports d'électricité et de gaz permettent le bouclage entre production et consommation en rapprochant les territoires exportateurs des territoires importateurs, de manière instantanée et automatique pour ce qui concerne l'électricité. La notion de bilan énergétique et climatique devient une nécessité et un enjeu pour un territoire à l'échelle d'une commune ou d'une région, afin de prendre la juste part à l'effort national sans excès ni laisser aller.

Pôlenergie présente à travers ces pages un outil permettant de comptabiliser tous les flux énergétiques d'un territoire ou d'une région. L'originalité de la démarche est double : **approche intégrée et systémique qui tient compte de toutes les énergies et approche territoriale.** La multiplicité des combinaisons entre les énergies implique une **intégration horizontale** permettant de faire un bilan croisé et réaliste. La maille nationale n'est pas suffisante : il faut mobiliser les acteurs au plan régional et local. Une vision systémique a dès lors toute sa place au plan local. Cette vision permet aussi de se donner les moyens de **suivre les avancées** concrètes sur le terrain ; elle offre enfin des **arguments objectifs** sur les arbitrages à poser. C'est donc aussi un **outil de pilotage politique de la transition énergétique.**

Dans ce supplément, Pôlenergie décrit sa méthode et propose un premier bilan énergétique de la région Hauts-de-France. Notre vœu le plus cher est que cet outil puisse servir les ambitions économiques régionales au travers du Cré ou des schémas directeurs régionaux et qu'il contribue effectivement à **nourrir sereinement les discussions** par les questions qu'il soulève et l'objectivité qu'il apporte. Plus que les chiffres auquel il aboutit, c'est le débat qu'il suscite qui nous motive : les chiffres devront être, nous l'espérons, le fruit d'un large consensus.





Bilan énergétique : partir du national	04
La quadrature de la modélisation énergétique territoriale	05
Bâtir une architecture énergétique systémique	06
Un exemple d'application : hypothèses d'un bilan énergétique zéro carbone des Hauts-de-France à 2050	07
Et la suite ?	11

Bilan énergétique : partir du national



En octobre dernier, l'Etat publiait un projet de plan national intégré Energie-Climat pour notre pays, dont la version finale est attendue pour juin 2024. Ce projet croise les deux documents de gouvernance sur l'énergie et le climat que sont la PPE 3 pour les 2x5 années à venir et la SNBC 3 à horizon 2050, documents qui seront également soumis à consultation en 2024. Il s'agit d'un exercice de planification fixant un scénario cible fondé sur un ensemble de mesures et hypothèses. Ce scénario permet d'établir les budgets « carbone » globaux et sectoriels et les feuilles de route par secteur qui en découlent : l'occasion de faire le point sur quelques grandes orientations énergétiques de la France et comprendre la démarche nationale de bilan énergétique. Une nuance cependant : l'année 2022 reste pour l'ensemble des énergies très atypique : les chiffres sont donc à comprendre à l'aune de cette anomalie ; c'est le déroulement de la méthode au plan national qui nous intéresse ici au premier chef.

Le plan national rappelle tout d'abord les objectifs européens à 2030 pour notre pays :

- Consommation d'énergie primaire : 1830 TWh avec une réduction du charbon de 70% pour la même période, une réduction du gaz naturel de 40% en 2030 et 60% en 2035 (base 2012) et une réduction des produits pétroliers de 50% en 2030 ;
- Consommation énergétique finale de 1209 TWh, soit -30% par rapport à 2012 avec 58% d'énergie décarbonée dans le bouquet énergétique (dont ENR électriques 117 GW-

125 GW, biogaz : 50 TWh, biocarburants : 48TWh, chaleur et froid renouvelable : 297 TWh) ;

- 9,9 GW de nouvelles capacités engagées d'ici 2026 en production nucléaire ;
- Baisse globale des émissions de GES de 50% (base 1990) en 2030, soit -5% par an entre 2022 et 2030 contre -2% sur la période précédente.

L'atteinte de ces objectifs se fera à partir des leviers de baisse des émissions qui ont des retombées positives en termes d'emplois locaux, qui améliorent le confort de vie des citoyens, qui permettent de résoudre l'équation financière difficile des ménages et qui augmentent la compétitivité des entreprises et l'autosuffisance énergétique.

On insistera particulièrement sur la décarbonation des énergies puisque les émissions issues de leur combustion représentent 70 % des GES de la France. Cela passe, selon la PPE 3, par la sobriété énergétique, l'efficacité énergétique, le développement des ENR et la relance du nucléaire. La neutralité carbone à 2050 est réaffirmée par le document et est inscrit dans la loi.

La PPE3 se donne pour objectifs :

- L'électrification massive : 640TWh de production électrique décarbonée en 2035, en s'appuyant sur le nucléaire et les ENR ;
- La multiplication par deux d'ici 2035 de la chaleur renouvelable et de récupération (passage de 183 TWh en 2021 à 419 TWh en 2035 par le développement de la biomasse,

les géothermies, les pompes à chaleur et le biogaz) ;

- Déploiement massif des gaz verts «injectables», méthanisation, méthanation, pyrogazéification, gazéification hydrothermale : 50 et 85 TWh à 2035 ;
- Déploiement massif de l'hydrogène décarboné : 10 GW d'électrolyseurs en 2035 autour des pôles en forte demande ;
- Soutien aux biocarburants : 90 TWh en 2035, dont 50 TWh produits en France ;
- Recours à la biomasse : 228 TWh en énergie finale dès 2030.

Enfin, pour les émissions incompressibles, le CCS (Carbon Capture and Storage) permettra de capter 4 à 8,5 MtCO₂/an en 2030 et 20 à 50 MtCO₂/an en 2050 pour le secteur industriel. Un régime de soutien pour la décarbonation profonde de l'industrie sera lancé en 2024 via des « contrats carbone pour différence » (CCfD).

