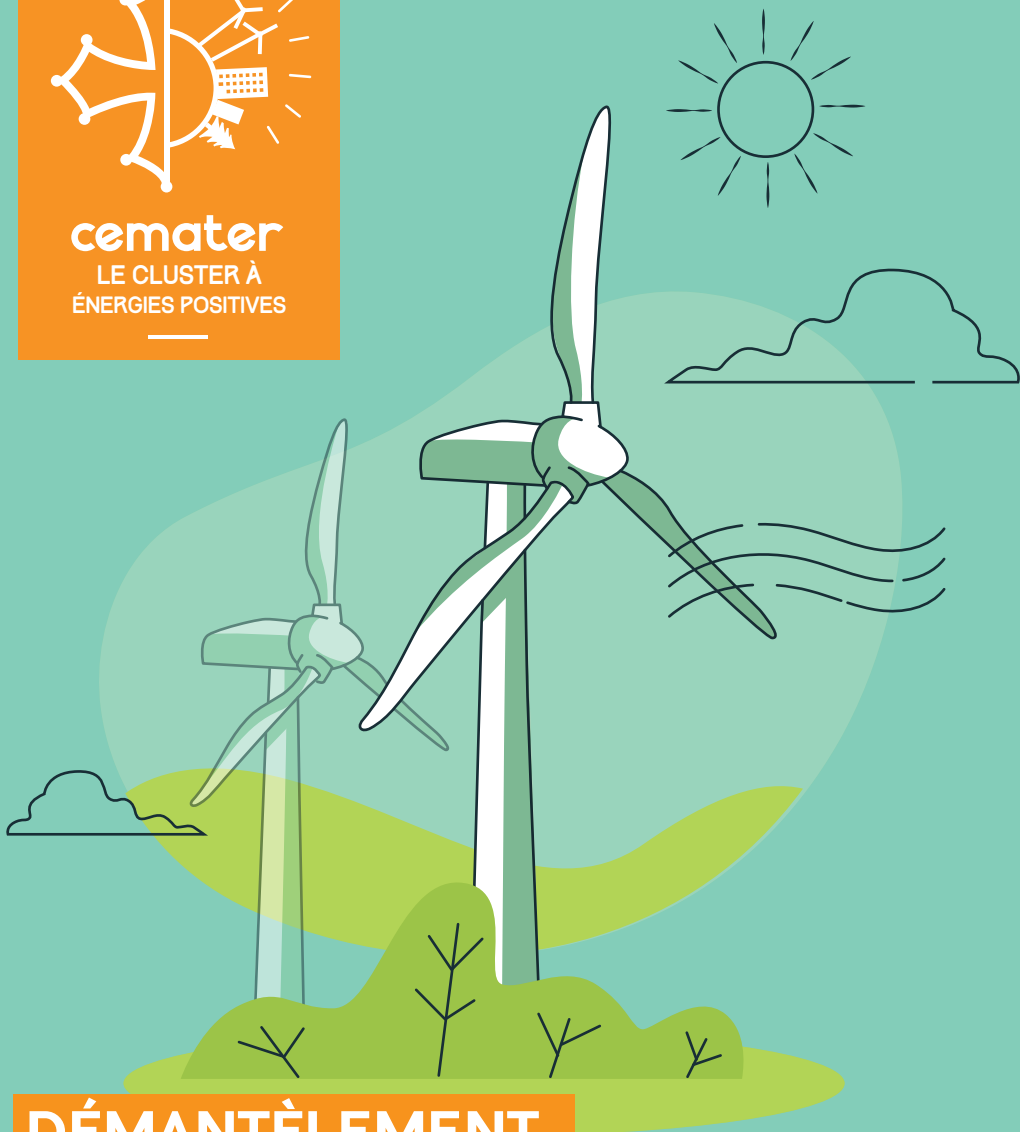




cemater

LE CLUSTER À
ÉNERGIES POSITIVES



DÉMANTÈLEMENT, RECYCLAGE ET RENOUVELLEMENT DES PARCS ÉOLIENS

JUIN 2021

UN ENJEU CRUCIAL POUR RÉUSSIR LA
TRANSITION ÉNERGÉTIQUE EN OCCITANIE !



La Région Occitanie cible des objectifs ambitieux à travers son scénario REPOS (Région à Énergie Positive) : 3,6 GW de puissance installée en 2030 et 5,5 GW en 2050 pour l'éolien terrestre.

À ce jour, l'objectif REPOS 2050 est atteint à 26% avec un total de 1466 MW de puissance électrique éolienne installée.

