

Vue E : Depuis la sortie de bourg de Kermain

Particularité : Vue immédiate, vue riveraine, vue statique & dynamique, unité paysagère du plateau de l'ével, visibilité avec des parcs existants.

Commentaire :

Cette prise de vue a été réalisée depuis la frange Est de Kermain. La vue s'ouvre sur les parcelles cultivées du plateau agricole de l'Evel et propose une vue lointaine sur le reste du territoire. On peut observer, selon la nébulosité du ciel, des éléments verticaux se détachant de l'horizon (silos, éoliennes des parcs des Landes du Tertre, du Bois de Folleville et de Saint-Barnabé).

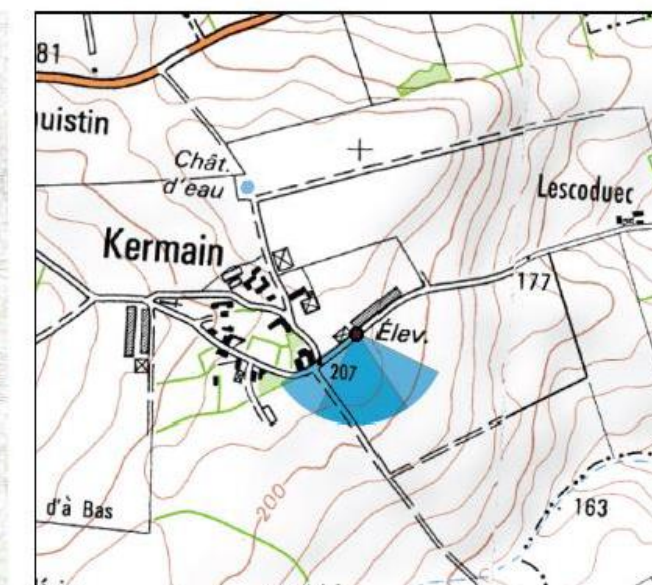
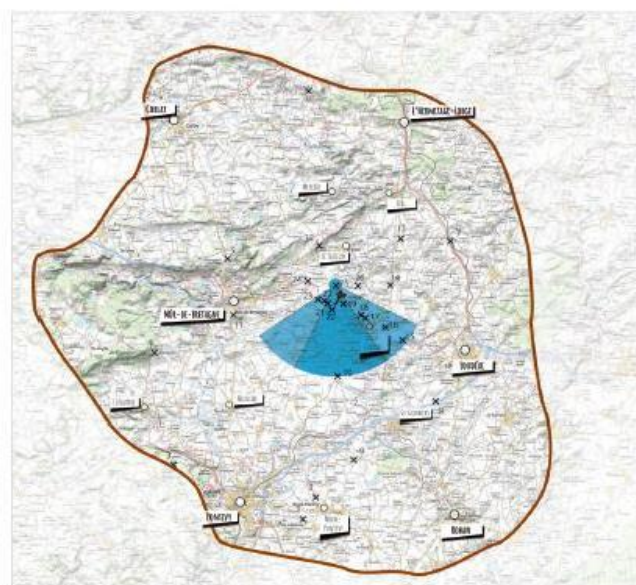
L'horizon assez linéaire est ponctué par la présence d'arbres constitutifs du maillage bocager. On y distingue le parc de Lérome qui s'organise de façon régulière au-dessus du boisement.

Depuis ce point de vue, les éoliennes des 4 variantes sont très visibles et apparaissent au premier plan.

Ainsi les 3 implantations sont globalement lisibles, seule l'implantation de la variante 1 l'est un peu moins du fait de la superposition de 3 machines (on lit néanmoins les 2 lignes d'éoliennes).

La variante 2 présente une régularité d'implantation et une emprise limitée qui se démarque bien du contexte éolien proche.

La variante 3 se démarque quant à elle du contexte éolien de par son gabarit ramassé au regard du diamètre imposant de son rotor, de même pour la variante 4, qui est tout de fois plus élancée que la 3.



Légende :

- - - - - → Éolienne totalement non visible
- - - - - → Éolienne partiellement ou totalement visible
- Parc, distant de 20 km maximum, partiellement ou totalement visibles
- - - - - Parc, distant de 20 km maximum, totalement non visibles

Parcs existants

1 Parc La Lande de Carmoise (à 2,5 km)	7 Parc de Saint-Barnabé (à 16,5 km)	13 Parc de Lanfains (à 16 km)	15 Parc de Perret (à 20 km)
2 Parc de Saint-Caradec (à 3 km)	8 Parc de Bois de Folleville (à 20 km)	19 Parc Les Landes du Tertre (à 16,5 km)	16 Parc Les Grands Clos (à 10 km)
3 Parc de Lérome (à 6 km)	9 Parc Gueltas-Noyal Pontivy (à 15 km)	20 Parc Le Minerais (à 21,5 km)	17 Parc Le Menec (à 5 km)
4 Parc de Saint-Mérec (à 8 km)	10 Parc de Bodervedan (à 21 km)	21 Parc de Plumieux (à 24 km)	
5 Parc de Roduel (à 9 km)	11 Parc Le Haut Corlay (à 19 km)		
6 Parc de Guerlédan (à 11 km)	12 Parc de Saint-Bihy (à 17 km)		

Parcs accordés

14 Parc de Kerfourn (à 20 km)

Parcs en instruction

18 Parc Hent Glaz (à 6 km)

Photomontages réalisés par Vu d'ici



Photomontage - Vue filaire - 120°

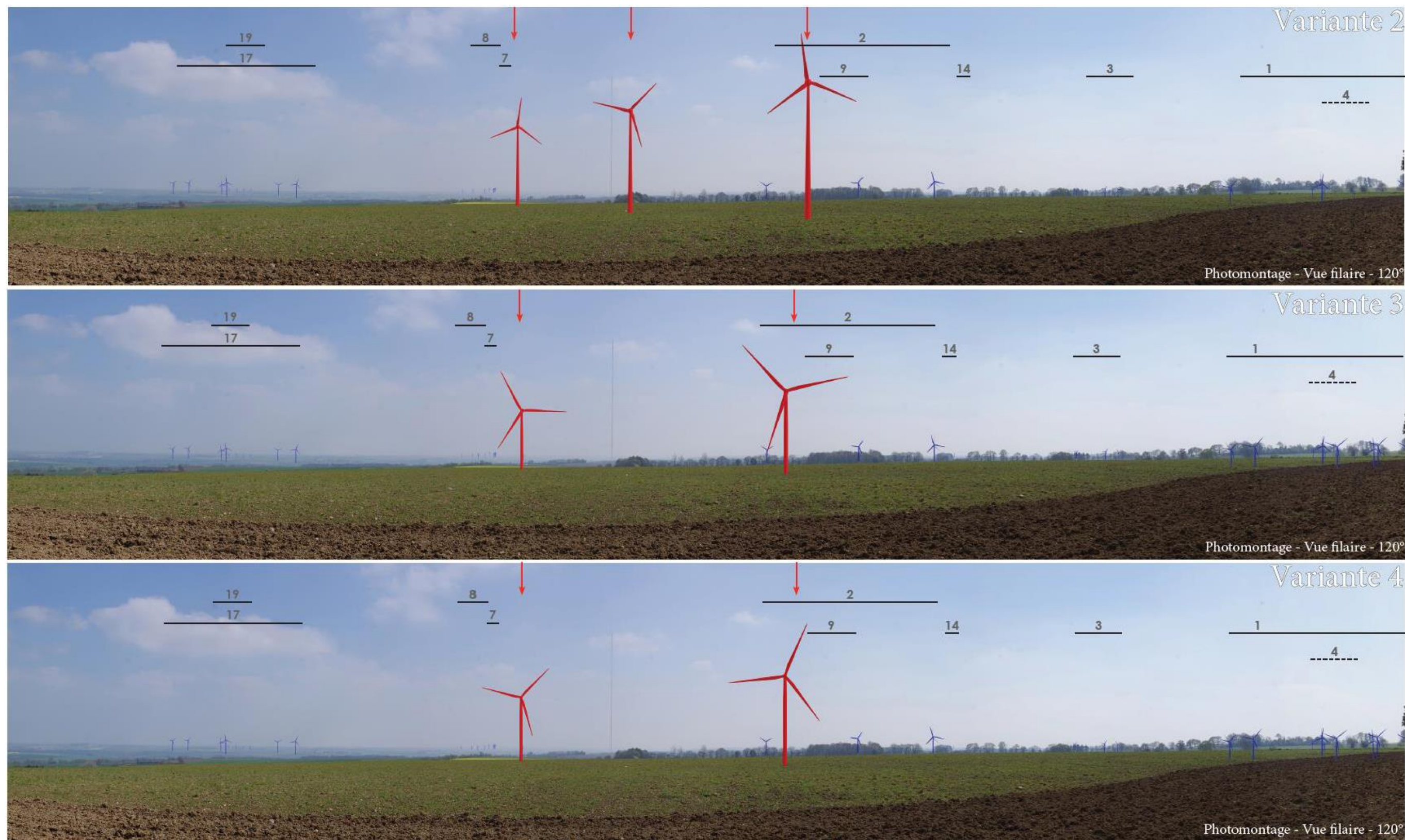


Figure 91 : Photomontages du point de vue E (Vu d'ici, 2023)

2 - 3f Choix de la variante retenue

Bilan de l'analyse des variantes

L'analyse des variantes a permis de montrer que les variantes 2, 3 et 4 disposent de rendus le plus souvent homogènes (interdisances égales,...) tandis que la variante 1 (à 5 éoliennes) est quelquefois peu lisible au sein du paysage. Les emprises de projet sont sensiblement les mêmes.

Ainsi, d'un point de vue paysager il semblerait pertinent de choisir une des variantes (2, 3 ou 4) dont le rendu est plus homogène que la variante 1. Afin d'éviter l'effet de comparaison d'échelle aux abords immédiat du projet, il semble plus intéressant de choisir le modèle de machine le plus petit. Les variantes 3 et 4 sont donc à privilégier.

Présentation de la variante retenue

En dehors des contraintes paysagères (topographique, ...), d'autres critères (lisibilité du projet, compacité du projet, homogénéité du motif créé ...) interviennent dans le choix de la variante finale. Au regard de ces différents paramètres, la variante retenue pour l'implantation du parc est la variante n°3 à deux éoliennes.

EnBW (actionnaire à 100% de la société VALECO), société à capitaux publics, doit se soumettre à la directive européenne 2014/25/UE visant à garantir le respect des principes de mise en concurrence, d'égalité de traitement des fournisseurs, et de transparence pour tout achat de matériels et services destinés à ses sociétés de projet de construction, dès lors que ces achats sont liés à leur activité de production d'électricité.

Cette directive s'applique aux marchés de travaux d'une valeur supérieure à 5 000 000 € et aux marchés de fournitures et de services d'une valeur supérieure à 400 000 € de la SARL Parc éolien de l'Hilvern, tels que la fourniture et l'installation d'éolienne. Afin de garantir le principe de mise en concurrence des fabricants d'éoliennes, aucun nom de fabricant ne sera présenté dans ce dossier, et les dimensions des machines sont données ici en gabarit. Pour cette raison également, lorsque plusieurs éoliennes présentent des grandeurs équivalentes, nous avons choisi de retenir le gabarit maximal dans l'analyse des impacts, dangers et inconvénients de l'installation, pour ne pas risquer de les sous-évaluer.

Ce gabarit est le suivant :

Hauteur du moyeu	Diamètre du rotor	Hauteur en bout de pale	Puissance
91.5 m	117 m	150 m	3 MW

Tableau 54 : Gabarit de la variante retenue (source : Vu d'ici, 2023)

Ce dernier se distingue d'autres modèles par un diamètre de rotor assez important au regard de sa hauteur générale.

Il permet néanmoins de caractériser les paramètres d'un modèle d'éolienne (diamètre de rotor, hauteur en bout de pale, hauteur libre sous le rotor, puissance nominale de l'éolienne) qui, au vu de tous les enjeux, est le plus impactant des modèles éligibles.

2 - 4 Intégration des aspects écologiques

La principale contrainte écologique est la présence de zones humides.

Variante 1

Avantage :

- Puissance intéressante de 11,5 MW ;
- Orientation des lignes perpendiculaire aux vents dominants.

