



Eoliennes Offshore du Calvados



PROJET de PARC EOLIEN de COURSEULLES-SUR-MER

Expertise des simulations visuelles

Synthèse

Jean-Marc Vézien

Juin 2013

De façon générale, l'étude d'impact d'un projet de construction consiste à évaluer les conséquences du projet sur l'environnement (dans toutes ses dimensions) ainsi que les mesures envisagées pour éviter, réduire, et compenser les effets négatifs identifiés. Lorsque l'on examine ces effets du point de vue de la perception du paysage et du patrimoine, on parle **d'impact visuel** du projet. C'est un sujet particulièrement sensible, et l'intégration de machines éoliennes dans la perception quotidienne dépend d'une analyse pertinente des modalités d'accueil dans l'environnement des riverains.

Sur la base des directives générales relatives à l'évaluation de l'impact visuel des parcs éoliens offshore édictées par l'Etat, le maître d'ouvrage du projet de Courseulles-sur-Mer (Eoliennes Offshore du Calvados) a commandité la réalisation d'une série de **photomontages**, qui illustre par une série de 29 vues significatives prises depuis le littoral concerné, l'aspect visuel que présentera le futur champ éolien une fois érigé. La présente expertise avait pour objectif de valider la méthodologie utilisée pour évaluer aussi précisément que possible l'impact visuel du projet de parc éolien de Courseulles-sur-Mer.

L'étude complète (disponible sur le site de la Commission Particulière du Débat Public) a été divisée en deux parties. La première consiste en une validation méthodologique de la **procédure de création des photomontages** servant de support à l'étude d'impact. Cette procédure se divise en trois grandes étapes : la première consiste en (i) la capture de **panoramas** visuels caractéristiques du site, à partir desquels on va constituer les vues de référence sur lesquelles on procède à (ii) la superposition l'image du champ d'éoliennes tel qu'il serait visible, du même endroit : c'est la phase de **photocomposition**. La résultante, qui est une photographie hybride entre le réel (le panorama existant) et le virtuel (les futures éoliennes), doit ensuite (iii) être présentée à son public de telle façon qu'il pourra en apprécier l'impact réel. En particulier, on s'attache à ce stade à représenter le photomontage de telle façon qu'il soit impossible à distinguer d'une fenêtre qui donnerait à voir ce paysage depuis un bâtiment sur site : c'est la phase dite de **rendu** final, dont il ne faut pas sous-estimer l'importance.

A la suite d'une analyse approfondie des outils (matériels comme logiciels) et procédures mises en place par le cabinet d'étude chargé de la réalisation des photomontages d'impact (société Géophom), cette partie de l'étude conclut de manière claire à la bonne foi du cabinet d'étude et du maître d'ouvrage, à la sincérité des représentations générées, et valide la méthodologie mise en œuvre, qui suit d'ailleurs de près les recommandations édictées par l'Etat en la matière. Plus globalement, la création des photomontages de Courseulles-sur-Mer est par ailleurs conforme à l'état de l'art sur la génération d'images photo-réalistes mêlant des contenus réels et virtuels : des études menées selon des processus similaires (notamment en Suède, où existent des parcs similaires) ont abouti à la création de visuels très proches des images réalisées a posteriori, une fois le parc éolien effectivement installé.

Au-delà de la méthodologie mise en jeu, la deuxième partie de l'étude s'est attachée à analyser l'impact réel à la lumière des **spécificités du site**. Ces spécificités ont été prises en

compte de façon approfondie pour la sélection des points de vue, de la date et des heures des clichés de référence. De ce point de vue, **l'étude paysagère** préalable a permis de guider de façon décisive l'étude d'impact. Sur la base de cette étude et compte tenu de la topographie de la zone littorale, qui comprend par ailleurs de nombreux lieux patrimoniaux liés au Débarquement, le territoire a pu être divisé en trois parties concentriques :

1. **une zone critique**, où le champ éolien, à une dizaine de kilomètres au large, s'étend face aux plages (en particulier Gold et Juno beach). A cette distance, l'effacement dû à la courbure terrestre est faible (moins de 10 mètres), et l'éolienne la plus proche est vue selon 60 minutes d'arc environ, soit environ la taille de deux pleines lunes, ou encore celle de l'ongle d'un doigt à bout de bras. A cette distance, les observations météorologiques montrent que les éoliennes les plus proches du rivage ne seront visibles que les $\frac{3}{4}$ du temps. Dans cette zone, les éoliennes feront partie du paysage et attireront le regard (par leur taille, nombre et mouvement) de la plupart des visiteurs, en couvrant un champ horizontal de 55° , face à la plage. L'étude paysagère complète corrobore ces conclusions en parlant d'un **impact fort** dans cette zone.
2. Une **zone intermédiaire** s'étend entre 10 et 20 km des éoliennes les plus proches, de part et d'autre de la zone critique. A cette distance, l'effacement devient non négligeable, et chaque éolienne est perçue avec des dimensions proches de la pleine lune (environ $\frac{1}{2}$ degré). Par ailleurs, les éoliennes seront visibles seulement la moitié du temps à Arromanches, et encore moins souvent au-delà. Enfin, dans cette zone, l'azimut central du parc n'est plus la haute mer, mais est inclinée de plus de 45° par rapport au nord, qui est la direction naturelle de regard vers le large. Le parc éolien dans son ensemble couvre alors un angle apparent d'environ 40° . Depuis cette zone, les éoliennes seront visibles si on scrute l'horizon assez longuement, dans des conditions météorologiques favorables. L'étude paysagère parle d'impact **moyen/faible**.
3. Une **zone lointaine** s'étend au-delà de 20 km des éoliennes les plus proches. L'effacement dû à la courbure terrestre devient un facteur important, diminuant parfois de moitié la hauteur visible des éoliennes, sauf sur la pointe du Hoc, dont l'élévation annule l'effacement. Au final, l'angle soutenu au dessus de l'horizon varie de $30'$ d'arc à $7'$ seulement. La visibilité devient aléatoire, et les éoliennes ne seront probablement pas perceptibles plus du quart du temps : par exemple, la pointe du Hoc se situe à 40 km du champ éolien, et on y verra chaque éolienne avec une hauteur équivalente à la moitié d'une pleine lune, soit le quart de l'ongle de l'index à bout de bras, les jours de beau temps clair. A ce stade, on parle d'impact **faible à inexistant**, ce qui est corroboré par l'étude paysagère. Au-delà des 40 km, les éoliennes seront virtuellement indétectables depuis la côte à l'ouest (par exemple Utah Beach), comme à l'est (Deauville, Le Havre).