L'atteinte de ces objectifs implique une cadence soutenue du développement des parcs éoliens sur les prochaines années à travers l'implantation de nouvelles installations et le renouvellement des parcs éoliens arrivés en fin de vie.

QUELQUES CHIFFRES :

124

PARCS ÉOLIENS
EN SERVICE

803

ÉOLIENNES
EN SERVICE

1466

MW
PUISSANCE
TOTALE
INSTALLÉE

26

PROJETS DE
RENOUVELLEMENT

74 PARCS ÉOLIENS
SOIT 743 MW
(61% DU PARC TOTAL OCCITAN)

NOMBRE DE PARCS SORTIS DE
L'OBLIGATION D'ACHAT DE L'ÉLECTRICITÉ
ET POTENTIELLEMENT SOUMIS À
DÉMANTELEMENT D'ICI 2025

(Sources : région Occitanie, AREC, SER)



CHAP.1

LE DÉMANTÈLEMENT DES ÉOLIENNES



01

**Mise en conformité
des accès et
plateformes**

(en fonction des engins
nécessaires et de la
stratégie de recyclage)

02

**Démontage des
turbines et du
poste de livraison**

03

**Recyclage
Valorisation
Transport**

04

**Destruction
des fondations,
plateformes et
câbles électriques**

05

**Remise en état
du site**
(voie d'accès,
plateforme, base vie)

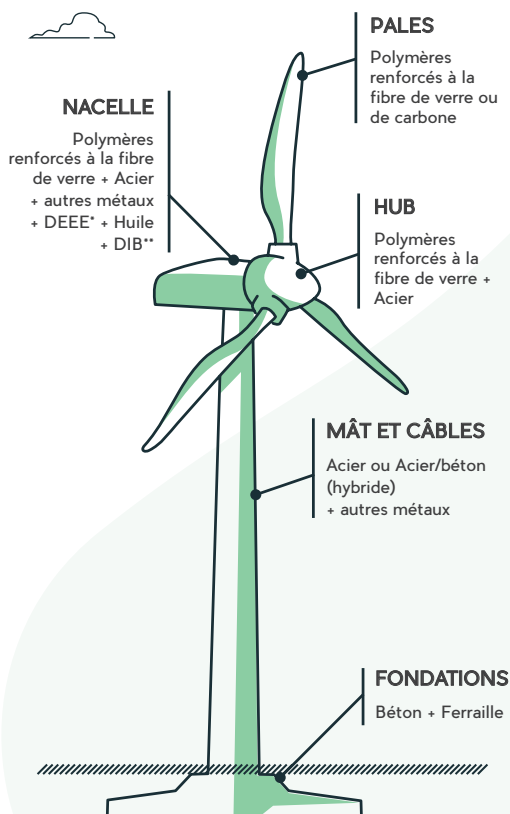
Depuis le 1er juillet 2020, la réglementation française prévoit :

- une obligation de démanteler la totalité des fondations,
- une obligation de recyclage ou de réutilisation des aérogénérateurs et des rotors à partir de 2022.



Photos du démantèlement du parc éolien de Lastours (Aude) – (Source : NETWIND)

LES PRODUITS DE LA DÉCONSTRUCTION



L'IMPORTANCE DE LA PRÉPARATION DU CHANTIER

Le démantèlement est pris en compte dès le développement d'un projet éolien. L'étude environnementale effectuée en amont de la phase de déconstruction permet de limiter les impacts du chantier sur la biodiversité. Un chantier de démantèlement doit être anticipé et planifié afin de définir une stratégie de traitement des produits de la déconstruction. Ces derniers peuvent être réutilisés, revalorisés ou recyclés. Les secteurs d'activités des entreprises qui peuvent intervenir sur une opération de démantèlement de parc éolien sont de plusieurs types : bureaux d'études spécialisés, entreprises de terrassement et de travaux publics, des métiers de l'électricité, de levage, de démolition, de valorisation et de recyclage. Leur proximité avec le chantier de démantèlement est essentielle afin de limiter l'empreinte carbone ainsi que les coûts d'une telle opération.

COÛT ET RETOMBÉES ÉCONOMIQUES DU DÉMANTÈLEMENT

Le coût d'une opération de démantèlement est variable et dépend principalement de la nature des infrastructures à démanteler. La revente des produits de déconstruction permet de financer une partie des coûts de démantèlement. De plus, la réglementation française prévoit depuis le 12 juillet 2010 la constitution de garanties financières permettant de couvrir ces coûts. Ces garanties ont été revues à la hausse le 1^{er} juillet 2020 (50 000 euros pour une éolienne de puissance inférieure ou égale à 2 MW plus 10 000 euros par MW supplémentaire).

