



Ces fiches pratiques fournissent un condensé des bonnes pratiques qui améliorent l'adéquation du projet au territoire et favorisent le soutien local aux futures éoliennes. Les collectivités et acteurs locaux peuvent en être des appuis ou des prescripteurs dans les projets développés sur leur territoire.

RACCORDEMENT AU RÉSEAU ÉLECTRIQUE



Le raccordement d'un projet éolien au réseau électrique est une étape déterminante pour la faisabilité du projet. Impactant significativement les coûts d'investissement, le raccordement est également sur le chemin critique du planning de réalisation du chantier.

Certaines contraintes peuvent s'anticiper très en amont dans le développement du projet et se préciser au cours du développement, une fois le projet plus abouti. L'anticipation et l'optimisation du raccordement se travaillent étroitement entre le porteur du projet et le gestionnaire du réseau.

REPÈRES CHRONOLOGIQUES : LE RACCORDEMENT AU RÉSEAU ÉLECTRIQUE DANS LE DÉROULEMENT D'UN PROJET ÉOLIEN



ÉMERGENCE ET FAISABILITÉ

- > Genèse de l'idée
- > Mobilisation du territoire
- > **Études de pré-faisabilité**
- > Sécurisation du foncier



DÉVELOPPEMENT

- > Études faune et flore
- > Études d'impact
- > Autorisations de construire et d'exploiter
- > Enquête publique
- > **Choix techniques, constructifs et financiers**
- > Signature des baux



CONSTRUCTION

- > **Construction effective de l'ouvrage**



EXPLOITATION

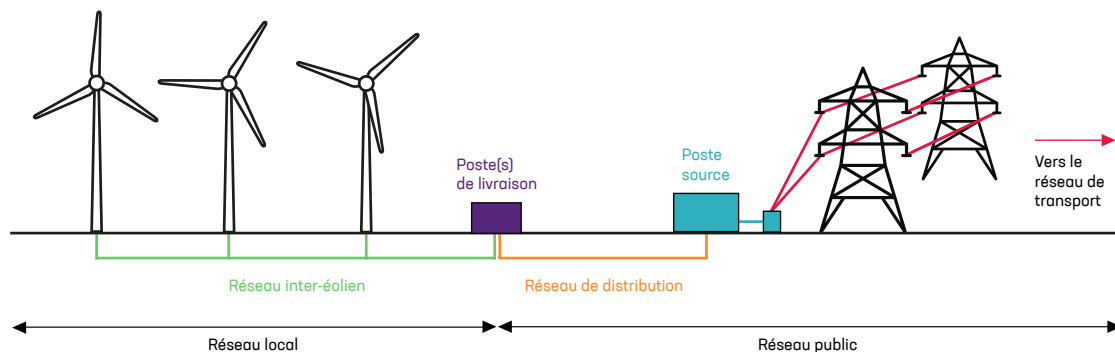
- > Mise en service
- > Exploitation et maintenance sur le long terme
- > Mesures de compensation et retombées locales



Du réseau local au réseau public

Le raccordement a des implications à la fois sur le domaine privé et sur le domaine public. Le réseau interne au parc éolien, dit réseau local ou réseau privé, est sous la responsabilité du producteur. Le réseau public de distribution, dit réseau public, est le réseau externe au parc éolien, géré par le gestionnaire du réseau de distribution d'électricité local. Ces deux réseaux sont assignés à la même tension (20 000 Volts = 20 kV) et la même fréquence (50 hertz = 50 Hz).

Le raccordement d'un parc éolien s'effectue sur un réseau électrique dit "HTA" pour Haute Tension de niveau A (au sens de l'article 4 de l'arrêté du 23 Avril 2008) avec une tension assignée de 20 kV et une fréquence de 50 Hz. Ce réseau relie le poste de livraison du producteur au poste source du gestionnaire.



POSTE SOURCE ET CAPACITÉ D'ACCUEIL

Le poste source est le point de passage du réseau local de distribution, géré par Enedis ou une ELD, au réseau de transport de l'électricité géré par RTE. Un poste source est constitué de plusieurs transformateurs éleveurs de tension. Ces transformateurs élèvent la tension de 20 000 volts à 63 000 volts, voire plus, afin que la production puisse transiter sur le réseau de transport de l'électricité.

Ces transformateurs ont une tension assignée, mais aussi une puissance maximale au même titre qu'un chargeur de téléphone portable. La puissance encore disponible sur les transformateurs du poste source pour y raccorder de nouvelles installations de production d'électricité est ce qu'on appelle la capacité d'accueil, ou potentiel de raccordement, du poste source ; elle est exprimée en MW.

