

Intégration de la mobilité électrique dans le réseau de distribution

Cette ressource est issue d'une publication du numéro 100 de La Revue 3EI d'avril 2020. Sylvie Courty est Directrice Études & Développement, Programme Mobilité Électrique, Enedis.

Cette ressource expose les différentes questions que la mobilité électrique pose dans son intégration au réseau de distribution majoritairement géré par Enedis actuellement.

1 – Contexte, Enedis

Enedis est l'opérateur de distribution de l'électricité sur 95 % du territoire métropolitain français. La responsabilité d'ENEDIS va du poste source (point frontière avec RTE) jusqu'au compteur du client particulier en basse tension.

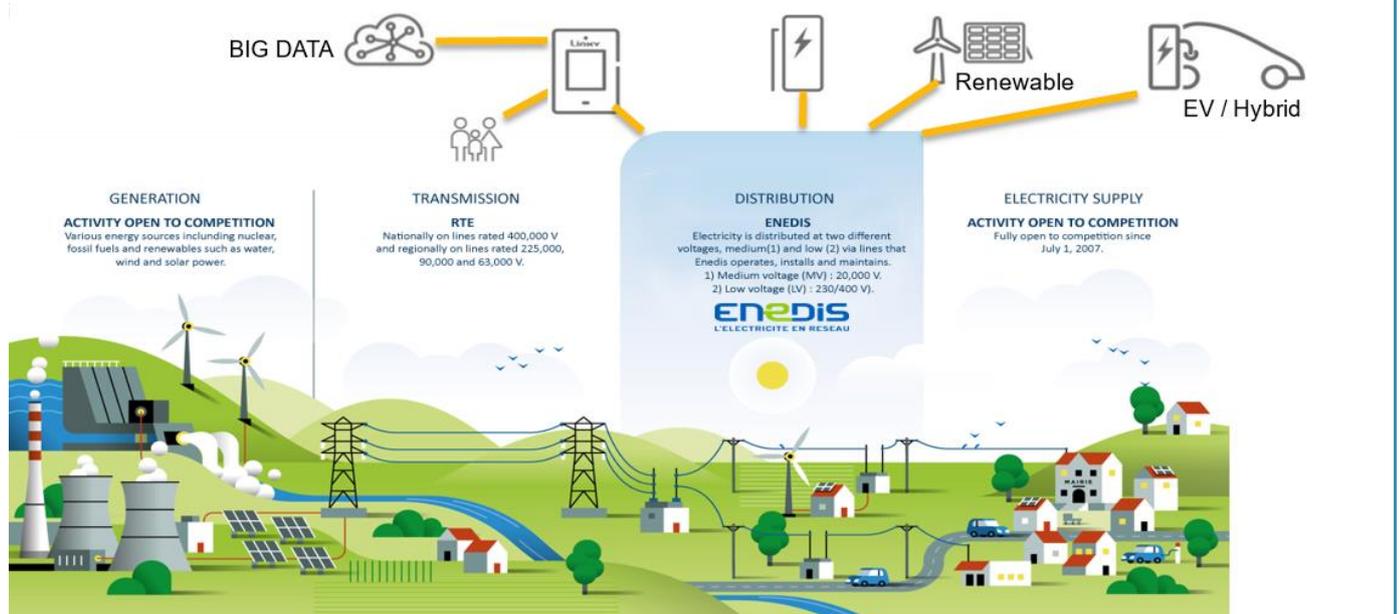


Figure 1 : Enedis, opérateur de distribution de l'électricité, source Enedis

Nos missions principales sont :

- Raccorder les clients ;
- Développer et moderniser le réseau ;
- Assurer le comptage de l'énergie pour les fournisseurs d'électricité ;
- Accompagner les territoires dans leur projet ;
- Exploiter et gérer les incidents 24h/24 et 7J/7 ;
- Piloter le réseau à partir de 30 agences de conduite régionales réparties sur toute la France.

La mobilité électrique constitue un nouvel usage de l'électricité.

