

étude préalable

**1 - TYPOLOGIE DES PROJETS ÉOLIENS
ET PROBLÉMATIQUES**

**L'IMPLANTATION DES
ÉOLIENNES EN BRETAGNE**



JANVIER 2003

**PRÉFECTURE DE LA RÉGION BRETAGNE
DIRECTION RÉGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT**

**L'IMPLANTATION DES ÉOLIENNES
EN BRETAGNE :
ÉTUDE PRÉALABLE**

**1. TYPOLOGIE DES PROJETS ÉOLIENS
ET
PROBLÉMATIQUES**

JANVIER 2003

SOMMAIRE

PRÉAMBULE	4
1. Contexte de l'étude	5
2. Objectifs de l'étude	6
3. Contenu du présent rapport	7
Première partie : MÉTHODE ET DÉMARCHE DE L'ÉTUDE	8
1. Recueil de données	9
2. Association des partenaires	10
Deuxième partie : ESSAI DE TYPOLOGIE DES ÉOLIENNES ET DES PARCS ÉOLIENS	11
1. Objectifs et difficultés d'une typologie	12
2. Eoliennes individuelles et de petite ou moyenne puissance	14
3. Parcs éoliens terrestres	16
4. Centrales éoliennes off-shore	26
Troisième partie : PROBLÉMATIQUES ENVIRONNEMENTALES POSÉES	34
1. Problématiques environnementales des éoliennes individuelles de petite ou moyenne puissance	35
2. Problématiques environnementales des parcs éoliens terrestres	40
3. Problématiques environnementales des centrales éoliennes off-shore	57
Annexe : BIBLIOGRAPHIE - SOURCES DOCUMENTAIRES	67

PRÉAMBULE



1. CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Avec les régions Nord - Pas-de-Calais, Haute-Normandie et Basse-Normandie le long du littoral de la Manche et les régions Languedoc - Roussillon et Provence - Alpes - Côte d'Azur au sud-est, la Bretagne recèle les meilleurs potentiels en gisement éolien à l'échelle nationale.

Parallèlement à ce constat, la France s'est engagée, vis-à-vis de l'Union Européenne et conformément à une Directive du Parlement Européen et du Conseil⁽¹⁾, à faire passer la part de l'électricité d'origine renouvelable de 15 % en 1997 à 21 % en 2010. Atteindre cet objectif suppose à la fois des efforts significatifs dans la maîtrise de la consommation et un soutien important aux énergies renouvelables, pour permettre leur développement.

Concernant le développement de l'éolien, d'ici 2010, l'accroissement de la production devrait s'inscrire dans une fourchette de 34,5 à 36,5 TWh⁽²⁾, ce qui impliquerait l'installation de parcs et centrales éoliens d'une puissance totalisant 10 000 à 12 000 MW⁽²⁾. Si l'on prend une puissance unitaire de 2 MW par éolienne, cette puissance totale serait fournie par 5 000 à 6 000 aérogénérateurs à installer sur l'ensemble du territoire français.

Le soutien aux énergies renouvelables, que la Directive Européenne⁽¹⁾ admet au moins à titre transitoire, a pris la forme de tarifs préférentiels d'achat par EDF de l'électricité issue de l'éolienne, de l'hydraulique, de la cogénération, du photovoltaïque, ...

Ce double contexte - gisement éolien important et soutien aux énergies renouvelables - explique la multiplication des projets de parcs éoliens que constatent d'ores et déjà les services de l'État sur l'ensemble de la Bretagne.

⁽¹⁾ Directive 2001/77/CE du Parlement Européen et du Conseil, relative à la promotion de l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables sur le marché intérieur de l'électricité.

⁽²⁾ 1 kW = 1 000 watts - 1 MW = 1 000 kW - 1 TWh = 1 000 000 000 kWh.



2. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Face à la multiplication des projets éoliens et des questionnements que de tels projets soulèvent dans les domaines de la nature et du paysage, la Direction Régionale de l'Environnement de Bretagne a souhaité engager une étude avec deux objectifs⁽¹⁾ :

- « Elaboration d'un système critériologique environnemental de traitement des dossiers de parcs d'éoliennes, selon les types de projets ;
- Réalisation d'un cahier des charges de référence commun aux opérateurs, aux bureaux d'études et aux intervenants institutionnels ».

De fait, dès le démarrage de la mission, il est apparu une grande différence dans l'état d'avancement des réflexions d'un département à un autre. Le Finistère a assisté, dès l'année 2000, à une forte multiplication des projets d'éoliennes sur le territoire départemental et s'est retrouvé confronté à la gestion des demandes de permis de construire dans l'attente de réflexions plus globales. Cette situation particulière a amené les services de la Direction Départementale de l'Équipement du Finistère à initier une démarche partenariale aboutissant à la formalisation d'une charte départementale qui a été signée en juin 2002.

Dès lors, il est apparu nécessaire de recadrer la mission souhaitée par la DIREN. Tout en restant sur un objectif d'approche méthodologique, la démarche a consisté, en premier lieu, à associer plus largement les services de l'État et certains services publics à l'étude. En second lieu, et compte tenu du travail réalisé par le département du Finistère en terme de hiérarchisation des espaces, il est apparu important d'intégrer ce type d'approche et de proposer des critères et des éléments de méthode qui pourraient être utilisés dans une démarche territoriale globale.

Cette étude constitue une première étape vers une démarche plus volontariste qui pourrait aboutir soit à un schéma régional tel que le permet le paragraphe III de l'article 59 de la loi du 3 janvier 2003⁽²⁾, soit à une charte régionale engageant l'ensemble des partenaires concernés par les projets éoliens.

⁽¹⁾ Extraits du Cahier des Charges Techniques Particulières.

⁽²⁾ Loi n° 2003-8 du 3 janvier 2003 relative aux marchés du gaz et de l'électricité et au service public de l'énergie : le paragraphe III de l'article 59 précise que les régions peuvent mettre en place un schéma régional afin de promouvoir un développement harmonieux de l'énergie éolienne, ces schémas indiquant les secteurs géographiques qui paraissent les mieux adaptés à l'implantation d'aérogénérateurs.



3. CONTENU DU PRÉSENT RAPPORT

La restitution finale de l'étude comprend deux rapports :

- **le présent document intitulé « Typologie des projets éoliens et problématiques »** fait une synthèse des éléments rassemblés au cours de la phase de recherche documentaire et bibliographique. Il présente un essai de typologie des éoliennes et des parcs éoliens (*cf. deuxième partie*), puis les problématiques environnementales posées en fonction de la typologie précédemment définie (*cf. troisième partie*) ;
- un deuxième rapport intitulé « Propositions pour une prise en compte de l'environnement dans les projets éoliens » intègre un ensemble de propositions et de prescriptions méthodologiques relatif à la hiérarchisation des territoires, au choix des sites de projets éoliens, et à l'évaluation des impacts de ces derniers.



PREMIÈRE PARTIE

MÉTHODE ET DÉMARCHE DE L'ÉTUDE



1. RECUEIL DE DONNÉES

La recherche documentaire et l'analyse bibliographique ont été menées selon 3 axes principaux :

- exploitation d'études, documents, articles sur les projets éoliens et leurs incidences sur l'environnement ;
- rassemblement de documentation technique, fournie par les constructeurs, sur différents types d'éoliennes ;
- consultation d'études d'impact de projets éoliens en Bretagne.

La liste des documents exploités et des sites internet consultés est fournie en fin de rapport.

En outre, une visite de 5 sites d'éoliennes en Bretagne a été réalisée :

- parc éolien de Goulien,
- éoliennes de Beuzec - Cap-Sizun,
- parc éolien de Dinéault,
- parc éolien de Plouarzel,
- parc éolien de Plouyé.



2. ASSOCIATION DES PARTENAIRES

Parallèlement au recueil de données préalablement évoqué, la Direction Régionale de l'Environnement de Bretagne a souhaité que soient associés à cette étude préalable un certain nombre de services de l'État et de partenaires publics.

Une première réunion préalable au démarrage de la mission associant ces différents services et partenaires a mis en évidence des différences dans l'avancement de la réflexion d'un département à un autre (*voir paragraphe 2 du préambule*).

A la suite de cette réunion, il s'est avéré nécessaire pour la DIREN que soient réalisés des entretiens particuliers avec chaque partenaire et service associés et soient mis en place un groupe de suivi de l'étude comprenant :

- le Secrétariat général aux affaires régionales (SGAR),
- la Direction régionale de l'industrie, la recherche et l'environnement (DRIRE), et la Direction régionale de l'équipement (DRE),
- les quatre Directions départementales de l'équipement (DDE),
- Électricité de France (EDF),
- l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME).

Ce groupe de suivi de l'étude s'est réuni à quatre reprises.



DEUXIÈME PARTIE

ESSAI DE TYPOLOGIE DES ÉOLIENNES ET DES PARCS ÉOLIENS



1. OBJECTIFS ET DIFFICULTÉS D'UNE TYPOLOGIE

L'examen de la documentation technique issue de quelques constructeurs (*cf. liste en bibliographie*), tout en restant loin de l'exhaustivité, révèle la grande diversité des aérogénérateurs construits, tant en puissance qu'en dimension (hauteur, diamètre du rotor, ...).

L'essai de typologie qui suit s'inscrit dans une mise en perspective des problématiques environnementales que peuvent soulever différents types d'éoliennes ou de parcs éoliens.

La gamme des aérogénérateurs disponibles sur le marché est quasi continue tant en terme de puissance qu'en terme de taille, depuis la plus petite éolienne jusqu'aux plus grosses turbines. Dans un tel contexte, une telle typologie a nécessairement une dimension arbitraire dans les limites qu'elle définit. Pour réduire cette difficulté, nous sommes restés à un niveau supérieur et simple de typologie en distinguant :

- les éoliennes de petite ou moyenne puissance ;
- les parcs éoliens terrestres ;
- les centrales éoliennes off-shore.



QUELQUES EXEMPLES D'ÉOLIENNES INDIVIDUELLES



Eolienne Vergnet



Eolienne Vergnet



Eolienne Vergnet



Eolienne Vergnet



Eolienne installée sur l'Archipel des Glénans

2. ÉOLIENNES INDIVIDUELLES DE PETITE OU MOYENNE PUISSANCE

Dans le contexte actuel, tel qu'il a été précédemment décrit (*cf. paragraphe 1 du préambule*), les questionnements autour de l'éolien ne portent pas ou peu sur ce type d'équipements et de fait, les projets d'aérogénérateur isolé semblent être aujourd'hui peu nombreux en Bretagne.

Néanmoins, avec le développement général de l'éolien, cette source d'énergie renouvelable pourrait intéresser des particuliers ou des exploitations agricoles avec des motivations « techniques » ou « philosophiques ».

Et si nous ne disposons pas d'informations sur l'ampleur de cet intérêt et sa traduction en terme de projet, il paraît néanmoins important de ne pas occulter les éoliennes individuelles de petite ou moyenne puissance et les problématiques environnementales qu'elles peuvent poser.

2.1 Caractéristiques techniques et contexte d'installation

- Il s'agit soit de petites éoliennes fournissant quelques centaines de watts à quelques dizaines de kilowatts, soit d'éoliennes de moyenne puissance fournissant quelques centaines de kilowatts (souvent de 200 à 400 kW voire 500 kW).

En terme d'infrastructures, la hauteur des petites éoliennes reste réduite et fluctue de 10-12 m à 20-25 m avec des rotors ne dépassant guère 10 m de diamètre. Ces derniers peuvent être, dans certains cas, carénés. Les éoliennes de moyenne puissance ont des hauteurs variant en général entre 30 et 50 m, pour un diamètre de rotor de 25 à 45 m.

Ces éoliennes se caractérisent par une grande diversité de silhouette, de forme, voire de coloris.

- Dans l'immense majorité des cas, le projet ne comprend qu'un faible nombre d'éoliennes voire une seule éolienne. Il est issu d'une démarche de particuliers aux motivations diverses, ou de petites collectivités. Il s'inscrit dans une recherche d'apport énergétique d'appoint ou en réponse à des situations particulières et ne vise pas nécessairement la revente d'électricité (logique d'auto-production).

A cet égard, ce type d'installation peut correspondre aux spécificités des nombreux îles et îlots habités du littoral breton (exemple de l'installation de Saint-Nicolas-des-Glénans).

Compte tenu de la nature de l'installation, les équipements de raccordement sont a priori réduits et l'emprise du chantier est a priori faible.



2.2 Contexte réglementaire

- Les éoliennes d'une hauteur strictement inférieure à 12 mètres n'entrent pas dans le champ d'application du permis de construire⁽¹⁾. A l'inverse, pour celles dont la hauteur est égale ou supérieure à 12 mètres, un permis de construire s'impose. Dans la mesure où il s'agit d'une installation de production d'électricité destinée à l'autoconsommation, ce permis de construire relève de la compétence du maire ; dans le cas contraire, il relève de la compétence du préfet.
- Concernant l'obligation d'une étude d'impact ou d'une notice d'impact, l'article 59 de la loi n° 2003-8 du 3 janvier 2003⁽²⁾ précise :

« L'implantation d'une ou plusieurs installations produisant de l'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent dont la puissance installée totale sur un même site de production, au sens du troisième alinéa (2°) de l'article 10 de la loi n° 2000-108 du 10 février 2000 précitée, excède 2,5 mégawatts, est subordonnée à la réalisation préalable de l'étude d'impact, définie au chapitre II du titre II du livre 1^{er} du code de l'environnement. Les projets d'implantation, qui ne sont pas subordonnés à la réalisation préalable d'une étude d'impact, doivent faire l'objet d'une notice d'impact ».

- Enfin, l'implantation d'une installation produisant de l'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent, d'une hauteur supérieure ou égale à 25 mètres, est précédée d'une enquête publique soumise aux prescriptions du chapitre III du titre II du livre 1^{er} du code de l'environnement⁽²⁾.
- En fonction de leur localisation géographique, ces éoliennes peuvent, en outre, relever de réglementations ou de protections spécifiques telles que celles instaurées par la loi « littoral », la loi du 31 décembre 1913 modifiée relative aux monuments historiques, les articles L 341-1 à L 341-15 du code de l'environnement sur les sites protégés,

⁽¹⁾ L'article 59 - paragraphe I de la loi n° 2003-8 du 3 janvier 2003 lève les incertitudes sur les dispositions du code de l'urbanisme par rapport aux éoliennes : « l'implantation d'une installation produisant de l'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent d'une hauteur supérieure ou égale à 12 mètres est subordonnée à l'obtention d'un permis de construire ».

⁽²⁾ Article 59 - paragraphe I de la loi n° 2003-8 du 3 janvier 2003.

3. PARCS ÉOLIENS TERRESTRES

Dans le contexte actuel, les projets éoliens qui se multiplient en Bretagne entrent dans cette catégorie, même si de fait ils présentent une grande diversité de consistance (en terme de puissance et de taille des éoliennes, en terme de nombre d'éoliennes, ...).

3.1 Caractéristiques techniques et contexte d'installation

- Les éoliennes qui constituent ces parcs terrestres sont des infrastructures de production d'électricité dont la taille tend à devenir de plus en plus imposante par rapport à celle des éoliennes de moyenne puissance précédemment évoquées.

Leur puissance varie de 200 kW à 750 kW pour les parcs déjà installés en Bretagne (jusqu'à 1,3 MW si on considère tous les parcs installés en France) et de 600 kW à 1,3 MW pour les projets. L'examen des catalogues de constructeurs révèle l'existence d'aérogénérateurs de 2,0 à 2,5 MW.