* (Déchet d'équipement électrique et électronique)

** (Déchet industriel banal)



RECYCLAGE ET REVALORISATION DES COMPOSANTS



Une éolienne est composée de matériaux à **90% recyclables et valorisables** avec du béton pour la fondation, de l'acier, du fer, du cuivre, de la fonte et des matériaux composites. Ses différents composants peuvent être soit recyclés, soit revendus sur le circuit de maintenance, soit ré-utilisés ou destinés à la formation.

QUE FAIRE DES DÉCHETS ISSUS DU DÉMANTÈLEMENT D'UNE ÉOLIENNE ?



BÉTON

Recyclage en matériau de construction après concassage ou sous forme de granulats pour la fabrication de béton neuf



FERRAILLE (acier, fonte)

Recyclage après séparation et tri pour refonte et réutilisation



DEEE

Séparation et refonte pour réutilisation



DIB

Tri et recyclage / Destruction (incinération/enfouissement)



HUILE

Recyclage et réutilisation



DÉCHETS DIVERS (aérosol, graisse, déchets de chantiers)

Valorisation ou enfouissement



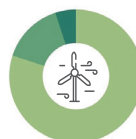
MATÉRIAUX COMPOSITES (verre / époxy)

Solutions de recyclage et valorisation existantes à différents degrés de maturité. Incinération des pales ou revente ou réutilisation en mobilier urbain



CUIVRE

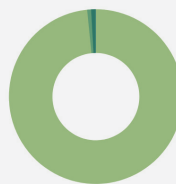
Recyclage après séparation des isolants et tri



5% Autres
15% Fibre
80% Feraille

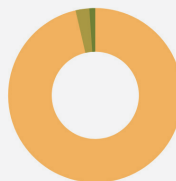
BILAN DU RECYCLAGE

Bilan matière hors pales :
98% de recyclage



0,73%
valorisation matière
0,88%
élimination matière
98,39%
recyclage matière

Bilan matière avec pales :
96% de recyclage



2,55%
valorisation matière
1,10%
élimination matière
96,35%
recyclage matière

Tous les déchets issus du démantèlement sont actuellement traités usuellement à travers les filières classiques et permettent d'avoisiner le 100% recyclage/valorisation (hors DIB ultime).
(Sources : ORTEC, ADEME)

(Source : Engie Green)

QUE FAIT-ON DES PALES ?

Dès 2025, l'ADEME s'attend à un volume annuel de démantèlement pouvant atteindre 1 GW (avec hypothèse de durée de vie moyenne max de 20 ans) : soit 3000 à 15 000 tonnes de matériaux composites/an.

A noter que 300 000 tonnes de fibre de verre sont produites chaque année par les industries automobiles et de loisirs (nautisme, ski) en France. L'industrie s'est donc mobilisée pour trouver des solutions. Le sujet du recyclage des matériaux composites n'est d'ailleurs pas propre à la filière éolienne puisque ces mêmes matériaux sont utilisés pour de nombreuses autres applications, comme par exemple les coques de bateaux et de kayaks, les planches à voiles, des pièces pour l'aéronautique...

Plusieurs solutions existent :

 **Broyage et valorisation comme combustible** dans les cimenteries en remplacement des carburants fossiles traditionnellement utilisés. Les cendres servent ensuite de matière première dans la fabrication du ciment.

 **Utilisation du broyat de pales pour fabriquer de nouveaux matériaux composites.** Le produit baptisé Ecopolycrète obtenu à partir du broyage des pales serait aussi résistant que les composites à base de bois.

Une seconde vie pour les pales, la réutilisation en mobilier urbain :



L'ÉCO-CONCEPTION DES PALES

Le projet ZEBRA (Zero waste Blade ReseArch Recherche sur les pales zéro déchet), piloté par l'IRT Jules Verne, rassemble plusieurs acteurs industriels et centres de recherche (Arkema, Canoe, Engie, LM Wind Power, Owens Corning, Suez). Il vise à démontrer la faisabilité technico-économique et environnementale de pales d'éoliennes en thermoplastique, dans une approche d'éco-conception afin de faciliter le recyclage.