Inconvénients :

- Les éoliennes E3 et E4 sont situées dans des zones humides (ainsi que leurs plateformes) ;
- L'éolienne E3 se situe sur le faisceau hertzien Orange ;
- Machines nombreuses encadrant la ripisylve, les éoliennes E1, E3 et E4 se situent proches des haies (distance inférieure à 50 mètres) ;
- Difficultés pour la création des accès ;
- Impact visuel important dû au nombre d'éoliennes.

Variante 2

Avantage ;

- Forme de ligne permettant une visibilité claire d'un point de vue du paysage ;
- Accès facilité à l'aide des chemins déjà existants.

Inconvénients :

- Proximité des éoliennes entre elles pouvant créer des pertes par effet de sillage et une usure prématurée de l'installation ;
- Plateforme et accès de E1 et E2 situés dans une zone humide ;
- Les pales de l'éolienne E2 survolent la haie centrale.

Variante 3

Avantage :

- Placement des éoliennes hors des lisières abritées pour les chiroptères : les vents dominants sont de secteur sud-ouest, l'éolienne nord se situe au nord-ouest des haies où les chauves-souris auront moins tendance à voler, l'éolienne ouest est à environ 150 m de la haie ;
- Le plus faible nombre d'éoliennes permet l'éloignement des haies (distance minimale de 90 m entre le mât des éoliennes et les haies) ;
- Évitement des zones humides ;
- Accès facilité grâce aux chemins ruraux déjà existants ;
- Puissance supérieure à celle de la variante 2 ;
- Distance entre les éoliennes élevée permettant de limiter les effets de sillage.

Inconvénients :

- Puissance comprise de 7,8 MW inférieure à celle de la variante 1 ;
- Faible nombre d'éoliennes pouvant créer un effet d'isolement ;
- Altitude du bas de pale faible (20 m).

Variante 4

Avantages :

- Placement des éoliennes hors des lisières abritées pour les chiroptères : les vents dominants sont de secteur sud-ouest, l'éolienne nord se situe au nord-ouest des haies où les chauves-souris auront moins tendance à voler, l'éolienne ouest est à environ 150 m de la haie ;
- Le plus faible nombre d'éoliennes permet l'éloignement des haies (distance minimale de 90 m entre le mât des éoliennes et les haies) ;
- Évitement des zones humides ;
- Accès facilité grâce aux chemins ruraux déjà existants ;
- Puissance supérieure à celle de la variante 2 ;
- Distance entre les éoliennes élevée permettant de limiter les effets de sillage.
- Garde au sol de 33 m, limitant l'impact sur la faune volante

Inconvénients :

- Puissance comprise de 6 MW inférieure à celle des autres variantes ;
- Faible nombre d'éoliennes pouvant créer un effet d'isolement

Conclusion sur le choix des variantes

La variante retenue est la variante 4 pour les raisons suivantes :

- ⇒ elle évite au maximum les zones humides : seul un chemin d'accès au chantier croise la zone humide associée au ruisseau de Kergrémance en empruntant un accès agricole existant ;
- ⇒ qui s'éloigne le plus des lisières et haies (minimum 90 m) et donc présente le moins d'impact potentiel, notamment pour la faune volante et en particulier les chauves-souris.
- ⇒ qui présente un nombre inférieur d'éoliennes et une altitude du bas de pale (garde au sol) augmentée par rapport à la variante 3, de manière à réduire l'impact potentiel sur la faune volante.

Cette variante générera cependant moins d'énergie que les autres variantes.

Facteur	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Nombre d'éoliennes	5 Artificialisation des sols importante (5 plateformes), augmentation du risque de collisions (oiseaux, chauves-souris)	3 Artificialisation des sols modérée, risque de collisions moins élevé	2 Artificialisation des sols faible, risque de collision également limité	2 Artificialisation des sols faible, risque de collision également limité
Éloignement aux lisières de haies	Inférieur à 50 m	Les pales de E2 survolent la haie centrale	Supérieur à 90m	Supérieur à 90m
Distance pale/sol	67 m	67 m	20 m	33 m
Évitement des zones humides	E3 et E4 (et leurs plateformes) sont situées en zone humide	Plate-forme et accès E1 situés en zone humide	Évitement quasi-complet des zones humides, un seul chemin croise une section de zone humide associée au ruisseau (chemin agricole existant)	Évitement quasi-complet des zones humides, un seul chemin croise une section de zone humide associée au ruisseau (chemin agricole existant)
Création de nouveau chemins	Le nombre d'éolienne entraîne la nécessité de nombreux chemins n'existant pas actuellement	Accès facilité par des chemins existants	Accès facilité par des chemins existants	Accès facilité par des chemins existants
Puissance	11,5 MW	6,9 MW	7,8 MW	6 MW
Synthèse	Variante générant une puissance intéressante, mais c'est également la plus impactante en termes de zones humides et risques de collisions (nombre plus important d'éoliennes)	Variante générant une puissance intéressante mais ayant un impact significatif sur des zones humides et un risque de collision non négligeable (survol d'1 haie)	Variante globalement moins impactante, mais générant une puissance inférieure. Risque de collision pour la faune volante du fait de la faible garde au sol	Variante globalement moins impactante, mais générant une puissance inférieure. Risque moins important au regard de la garde au sol

Tableau 55 : Synthèse de la comparaison des variantes d'un point de vue écologique (source : CERESA, 2023)

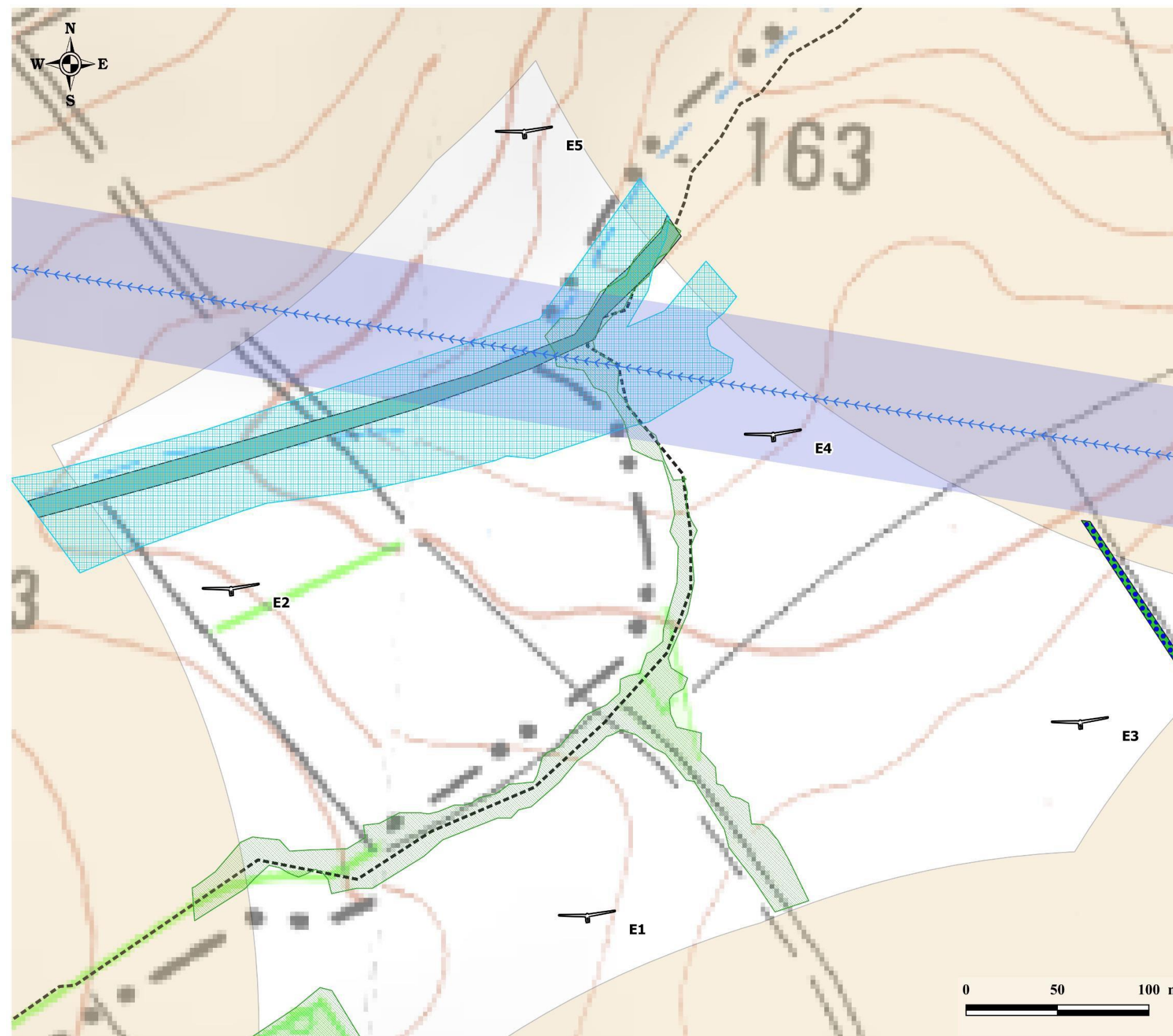
2 - 5 Intégration des contraintes techniques

Le tableau ci-dessous récapitule les contraintes techniques identifiées, et le respect ou non des préconisations associées pour chacune des variantes.

Impératif	Contrainte	Variante n°1	Variante n°2	Variante n°3	Variante n°4
Contraintes aéronautiques	<u>Militaire</u> : Un courrier a été envoyé le 19 septembre 2017 aux services de l'aviation militaire. Aucune réponse n'a été reçue à ce jour. Le projet se conformera aux potentielles prescriptions.			Le projet se conformera aux potentielles prescriptions	Le projet se conformera aux potentielles prescriptions
	<u>Civile</u> : Un courrier a été envoyé le 19 septembre 2017 aux services de l'aviation civile. Aucune réponse n'a été reçue à ce jour. Le projet se conformera aux potentielles prescriptions.				
Faisceau hertzien	Un faisceau hertzien est présent sur la zone d'implantation potentielle. Le périmètre de protection associé est une bande de 38 mètres de part et d'autre du faisceau.	Non-Respect	Respect	Respect	Respect
Urbanisme	Le parc éolien d'Hilvern est compatible avec le règlement des zones A et N du Plan Local d'Urbanisme en vigueur sur les communes de Saint-Caradec et Guerlédan. Il est incompatible avec le règlement des zones humides. Plusieurs éléments sont protégés au titre du code de l'urbanisme (L.151-23 du Code de l'urbanisme) : Réseau bocager et petits boisements protégés et Néo bocage protégé. Les éoliennes devront respecter une distance d'éloignement minimale de 500 m par rapport aux zones urbaines, à urbaniser et aux habitations. Ces points seront pris en compte lors de la détermination des variantes.	Respect	Respect	Respect	Respect

Impératif	Contrainte	Variante n°1	Variante n°2	Variante n°3	Variante n°4
Eloignement maximal des habitations	500 m minimum	520 m	517 m	538 m	538 m
Foncier et réseau de desserte	La définition des variantes a également pris en compte les possibilités d'accord foncier dont disposaient le Maître d'Ouvrage et les possibilités d'accès à chaque emplacement d'éolienne.	Non concerné		Respect	Respect

Tableau 56 : Récapitulatif du respect ou du non-respect des contraintes techniques identifiées



Respect des servitudes - Variante n°1

ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Juillet 2019

Source : IGN 25®, VALECO, Courriers de servitudes
Copie et reproduction interdites

Légende

- Variante n°1
- Faisceau hertzien**
 - Faisceau hertzien (Orange)
 - Périmètre de protection du faisceau hertzien
- Urbanisme**
 - Néobocage protégés en application du L.151-23 du Code de l'Urbanisme
 - Réseau bocager et petits boisements protégés en application du L.151-23 du Code de l'Urbanisme
 - Zone Naturelle (N)
 - Zones humides
 - Zone Agricole
 - Périmètre de protection des habitations (500 m)
- Limite territoriale**
 - Limite communale