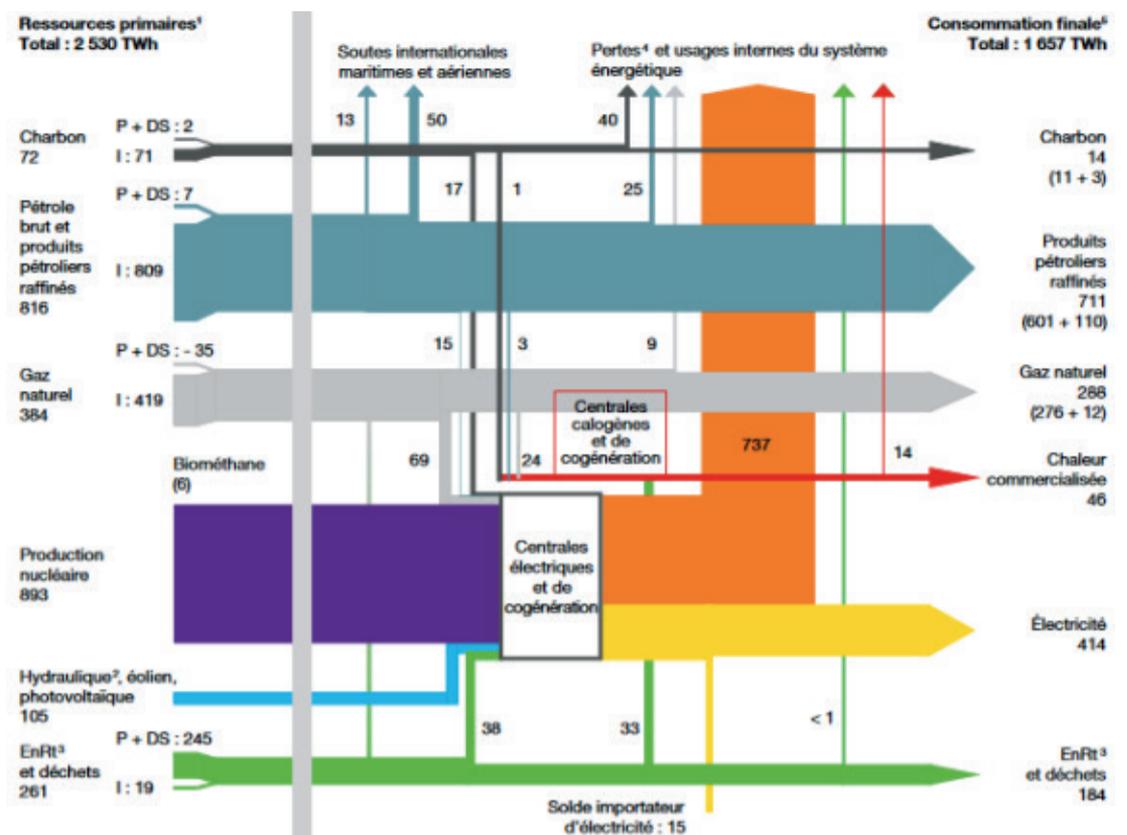
Ces objectifs ont de grandes conséquences sur nos infrastructures énergétiques : RTE et ENEDIS réviseront leurs trajectoires pour tenir compte de l'accélération de la transition énergétique (schéma directeur de développement du réseau de transport d'électricité, augmentation des investissements, déploiement de réseaux), maintien des infrastructures gaz pour le biogaz, déploiement des réseaux hydrogène (d'ici 2026).

D'un point de vue méthode, les comités régionaux de l'énergie sont appelés à jouer un rôle dans la planification et la déclinaison territoriale des objectifs énergétiques, notamment à travers les

zones d'accélération d'énergies renouvelables et les communautés énergétiques ou projets citoyens.

Point de départ : le bilan énergétique France à 2022

- Toutes les quantités sont calculées en PCI
- Les quantités intègrent les usages énergétiques et non énergétiques (la décomposition est entre parenthèse)
- Pour chaque flux, le schéma intègre la production nationale d'énergie primaire (P), le déstockage (DS) et le solde import (I).
- Les ENR thermiques (ENRt) englobent le bois et ses déchets, le solaire thermique, les biocarburants et les pompes à chaleur
- La chaleur commercialisée est celle vendue par réseau de chauffage urbain
- L'hydraulique intègre les énergies marines (EMR)



La quadrature de la modélisation énergétique territoriale

L'ADEME propose quatre scénarios pour atteindre la neutralité carbone sur le plan national à 2050. RTE présente ses « futurs énergétiques » à ces mêmes horizons : scénarios de mix de production permettant d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 et GRDF publiait en 2022 ses « Perspectives Gaz 2022 - Scénario de consommation de gaz à l'horizon 2050 avec 100% de gaz renouvelable bas carbone ». A l'échelle régionale, on peut citer l'étude « Enjeux énergétique et emplois en Hauts-de-France » de l'ADEME, et l'exercice réglementaire du SRADDET de la Région. Fallait-il ajouter un outil supplémentaire ? Nous pensons que oui et en donnons ici les arguments et objectifs. Nous détaillons également pas à pas la méthodologie de construction d'un bilan énergétique d'un territoire.

La valeur ajoutée de l'outil créé par Pôlénergie est de prendre la question énergétique comme un système, à l'échelle territoriale, et de l'analyser de façon dynamique. L'appréhension systémique de l'énergie se fait souvent à l'échelle nationale, soit par les grands énergéticiens (RTE, GRTgaz, GRDF) ou par les services de l'Etat (ADEME - Transition(s) 2050). Si on retrouve parfois des déclinaisons territoriales de ces scénarios, celles-ci sont plus souvent des photographies à l'instant t qu'un véritable outil de monitoring.

Aucun outil, à notre connaissance, ne donne sur un plan local une vision globale qui corrèle

productions et consommations, englobant toutes les énergies, les interactions entre-elles, les liens de cause à effet entre production et consommation et les affectations des énergies par secteurs de consommation finale. Pourtant, les flux énergétiques se croisent et se convertissent : le gaz naturel alimente les cycles combinés qui produisent de l'électricité et de la chaleur, l'électricité alimente les pompes à chaleur qui capte de la chaleur ambiante, la méthanisation convertit la biomasse en gaz, l'électricité fait fonctionner les électrolyseurs qui produisent de l'hydrogène et de la chaleur, etc... De fait, le découpage classique de l'énergie par secteur ou vecteur, qui s'explique par une praticité méthodique, propose des descriptions partielles et silotées des réalités énergétiques territoriales.

Face à ce constat, et sollicité par ses membres, Pôlénergie s'est donc mis à l'ouvrage pour tenter de résoudre cette quadrature du cercle. L'outil doit de toute évidence se comprendre comme perfectible : voilà pourquoi il appelle le dialogue avec toutes les parties prenantes. La simplicité (toute relative...) de l'exercice est que nous travaillons sur un objectif zéro carbone : il ne s'agit donc de comptabiliser que les énergies décarbonées et de les mettre en regard des évolutions de consommation qui devraient être significatives en Région Hauts de France, durablement « terre d'industrie ».

