

L'ÉLECTRICITÉ EN LOIRE-ATLANTIQUE EN 2035 CIRCUIT COURT OU COURT-CIRCUIT ?

Au fil des décennies, l'électricité est devenue une énergie indispensable à un nombre croissant d'usages : éclairage, chauffage, numérique, climatisation, mobilité... Son omniprésence quotidienne contraste néanmoins avec notre forte méconnaissance du fonctionnement du système électrique. Les enjeux sont complexes et dépassent très largement les frontières de nos territoires.

Pilotable ou intermittente, diffuse ou centralisée, dépendante des phénomènes météorologiques locaux ou des prix de marchés européens, la production électrique est régie par des mécanismes de régulation techniques et économiques précis et structurés. L'électricité ne se stockant pas à grande échelle, l'équilibre doit être garanti en temps réel pour répondre à une demande fluctuante tout au long de la journée, mais aussi d'un jour à l'autre et d'une saison à l'autre. C'est une des missions confiées à RTE (Réseau de Transport d'Électricité), opérateur public du transport de l'électricité.

Dans le cadre de ses missions, RTE élabore et publie chaque année le « Bilan Prévisionnel de l'équilibre entre l'offre et la demande d'électricité ». Il constitue un outil de diagnostic unique qui a vocation à éclairer les décisions sur les choix énergétiques des politiques publiques nationales. En partenariat avec l'Auran, RTE a réalisé pour la première fois la déclinaison des perspectives d'évolution de la consommation et de la production électrique à l'échelle d'un département, celui de la Loire-Atlantique.

Ce travail est une première étape d'une démarche consistant à appréhender l'interdépendance entre planification des réseaux et planification territoriale, mais aussi à dresser plus étroitement les conditions nécessaires à la mise en œuvre d'une transition énergétique à l'échelle locale. Elle en constitue un focus sur les enjeux propres au système électrique.

LA LOIRE-ATLANTIQUE EN 2035

CHIFFRES CLÉS



Entre **7,1 et 8,6 TWh** de consommation électrique annuelle (8,4 TWh en 2017)



Une part comprise entre **35 % et 55 %** d'énergies renouvelables locales dans les consommations électriques en 2035 (9 % en 2017)



X2 pour la production éolienne
X8 pour la production solaire

rythme de croissance du parc de production d'énergies renouvelables entre 2017 et 2035



Pendant plus de **95%** du temps, soit environ **8000h** sur 8 760 heures par an, l'approvisionnement électrique de la Loire-Atlantique proviendra toujours de sources de production extérieures au département

DES FONDAMENTAUX À NE PAS OUBLIER

❶ L'ÉLECTRICITÉ, UN VECTEUR D'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE



Thomas Edison inaugure en 1882 à New-York, une centrale électrique avec distribution en réseau qui permet d'éclairer 1 200 lampes. L'électricité apparaît alors comme un prodige à tel point que sa gloire est édifée en palais pour l'exposition universelle de 1900 à Paris « Ville Lumière ».

L'électrification et sa traduction spatiale - les réseaux - a été un vecteur efficace de modernisation régionale, contribuant à la genèse de l'aménagement du territoire. La dynamique de l'électrification s'est propagée depuis l'échelle locale, principalement des villes et des régions monopolistiques (dont la Société Nantaise d'Éclairage créée en 1892) jusqu'à l'échelle nationale à la fin des années 1930, puis européenne à la fin du 20^{ème} siècle.

Il faudra plusieurs dizaines d'années d'essor de la « Fée électricité » pour passer d'une organisation dispersée à une véritable industrie qui fiabilisera pour tous l'accès à ce bien de première nécessité.

La loi du 8 avril 1946 nationalise les activités liées à la production et l'acheminement de l'électricité et pose le principe d'un intérêt général de l'accès au réseau électrique.

❷ UN SERVICE PUBLIC DE L'ÉLECTRICITÉ À NE PAS NEGLIGER NI SACRIFIER

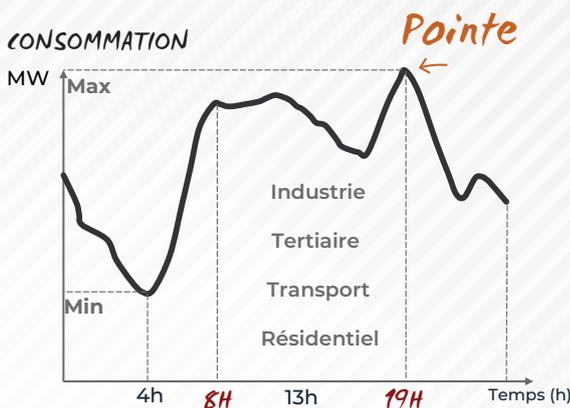
L'impossibilité de stocker en grande quantité l'électricité induit une gestion unique du réseau d'approvisionnement.

L'ensemble du système électrique est dimensionné pour assurer en permanence, à l'échelle nationale, l'équilibre entre production et consommation suivant la logique dite de « préséance économique ». Elle consiste à faire appel aux différentes unités de production électrique en fonction de leurs coûts marginaux croissants (coût du dernier kWh produit).

Contrairement au réseau autoroutier, de gaz naturel ou d'eau potable, la tarification de l'accès au réseau électrique repose sur deux grands principes : elle est indépendante de la distance parcourue (tarification dite du « timbre-poste ») et elle est identique sur l'ensemble du territoire national (principe de péréquation tarifaire). Dès lors, la recherche d'une totale autonomie électrique locale apparaît comme un contresens technique et économique par rapport à l'organisation du système électrique.

Cette notion de « régulation économique » est essentielle au bon fonctionnement du service public national de l'électricité en mutualisant par nature les coûts à une bonne échelle.

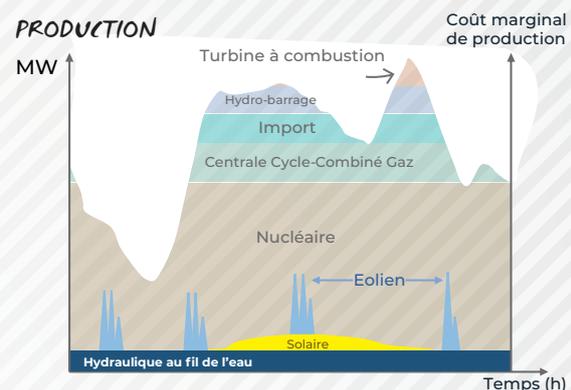
La DEMANDE en électricité répond principalement à des déterminants locaux



Source : RTE, traitement AURAN

La consommation électrique a une forte variabilité. Elle fluctue au gré des saisons et selon l'heure de la journée en fonction des différents usages : résidentiels, tertiaires, industriels.... Sur une journée type en hiver, le minimum est atteint vers 4h du matin puis ne cesse de croître jusqu'à 8h. La consommation atteint son maximum vers 19h (également appelée pointe). Les activités domestiques reprennent (chauffage, éclairage, cuisson...) tandis que les activités professionnelles ne sont pas encore terminées.