Les installations qui sont nécessaires pour recharger les véhicules, les points de charge, sont directement ou indirectement raccordées au réseau de distribution d'électricité. Dans les deux cas, l'électricité consommée est acheminée par le réseau de distribution d'électricité.

Le déploiement à grande échelle du véhicule électrique signifie pour Enedis de :

- Concevoir les solutions avec les clients, partenaires ou territoires, et si besoin, de tester des solutions avant leur généralisation ;
- Réaliser les connexions nouvelles sur le réseau de distribution, le cas échéant de renforcer le réseau pour accueillir ces connexions ;
- Anticiper les besoins en investissement en prenant en compte les autres usages ;
- Mener des travaux de R&D pour prendre en compte les évolutions de comportement, les technologies en développement et pour contribuer à l'élaboration des normes internationales ;
- Poursuivre l'électrification de sa propre flotte d'entreprise, développer son parc de points de charge et le pilotage associé.

2 – La mobilité électrique est réalisable

2.1 - Les points de charge lorsqu'ils s'insèrent dans une installation existante

Si la mobilité électrique s'approvisionne directement ou indirectement sur le réseau, les installations de charge n'ont pas systématiquement un impact sur ce dernier. En effet, dans beaucoup de situations décrites ci-après, la recharge d'un véhicule électrique ne fait que s'ajouter aux consommations d'un site déjà existant et ne modifie pas son dispositif d'acheminement de l'électricité.

À l'échelle d'une maison, l'arrivée d'un véhicule électrique n'a qu'un impact très limité sur le réseau d'électricité. Comme le montre une étude réalisée par Enedis sur un panel de 13 000 utilisateurs de véhicules électrique, l'utilisateur organise sa consommation totale de la maison de façon à ne pas être obligé d'augmenter la puissance souscrite de son abonnement auprès des fournisseurs d'électricité.

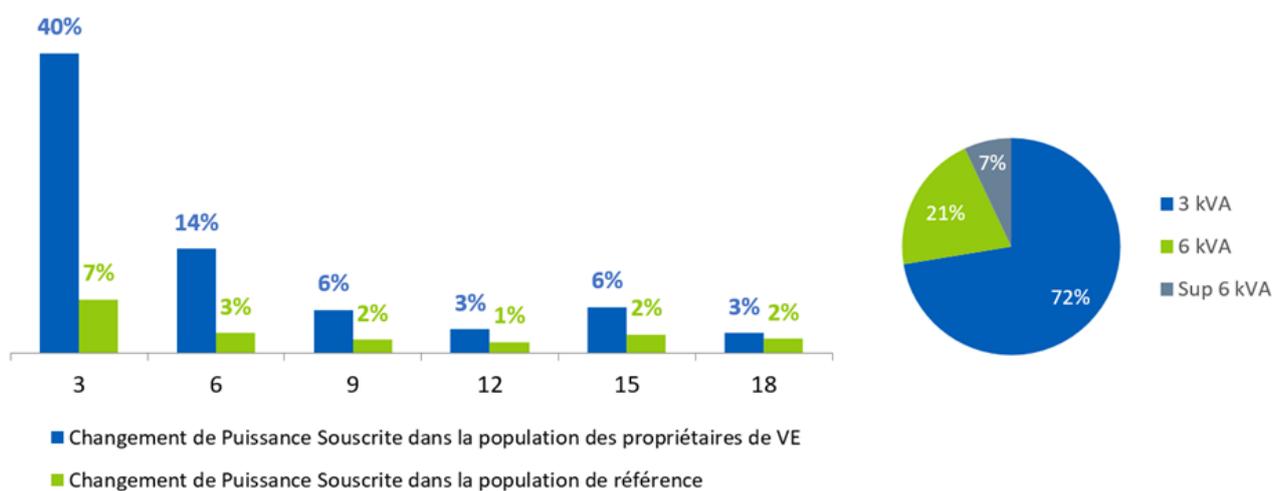


Figure 2 : Taux d'augmentation de puissance souscrite (kVA) (à gauche) et sur le niveau d'augmentation (à droite), suite à l'achat d'un véhicule électrique, source Enedis

Les bornes sur voies publiques sont complémentaires à la recharge à domicile, pour un complément de charge. C'est aussi une solution pour les usagers sans parking privé. La recharge sur les réseaux d'éclairage public est une solution de bornes de recharge sur voie publique, rendue possible par l'économie d'énergie réalisée par la mise en place d'ampoules LED basse consommation. Pour le réseau de distribution, ce nouvel usage ainsi que l'installation de recharge raccordée au lampadaire ne nécessitent pas de travaux, à l'exception de la pose d'un compteur dans la borne de recharge et de son exploitation dans la durée.