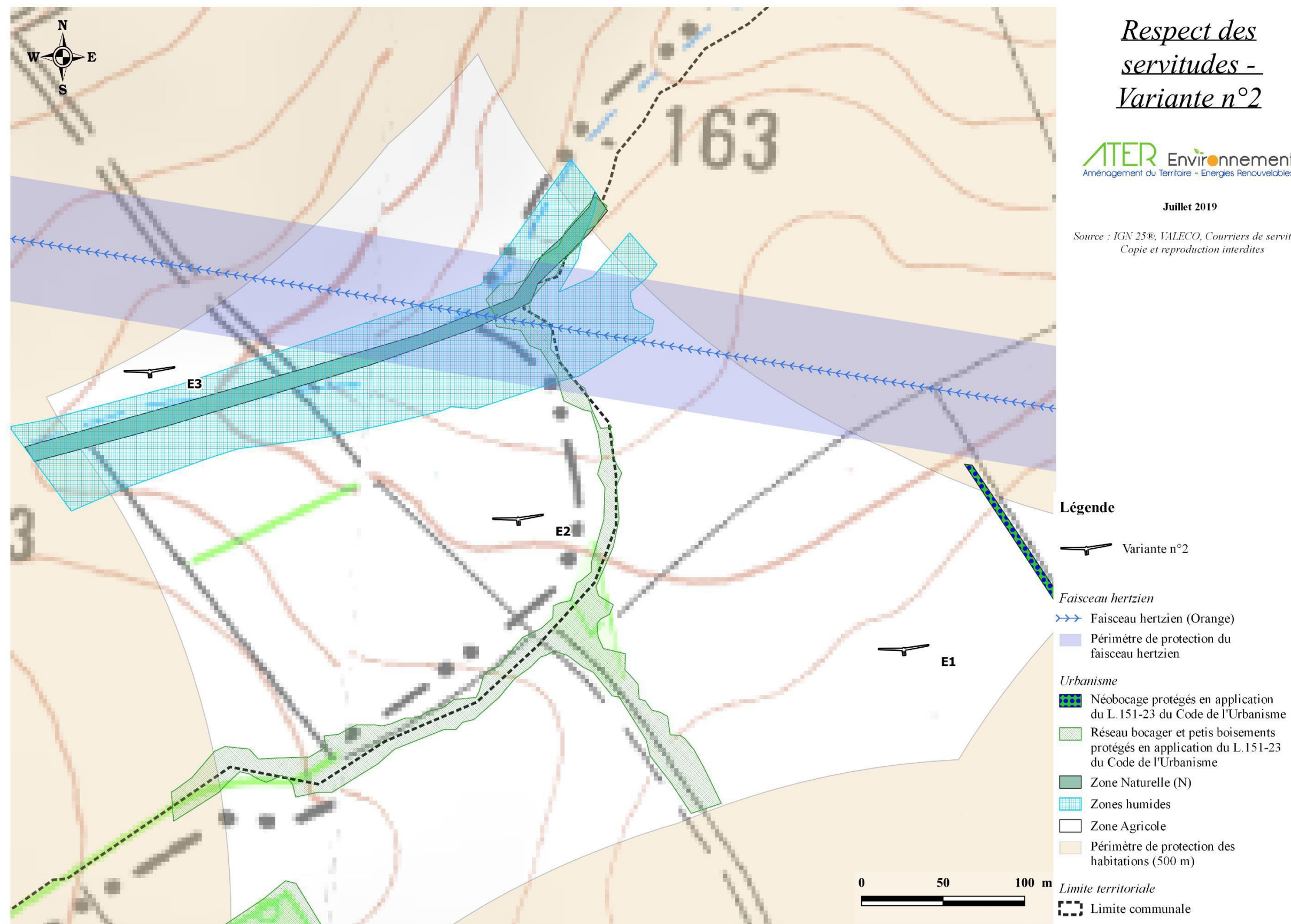
Carte 66 : Prise en compte des contraintes techniques – Variante n°1

Respect des servitudes - Variante n°2

ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Juillet 2019

Source : IGN 25®, VALECO, Courriers de servitudes
Copie et reproduction interdites



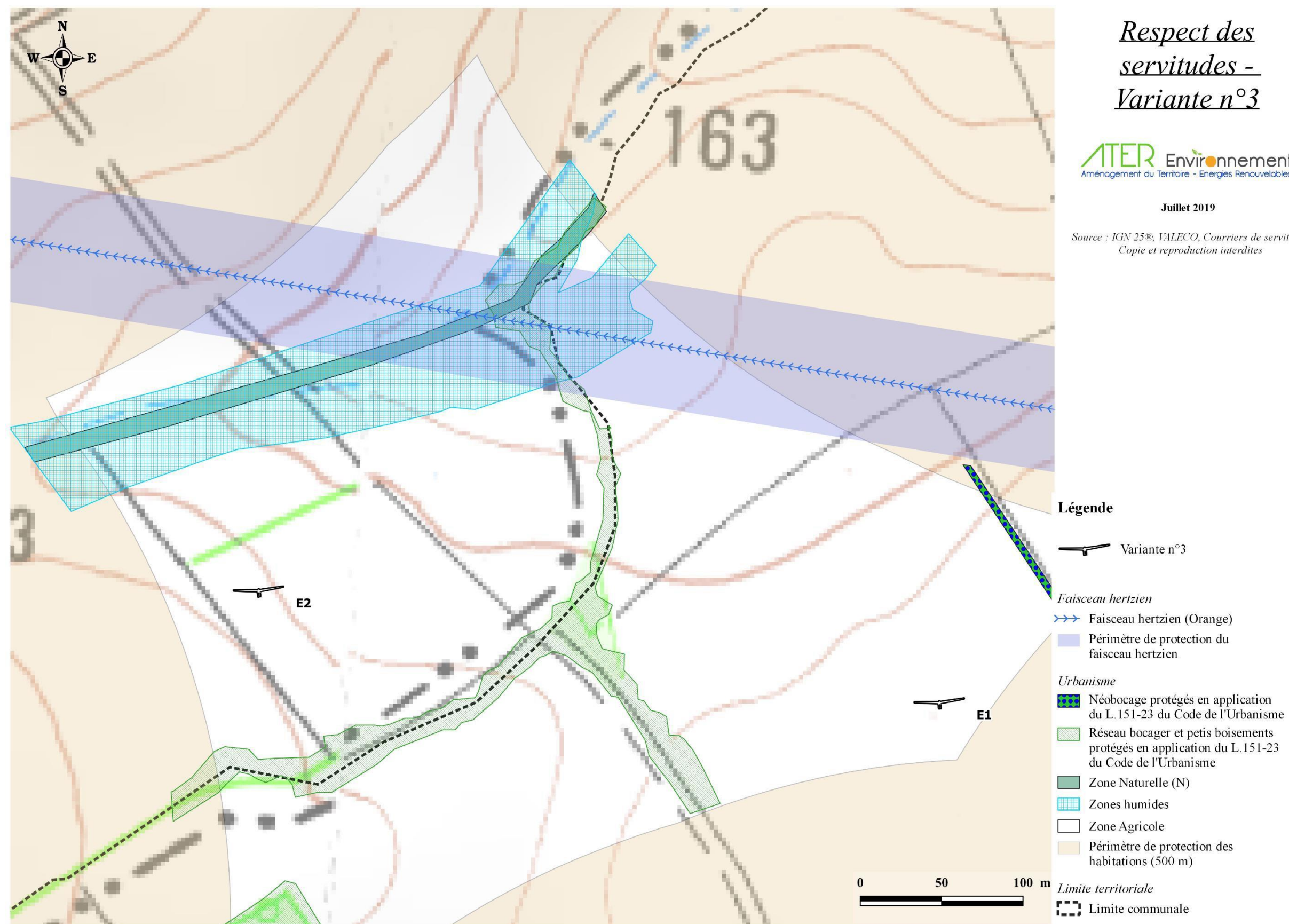
Carte 67 : Prise en compte des contraintes techniques – Variante n°2

Respect des servitudes - Variante n°3

ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Juillet 2019

Source : IGN 25®, VALECO, Courriers de servitudes
Copie et reproduction interdites



Carte 68 : Prise en compte des contraintes techniques – Variante n°3 et n°4

2 - 6 Contraintes énergétiques

Une fois les contraintes techniques, acoustiques, paysagères et écologiques prises en compte, le maître d'ouvrage s'est penché sur la problématique énergétique du parc éolien afin de finaliser l'implantation et de déterminer les modèles d'éoliennes susceptibles de correspondre au mieux au site d'implantation.

2 - 6a Espacement des éoliennes

Le bon fonctionnement des éoliennes nécessite une distance minimale entre elles pour éviter tout effet de sillage. En effet, si cet écartement est trop faible, le bon écoulement des flux d'air n'est plus assuré et les machines se gênent mutuellement, au détriment de leur rendement et de leur fiabilité (usure plus rapide des pièces mécaniques).

Des écartements de trois fois le diamètre du rotor (dans le cas d'une ligne perpendiculaire aux vents dominants) et de cinq diamètres (pour une ligne dans l'axe des vents dominants) sont donc nécessaires à la bonne productivité du parc.

Ces contraintes ont été intégrées à la conception des différentes variantes.

2 - 6b Modèle d'éolienne retenu

Le choix des aérogénérateurs est réalisé principalement en fonction des critères techniques de vent, mais aussi de façon à assurer le meilleur productible possible.

EnBW (actionnaire à 100% de la société VALECO), société à capitaux publics, doit se soumettre à la directive européenne 2014/25/UE visant à garantir le respect des principes de mise en concurrence, d'égalité de traitement des fournisseurs, et de transparence pour tout achat de matériels et services destinés à ses sociétés de projet de construction, dès lors que ces achats sont liés à leur activité de production d'électricité.

Cette directive s'applique aux marchés de travaux d'une valeur supérieure à 5 000 000 € et aux marchés de fournitures et de services d'une valeur supérieure à 400 000 € de la SARL Parc éolien de l'Hilvern, tels que la fourniture et l'installation d'éolienne. Afin de garantir le principe de mise en concurrence des fabricants d'éoliennes, aucun nom de fabricant ne sera présenté dans ce dossier, et les dimensions des machines sont données ici en gabarit. Pour cette raison également, lorsque plusieurs éoliennes présentent des grandeurs équivalentes, nous avons choisi de retenir le gabarit maximal dans l'analyse des impacts, dangers et inconvénients de l'installation, pour ne pas risquer de les sous-évaluer. Ce gabarit est le suivant :

Puissance maximale (MW)	Hauteur au moyeu maximale (m)	Diamètre rotor maximal (m)	Hauteur en bout de pale maximale (m)
3	91,5	117	150

Tableau 57: Caractéristiques géométriques du modèle d'éolienne envisagé le plus impactant (source : VALECO, 2023)

Ce gabarit retenu permet de caractériser les paramètres d'un modèle d'éolienne (diamètre de rotor, hauteur en bout de pale, hauteur libre sous le rotor, puissance nominale de l'éolienne) qui, au vu de tous les enjeux, est le plus impactant des modèles éligibles.

3 CHOIX DU PROJET RETENU

Le tableau ci-dessous synthétise les différents points abordés précédemment.