L'OFFRE en électricité répond à des déterminants locaux, nationaux et européens



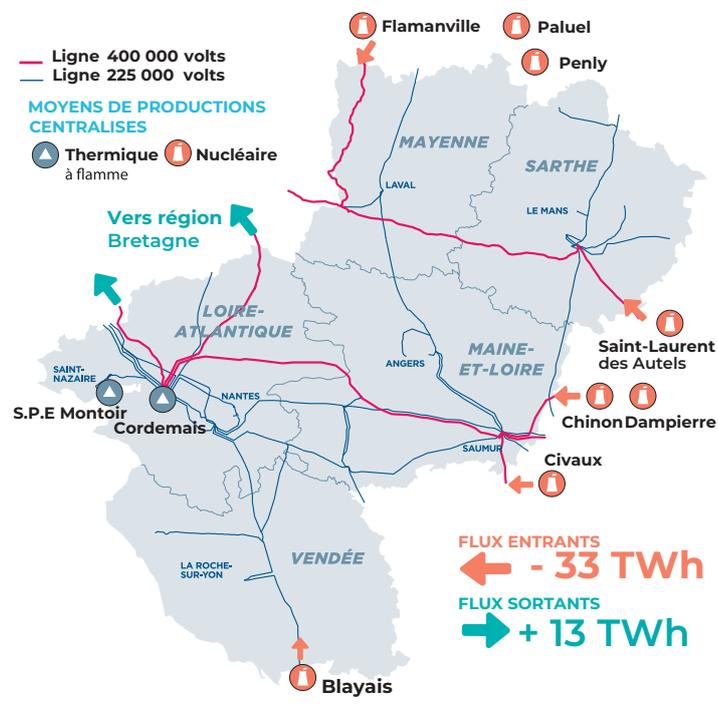
Les moyens de production sont pilotés en temps réel pour répondre aux besoins de consommation suivant une logique de coûts marginaux croissants. Les productions renouvelables (solaire, éolien) sont prioritaires sur le réseau mais dépendent des vents et des apports solaires. Les centrales nucléaires fournissent la majorité de l'électricité en base avec les centrales thermiques. Les lâchers d'eau des barrages et les turbines à combustion gaz sont actionnés lors des pics de consommation.

DES RÉSEAUX SUPPORTS DES FLUX ÉLECTRIQUES



UN RÉSEAU INTERCONNECTÉ PRENANT EN COMPTE LES DYNAMIQUES LOCALES

Réseau électrique haute tension en Pays de la Loire et flux d'échanges électriques avec les régions voisines



Source : RTE, traitement AURAN

La région Pays de la Loire est fortement importatrice d'électricité en volume annuel (à hauteur de 74 %). L'électricité consommée dans la région est en large partie produite par des moyens de productions situés au sein des régions limitrophes (Centre Val de Loire et Normandie). Elle est acheminée via le réseau de transport d'électricité.

En 2017 en Loire-Atlantique, un peu moins de 10 % des consommations électriques sont couvertes par de la production locale et renouvelable. Autrement dit, la quasi-totalité des besoins électriques départementaux est satisfaite par des moyens de production situés en dehors du département.

Même si la part des énergies renouvelables et locales dans les consommations électriques de la Loire-Atlantique est faible, leur contribution croissante questionne les équilibres électriques territoriaux. Le système électrique devra être capable demain non seulement de piloter en temps réel les moyens de production, mais aussi de faire varier la demande électrique pour faire en sorte de la déplacer vers les périodes de forte production renouvelable¹.

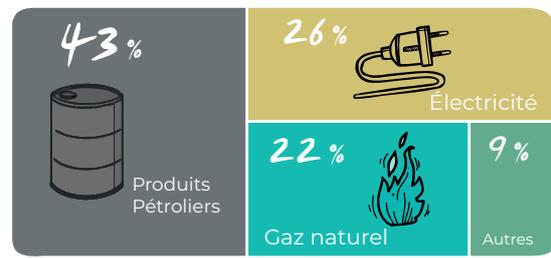
Pour continuer à garantir la sécurité d'approvisionnement de nos territoires, il y a donc un caractère indispensable à mener un exercice de projection à l'échelle de la Loire-Atlantique, tant sur la demande en électricité que sur la production pour faire les bons choix et renforcer l'effectivité des trajectoires de transition énergétique à l'échelle locale.

LE BILAN PRÉVISIONNEL « LOIRE-ATLANTIQUE », UN OUTIL PRÉCIEUX D'AIDE À LA DÉCISION

La consommation finale d'électricité en Loire-Atlantique atteint 8 379 GWh en 2017 (34 % de la consommation régionale). L'électricité représente la 2^{ème} source d'énergie consommée (26 %) loin derrière les produits pétroliers (43 %).

L'enjeu de la transition électrique à l'échelle locale est triple : réduire les consommations existantes, électrifier certains usages aujourd'hui carbonés (produits pétroliers et gaz naturel) et décarboner les productions en déployant massivement des installations renouvelables.

Le répartition des consommations d'énergie par source



Source : BASEMIS-Air Pays de la Loire, traitement Auran 2020

Le « Bilan Prévisionnel de l'équilibre entre l'offre et la demande d'électricité » élaboré par RTE a vocation à éclairer les choix énergétiques des politiques publiques nationales (Programmation Pluriannuelle de l'Énergie, Stratégie Nationale Bas Carbone...). Dans le cadre de son partenariat avec l'Auran, RTE a réalisé pour la première fois la déclinaison départementale des trajectoires du Bilan prévisionnel. Elle repose sur la prise en compte d'hypothèses locales travaillées par l'Auran dans les scénarios RTE : évolution démographique, usages de l'électricité, dynamique de production d'énergies renouvelables...

Cet exercice offre désormais la possibilité aux élus locaux de fixer une trajectoire de transition énergétique volontariste et réaliste s'appuyant sur la base d'éléments d'analyse consolidée des grands déterminants énergétiques.

¹ Les productions éoliennes et solaires dépendent respectivement des conditions de vents et du taux d'ensoleillement. Ce caractère intermittent dégrade leurs facteurs de charge (12% pour le solaire et 21% pour l'éolien) et induit une durée de fonctionnement nominale de 1 000 à 2 000 heures contre 5 000 h à 8 000 h pour des moyens conventionnels (nucléaire, cycle combiné gaz,...)

+ 300 000 HABITANTS EN 2035, QUELS IMPACTS SUR LES CONSOMMATIONS ÉLECTRIQUES ?

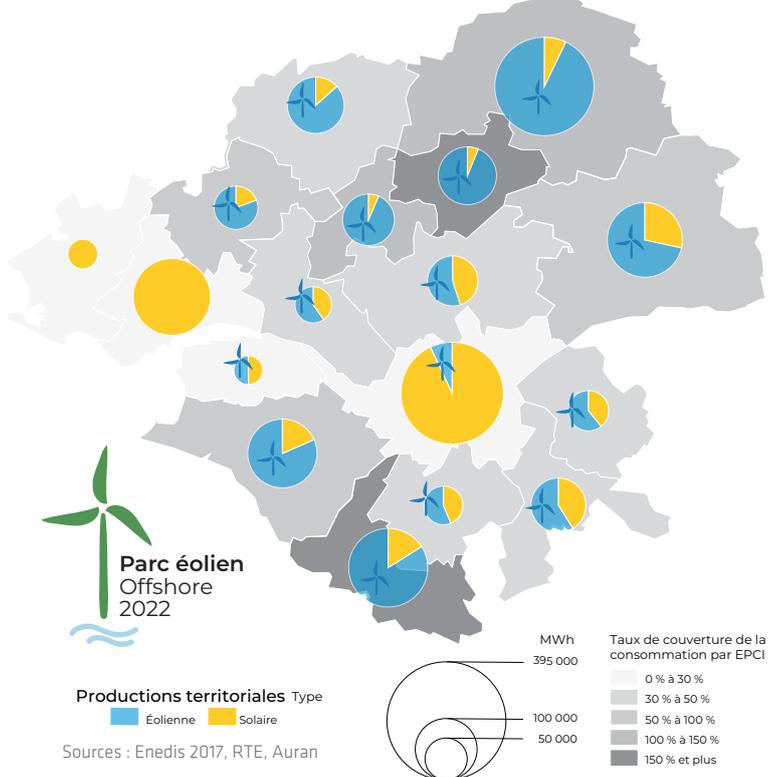
UNE ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE PROVENANT TRÈS LARGEMENT DE L'ÉOLIEN

En 2017, la part des consommations électriques en Loire-Atlantique est couverte à hauteur de 9 % par des productions locales renouvelables. 80 % de cette production provient de l'éolien. L'Agence a réalisé un travail d'inventaire des gisements potentiels au sein des territoires de Loire-Atlantique. Sur la base de cet inventaire, les hypothèses travaillées avec RTE à l'horizon 2035 conduisent à multiplier par 8 la production solaire et par 2 la production éolienne par rapport à 2017.