Dès lors, qu'apporte la vision de cet outil à

l'échelle territoriale ? C'est tout d'abord un effort de cohérence et de vérification d'un certain « bouclage » des énergies. Beaucoup rêvent de souveraineté territoriale ; avec prudence, certes, car la souveraineté énergétique ne peut se gérer qu'à l'échelle nationale ; aucun territoire ne peut se targuer de ne pas recevoir ou de ne pas distribuer de l'électricité à ses voisins. Mais la situation est autre lorsque nous ne parlons plus d'électricité, mais par exemple des énergies issues de la biomasse : si la concurrence des usages entre la méthanisation, la pyrogazéification, la gazéification hydrothermale ou la méthanation n'est pas prise en compte dans un bilan énergétique, la voie est ouverte à l'inflation des chiffres ; à tout le moins, le mérite d'un bilan énergétique est-il de faire apparaître les volumes et d'en vérifier leur cohérence. Par « bouclage », il faudra donc comprendre une vision d'un équilibre offre / demande plutôt qu'une vision sur l'autonomie territoriale. Dans une optique forte de ré-industrialisation, il demeure intéressant d'examiner si les nouvelles consommations sont pourvues par les énergies produites sur le territoire ou si elles nécessitent une solidarité interrégionale fournie par les réseaux. Dans une optique bottom-up enfin, l'Etat pourrait trouver un intérêt à consolider les bilans régionaux et les comparer à sa vision descendante, plus globale.

Bâtir une architecture énergétique systémique

Alors, concrètement, comment bâtir un tel outil ?

La première étape consiste à définir les volumes d'énergies entrantes au point de démarrage du bilan, en partant des réalités locales et des technologies en émergences. Dans notre cas, 15 sources d'énergie renouvelables régionales ont été identifiées : chaleur géothermique et aérothermique pour les pompes à chaleur, solaire thermique et photovoltaïque, éolien onshore et offshore, hydroélectricité, hydroliennes, usine marée motrice, méthanisation, pyrogazéification, gazéification hydrothermale, bois énergie, agrobiocarburants, et déchets urbains / CSR.

A ces flux s'ajoutent le gaz de mine, non renouvelable mais local et vertueux, trois flux nucléaires, non renouvelables mais décarbonés (électronucléaire historique, EPR, et SMR) et cinq flux d'importations (BioGNL / gaz naturel avec CCS, H2 vert, électricité verte, biocarburants, bois ou biocharbon) au cas où un appoint serait nécessaire pour équilibrer le mix régional. Il serait aussi utile d'examiner les potentiels export, susceptibles d'assurer une solidarité avec les autres régions voisines (notamment l'île de France dont la production d'énergie restera durablement insuffisante).

Par soucis d'efficacité, on regroupe ces 24 sources au sein de 6 familles fonctionnelles : solaire et géothermie – éolien, hydraulique et marin – biomasse humide – biomasse sèche – nucléaire – importations.

La seconde étape consiste à répartir ces sources selon leurs vecteurs énergétiques ; par exemple, si l'éolien ne produit que de l'électricité, la méthanisation peut, elle, produire de l'électricité, de la chaleur et du biométhane. Pour ce faire, 8 vecteurs d'énergies ont été retenus : chaleur en local, réseau de chaleur, électricité, hydrogène, vecteur méthane, carburants et combustibles liquides, bois énergie, biochar et biocharbon. On peut dès lors ventiler les sources d'énergies avec leurs vecteurs associés, au travers des 24 possibilités d'aiguillages recensées.

La troisième étape consiste à modéliser les interconnexions et pertes entre les vecteurs d'énergies. On crée ici un doublon des 8 vecteurs mentionnés, permettant de faire matcher les vecteurs de la production à l'usage. Le vecteur électricité peut ainsi alimenter le vecteur hydrogène, en intégrant les rendements d'un électrolyseur, le vecteur méthane peut alimenter le vecteur électricité, en intégrant le rendement d'un cycle combiné gaz, et le vecteur électricité peut évidemment alimenter le vecteur électricité... en intégrant les pertes en lignes !

Ces trois exemples font parties des 32 possibilités d'aiguillages et rendement associés considérés dans l'outil.

Enfin, les 8 vecteurs énergétiques d'usages alimentent les 5 secteurs de consommation retenus : industrie, transport, tertiaire, résidentiel, agriculture, au travers de 34 flux associés. Ainsi, via un système à 4 courroies et 114 flux, accompagné de sa programmation, il nous est possible d'unifier la production d'énergie et ses consommations associées. Reste alors à implémenter le modèle avec le développement de chaque ENR sur un territoire donné, historique ou futur et la consommation d'énergie sur le même territoire, historique ou future, pour pouvoir apprécier, au pas annuel, l'indépendance énergétique dudit territoire, de façon systémique, pour chacun des 8 vecteurs et des 5 secteurs retenus.

En filigrane, on peut ainsi apprécier la cohérence d'ensemble d'une politique énergétique, les éventuels excès ou défaut d'énergie associée, la sensibilité aux variations des points structurants (ex : réindustrialisation, développement d'EPR), l'évolution de la réglementation... Le tout de façon dynamique, le changement du moindre paramètre entraînant un ajustement instantané de la cohérence d'ensemble du modèle. La pertinence des résultats fournis dépend bien-sûr de la fiabilité des données historiques d'entrée et de la rigueur des hypothèses futures retenues.