Légende :

Enjeu
Très fort
Fort
Modéré
Faible
Très faible

	Variante n°1	Variante n°2	Variante n°3	Variante n°4
Expertise paysagère	5 éoliennes d'une hauteur totale de 149 m selon un axe Nord/Ouest-Sud/Est en 2 linéaires de 2 et 3 éoliennes. Respect des cotes égales ou proches. Parfois peu lisible dans le paysage.	3 éoliennes d'une hauteur totale de 149 m selon un axe Ouest/Est. Respect des cotes égales ou proches. Rendu homogène avec le paysage.	2 éoliennes d'une hauteur totale de 150 m selon un axe Ouest/Est. Respect des cotes égales ou proches. Rendu homogène avec le paysage.	
Expertise écologique	Puissance intéressante de 11,5 MW ; Orientation des lignes perpendiculaire aux vents dominants. Les éoliennes E3 et E4 sont situées dans des zones humides (ainsi que leurs plateformes) ; L'éolienne E3 se situe sur le faisceau hertzien Orange ; Machines nombreuses encadrant la ripisylve, les éoliennes E1, E3 et E4 se situent proches des haies (distance inférieure à 50 mètres) ; Difficultés pour la création des accès ; Impact visuel important dû au nombre d'éoliennes.	Forme de ligne permettant une visibilité claire d'un point de vue du paysage ; Accès facilité à l'aide des chemins déjà existants. Proximité des éoliennes entre elles pouvant créer des pertes par effet de sillage et une usure prématurée de l'installation ; Plateforme et accès de E1 et E2 situés dans une zone humide ; Les pales de l'éolienne E2 survolent la haie centrale.	Placement des éoliennes hors des lisières abritées pour les chiroptères : les vents dominants sont de secteur sud-ouest, l'éolienne nord se situe au nord-ouest des haies où les chauves-souris auront moins tendance à voler, l'éolienne ouest est à environ 150 m de la haie ; Le plus faible nombre d'éoliennes permet l'éloignement des haies (distance minimale de 90 m entre le mât des éoliennes et les haies) ; Évitement des zones humides ; Accès facilité grâce aux chemins ruraux déjà existants ; Puissance supérieure à celle de la variante 2 ; Distance entre les éoliennes élevée permettant de limiter les effets de sillage. Puissance c de 7,8 MW inférieure à celle de la variante 1 ; Faible nombre d'éoliennes pouvant créer un effet d'isolement ; Altitude du bas de pale faible (20 m).	Placement des éoliennes hors des lisières abritées pour les chiroptères : les vents dominants sont de secteur sud-ouest, l'éolienne nord se situe au nord-ouest des haies où les chauves-souris auront moins tendance à voler, l'éolienne ouest est à environ 150 m de la haie ; Le plus faible nombre d'éoliennes permet l'éloignement des haies (distance minimale de 90 m entre le mât des éoliennes et les haies) ; Évitement des zones humides ; Accès facilité grâce aux chemins ruraux déjà existants ; Puissance supérieure à celle de la variante 2 ; Distance entre les éoliennes élevée permettant de limiter les effets de sillage. Garde au sol de 33 m, limitant l'impact sur la faune volante Puissance comprise de 6 MW inférieure à celle des autres variantes ; Faible nombre d'éoliennes pouvant créer un effet d'isolement
Expertise acoustique et Servitudes contraintes techniques	Eoliennes situées à plus de 500 m des habitations. Eolienne E4 dans le périmètre de protection du faisceau hertzien	Eoliennes situées à plus de 500 m des habitations. Respect de toutes les servitudes identifiées.	Eoliennes situées à plus de 500 m des habitations. Respect de toutes les servitudes identifiées.	Eoliennes situées à plus de 500 m des habitations. Respect de toutes les servitudes identifiées.

Tableau 58 : Comparaison des variantes

Le cheminement présenté précédemment a donc permis de déterminer l'implantation la plus favorable pour le projet éolien d'Hilvern. Celle-ci se présente sous la forme d'une ligne de 2 éoliennes.

Les principaux points ayant conduit au choix de la zone d'implantation potentielle et de l'implantation finale sont récapitulés ci-dessous :

- **Choix de la zone d'implantation potentielle :**
 - Le projet éolien d'Hilvern s'inscrit dans un contexte national et régional de fort développement de l'éolien ;
 - Consulté en tant que guide, le SRE de la région Bretagne indique que le site projeté est situé en zone favorable au développement de l'éolien ;
 - Le projet s'intègre dans une logique de développement durable des territoires et d'acceptation du projet au niveau local.
- **Choix de l'implantation finale :**
 - L'implantation finale respecte les différentes contraintes techniques identifiées et les préconisations qui leur sont associées ;
 - En tenant compte au maximum des chemins existants dans la détermination de l'implantation, le maître d'ouvrage a ainsi limité la création de nouvelles voies d'accès ;
 - L'implantation finale a pris en compte les conclusions des expertises paysagères et écologiques, afin de proposer un projet en cohérence avec le territoire ;
 - Toutes les éoliennes sont situées à plus de 500 m des zones urbanisées et urbanisables.

CHAPITRE E – DESCRIPTION DU PROJET

Présentation du projet, de ses motivations, et des travaux nécessaires pour sa construction et son démantèlement

1	Présentation du projet _____	233
2	Les caractéristiques techniques du parc éolien _____	235
	2 - 1 Caractéristiques techniques des éoliennes _____	235
	2 - 2 Composition d'une éolienne _____	235
	2 - 3 Réseau d'évacuation de l'électricité _____	236
	2 - 4 Poste de livraison _____	240
	2 - 5 Plateformes _____	240
	2 - 6 Chemin d'accès aux éoliennes _____	240
	2 - 7 Centre de maintenance _____	240
	2 - 8 Mesures de sécurité _____	240
	2 - 9 Réseau de contrôle commande des éoliennes _____	241
	2 - 10 Fonctionnement opérationnel _____	241
3	Les travaux de mise en place _____	243
	3 - 1 Généralités _____	243
	3 - 2 Superficie du projet _____	243
	3 - 3 Transport, acheminement des éoliennes et accès au site _____	244
	3 - 4 Les travaux _____	245
4	Les travaux de démantèlement et de remise en état _____	247
	4 - 1 Contexte réglementaire _____	247
	4 - 2 Démontage des éoliennes _____	248
	4 - 3 Démontage des infrastructures connexes _____	249
	4 - 4 Démontage du poste de livraison _____	249
	4 - 5 Démontage des câbles _____	249
5	Les garanties financières _____	251
	5 - 1 Cadre réglementaire _____	251
	5 - 2 Méthode de calcul des garanties financières _____	251
	5 - 3 Estimation des garanties _____	252
	5 - 4 Modalités de constitution des garanties _____	252

1 PRESENTATION DU PROJET

Le projet de parc éolien d'Hilvern est situé dans la région Bretagne, et plus particulièrement dans le département des Côtes d'Armor, au sein de la Communauté de Communes Loudéac Communauté – Bretagne Centre. Il est localisé sur les territoires communaux de Saint-Caradec et Guerlédan.

Le projet est constitué de 2 éoliennes de puissance nominale maximale de 3 MW, pour une puissance totale maximale de 6 MW, et d'un poste de livraison. Les aérogénérateurs seront implantés dans des parcelles agricoles.

Comme évoqué dans la section D.2-6, EnBW (actionnaire à 100% de la société VALECO), société à capitaux publics, doit se soumettre à la directive européenne 2014/25/UE visant à garantir le respect des principes de mise en concurrence, d'égalité de traitement des fournisseurs, et de transparence pour tout achat de matériels et services destinés à ses sociétés de projet de construction, dès lors que ces achats sont liés à leur activité de production d'électricité.

Ainsi, le gabarit maximal dans l'analyse des impacts, dangers et inconvénients de l'installation (pour ne pas risquer de les sous-évaluer) est le suivant :

Puissance maximale (MW)	Hauteur au moyeu maximale (m)	Diamètre rotor maximal (m)	Hauteur en bout de pale maximale (m)
3	91,5	117	150

Tableau 59 : Principales caractéristiques techniques des modèles envisagés (source : VALECO, 2023)

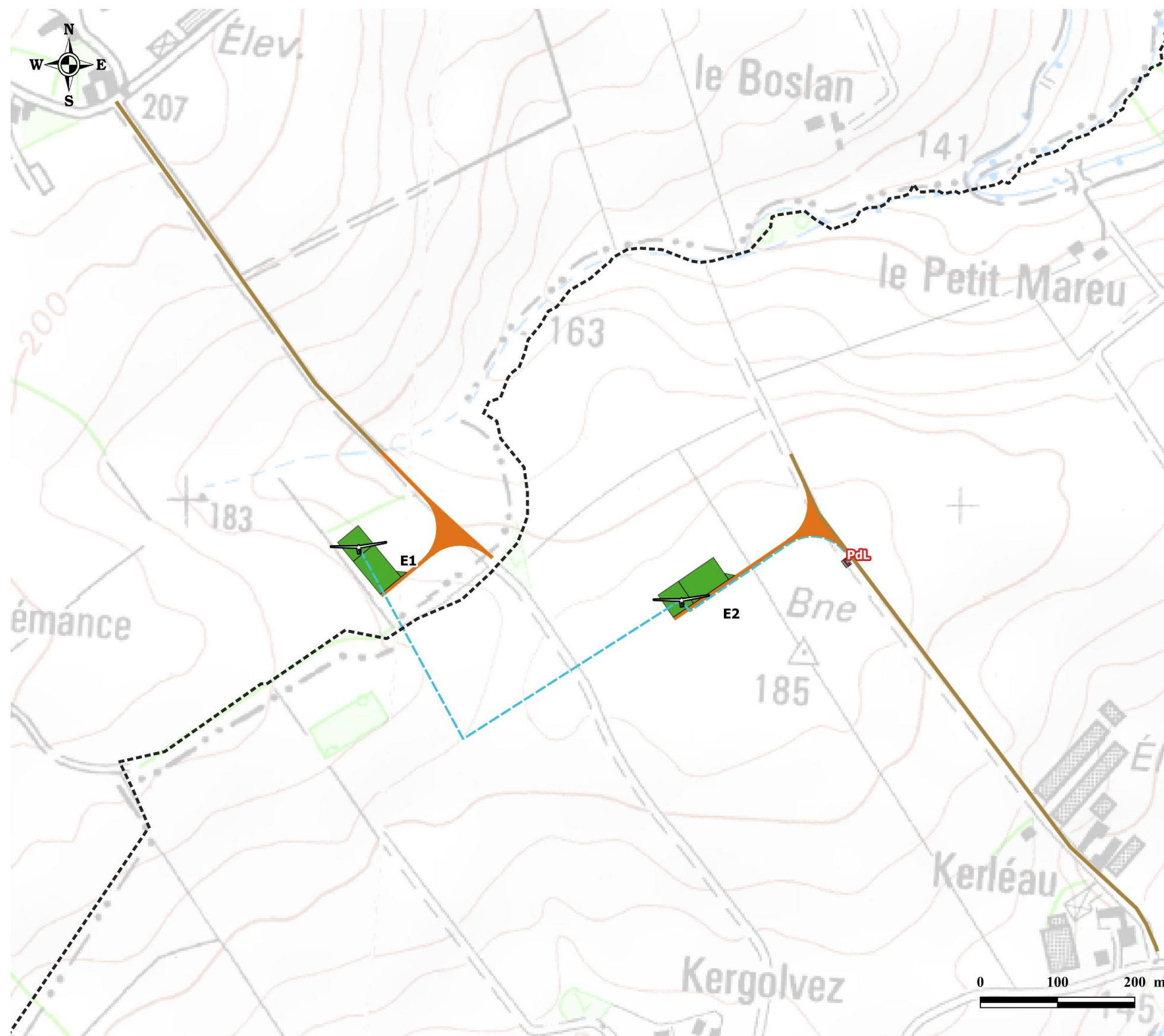
Localisation	Nom du projet	Parc éolien d'Hilvern
	Région	Bretagne
	Département	Côtes d'Armor
	Communes	Saint-Caradec et Guerlédan
Descriptif technique	Nombre d'éoliennes	2
	Hauteur au moyeu maximale	91,5 m
	Rayon de rotor maximal	58,5 m
	Hauteur totale maximale	150 m
	Surface maximale de pistes à renforcer	6 185 m ²
	Surface maximale de pistes permanentes créées	2 516 m ²
Raccordement au réseau	Poste électrique probable	Mûr-de-Bretagne
	Tension de raccordement	20 kV
Energie	Puissance totale maximale	6 MW
	Production	14 400 MWh
	Foyers équivalents (hors chauffage)	3 100
	Emissions annuelles de CO ₂ évitées	6 890

Tableau 60 : Caractéristiques générales du projet éolien d'Hilvern (source : VALECO, 2023)

Les coordonnées et les altitudes des éoliennes et poste de livraison sont données dans le tableau suivant.