De plus en plus de centres commerciaux installent des bornes de recharge sans pour autant modifier leur alimentation électrique ; ils organisent la charge pour en limiter l'impact.

Il en est de même pour les entreprises qui équiper leur parking de bornes de recharge. Les gestionnaires des sites utilisent des outils de pilotage afin d'éviter d'augmenter l'abonnement ou des travaux de renforcement des câbles et transformateurs électriques.

2.2 - Les points de charge qui nécessitent la création d'une nouvelle connexion au réseau public de distribution

L'installation de certaines bornes de recharge nécessite :

- Soit un nouveau branchement au réseau public de distribution, avec ou sans extension de réseau, c'est généralement le cas des bornes de recharge ou grappes de bornes déployées dans les villes, sur la voie publique ou le long des autoroutes. C'est aussi le cas de certaines installations dans les parkings d'immeubles d'habitation. En France, le coût des travaux est pris en charge à 40%¹ par Enedis. Le demandeur prend donc à sa charge 60% de la facture globale (on dit que le taux de « réfaction » est de 40%). Les 40% pris en charge par Enedis sont financés par le TURPE (Tarif d'Utilisation des Réseaux Publics d'Electricité) ;
- Soit un nouveau branchement avec ou sans extension, et qui nécessite de renforcer le réseau (voir paragraphe suivant).

2.3 - Les points de charge pour les longues distances

Outre la mobilité quotidienne, Enedis étudie aussi la mobilité longue distance. En dépit des déboires du réseau Corri-Door², les installations de points de charge sur autoroutes et au voisinage des autoroutes vont se multiplier.

Pour se projeter à plus long terme, Enedis a réalisé en 2018 une étude sur les 407 stations-services sur autoroute afin d'évaluer les éventuels besoins d'adaptation et d'investissements à terme dans de nouveaux postes sources.

Le scénario étudié par Enedis est le suivant : l'installation sur chacune de ces stations-service sur autoroute de « stations de recharge » de 5 MW chacune correspondant par exemple à 100 points de charge de 50 kW (ou à plus de 30 points de charge à 150 kW ou de 15 points de charge à 350 kW). Ce type de puissance engendre nécessairement la création d'un branchement dédié depuis le poste source le plus proche.

Les résultats de l'étude montrent que l'installation d'une telle infrastructure de recharge :

- Dans 80 % des cas, ne nécessite que des travaux de création de lignes ;
- Dans 20 % des cas, nécessite des travaux de renforcement du poste source (ajout ou modification du transformateur associé par exemple) ;
- Pour 4 cas seulement sur 407, nécessite la création de deux postes sources.

Si les futures « stations de recharge » sur autoroute devaient plutôt se stabiliser autour d'une puissance de 2 MW, aucun poste source supplémentaire ne devrait être créé.

¹ La Loi d'Orientation des Mobilités prévoit que le taux de réfaction évoqué plus haut sera rehaussé à 75% dans certaines conditions.

² Lancé en 2014 réseau autoroutier de bornes de recharge d'Izivia filiale d'EDF ; fin février 2020 90% des bornes étaient retirées.

Ces résultats ont été confortés par des travaux complémentaires de modélisation des flux de fréquentations générés par les chassés croisés estivaux sur le réseau autoroutier ; il en résulte à la fois une confirmation de la pertinence du palier de puissance à 5 MW précédemment utilisé et des disparités importantes à prendre en compte d'une aire à l'autre.

