

Un atout
indispensable
pour accompagner
les nouveaux enjeux
des réseaux
de distribution
électrique.

Lignes aériennes, *assurer l'avenir*

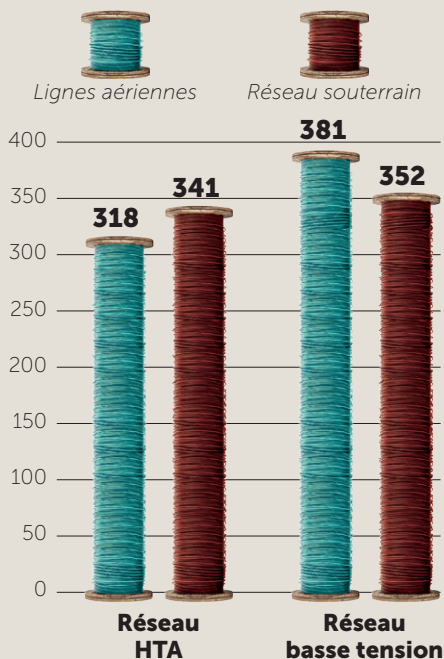


La complémentarité des lignes aériennes et du réseau souterrain

Le réseau de distribution électrique est constitué d'une partie moyenne tension, qu'on appelle HTA, et d'une partie basse tension.

Il représente en France 1,4 million de kilomètres, dont un peu plus de la moitié est déployée en aérien, le reste en souterrain.

RÉSEAUX DE DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE HTA ET BASSE TENSION
(en milliers de kilomètres)



(Chiffres Enedis fin 2021)

AÉRIEN OU SOUTERRAIN, UN ARBITRAGE EST NÉCESSAIRE POUR CHAQUE CAS

Les deux solutions présentent chacune des avantages et des inconvénients. Le choix repose sur de nombreux critères.

En milieu urbain dense, le souterrain sera par exemple préféré pour diminuer l'impact visuel. C'est un des facteurs qui explique son développement cette dernière décennie.

Cependant, plus de 600 000 km de réseau sont voués à rester aériens. En effet, cette solution, qui prouve chaque jour sa fiabilité, reste optimale aux points de vue technique, économique et écologique.

La ligne aérienne est notamment réputée pour sa robustesse, sa simplicité (mise en œuvre et dépannage), et son faible impact environnemental (chantiers moins importants, prolongements de durée de vie, matériaux utilisés...)

Qu'il soit aérien ou souterrain, le réseau de distribution électrique est tourné vers l'avenir par sa capacité à accompagner les évolutions de la société et à répondre à ses nouveaux enjeux : énergies renouvelables, mobilité électrique, alimentation de data centers... tout en garantissant un accès électrique sans faille à des millions de personnes et d'entreprises.

Les compétences françaises sont mondialement reconnues, et il est capital de les maintenir sur le territoire.



Une filière **prête** **à faire face** au réchauffement climatique



La technologie des lignes aériennes s'adapte aux aléas météorologiques.

ANTICIPER L'AVENIR

Le réchauffement climatique va entraîner des évolutions météorologiques, auxquelles les réseaux électriques se préparent. Le souterrain est plus sensible aux vagues de chaleur et aux inondations. Pour les lignes aériennes, ce sont les tempêtes avec des vents violents et les épisodes de neige collante qui peuvent poser problème. Les scénarios du GIEC prévoient cependant que ces deux derniers phénomènes vont rester stables.

De plus, un panel de solutions techniques et d'innovations est déjà déployé pour anticiper ces risques : réseaux souterrains doublés, lignes aériennes renforcées au niveau de l'attache et munies de masses anti-giratoires pour éviter la formation de manchons neigeux... Sans oublier les dispositifs pour améliorer la surveillance et les interventions sur les réseaux (détaillés en page 4-5) !



Qu'il soit aérien ou souterrain, le réseau évolue pour faire face à ces risques.