Le site web www.capareseau.fr permet de connaître la capacité d'accueil individuelle de tous les postes source.

POSTE DE LIVRAISON ET POINT DE LIVRAISON

L'énergie électrique produite par les éoliennes est transportée par câble souterrain à une tension de 20 000 volts, jusqu'au poste de livraison (ou plusieurs, selon la taille du parc éolien), qui regroupe la production des éoliennes et l'injecte dans le réseau électrique public.

Le point de livraison constitue la frontière administrative et réglementaire entre le réseau local et le réseau public. Il fait partie du poste de livraison, qui comporte divers équipements, dont des organes de coupure qui relèvent du domaine privé.

LES DIFFÉRENTS CONTRATS DE RACCORDEMENT

Proposition Technique et Financière (PTF)

La PTF permet au producteur de valider la faisabilité technique du raccordement de son projet et avoir une idée des coûts et délais approximatifs pour la mise sous tension.

La plage de puissance raccordable en injection sur ce type de réseau est comprise entre 250 kW et 12 MW (et jusqu'à 17 MW par dérogation auprès du gestionnaire du réseau local).



Une variété d'acteurs aux rôles spécifiques

Gestionnaires du réseau électrique

RTE (Réseau de Transport d'Électricité) gère le réseau public de transport d'électricité qui permet d'évacuer la production sur de longues distances, à une tension comprise entre 63 000 et 400 000 volts.

Enedis (ex. ERDF) est le gestionnaire historique depuis la loi de nationalisation de 1946 et gère 95 % du réseau national public de distribution d'électricité. Près de 160 Entreprises Locales de Distribution (ELD) couvrent les 5 % restants.

Dans le cas des parcs éoliens jusqu'à 17 MW (soit environ 5 éoliennes), le gestionnaire du réseau public de distribution d'électricité est l'interlocuteur pour tout le processus de raccordement en domaine public. Le producteur traitera donc avec Enedis ou l'ELD locale, selon l'implantation du projet éolien.

Les conditions d'études, d'accès au réseau et les contrats sont quasi identiques quel que soit le gestionnaire. Seul le barème tarifaire peut diverger d'un gestionnaire à l'autre.

Une fois les autorisations d'urbanisme (permis de construire) obtenues, le producteur sollicite une demande de raccordement auprès du gestionnaire. Celui-ci instruit le dossier pour délivrer les différents contrats de raccordement.

Une fois la convention de raccordement signée, le gestionnaire gère l'intégralité du chantier entre son poste source (PS) et le point de livraison (PDL) du producteur, aux frais du producteur.

Acteurs techniques et opérationnels

Un bureau d'études en génie électrique peut apporter une assistance en maîtrise d'ouvrage pour la conception et le dimensionnement des infrastructures électriques du réseau local du producteur (réseau inter-éolien 20 kV, poste de livraison). Le bureau d'études peut aussi gérer l'interface avec le gestionnaire local de distribution sur l'intégralité du processus de raccordement.

L'entreprise en génie électrique est le maître d'œuvre en phase de chantier sur le domaine privé du producteur. Elle fournit le matériel et gère le chantier sur le domaine privé pour le compte du client. Le porteur du projet éolien peut décider de passer ses marchés de construction pour les infrastructures du parc clé en main ou bien en allotissant les différentes prestations, ce qui lui permet une meilleure maîtrise des coûts et délais du chantier ainsi que de favoriser le recours à des prestataires locaux.



Des impacts significatifs sur les coûts et les délais

Le coût du raccordement représente 5 à 10 % des dépenses d'investissement (CAPEX) d'un projet éolien. Ce coût, défini par le gestionnaire de réseau, varie d'un projet à l'autre selon :

- la distance entre le point de livraison du producteur et le poste source du gestionnaire. Le coût est calculé au mètre linéaire (€/ml) et peut tripler en fonction du conducteur que le gestionnaire du réseau choisit d'utiliser (aluminium ou cuivre pour limiter les pertes en ligne).

LES DIFFÉRENTS CONTRATS DE RACCORDEMENT (SUITE)

Convention de Raccordement (CR)

La CR valide et affine les coûts et délais proposés au stade de la PTF car côté gestionnaire, les études ont été exhaustives sur les capacités techniques et les consultations pour la phase chantier du réseau public HTA ont été passées.