Pour produire de telles puissances, les éoliennes doivent disposer d'un rotor de diamètre important car la quantité d'énergie délivrée est proportionnelle à la surface balayée par les pales. Aujourd'hui, le diamètre des rotors est compris entre 25 et 62 m sur les parcs éoliens en service. Mais les constructeurs proposent des modèles où les pales mesurent jusqu'à 40 m (soit 80 m de diamètre).

En milieu terrestre et compte tenu de la rugosité de ce dernier, les mâts doivent avoir une hauteur comprise entre une fois et une fois et demi le diamètre du rotor. Ainsi, les mâts des aérogénérateurs ont entre 30 et 50 m de haut sur les sites en exploitation. Et d'après la documentation technique consultée, ils fluctueront entre 40 m et 100 m.

En terme de silhouette, ces éoliennes apparaissent de plus en plus semblables d'un constructeur à un autre : le mât est maintenant toujours tubulaire, les couleurs restent dans une gamme de ton clair, seule la nacelle varie significativement de forme.

- Ces parcs éoliens sont le fait d'opérateurs qui s'inscrivent dans une démarche économique et industrielle avec un objectif de vente d'électricité à EDF⁽¹⁾. Cette démarche participe à l'engagement de la France vis-à-vis de l'Union Européenne d'accroître la part d'électricité d'origine renouvelable dans la consommation intérieure brute (*cf. préambule, paragraphe 1*).

⁽¹⁾ L'article 10 de la loi n° 2000-108 du 10 février 2000 relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité institue une obligation d'achat par EDF et les distributeurs non nationalisés de l'électricité produite par les installations de moins de 12 MW qui utilisent une énergie renouvelable. Ces tarifs d'achat pour l'éolien ont été fixés par arrêté ministériel à 8,38 centimes d'euros / kWh pendant 5 ans, puis de 3,05 à 8,38 centimes d'euros / kWh pendant 10 ans selon les sites.



EXEMPLES DE PARCS ÉOLIENS TERRESTRES



Site de Goulien



Site de Goulien



Site de Goulien



Site de Beuzec



Site de Plouarzel



Site de Plouarzel

3.2 Consistance du projet

- **Les parcs éoliens terrestres comprennent pratiquement toujours plusieurs éoliennes⁽¹⁾.**

Ce nombre fluctue, sur les sites déjà exploités, beaucoup plus à l'échelle de la France (de 5 à 20 éoliennes par parcs) qu'à l'échelle de la Bretagne (entre 4 et 8 aérogénérateurs par site).

A l'examen des projets, on constate une tendance à l'accroissement de ce nombre : de 3 à 13 éoliennes en Bretagne selon les parcs et de 4 à 27 éoliennes dans les autres régions françaises. Mais il est difficile de savoir si cette tendance persistera, d'autant plus qu'à l'échelle de la région, l'habitat dispersé deviendra rapidement une contrainte majeure pour l'implantation de très grands parcs d'éoliennes (maximum 20 ?, 30 ?).

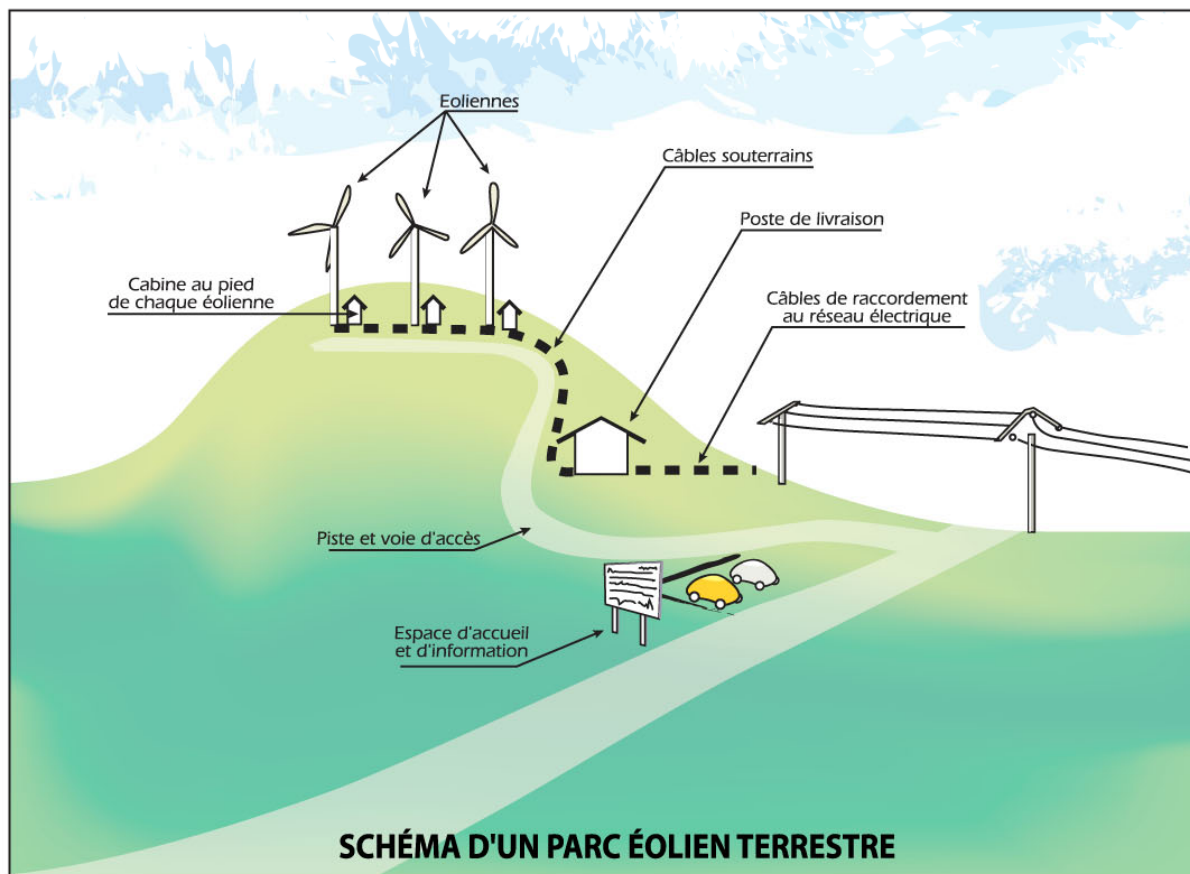
En outre, deux facteurs sont susceptibles d'influencer le nombre d'éoliennes des parcs terrestres :

- la puissance unitaire des aérogénérateurs qui tend à augmenter,
- le seuil plafond de 12 MW en deçà duquel s'applique l'obligation de rachat par EDF de l'électricité produite. Ainsi, par exemple, ce seuil est atteint avec un projet de parc éolien de 24 éoliennes de 500 kW, de 16 éoliennes de 750 kW et de 8 éoliennes de 1,5 MW.

Dans ces conditions, les évolutions à venir pourraient donc plutôt consister en cet accroissement de puissance unitaire des éoliennes (et donc de leur hauteur) qu'en une augmentation de leur nombre.

- Outre les éoliennes elles-mêmes, il y a lieu de prendre en compte dans la consistance d'un parc éolien (*cf. schéma, ci-après*) :
 - **une cabine au pied de chaque éolienne** abritant un transformateur et des appareillages électriques de protection : ce local est de taille réduite voire inexistant lorsque le transformateur et les appareillages sont installés dans la base du mât de l'éolienne ;
 - **des câbles enterrés** reliant chaque éolienne au poste de livraison : il s'agit des câbles électriques évacuant l'électricité produite, des câbles téléphoniques permettant de contrôler et de surveiller à distance le fonctionnement des machines ;

⁽¹⁾ Dans la typologie que nous avons définie, entrent dans la catégorie « Parc éolien terrestre » les projets ne comportant qu'une seule éolienne, dans la mesure où l'installation de cette dernière s'inscrit dans une démarche de revente de l'électricité. De tels projets ne comportant qu'une seule éolienne nous semblent toutefois peu probables pour des raisons de rentabilité économique.



CABINE ET PANNEAU D'INFORMATION SUR LE PARC ÉOLIEN DE GOULIEN

- **un poste de livraison** de l'énergie incluant souvent un local technique : ce bâtiment de petite taille (10 - 20 m²) est le lieu d'arrivée des câbles électriques émanant de chaque éolienne. Il comprend des appareillages de contrôle, de protection, ... ;
- **un câble de raccordement** au réseau électrique public : jusqu'à présent et de façon générale pour des puissances inférieures à 10 MW, l'évacuation de l'énergie électrique est réalisée en 20 000 volts et en souterrain. Ce câble de raccordement peut être très court voire inexistant si le poste de livraison est situé au point d'injection de l'électricité dans le réseau. Dans l'avenir, avec des projets de puissance supérieure à 10 MW, l'évacuation de l'électricité pourrait nécessiter de recourir dans certains cas à la haute tension (63 000 ou 90 000 volts). Le surcoût de la technologie souterraine pourrait alors inciter certains opérateurs à envisager un raccordement en aérien, avec des impacts environnementaux supplémentaires ;
- **des pistes et voies d'accès aux éoliennes** : indispensables lors de la phase de chantier, elles permettront la circulation d'engins de travaux publics classiques (pelleuses, camions, toupies à béton, ...) lors de la réalisation des fondations des éoliennes, des tranchées pour les câbles, des cabines et du poste de livraison. Mais elles supporteront aussi des transports exceptionnels lors de l'acheminement des pièces constitutives des éoliennes et le passage du matériel de montage (grues). Ces pistes et voies d'accès doivent donc avoir une assise suffisamment robuste pour supporter le poids de ces engins et une géométrie spécifique⁽¹⁾ tant en terme de pentes que de rayons de courbure.

Enfin sont à ajouter aux différents composants précédemment décrits :

- **un espace d'information et de découverte** : il induit une emprise supplémentaire pour permettre l'accueil de véhicules, la mise en place de panneaux d'information, ... Dans l'état actuel de la relative rareté des parcs éoliens, de tels espaces se justifient et présentent un réel intérêt pédagogique et informatif. Avec le développement des projets éoliens, le caractère systématique d'un tel espace pourrait être remis en question ;
- **une emprise pour le chantier** correspondant à l'aire de montage des éoliennes et à la zone de déplacement et de manœuvre des engins de travaux publics et, pour les plus conséquents, des grues. Le chantier une fois achevé, cette emprise pourra faire l'objet d'une remise en état. Il s'agit donc d'une occupation temporaire du sol qui peut néanmoins avoir des impacts sur la végétation et la faune.

⁽¹⁾ « A titre d'exemple, le montage du parc éolien de Sallèle-Limousis (Aude) a nécessité l'emploi d'une grue de 400 tonnes pour le levage des 50 tonnes de chaque nacelle. Ce type de grue n'étant pas conçu pour une utilisation tout-terrain, la pente de la piste d'accès ne devait pas dépasser 5 % » extrait du Schéma Régional Éolien du Languedoc-Roussillon.

- Une question peut être posée quant à la prise en compte au niveau environnement **des travaux de renforcement du réseau électrique public existant** induit par un projet éolien, dans le cadre de ce dernier.

Ces travaux de renforcement peuvent avoir des impacts sur l'environnement et les paysages significatifs s'ils consistent en des extensions de poste électrique, en la reconstruction ou la réalisation de ligne électrique.

Mais cette prise en compte est confrontée à plusieurs difficultés :

- Ces travaux, aujourd'hui à la charge de l'opérateur du parc éolien, sont réalisés par le gestionnaire du réseau qui en assurera la maîtrise d'œuvre en tant que concessionnaire. Celui-ci dépend du réseau sur lequel sera raccordé le parc éolien et donc la puissance de ce dernier :
 - ♦ lorsque la puissance est inférieure à 10 MW, le raccordement se fait en moyenne tension (HTA) : le gestionnaire est alors EGS (Électricité de France - Gaz de France - Services),
 - ♦ lorsque la puissance est supérieure à 10 MW, le raccordement se fait en haute ou très haute tension⁽¹⁾ : le gestionnaire est alors RTE (Réseau de Transport d'Électricité⁽²⁾).

Une prise en compte environnementale du renforcement du réseau supposerait donc un étroit travail de coordination entre l'opérateur du parc éolien et le gestionnaire du réseau.

- Ces travaux peuvent impliquer des territoires géographiques étendus (dans le cas d'une ligne électrique) voire dissociés et éloignés de la zone géographique d'implantation du parc éolien (dans le cas d'un poste source). En outre, certains travaux peuvent être considérés comme relevant plus de la gestion du réseau que comme étant induits **directement et uniquement** par un projet donné.
- Enfin, les procédures de ces travaux, notamment à partir de la haute tension, sont spécifiques, plus complexes et souvent plus longues que celles auxquelles sont soumises les éoliennes (*cf. point suivant*).

⁽¹⁾ Pour une puissance comprise entre 10 et 40 MW, le raccordement se fait en 63 000 ou 90 000 volts (haute tension ou HTB) ; au-delà de 40 MW, les installations sont raccordées en 225 000 volts (très haute tension - THT).

⁽²⁾ Pour la Bretagne : RTE - TEO (Réseau de Transport d'Électricité - Transport Électricité Ouest).

3.3 Contexte réglementaire

- Compte tenu des caractéristiques des éoliennes dans ce type de projet (plus de 12 m de hauteur), ce dernier est subordonné à l'obtention d'un permis de construire⁽¹⁾ ⁽²⁾. Ce permis de construire ne peut être délivré que si le projet est conforme aux règles et servitudes d'urbanisme. Au-delà des prescriptions ou des sujétions de portée nationale, un document d'urbanisme local (POS ou PLU) peut préciser les règlements applicables à la commune sur laquelle est prévu le projet de parc éolien :
 - dans le cas des PLU, l'implantation des éoliennes, considérées comme installation d'intérêt général, est autorisée, sauf interdiction explicite,
 - dans les anciens POS, les éoliennes ne sont autorisées que si elles sont nommément citées dans la liste des constructions et installations acceptées au sein de la zone en question. Dans le cas contraire, une modification ou une révision du document (avec enquête publique) est nécessaire.
- A l'appui du permis de construire, l'étude d'impact peut être considérée comme systématiquement requise, dans la mesure où la puissance installée dans ce type de projet est (presque) toujours supérieure à 2,5 mégawatts. **Cette étude d'impact porte sur l'intégralité du projet lorsque celui-ci comprend plusieurs tranches.**
- De même, au regard des caractéristiques des aérogénérateurs qui dépassent sensiblement la hauteur de 25 m, ce type de projet doit être précédé d'une enquête publique⁽¹⁾ soumise aux prescriptions du chapitre III du titre II du livre Ier du code de l'environnement (enquête publique dite « Bouchardeau »).
- En outre, ces projets sont soumis aux procédures administratives en matière d'archéologie préventive, telles qu'elles sont définies par le décret n° 2002-89 du 16 janvier 2002.

⁽¹⁾ Article 59 - paragraphe I de la loi n° 2003-8 du 3 janvier 2003 relative aux marchés du gaz et de l'électricité et au service public de l'énergie.

⁽²⁾ Le permis de construire est délivré au nom de l'État par le Préfet (articles R 490-3 du code de l'urbanisme) dans la mesure où il s'agit d'installations de production d'électricité qui n'est pas destinée à une utilisation directe par le pétitionnaire.