Évolution des risques climatiques

Enedis a réalisé une étude se basant sur les scénarios du GIEC afin d'estimer les évolutions à l'horizon 2050 des aléas météorologiques qui impacteront le réseau de distribution : vents forts, précipitations extrêmes, neige collante, canicules et incendie.



VAGUE DE CHALEUR

Augmentation des journées caniculaires
Intensification des vagues de chaleur



INCENDIE

Augmentation de la surface des territoires exposés aux incendies



CRUES ET INONDATIONS

Augmentation du risque sur le pourtour Méditerranéen



TEMPÊTES

Pas d'évolution notable en termes de fréquence ou d'impact



NEIGE COLLANTE

Pas d'évolution significative jusqu'en 2050



VAGUE DE FROID

Diminution du nombre de jours anormalement froids



La **robustesse** des lignes aériennes



ANTICIPER LES RISQUES

S'assurer du bon état du réseau est primordial pour garantir à tous une alimentation électrique de qualité. Des visites de lignes sont donc systématiquement effectuées pour une maintenance préventive. Elles peuvent faire appel à des innovations technologiques, comme des drones équipés de systèmes d'intelligence artificielle pour reconnaître les défauts.

De nombreuses solutions peuvent s'intégrer directement au réseau, comme les détecteurs d'inclinaison

de poteau, d'affaissement de câbles ou de vieillissement de parafoudres.

Les DAC (Dispositifs d'Allongement Contrôlé) servent de sécurité en cas de tensions sur les lignes pour éviter que les poteaux ne cassent.

Le contournement des zones forestières, l'abattage des arbres de talus et l'élagage régulier restent des réponses efficaces au risque de chutes d'arbres sur les lignes. Une concertation locale avec les propriétaires sur la mise en valeur des bois abattus facilite ces opérations d'entretien.

Les hauteurs et distances minimales dépendent des types de lignes et de terrains : elles sont définies par arrêté technique pour assurer la sécurité.

LIDAR

Depuis quelques années, lors des visites de diagnostic de lignes HTA aériennes, Enedis utilise des LIDAR pour effectuer le contrôle de la végétation aux abords des lignes et optimiser sa politique d'élagage. Cette technique de télédétection et de télémétrie permet de connaître en tout point la distance de la végétation par rapport aux conducteurs des lignes aériennes.

Des cartographies de lignes très précises peuvent en découler. Elles permettent aussi par exemple de prévenir, à l'aide de GPS, les agriculteurs passant en tracteurs sous les lignes qu'ils risquent d'accrocher.



DES TEMPS
D'INTERVENTION
**BEAUCOUP
PLUS
COURTS**
EN AÉRIEN
QU'EN SOUTERRAIN





L'UTILISATION DE **CÂBLES TORSADÉS** SUR LE RÉSEAU BASSE TENSION

Ce dispositif regroupe les conducteurs d'une ligne électrique dans une seule « torsade » recouverte d'une protection mécanique et isolante. Il présente des avantages considérables par rapport au fil nu : simplicité d'installation et d'entretien, fiabilité et également sécurité. Il se généralise sur le réseau basse tension, mais peut également être utilisé en HTA.

Le câble torsadé permet une plus grande résistance aux vents, notamment grâce aux dernières technologies. En cas de chutes de lignes, l'utilisation de suspensions fusibles protège le support, et celle de détecteurs connectés simplifie l'intervention à venir, pour une remise en place rapide et à moindre coût. Les distances réglementaires d'installation (obstacles environnants) et donc d'abattages en zones boisées peuvent aussi être réduites.

Pour ces raisons, le réseau aérien basse tension passe progressivement au torsadé : l'objectif est de n'avoir pratiquement plus de fil nu en 2035 !