Contrat d'Accès au Réseau de Distribution (CARD)

Le CARD précise les interlocuteurs de chaque partie (gestionnaire et producteur) sur la facturation, l'exploitant désigné de l'installation de production, la communication des données de comptage et les conditions d'injection sur le réseau électrique.

Convention d'Exploitation (CE) La CE précise les règles permettant l'exploitation de l'installation en cohérence avec les règles d'exploitation du réseau électrique

EXEMPLE DE COÛTS DANS UNE OFFRE DE RACCORDEMENT

- ligne HTA dédiée PDL → PS (Compter 100 €/ml, à raisons de 90 €/ml de câble 240 mm² aluminium et 10 €/ml d'enfouissement)
- installation dans le poste source d'une cellule départ dédiée au producteur (+65 k€)
- dispositif de filtrage tarifaire 175 Hz * au PDL (+100 k€)

* Le signal tarifaire émis depuis le poste source du gestionnaire par la TCFM (Télécommande Centralisée à Fréquence Musicale) sur la fréquence 175 Hz est envoyé sur le réseau pour piloter notamment les changements de tarifs heures pleines/heures creuses des abonnés. Ce signal peut être absorbé par certaines technologies telles que l'éolien dans sa majorité technologique (moteurs asynchrones). Pour empêcher l'absorption de ce signal, un dispositif de filtration est intégré au point de livraison pour le renvoyer sur le réseau sans perturbation liée au parc éolien.

- les contraintes identifiées le long du réseau HTA à créer nécessitant un forage dirigé (franchissement de cours d'eau, autoroutes, voies ferrées, ...)
- la puissance à raccorder vis-à-vis des contraintes sur le réseau côté gestionnaire (capacité d'accueil, renforcement et/ou adaptation)
- la région sur laquelle le projet se raccorde (quote part régionale en vigueur d'après le schéma de raccordement régional)

Le rétroplanning du chantier de l'installation à raccorder est établi à partir de la date de mise sous tension du poste de livraison, communiquée par le gestionnaire de réseau au cours du processus de raccordement.

Le délai pour parvenir à la mise sous tension dépend de la teneur des ouvrages à réaliser, en particulier de la longueur du réseau HTA à créer et d'éventuels renforcements au poste source (ex : ajout d'un transformateur).

Il faut compter en moyenne 18 mois à partir de la signature de l'Offre de raccordement, également appelée Proposition Technique et Financière (PTF). C'est à ce moment que démarre le chantier de réalisation de la ligne HTA. L'incertitude sur les délais dépend du temps nécessaire :

- entre la signature des différents contrats de raccordement. Le producteur dispose de 3 mois pour prendre connaissance de chaque contrat, le signer et en verser l'acompte. Il a intérêt à réduire ce délai au maximum.
- au gestionnaire pour étudier le raccordement et contractualiser ses marchés pour la phase de réalisation (9 mois en moyenne sur la HTA)
- au gestionnaire pour la réalisation du raccordement en domaine public (9 mois en moyenne)

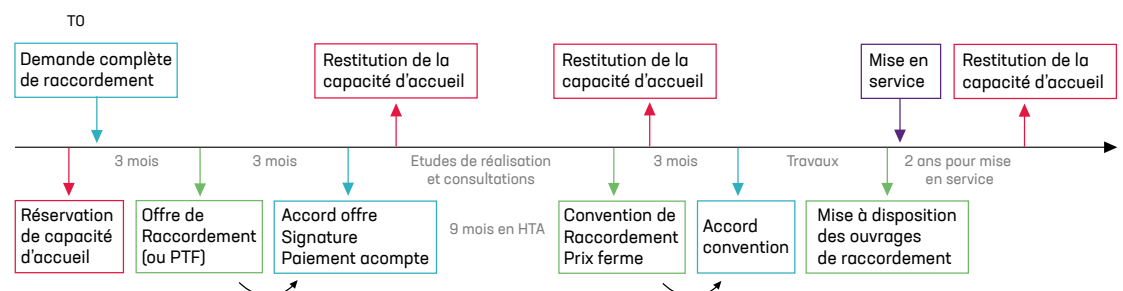
La relation avec le gestionnaire : un levier à ne pas négliger

Les acteurs locaux peuvent instaurer avec le gestionnaire, via ses représentants sur le territoire, une relation de proximité qui dépasse la seule production et injection sur le réseau.