- En outre, en fonction de leur localisation géographique et de la hauteur des aérogénérateurs les composant, ces parcs éoliens terrestres peuvent relever de réglementations et de protections spécifiques telles que celles instaurées par :
 - la loi n° 86-2 du 3 janvier 1986 relative à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral, et notamment les articles L 146-2 (coupure d'urbanisation) et L 146-4-II (espaces proches du rivage) qu'elle institue dans le code de l'urbanisme,
 - les articles L 341-1 à L 341-15 du code de l'environnement sur les sites protégés (sites inscrit et classé),
 - la loi du 31 décembre 1913, modifiée par la loi du 25 février 1943, sur les monuments historiques,
 - le code de l'aviation civile et l'arrêté ministériel du 25 juillet 1990.

- Parallèlement et indépendamment des procédures évoquées précédemment, l'opérateur doit adresser au ministère chargé de l'énergie :
 - une demande d'autorisation d'exploiter (pour les parcs totalisant plus de 4,5 MW) ou une déclaration d'exploitation (pour les parcs de puissance inférieure à 4,5 MW) : dans cette procédure, il s'agit d'examiner la capacité de l'opérateur à mener son projet à terme ;
 - une demande de certificat d'obligation d'achat : celui-ci formalise le respect par l'opérateur des clauses associées à l'obligation d'achat par EDF de l'électricité produite.

- Enfin, concernant les câbles (ou lignes) de raccordement du parc éolien au réseau électrique, on peut rappeler, de façon schématique, les procédures exigées :
 - Tension inférieure à 63 000 volts :
 - ♦ permis de construire si les pylônes ont une hauteur supérieure à 12 m et si l'ouvrage a une longueur supérieure à 1 km avec production d'une notice d'impact (dans le cas d'une liaison souterraine, le permis de construire n'est pas requis),
 - ♦ procédure d'approbation du dossier d'exécution (article 49 du décret du 29 juillet 1927),
 - ♦ obtention des accords à l'amiable avec indemnisation en cas de passage sur domaine privé⁽¹⁾.

⁽¹⁾ En souterrain, les ouvrages peuvent passer sur le domaine public (voirie).

- Tension supérieure ou égale à 63 000 volts :
 - ♦ enquête publique avec production d'une étude d'impact⁽¹⁾ (avec éventuellement demande de déclaration d'utilité publique),
 - ♦ permis de construire (non requis dans le cas d'une liaison souterraine) et procédure d'approbation du dossier d'exécution (article 50 du décret du 29 juillet 1927),
 - ♦ obtention des accords à l'amiable avec indemnisation en cas de passage sur domaine privé⁽²⁾.

⁽¹⁾ Les ouvrages de RTE font l'objet d'une large concertation préalablement à la mise à l'enquête publique conformément aux accords passés avec l'État.

⁽²⁾ En l'absence d'accord à l'amiable, une procédure de mise en servitudes peut être engagée sous réserve que l'ouvrage ait été déclaré d'utilité publique.

EXEMPLES DE CENTRALES ÉOLIENNES OFF-SHORE

Centrale off-shore de Tuno Knob au Danemark



4. CENTRALES ÉOLIENNES OFF-SHORE

Si aujourd'hui il n'existe pas de parcs éoliens en service au large des côtes françaises, l'éolien off-shore est régulièrement présenté comme étant promis à un fort développement pour plusieurs raisons :

- des éoliennes de grande puissance existent sur le marché ;
- le vent en mer est à la fois plus important et plus régulier⁽¹⁾ ;
- l'installation off-shore résout les problèmes du foncier et certains impacts environnementaux

Dans ce contexte, avec ses 2 730 km de côtes et sa position géographique à l'extrême ouest du continent européen, la Bretagne dispose d'un potentiel éolien off-shore important.

4.1 Caractéristiques techniques et contexte d'installation

- Il est difficile d'avoir une vision exhaustive des projets éoliens off-shore en France et en Bretagne, et d'en connaître les caractéristiques techniques.

Pour appréhender ces dernières, on ne peut donc que s'appuyer sur les informations relatives aux centrales éoliennes installées au Danemark, aux Pays-Bas, au Royaume-Uni, en Suède ou aux projets déclarés dans ces pays, en sachant que les contextes hydrodynamiques de ces pays sont dans certains cas très différents de ceux de la Bretagne.

Sur les parcs installés dans les années 90, la puissance de chaque éolienne varie de 450 kW à 600 kW, alors que les centrales récentes ou les projets s'appuient sur des aérogénérateurs sensiblement plus puissants : 1,5 MW, 2 MW, voire 3 MW (des prototypes de 3,5 à 5 MW sont même étudiés).

A puissance égale, les éoliennes installées en mer requièrent des hauteurs de mât moindres qu'à terre, correspondant à environ 0,75 à 1 fois le diamètre du rotor suivant les conditions du site (rappel : à terre, les mâts ont une hauteur de 1 à 1,5 fois le diamètre du rotor - cf. *paragraphe 3.1, ci-avant*). Cette différence est due à la rugosité du milieu marin, sensiblement plus faible que sur terre.

⁽¹⁾ Il semblerait que les retours d'expérience des premiers parcs installés en mer au Danemark (Vindeby, Tunoe Knob) indiquent que l'effet d'abri de la terre ferme a été sous-estimé et ce même à des distances de 20 km (source : <http://www.windpower.org> - le 04 avril 2002).



Par contre, comme en milieu terrestre, la quantité d'énergie produite par une éolienne off-shore est proportionnelle à la surface balayée par les pales. Les modèles off-shore des catalogues de constructeurs ont ainsi des diamètres de rotor variant de 60 à 80 m (voire 90 m pour les prototypes) et des hauteurs de mâts allant jusqu'à 60 m.

- Les projets off-shore impliquent des investissements très lourds et une haute technologie. L'amortissement des coûts fixes contribue à accroître la taille minimum de ces projets : plus de 80 à 100 MW.

Ces derniers s'inscrivent pleinement dans l'engagement de la France vis-à-vis de l'Union Européenne d'augmenter la part d'électricité d'origine renouvelable dans la consommation intérieure brute. Mais de par leur coût et leur technologie, ces projets off-shore ne peuvent être portés que par des opérateurs économiques ou industriels, professionnels dans le domaine. En outre, une incertitude subsiste sur le devenir des kilowattheures produits en mer : l'obligation de rachat par EDF de l'électricité produite à partir d'une source d'énergie renouvelable s'applique aux installations de moins de 12 MW.

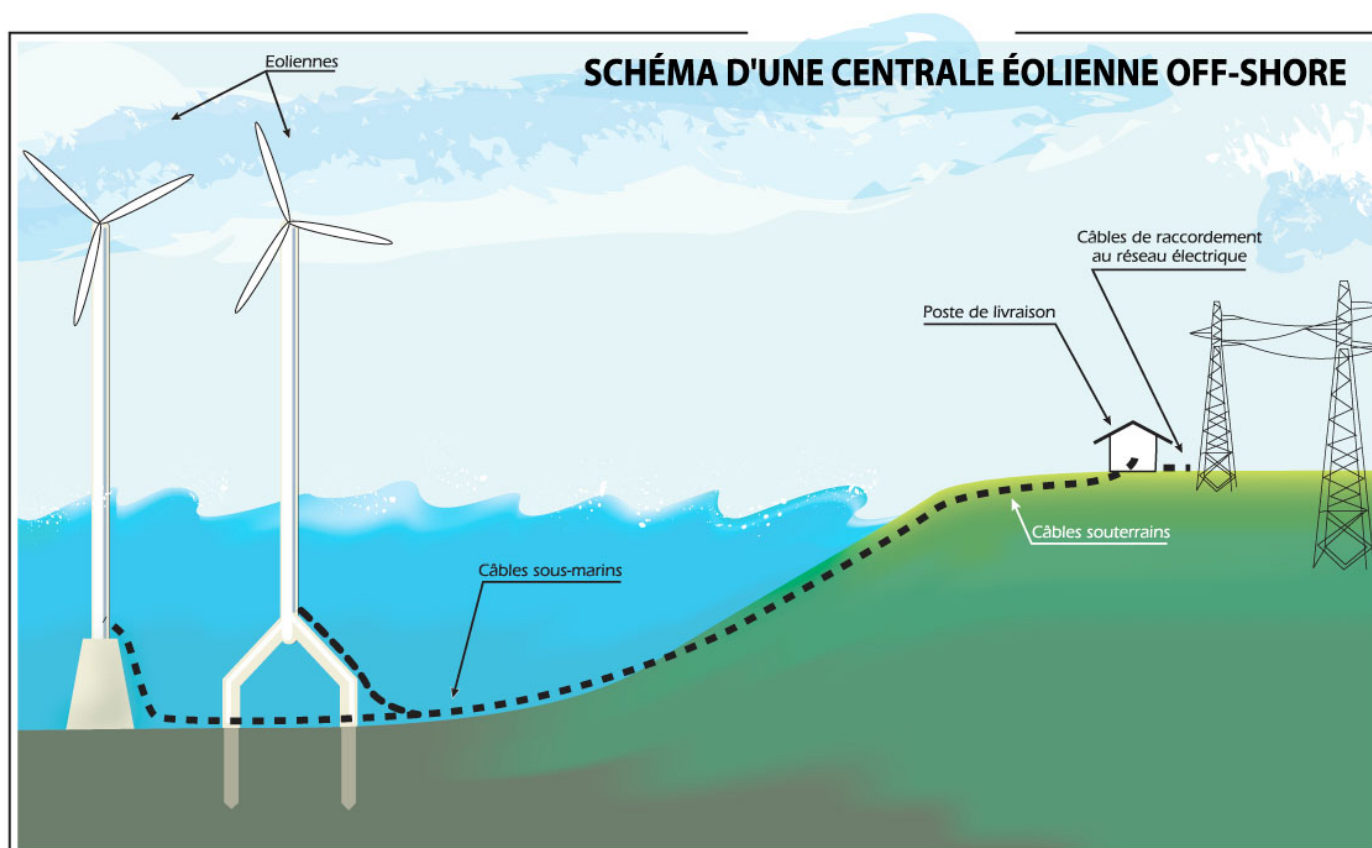
4.2 Consistance du projet

- Encore plus que pour les parcs éoliens terrestres, les centrales éoliennes off-shore comprennent un grand nombre d'éoliennes, notamment pour amortir les coûts fixes d'installation et de raccordement. Les sites en service de Middelgrunden (Danemark) et de Dronten (Pays-Bas) en comptent respectivement 20 et 28 et les projets identifiés tant en France que dans le reste de l'Europe révèlent un accroissement (presque exponentiel) de ce nombre : de 40 à 98 aérogénérateurs par site.

- Dans la consistance d'une centrale éolienne off-shore, il y a lieu de prendre en compte (*cf. schéma ci-après*) :
 - **les éoliennes elles-mêmes et leurs fondations** : concernant ces dernières, 4 types peuvent être distingués⁽¹⁾ :
 - ♦ le caisson en béton : le caisson est construit à terre puis remorqué à son emplacement final où il est rempli de sables et de graviers pour obtenir le poids requis nécessaire au maintien de l'éolienne en position verticale ;
 - ♦ le caisson d'acier : il s'agit, selon une méthode semblable à la précédente, d'installer un tube d'acier sur une « boîte » d'acier placée sur le fond de la mer et de remplir l'ensemble d'olivine (un minéral très dense) ;
 - ♦ le pieux en acier : cette fondation consiste à enfoncer un pilot d'acier de quelques dix à vingt mètres dans le sous-sol marin ;
 - ♦ le trépied : il comprend un châssis de tubes d'acier reliant la base de la tour de l'éolienne à trois pilots d'acier minces enfoncés de dix à vingt mètres dans le fond sous-marin.

Chaque type de fondations présente des avantages ou des inconvénients et se révèle être plus ou moins adapté aux différents environnements marins : les caissons sont intéressants pour des profondeurs relativement faibles (moins de 10 m) alors que le trépied l'est pour les grandes profondeurs (plus de 10 à 15 m) ; le pieux en acier et le trépied ne sont pas soumis aux problèmes d'érosion contrairement aux caissons , ... ;

⁽¹⁾ Source : <http://www.windpower.org> le 4 avril 2002.
KROHN S. 2001 - off-shore Wind Energy : Full Speed Ahead.



- **des câbles sous-marins entre les éoliennes puis vers la terre** : ces câbles peuvent être ensouillés dans les fonds marins ou simplement déposés. Comme pour les parcs éoliens terrestres, ils consistent en des câbles électriques évacuant l'électricité produite et en des câbles téléphoniques permettant de contrôler et de surveiller chaque éolienne ;
- **des câbles souterrains** prolongeant les précédents : le raccordement entre les câbles sous-marins et les câbles souterrains peut nécessiter des équipements particuliers (boîte de raccordement) ;
- **un poste de livraison** de l'énergie, semblable à celui d'un projet terrestre et un câble de raccordement au réseau électrique public : compte tenu de la puissance totale d'une centrale éolienne off-shore, évoquée précédemment, l'évacuation de l'électricité nécessitera de recourir à la haute tension (63 000 ou 90 000 volts) voire à la très haute tension (225 000 volts).

A la différence d'un parc éolien terrestre, il n'existe pas de pistes et voies d'accès aux éoliennes proprement dites ainsi que d'emprise du chantier (à la surface de la mer). Par contre, seront à examiner les impacts directs et indirects tant du chantier que de la centrale elle-même sur les fonds marins. Et l'emprise des installations terrestres (câbles souterrains, poste de livraison) ainsi que leur chantier doivent être prises en compte.

Enfin, le questionnement de la prise en compte au niveau environnement des travaux de renforcement du réseau électrique existant induit par une centrale éolienne off-shore est semblable à celui évoqué pour un parc éolien terrestre (*cf. paragraphe 3.2, ci-avant*).

4.3 Contexte réglementaire

Le cadre réglementaire dans lequel entreraient les centrales éoliennes off-shore se révèle être complexe et mériterait une analyse juridique spécifique et pointue, qui n'entre pas dans le cadre de la présente mission. Toutefois, un certain nombre de points peut être évoqué.

- L'État français a le droit⁽¹⁾ d'exploiter les ressources éoliennes et de réglementer l'implantation des éoliennes sur deux zones maritimes :
 - la mer territoriale dont la largeur a été fixée à 12 milles marins⁽²⁾ à partir des lignes de base (soit environ 22 km) : la souveraineté de l'État s'étend à l'espace aérien ainsi qu'au fond de la mer et à son sous-sol. Le cadre réglementaire français pour le sol et le sous-sol de la mer territoriale est celui du domaine public maritime (DPM)⁽³⁾ ;
 - la zone économique exclusive (ZEE) qui s'étend jusqu'à 188 milles marins⁽⁴⁾ (environ 348 km) au-delà de la mer territoriale : la ZEE n'appartient pas au DPM et bien qu'elle en ait le droit, la France n'a édicté aucun règlement relatif à la mise en place de câbles ou de structures dans sa zone économique exclusive.
- Au sein de la mer territoriale, le code du domaine de l'État prévoit les modalités d'installation d'équipements tels qu'une éolienne dont les fondations s'ancrent dans le sous-sol ou reposent sur les fonds marins, ainsi que les modalités de passage de câbles sous-marins.

De façon générale, un titre domanial d'occupation (assorti d'une redevance) doit être délivré par le Préfet après accord du Préfet maritime. Préalablement à l'obtention de ce titre, le projet off-shore doit faire l'objet d'une étude d'impact⁽⁵⁾ et d'une enquête publique⁽⁶⁾, portant sur l'intégralité du projet y compris lorsque celui-ci comprend plusieurs tranches dans l'installation des éoliennes.

⁽¹⁾ Droits reconnus par la convention des Nations Unies sur le droit de la mer.