Infrastructure	X L93	Y L93	Latitude	Longitude	Altitude (m NGF)
E1	263698,952	6806123,403	48°12'33.2028" N	2°52'43.5306" O	181,81 m
E2	263280,963	6806192,073	48°12'34.4135" N	2°53'3.9790" O	183,01 m
PDL	263913,483	6806171,815	48°12'35.2832" N	2°52'33.3372" O	182,71 m

Tableau 61 : Coordonnées et altitudes des éoliennes et poste de livraison (PDL) du parc éolien d'Hilvern (source : VALECO, 2020)

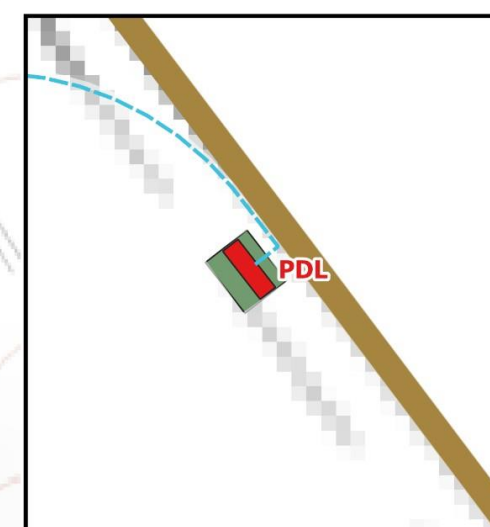


Plan de l'installation

ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Mai 2020

Sources : IGN 25®, VALECO
Copie et reproduction interdites




Légende


Parc éolien d'Hilvern


 Eolienne

Installations

 Plateforme éolienne

 Poste de livraison (PDL)


 Plateforme du poste de livraison

 Accès à recalibrer

 Accès à créer

 Raccordement inter-éolien

Limite territoriale

 Limite communale

Carte 69 : Implantation du parc éolien d'Hilvern

2 LES CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU PARC EOLIEN

2 - 1 Caractéristiques techniques des éoliennes

La puissance nominale maximale des éoliennes est de 3 MW.

Les éoliennes se composent de trois principaux éléments :

- **Le rotor**, d'un diamètre maximal de 117 m, composé de trois pales, faisant chacune au maximum 57,3 m de long, réunies au niveau du moyeu. Le rotor est auto-directionnel (comme une girouette, il tourne à 360° sur son axe) et s'oriente en fonction de la direction du vent. La surface maximale balayée par les pales est de 10 751 m² ;
- **Le mât** a une hauteur au moyeu maximale de 91,5 m, pour une hauteur totale d'éolienne n'excédant pas 150 m ;
- **La nacelle** qui abrite les éléments fonctionnels permettant de convertir l'énergie cinétique de la rotation des pales en énergie électrique permettant la fabrication de l'électricité (génératrice, multiplicateur...) ainsi que différents éléments de sécurité (balisage aérien, système de freinage ...).

Tous les modèles d'éoliennes sont équipés de plusieurs dispositifs de sécurité et de protection (foudre, incendies) et d'un dispositif garantissant la non-accessibilité des équipements aux personnes non autorisées. Elles font l'objet d'une certification : déclaration de conformité européenne.

Les instruments de mesure de vent placés au-dessus de la nacelle conditionnent le fonctionnement de l'éolienne. Grâce aux informations transmises par **la girouette** qui détermine la direction du vent, le rotor se positionnera pour être continuellement face au vent.

Les pales se mettent en mouvement lorsque **l'anémomètre** (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 10 km/h à hauteur de la nacelle, et c'est seulement à partir de 12 km/h que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor et l'arbre dit « lent » transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse (entre 6 et 12 tr/min) aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit « rapide » tourne environ 100 fois plus vite que l'arbre lent. Certaines éoliennes sont dépourvues de multiplicateur et la génératrice est entraînée directement par l'arbre « lent » lié au rotor. La génératrice transforme l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.

La puissance électrique produite varie en fonction de la vitesse de rotation du rotor. Dès que le vent atteint environ 50 km/h à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite « nominale ». Pour un aérogénérateur de 3 MW par exemple, la production électrique atteint 3 000 kWh dès que le vent atteint environ 50 km/h. L'électricité est produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 400 à 690 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint des vitesses de plus de 72 km/h (variable selon le type d'éolienne) sur une moyenne de 10 minutes, l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité.

Deux systèmes de freinage permettront d'assurer la sécurité de l'éolienne :

- Le premier par la mise en drapeau des pales, c'est-à-dire un freinage aérodynamique : les pales prennent alors une orientation parallèle au vent ;
- Le second par un frein mécanique sur l'arbre de transmission à l'intérieur de la nacelle.

Remarque : Pour plus de détails sur le dispositif de sécurité de ces éoliennes, le lecteur peut se référer à l'étude de dangers jointe au présent dossier de demande d'autorisation environnementale et qui bénéficie d'un résumé non technique.

2 - 2 Composition d'une éolienne

Chaque éolienne est composée d'une fondation, d'une tour (ou mât), d'une nacelle et de trois pales. Chaque élément est peint en blanc/gris lumière pour son insertion dans le paysage (réf. RAL. 7035) et le respect des normes de sécurité aériennes.

2 - 2a Les fondations

Les fondations transmettent le poids mort de l'éolienne et les charges supplémentaires créées par le vent, dans le sol. Une étude géotechnique sera effectuée pour dimensionner précisément les fondations de chaque éolienne.

Les fondations sont de forme circulaire, de dimension de 20 à 27 m de large à leur base et se resserrent jusqu'à environ 5 m de diamètre. Elles sont situées dans une fouille un peu plus large. La base des fondations est située entre 3 et 5 m de profondeur.

Après comblement de chaque fosse avec une partie des stériles extraits, les fondations sont surplombées d'un revêtement minéral (grave compactée) garantissant l'accès aux services de maintenance. Ces stériles sont stockés de façon temporaire sur place sous forme de merlons.

2 - 2b Le mât

Le mât est généralement composé de 3 à 5 tronçons en acier ou de 15 à 20 anneaux de béton surmontés d'un ou plusieurs tronçons en acier. Les différentes sections individuelles sont reliées entre elles par des brides en L qui réduisent les contraintes sur les matériaux. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne pour le transport de l'énergie sur le réseau électrique.

2 - 2c Les pales

Elles sont au nombre de trois par machine. D'une longueur maximale de 57,3 m, elles sont constituées d'un seul bloc de plastique armé à fibre de verre (résine époxyde). Chaque pale possède :

- Un système de protection parafoudre intégré ;
- Un système de réglage indépendant pour prendre le maximum de vent ;
- Une alimentation électrique de secours, indépendante.

2 - 2d

La nacelle

La nacelle contient les éléments qui vont permettre la fabrication de l'électricité. Sa forme sera rectangulaire.

Les éoliennes envisagées possèdent un système d'entraînement indirect (présence d'un multiplicateur). Ainsi, l'arbre (appelé moyeu), entraîné par les pales, est accouplé à un multiplicateur qui a pour objectif d'augmenter le nombre de rotations de l'arbre. On passe ainsi d'environ 15 tours par minute (coté rotor) à 1 600 tours par minute (à la sortie du multiplicateur).

Ensuite, l'arbre est directement couplé à la génératrice (qui fabrique l'électricité). L'électricité ainsi produite sous une tension de 400 à 690 V est transformée dans l'éolienne en 20 000 V puis est acheminée par des câbles au pied de la tour pour rejoindre l'éolienne suivante ou in fine le poste.

2 - 3 Réseau d'évacuation de l'électricité

2 - 3a Réseau électrique interne

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré dans le mât de chaque éolienne, au point de raccordement avec le réseau public. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. Ces câbles constituent le réseau interne d'un parc éolien.

Ces réseaux de raccordement électrique ou téléphonique (surveillance) entre les éoliennes et le poste de livraison seront enterrés sur toute leur longueur, empruntant dans la mesure du possible, le chemin le plus court et longeant au maximum les pistes et chemins d'accès entre les éoliennes et le poste de livraison. La tension des câbles électriques est de 20 000 V. Le plan ci-après illustre le tracé prévisionnel des lignes 20 kV interne au parc éolien, reliant toutes les éoliennes jusqu'au poste de livraison. **Il est donné à titre indicatif car pouvant être amené à évoluer.**

Pour le raccordement inter-éoliennes, les caractéristiques des tranchées sont en moyenne une largeur de 50 cm et une profondeur de 0,8 m à 1,2 m selon les cas. La présence du câble est matérialisée par un grillage avertisseur de couleur rouge, conformément à la réglementation en vigueur.

Lors du chantier de raccordement, au moins une voie de circulation devra être assurée sur les voies concernées (l'autre étant réservée à la sécurité du chantier). Les impacts directs de la mise en place de ces réseaux enterrés sur les sites sont négligeables. Les tranchées sont faites :

- Au droit des chemins d'accès puis sous les voies existantes dans les lieux présentant peu d'intérêts écologiques, et à une profondeur empêchant toute interaction avec les engins agricoles ;
- A travers les champs et au plus court.

Aucun apport ou retrait de matériaux du site n'est nécessaire. Ouverture de tranchées, mise en place de câbles et fermeture des tranchées seront opérés en continu, à l'avancement, sans aucune rotation d'engins de chantier. Les pistes seront restituées dans leur état initial, sans élargissement supplémentaire.

Des bornes seront laissées en surface au droit du passage du câble 20 kV pour matérialiser la présence de celui-ci.

La carte en page suivante illustre le tracé du réseau électrique interne à l'installation.

Dans le cas d'un parc éolien raccordé sur un réseau de distribution, le gestionnaire du réseau de distribution crée lui-même et à la charge financière du producteur un réseau de distribution haute tension pour relier le producteur directement au poste source retenu.

A ce stade de développement du projet éolien d'Hilvern, la décision du tracé de raccordement externe par le gestionnaire de réseau n'est pas connue. La définition du tracé définitif et la réalisation des travaux de raccordement sont du ressort du gestionnaire de réseau (RTE/ENEDIS) et à la charge financière du porteur de projet.

En effet, le décret n°2015-1823 du 30 décembre 2015 relatif à la codification de la partie réglementaire du Code de l'Energie fixe les conditions de raccordement aux réseaux publics d'électricité des installations de production d'électricité à partir de sources d'énergies renouvelables. Ce décret précise que le gestionnaire des réseaux publics doit proposer la solution de raccordement sur le poste le plus proche disposant d'une capacité réservée suffisante pour satisfaire la puissance de raccordement demandée. Conformément à la procédure de raccordement en vigueur, les prescriptions techniques et un chiffrage précis du raccordement au réseau électrique seront fournis par le gestionnaire du réseau de distribution. Le raccordement entre le poste de livraison et le poste source sera réalisé en accord avec la politique nationale d'enfouissement du réseau, et soumis ensuite à l'avis du Préfet (article 2 du décret du 1^{er} décembre 2001).

Pour rappel, la procédure de réalisation d'un raccordement externe dans le cadre un parc éolien est la suivante : Après l'obtention de l'arrêté préfectoral autorisant la construction d'un parc éolien, le développeur du projet réalise une demande de raccordement auprès des gestionnaires de réseau ENEDIS et RTE, qui proposent alors un modèle de Proposition Technique et Financière (PTF). En effet, comme précisé ci-dessus, les gestionnaires de réseaux sont les seuls habilités à décider d'un tracé de raccordement électrique et en sont entièrement responsables. Une fois le modèle validé par les différentes parties (développeur, Préfet, maires des communes concernées par le raccordement et gestionnaires des domaines publics), et un acompte déposé, une convention est élaborée entre le développeur et le gestionnaire de réseau pour la réalisation des travaux. Il est à noter que les travaux seront financés par le développeur éolien, toutefois, la totalité des travaux est sous la responsabilité du gestionnaire de réseau.