Ces productions permettraient de couvrir de 35 % à 55 % des besoins à l'horizon 2035 suivant les scénarios. Les productions renouvelables seront majoritairement issues de l'éolien, à l'exception des agglomérations où le solaire prédomine. Le raccordement du parc éolien en mer de Saint-Nazaire prévu en 2022 (480 MW de puissance soumis à des régimes de vent plus favorables) pèsera à lui seul l'équivalent de l'ensemble des nouvelles productions territoriales.

La majorité des besoins électriques départementaux resteront donc satisfaits par des moyens de productions qui ne relèvent pas directement du système local. **Ces dépendances interdépartementales doivent donc être prises en compte dans l'approvisionnement électrique des territoires de Loire-Atlantique.**

Projection territoriale des productions d'électricité renouvelable travaillée par l'Auran pour les scénarios RTE en 2035



UNE ÉVOLUTION DE LA DEMANDE ÉLECTRIQUE ORIENTÉE À LA BAISSÉ D'ICI 2035

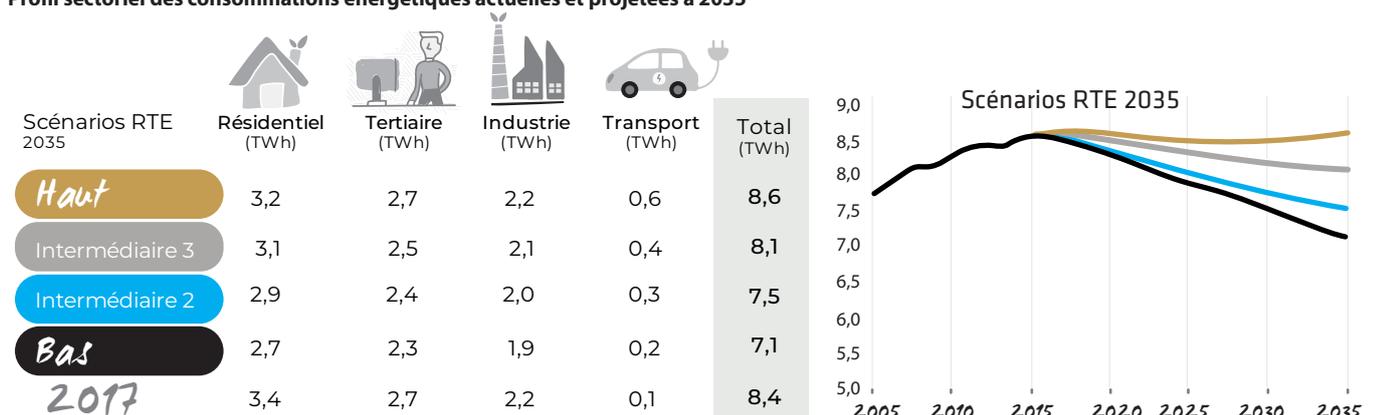
Dans les 4 scénarios élaborés par RTE, **l'ensemble des trajectoires de consommations d'électricité sont stables ou orientées à la baisse** à l'horizon 2035 (Les consommations totales d'énergie évoluent +1 % à -17 % entre 2017 et 2035).

Les gains attendus d'efficacité énergétique essentiellement concentrés dans le secteur tertiaire et résidentiel (-20 % à -30 % entre 2017 et 2035) sont tels qu'ils permettraient d'absorber concomitamment la dynamique démographique et l'électrification des usages (+5 % à +20 % entre 2017 et 2035).

Le profil électrique sectoriel lui évolue peu entre 2017 et 2035. Le secteur résidentiel reste en 2035 le 1^{er} secteur consommateur d'électricité (39 %) suivi par le tertiaire (31 %) et l'industrie (26 %). Les consommations liées au transport restent marginales (4 %).

Cette vision énergétique projetée mise sur des gains importants liés à l'efficacité énergétique. **La Loire-Atlantique s'inscrit ainsi dans les tendances nationales. Sous quelle forme, s'il est vérifié, ce point d'inflexion se retranscrira-t-il sur nos territoires ?**

Profil sectoriel des consommations énergétiques actuelles et projetées à 2035



❶ L'EFFICACITÉ DES ÉQUIPEMENTS, FACTEUR DE BAISSÉ DES CONSOMMATIONS

Les gains d'efficacité énergétique qui viennent compenser l'augmentation des besoins électriques se font essentiellement sur les usages spécifiques de l'électricité. Ces usages correspondent à la consommation d'électricité pour laquelle aucune autre source d'énergie ne pourrait être mobilisée, tels l'éclairage, les appareils électroménagers ou numériques. Ces usages sont surreprésentés au sein des secteurs tertiaire et résidentiel.

Les progrès techniques sur les équipements ménagers d'une part, et l'éclairage d'autre part, conduisent à retenir à l'échelle nationale comme à l'échelle locale des hypothèses orientées fortement à la baisse des consommations électriques.

Selon les scénarios RTE, concernant les équipements ménagers, d'ici à 2035, 40 % d'économies d'énergies pourraient être générées par la généralisation d'appareils très performants (hors chauffage, climatisation et eau chaude), ce qui est une hypothèse forte sur le renouvellement du parc d'équipements et ses qualités énergétiques.

❷ LA MOBILITÉ ÉLECTRIQUE, UNE TENDANCE NATIONALE AUX IMPACTS LOCAUX

La réduction significative de la place de l'autosolisme au bénéfice de la marche, du vélo, des transports collectifs et de la « voiture passager » est une réponse importante aux enjeux de la transition énergétique locale. La conversion des motorisations (produits pétroliers vers électricité) est une réponse secondaire. Cependant, le cadre national et européen est fortement tourné vers le développement de l'électromobilité à travers le soutien du gouvernement (Loi de transition énergétique d'août 2015, loi d'orientation des mobilités de décembre 2019) et l'évolution des normes constructeurs (euroVI).

L'analyse des caractéristiques des immatriculations de véhicules neufs en Loire-Atlantique conduit à montrer que la mobilité électrique s'ancre peu à peu à l'échelle locale (1 % du parc) mais de manière différenciée selon les territoires. Les volumes sont faibles mais deviennent non négligeables (environ 8 000 véhicules en circulation en 2018 sur un total de 1,1 millions). À 2035, RTE prévoit un parc électrique en circulation en Loire-Atlantique compris entre 72 000 et 320 000 véhicules. Ce n'est pas tant le volume de consommation électrique qui sera dimensionnant - RTE prévoit une hausse modérée (3 % à 7 % de la part de la consommation totale selon les scénarios 2035) mais surtout les effets de recharges simultanées sur le réseau.