⁽²⁾ Largeur fixée par la loi n° 71-1060 du 24 décembre 1971.

⁽³⁾ Loi n° 63-1178 du 28 novembre 1963.

⁽⁴⁾ ZEE créée par la loi n° 76-655 du 16 juillet 1976 et décret n° 77-130.

⁽⁵⁾ Obligation correspondant au dépassement du seuil de puissance de 2,5 mégawatts instauré par l'article 59 - alinéa I de la loi n° 2003-8 du 3 janvier 2003.

⁽⁶⁾ L'implantation d'une centrale éolienne off-shore correspond à un changement substantiel d'utilisation de zones du domaine public maritime, et est donc soumise à enquête publique au titre de l'article L 321-5 du code de l'environnement. Cette obligation de l'enquête publique préalable est confortée par l'article 59 - alinéa I de la loi n° 2003-8 du 3 janvier 2003, dans la mesure où les aérogénérateurs des projets off-shore ont une hauteur supérieure ou égale à 25 mètres. En outre, si le raccordement électrique au continent se fait avec une tension supérieure ou égale à 63 000 volts, celui-ci est également assujéti à une enquête publique de type « Bouchardeau » (décret n° 85-453 du 23 avril 1985).

- Compte tenu de leur importance, les centrales éoliennes off-shore entrent systématiquement dans le champ d'application de la loi sur l'eau⁽¹⁾ et de la nomenclature⁽²⁾ des opérations soumises à autorisation ou déclaration au titre de cette loi :
 - la rubrique 3.3.1 soumet à autorisation les travaux réalisés en contact avec le milieu aquatique et ayant une incidence directe sur ce milieu, d'un montant supérieur ou égal à 1,9 millions d'euros,
 - la rubrique 3.3.2 soumet à autorisation les travaux ou ouvrages réalisés en dehors des ports, « dont l'emprise est supérieure à 500 m² » (rubrique 14 du décret n° 85-453 du 23 avril 1985).

- De façon générale, un projet de centrale éolienne off-shore est, en outre, susceptible d'être concerné par :
 - la loi « littoral »,
 - les dispositions des articles L 341-1 à L 341-15 du code de l'environnement relatifs aux sites inscrits ou classés,
 - des dispositions particulières édictées par un S.M.V.M.⁽³⁾,
 - le code de l'aviation civile et l'arrêté ministériel du 25 juillet 1990.

Enfin, la commission nautique locale (coprésidée par le Préfet et par le Préfet maritime) doit examiner le projet⁽⁴⁾. La consultation de la grande commission nautique est également évoquée pour certains cas.

- L'application du code de l'urbanisme, et notamment ses articles L 421-1 et R 421-1, et l'exigibilité d'un permis de construire sembleraient donner lieu à des interprétations différentes. De même, la question de l'extension du territoire des communes sur le DPM, et en corollaire les questions de leur consultation en cas de projet et de l'assujettissement de ce dernier à la taxe professionnelle, ne semblent pas avoir trouvé un élément de réponse unanime.

⁽¹⁾ Loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau.

⁽²⁾ Nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993 pris pour application de l'article 10 de la loi sur l'eau, modifiée par le décret n° 2001-189 du 23 février 2001.

⁽³⁾ Les Schémas de Mise en Valeur de la Mer, institués par la loi n° 83-8 du 7 janvier 1983 complétée par l'article 18 de la loi « littoral » du 3 janvier 1986, ont valeur de Directive Territoriale d'Aménagement (DTA). Actuellement, en Bretagne, 5 SMVM ont été lancés. Aucun n'a été approuvé.

⁽⁴⁾ Décret n° 86-606 du 14 mars 1986.

- Le cadre législatif de la modernisation et du développement du service public de l'électricité⁽¹⁾ prévoit :
 - une planification de la production : « le ministre chargé de l'énergie arrête et rend publique la programmation pluriannuelle qui fixe les objectifs en matière de répartition des capacités de production par source d'énergie primaire et, le cas échéant, par technique de production et par zone géographique » : cet outil de programmation apparaît important notamment pour les centrales éoliennes off-shore d'une grande ampleur, mais les questions quant à son élaboration et sa mise en œuvre restent nombreuses ;
 - l'autorisation d'exploiter, déjà évoquée pour les parcs éoliens terrestres (*cf. paragraphe 3.3, ci-avant*) ;
 - la possibilité de lancer des appels d'offre dont le cahier des charges pourrait devenir un moyen de réguler ou d'orienter l'implantation des projets.
- Enfin, les raccordements au réseau de ces centrales font l'objet de procédures qui ont été rappelées dans le paragraphe 3.3 précédent.

⁽¹⁾ Loi n° 2000-108 relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité.

TROISIÈME PARTIE

PROBLÉMATIQUES ENVIRONNEMENTALES POSÉES EN FONCTION DE LA TYPOLOGIE PRÉCÉDEMMENT DÉFINIE



1. PROBLÉMATIQUES ENVIRONNEMENTALES DES ÉOLIENNES INDIVIDUELLES DE PETITE OU MOYENNE PUISSANCE

1.1 Une réflexion environnementale amont sur le choix du site absente ou réduite

Dans le cas de projet individuel, il apparaît clair que le choix du site d'implantation de l'éolienne sera le résultat de la prise en compte de critères d'abord fonciers et techniques.

Et ces critères ne laisseront, en fonction des cas, qu'une marge de manœuvre et de possibilités d'aménagement du projet souvent réduite.

En outre, une réflexion environnementale amont sur un tel projet suppose une sensibilité et une information de l'opérateur qui n'est pas acquise d'emblée et qui suppose un accompagnement et des conseils par une personne compétente.

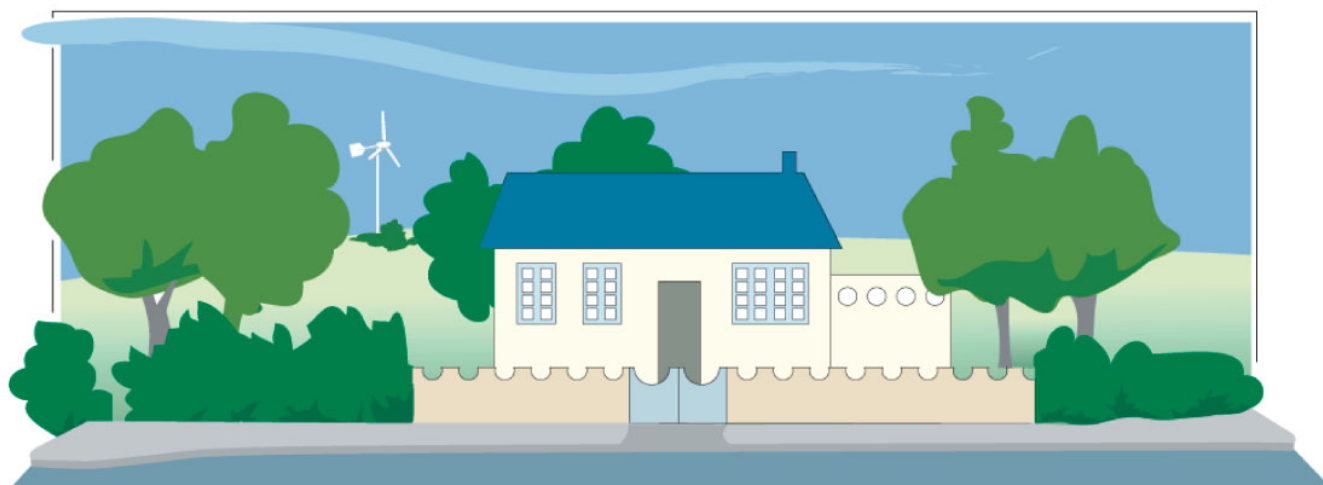
Cet aspect de choix du site peut prendre une acuité particulière dans le cas des îles et îlots au regard des formations végétales présentes et des espèces d'oiseaux les fréquentant (*voir ci-après*).



DEUX EXEMPLES D'IMPLANTATION D'ÉOLIENNES INDIVIDUELLES



L'insertion visuelle de l'éolienne est peu favorisée par un positionnement en premier plan par rapport au bâti, une couleur peu discrète, l'aspect disparate des éléments implantés sur la parcelle, etc.



Une meilleure intégration de l'objet dans le paysage est liée notamment au respect du recul par rapport à la voie, à la prise en compte de la trame végétale existante.

1.2 Des incidences concernant essentiellement le cadre de vie et le paysage

- De telles installations concernent, en priorité, le cadre de vie et le paysage.

Le cadre de vie intègre à la fois les aspects « impacts visuels de proximité » et « nuisances sonores ».

Ce type d'éolienne correspond à des infrastructures moins présentes visuellement dans l'espace. Néanmoins, les porteurs de tels projets étant pour l'essentiel des particuliers, elles seront installées plus fréquemment à proximité de l'habitat. L'impact visuel sera d'autant plus important que les éoliennes seront disparates, de couleur vive, implantées sans prise en compte du contexte paysager local (vues existantes, topographie, typologie du bâti ...).

Les puissances acoustiques sont, a priori, plus faibles que pour un aérogénérateur de parc éolien mais les distances de recul entre la source sonore et les habitations étant moindres, de tels projets pourraient ne pas respecter la réglementation sur les bruits de voisinage⁽¹⁾.

En perception semi-éloignée à éloignée, on peut admettre qu'une éolienne individuelle de petite puissance n'a pas, sauf localisation particulière, d'impacts majeurs. En effet, la relative faible hauteur de ces éoliennes génère :

- une zone d'influence visuelle réduite,
- une possibilité plus aisée de les intégrer dans le paysage en s'appuyant sur la trame végétale ou le bâti existant, le relief.

Par contre, la démultiplication de tels projets, à laquelle peut contribuer la dispersion de l'habitat en Bretagne, dans des espaces ouverts et/ou non reliés à des ensembles bâtis existants pourrait aboutir à une modification des caractéristiques paysagères d'un secteur. Les éoliennes contribueraient à y créer des points d'appel supplémentaires venant « s'ajouter » aux différents objets ponctuels existants dans le paysage actuel (lignes électriques, antenne de télécommunication ...).

⁽¹⁾ Concernant les nuisances sonores, la réglementation en vigueur impose qu'un bruit particulier associé à un aménagement ou à une infrastructure ne génère pas d'augmentation du bruit ambiant supérieure à 5 dB (A) le jour et 3 dB (A) la nuit (décret n° 95-408 du 18 avril 1995).

- Le caractère ponctuel et localisé de ce type d'éolienne, sa moindre importance à la fois en terme de hauteur et de poids permettent de considérer que ce type d'installation affecte peu le milieu physique, la végétation et la faune :
 - les problématiques de fondations se posent avec une acuité moindre que pour une grosse turbine de 900 kW ou 1 500 kW ;
 - l'emprise du chantier puis de l'installation elle-même est circonscrite ;
 - le caractère isolé et la hauteur réduite de l'éolienne ne devraient se traduire que par des impacts peu importants pour l'avifaune.

1.3 Des problématiques naturalistes pouvant se poser avec une acuité plus forte dans le cas de projets sur des îles et îlots

Les îles et îlots bretons abritent souvent une végétation, une flore et une faune à haute valeur patrimoniale qui trouvent dans ces espaces les conditions de leur maintien (habitats, moindre pression des activités humaines, moindre dérangement, ...).

Sur ces îles et îlots, lorsqu'ils sont habités, les éoliennes peuvent être un élément de réponse à l'approvisionnement électrique au même titre que le photovoltaïque sur les îles de la côte sud. Mais elles peuvent alors avoir des impacts sur des formations végétales ou vis-à-vis de certaines espèces d'oiseaux (oiseaux marins notamment) significatifs compte tenu de leur rareté.

2. PROBLÉMATIQUES ENVIRONNEMENTALES DES PARCS ÉOLIENS TERRESTRES

2.1 Des impacts potentiels qui sont pour certains spécifiques et pour d'autres non spécifiques aux éoliennes

- **Les impacts non spécifiques aux éoliennes**, sont ceux qui sont liés à la phase de chantier et ceux qui sont liés à l'emprise du parc éolien.

Les impacts liés à la phase de chantier⁽¹⁾, pour certains temporaires, concernent :

- les risques de pollutions aquatiques (entraînement de fines dans des cours d'eau voisins, pollutions accidentelles par des hydrocarbures, ...);
- la destruction - partielle ou totale - du couvert végétal naturel et la perturbation de la faune associées à l'emprise du chantier : cette emprise correspond à l'accès au chantier et aux zones de manœuvre et de retournement des convois, et surtout à l'aire de montage des éoliennes. Cette dernière est très variable et dépend notamment du diamètre du rotor. Ainsi, l'aire d'assemblage pourra varier de 1 500 m² pour des rotors de 40 m de diamètre à plus de 7 000 m² pour des rotors de 80 m de diamètre ;
- la nécessité d'aménager la voirie ou de créer des pistes d'accès permettant le passage des semi-remorques amenant les composants des aérogénérateurs : ces convois supportent des poids importants (à titre indicatif, la nacelle d'une éolienne de 2 MW peut dépasser 60 tonnes) et ont des longueurs conséquentes quand il s'agit du transport des pales du rotor. Ces convois impliquent des géométries routières adaptées et des chaussées aptes à les supporter ;
- le bruit et les nuisances associées à la circulation de camions (et notamment les toupies de béton) et au fonctionnement des différents engins sur le site ;
- la gêne à l'activité agricole et la perte de productions végétales associées à l'emprise du chantier, lorsque celui-ci se déroule en zone agricole.

Les impacts permanents liés à l'emprise du parc éolien dépendent du contexte de l'occupation des sols dans lequel le projet s'inscrit. L'implantation des parcs éoliens terrestres jusqu'à présent en zone rurale concerne :

- la végétation, la flore ainsi que la faune par le biais de la destruction d'habitat ;
- l'activité agricole par le prélèvement direct et par, éventuellement, la gêne aux travaux agricoles.

En sus, cette emprise peut affecter des gisements archéologiques.

⁽¹⁾ Ce chantier, qui peut être conséquent pour des aérogénérateurs de forte puissance et de grande taille, s'apparente aux chantiers d'élévation de certains pylônes de ligne électrique à très haute tension, de certaines antennes de télécommunication, ...



Il est important de rappeler que par emprise de parc éolien, doivent être entendues les surfaces directement occupées par les éoliennes et leur fondation, les cabines et bâtiments annexes, la voirie d'accès mais également les surfaces perturbées par d'éventuels mouvements de terre pour réaliser des plates-formes d'implantation des aérogénérateurs sensiblement horizontales.

- **Les impacts spécifiques aux éoliennes** sont liés à leurs caractéristiques particulières et notamment leur hauteur et le mouvement de rotation des pales.

En premier lieu, les éoliennes sont des obstacles élevés et peuvent de ce fait affecter des **activités** :

- **de transport, de défense et de loisirs aériens,**
- **de transmission d'ondes** (qu'elles soient radio ou TV ; qu'elles soient civiles ou militaires ; qu'elles soient publiques ou privées).

En second lieu, les parcs éoliens peuvent être à l'origine **d'impacts directs sur l'avifaune**. Ceux-ci consistent en des risques de collision des oiseaux avec les aérogénérateurs.