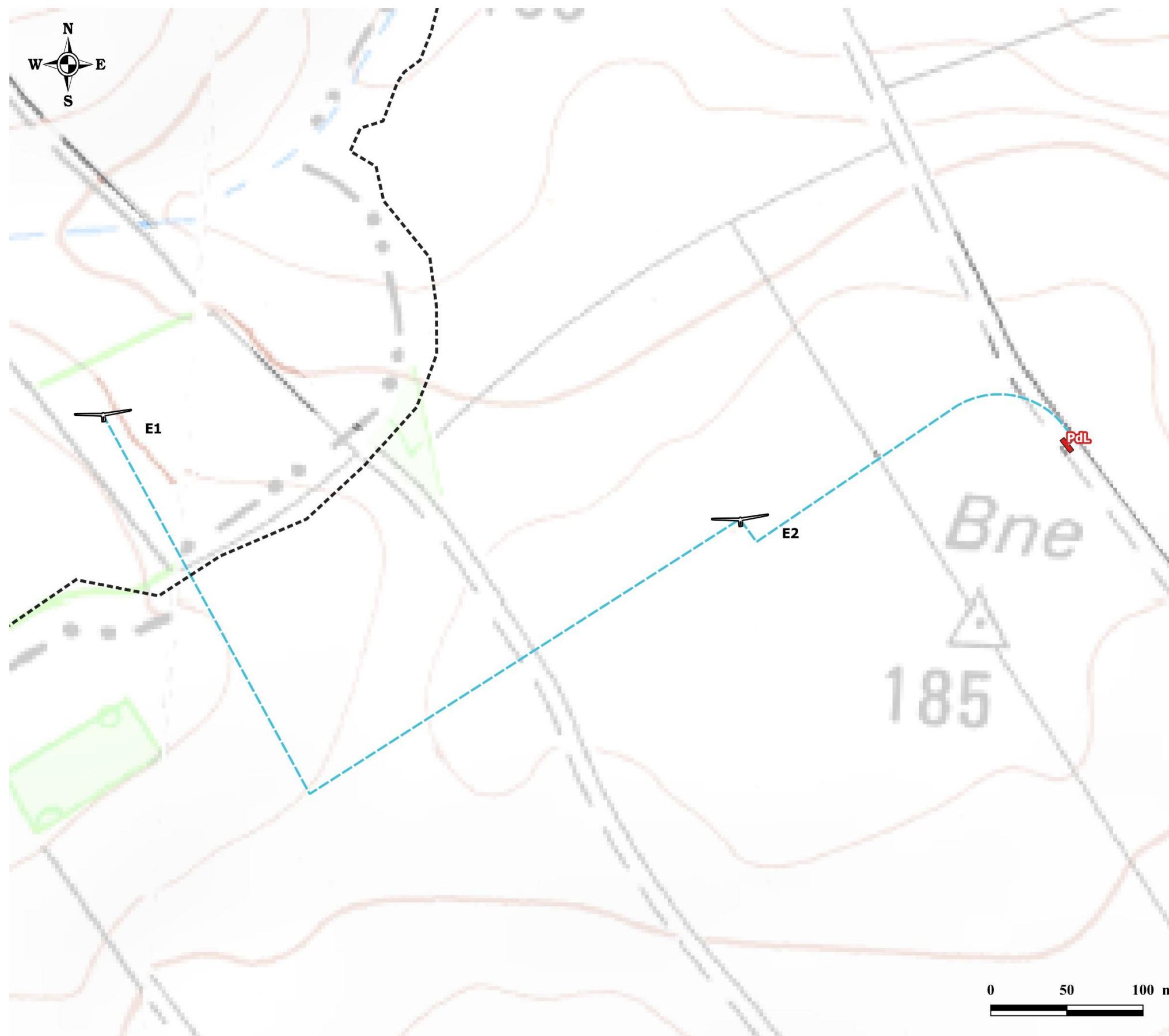
La Carte 71 illustre un exemple de tracé de raccordement externe qui pourra être réalisé, à titre d'exemple puisque la décision finale est du ressort du gestionnaire de réseau. Le raccordement est envisagé pour cette simulation sur le poste électrique de Mûr-de-Bretagne, dont la capacité est en train d'être augmentée.

Raccordement électrique

ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Juin 2020


Source : IGN 25®
Copie et reproduction interdites




Légende

Parc éolien d'Hilvern

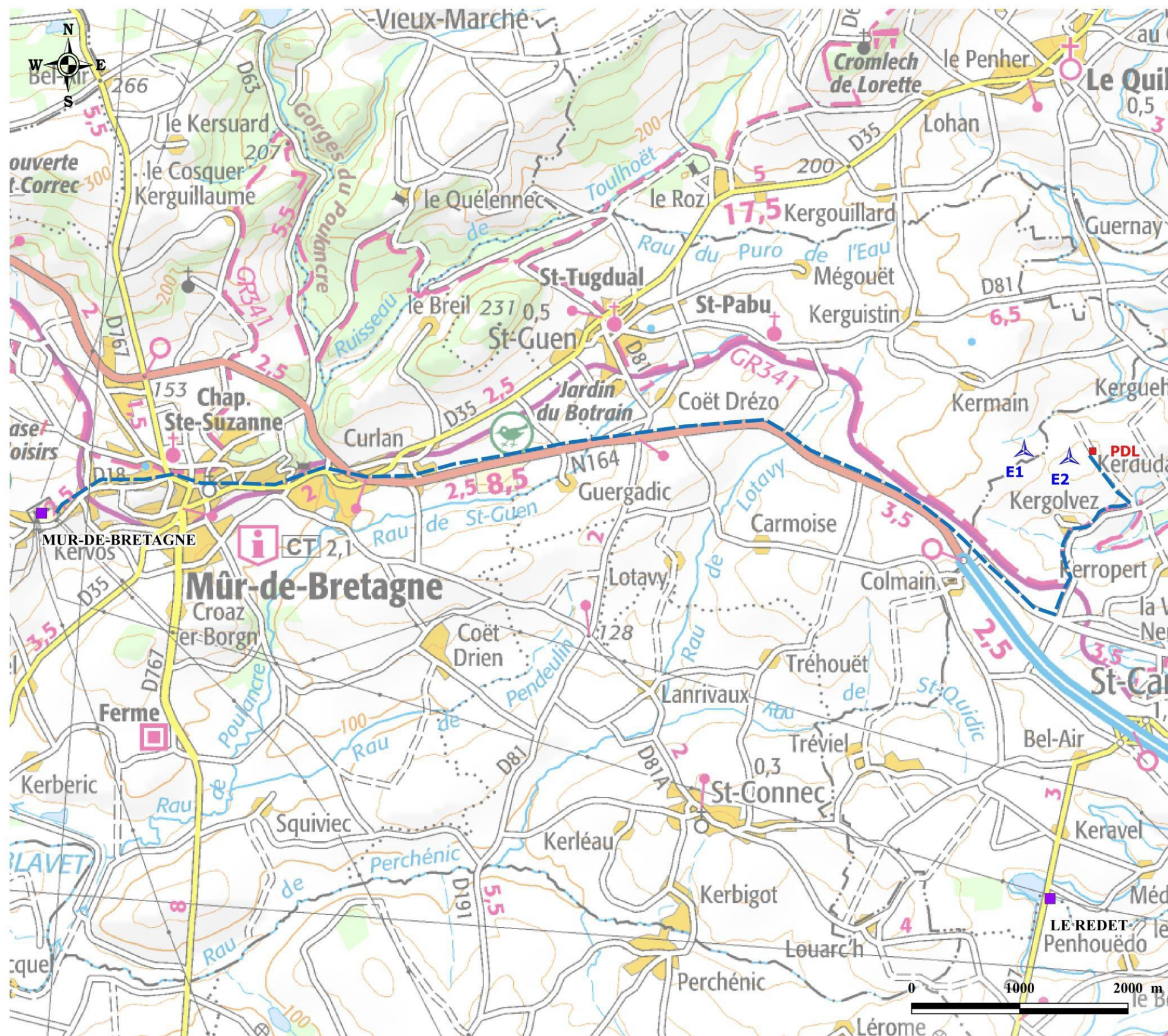
 Implantation copier

 Poste de livraison

 Raccordement inter-éolien

 Limite communale

Carte 70 : Raccordement inter-éolien







Raccordement externe potentiel

ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Juillet 2019

Source : IGN 25®
Copie et reproduction interdites

- Légende**
- Parc éolien d'Hilvern
 -  Eolienne
 -  Poste de livraison
 - Raccordement externe potentiel
 -  Tracé envisagé
 -  Poste électrique potentiel (Mûr-de-Bretagne)

Carte 71 : Raccordement électrique externe à l'installation envisagée (Ater Environnement, 2019)

2 - 4 Poste de livraison

Le poste de livraison d'un parc éolien marque l'interface entre le domaine privé (l'exploitant du parc) et le domaine public, géré par le gestionnaire public de réseau (distributeur, transporteur). Le poste est équipé de différentes cellules électriques et automates qui permettent la connexion et la déconnexion du parc éolien au réseau 20 kV en toute sécurité. C'est au niveau de ce poste qu'est réalisé le comptage de la production d'électricité.

Le poste de livraison sont placés de manière à optimiser le raccordement au réseau électrique en direction du poste source. Chaque poste comprend : un compteur électrique, des cellules de protection, des sectionneurs, des filtres électriques. La tension limitée de cet équipement (20 000 Volts, ce qui correspond à la tension des lignes électriques sur pylônes EDF bétonnés standards des réseaux communs de distribution de l'énergie) n'entraîne pas de risque électromagnétique important. Son impact est donc globalement limité à son emprise au sol : perte de terrain, aspect esthétique.

Pour le parc éolien d'Hilvern, une structure de livraison est prévue. Chaque structure est composée d'un poste de livraison dont les dimensions sont de 10,4 m de long par 3,3 m de large. Le poste de livraison est implanté sur la parcelle ZE 101 à proximité d'un chemin rural.

2 - 5 Plateformes

Le montage de chaque aérogénérateur nécessite la mise en place d'une plateforme de montage destinée à accueillir la grue lors de la phase de levage de l'éolienne. Les plateformes permettent également le montage d'une grue en phase d'exploitation lors de maintenances lourdes.

Les superficies des plateformes des éoliennes et du poste de livraison sont données dans le tableau récapitulatif ci-après.

2 - 6 Chemin d'accès aux éoliennes

L'accès à la zone de projet pourra se faire depuis plusieurs chemins ruraux. Les chemins d'accès aux éoliennes seront à renforcer ou à créer en fonction des installations déjà présentes. Les chemins existants seront privilégiés.

Remarque : Plusieurs modèles d'éoliennes étant envisagés, les données présentées dans cette étude sont celles maximisant les impacts. Ainsi, en fonction du modèle d'éolienne choisi au moment du démarrage du chantier, certaines surfaces pourront être réduites.

Entité	Plateformes permanentes (m ²)	Fondations (m ²)	Chemin à créer (m ²)	Chemins à renforcer (m ²)	Pans coupés (m ²)
E1	3 095	-	-	-	-
E2	3 095	-	-	-	-
PdL	99	-	-	-	-
TOTAL	6 289	-	2 516	6 185	2 261

Tableau 62 : Emprise au sol du projet éolien d'Hilvern (source : VALECO, 2019)

2 - 7 Centre de maintenance

La maintenance du parc éolien sera réalisée pour le compte du Maître d'Ouvrage par la société qui construira les éoliennes.

La maintenance réalisée sur l'ensemble des parcs éoliens est de deux types :

- **Corrective** : Intervention sur les éoliennes lors de la détection d'une panne afin de les remettre en service rapidement ;
- **Préventive** : Elle contribue à améliorer la fiabilité des équipements (sécurité des tiers et des biens) et la qualité de la production. Cette maintenance préventive se traduit par la définition de plans d'actions et d'interventions sur l'équipement, par le remplacement de certaines pièces en voie de dégradation afin d'en limiter l'usure, par le graissage ou le nettoyage régulier de certains ensembles.

2 - 8 Mesures de sécurité

De nombreuses mesures de sécurité sont mises en œuvre dans l'éolienne. L'ensemble des dispositifs de sécurité sont détaillés dans un chapitre qui lui est dédié dans l'étude de dangers, jointe au dossier de demande d'autorisation environnementale.

On peut citer notamment :

- Une ouverture est prévue au pied de la tour pour une ascension à l'abri des intempéries par un ascenseur doublé d'une échelle de sécurité équipée d'un système antichute. Les éléments de la tour comprennent une plateforme et un éclairage de sécurité ;
- La tour est revêtue d'une protection anticorrosion multicouche. Cette protection contre la corrosion répond à la norme ISO 9223 ;
- Les éoliennes sont protégées de la foudre par un système parafoudre intégré à chaque machine. Ce système est conforme à la norme IEC 61-400-24 ;
- Un ensemble de système de capteurs permettant de prévenir en cas :
 - ✓ De surchauffe des pièces mécaniques ;
 - ✓ D'incendie ;
 - ✓ De survitesse.
- Un système de balisage conforme à l'arrêté du 23 avril 2018 permet de signaler leur présence aux avions et autres aéronefs.