3 – L'impact de la mobilité électrique sur le réseau est modéré

3.1 - Le développement de l'infrastructure de recharge est intégré au réseau électrique à l'échelle locale

À ce jour, la totalité des infrastructures de recharges est connectée au réseau de distribution en moyenne tension (HTA) ou basse tension (BT) comme l'illustre le schéma Figure 3. Sont aussi connectés au réseau de distribution plus de 400 000 installations de production solaire et éolienne.

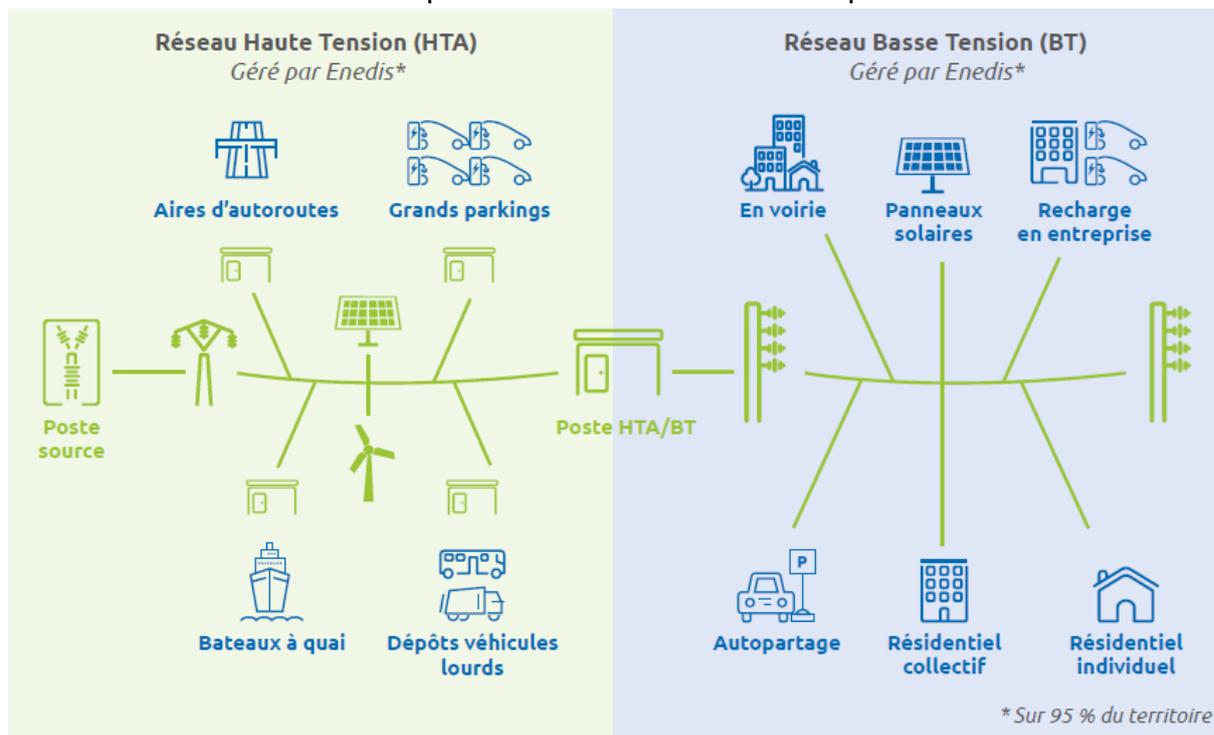


Figure 3 : Rayon d'action d'un poste HTA/BT

Le rayon d'action d'un poste HTA/BT dépend de la puissance et des caractéristiques des charges à alimenter. Globalement, il est de l'ordre de 500 m en zone rurale ou semi-rurale et plutôt de l'ordre de 250 m en zone urbaine dense. La puissance raccordée à un tel poste va de 60 à 1 000 kVA.

Le périmètre couvert par les postes sources va de quelques kilomètres en zone urbaine dense à quelques dizaines de kilomètres en zone rurale. Ils alimentent, via les postes HTA/BT ou en direct, quelques milliers à quelques dizaines de milliers de consommateurs par poste, et réceptionnent la production éolienne et celle des grands parcs photovoltaïques au sol.