Le projet CETEC (Circular Economy for Thermosets Epoxy Composite), mené par Vestas, Olin Epoxy, l'Institut Technologique Danois et l'université d'Aarhus consiste à réaliser un cycle de recyclage complet des pales par division des fibres et de l'époxy. **D'ici 2024, les pales d'éoliennes devraient être recyclables à 100%.**

À noter qu'aujourd'hui, environ 60% de la production des pales de LM Wind Power contient du rPET (polytéréphtalate d'éthylène recyclé).

COMMENT PEUT-ON RÉUTILISER LES ÉOLIENNES ?

Depuis 2017, une réflexion sur la revalorisation des éoliennes est menée par AD3R (Association de Démantèlement, Récyclage-Reconditionnement-Revente) dont Mywindparts, situé en Occitanie, est un des membres fondateurs. L'objectif de la revalorisation est de racheter les éoliennes démantelées afin de les revendre en l'état ou en pièces détachées. Les pièces reconditionnées peuvent être testées et à nouveau garanties, puis intégrer un nouveau cycle de vie, évitant ainsi la production d'un nouveau sous-ensemble.

(Source : Mywindparts)

Ces dernières années, on a observé des reventes d'éoliennes complètes pour 100 à 200k€ par turbine (1,5 MW de puissance installée), les frais de dépose et de transport étant à la charge du vendeur. Le prix des composants principaux (multiplicateur, génératrice, transformateur, axe principal) s'élève à un prix entre 30 et 50% du prix neuf (auquel il faut ajouter le coût de reconditionnement).

Le marché européen d'éoliennes de seconde main, de reconditionnement et de vente de pièces détachées est bien établi avec des acteurs principalement européens, dont la société Mywindparts, filiale du groupe Voltalia.

(Source : ADEME)



L'ENJEU DU RENOUVELLEMENT DES PARCS EOLIENS



Le développement de l'éolien terrestre est un enjeu important pour le succès de la stratégie REPOS portée par la Région Occitanie.

L'objectif du renouvellement est d'optimiser les sites exploités, souvent les plus ventés, en installant des technologies plus récentes et plus performantes.

L'opération permet ainsi de continuer à exploiter l'énergie éolienne en bénéficiant des infrastructures existantes (accès, poste de livraison, raccordement, etc.) avec des éoliennes encore plus

LES OBJECTIFS DU RENOUVELLEMENT SONT MULTIPLES :

- + **Augmenter la production d'électricité** d'un site en valeur absolue mais aussi grâce à des composants plus modernes capables de capter avec plus d'efficacité la force du vent.
- + **Prolonger la durée de vie d'un parc** par le remplacement de certains composants qui se détériorent plus rapidement que d'autres pièces ou **établir un nouveau parc** plus performant grâce aux dernières technologies commercialisées.
- + **Réduire les coûts d'exploitation liés à la maintenance** grâce à un matériel moderne plus fiable.

fiables et plus performantes. Les opérations de renouvellement permettent de préserver et de renforcer les emplois locaux, de maintenir les retombées positives pour les territoires concernés et d'augmenter la production d'énergie renouvelable du site.

La réglementation autour du développement éolien ayant été mise en place progressivement, on constate que les premiers parcs anciens raccordés avant 2009 sont aujourd'hui soumis à une superposition de contraintes (aéronautiques, radars, biodiversité, paysage) qui limitent voire prohibent d'éventuels projets de renouvellement.

Un des enjeux de la transition énergétique française est donc de libérer de nouveaux espaces afin de continuer un développement harmonieux de la filière éolienne.

Le SER (Syndicat des énergies renouvelables) a constaté une variété de types de projets de renouvellement : renouvellement à l'identique, maintien du nombre de mâts, diminution des mâts avec augmentation de la hauteur, maintien de la hauteur totale mais augmentation du diamètre du rotor...

Le parc éolien actuel, une fois renouvelé, pourrait contribuer à 35% de l'objectif total de puissance installée en Occitanie en 2050.

(source AREC)

EMPLOI & FORMATION

Fin 2019, l'Occitanie comptait 1 951 emplois liés à l'éolien (source : Observatoire de l'éolien 2020). Confiés à des entreprises occitanes (travaux publics, génie électrique...), les travaux d'infrastructures et de raccordement représentent 20% du coût total d'investissement des parcs.

Les emplois liés au démantèlement, au recyclage et à la valorisation concernent les entreprises de BTP, de levage, de génie électrique et de recyclage des matériaux.