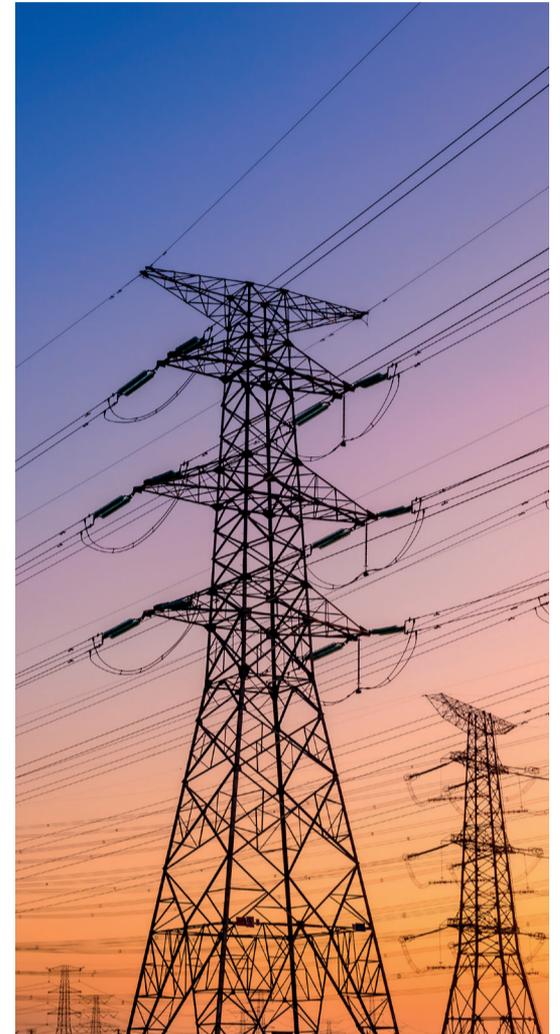
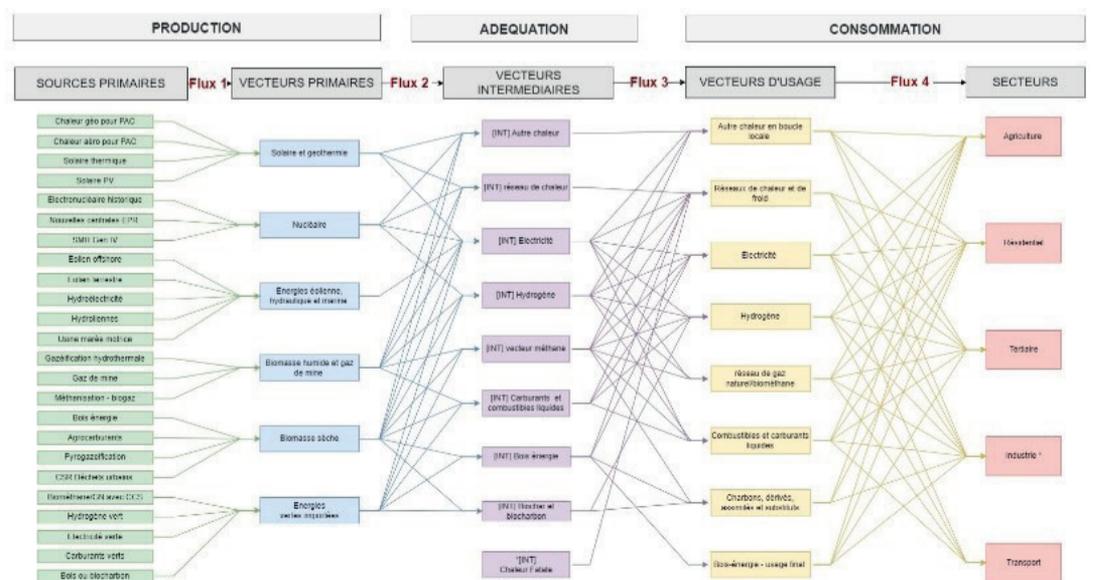


Diagramme des flux considérés dans l'outil



Un exemple d'application :

hypothèses d'un bilan énergétique zéro carbone des Hauts-de-France à 2050



Cet outil construit, il nous fallait en réaliser un premier déploiement. A ce titre, le périmètre de la région Hauts-de-France est vite apparu comme une évidence. Avant d'obtenir un résultat, deux limites ont dues être levées :

- Pôlénergie n'est pas un centre de ressources statistiques, il a donc fallu emprunter des jeux de données à une structure tierce pour l'historique énergétique régional ;
- Bien qu'en ayant la capacité technique, Pôlénergie n'a ni mandat, vocation ou intention pour dresser une prospective énergétique régionale à 2050. Pôlénergie s'est donc associé à un partenaire légitime à ce titre pour la partie future du modèle.

Sur la partie historique énergétique régional, Pôlénergie a utilisé les données de l'observatoire climat du CERDD, disposant de données fines ayant notamment servies à l'élaboration du SRADDET. Ces données ont été complétées à la marge et reconcaténées avant intégration. Ainsi, les autoconsommations et les ressources énergétiques avec un usage non énergétique (charbon pour réduction notamment) n'ont pas été oubliées, et ce grâce aux échanges avec le

CERDD. Nous les remercions ici pour le temps qu'ils nous ont consacré.

Sur la partie hypothèse future, une première « base » de production / consommation a été constituée à partir des hypothèses fournies par le SRADDET. Partir du SRADDET est une bonne hypothèse de départ, consensuelle à tout le moins. Il est à rappeler que celui-ci travaille à iso-PIB régional, sans modification substantielle du cadre macro-économique : nous reviendrons sur ce point.

Le SRADDET dresse une liste d'actions créant un effet décarbonant. La quantification de l'effet est faite selon un jalon de 5 ans ; cette quantification, qu'elle soit sur le volet production d'ENR ou sur le volet économie de consommation, est ici à challenger, souvent parce que l'effet n'est pas toujours ventilé par type d'énergies. Les actions doivent donc être « déconsolidées » ou ventilées

par type d'énergies et type d'usages. Le résultat obtenu est donc « dérivé » ou « traduit » du SRADDET, et ne constitue pas une reprise brute de ses éléments.

Ce travail fut poursuivi et complété en collaboration avec GRDF qui s'est porté volontaire pour contribuer à une première production de notre outil. Nous tenons ici à les en remercier chaleureusement. Nous insistons sur le fait que les résultats présentés sont le reflet de cette collaboration. D'autres hypothèses pourront être proposées par d'autres énergéticiens ou organismes et feront varier les conclusions. Nous touchons ici du doigt le fait que l'outil que nous développons n'a pas pour objet de fournir des données finales, objectives mais est un espace de dialogue, qui, en croisant les hypothèses des uns et des autres, pourra aboutir à une vision partagée. C'est dans cet effort de construction d'une vision partagée que Pôlénergie témoigne

de sa neutralité.

En conséquence, les résultats obtenus à 2050 sont une combinaison unique des visions SRADDET – GRDF. Si nous pouvons attester de la factualité et du sérieux des données présentes ou fournies, elles doivent s'appréhender au regard des contraintes d'entrées (alignement sur la réduction de la consommation voulue par l'Etat) ou des choix d'arbitrages (répartition de la ressource biomasse, mise en service des EPR...), réalistes mais néanmoins engageants.