Anticiper le renforcement du réseau de distribution

Même si un raccordement pris isolément ne conduit pas nécessairement à un renforcement du réseau, l'augmentation des raccordements au réseau doit être anticipée pour définir les besoins de renforcement, afin de garantir la qualité du service aux utilisateurs : continuité de l'acheminement, résilience du réseau aux défauts, gestion des pics de consommation et de production, prise en compte des amplitudes météorologiques.

C'est pourquoi, des études technico-économiques réalisées régulièrement aux niveaux des 740 000 postes HTA/BT et des 2 200 postes sources permettent de recenser les besoins et de définir, le cas échéant, la manière dont la hausse des sollicitations sera prise en compte, soit par des solutions relevant de l'exploitation des réseaux, soit par des investissements de renforcement.

Sont notamment pris en compte dans les analyses des besoins de renforcement :

- En premier lieu le raccordement des nouveaux utilisateurs (aujourd'hui environ 300 000/an), la mobilité électrique faisant partie des nouveaux usages ;
- Des déplacements d'ouvrages à la demande de tiers (réseaux sur des tracés de nouvelles voies routières par exemple) ;
- Des adaptations de réseau pour répondre aux développements économiques de certaines zones, des remplacements de réseaux fragilisés présentant un nombre d'incidents supérieur à la moyenne ;
- Des enfouissements de réseaux dans certaines zones soumises à des aléas climatiques importants (exemple de zones littorales ou boisées) ;
- Des scénarios dans lesquels le réseau est fortement sollicité : pic de production au moment où la consommation est faible et réciproquement, combinés à des phénomènes météorologiques extrêmes.

Piloter l'exploitation du réseau

Enedis a développé des outils de pilotage et d'optimisation du réseau, centralisés dans des sites sécurisés (~30 en France), **grâce notamment aux nouveaux moyens de digitalisation et télécommunication**. Ainsi, Enedis est capable par exemple de réalimenter plus de 2/3 des clients à distance en quelques minutes grâce à des algorithmes décisionnels de conduite du réseau.

En outre pour éviter des investissements ou les décaler dans le temps, **Enedis a développé des outils d'optimisation des schémas électriques d'exploitation, rendant dynamique la conduite des réseaux de distribution en reportant des consommations d'un poste sur l'autre, d'un câble sur l'autre**. Ceci est rendu possible par les nombreux capteurs implantés sur le réseau. Ils mesurent notamment la tension en tout point du réseau, permettant ainsi à Enedis de garantir la sécurité des biens et des personnes ainsi que la qualité de fourniture de l'électricité aux consommateurs.

Maîtriser les pics locaux de consommation ou de production

Enedis a modifié en profondeur sa manière d'exploiter le réseau **afin d'intégrer la production des énergies renouvelables, les installations de stockage et les dispositifs d'autoconsommation**. Ainsi, les règles de conception ont évolué : si les sections de câbles étaient auparavant décroissantes de l'amont vers l'aval, ce n'est aujourd'hui plus le cas. De même, le régime des protections du réseau était unidirectionnel, ne voyant le flux d'électrons que dans un seul sens. Il est désormais bidirectionnel. Enedis gère à présent des hausses de tension en plus des chutes de tension le long du réseau.

Ainsi, les règles de conception ont évolué : si les sections de câbles étaient auparavant décroissantes de l'amont vers l'aval, ce n'est aujourd'hui plus le cas. De même, le régime des protections du réseau était unidirectionnel, ne voyant le flux d'électrons que dans un seul sens. Il est désormais bidirectionnel. Enedis gère à présent des hausses de tension en plus des chutes de tension le long du réseau.

Le pilotage du réseau permet également de maîtriser des pics de sollicitation conséquents. Les figures 4 et 5 montrent l'ampleur de ces pics de sollicitation liés à la production renouvelable au niveau des postes sources.