L'Auran a mené une analyse multicritères² permettant de rendre compte du contexte territorial. Sur le territoire de la métropole nantaise, le scénario « haut » conduit à retenir 138 000 véhicules électriques en circulation à 2035. Si l'ensemble de ce parc est rechargé simultanément en soirée (hypothèse peu vraisemblable mais réaliste) en charge lente résidentielle (3 kVA) la puissance supplémentaire appelée sur le réseau serait de 400 MW. C'est à peu de chose près le besoin « en fonctionnement » de la métropole nantaise pour tous les autres usages à cet instant.

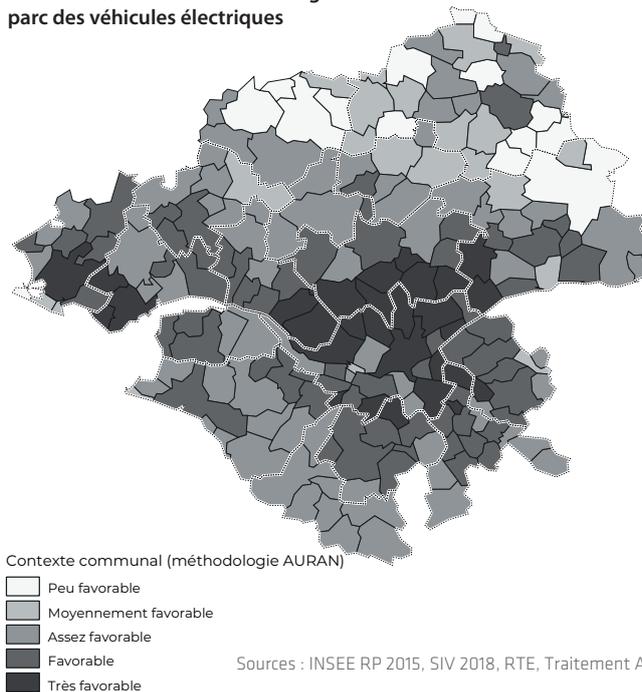
La mobilité du quotidien constitue à l'échelle locale comme à l'échelle nationale un enjeu pour le système électrique, avec des appels de puissance qui pourraient se concentrer autour de 19h-21h. Au vu du caractère aléatoire des productions renouvelables locales (éolien et solaire), la recharge des véhicules devra nécessairement être pilotée en fonction de la disponibilité des productions.

Hypothèses d'évolution des consommations électriques liées aux équipements des ménages

consommation domestique moyenne		2016 2350 kWh	2035 1350 kWh
	Réfrigérateur	270 kWh	160 kWh
	Congélateur indépendant	340 kWh	170 kWh
	Lave-linge	160 kWh	120 kWh
	Sèche-Linge	380 kWh	140 kWh
	Lave-Vaisselle	200 kWh	140 kWh
	TV 42"	260 kWh	80 kWh
	Ordinateur	130 kWh	50 kWh
	BOX TV/Internet	180 kWh	110 kWh
	Plaque électriques	210 kWh	140 kWh
	Four	150 kWh	100 kWh
	Eclairage	300 kWh	110 kWh

Source : RTE 2018

Classement des communes au regard des critères d'évolution du parc des véhicules électriques



²Quatre variables ont permis de constituer une grille d'analyse communale : ont notamment pris en compte le revenu médian par ménage, l'âge moyen des ménages, le nombre de véhicules par ménages et la part des déplacements domicile-travail réalisés en voiture individuelle.

UNE DEMANDE ÉLECTRIQUE LIÉE AUX DYNAMIQUES TERRITORIALES

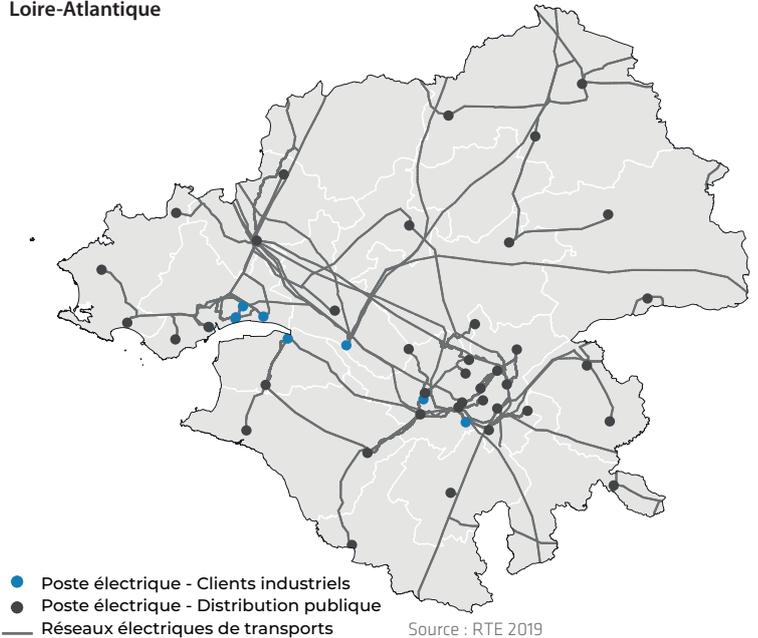
LES POSTES ÉLECTRIQUES, PORTE D'ENTRÉE DE LA DESSERTE LOCALE EN ÉLECTRICITÉ

Les réseaux électriques font figure de trait d'union physique entre la demande et la production. En tête de pont de ce lien établi, se trouve une infrastructure majeure : le poste électrique. Il relie le réseau de transport national et la desserte locale.

Près d'une cinquantaine de postes desservent les communes du département et une dizaine de gros clients. La moitié de ces postes est située sur la métropole nantaise. La desserte locale alimente une population importante (1 360 000 habitants) et en croissance, une métropole et des centres urbains ainsi que des zones industrielles de premier plan notamment dans l'estuaire de la Loire. Les postes électriques détiennent une « zone de chalandise territoriale ». Il convient d'appréhender plus finement pour chacune l'évolution des consommations électriques et l'intégration des productions locales.

L'évolution des dynamiques territoriales et, notamment, la croissance démographique nécessitera des besoins importants en termes d'infrastructures électriques.

Localisation des postes électriques et des réseaux de transports en Loire-Atlantique