En troisième lieu, deux nuisances sont régulièrement évoquées à propos des éoliennes :

- **le bruit** : dans le cas d'une éolienne, celui-ci est la somme de trois bruits. Deux d'entre eux ont une origine aérodynamique. Il s'agit, en premier lieu, du frottement de l'air sur la tour et sur les pales fixes. Ce premier bruit est le seul à être perceptible lorsque l'éolienne ne fonctionne pas, c'est-à-dire aux très faibles vitesses du vent. Le second bruit aérodynamique intervient lorsque l'éolienne est en production et correspond au frottement des pales dans l'air lorsqu'elles tournent. Enfin, le troisième bruit a une origine mécanique liée au frottement des composants métalliques les uns contre les autres au niveau de la nacelle (générateur, boîte de vitesse, ..) ;
- **la projection d'ombres et l'effet stroboscopique** : lorsque le soleil est visible, l'éolienne projette, comme toute structure élevée, une ombre sur le terrain qui l'entoure. En outre, les pales en traversant la lumière du soleil créent un effet stroboscopique (effet d'éclairs réguliers).

Enfin, les parcs éoliens terrestres ont essentiellement des **impacts visuels** et concernent donc de ce fait le paysage (*voir paragraphe suivant*) et, en fonction de la localisation du projet, d'éventuels sites d'intérêt touristique et/ou patrimoniaux (patrimoine protégé ou pas).

2.2 Des impacts paysagers spécifiques et complexes

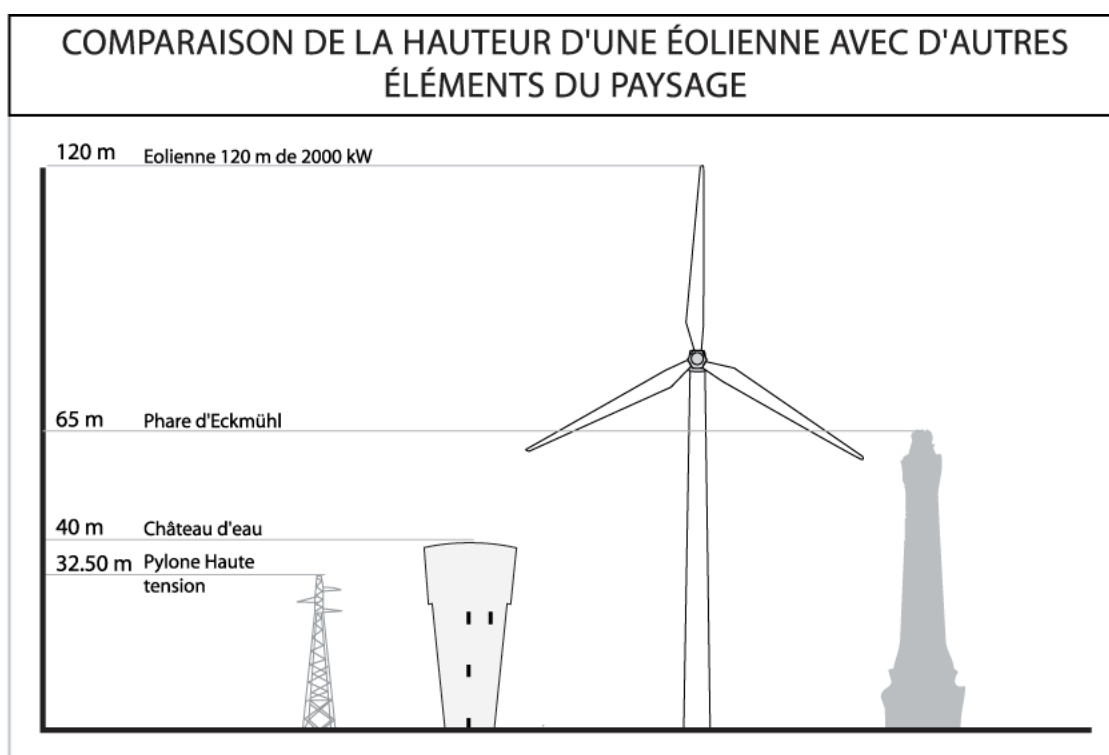
➤ Des problématiques visuelles

Le « ressenti » face à un paysage dépend de données objectives (liées à l'organisation des paysages, le relief, l'occupation des sols ...) et subjectives (liées à la culture, aux références, aux sensibilités propres à chaque individu).

De manière objective, les éoliennes constituent des points d'appel prégnant dans le paysage de part :

- leur hauteur,
- leur couleur claire,
- le mouvement des pales qui attire le regard.

Les zones depuis lesquelles les éoliennes sont perceptibles (zones d'influence) sont le plus souvent très étendues pouvant aller dans des cas très particuliers jusqu'à une vingtaine de kilomètres environ selon le site d'implantation des éoliennes et leur hauteur, mais se limitant le plus souvent à une dizaine de kilomètres. Au sein de ces zones, elles peuvent générer une « concurrence visuelle » avec d'autres éléments du paysage.



➤ Des problématiques d'identité paysagère

La présence de plusieurs éoliennes sur un site peut modifier les caractéristiques paysagères de ce dernier et le « ressenti » face au paysage perçu.

Compte tenu de la qualité plastique des éoliennes actuelles, de l'image moderne qu'elles renvoient, un parc éolien peut générer une image positive et attractive, voire contribuer à la requalification d'un site banal ou dégradé. Dans ce cas, les éoliennes constituent des éléments de structuration et de composition du paysage.

A l'inverse, un développement non raisonné de parcs éoliens, leur implantation dans un site peu propice peuvent contribuer à banaliser ce dernier. Les éoliennes constituent alors des éléments perturbateurs du paysage.

La « capacité » d'un paysage à recevoir un projet éolien dépend de la combinaison de plusieurs facteurs :

- les caractéristiques paysagères du site d'implantation,
- le projet éolien (hauteur des éoliennes, nombre, organisation spatiale),
- l'existence d'une adéquation ou non entre le projet et son site d'implantation.

PERCEPTION SEMI-ÉLOIGNÉE A PROCHE (suite)



La présence de plusieurs champs d'éoliennes en covisibilité, générera une mutation conséquente du paysage.



➤ **Des problématiques dont l'importance varie avec la position de l'observateur**

En perception lointaine⁽¹⁾, les éoliennes font partie du paysage d'ensemble perçu.

En fonction des conditions météorologiques, de la lisibilité du paysage ou de la complexité de ce dernier, la prégnance des éoliennes est variable. C'est seulement lors d'une observation attentive du paysage que le regard de l'observateur peut être attiré par les éoliennes, de la même manière que par tout élément ponctuel de dimension importante (château d'eau, immeuble ...). Mais le regard s'attarde peu et passe d'un point d'appel à un autre en suivant les lignes de force du paysage. En outre, en perception lointaine, de nombreux obstacles situés à une grande distance de l'observateur peuvent contribuer à limiter toute perception des éoliennes.



Les éoliennes constituent des points d'appel du paysage d'ensemble au même titre que tout autre élément ponctuel de grande dimension (château d'eau, silo, clocher, etc.).

⁽¹⁾ Sans aller jusqu'à une normalisation stricte, on peut considérer que les perceptions lointaines concernent des distances supérieures à 5 km, les perceptions semi-éloignées des distances de 3 à 5 km et les perceptions proches des distances de 1 à 3 km par rapport au projet. Ces valeurs indicatives sont à adapter au projet et aux paysages dans lesquels il s'inscrit.

En perception semi-éloignée à proche⁽¹⁾, les éoliennes marquent alors fortement le paysage et la composition d'ensemble du parc éolien est importante. En outre, la prégnance des éoliennes s'accroît avec le rapprochement de l'observateur du site d'implantation. L'inscription des éoliennes dans le paysage est sensible à :

- la prise en compte des composantes et de l'organisation générale du paysage :
 - le respect des limites naturelles et des lignes de force, notamment les lignes de crêtes.
 - la lisibilité ou non du paysage : un paysage ayant une occupation du sol relativement homogène, comprenant peu d'éléments perturbateurs dispersés, des lignes de force facilement identifiables présente une cohérence globale sensible à l'intrusion de tout élément nouveau. Néanmoins, cet élément contrastant peut, dans certains cas, souligner et valoriser les caractéristiques paysagères d'un site.
A l'inverse, un paysage peu lisible, caractérisé par la coexistence d'éléments divers est moins sensible à l'intrusion d'un élément nouveau, sous réserve que ce dernier ne nuise pas à l'équilibre existant (équilibre des masses, volumes, ...). Dans certains cas, cet élément nouveau peut aider à recomposer un site sans identité forte et devenir un outil de recomposition.
 - le degré « d'anthropisation » du paysage : la mise en place d'un projet éolien dans un site peu anthropisé modifiera plus fortement l'identité paysagère du secteur concerné,
 - le degré d'ouverture ou de fermeture du paysage : ce degré influencera les possibilités de perception du projet éolien,
- l'organisation spatiale des éoliennes : même si cette organisation spatiale n'est pas toujours perceptible selon les points de vue de l'observateur, elle peut participer à souligner, à renforcer la compréhension et la lisibilité du paysage,
- le rapport existant entre l'échelle du site et celle du projet (hauteur des éoliennes, nombre d'éoliennes),
- la prise en compte de la fréquentation et des modes de découverte des sites (perceptions depuis les routes, sites fréquentés ...) : un projet éolien sera d'autant plus perceptible qu'il se situe à proximité d'espaces habités, de sites fréquentés (sites touristiques), d'axes de circulation importants (2 x 2 voies, voie ferrée),
- l'existence ou non de plusieurs projets éoliens dans un même secteur : la modification de l'identité d'un paysage sera d'autant plus importante que les parcs éoliens sont nombreux.

⁽¹⁾ Sans aller jusqu'à une normalisation stricte, on peut considérer que les perceptions lointaines concernent des distances supérieures à 5 km, les perceptions semi-éloignées des distances de 3 à 5 km et les perceptions proches des distances de 1 à 3 km par rapport au projet. Ces valeurs indicatives sont à adapter au projet et aux paysages dans lesquels il s'inscrit.

PERCEPTION SEMI-ÉLOIGNÉE A PROCHE

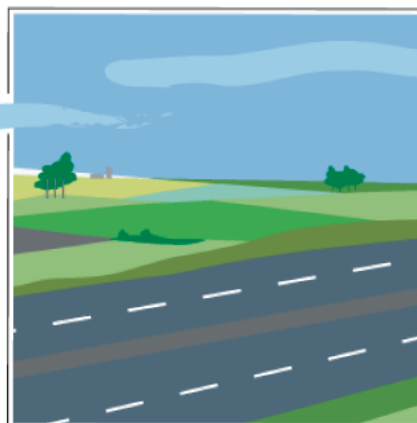


L'organisation spatiale et l'implantation des éoliennes sont très importantes en perception semi-éloignée à proche : une organisation spatiale simple, facilement identifiable par l'observateur et respectant les lignes de force du paysage permet généralement une meilleure insertion des éoliennes et une harmonie d'ensemble.

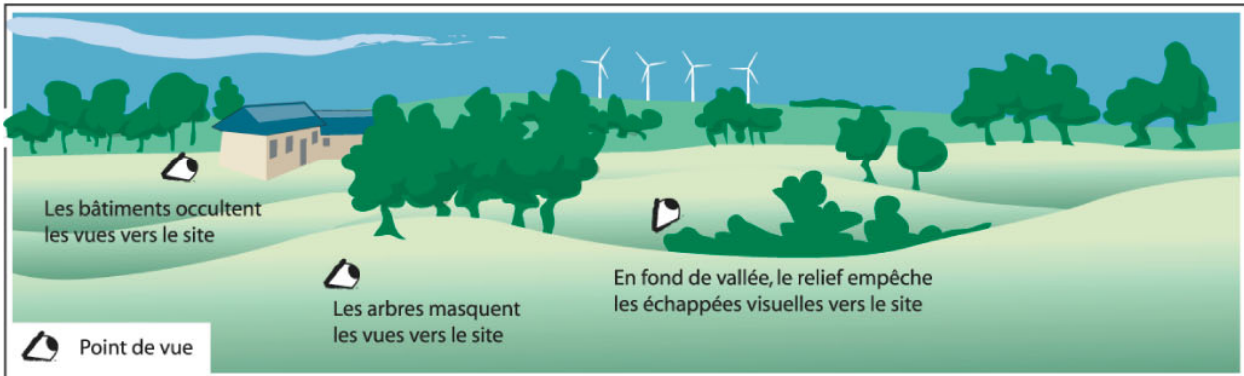


Les caractéristiques paysagères du site peuvent favoriser ou non l'inscription des éoliennes dans le paysage : l'implantation d'éoliennes dans un paysage très perturbé nuit à l'image qualitative des éoliennes (illustration ci-contre).

L'introduction d'un site « mis en scène » dans un paysage sans identité forte peut au contraire aider à valoriser ce site (illustrations ci-dessous).



PERCEPTION SEMI-ÉLOIGNÉE A PROCHE



Le degré de fermeture et d'ouverture du paysage influence les types de perceptions des éoliennes et leur impact visuel.



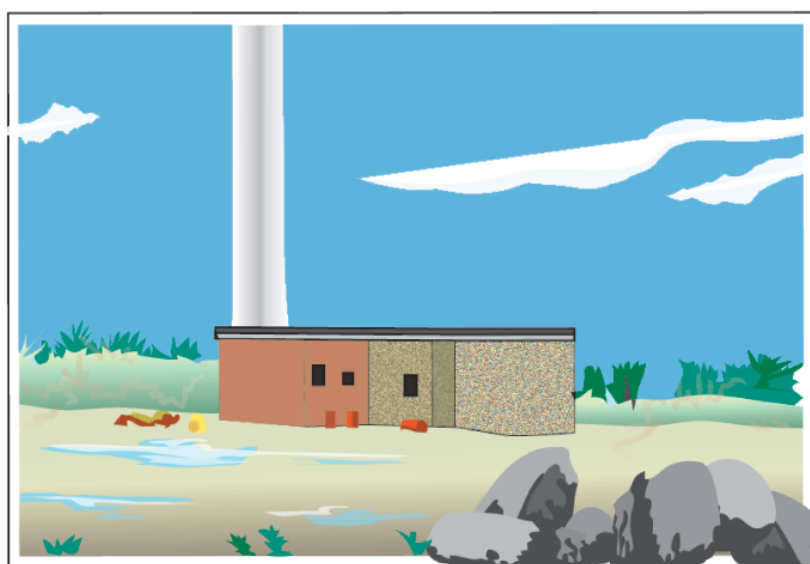
Le degré « d'anthropisation » du paysage ainsi que les rapports d'échelle existant entre les éoliennes et l'espace environnant peuvent valoriser ou au contraire nuire à la qualité du paysage concerné.

L'effet négatif du contraste d'échelle est particulièrement sensible lorsque des éléments bâtis sont présents en premier plan.



En perception de proximité (quelques centaines de mètres), le paysage observé correspond à une vision de détail qui porte sur les éoliennes elles-mêmes et leurs abords. La qualité esthétique des éoliennes, la qualité du traitement des abords immédiats, de l'insertion visuelle du local technique, de l'aménagement de la piste d'accès ... participent à l'image globale du site.