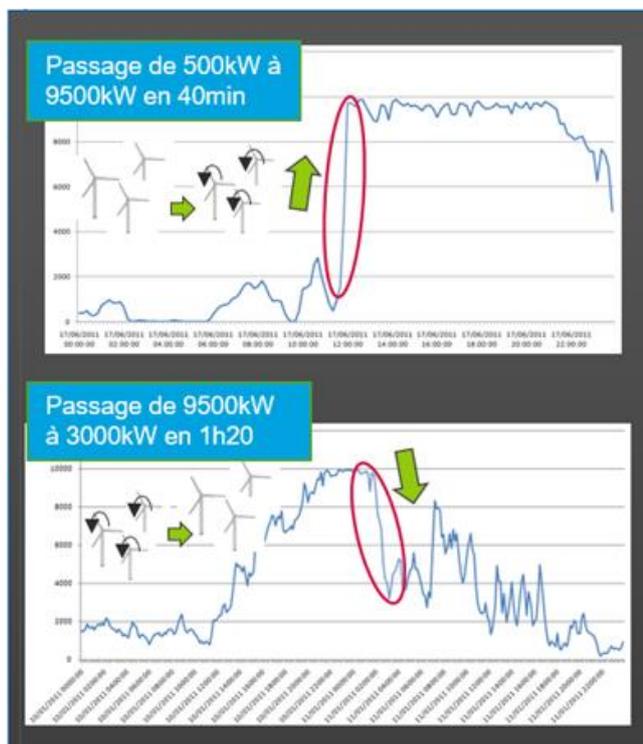


Figure 4 : Courbes de production d'un site éolien de 10 MW (pas de 10 min)

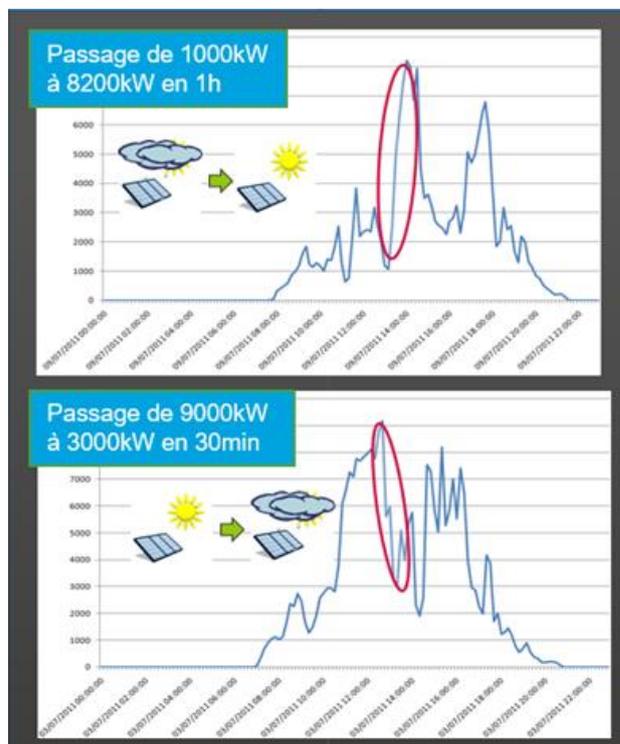


Figure 5 : Courbes de production d'un site photovoltaïque de 10 MW (pas de 10 min)

Les mêmes types de moyens seront mis en œuvre pour gérer les pics de sollicitation du réseau causés par des afflux locaux et ponctuels de nombreux véhicules électriques.

Ces évolutions ajoutées à la robustesse du réseau, à l'anticipation des besoins en renforcement du réseau dus à la croissance globale des usages électriques et à l'intelligence croissante embarquée dans la gestion du système de distribution ont donc créé des conditions favorables à l'intégration de la mobilité électrique.

De surcroît, la capacité de programmer la recharge des véhicules permettra aux acteurs du « marché » d'inciter les consommateurs à recharger leurs véhicules lors des pics de production locale, ce qui aura pour conséquence d'atténuer les pics locaux de sollicitation, et le refoulement de la production locale sur le réseau de transport (RTE).

3.2 - L'impact financier de l'intégration de la mobilité électrique

L'évaluation des besoins d'investissement sur le réseau de distribution repose sur des scénarios d'évolution des consommations et des productions à l'échelle locale, et de leur traduction en sollicitation effective sur le réseau de distribution.