AGIR AU PLUS VITE EN CAS DE PROBLÈME

En plus des visites de drones, la localisation et le diagnostic rapides d'incidents sont favorisés par l'intelligence grandissante des réseaux électriques. Les anomalies de courant peuvent par exemple être repérées au niveau des compteurs Linky pour la basse tension ou au niveau des postes sources pour la HTA, sans compter tous les détecteurs de défauts connectés !

Des automatismes et organes télécommandés disposés en grand nombre, surtout sur le réseau moyenne tension, permettent des manœuvres à distance.

En cas d'événements climatiques graves, la Force d'Intervention Rapide Électricité (FIRE), ainsi que les entreprises partenaires, mobilisent immédiatement les techniciens et le matériel nécessaires vers les régions en alerte.

Les opérations sont plus simples et plus courtes en aérien qu'en souterrain, puisqu'il n'y a pas besoin d'ouvrir le sol pour accéder aux lignes.

AU DÉBUT
DES ANNÉES 2000
150 000 KM

DE RÉSEAU BASSE TENSION
EN FIL NU

EN 2021,
IL N'Y EN AVAIT PLUS QUE
51 000 KM

AVEC UNE DIMINUTION
POUVANT ALLER
JUSQU'À 4 000 KM PAR AN !



La ligne aérienne aujourd'hui et demain

L'enjeu premier est d'assurer un accès à l'électricité pour tous : particuliers, entreprises, industriels... Mais il faut aussi éviter de compromettre les ressources des générations futures en privilégiant l'efficacité et la durabilité des installations.

DES COÛTS
DE CONSTRUCTION
EN MOYENNE
30 %
MOINS ÉLEVÉS
POUR L'AÉRIEN
QUE POUR LE SOUTERRAIN
EN HTA

ET
45 %
MOINS ÉLEVÉS
EN BASSE TENSION



LA PRISE EN COMPTE DES COÛTS : UNE **ANALYSE NÉCESSAIRE**

La ligne aérienne est optimale en termes de coûts et durée d'installation, par la simplicité de la pose de poteaux par rapport à l'enfouissement, et les spécificités techniques moins exigeantes qui en découlent.

L'entretien et les interventions en aérien sont également facilités, avec notamment la possibilité de réaliser en HTA des travaux sous tension, donc sans coupure électrique.

LA DURABILITÉ DU RÉSEAU AÉRIEN

En complément des opérations de maintenance régulières de la ligne, le programme « Rénovation Programmée », mené par Enedis, avec le concours d'entreprises partenaires depuis quelques années, permet le diagnostic et la modernisation du

réseau aérien HTA afin de prolonger son exploitation de 25 années. Il consiste en un diagnostic complet de la ligne, y compris des poteaux, suivi si nécessaire du remplacement des équipements.

7500 km de lignes aériennes HTA rénovés par an !



LIMITER LES PERTES ÉNERGÉTIQUES

Grâce à ses caractéristiques techniques et son refroidissement à l'air libre, le réseau aérien est moins sujet aux pertes capacitives et aux échauffements que le réseau souterrain. Les câbles sont également moins épais, ce qui représente une économie de matériaux.

En ce qui concerne les performances électriques des équipements, les industriels français continuent à travailler sur des solutions toujours plus efficaces et vertueuses.



Évolution des transformateurs « haut de poteau »



Les transformateurs que l'on trouve sur les réseaux aériens HTA évoluent en conformité avec la réglementation européenne Ecodesign afin d'améliorer leur efficacité énergétique.

Ces nouveaux transformateurs plus vertueux sont néanmoins plus lourds. Ils ne pourront plus être placés en haut des poteaux sur les nouvelles lignes. Les constructeurs et Enedis proposent des solutions détaillées dans le « Guide de conception des réseaux » co-construit par la FNCCR, France Urbaine et Enedis..

Empreinte environnementale : un point fort de la ligne aérienne

Aujourd'hui plus que jamais, les critères tels que la réduction de la pollution et l'économie des ressources doivent être soigneusement pris en compte. Les lignes aériennes nécessitent des travaux moins importants que les réseaux souterrains, en installations comme en opérations de maintenance. Cela se traduit aussi par un moindre impact environnemental.