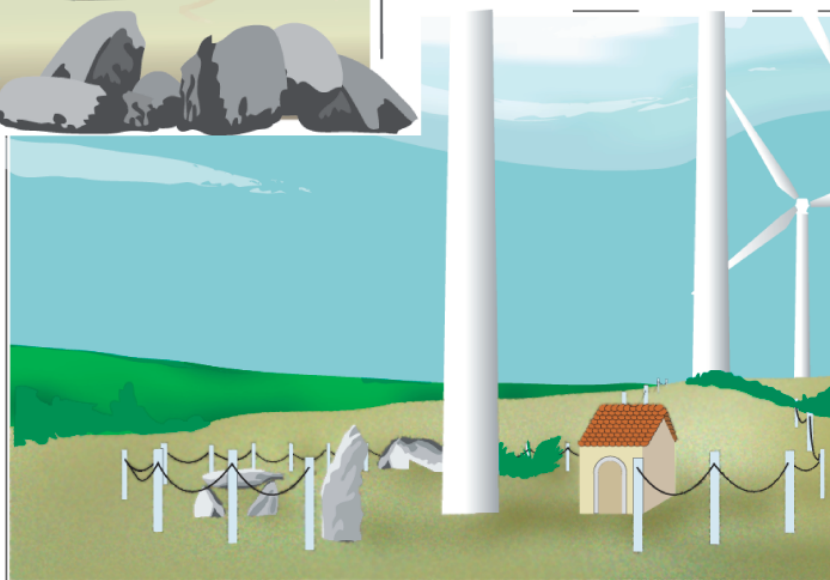
PERCEPTION IMMÉDIATE



La qualité de traitement des abords immédiats des éoliennes participe à l'image globale du site :
Un traitement sobre, respectant les spécificités architecturales locales, intégrant éventuellement un panneau d'information, une aire de stationnement, etc. est à privilégier.

Un traitement peu soigné du pied des éoliennes ne participe pas à une image de qualité du site (schéma ci-dessus) : le site doit être entretenu et le bâtiment doit avoir un aspect homogène (unité des matériaux, etc.).

Un traitement trop sophistiqué du site peut être tout aussi nuisible (schéma ci-contre) : la présence de clôtures, d'aménagements paysagers surchargés, d'un bâtiment aux caractéristiques architecturales hors contexte ne fait que rendre le site plus prégnant.



2.3 Des impacts environnementaux qui, en fonction de leur nature, peuvent faire l'objet de mesures préventives, réductrices ou compensatoires

L'examen des principaux impacts génériques d'un parc éolien terrestre, présentés dans le paragraphe précédent, révèle qu'ils peuvent être, en fonction de leur nature :

- évités ou supprimés et ce notamment par le choix du site éolien, mais également lors de la conception du projet ;
- en tout état de cause et au mieux, seulement réduits ou atténués ;
- ni supprimés ni suffisamment corrigés, et pour lesquels seules des mesures compensatoires peuvent être envisagées.

➤ **Les mesures visant à éviter une contrainte ou une zone sensible** concernent notamment :

- les impacts sur les activités de transport, de défense et de loisirs aériens et les activités de transmission : au-delà des zones où les servitudes interdiront tout projet éolien, la recherche d'un site peut éliminer les zones de contraintes aux abords des aérodromes, les zones réglementées pour la circulation aérienne, ... ;
- les nuisances sur l'habitat et notamment le bruit et l'effet stroboscopique : l'éloignement du parc éolien de l'habitat apparaît être un critère essentiel dans sa localisation. Compte tenu de l'importance de l'habitat dispersé en Bretagne, il est clair que l'écartement de 500 m de toute habitation, régulièrement cité dans la bibliographie (*cf. paragraphe 2.4 ci-après*) comme étant nécessaire pour s'affranchir des principales nuisances sonores, constituera un critère déterminant dans le choix du site et la conception du projet ;
- les impacts visuels vis-à-vis du patrimoine bâti et de sites touristiques majeurs : il est possible de privilégier un projet éolien qui ne soit pas (ou peu) visible depuis ces sites d'intérêt ;

- les impacts sur les formations végétales et la faune : le choix du site éolien peut permettre de s'écarter des secteurs ayant une forte valeur écologique du fait de l'extension de formations végétales d'intérêt. Lorsque cette extension est moindre ou lorsque l'intérêt du site réside dans la présence de stations botaniques circonscrites, la conception du projet peut aisément les éviter et supprimer les impacts du projet en la matière.

Vis-à-vis de la faune et notamment de l'avifaune, et compte tenu de l'état actuel des connaissances (*cf. paragraphe 2.4, ci-après*), un principe de précaution peut consister à s'éloigner des zones d'intérêt ornithologique reconnues pour la nidification et/ou l'hivernage et des grands couloirs de migration ou de déplacement de l'avifaune ;

- les risques de pollutions aquatiques : même si ceux-ci sont en soi plus réduits que pour d'autres chantiers (infrastructures routières notamment), il est clair que l'éloignement de tout cours d'eau, de tout étang, a fortiori de tout point de captage d'alimentation en eau potable constitue une mesure préventive forte face à un risque de pollutions accidentelles.

➤ **Les mesures visant à réduire ou à atténuer les impacts concernent :**

- tout particulièrement le domaine visuel (paysage, sites patrimoniaux, sites touristiques) : on peut aisément affirmer que des éoliennes ont nécessairement un impact visuel et que compte tenu de leur hauteur, celui-ci peut affecter des périmètres étendus à très étendus (*cf. paragraphe 2.2, ci-avant*). Par contre, le choix du site peut déterminer l'importance de ces impacts et les possibilités d'insertion du projet éolien dans le paysage. De même, la conception du projet notamment au regard de la mise en scène du parc éolien, peut contribuer à cette insertion ;
- mais également les différents impacts du chantier : sans entrer dans le détail, de nombreuses dispositions dans l'organisation du chantier peuvent être prises pour réduire les impacts temporaires liés à cette phase du projet (choix de la période de travaux, réduction des emprises des aires de montage des éoliennes, mise en œuvre de « chantiers propres », interdiction de vidange sur site, ...).

Dans une certaine mesure, les impacts acoustiques peuvent également faire l'objet de mesures de réduction : choix d'éoliennes moins bruyantes ou ayant une identité tonale moins marquée, disposition des éoliennes pour mettre à profit des effets d'écrans par la topographie.

- Enfin, pour certains impacts, **seules des mesures compensatoires sont envisageables.**

L'exemple de ce type d'impact est le prélèvement de terres agricoles et la gêne occasionnée aux travaux culturaux, associés à l'emprise du projet et à la présence des aérogénérateurs. Ces impacts peuvent donner lieu à des indemnités financières des exploitants agricoles.

2.4 Des impacts qui sont pour certains mal connus ou difficilement évaluables

Parmi tous les impacts potentiels précédemment examinés (*cf. paragraphe 2.1, ci-avant*), plusieurs d'entre eux renvoient à des connaissances insuffisantes ou à des difficultés méthodologiques d'évaluation.

- **Concernant les impacts sur l'avifaune liés aux risques de collision⁽¹⁾ avec les aérogénérateurs**, le constat est que les références bibliographiques disponibles sont pour la plupart américaines, espagnoles, anglaises, danoises. Les études menées - et achevées - sur le territoire français dans ce domaine seraient au nombre de deux ou trois. Celles que nous avons rassemblées concernent des parcs éoliens dans le Nord - Pas-de-Calais⁽²⁾ et dans l'Aude⁽³⁾. Une étude serait ou aurait été menée dans le Finistère. Mais il n'a pas été possible d'en avoir communication.

Dans ce contexte, transposer des conclusions relatives à des espèces et des sites bien particuliers et peu nombreux nécessite beaucoup de prudence. Cette prudence est d'autant plus indispensable que l'ampleur des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune est fonction de nombreux paramètres :

- les types de milieux présents autour des éoliennes et l'ampleur des modifications des habitats : cet aspect concerne notamment les espèces nicheuses qui pourront être concernées par la destruction des milieux liée à l'installation des éoliennes (impacts temporaires lors du chantier, impacts permanents associés à l'emprise des éoliennes et des équipements connexes) ;
- les espèces présentes aux différentes phases du cycle annuel : les espèces sédentaires finissent par s'habituer, au moins en partie, aux infrastructures aériennes et présentent moins de risque de collision avec une éolienne qu'une espèce migratrice ou de passage ne fréquentant le site que très ponctuellement ;

⁽¹⁾ Des études en Espagne signaleraient des cas de mortalité de chauve-souris par collision avec des éoliennes - JY DESDOIGTS com.personnelle.

⁽²⁾ BRIL B. et VERMESCH G. 1997/1998. Groupe Ornithologique et Naturaliste du Nord - Suivi de l'impact sur l'avifaune de la centrale éolienne de Dunkerque, 24 p.

⁽³⁾ ALBOUY S. et col, 1997 - Suivi ornithologique du parc éolien de Port-la-Nouvelle (Aude) : rapport final, ABIES / GEOKOS consultants / LPO délégation AUDE, 65 p.

- les modalités de déplacement des oiseaux, et ce en fonction des conditions météorologiques : par vent fort, les oiseaux volent plus près du sol alors que par vent faible, ils vont s'élever sensiblement plus. L'influence de la mauvaise visibilité sur la mortalité avienne ne semble pas être clairement établie⁽¹⁾ ;
- les conditions d'implantations du parc éolien en fonction de la topographie, le nombre d'éoliennes et leur disposition les unes par rapport aux autres : un projet éolien placé en resserrement d'un axe migratoire et perpendiculairement à celui-ci est potentiellement plus préjudiciable à l'avifaune,

Aujourd'hui, on commence à disposer d'un certain nombre d'informations sur les grands types d'impacts d'un parc éolien terrestre sur les oiseaux. Par contre, on manque de références spécifiquement bretonnes et de connaissances sur la sensibilité de chaque espèce à ce type d'installation.

Le suivi ornithologique des parcs éoliens existants apparaît donc nécessaire pour accumuler des références et de telles connaissances (constitution d'une banque de données, telle que le propose le rapport final du suivi ornithologique du parc éolien de Port-la-Nouvelle⁽¹⁾).

- **Concernant la projection de l'ombre des éoliennes et les effets stroboscopiques**, nous n'avons trouvé aucune référence bibliographique quant à leurs éventuelles incidences sur la santé.

Concernant la gêne que peuvent occasionner cette projection d'ombre et les effets stroboscopiques, peut-on noter qu'ont été développés des logiciels de calcul qui peuvent :

- indiquer les heures, les jours où un effet stroboscopique est possible, ainsi que la durée de ce dernier. Bien entendu, cette approche quantitative reste théorique dans la mesure où elle ne peut pas intégrer les facteurs météorologiques (présence ou pas de vent, direction de ce dernier, temps dégagé). Tout au plus, une simulation maximaliste peut être faite considérant qu'il y a constamment du soleil, du vent et que l'orientation du rotor suit le mouvement du soleil (! !) ;
- trouver la forme, l'emplacement et l'heure exacte d'une ombre projetée par une éolienne. Mais là aussi, les facteurs météorologiques ne peuvent pas être pris en compte.

⁽¹⁾ ALBOUY S. et col, 1997 - op. cité.

- **Concernant le bruit**, l'évaluation de l'impact d'un parc éolien est confrontée à plusieurs difficultés.

En préalable, il faut rappeler que la réglementation⁽¹⁾ qui régit les bruits de voisinage s'appuie sur la notion d'émergence. Celle-ci correspond à la différence entre le bruit ambiant avant l'implantation du projet et le bruit ambiant après l'implantation du projet.

Cette émergence doit respecter des seuils maximaux de + 5 dB (A) en période diurne (7h - 22h) et de + 3 dB (A) en période nocturne (22h - 7h). A ces seuils s'ajoute un terme correctif qui prend en compte la durée cumulée pendant laquelle le projet est à l'origine de bruit.

Dans ce contexte, les difficultés d'évaluation de l'impact d'un projet éolien sont :

- liées à l'appréhension de l'ambiance sonore du site avant implantation des éoliennes (ce qui correspond à l'état initial du site) : les mesures doivent être réalisées dans des conditions de vitesse de vent inférieure à 5 m/s (18 km/h). En effet, à des vitesses de vent élevées, le microphone du sonomètre devient une source sonore importante perturbant la mesure, en raison de sa fonction d'obstacle à l'écoulement de l'air⁽²⁾. Or les éoliennes se mettent à tourner lorsque le vent atteint environ 4,5 m/s (16,2 km/h) et entrent en production pour des vents de 8 à 15 m/s (30 à 55 km/h). Pour des raisons techniques et réglementaires, les mesures de bruit ambiant ne peuvent donc être réalisées dans les conditions de fonctionnement des éoliennes ;
- liées aux méthodes de simulation de l'impact acoustique : cette simulation impose, en premier lieu, de corriger les mesures acoustiques de l'état initial pour intégrer le bruit du vent indispensable au fonctionnement des éoliennes. Ensuite, la simulation de l'état futur se fait par des calculs qui ne permettent pas de tenir compte avec précision de tous les facteurs du milieu.

Les méthodes de simulation des impacts acoustiques ne peuvent donc intégrer totalement la complexité du terrain et restent de ce fait confrontées à des limites de pertinence.

En outre, la gêne des éoliennes dépend de leur identité tonale. Si cette dernière est fortement affirmée (émission sonore significativement plus marquée dans une longueur d'ondes donnée), le bruit des éoliennes sera plus facilement repéré au sein de l'ensemble des bruits ambiants.

⁽¹⁾ Décret n° 95-408 du 18 avril 1995.

⁽²⁾ Pour ces raisons, la norme NFS 31-010 impose des conditions météorologiques lors des mesures acoustiques in situ.

➤ **Concernant le paysage, les difficultés sont de plusieurs ordres.**

L'identification de la zone d'influence visuelle du projet éolien s'appuie sur une analyse « fine » du relief et de l'occupation des sols. Néanmoins, en l'absence de limites visuelles importantes, il n'est pas aisé d'appréhender à partir de quel secteur l'influence visuelle du projet peut être considérée comme négligeable. La première difficulté est donc de répondre à la question où arrêter le territoire d'examen des impacts du projet ?

Compte tenu de l'étendue de ce territoire, une analyse très détaillée de tous les secteurs depuis lesquels on peut percevoir le projet est peu réaliste. L'analyse « fine » ne peut par conséquent concerner que quelques secteurs précis, les secteurs les plus sensibles car remarquables, fréquentés ...

L'évaluation de l'impact du projet sur l'identité et sur les caractéristiques du paysage concerné peut être appréhendée à partir de l'analyse de ces dernières et des corrélations existant entre celles-ci et le projet éolien. Cette évaluation, qui s'appuie sur des données objectives, ne pourra pas intégrer les dimensions subjectives liées à chaque individu, à sa culture, ...

Un aperçu de l'insertion du projet dans le paysage peut être fourni par des simulations (photomontages, croquis, ...) qui sont réalisées en mettant en œuvre différents outils ou techniques, chacun d'entre eux ayant des limites dans leur pertinence et dans la fidélité de visualisation du projet.

Ces simulations sont nécessairement en nombre limité et ne permettent d'appréhender le projet que depuis certains secteurs. La difficulté est donc de choisir les axes de prise de vue, de façon à disposer d'un panel de situations représentatif des perceptions possibles, en sachant qu'au-delà d'une certaine distance (environ 4 km) la représentation des éoliennes est peu aisée.

Enfin, ces photomontages correspondent à une photographie à un instant t, sur laquelle est positionné le projet éolien. Ils ne peuvent pas rendre compte de facteurs dynamiques, tels que :

- les changements de lumière au cours de la journée et des saisons,
- le balayage du paysage par le regard de l'observateur,
- le mouvement des pales des éoliennes.

➤ **Concernant les transmissions d'ondes, notamment télévision**, l'évaluation des impacts se révèle être également délicate. Au travers des situations constatées sur certains parcs éoliens installés, les risques de perturbation de la diffusion des ondes TV sont parfois difficiles à appréhender.

2.5 Des pistes de réflexion à approfondir

L'analyse des problématiques environnementales des parcs éoliens terrestres précédemment réalisée révèle l'importance du choix et de l'organisation du site éolien pour réduire voire supprimer les impacts notamment vis-à-vis de la végétation et de l'avifaune, de l'habitat (bruit), des activités humaines (aériennes et de communication) et tout particulièrement vis-à-vis du paysage.