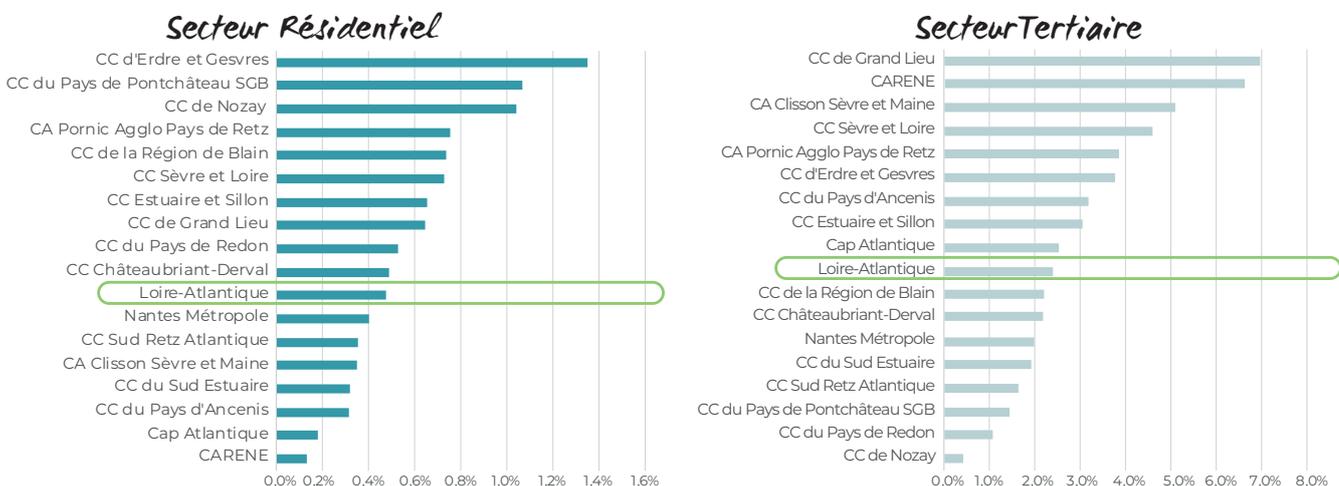
DES PROFILS DE CONSOMMATIONS ÉLECTRIQUES DIFFÉRENCIÉS À L'ÉCHELLE LOCALE

En Loire-Atlantique, il est possible de distinguer différents profils de territoire. En lien avec le parc de bureaux et d'équipements publics, la métropole nantaise et les intercommunalités littorales ont un profil tertiaire plus marqué (20 % à 35 %).

L'agglomération de Saint-Nazaire, Grand Lieu, le Pays de Châteaubriant et le Pays d'Ancenis détiennent des profils de consommations liés au secteur industriel (20 % à 40 %). Les consommations électriques liées au secteur agricole sont plus fortement marquées (3 % à 5 %) sur Sud Retz Atlantique, Clisson Sèvre Maine Agglo et Sèvre et Loire, en lien étroit avec l'activité maraîchère qui s'y développe.

Autant de spécificités locales qui doivent conduire les intercommunalités à prioriser et cibler leurs actions pour peser sur leurs trajectoires propres de transition énergétique. L'approfondissement de la connaissance territoriale est un prérequis indispensable à la mise en œuvre des plans d'actions.

Évolution des consommations électriques par intercommunalité de Loire-Atlantique entre 2011 et 2017



BAROMÈTRE ÉLECTRIQUE : ÉVOLUTIONS TENDANCIELLES DES CONSOMMATIONS ENTRE 2011 ET 2017



Résidentiel (+0,5%/an) : Plus que la population, le nombre de ménages est structurant car il a un effet direct sur le parc de résidences principales et donc sur la consommation résidentielle. On n'éclaire pas un habitant, on éclaire une pièce de vie. Entre 2011 et 2017, le nombre de points de livraison augmente de +1,6%/an à l'échelle départementale, pour atteindre près de 800 000 compteurs. Dans le même temps, la consommation électrique corrigée des aléas climatiques augmente de +0,5%/an. **La consommation résidentielle croît donc trois fois moins vite que le nombre de points de livraison, mais elle augmente tout de même.** Les agglomérations urbaines (Saint-Nazaire et Nantes) contiennent ces besoins supplémentaires en électricité malgré une pression démographique élevée et ce pour une raison double : la part majoritaire des logements collectifs dans les constructions neuves, le mode de chauffage majoritairement issu des réseaux de chaleur et de gaz naturel. À l'inverse, les intercommunalités péri-urbaines (Erdre et Gesvres, Grand Lieu, Estuaire et Sillon...) disposent d'un parc de logements individuels en forte croissance lequel connaît un plus fort taux de pénétration du chauffage électrique.



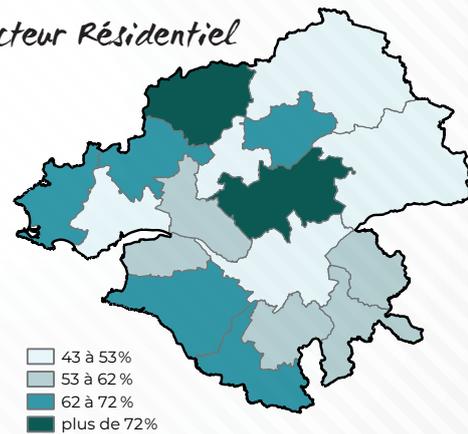
Tertiaire (+2,4%/an) : Les consommations liées au tertiaire ont fortement augmenté entre 2011 et 2017 (+2,4%/an) en lien avec la tertiarisation de l'économie. Les consommations électriques liées au tertiaire augmentent trois à quatre fois plus que celles du secteur résidentiel. Ceci s'explique notamment par la forte croissance du nombre de points de livraison (+2,8%/an) et par la nature des besoins très centrés sur les usages spécifiques de l'électricité (éclairage, bureautique...). La métropole concentre 58% des consommations tertiaires totales à l'échelle départementale. Les intercommunalités littorales représentent un deuxième pôle de consommation très dynamique avec 21% des consommations (Carene, Cap Atlantique, Pornic Agglo Pays de Retz). Les consommations d'électricité spécifiques sont structurantes pour ce secteur et interrogent fortement les entreprises quant à leur capacité à limiter l'impact énergétique de leurs activités.



Industrie (+0,1%) Les grands consommateurs industriels directement raccordés au réseau RTE pèsent pour 9% de la consommation électrique départementale (Airbus, Naval Group, zone Industriale-portuaire...). Concernant la petite et moyenne industrie, la CARENE, le Pays d'Ancenis, le Pays de Châteaubriant et Nantes Métropole concentrent près de 70% des consommations électriques. Les usages électriques sont étroitement liés à la productivité et à l'activité des grands donneurs d'ordres industriels.

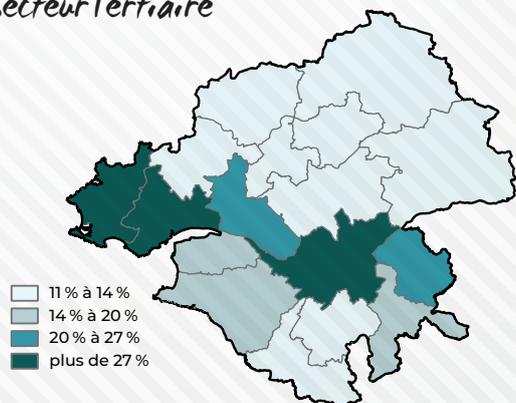
Répartition par secteur et par intercommunalité de la consommation d'électricité en 2017

Secteur Résidentiel



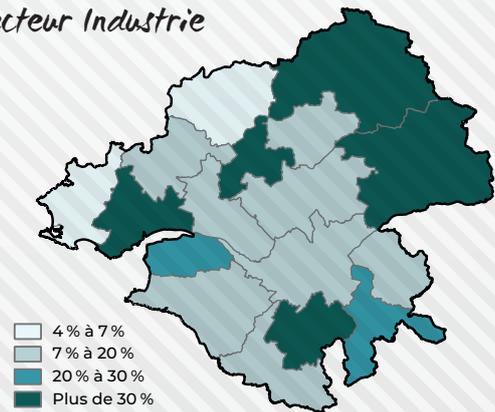
Source : RTE, ENEDIS

Secteur Tertiaire



Source : RTE, ENEDIS

Secteur Industrie



Source : RTE, ENEDIS

« ANGLÉS MORTS » ET « SIGNAUX FAIBLES »...