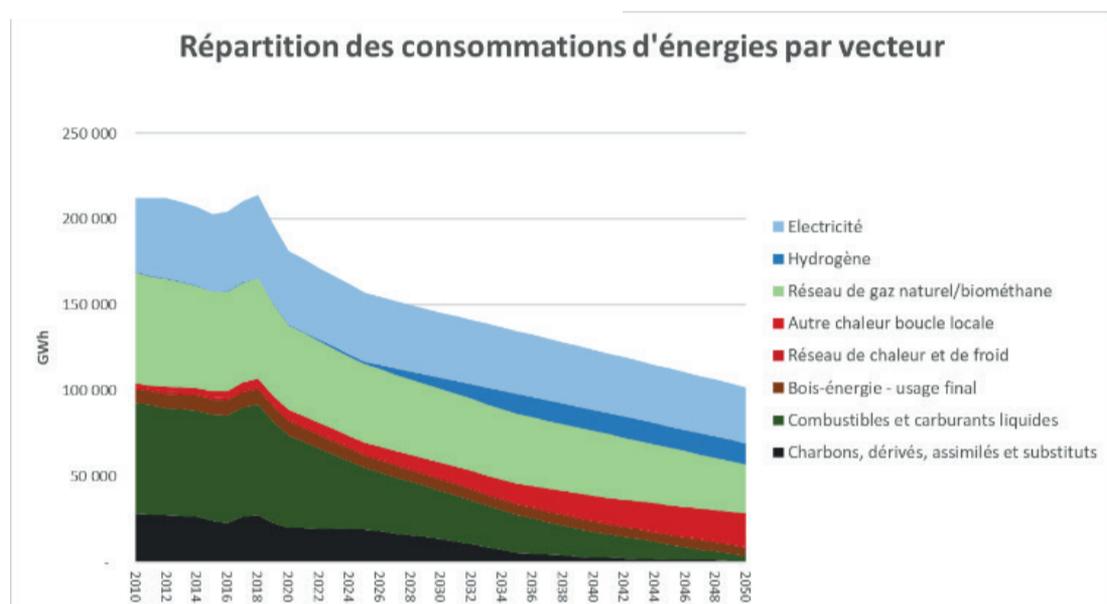
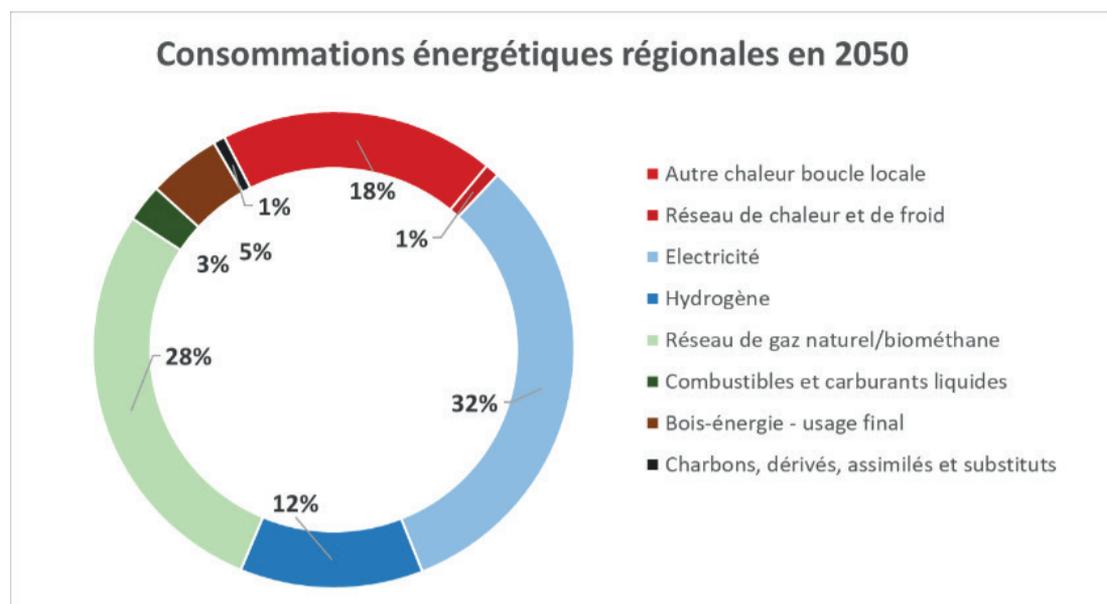
In fine, quelles conclusions ressortent de ce modèle ? Au global, les productions d'énergies permettent d'alimenter les consommations régionales, avec néanmoins des disparités par vecteur d'énergie. On peut citer :

- Une forte surproduction de chaleur locale ; le développement des pompes à chaleur étant plus rapide qu'escompté au moment de la rédaction du SRADDET. Ce point a été retravaillé en intégrant une plus grande substitution gaz, fioul, électricité vers les PAC dans le résidentiel-tertiaire-industrie ;
- Une forte sous-production d'hydrogène ; en effet, peu d'ENR produisent de l'hydrogène en direct, celui-ci étant souvent produit par électrolyse. Or, les consommations d'hydrogène seront croissantes en région, portées notamment par une substitution du charbon en sidérurgie. Ce point a été retravaillé en intégrant un plus grand fléchage de l'électricité produite vers de la production d'hydrogène.

Suite à ce travail d'affinage, la modélisation obtenue est dite « bouclée » : la totalité des consommations prévues en 2050 pourront être alimentées via les productions régionales, au global, par secteur et par vecteur.

Côté consommation, on note une diminution de moitié des consommations régionales, passant d'environ 200 TWh à 102 TWh. Cet effort, détaillé dans le SRADDET, se répartit entre efficacité énergétique, aménagement du territoire (env. 68 TWh) et sobriété (32 TWh). Il s'agit bien là des chiffres résultant du SRADDET, en gardant à l'esprit que celui-ci travaille sur une base iso, sans ré-industrialisation.

L'évolution des vecteurs à la consommation est marquée par une diminution massive des vecteurs « charbon, dérivés et assimilés » et « combustibles et carburant liquides », le vecteur « méthane » diminuant lui de moitié. Cette évolution est cohérente avec l'objectif de sortie des énergies fossiles, le vecteur méthane se maintenant via l'émergence de la méthanisation, pyrogazéification, gazéification hydrothermale. Dans le même temps, la production électrique augmente en région, permettant le maintien de vecteur électrique en usage final, mais également l'émergence du vecteur hydrogène et une partie du vecteur chaleur locale (électricité pour PAC), s'apparentant à de la consommation électrique



indirecte. Il sera nécessaire par ailleurs de traiter le sujet de la ressource en eau qui joue un rôle significatif dans la production des EnR, électricité et H₂.