Ce choix du site est d'autant plus important que, une fois l'emplacement et l'organisation du parc éolien arrêtés, les mesures de réduction et de compensation d'impacts sont limitées. Ceci est particulièrement net dans le domaine du paysage où les mesures d'accompagnement du projet concerneront essentiellement les éléments techniques connexes à ce dernier.

A partir de là, la poursuite de la réflexion vise à faire des propositions relatives à ce choix de site, selon deux axes :

- une approche territoriale globale pouvant s'appuyer sur une hiérarchisation des espaces,
- une méthodologie d'analyse de sites d'implantation d'éoliennes.

C'est l'objet du rapport 2 de l'étude intitulé « Propositions pour une prise en compte de l'environnement dans les projets éoliens ».

3. PROBLÉMATIQUES ENVIRONNEMENTALES DES CENTRALES ÉOLIENNES OFF-SHORE

3.1 Des impacts potentiels sur deux grands types de milieu

Compte tenu de la consistance d'un projet de centrale éolienne off-shore (*cf. paragraphe 4.2, deuxième partie*), celui-ci a potentiellement des impacts sur deux types de milieux :

- **le milieu marin** : ses composantes qui seront concernées par la centrale éolienne off-shore sont :
 - le milieu benthique⁽¹⁾ subtidal⁽²⁾ et le milieu pélagique⁽³⁾, par l'implantation des éoliennes elles-mêmes et par les câbles sous-marins ;
 - le milieu benthique intertidal⁽⁴⁾, par le passage des câbles sous-marins avant leur arrivée sur la terre.

Mais seront également à prendre en compte la surface de la mer (sur laquelle circulent des bateaux de plaisance, des navires de commerce et une flotte de pêche) et l'espace aérien au-dessus de la mer (utilisé par la navigation aérienne et les oiseaux).

- **les milieux terrestres littoraux** : ceux-ci seront affectés a minima par le passage des câbles souterrains prolongeant les câbles sous-marins et par la boîte de jonction permettant le raccordement entre la liaison sous-marine et la liaison souterraine. Ces milieux terrestres littoraux pourront être concernés éventuellement, en fonction de sa localisation, par le poste de raccordement.

(1) Benthique : relatif aux fonds marins.

(2) Subtidal : relatif à la zone située au-dessous de la zone des marées.

(3) Pélagique : relatif à la pleine mer.

(4) Intertidal : relatif à la zone de balancement des marées (appelée encore estran).



3.2 Les impacts sur le milieu marin subtidal

- Les centrales éoliennes off-shore sont installées dans un milieu dont les **composantes physiques** sont nombreuses et en forte interaction : bathymétrie, marées, courants, agitation de la mer, nature et dynamique des fonds, ...

Certaines de ces composantes constituent des contraintes à l'implantation d'une centrale éolienne en mer mais ne sont pas modifiées par un tel projet. Dans cette catégorie, peuvent être citées la bathymétrie et la nature du socle rocheux sous-marin :

- concernant la bathymétrie, il est intéressant de noter que la plupart des centrales éoliennes off-shore en service ont été implantées par de faibles profondeurs d'eau (inférieures à 10 m). Or en Bretagne, l'isobathe 10 m se situe presque toujours à moins de 5 km de la côte et l'isobathe 20 m à moins de 10 km de la côte ;
- concernant la nature du socle rocheux, celle-ci peut se révéler contraignante notamment dans le cas de fondation de type pieux en acier ou trépied, qu'il est nécessaire d'enfoncer de 10 à 20 m.

A l'inverse, une centrale éolienne off-shore peut avoir un effet, direct ou indirect, sur la dynamique sédimentaire, soit en constituant des « pièges » à sédiments, soit en accentuant des phénomènes d'érosion (y compris au niveau des fondations) par modification des courants. A priori de tels impacts sur la dynamique sédimentaire sont d'autant plus faibles que les profondeurs d'eau sont importantes mais il n'existe pas de retour d'expériences d'installations comprenant de 50 à 100 aérogénérateurs installés sur des fonds marins, compris entre 10 et 20 m de profondeur.

La dynamique sédimentaire sera également à prendre en compte si les câbles sous-marins sont ensouillés et sont destinés à le rester.

- L'implantation d'aérogénérateurs en mer implique une perturbation des **peuplements marins benthiques** :
 - destruction sous l'emprise des fondations et perturbation associée à la phase de chantier : l'ampleur de ces destructions et de ces perturbations dépend notamment du type de fondation. Les techniques basées sur les pieux forés dans le sous-sol marin permettent de réduire l'emprise « au sol » par rapport aux caissons. En effet, pour ces derniers, il est nécessaire de préparer le fond sur une surface plus conséquente ;
 - destruction le long des câbles sous-marins si ceux-ci sont ensouillés, avec augmentation des matières en suspension au moment même des travaux. Si les câbles sont simplement posés, on peut considérer qu'il n'y aura pas ou peu d'impacts négatifs sur la faune et la flore.

En outre, et cela a été constaté sur des centrales éoliennes off-shore danoises, la faune et la flore des fonds recolonisent plus ou moins rapidement les espaces perturbés y compris les fondations. L'état des connaissances imparfait⁽¹⁾ et le manque de retour d'expérience ne permettent pas par contre de savoir s'il y a une influence qualitative sur le repeuplement.

- Concernant **les poissons**, le constat établi pour les peuplements marins benthiques reste d'actualité : les connaissances sont à compléter et surtout aucune information précise n'a pu être trouvée quant à des effets constatés ayant pour origine une centrale éolienne off-shore. Sont évoquées d'éventuelles perturbations dues au bruit et aux champs électromagnétiques (sans qu'aucune référence scientifique ne soit citée).

⁽¹⁾ De façon générale, les connaissances actuelles sur les peuplements sublittoraux sont encore faibles et sont loin de couvrir tout le littoral breton.

3.3 Les impacts sur les mammifères marins et les oiseaux

- Concernant les **mammifères**⁽¹⁾, la seule étude évoquant les effets des éoliennes, dont nous ayons eu connaissance, est celle réalisée par le BEFENE⁽²⁾ et elle concerne la méditerranée. Pour les auteurs de ce rapport, 4 types d'implications que pourraient avoir les éoliennes sur les cétacés sont à prendre en considération :
 - l'influence des ondes électromagnétiques ou électriques sur le comportement et l'orientation des cétacés ;
 - les perturbations par les éoliennes des peuplements marins et des chaînes alimentaires se traduisant soit par des phénomènes d'afflux et de concentration de proies risquant d'attirer certains mammifères marins, soit par destruction d'un site d'alimentation préférentiel ;
 - la création d'entrave aux déplacements des individus vivants et de piège aux cadavres d'animaux de grande taille ;
 - les nuisances liées à la phase de chantier (bruit, intensité du trafic maritime, mise en suspension des sédiments).
- L'extrapolation **aux oiseaux marins** des informations encore partielles rassemblées en milieu terrestre apparaît plus que hasardeuse. Tout au plus, peut-on soupçonner des risques de collision avec les éoliennes et de dérangement. L'étude de BEFENE fournit un certain nombre de réflexions par rapport à ces deux types d'impact.

Le risque de collision est fonction :

- des espèces en jeu, de leur comportement et de leur réactivité : vol en groupe ou isolé, vol au ras des vagues ou plus élevée, plongeon en piqué, ... ;
- des conditions de visibilité : période nocturne ou diurne, beau temps ou brouillard, ... ;
- de certains aménagements ou de la conception de la centrale éolienne qui peuvent aggraver la situation : implantation rapprochée des éoliennes, éclairage nocturne créant des leurres, installation de plates-formes constituant des perchoirs,

Le risque de dérangement peut concerner les zones d'alimentation et les secteurs d'abris vitaux pour de nombreuses espèces.

⁽¹⁾ Aujourd'hui, les espèces de mammifères marins fréquentant les côtes et le milieu marin bretons sont bien connues. Les connaissances restant à acquérir concernent les sites fréquentés, la façon dont ces animaux utilisent leur environnement et ses ressources, et les interactions avec les autres utilisateurs de cet espace, et notamment l'homme (RIDOUX et col, 2000).

⁽²⁾ BEFENE, 1999 - cf. référence détaillée dans l'annexe 1.

3.4 Les impacts sur les activités et sur les moyens de communication

- Les impacts directs sur la **pêche** sont de plusieurs ordres :
 - perturbations du biotope, ayant une incidence sur les peuplements halieutiques (bruit, champ électromagnétique), déjà évoquées précédemment (*cf. paragraphe 3.2*) :
 - perturbation de l'accès à la ressource : restriction voire interdiction d'accès à la zone occupée par la centrale éolienne off-shore, restriction voire interdiction de pêche autour des câbles sous-marins.

Concernant les restrictions d'usage, l'impact d'une centrale éolienne off-shore peut être considéré :

- soit comme négatif : réduction des zones exploitables pour une filière qui est soumise à des difficultés structurelles et économiques ;
- soit comme positif : les zones interdites à la pêche peuvent devenir des cantonnements « réservoirs » contribuant au développement de la ressource.

Le caractère effectif de l'impact - positif ou négatif - dépendra des ressources en jeux et des métiers concernés.

- Les centrales éoliennes off-shore sont susceptibles de concerner voire d'affecter **la navigation maritime**, prise au sens large.

Il est a priori possible de prendre en compte les routes maritimes, les chenaux d'accès aux ports, ... dans la mesure où ceux-ci sont identifiés voire réglementés ou protégés (par l'instauration de servitudes).

Mais même en dehors de ces zones, les installations de centrales éoliennes off-shore seront à l'origine d'impacts sur la navigation en nécessitant la mise en place de restrictions⁽¹⁾ (pouvant concerner notamment la plaisance).

⁽¹⁾ Ces restrictions pourront être dues aux centrales éoliennes elles-mêmes mais également aux câbles sous-marins. Dans ce cas, il s'agira plutôt d'interdiction de mouillage, notamment si les câbles ne sont pas ensouillés.

- Enfin, compte tenu de leur hauteur, les éoliennes off-shore peuvent avoir des impacts :
 - sur la navigation aérienne : zone de vol à basse altitude, abords d'aérodromes situés à proximité des côtes, ... ,
 - sur les moyens de communication et la transmission d'ondes : ce point prend une acuité particulière, encore plus importante en milieu marin qu'en milieu terrestre. En effet, sont susceptibles d'être concernés les émetteurs et les faisceaux hertziens et dans ce cas, des mesures préventives peuvent être prises lors du choix du site. Mais sont également à prendre en compte le fonctionnement des radars, les différents moyens de radiocommunication avec les bateaux, les aides radioélectriques à la navigation et les signaux de sécurité et d'information⁽¹⁾. Concernant ces différents aspects, nous n'avons pu rassembler aucun élément précis sur les impacts potentiels effectifs que pourraient avoir des éoliennes off-shore.

⁽¹⁾ Concernant les phares et balises, les centrales éoliennes off-shore ne doivent pas gêner la perception des signaux, ou perturber leur séquence dans le cas des phares.

3.5 Les impacts sur les milieux intertidaux et terrestres

- Les impacts sur les milieux intertidaux et terrestres sont non spécifiques dans la mesure où ils ont pour origine :
 - la mise en place de câbles enterrés sur le milieu intertidal et sur les milieux terrestres littoraux : les problématiques sont semblables à celles rencontrées pour des câbles de communication ou des interconnexions électriques sous-marins. Au niveau de l'estran, la dynamique sédimentaire est à prendre en compte pour l'enfouissement des câbles de telle manière qu'aucun risque de mise à nu de ces derniers n'existe ;
 - la construction d'un poste de raccordement : il s'agit des problématiques classiques d'incidences d'un bâtiment sur l'environnement ;
 - la réalisation d'un raccordement électrique au réseau existant : ce raccordement, qu'il soit en moyenne, en haute ou en très haute tension, posera des problèmes identiques en tout point à ceux examinés lors des projets de RTE ou d'EGS, soit souterrains, soit aériens.
- Compte tenu de ce caractère non spécifique des impacts, ceux-ci pourront faire l'objet d'une évaluation par analogie, confrontée à des difficultés méthodologiques moindres que pour la partie « marine » du projet.

Sur les espaces les plus sensibles, à savoir l'estran et les milieux terrestres littoraux, les impacts seront exclusivement liés au chantier et consisteront essentiellement en une destruction et une perturbation des peuplements benthiques et de la végétation littorale, dues au creusement de la tranchée et à la circulation d'engins.

Les progrès dans la connaissance des peuplements benthiques intertidaux et des groupements végétaux terrestres permettent d'identifier les formations les plus emblématiques à éviter, la sensibilité des autres formations et d'évaluer la réductibilité des impacts.

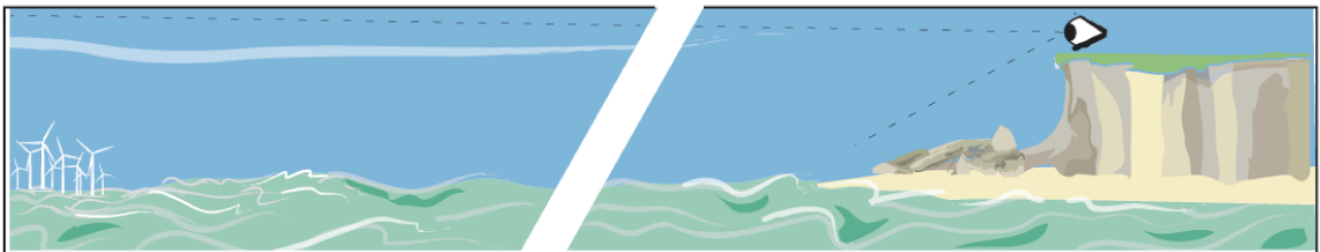
EXEMPLES DE PERCEPTIONS DE PROJETS DE CENTRALES OFF-SHORE

...DEPUIS LA MER

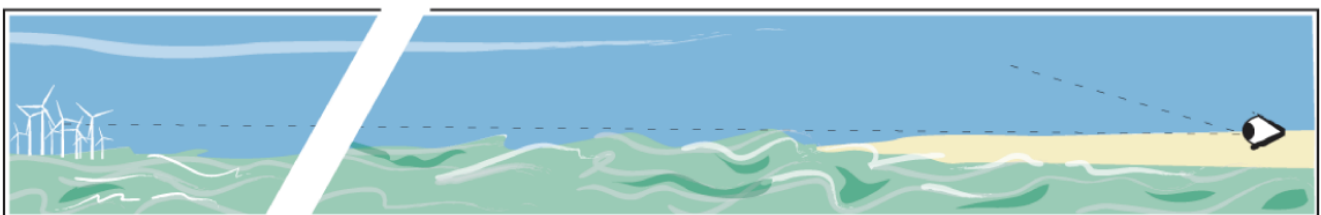


L'importance de la modification des perceptions de la côte depuis la mer et l'effet de « fermeture » du grand large depuis la côte varient en fonction de l'organisation spatiale des éoliennes et de leur implantation.