LE FUTUR DU RAFFRAÎCHISSEMENT, UNE NOTION DE CONFORT D'ÉTÉ APPELÉE À GAGNER LES VILLES

À l'échelle nationale, comme à l'échelle locale, il existe une forte disparité des besoins en froid en fonction des usages. En 2017, en Loire-Atlantique, ils représentent moins de 1 % des consommations électriques dans les logements mais près de 15 % des besoins électriques totaux des entreprises : bureaux, grandes surfaces, entrepôts logistiques... Les scénarios travaillés par RTE tablent sur une augmentation réelle des besoins d'électricité liés à la climatisation mais la part reste faible dans les consommations à 2035. Pour autant, même si la Loire-Atlantique bénéficie d'un climat océanique tempéré, le marché du rafraîchissement est en forte expansion à l'échelle locale.

La « clim » devient un standard recherché par les entreprises comme facteur d'attractivité pour les salariés et par les ménages pour améliorer le confort de leur logement. Les projections du GIEC (Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat) tablent sur une augmentation du rythme et de l'intensité des vagues de chaleur en raison du dérèglement climatique. Une fréquence passant de quelques jours par an aujourd'hui à plusieurs dizaines de jours par an d'ici à la fin du siècle. Dès lors, il faudra être capable demain de s'isoler contre le froid, mais aussi de se protéger contre le chaud.

L'Auran a mobilisé des images satellites permettant de mesurer avec une haute précision les variations de températures de surface à une échelle micro-locale (15 juillet 2018 à 13h). L'analyse comparative avec les données d'occupation du sol permet d'affiner la connaissance du fonctionnement climatique des territoires de Loire-Atlantique.

Écarts des températures de surface - Nantes, St Joseph de Porterie, rte de Carquefou



Source : LANDSAT 8, image prise le 15 juillet 2018 à 13h, traitement Auran 2020 - Écarts à la moyenne

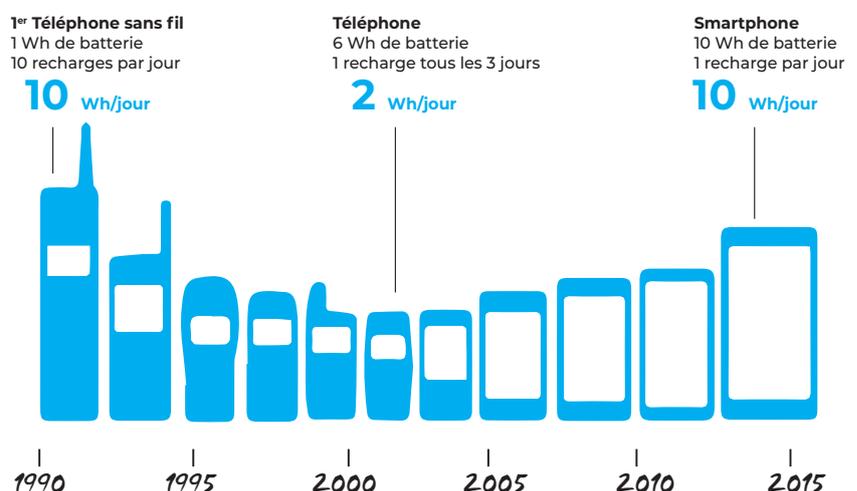
Combinée à la croissance de la population et à la densification urbaine, l'augmentation des températures de l'air et de certaines surfaces en ville interroge la capacité d'adaptation de la ville et des bâtiments au changement climatique.

L'EFFET REBOND, LA LIMITE DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

Des consommations qui augmentent après une rénovation du logement. Des voitures plus économes mais dont la masse moyenne ne fait qu'augmenter. Ce sont deux exemples du principe de l'effet rebond. Le paradoxe de Jevons, économiste anglais, (1865) énonce ainsi que tout progrès dans l'efficacité énergétique s'accompagne dans les faits d'une hausse des consommations.

Les scénarios travaillés par RTE misent sur des gains d'efficacité énergétique majeurs à l'horizon 2035. Ce raisonnement est tout à fait valable à taux d'équipement et taux d'utilisation constant. L'affaire se complique dès lors qu'il s'agit de quantifier une baisse des consommations liée à l'efficacité des systèmes alors même que la durée d'utilisation s'allonge - communication plus longue et plus fréquente -, que de nouveaux usages apparaissent - le téléphone ne sert plus uniquement à téléphoner - ou que les usages s'intensifient - la taille de l'écran du téléphone augmente. Ces « usages rebonds » de l'électricité doivent être quantifiés et surveillés comme « le lait sur le feu ».

Illustration de l'effet rebond avec le téléphone et ses usages



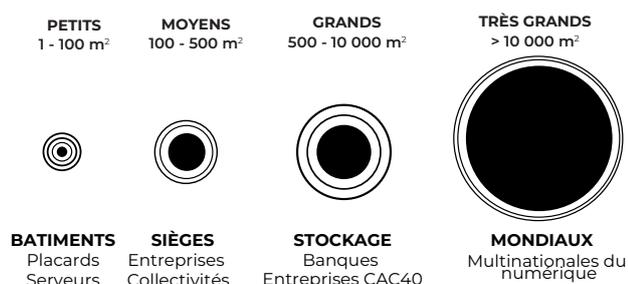
Source : illustration web, retraitement AURAN

DES BOULEVERSEMENTS À VENIR QU'IL FAUT APPRÉHENDER SANS TARDER

● L'ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION NUMÉRIQUE ET SON IMPACT TERRITORIAL

Le trafic de données dans le monde pourrait être multiplié par 100 d'ici 2030. La croissance effrénée du stockage de données et de leur traitement rend l'impact énergétique et spatial des usages numériques de plus en plus structurant pour les territoires. Les usages de ces données ne sont pas uniquement pratiqués par des consommateurs isolés. Ce sont des investissements industriels lourds, justifiés par le souci d'utiliser les vertus « immatérielles » du numérique. Les data centers en sont l'emblème. Leur diversité d'usages, d'acteurs, de tailles et d'implantations rend aujourd'hui complexe la lecture de leurs dynamiques et de leurs effets sur les consommations³.

Typologies de data center et logiques d'implantation territoriale



Source : Cécile Diguët.

Chaque type de data center a un mode d'implantation territoriale différent. Les petits data center se distribuent au sein même des bâtiments pour des serveurs locaux. Les moyens data center concernant les sièges d'entreprise, collectivités locales, universités... se trouvent généralement en milieu urbain. Les grands data center concernant des besoins de stockage importants vont occuper la périphérie des grandes métropoles (dont 8 sur la métropole nantaise). Les très grands data center préfèrent s'implanter à l'écart des zones habitées. **La mise à l'étude à l'échelle locale du poids de ces infrastructures et de leur développement doit permettre d'agir avec les opérateurs exploitants dans une logique d'efficacité énergétique.**

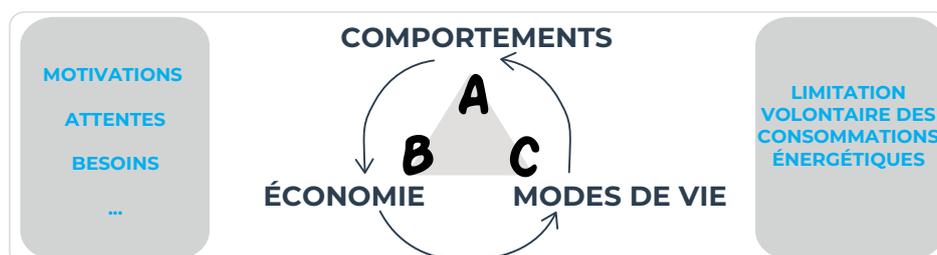
● LA « TANT ATTENDUE » ILLUSION DE LA VERTU ÉNERGÉTIQUE N'ARRIVERA PAS TOUTE SEULE

À ce jour, la très grande majorité des scénarios élaborés prennent en compte un volet sobriété. L'effectivité d'une limitation volontaire ou proactive de la consommation d'énergie par un individu ou un collectif (autrement appelé sobriété) est le dernier angle mort de cet exercice de prospective énergétique.