2 - 9 Réseau de contrôle commande des éoliennes

2 - 9a Système SCADA

Le réseau SCADA permet le contrôle à distance du fonctionnement des éoliennes. Ainsi, chaque éolienne dispose de son propre SCADA relié lui-même à un SCADA central qui a pour objectif principal :

- De regrouper les informations des SCADAS des éoliennes ;
- De transmettre à toutes les éoliennes une information identique, en même temps, plutôt que de passer par chaque éolienne à chaque fois.

Ainsi en cas de dysfonctionnement (survitesse, échauffement) ou d'incident (incendie), l'exploitant est immédiatement informé et peut réagir.

Dans le cas d'un dysfonctionnement du système de SCADA central, le contrôle de commande des éoliennes à distance est maintenu puisque ces machines disposent d'un SCADA qui leur est propre. Le seul inconvénient est qu'il faut donner l'information à chacune des éoliennes du parc.

Dans le cas d'un dysfonctionnement du système SCADA propre à une éolienne, ce dernier entraîne l'arrêt immédiat de la machine.

Ainsi, en cas de défaillance éventuelle du système SCADA de commande à distance, le parc éolien est maintenu sous contrôle soit via le système SCADA propre à la machine, soit par l'arrêt automatique de la machine.

2 - 9b Réseau de fibres optiques

Le système de contrôle de commande des éoliennes est relié par fibre optique aux différents capteurs. En cas de rupture de la fibre optique entre deux éoliennes, la transmission peut s'effectuer directement en passant par le SCADA propre à l'éolienne ou par le SCADA central. Il s'agit d'un système en anneau qui permet de garantir une communication continue des éoliennes.

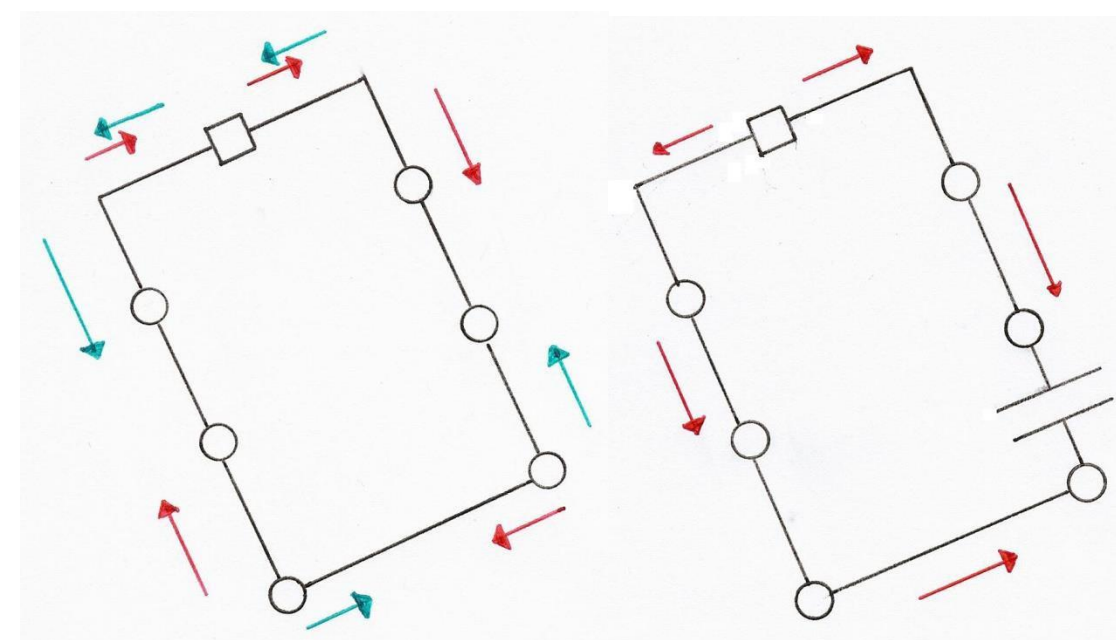


Figure 92 : Illustration du système en anneau garantissant une communication continue des éoliennes –
Légende : ○ Eolienne □ SCADA → Circulation de l'information

2 - 10 Fonctionnement opérationnel

La nacelle de l'éolienne contient les éléments techniques qui assurent la transformation de l'énergie mécanique en énergie électrique, à savoir principalement la génératrice et le multiplicateur (pour les éoliennes à entraînement indirect).

L'éolienne s'oriente automatiquement face au vent grâce aux informations captées par la girouette au sommet de la nacelle. Lorsque le vent est suffisamment élevé, il entraîne le mouvement des pales. Ce mouvement est transmis à la génératrice, pièce centrale du système de génération du courant électrique. En cas de vent trop fort, le rotor est arrêté automatiquement et mis « en drapeau ».

Le système électrique de chaque éolienne est prévu pour garantir une production d'énergie avec une tension et une fréquence constante. L'électricité produite est ensuite conduite jusqu'au poste de livraison via les liaisons inter-éoliennes, puis au réseau public.

Toutes les fonctions de l'éolienne sont commandées et contrôlées en temps réel par microprocesseur. Ce système de contrôle commande est relié aux différents capteurs qui équipent l'éolienne. Différents paramètres sont évalués en permanence, comme par exemple : tension, fréquence, phase du réseau, vitesse de rotation de la génératrice, températures, niveau de vibration, pression d'huile et usure des freins, données météorologiques... Les données de fonctionnement peuvent être consultées à partir d'un ordinateur par liaison téléphonique. Cela permet au constructeur des éoliennes, à l'exploitant et à l'équipe de maintenance de se tenir informés en temps réel de l'état de l'éolienne.

3 LES TRAVAUX DE MISE EN PLACE

3 - 1 Généralités

La mise en place d'un chantier éolien nécessite, du fait de sa longueur (transport, montage, fondations et réseaux) et du nombre de personnes employées, la mise en place d'une base-vie. Une base-chantier sera donc réalisée. Elle sera constituée de bungalows de chantier (vestiaires, outillage, bureaux) et sera équipée de sanitaires autonomes. Elle sera provisoirement desservie par une ligne électrique et une ligne téléphonique. Son implantation sera déterminée quelques mois avant le début de la construction.

Le chantier sur la zone d'implantation potentielle se déroule en plusieurs phases :

- Réalisation des chemins d'accès et des aires stabilisées de montage et de maintenance ;
- Déblaiement des fouilles avec décapage des terres arables et stockage temporaire de stériles avant réutilisation pour une partie et évacuation pour les autres ;
- Creusement des tranchées des câbles jusqu'au poste de livraison ;
- Acheminement, ferrailage et bétonnage des socles de fondation ;
- Temps de séchage (un mois minimum), puis compactage de la terre de consolidation autour des fondations ;
- Acheminement du mât, de la nacelle (en 3 pièces) et des trois pales de chaque éolienne ;
- Assemblage des pièces et installation (3-4 jours quand les conditions climatiques le permettent) ;
- Compactage d'une couche de propreté au-dessus des fondations ;
- Décompactage et disposition d'une nouvelle couche de terre arable sur une fraction de l'aire d'assemblage (celle destinée au dépôt des pales avant assemblage).

Pour chaque éolienne, environ 100 camions, grues ou toupies béton sont nécessaires à sa construction :

- **Composants des éoliennes** : environ 13 camions auxquels il faut également rajouter une quinzaine de camions pour les éléments de la grue (1 aller + 1 retour) ;
- **Ferrailage** : 2 camions par éolienne + 1 pour la livraison de l'insert de fondation ;
- **Fondation** : en moyenne 8 à 10 toupies (en fonction du cubage) pour le béton de propreté (sur 1/2 journée) et environ 65 toupies pour le coulage (sur 1 journée) des fondations elles-mêmes.

De manière générale, la construction d'un parc éolien se déroule sur une durée de 10 à 12 mois pour un parc de 2 éoliennes. **Cette durée est fonction du nombre d'éoliennes, mais non proportionnelle.** Le planning de déroulement d'un chantier standard se présente ainsi pour une éolienne :

- Travaux de terrassement = 2 mois ;
- Fondations en béton = 2 mois ;
- Raccordements électriques = 3 mois ;
- Montage des éoliennes = 2 mois ;
- Essais de mise en service = 1 mois ;
- Démarrage de la production = 1 mois.



Figure 93 : Exemple d'aire de montage, grave compactée sur géotextile

3 - 2 Superficie du projet

L'emprise du parc éolien d'Hilvern lors de la phase chantier correspond à une superficie de 1,34 ha (hors chemins à renforcer). Cette emprise est réduite à 0,8 ha lors de la phase d'exploitation après remise en état des pans coupés.

3 - 3 Transport, acheminement des éoliennes et accès au site

3 - 3a Conditions d'accès

Deux paramètres principaux doivent être pris en compte afin de définir l'accès au site :

- La charge des convois durant la phase de travaux ;
- L'encombrement des éléments à transporter.

Relativement à l'encombrement, ce sont les pales qui représentent la plus grande contrainte. Leur transport est réalisé en convoi exceptionnel à l'aide de camions adaptés (tracteur et semi-remorque).

Lors du transport des éoliennes, le poids maximal à supporter est celui de la nacelle. La charge du camion sera portée par 12 essieux, avec une charge d'environ 10 tonnes par essieu. Pour assurer le passage de ces lourdes charges sur certains chemins, ils seront redimensionnés et renforcés avant le démarrage du chantier afin d'atteindre une voie d'accès de 4,5 m minimum utiles.

La pente maximale des pistes d'accès est limitée à 10 %. Ceci ne présente pas de problème particulier au vu de la topographie du site.

Des virages seront créés afin d'assurer le transport des éléments de l'éolienne pour faciliter l'accès au site.

3 - 3b Accès aux sites

Les éoliennes doivent être accessibles pendant toute la durée de fonctionnement du parc éolien afin d'en assurer la maintenance et l'exploitation. Plusieurs voies départementales (N164 et D81) desservent les voies communales permettant l'accès à la zone du projet.

3 - 3c La desserte interne des éoliennes

La desserte interne

L'organisation repose sur le principe de la minimisation de la création des chemins d'accès par une utilisation maximale des chemins existants, le but étant de limiter la destruction des milieux naturels. Toutefois, des pistes de desserte devront être aménagées afin d'accéder au pied des éoliennes.

La circulation et l'organisation du chantier

Les engins de chantier emprunteront les pistes de desserte afin d'accéder au pied des éoliennes. Tous les travaux ne sont pas simultanés, certaines de ces emprises au sol peuvent donc avoir plusieurs fonctions.

Les travaux commencent par la création des pistes d'accès et des aires de levage. Ils se poursuivent par le creusage et le coulage des fondations. Durant cette phase, des engins de terrassement sont présents sur les « aires de levages » et les camions de terre ou de béton circulent sur les pistes de construction et font demi-tour sur ces mêmes aires de levages, qui sont assez grandes pour le permettre.

Une fois les fondations coulées, le montage des éoliennes peut commencer. Durant cette phase, les plateformes permettent l'installation des grues. Deux grues sont présentes sur site : une pour le portage, et l'autre pour le guidage. Le moyeu est monté sur la nacelle au sol. Les pales sont montées une fois que la nacelle et le moyeu sont montés sur la dernière section de tour. Les camions contenant les pales et la nacelle empruntent les pistes de construction, déposent leur chargement avec l'aide d'une grue et ressortent en marche arrière par le même chemin ; cette manœuvre est possible grâce aux remorques « rétractables » utilisées dans le transport de ce type de chargement. Des aires de stockage accueilleront chacun des composants des éoliennes.

Création des pistes

Sur les tronçons de pistes à créer, le mode opératoire sera le suivant : gyro-broyage, décapage de terre végétale, pose d'une membrane géotextile si nécessaire et empierrement.

En ce qui concerne les tronçons de pistes existants à renforcer, les travaux prévus sont relativement légers, il s'agit d'un empierrement de piste avec pose préalable d'une membrane géotextile si besoin.

Durant la phase travaux, l'accès au site sera utilisé par des engins de chantier ; en phase d'exploitation, seuls les véhicules légers se rendront sur le site. L'entretien de ces voies de communication sera assuré par l'exploitant du parc éolien. Elles auront notamment les caractéristiques adéquates pour la circulation des engins de secours.

La création des tranchées d'enfouissement des câbles au niveau des bordures de chemins pourrait être à l'origine d'une fragilisation des talus et entraîner leur effondrement de manière très localisée. Toutefois, les tranchées suivent les chemins d'accès aux éoliennes qui nécessitent des pentes relativement douces (inférieures à 10 %) réduisant ainsi le risque de glissement des terrains.