La grande durabilité de ces lignes, accrue par le plan « Rénovation programmée », limite également les nouvelles installations, en favorisant une remise à niveau de l'existant !



UNE EMPREINTE
CARBONE
**MOINS
IMPORTANTE**
DANS LES
CHANTIERS AÉRIENS
QUE POUR LES TRAVAUX
SOUTERRAINS

MATÉRIAUX MIS EN ŒUVRE

Les lignes aériennes sont constituées essentiellement de matériaux d'origine minérale : sable, gravier et acier pour les supports en béton ; bois pour certains poteaux ; acier galvanisé pour

les armements ; verre pour les isolateurs ; alliages d'aluminium pour les conducteurs. Les besoins en matériaux synthétiques issus du pétrole sont limités.

ÉCONOMIE CIRCULAIRE

L'accès facile aux lignes aériennes permet un démantèlement systématique en fin de vie. De plus, la quasi-totalité des équipements est

recyclable, y compris le béton qui peut être employé pour des sous-couches de voirie ou la réalisation de massifs.

Le recyclage des matériaux



Aluminium
broyé SIRMET

Les processus de valorisation par le recyclage varient selon l'équipement considéré et peuvent être pris en charge par différents organismes.

En ce qui concerne les poteaux, ils sont par exemple broyés avec une pince à béton, puis séparés des tiges d'acier utilisées pour le renforcement.

Le recyclage des câbles électriques usagés est relativement simple car ceux-ci comportent bien moins de matériaux que leurs équivalents souterrains, plus épais pour répondre aux normes de protection.

LA LIGNE AÉRIENNE AU SERVICE DU HAUT DÉBIT

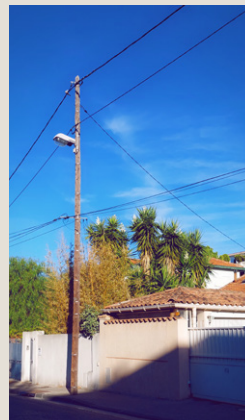
L'utilisation des lignes aériennes comme support des réseaux numériques, principalement en basse tension, est une solution simple, économique et écologique, puisqu'elle limite les nouvelles poses

de poteaux. Cette mutualisation, facilitée par de récentes évolutions réglementaires, est d'autant plus d'actualité que les zones restant à raccorder par fibre optique sont rurales, et donc desservies par les réseaux aériens.