Le développement de la mobilité électrique a été intégré dans ces prévisions en 2018 en se plaçant à un horizon 2035. Cette première estimation est indicative et elle devra être régulièrement actualisée en fonction de multiples paramètres : développement effectif de la mobilité électrique, installation de nouveaux points de charge et de leur puissance, habitudes des consommateurs... C'est pourquoi des études complémentaires seront réalisées en 2020.

L'impact prévisionnel en investissements de l'intégration de la mobilité électrique montre que :

- Les montants estimés croissent au rythme du marché, et restent inférieurs sur les 15 prochaines années à 10% du total des investissements d'ENEDIS. Les opérations de raccordement des bornes au réseau de distribution représentent les $\frac{3}{4}$ du montant, tandis que le $\frac{1}{4}$ du montant restant est lié à des renforcements (câbles et/ou transformateurs) ;

- Les montants estimés sont inférieurs aux montants liés à la croissance des énergies renouvelables estimés dans la même période.

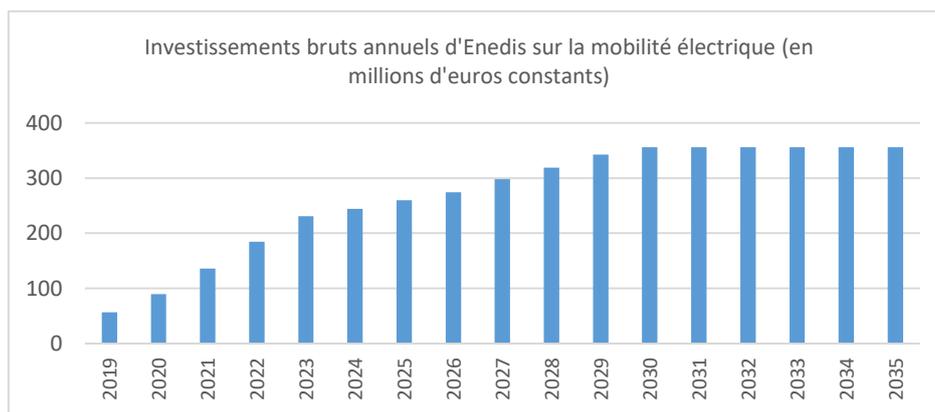


Figure 6 : Estimation des investissements d'Enedis nécessaires à l'intégration de 9 millions de véhicules électriques sur les réseaux d'ici à 2035, source Enedis

4 – Conclusion

Pour Enedis, l'objectif est de satisfaire le client et de minimiser le coût pour la collectivité, il est donc important que l'entreprise et le client travaillent de concert en amont des projets de déploiement de bornes de recharge afin d'optimiser collectivement les investissements.

Intégrer la mobilité électrique à l'échelle des habitations comme pour les commerces ou les entreprises n'a impact que très limité, une simple gestion des consommations permet l'intégration. Les installations groupées dans les centres villes, le long des autoroutes ou les zones de parkings communs nécessite une nouvelle connexion, parfois des renforcements de réseau ou des créations de lignes. Un raccordement isolé n'entraîne pas nécessairement un renforcement du réseau, cependant l'augmentation des raccordements se doit d'être anticipée pour maintenir le réseau en fonctionnement non critique pour les utilisateurs. L'exploitation du réseau est optimisée et pilotée pour une réactivité dynamique du réseau. La maîtrise des pics locaux de consommation ou de production (énergies renouvelables) est rendu possible par des réseaux de câbles bidirectionnels et non plus à section décroissante de la production à la consommation. Enfin l'impact financier est intégré dans des horizons à 15 ans régulièrement actualisé. L'intégration de la mobilité électrique correspond à environ 10% des investissements d'Enedis.

La mobilité électrique s'intègre dans le réseau électrique de distribution, dans les prévisions d'investissement comme dans son exploitation.

Référence :

[1]: <https://lenergeek.com/2020/03/10/bornes-electriques-reseau-corri-door/>