En 2050, le mix d'énergie consommée en région est donc marqué par une prédominance électrique (32% en direct, 48% direct + indirect), complétée par le vecteur gaz (28%) et la chaleur locale (PAC, solaire thermique, chaleur fatale, 18%, dont 4% d'électricité pour PAC).

Côté production, on note une productible total brut en 2050 de 122 TWh, avec 13 TWh de pertes (pertes en ligne électriques et conversion H₂ principalement), soit une production utile de 109 TWh. Cela représente un quasi doublement de la production régionale utile, en passant de 55 TWh à 109 TWh.

Cette croissance est d'abord marquée par les ENR électriques : PV, éolien offshore, repowering éolien onshore, EPR, alimentant le vecteur électrique, hydrogène et une partie de la chaleur locale (besoin électrique des PAC). On note également une émergence massive des ENR « biométhane », qui assurent la moitié de la croissance de la production entre 2020 et 2050, via la méthanisation, la pyrogazéification, et la gazéification hydrothermale. Les ENR thermiques (solaire thermique, PAC) se développent



également. Les biocarburants restent stables, le bois énergie également (la diminution sur le graphe est due à un usage du bois pour produire du biocharbon : besoin incompressible de réduction pour certaines industries). Bien évidemment, la correspondance de chaque ENR avec son réel potentiel (intrants, foncier,...) n'est pas étudiée ici mais se doit d'être à son tour challengée.

Au global, la région Hauts-de-France se retrouve légèrement excédentaire en énergie ; +7 TWh, dont 3.5 TWh en production de méthane, le reste étant réparti sur les autres vecteurs. L'équilibre annuel production-consommation est obtenu en 2048.

Comme nous l'avons dit, plus que le résultat final, ce sont les questions que suscite la méthode qui semblent intéressantes. La mise en adéquation des productions avec les consommations permet ainsi de mettre à jour un certain nombre de points à discuter.

Ainsi, si l'autonomie énergétique régionale semble possible, les marges de manœuvre pour l'atteindre sont faibles : 7 TWh, cela demeure environ 3% des consommations régionales actuelles. Cet équilibre est donc à considérer à l'aune des sensibilités qui y sont associées.

Côté consommation, on peut citer la réindustrialisation en cours en région, postérieure à la rédaction du SRADDET. L'ordre de grandeur énergétique d'une gigafactory, évidemment variable, semble se situer autour de 500 GWh – 1,5 TWh d'énergie. **La question de la ressource énergétique allouée à cette réindustrialisation est donc structurante.** Au même titre, une augmentation de la démographie régionale, que soutiendra de facto la réindustrialisation, occasionnera des augmentations de consommations également structurantes. Rappelons que, par construction, la partie énergie des SRADDET régionaux n'intègre pas d'externalités socio-économiques. L'arrivée des gigafactories va de pair avec les investissements sur les réseaux électriques qui assureront l'acheminement de l'électricité depuis toute l'Europe.

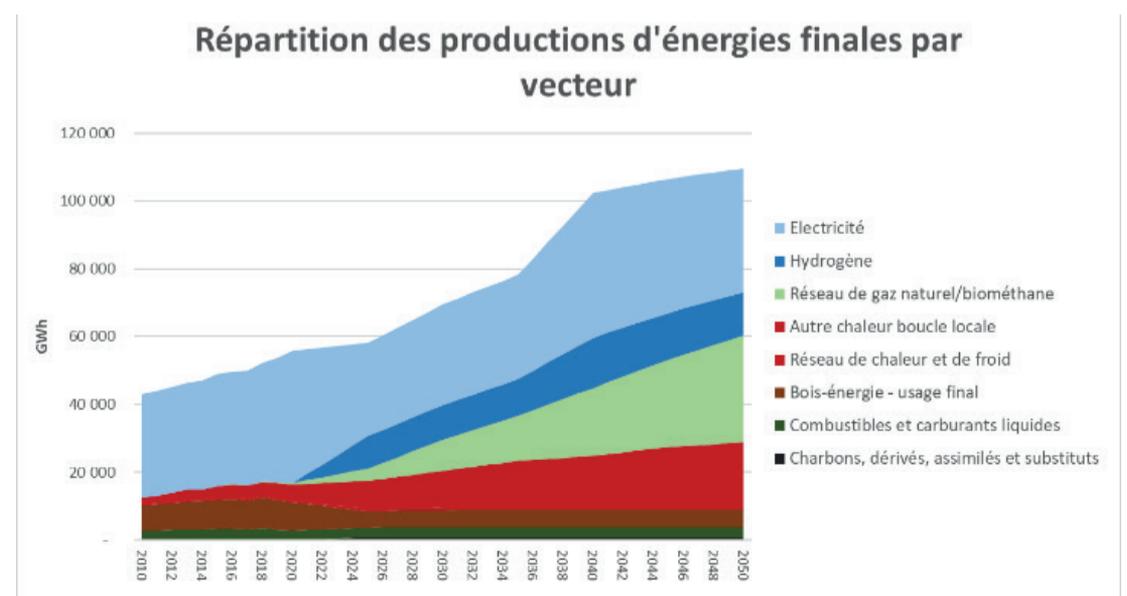
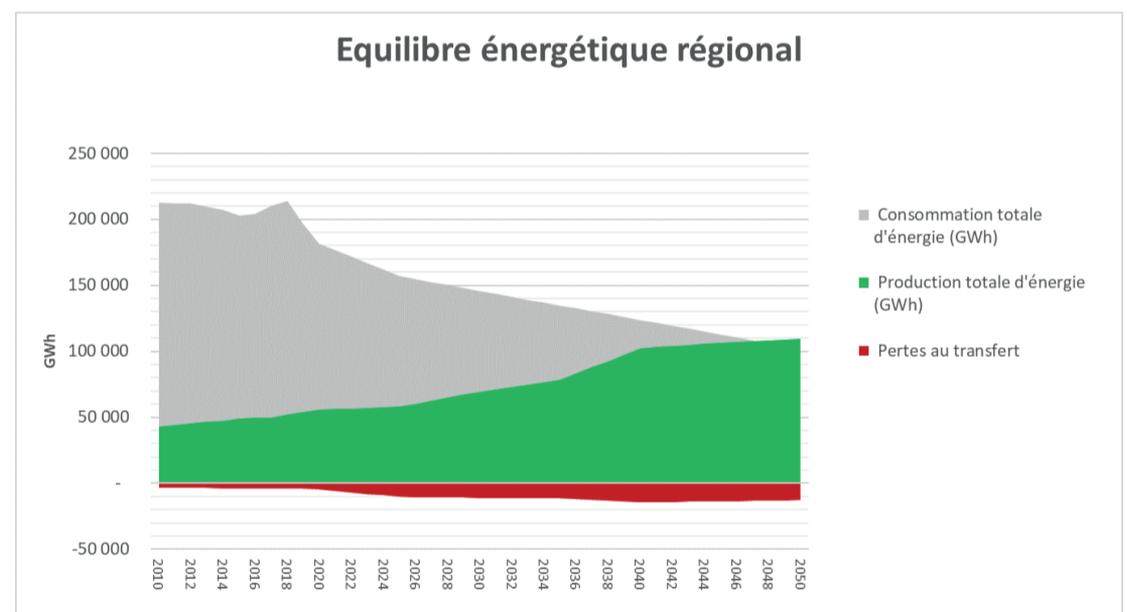
Enfin, le point le plus questionnant concerne la sobriété énergétique : elle conduit à une réduction des consommations de 32 TWh en 2050, soit l'équivalent de la production de la centrale nucléaire de Gravelines. Le SRADDET ne précise pas les secteurs affectés par cette sobriété, ce qui nous a amené à la répartir proportionnellement par secteur, ce qui est hautement discutable. Autant, l'effet de l'efficacité énergétique est estimable à partir d'un historique de réduction et par l'avancée des technologies, autant l'impact des mesures de sobriété et leur acceptation sociale, ne peut être prévisible de manière confiante.