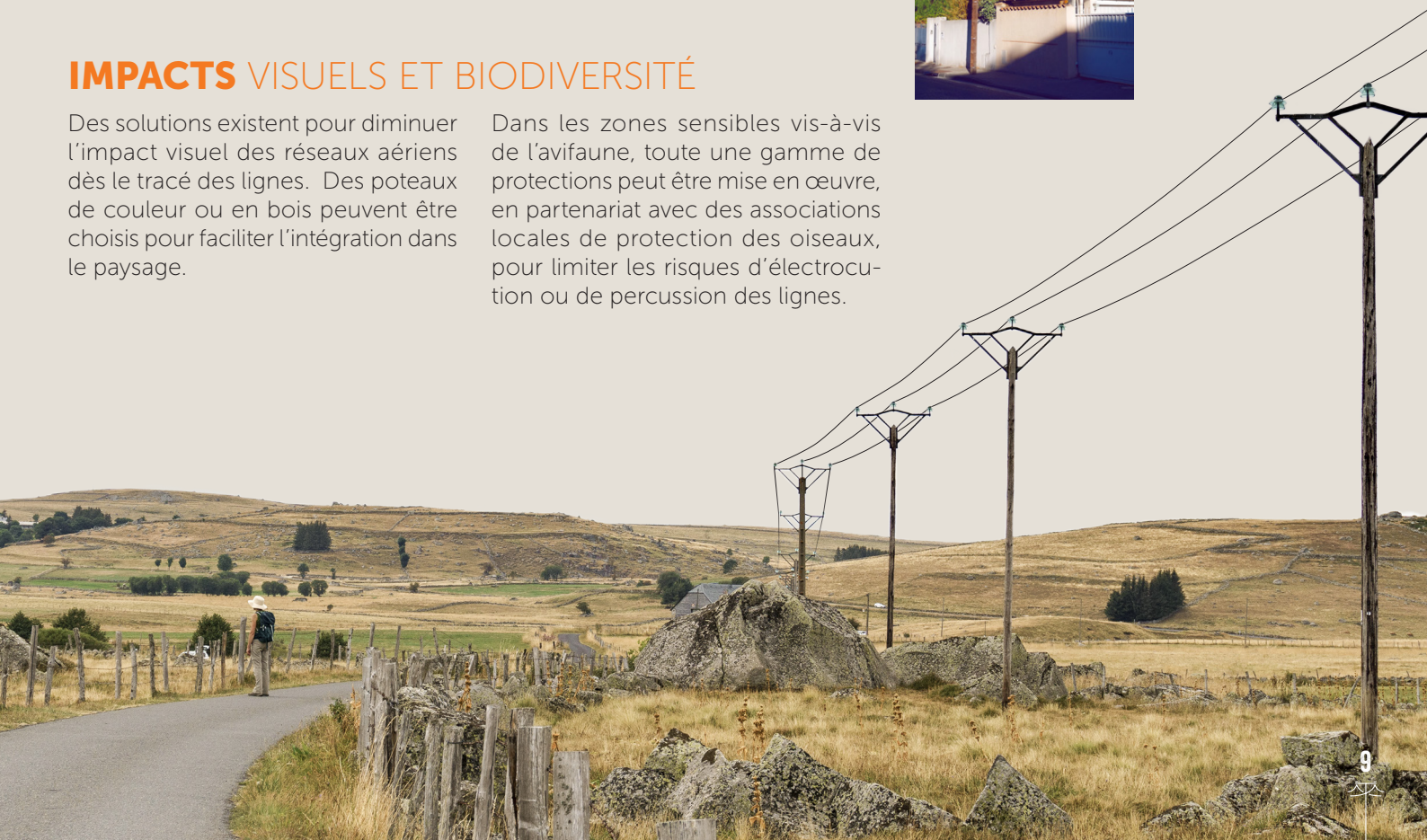
IMPACTS VISUELS ET BIODIVERSITÉ

Des solutions existent pour diminuer l'impact visuel des réseaux aériens dès le tracé des lignes. Des poteaux de couleur ou en bois peuvent être choisis pour faciliter l'intégration dans le paysage.

Dans les zones sensibles vis-à-vis de l'avifaune, toute une gamme de protections peut être mise en œuvre, en partenariat avec des associations locales de protection des oiseaux, pour limiter les risques d'électrocution ou de percussio



*Ligne aérienne
avec fibre optique*



Lignes aériennes : des **métiers d'utilité publique**, d'excellence et d'avenir



DES **SAVOIR-FAIRE ET COMPÉTENCES CRUCIAUX** À MAINTENIR EN FRANCE

Le travail sur les réseaux aériens représente une vaste palette de métiers hautement qualifiés : on trouve évidemment les monteurs ou « lignards », qui installent les lignes et effectuent les réparations et entretiens, mais aussi les techniciens et ingénieurs qui travaillent en bureaux d'études pour définir les projets et préparer les opérations en amont. Les organismes de formation transmettent ces métiers et les valorisent, et les industries fabriquent

l'ensemble des matériels de ligne et tous les équipements nécessaires à leur fonctionnement et entretien.

Avec les objectifs de Rénovation Programmée du réseau HTA aérien et les investissements prévus sur le réseau de distribution électrique, les besoins en emplois sont en forte croissance.