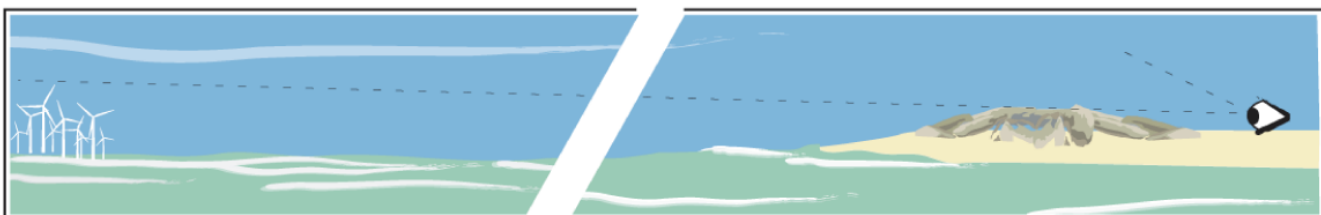
...DEPUIS LA CÔTE



Perception dominante et lointaine depuis une côte haute.



Perception moins lointaine et de niveau depuis une côte basse non rocheuse.



Perception fragmentée depuis une côte basse rocheuse.

3.6 Une problématique paysagère particulière

Le paysage « marin » se caractérise de manière générale, par son aspect ouvert, à dominante horizontale, naturel. C'est un paysage très lisible, sensible à l'intrusion d'éléments nouveaux. Les éoliennes des centrales off-shore constituent des éléments verticaux, au caractère industriel affirmé.

Les principaux impacts paysagers liés aux éoliennes off-shore sont :

- la fermeture du paysage du « grand large » : en fonction de l'étendue du site éolien, de la disposition des aérogénérateurs (en ligne ou en groupe), cette fermeture sera plus ou moins ressentie,
- la modification de l'identité des paysages : compte tenu du caractère industriel des centrales éoliennes off-shore, leur implantation dans un secteur naturel préservé générera une mutation importante de l'identité du paysage concerné,
- la modification de la perception des paysages littoraux.

Ces impacts seront directement liés à la distance existant entre la centrale off-shore et la côte. Ils seront d'autant plus importants que la centrale sera située à proximité du littoral.

Une centrale éolienne off-shore pourra être perçue de manière différente selon la position de l'observateur :

- en mer : en l'absence d'une perception distincte de la côte, les rapports d'échelle sont inexistantes et permettent d'appréhender plus difficilement l'importance de la centrale : hauteur des éoliennes, étendue de la centrale,
- depuis la terre : en fonction du type de côte, l'observateur percevra différemment la centrale off-shore :
 - ♦ depuis une côte basse très découpée et/ou avec de nombreux écueils, les perceptions des éoliennes seront fragmentées,
 - ♦ depuis une falaise haute peu découpée, les vues seront dominantes, offrant de larges panoramas sur la centrale.

3.7 Des pistes de réflexion à approfondir

L'analyse des problématiques environnementales des centrales éoliennes off-shore révèle que ce type de projet concerne :

- des milieux naturels terrestres littoraux et des milieux naturels maritimes : les premiers sont très étudiés alors que les seconds ne sont connus que partiellement et ponctuellement ;
- des activités humaines importantes pour la région mais parfois soumises à des difficultés structurelles ou économiques ;
- des paysages littoraux et marins d'une grande diversité et objets de fortes pressions ;

et qu'on ne dispose à ce jour d'aucun recul et d'aucune référence, extrapolable au contexte breton.

Ce constat montre que les enjeux de l'implantation d'éoliennes en milieu marin sont forts, a fortiori si on intègre la dimension « production d'électricité issue d'énergie renouvelable »⁽¹⁾ et les engagements de la France vis-à-vis de l'Union Européenne d'augmenter la part de cette production.

Dans ce contexte, les réflexions amont de localisation de centrales éoliennes off-shore apparaissent essentielles et les propositions formulées (*cf. rapport 2 intitulé « Propositions pour une prise en compte de l'environnement dans les projets éoliens »*) visent à fournir des éléments de méthodologie pour le choix de tels sites.

⁽¹⁾ Schématiquement, une centrale éolienne off-shore de 50 aérogénérateurs d'une puissance unitaire de 2 MW produira autant que 17 parcs éoliens semblables à celui de Goulien (8 éoliennes de 750 kW soit 6 MW de puissance totale).

ANNEXE

BIBLIOGRAPHIE SOURCES DOCUMENTAIRES



1. BIBLIOGRAPHIE - DOCUMENTS CONSULTÉS

- **Ouvrages généraux sur l'environnement en Bretagne**

- **CASTRIC - FEY et col.**, 2001 - La vie sous-marine en Bretagne, découverte des fonds rocheux, A.D.M.S., Conseil Régional de Bretagne, Ed. Biotope, 176 p.
- **DAT CONSEILS**, 1995 - Réflexions pour une politique régionale sur les paysages en Bretagne, pour le compte du Conseil Régional de Bretagne et DIREN Bretagne, 63 p.
- **DE BEAULIEU F., LE MOIGNE JL.**, 1991 - Nature en Bretagne, éditions Le Chasse-Marée / Ar Men, Douarnenez, 301 p.
- **PRAT B. et col.**, 1995 - Curieux de nature : patrimoine naturel de Bretagne, CERESA et IKKON, pour le compte de la Préfecture de Région et le Conseil Régional de Bretagne, 99 p. + carte.
- **PRAT B. et col.**, 1998 - La Bretagne, des hommes, un territoire : atlas de l'environnement en Bretagne (faits, chiffres et repères cartographiques), CERESA / SÉVAUX et associés / IKKON, pour le compte du Conseil Régional et la Préfecture de Région de Bretagne, 100p.
- **RIDOUX V. et col.**, 2000 - Etude et conservation des mammifères marins de Bretagne, Océanopolis Brest, Conseil Régional de Bretagne, 144 p.

- **Documents, études, articles concernant les éoliennes**

- **Anonyme**, 2001 - Eolien : un dynamisme exceptionnel, le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment, hors série, mars 2001, pp 16 - 18.
- **Anonyme**, 2001 - La production d'énergie éolienne, ADEME, 13 p.
- **Anonyme**, 2002 - Eolien et aménagement du territoire : note de synthèse, ADEME, 7 p.
- **ADEME** - Synthèse du colloque « Enjeux et perspectives de la filière éolienne en France », Brest, les 7 et 8 octobre 1998, 54 p.
- **ADEME** - Synthèse du colloque national éolien « Energie éolienne en France : quelles perspectives à l'horizon 2010 ? », Narbonne, les 7, 8 et 9 décembre 2000, 33 p.

- **ADEME** - fiches de présentation de parc éolien :
 - ♦ Ferme éolienne de Port la Nouvelle, novembre 1994, 4 p.
 - ♦ Parc éolien de Plouarzel (Finistère), 2 p.
 - ♦ Parc éolien de Goulien (Finistère), 2 p.
 - ♦ Parc éolien de Dunkerque (Nord), 2 p.
 - ♦ Parc éolien de Widehem (Pas-de-Calais), 2 p.
 - ♦ Parc éolien de Donzère (Drôme), 2 p.
 - ♦ Parc éolien de Sallèles - Limousis (Aude), 2 p.
 - ♦ Parc éolien de Souleilla (Aude), 2 p.
 - ♦ Parc éolien des Corbières Maritimes (Aude), 2 p.
 - ♦ Parc éolien du Cap Corse (Haute Corse), 2 p.

- **ALBOUY S.**, 1997 - Suivi ornithologique du parc éolien de Port-la-Nouvelle (Aude) : rapport final, ABIES / GÉOKOS Consultants / LPO délégation AUDE, 65 p.

- **BEFENE**, 1999 - Inventaire des contraintes « avifaune et mammifères marins » liées à l'implantation d'éoliennes off-shore sur le littoral de la région Languedoc - Roussillon, pour le compte d'Espace Eolien Développement, 60 p.

- **BRL Ingénierie**, 2000 - Etude du potentiel de développement de l'éolien off-shore en Languedoc - Roussillon : document de synthèse, AME région Languedoc - Roussillon et ADEME, 21 p.

- **DDE du Finistère / SPPP**, 2002 - Charte départementale des éoliennes du Finistère, document de travail (version n° 4) :
 - ♦ volume 1 : objectifs et engagement des partenaires,
 - ♦ volume 2 : éléments d'aide à la décision,
 - ♦ annexes.

- **DIREN de Languedoc - Roussillon**, 2002 - L'énergie éolienne en Languedoc - Roussillon : le schéma régional d'aide à l'implantation des projets éoliens, 7 p.

- **ESPACE ÉOLIEN DÉVELOPPEMENT et BRL Ingénierie**, 1999 - Etude de l'éolien off-shore en Languedoc - Roussillon, AME Région Languedoc - Roussillon et ADEME.

- **ENERGIE - CITES**, 2001 - Les autorités locales et la production d'électricité par éoliennes, ADEME, 66 p.

- **KROHN S.**, 1997 - Off-shore Wind Energy : full speed ahead, 13 p.

- **LE GOFF Ph.**, 2000 - Energie éolienne off-shore en Bretagne, partie 1 : identification de sites, Espace Eolien Développement pour le compte de l'ADEME, délégation régionale de Bretagne, 71 p. + annexes.
- **LEGRAND T.**, 2000 - Suivi environnemental de deux chantiers éoliens en milieu méditerranéen, cahier technique / région Languedoc - Roussillon, AME et Syndicat Mixte de préfiguration du Parc Naturel Régional de la Narbonnaise, 12 p.
- **MAINCENT G. et MICHAUT C.**, 2002 - Dossier technique : Énergies renouvelables, une industrie est née, Environnement Magazine n° 1605, mars 2002, pp 41 - 43.
- **NEAU P. et PAGES J.M.**, 1999 - Guide du porteur de projet de parc éolien, ADEME, 96 p.
- **PAGES J.M., NEAU P.**, 2001 - Manuel préliminaire de l'étude d'impact des parcs éoliens, ADEME, 158 p.
- **REINTEAU B.**, 2002 - Eolien : la France rattrape son retard, le Moniteur du 5 avril 2002, pp 16 - 17.
- **SAINT-JOURS Y. et TALVAT C.**, 2002 - Petites éoliennes : qui aime le vent récolte les kilowatts, La Maison Écologique n° 6 , pp 13 - 22.
- **Systèmes Solaires**, 1996 - Pourquoi et comment installer un parc d'éoliennes dans votre région : guide pratique, ADEME, 26 p.
- **SOLER F., MARTINEAU V.**, 2000 - Schéma Régional Éolien, DIREN Languedoc - Roussillon, 88 p.
- **SOLER F., MARTINEAU V.**, 2000 - Schéma Régional Éolien : document de synthèse, département de l'Aude, 15 p.
- **Études d'impact de projets éoliens en Bretagne**
 - **AVEL PEN AR BED**, 2000 - Projet éolien de Saint-Thégonnec - Pleyber-Christ : analyse paysagère, 23 p.
 - **BOUFFORT J.M. et LOOS S.**, 2001 - Implantation d'une centrale éolienne sur la commune de PLOUGRAS (Côtes d'Armor) : insertion paysagère, Espace Éolien Développement, 20 p.

- **ESPACE ÉOLIEN DÉVELOPPEMENT**, 2001 - Centrale éolienne de Plougras (Côtes d'Armor) : étude d'impact, 65 p. + annexes.
- **ESPACE ÉOLIEN DÉVELOPPEMENT**, 2001 - Centrale éolienne de Plouyé : étude d'impact, 73 p. + annexes.
- **POYET B. et ROCHARD Y.**, 2000 - Projet éolien de Saint-Thégonnec - Pleyber-Christ : notice d'impact, Avel Pen ar Bed - éoliennes en Bretagne, 54 p. + annexes.
- **Textes réglementaires et documents relatifs aux procédures**
 - **Directive 2001/77/CE** du Parlement Européen et du Conseil, relative à la promotion de l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables sur le marché intérieur de l'électricité.
 - Code de **l'urbanisme**.
 - Code de **l'environnement**.
 - **Loi n° 2000-108** du 10 février 2000 relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité.
 - **Loi n° 2003-8** du 3 janvier 2003 relative aux marchés du gaz et de l'électricité et au service public de l'énergie.
 - **Arrêté ministériel** fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations utilisant l'énergie mécanique du vent, telles que visées à l'article 2-2° du décret n° 2000-1196 du décembre 2000.
 - **Décret n° 77-1141** du 12 octobre 1977 pris pour l'application de l'article 2 de la loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature.
 - **Décret n° 85-453** du 23 avril 1985 pris pour application de la loi n° 83-630 du 12 juillet 1983 relative à la démocratisation des enquêtes publiques et à la protection de l'environnement.
 - **Décret n° 93-245** du 25 février 1993 relatif aux études d'impact et au champ d'application des enquêtes publiques et modifiant le décret n° 77-1141.
 - **Décret n° 93-743** du 29 mars 1993 relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration en application de l'article 10 de la loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau.
 - **Décret n° 2001-189** du 23 février 2001 modifiant le décret n° 93-743 du 29 mars 1993.

-
- **MATE / MEFI**, 2002 - Rapport du groupe de travail sur la rationalisation et la simplification des procédures applicables aux producteurs d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelables, 40 p.
 - **METL / DTMPL**, 2002 - Note sur les procédures relatives aux éoliennes off-shore, 11 p.
 - **Préfecture du Pas-de-Calais**, non daté - Schéma des procédures de création de parcs éoliens, 8 p.
 - **SECRETARIAT GÉNÉRAL DE LA MER**, 2001 - Parcs éoliens off-shore : le contexte, document de travail, 20 p.
 - **Documentation technique de constructeurs**
 - ENRON (USA) : 900 kW
 - ENERCON (D) : E 30 - 300 kW
E 40 - 600 kW
E 58 - 1 MW
E 66 - 1,8 MW
 - JEUMONT Industrie (F) : J 48 - 750 kW
 - N.E.G. MICON (DK) : NM 750/48 - 750 kW
 - NORDEX (DK) : N 43 - 600 kW
N 50 - 800 kW
N 54 - 1 MW
 - POWER TECHNOLOGY CENTRE : Types AC de 120 W à 1 kW
Types IN de 250 W à 6 kW
Types GE de 25 kW
Types SW de 110 kW à 750 kW
Types DE de 600 kW à 2 MW
 - VERGNET (F) : GEV 10 - 25 kW
GEV 15 - 60 kW
GEV 26 - 220 kW
 - VESTAS (DK) : V 52 - 850 kW
V 47 - 660 kW
V 66 - 1,75 MW
V 66 - 2,0 MW
V 80 - 2,0 MW

2. SITES INTERNET CONSULTÉS

- www.canwea.ca
- www.powertechnology.center
- www.vestas.com
- www.wind.enron.com
- www.nordex-online.com
- www.turbowinds.com
- www.windpower.org
- www.eoliennes.net
- www.bwea.com
- www.wind-energie.de
- www.afm.dtu.dk
- www.middelgrunden.dk
- www.espace-eolien.fr
- www.ademe.fr
- www.cabinetgerma.com
- www.eole.org

Cette étude a été réalisée pour le compte de :

la Direction régionale de l'environnement de Bretagne

Le Magister, 6 cours Raphaël Binet CS 86523 - 35065 RENNES Cedex

sous la direction de *Patrice ARRES-LAPOQUE, André GOUILLOU et Jean-Yves DESDOIGTS.*

Cette étude a été réalisée par :

le bureau d'études CERESA

Le Pont, Route de la Rivière - 35230 NOYAL-CHÂTILLON-SUR-SEICHE

synthèse, rédaction : *Morag LE BLÉVEC, Elisabeth OFFRET*

illustrations : *Virginie CHANTRIAUX, Lisa FRAISSE*

Document achevé en janvier 2003.



DIRECTION REGIONALE DE
L'ENVIRONNEMENT
BRETAGNE

[Retour au sommaire](#)



[Quitter](#)