Côté production, le maintien de la centrale

historique de Gravelines à 2050 (les 6 réacteurs de Gravelines ont été mis en service entre 1981 et 1985) et l'ajout de 2 EPR jouent un rôle clé. Notre hypothèse de travail a été de considérer un maintien à 2050 de 4 tranches sur les 6 historiques et une ouverture des EPR en 2040, sur un dimensionnement type Flamanville. C'est de toute évidence une hypothèse de travail. Une

fermeture accélérée des tranches historiques et/ou un retard sur le chantier des EPR pourrait être hautement préjudiciable. Le scénario inverse pourrait logiquement être très bénéfique pour soutenir la consommation régionale.

On peut également citer la question de l'usage biomasse-énergie, qui représente, en 2050, 45





TWh brut (sur 122) tout vecteur confondu. En dehors de l'arbitrage entre vecteur (bois énergie, carburants liquides, méthane...), il faut noter la question des volumes (artificialisation) et des grands usages biomasse : biodiversité, stockage carbone, alimentaire, matière (chimie verte, construction biosourcée...) et énergétique. Ce point est donc également structurant.

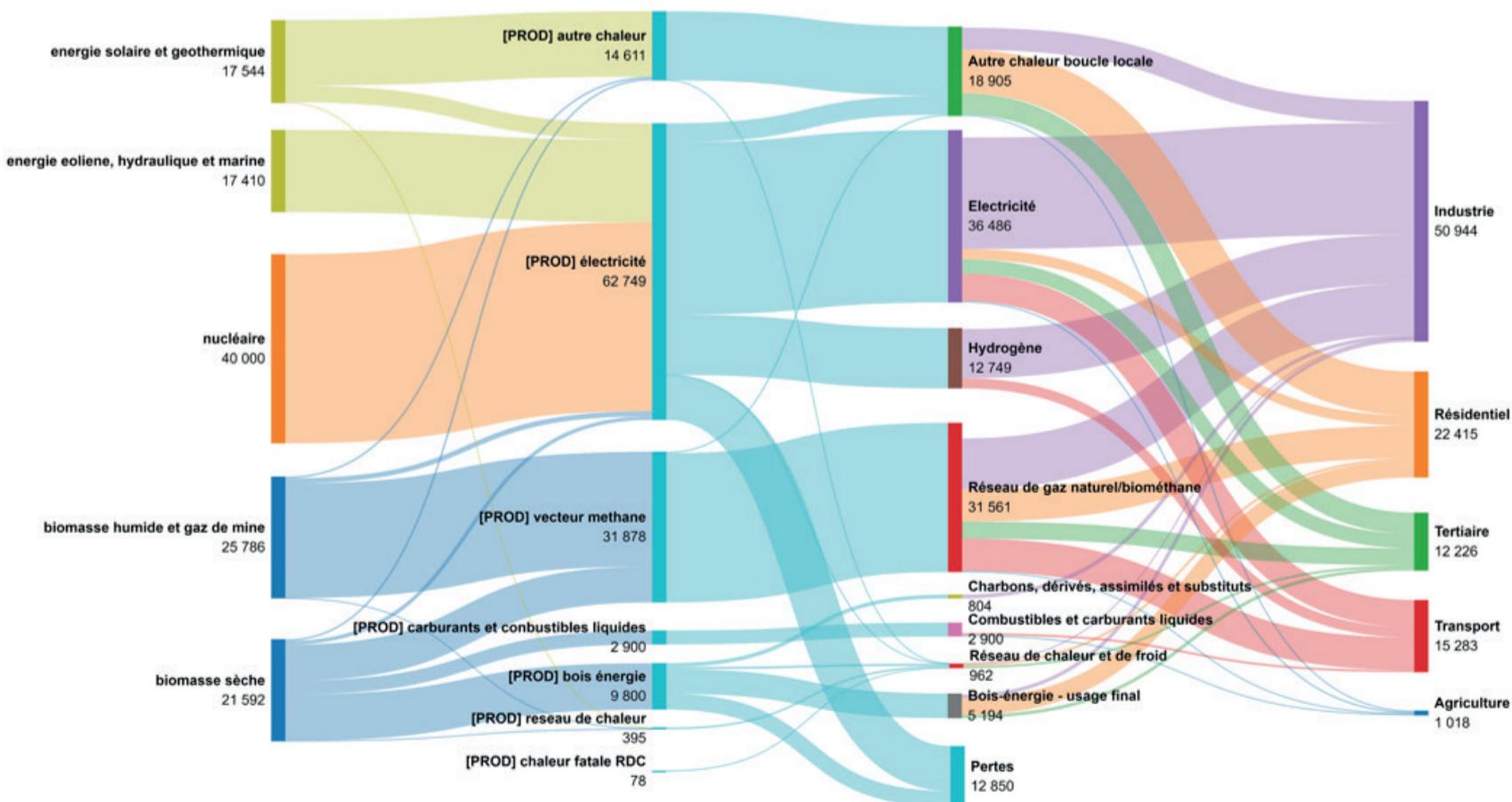
Ainsi, en fonction des évolutions réelles de ces paramètres, la région pourrait être excédentaire en énergie, et par là dynamiser son économie, ou au contraire être déficitaire. Dans ce cas, que faire ? Développer plus avant l'éolien à terre, en faisant fi des questions d'acceptabilité ? Notre scénario table sur un accroissement de puissance de 50% par mât éolien via le « repowering » sans déploiement de nouveaux mâts. Ou accepter d'importer de l'énergie ? Dans ce cas, auprès de qui ? Zones densément peuplées et industrialisées, globalement plates et peu favorables au nucléaire, le Benelux et l'Allemagne de l'ouest ont toutes les chances d'être importatrices nettes. L'Île-de-France présente le même constat. Prises en tenaille, les ressources existantes et futures (nucléaire, éolien offshore) du Grand Est et de la Normandie seront-elles suffisantes ? Dans le cas de ressources limitées, la façade maritime des Hauts-de-France permettrait-elle d'importer les besoins restants ? Ces ressources pourraient elle être décarbonées ? Dans le cas de ressources fossiles, la nécessaire captation carbone associée aura-t-elle assez d'exutoires pour stocker le CO2 ?