La sobriété énergétique justifie parfois des trajectoires très volontaristes sur la maîtrise de la demande pouvant parfois peser jusqu'à 30 % de l'atteinte des objectifs. Ces hypothèses impliquent des changements d'ordre sociétal qui doivent faire l'objet d'analyses approfondies. Il est indispensable de rendre appréhendables d'un point de vue « technico-économique » ces notions sociologiques afin de sortir des logiques scénarisées reposant sur le « bon sentiment ». Au vu de l'urgence climatique, la collectivité ne peut pas se contenter de faire un pari « écologiste » sur les comportements des citoyens et des entreprises. Au contraire, elle doit organiser la mise en œuvre d'une sobriété pertinente des usages de l'électricité en faisant appel à ses capacités (sensibilisation, réglementation, intervention).

Ces éléments auront un impact majeur sur l'évolution des consommations électriques à l'horizon 2035. Il faut sortir de la logique purement « énergétique » pour lui substituer celle « d'usages efficaces ». Ces sujets ne font pourtant pas l'objet aujourd'hui d'une approche territoriale dédiée. Il faut pouvoir systématiser les diagnostics pour évaluer la marge de manœuvre des collectivités à agir sur ces déterminants.

Structures organisationnelles de la sobriété énergétique



Source : Mathias Guérineau Université de Nantes LEMNA & Julie Mayer Université Paris-Dauphine

³ La consommation énergétique moyenne d'un data center de 10 000 m² type « mondial » nécessite une puissance de raccordement au réseau électrique de 20 MW et consomme autant en électricité qu'une ville de 25 000 habitants.

VERS UN ÉQUILIBRE TERRITORIAL PLUTÔT QU'UNE AUTOSUFFISANCE ÉNERGÉTIQUE

UN BILAN ÉNERGÉTIQUE ANNUEL EN TROMPE L'ŒIL

Le taux de couverture en énergies renouvelables ne prend pas en compte la gestion dynamique du réseau qui s'effectue seconde après seconde. Un territoire peut couvrir 100% de sa consommation électrique par un « équivalent de production » mais cela ne peut se produire dans les faits que très rarement. Les énergies renouvelables éoliennes et solaires photovoltaïques ne peuvent pas être mobilisées autant que de besoins. Leurs productions dépendent de la vitesse du vent et du taux d'ensoleillement.

En analysant les 8 760 heures qui composent une année, RTE est en mesure de visualiser les déséquilibres entre les productions renouvelables locales et la consommation locale qui devront être couvertes par des approvisionnements extérieurs.

Alors que, annuellement, entre 35 % et 55 % des consommations sont couvertes par des productions locales renouvelables, le bilan sur le département de la Loire-Atlantique à l'horizon 2035 montre que les besoins électriques « dynamiques » (heure après heure tout au long de la journée pendant 365 jours par an) ne sont couverts que pendant 5 % du temps.

Autrement dit, les territoires de Loire-Atlantique en 2035 feront appel au réseau et son système « extraterritorial » plus de 95 % du temps. Quand bien même le taux de couverture annuel prévisionnel atteindrait 55 %, le recours au système électrique national se ferait donc plus de 8 000 heures par an : un peu juste pour parler d'autosuffisance énergétique.

UNE TRANSFORMATION À VENIR DE LA PRODUCTION MAIS SURTOUT DE LA CONSOMMATION

Pendant les pointes de consommation, la quantité d'électricité consommée est presque deux fois supérieure à celle du reste de l'année. Pour couvrir ces pointes de consommation, en complément de barrages hydro-électriques, des centrales fonctionnant au fioul et au gaz émettrices de CO₂ sont mises en service.

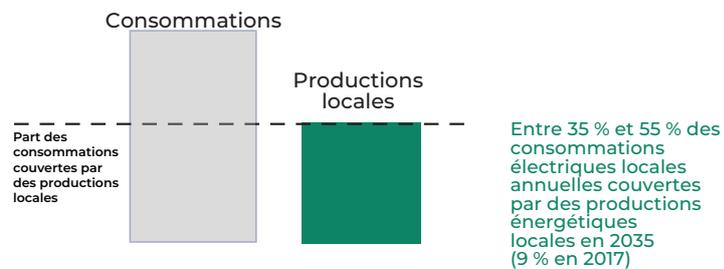
Afin de réduire ces effets de pointes, certains industriels se sont engagés auprès de RTE à ajuster en temps réel non pas leur production électrique mais leur consommation. Aussi appelé « effacement » cette démarche proactive correspond à une diminution temporaire de la consommation d'électricité par rapport à une consommation initialement prévue sur un pas de temps défini. Lancé par RTE en régions Bretagne, Ile-de-France et Provence-Alpes-Côte d'Azur, le dispositif EcoWatt est également activé auprès de particuliers, collectivités et entreprises volontaires pour les inviter à modérer leurs consommations lorsque la demande est élevée.

Ce mécanisme est appelé à se développer à l'avenir et à essayer auprès d'une diversité de consommateurs dans l'objectif de faire coïncider plus étroitement les consommations avec les productions solaires et éoliennes dépendantes des conditions extérieures. L'objectif est de constituer des agrégats de consommateurs prêts à faire baisser leur consommation en fonction des capacités instantanées de production électrique. C'est l'effacement diffus.

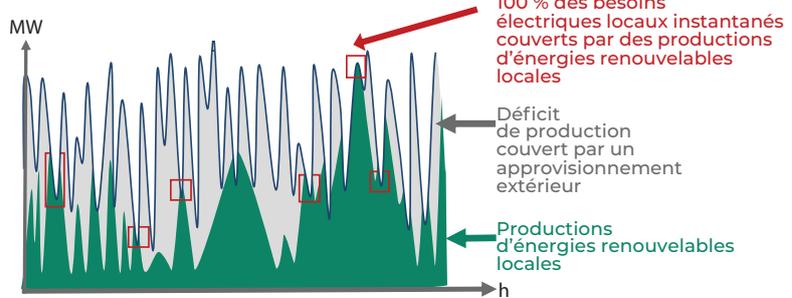
Par la connaissance fine de leur territoire et des acteurs qui le composent, les collectivités peuvent s'emparer du sujet et fédérer des communautés agissant sur leurs consommations. Elles pourront également s'en saisir en propre en diminuant ponctuellement et sur des pas de temps réduits les consommations électriques liées au fonctionnement de l'éclairage public.

Une production locale intermittente et une consommation locale variable qui ne coïncident que rarement dans les faits

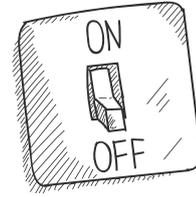
Ratio annuel 2035



Bilan réel 2035



Source : scénarios RTE



UNE PLANIFICATION ÉNERGÉTIQUE CAPABLE DE RAPPROCHER STRATÉGIQUE ET OPÉRATIONNEL

Quels que soient les scénarios considérés à l'horizon 2035, les dynamiques territoriales jouent un rôle prépondérant dans l'évolution des besoins énergétiques : localisation des zones d'emplois, place de l'industrie et du tertiaire dans l'activité économique, répartition territoriale de la construction neuve...