Cependant, même s'il se fonde sur des réalités physiques (la géométrie, la lumière, et leurs interactions), **l'impact est une résultante subjective**. Plusieurs facteurs psycho-cognitifs relatifs à la vision humaine, de nature à altérer la perception subjective de l'impact, ont été étudiés.

Ainsi, l'étude de Géophom s'appuie sur des photomontages où la luminosité et la visibilité maximales ont été privilégiées, de façon à maximiser l'impact visuel des éoliennes : une majorité de vues sont prises en fin de matinée et en début d'après-midi. L'analyse des éphémérides révèle que le soleil ne se lève ni ne se couche jamais dans l'axe du parc éolien dans la zone critique. Cependant, il aurait été profitable d'ajouter quelques vues spécifiques compte tenu des levers et couchers de soleil sur zone (on en trouvera la liste dans le compte rendu complet). Il en est d'ailleurs de même pour la Lune, ce qui permet de prédire que l'illusion dite de « pleine lune », qui attire l'attention du regard sur les objets célestes à l'horizon, sera peu perceptible.

Par ailleurs, l'orientation septentrionale du parc vis-à-vis des côtes proches en zone critique limite fortement la présence d'autres éléments de **comparaison visuelle**. Le seul exemple réellement significatif est celui des cheminées de la centrale EDF située au Havre, et l'étude montre qu'elles pourront difficilement servir de point de comparaison, au regard de leur distance et de leur placement vis-à-vis du futur parc éolien.

D'autres facteurs viennent moduler l'impact visuel du parc vu de la côte. Ainsi l'ensemble éolien de Courseulles-sur-Mer contient 75 machines disposées en 11 rangées d'orientation globale Nord-Nord-Ouest / Sud-Sud-Est. L'effet visuel peut donc varier significativement suivant que l'on perçoit ou non ces **alignements**. Cependant l'effet de parallaxe et la profondeur du parc (plus de 5 km entre les éoliennes les plus proches et les plus lointaines), limite la perception visuelle des alignements : sur aucun photomontage, on n'observe plus de deux alignements visuels simultanés.

Un autre facteur à prendre en compte est celui de l'angle de présentation des rotors par rapport à la côte. Une analyse des régimes des vents dominants dans le secteur du parc éolien conclut que les pales des éoliennes seront vues de **profil** une majorité du temps, ce qui aura tendance à minimiser leur impact en termes dynamiques.

En plus des considérations géométriques et cinématiques, le **contraste relatif** des générateurs par rapport au paysage (dans le cas présent réduit au ciel) doit être examiné, en fonction des caractéristiques de l'atmosphère. En l'absence de mesures de visibilité précises, il est difficile de prédire cette variable (les données météorologiques prévoient que les éoliennes ne seront pleinement visibles que la moitié du temps en zone critique). Sur des bases empiriques, on constate que la visibilité se limite là encore à la zone proximale, et qu'au-delà de 20 km, il est difficile de parler d'impact visuel significatif.

Le bilan global des éléments susceptibles d'altérer l'impact *a priori* (c'est-à-dire tel que visualisé sur les photomontages) penche plutôt pour un affaiblissement de l'impact objectif, les principaux facteurs étant l'exposition nord pour les zones d'impact le plus marqué, la nébulosité fréquente à l'horizon, ainsi que des vents dominants orientant les pales dans l'axe de vue côtier (les éoliennes se présentant alors de profil).

Au final, on ne saurait trop insister sur l'impérieuse nécessité à respecter strictement les conditions d'observation des photomontages, telles qu'édictées par les conditions de leur élaboration. Le support le plus adapté à une restitution fidèle reste à ce jour **les panoramas sur grand écran cylindrique**, tels que ceux réalisés pour l'information du public riverain du site. Les autres moyens (vues planaires sur papier de format plus réduit, images sur Internet), sont moins adaptés, mais restent cependant utiles pour une large diffusion, tant que les conditions requises à leur observation sont clairement indiquées (voir site du débat public).