Là où un opérateur privé pourra jouer sur un volume d'affaires important pour mutualiser les opérations de raccordement et maintenir un lien de proximité avec le gestionnaire de réseau, **les collectivités ont un rôle clé en tant qu'autorité concédante sur leur réseau public de distribution d'électricité. Elles peuvent à ce titre participer à l'optimisation du tracé pour le passage des câbles HTA.**

De plus, les opérations d'enfouissement du réseau HTA constituent une opportunité pour faire enterrer les tronçons de réseaux aériens (électricité, téléphonie, fibre, ...) situés sur le même tracé.

Procédure de traitement des demandes de raccordement :



POUR RÉALISER UNE PRAC

Le mode d'emploi de la demande de Proposition de Raccordement Avant Complétude (PRAC) se trouve sur la notice identifiée [Enedis-FOR-RES_08E](#). Un modèle de PRAC est disponible sur le site d'Enedis ([Enedis-FOR-RES_46E](#)). Le coût de cette étude est donné sur le barème d'Enedis ([Enedis-PRO-RAC_03E](#)). En 2020, il est de 4 093 € HT pour une demande de raccordement sur le réseau HTA.

POUR ALLER PLUS LOIN

- <https://www.enedis.fr/faq/raccordement-electrique>
- [Enedis-PRO-RES_67E](#) - Procédure de traitement des demandes de raccordement d'une Installation de Production en BT de puissance supérieure à 36 kVA et en HTA
- [Enedis-PRO-RES_65E](#) - Conditions de raccordement des installations de production relevant d'un Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Énergies Renouvelables (S3REnR) ou d'un volet géographique

Créé en 2018, EnRciT est un dispositif de financement dont l'objectif est de démultiplier les projets d'énergies renouvelables (EnR) portés par les citoyens et par les collectivités dans les territoires. Doté de 10 millions d'euros par la Caisse des Dépôts, l'Ircantec et le Crédit Coopératif, ce dispositif doit permettre de financer environ 150 projets sur 10 ans.



Anticiper les contraintes

Au stade de la préfaisabilité, on peut évaluer l'opportunité d'obtenir un raccordement rapide et peu coûteux et, le cas échéant, d'optimiser le projet au stade de la planification.

Participer aux recensements par FEE des besoins en raccordement

La production éolienne étant décentralisée, les gestionnaires de réseaux électriques doivent s'adapter et anticiper les besoins d'injection/soutirage sur leurs réseaux.

Pour la planification à moyen terme, des schémas de raccordement, appelés **S3REnR**, ont été instaurés par la loi Grenelle 2 depuis 2010. RTE les met à jour régulièrement (tous les 2 ans en moyenne).

Il est donc important de participer aux recensements réguliers proposés par le syndicat France Énergie Éolienne (FEE) afin d'identifier les besoins de raccordement de l'éolien par région, pour permettre une anticipation adéquate des renforcements de réseaux.

Évaluer le potentiel de puissance raccordable

Une fois la puissance et la position des éoliennes envisagées, il est intéressant d'étudier le raccordement inter-éolien (réseau local) pour optimiser les câbles, les pertes en ligne, la position du poste de livraison et la perspective de raccordement du poste de livraison au poste source de référence, c'est-à-dire le plus proche.

On peut localiser le poste source sur www.capareseau.fr pour connaître le potentiel de raccordement (ou capacité d'accueil) réservé et disponible au titre du S3REnR en vigueur.

Estimer le coût du raccordement

Pour estimer le coût de la ligne HTA entre le poste de livraison du producteur et le poste source du gestionnaire, il est possible d'utiliser google maps : géo-référencer la position de départ du poste de livraison, la position d'arrivée au poste source, puis calculer l'itinéraire au plus court à pied en suivant les routes et chemins.

La distance résultante sera à multiplier par 100 €/m (coût du mètre linéaire avec un câble 240 mm² aluminium). À ce coût, il faudra ajouter la quote part régionale au titre d'un raccordement HTA S3REnR multipliée par le nombre de MW à raccorder.

Avec une approche simplifiée, on peut donc estimer ainsi le coût du raccordement :

$$\text{Coût Raccordement} = [\text{Liaison PDL-PS} + (\text{quote part S3REnR} \times \text{MW à raccorder})] \pm 15\%$$

Identifier et circonscrire les risques via une Proposition de Raccordement Avant Complétude (PRAC)

Si le porteur du projet n'a pas encore réuni l'ensemble des pièces nécessaires à une demande complète de PTF ou si l'étude de préfaisabilité met en évidence un risque sur le raccordement, on peut affiner ce risque en demandant une PRAC au gestionnaire. Cette étude donne une première réponse sur les possibilités de raccordement au réseau et en estime de manière non contractuelle les coûts et délais.