L'urbanisme, par sa capacité à planifier la réponse aux besoins des habitants et entreprises, est un des leviers majeurs d'optimisation et d'efficacité énergétique à l'échelle locale. Pourtant, la place des infrastructures énergétiques y est encore peu prise en compte et souvent trop tardivement, car leur évolution ne dépend pas des collectivités. Or, la mise en œuvre des objectifs de transition fixés localement se traduiront nécessairement par des besoins d'adaptation en augmentation de ces infrastructures énergétiques.

Cette programmation existe déjà à l'échelle régionale pour l'intégration des énergies renouvelables. L'objectif est d'adapter plus finement les capacités de raccordement des productions pour valoriser au mieux les énergies renouvelables locales. Cela prend la forme d'un Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Énergies Renouvelables élaboré par RTE en collaboration avec les distributeurs, les fédérations de producteurs, le Conseil Régional et l'Etat.

Ainsi, pour mettre en œuvre les objectifs de transition énergétique, il faut pouvoir rapprocher la planification territoriale de celle des investissements à 10 ans fixée par les grands opérateurs énergétiques. Cela plaide pour un rapprochement de « deux mondes », celui de l'urbanisme et celui de l'énergie, pour lequel les agences d'urbanisme ont un rôle à jouer.

UNE GOUVERNANCE OPÉRATIONNELLE DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE À FAIRE ÉMERGER

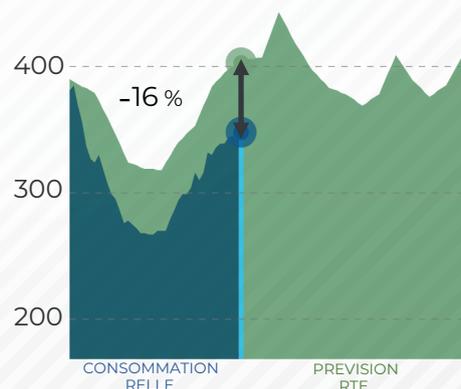
Si l'équilibre en temps réel des productions et des consommations et la sécurité d'approvisionnement devront être coûte que coûte assurés, la transition énergétique appelle à bâtir de nouveaux équilibres territoriaux à des échelles inédites. Au regard des ambitions affichées en matière de transition énergétique, la logique d'optimisation des usages d'un côté, et celle de l'intégration des énergies renouvelables intermittentes de l'autre, conduiront à augmenter fortement les besoins d'adaptation du système énergétique à l'horizon 2030.

Dès lors, les plans d'actions travaillés à une échelle locale par chaque intercommunalité ne peuvent suffire seuls à traiter l'ensemble des enjeux énergétiques. L'activation de coopérations territoriales renforcées est un élément essentiel pour peser sur la transition énergétique, en particulier à l'échelle des SCoTs.

Il s'agit de mettre en place des partenariats renouvelés et faire émerger une gouvernance réellement opérationnelle de la transition énergétique à l'échelle des « bassins de vie ». Elle doit être capable, avec l'appui des grands opérateurs énergétiques, d'engager les plans de transformation structurants nécessaires à l'atteinte des objectifs fixés de transition énergétique par chacun des territoires.

Impact du confinement COVID-19 sur les consommations électriques de Nantes Métropole

Extrait de l'application Eco2 Mix du **jeudi 16 avril 2020**. Ecart entre les prévisions de consommation faites par RTE et les consommations réellement constatées



Source : RTE

L'épisode de confinement COVID-19 a entraîné sur le territoire de la métropole un recul de la consommation d'électricité principalement causé par le ralentissement de l'industrie et des transports (TGV, tramway) et de la fermeture des commerces non essentiels. Les consommations électriques liées au secteur tertiaire (services, bureaux...) ont également baissé mais dans une moindre mesure du fait de la généralisation du télétravail. Une hausse des consommations électriques des ménages de +4 % a pu être observée (Source : note de conjoncture Insee/RTE) principalement tirée par une augmentation des usages numériques et domestiques. Ce recul de la consommation est net et visible mais il n'est pas vertigineux. **Cela confirme l'omniprésence de l'électricité dans tous les secteurs et sous de nombreux usages.**

CONCLUSION

L'analyse prospective de l'évolution des besoins énergétiques à l'échelle locale est une approche indispensable pour objectiver les débats sur les choix énergétiques et les leviers d'actions pour peser sur la transition énergétique. Planifier pour mieux anticiper constitue une mission partagée entre l'Auran et RTE qui les conduit à explorer conjointement les opportunités offertes par un croisement plus resserré entre planification énergétique et planification territoriale.

Les premiers travaux prospectifs réalisés à l'échelle locale sont déjà riches en enseignements pour les territoires de Loire-Atlantique. Ils montrent en particulier que :

- ❶ **L'électricité est une énergie non stockable en grande quantité qui nécessite une interconnexion forte des réseaux entre production et consommation, à chaque instant et en tout point du territoire.** En tout état de cause, la façon dont nous produisons ou consommons l'énergie ne changera pas du jour au lendemain. Il faut donc pouvoir fixer les étapes nécessaires à l'atteinte des objectifs fixés, les confronter, les partager et les évaluer régulièrement.
- ❷ **L'articulation des politiques locales avec les politiques nationales est indispensable pour peser fortement sur les déterminants majeurs de la transition énergétique.** Réglementation, incitations fiscales, taxes... La réussite des objectifs locaux de transition énergétique dépend en grande partie des décisions prises au niveau national. Il faut donc pouvoir mesurer plus précisément les marges de manœuvre des territoires, en prenant en compte les volontés et les opportunités locales, dans une logique d'accélération et de massification.
- ❸ **Les impacts à moyen terme de la modification des usages énergétiques, qu'ils soient liés aux pratiques numériques, à l'électromobilité, à l'efficacité des équipements ou à la sobriété des comportements, doivent être étudiés à très brève échéance du point de vue de leurs impacts sur les trajectoires de transition énergétique.** Cela appelle à mobiliser des moyens de recherche et d'études pour anticiper les dynamiques à venir et être en mesure d'en identifier les enjeux à l'échelle locale en terme d'approvisionnement énergétique.
- ❹ **Le rythme de développement des énergies renouvelables est appelé à s'accélérer fortement par rapport aux tendances constatées ces dernières années.** En Loire-Atlantique, l'énergie éolienne sera notamment fortement contributrice pour l'atteinte des objectifs fixés. Pour autant, l'équilibre entre production et consommation conduira à rechercher de nouveaux équilibres territoriaux.
- ❺ **La planification territoriale et la planification énergétique doivent pouvoir rechercher des objectifs partagés à l'échelle locale.** Cela fait appel à une gouvernance opérationnelle capable d'orienter les plans d'investissements nécessaires à 10 ans tenant compte du système global, en les déclinant selon les spécificités locales, par rapport aux objectifs recherchés de transition énergétique.

RTE et l'Auran, un partenariat engagé au service de la transition énergétique

« L'Auran, grâce à sa très bonne connaissance des dynamiques locales, nous aide à éclairer les enjeux et les spécificités de la transition énergétique pour les territoires de la Loire-Atlantique »

Carole PITOU

Déléguée Région Ouest RTE

« Les apports techniques de RTE contribuent à élargir le champ de connaissances de l'Agence et offre une clé de lecture déterminante pour l'atteinte, à l'échelle locale, des objectifs de transition énergétique »

Patrick RIMBERT

Président de l'Auran

Dossier piloté par Guilhem Andrieu (Chef de projet) avec l'appui de l'équipe de l'Auran