DES FOURNISSEURS DE MATÉRIELS ET D'ÉQUIPEMENTS QUI **S'ADAPTENT AUX BESOINS** DU TERRAIN

L'expertise des industriels français s'adapte pour simplifier la tâche des techniciens :

- le poids des armements à fixer sur les poteaux diminue grâce aux matériaux utilisés ;
- les perches télescopiques pour agir à distance deviennent plus ergonomiques ;

- l'utilisation de treuils portables et de dynamomètres adaptés se généralise ;
- des innovations émergent, comme les tourets de câble connectés facilitant leur gestion ;
- les engins à nacelles permettent d'effectuer plus simplement les manipulations en hauteur ;

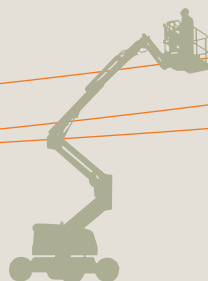
Pour vérifier la bonne efficacité de leurs outils et équipements, les fabricants travaillent avec les gestionnaires de réseaux, les installateurs et les centres de formation.

Les lignards

Monteur de lignes est un travail exigeant qui demande une formation spécifique et très poussée, en particulier en ce qui concerne les interventions en hauteur, les techniques métier et le travail sous-tension. Les lignards commencent ainsi leurs carrières aux côtés d'un « ancien », pour un véritable transfert de savoir-faire, certaines compétences ne pouvant s'acquérir que sur le terrain.

Les contraintes de terrain et les accès ne permettent pas toujours d'utiliser des véhicules à nacelles : le seul moyen est parfois d'ascensionner le support à l'aide de grimpettes ou d'une échelle adaptée... ce qui peut être ardu selon les conditions climatiques. Une raison de plus d'être reconnaissant envers ceux qui interviennent en urgence !

C'est un métier valorisant et passionnant, qui permet de travailler en équipe tout en faisant preuve d'autonomie, et qui offre de belles perspectives professionnelles. Les lignards sont extrêmement recherchés et pour cause : ce sont eux qui installent le réseau et le maintiennent en état pour garantir à tous l'alimentation en électricité.



Tempête
Bella en 2020

Stage HTA
ISFME St-Affrique (80)

S'INSCRIRE DANS LA **TRANSITION ÉNERGÉTIQUE**

Travailler pour les lignes aériennes, et pour le réseau électrique en général, c'est exercer un métier qui a du sens, au cœur de la transition énergétique.

Enedis, les entreprises du SERCE, les industries du GIMELEC et la FNCCR encouragent, valorisent et donnent de la visibilité aux métiers de l'ensemble de la filière.

**Plus d'informations sur les métiers via www.metiers-electricite.com
et des offres d'emploi à retrouver sur www.genjobs.fr.**



Cette plaquette a été élaborée par le **GIMELEC** et le **SERCE**



Le GIMELEC fédère les entreprises de la filière électronumérique française. Nos 210 adhérents conçoivent, fabriquent et déploient les solutions pour l'électrification, la décarbonation et l'intelligence numérique de l'industrie, des bâtiments, des infrastructures énergétiques et numériques.

GIMELEC - 17 rue de l'Amiral Hamelin 75116 Paris
www.gimelec.fr



Le SERCE représente les entreprises de la transition énergétique et numérique. Il réunit 260 entreprises (PME et grandes entreprises de la profession) réparties sur plus de 900 sites en France. Elles interviennent dans les travaux et services liés aux réseaux d'énergie électrique, aux installations industrielles et tertiaires et aux systèmes d'information et de communication. L'alliance de leur savoir-faire dans l'énergie et le digital leur permet de proposer de nouvelles solutions énergétiques et numériques qui répondent aux enjeux des territoires et des entreprises.

SERCE - 9 rue de Berri - 75008 PARIS
www.serce.fr

avec le concours d'**Enedis**, et de la **FNCCR**



www.enedis.fr



www.fnccr.asso.fr