De nombreuses formations aux métiers de technicien de maintenance et d'ingénieur (étude, développement, efficacité énergétique...) existent en Occitanie :

GRETA du Gard / Lycée Dhuoda Nîmes
HSTA - Formation certifiante - Technicien-ne de maintenance du parc éolien 'on-shore'

Lycée Dhuoda Nîmes Maintenance des systèmes option C systèmes éoliens - BTS

IUT Montpellier Licence pro mention métiers de l'électricité et de l'énergie - Licence

IUT de Tarbes Licence professionnelle Maintenance et exploitation des équipements dans les énergies renouvelables - Licence

IUT de Tarbes Licence professionnelle Systèmes thermiques, efficacité énergétique et énergies renouvelables - Licence

Université de Montpellier Master Energie

EPF Montpellier Bachelor Efficacité énergétique - Assistant ingénieur-e en efficacité énergétique

EPF Montpellier Majeure Energie Environnement - Ingénieur-e généraliste

Groupe INSA Perpignan SUP ENR - Ingénieur-e en énergie renouvelable

Ecole des Mines d'Albi Parcours Eco Activités et Energies - Ingénieur-e généraliste

ENIT de Tarbes Ingénieur-e généraliste énergies

CARTOGRAPHIE RÉGIONALES DES ACTEURS DU DÉMANTELEMENT ET DU RECYCLAGE DES PARCS ÉOLIENS

-  Bureau d'étude
-  Recyclage
-  BTP
-  Montage/démontage
-  Maître d'ouvrage



Cartographie non exhaustive



cemater
LE CLUSTER À
ÉNERGIES POSITIVES

Cité de l'économie et
des Métiers de demain
132 Boulevard Pénélope
34000 Montpellier
www.cemater.com



EDPR
8.2.FRANCE
MYWINDPARTS
ABO. WIND CDC.BIODIVERSITÉ
VALECO VSB.ÉNERGIES.NOUVELLES
NET-WIND SYNERGIS.ENVIRONNEMENT IUT.TARBES
VALEMO RWE.RENOUVELABLES.FRANCE SAK.OFFSHORE VALOREM
VOLTALIA TOTALÉNERGIES.RENOUVELABLES.ÉNERGIEKONTOR SEMPER
HELIOS'R BOUYGUES.ÉNERGIES.& SERVICES APEX.ÉNERGIES URBACTIS
SIREA RENOUVELABLES.ET.ÉCO-CONSTRUCTION ISEA.PROJECTS
AKUO FLORENCE.CAILLOUX.COMMUNICATION.DURABLE OCCISOLIS
CAMPUS.DES.MÉTIER.S.ET.DES.QUALIFICATIONS.HABITAT.ÉNERGIES
ALOE.ENERGY LA.COMPAGNIE.DES.ÉCONOMIES.D'ÉNERGIES EXCITY
CAP.VERT.ÉNERGIE ENERCOOP.LANGUEDOC-ROUSSILLON ENERFIP
DEV'ENR WPD.SOLAR.FRANCE MONTPELLIER.BUSINESS.SCHOOL EOLFI
EVERLIA ECOTECH.CERAM SAS.SOTRANASA.TELEVIDEOCOM
ENERBIM VENTS.DU.NORD TOTALÉNERGIES.SOLUTIONS EDF
BIOTOPE BIODIV.WIND SUD.GISEMENTS.ÉNERGIES
ENGIE.GREEN VALENTIN.RENOUX.AVOCAT
RES.GROUP OMEXOM.ENR.SUD-OUEST
SUN'AGRI ENCIS.ENVIRONNEMENT
ARTIFEX EDF.RENOUVELABLES
POCUS.ÉNERGIE
EPF



**LES ENTREPRISES
MEMBRES DE CEMATER**



LE RÉSEAU DES PROFESSIONNELS DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

CEMATER FÈDÈRE DEPUIS 2010
LES ENTREPRISES DES ÉNERGIES
RENOUVELABLES ET DE L'EFFICACITÉ
ÉNERGÉTIQUE EN OCCITANIE.

VOS INTERLOCUTEURS :
Roxane Ternaux-Dufraisse
Chargée de mission
roxane@cemater.com

LES ENTREPRISES DE CEMATER REPRÉSENTENT :

- + **DE 3669 EMPLOIS** en région Occitanie
- + **D'1 MILLIARD D'EUROS** de chiffre d'affaires
- + **D'1 GW** de puissance éolienne exploitée, soit une tranche nucléaire
- + **DE 400 MWc** de puissance solaire exploitée
- 77% DES ENTREPRISES** ont déclaré vouloir créer de nouveaux emplois sur les deux prochaines années (nombre estimé à 316 emplois)