En filigrane, ce sont ces enjeux majeurs que soulève cette première modélisation.

La poursuite de la transition énergétique régionale comprendra un certain nombre d'arbitrages, qu'il faudra nécessairement trancher pour ne pas les subir. C'est la vertu cardinale de notre outil : cerner ces points dans les grandes masses, pour les mettre en débat auprès des décideurs le plus en amont possible.

Pour conclure, en suspendant ici le débat sur les questions formulées ci-dessus, un premier bilan énergétique à 2050 peut être proposé, sous la condition de lui donner **un caractère très provisoire et d'en faire là encore un sujet de débat.**

Diagramme bouclé des flux d'énergies régionaux en 2050 (GWh)



Et la suite ?



Quelles suites donner à ce travail ? Il s'agira tout d'abord d'échanger avec les acteurs pertinents sur la base de cette première modélisation, pour enrichir la démarche de leurs retours respectifs. En plus de GRDF, nous avons d'ores et déjà échangé sur le modèle avec RTE et souhaitons évoquer le sujet avec EDF, GRTgaz, ENEDIS, H2V et d'autres (CCI, acteurs énergétiques frontaliers...). Il s'agit moins d'aller chercher la validation des chiffres auprès de ces acteurs que de susciter un dialogue, vérifier les hypothèses et faire avancer le modèle. Il est aussi important d'y associer les acteurs institutionnels : la Région Hauts-de-France ainsi que l'ADEME sont associés à ces réflexions. Les regards de grands consommateurs, tels Aluminium Dunkerque ou Arcelor Mittal ou du monde académique auraient également certainement leur place dans ces échanges. Le premier modèle a été construit autour des hypothèses du SRADDET complétées d'une vision GRDF, d'autres hypothèses sont à prendre en compte : le modèle n'en est qu'à sa première étape.

Il nous semble en outre important de rappeler les limites de l'exercice :

- Nous le répétons : les chiffres qui résultent de l'outil importent moins que le processus. Les chiffres présentés sur la base des données SRADDET et, pour ce hors-série, GRDF, ne sont donc qu'une application parmi d'autres et c'est seulement au bout du processus qu'un consensus pourra se trouver sur les valeurs avancées ; le risque de publier ce hors-série serait de figer des postures, chiffres, alors

que notre souhait est simplement d'ouvrir le dialogue. A ce sujet, les données du SRADDET peuvent tout autant être questionnées que celles de tel ou tel acteur de l'énergie. C'est bien le but de l'outil : challenger les données et les hypothèses pour aboutir à un consensus.

- La nature des énergies peut biaiser l'analyse sur le thème de l'équilibre régional : l'électricité se raisonne au niveau national, voire européen mais le gaz décarboné dépend largement de ressources locales. Or, l'originalité de l'exercice vient justement montrer l'interaction des énergies. Il est donc primordial de faire converger les uns et les autres dans une vision régionale qui vient ajuster les plans d'analyse, voire des conclusions ;
- Enfin, il y a une différence entre un exercice prospectif et une réalité opérationnelle : l'équilibre global d'un territoire au pas de temps annuel n'exclue en rien les besoins d'interconnexions en gestion quotidienne. En corolaire, souveraineté globale et solidarité opérationnelle doivent se penser de concert.

Par la suite, deux utilisations principales pour de nouvelles modélisations nous paraissent faire sens :

- Auprès des collectivités territoriales type EPCI, comme outil de visualisation et de monitoring de la transition énergétique locale, en complément et en cohérence des PCAET déployés, qui plus est, à l'heure du déploiement de la COP régionale ;
- Auprès de collectivités plus larges, comme

objet d'interactions multi acteurs entre élus, associations, service de l'état, énergéticiens, permettant d'identifier les consensus et les incohérences d'ensemble, pour mieux les visualiser et les arbitrer. Le CRÉ pourrait d'ailleurs, à ce titre, constituer un espace d'échange idéal.

Comme évoqué précédemment, Pôlénergie est une structure de conseil et d'accompagnement, et non un décideur. D'autres déploiements en notre nom propre ne sont donc pas prévus. En revanche, Pôlénergie se tient à la disposition de tout acteur ou décideur qui souhaiterait reproduire cet exercice sur son champ d'action territorial ou privilégiant tel ou tel flux énergétique.

L'outil développé par Pôlénergie offre un espace de dialogue permettant de confronter différentes options selon une argumentation objective et permet d'instaurer un monitoring de la décarbonation d'un territoire.

C'est bien là notre raison d'être : accompagner et appuyer, de façon ambitieuse, agile, pragmatique et en toute indépendance, la transition énergétique et la décarbonation des Hauts-de-France !

Pour déployer l'outil sur votre territoire, contactez-nous à l'adresse suivante : contact@polenergie.org