L'ouverture et la mise au gabarit des pistes pourraient être très localement à l'origine de déstabilisation de talus en l'absence de précautions ; en effet une dévégétalisation peut constituer le point de départ d'érosion localisée.

3 - 4 Les travaux

3 - 4a Génie civil et terrassement

Les différentes zones définies dans le Plan Général de Coordination Environnementale seront balisées afin de limiter l'impact du chantier sur l'environnement. Un plan de circulation sur le site et ses accès sera mis en place de manière à limiter les impacts sur le site et ses abords. Une aire de montage sera nécessaire en pied de chaque éolienne. Le sol sera nivelé et compacté autour du massif de l'éolienne afin de permettre le positionnement de la grue.

3 - 4b Fondations des aérogénérateurs

Lorsque les travaux de terrassement seront terminés, les massifs des éoliennes seront réalisés en béton armé. Ceux-ci seront recouverts avec les matériaux extraits lors du terrassement qui seront compactés.

3 - 4c Travaux électriques et protection contre la foudre

Les travaux électriques consistent en l'installation et la mise en service des transformateurs et des cellules HTA (haute tension) équipant chaque éolienne.

Des protections directes (réalisation d'une prise de terre en tranchée) et indirectes (parafoudres) par éolienne seront mises en place afin de prévenir les incidents liés à la foudre.

3 - 4d Evacuation de l'énergie et communication

Le transport de l'énergie de chaque éolienne vers le poste de livraison est réalisé à partir d'un câble de 20 kV souterrain. Un réseau de fibre optique est mis en place sur le site dans la même tranchée que le câble 20 kV. Celui-ci permet la communication entre le contrôle-commande et les éoliennes. Le site est raccordé au réseau de télécom permettant la télésurveillance des éoliennes.

Les tranchées destinées à la pose du câble et de la fibre sont réalisées en empruntant, dans la mesure du possible, le chemin le plus court, et longeant au maximum les pistes et chemins d'accès entre les éoliennes et le poste de livraison.

3 - 4e Aérogénérateurs

Les équipements seront transportés par convoi exceptionnel depuis leur provenance d'origine. Dès leur livraison sur le site, les éoliennes seront immédiatement assemblées de manière à limiter le stockage sur le site. La mise en service ainsi que les essais interviendront dès que le raccordement au réseau aura été effectué.

4 LES TRAVAUX DE DEMANTELEMENT ET DE REMISE EN ETAT

Les éoliennes sont des installations dont la durée de vie est estimée à une vingtaine d'années. En fin d'exploitation, les éoliennes sont démantelées conformément à la réglementation.

Le démantèlement d'une éolienne est une opération techniquement simple qui consiste à :

- Démontez les machines, les enlever ;
- Enlever le poste de livraison et tout bâtiment affecté à l'exploitation ;
- Restituer un terrain propre et cultivable selon l'état initial.

Sauf intempéries, la durée de chantier du démontage est de 3 jours par éolienne, pour la machine proprement dite. Concernant l'élimination des fondations, plusieurs techniques de déconstruction existent actuellement. Il peut notamment être utilisé des brise-roches (qui vont démolir le béton bloc par bloc). Le béton est évacué ensuite en site de concassage (avec utilisation d'aimants pour trier la ferraille et le béton) de manière à en ressortir un produit utilisé à la place des graves naturelles (devenues difficiles à trouver en carrières), utilisé par exemple dans les sous-couches routières. Dans certains cas, le béton peut même être concassé directement sur place pour être utilisé pour faire ou refaire des voies/chemins sur le site.

4 - 1 Contexte réglementaire

L'obligation de procéder au démantèlement est définie à l'article L.515-46 du Code de l'Environnement, créé par Ordonnance n°2017-80 du 26 janvier 2017, qui précise que :

« L'exploitant d'une installation produisant de l'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent ou, en cas de défaillance, la société mère est responsable de son démantèlement et de la remise en état du site, dès qu'il est mis fin à l'exploitation, quel que soit le motif de la cessation de l'activité. Dès le début de la production, puis au titre des exercices comptables suivants, l'exploitant ou la société propriétaire constitue les garanties financières nécessaires.

Pour les installations produisant de l'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent, classées au titre de l'article L. 511-2, les manquements aux obligations de garanties financières donnent lieu à l'application de la procédure de consignation prévue au II de l'article L. 171-8, indépendamment des poursuites pénales qui peuvent être exercées.

Un décret en Conseil d'Etat détermine, avant le 31 décembre 2010, les prescriptions générales régissant les opérations de démantèlement et de remise en état d'un site ainsi que les conditions de constitution et de mobilisation des garanties financières mentionnées au premier alinéa du présent article. Il détermine également les conditions de constatation par le préfet de département de la carence d'un exploitant ou d'une société propriétaire pour conduire ces opérations et les formes dans lesquelles s'exerce dans cette situation l'appel aux garanties financières ».

Ainsi dans le cadre du projet éolien d'Hilvern, la société « Parc éolien d'Hilvern » est responsable du démantèlement du parc. A ce titre, elle devra notamment constituer les garanties financières nécessaires et prévoir les modalités de ce démantèlement et de remise en état du site conformément à la réglementation en vigueur.

L'article R.151-106 du Code de l'Environnement précise que :

« Les opérations de démantèlement et de remise en état d'un site après exploitation comprennent :

- Le démantèlement des installations de production ;
- L'excavation d'une partie des fondations ;
- La remise en état des terrains sauf si leur propriétaire souhaite leur maintien en l'état ;
- La valorisation ou l'élimination des déchets de démolition ou de démantèlement dans les filières dûment autorisées à cet effet.

Un arrêté du ministre chargé de l'environnement fixe les conditions techniques de remise en état ».

L'article 29 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, modifié par l'arrêté du 22 juin 2020, précise la nature des opérations de démantèlement et de remise en état du site :

- *« Le démantèlement des installations de production d'électricité, des postes de livraison ainsi que les câbles dans un rayon de 10 mètres autour des aérogénérateurs et des postes de livraison ;*
- *L'excavation de la totalité des fondations jusqu'à la base de leur semelle, à l'exception des éventuels pieux. Par dérogation, la partie inférieure des fondations peut être maintenue dans le sol sur la base d'une étude adressée au préfet démontrant que le bilan environnemental du décaissement total est défavorable, sans que la profondeur excavée ne puisse être inférieure à 2 mètres dans les terrains à usage forestier au titre du document d'urbanisme opposable et 1 m dans les autres cas. Les fondations excavées sont remplacées par des terres de caractéristiques comparables aux terres en place à proximité de l'installation ;*
- *La remise en état du site avec le décaissement des aires de grutage et des chemins d'accès sur une profondeur de 40 centimètres et le remplacement par des terres de caractéristiques comparables aux terres à proximité de l'installation, sauf si le propriétaire du terrain sur lequel est sise l'installation souhaite leur maintien en l'état.*

Les déchets de démolition et de démantèlement sont réutilisés, recyclés, valorisés, ou à défaut éliminés dans les filières dûment autorisées à cet effet.

L'article R.516-2 modifié par décret n°2015-1250 du 7 octobre 2015 du Code de l'Environnement précise que :

« Les garanties financières exigées à l'article L. 516-1 résultent, au choix de l'exploitant :

- *De l'engagement écrit d'un établissement de crédit, d'une société de financement, d'une entreprise d'assurance ou d'une société de caution mutuelle ;*
- *D'une consignation entre les mains de la Caisse des dépôts et consignations ;*
- *D'un fonds de garantie privé, proposé par un secteur d'activité et dont la capacité financière adéquate est définie par arrêté du ministre chargé des installations classées ; ou*
- *De l'engagement écrit, portant garantie autonome au sens de l'article 2321 du code civil, de la personne physique, où que soit son domicile, ou de la personne morale, où que se situe son siège social, qui possède plus de la moitié du capital de l'exploitant ou qui contrôle l'exploitant au regard des critères énoncés à l'article L. 233-3 du code de commerce. Dans ce cas, le garant doit lui-même être bénéficiaire d'un engagement écrit d'un établissement de crédit, d'une société de financement, d'une entreprise d'assurance, d'une société de caution mutuelle ou d'un fonds de garantie mentionné au d ci-dessus, ou avoir procédé à une consignation entre les mains de la Caisse des dépôts et consignations. »*

L'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020 indique aussi la manière de calculer le montant initial des garanties financières (Annexe I). Le calcul du montant des garanties financières est réalisé dans la section 8 « Constitution des Garanties financières ».

4 - 2 Démontage des éoliennes

Rappelons qu'un parc éolien est constitué des éoliennes, mais également des fondations qui permettent de soutenir chaque aérogénérateur, des câbles électriques souterrains et du poste de livraison.

4 - 2a Démontage de la machine

Avant d'être démontées, les éoliennes en fin d'activité du parc sont débranchées et vidées de tous leurs équipements internes (transformateur, tableau HT avec organes de coupure, armoire BT de puissance, coffret fibre optique). Les différents éléments constituant l'éolienne sont réutilisés, recyclés ou mis en décharge en fonction des filières existantes pour chaque type de matériaux.

4 - 2b Démontage des fondations

Dans le cas présent, les sols étant à l'origine occupés par des cultures, la restitution des terrains doit se faire en ce sens.

La réglementation prévoit l'excavation de la totalité des fondations et le remplacement par des terres de caractéristiques comparables aux terres en place à proximité de l'installation. Sur la base d'une étude adressée au préfet démontrant que l'excavation de la totalité des fondations serait préjudiciable pour l'environnement (« sans que la profondeur excavée ne puisse être inférieure à 2 mètres dans les terrains à usage forestier au titre du document d'urbanisme opposable et 1 m dans les autres cas »), une dérogation peut être demandée afin de maintenir la partie inférieure des fondations dans le sol.

La réglementation prévoit également le retrait des câblages enterrés sur une distance au moins égale à 10 m autour de chaque fondation.

4 - 2c Recyclage d'une éolienne

Une éolienne est principalement composée des matériaux suivants : cuivre, fer, acier, aluminium, plastique, zinc, fibre de verre et béton (pour les fondations et le mât).

Dans une étude réalisée par un bureau d'étude danois (Danish Elsam Engineering 2004), il apparaît que 98 % du poids des éléments constituant l'éolienne sont recyclables en bonne et due forme. En effet, il existe déjà des filières adaptées au recyclage des matériaux usuels tels que le cuivre, le fer ou l'acier.

Réglementation

D'après l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020, « Au 1er juillet 2022, au minimum 90 % de la masse totale des aérogénérateurs démantelés, fondations incluses, lorsque la totalité des fondations sont excavées, ou 85 % lorsque l'excavation des fondations fait l'objet d'une dérogation prévue par le I, doivent être réutilisés ou recyclés.

Au 1er juillet 2022, au minimum, 35 % de la masse des rotors doivent être réutilisés ou recyclés.

Les aérogénérateurs dont le dossier d'autorisation complet est déposé après les dates suivantes ainsi que les aérogénérateurs mis en service après cette même date dans le cadre d'une modification notable d'une installation existante, doivent avoir au minimum :

- *Après le 1er janvier 2024, 95 % de leur masse totale, tout ou partie des fondations incluses, réutilisable ou recyclable ;*
- *Après le 1er janvier 2023, 45 % de la masse de leur rotor réutilisable ou recyclable ;*
- *Après le 1er janvier 2025, 55 % de la masse de leur rotor réutilisable ou recyclable. »*

Cas particulier des pales

Le recyclage des pales d'éoliennes est actuellement l'un des principaux axes de développement du recyclage des éoliennes. En effet, celles-ci sont principalement composées de fibres de verre, encore difficilement recyclables, bien que de nombreux acteurs se positionnent déjà sur le marché.

La solution la plus utilisée actuellement est l'incinération des pales (avec pour avantage de récupérer la chaleur produite), suivi de l'enfouissement des déchets résiduels dans des centres d'enfouissement pour des déchets industriels non dangereux de classe II. Toutefois, une nouvelle technique mise au point en 2017 offre une première alternative de recyclage : en fin de vie, les pales d'éoliennes sont découpées finement puis mélangées à d'autres matériaux afin de former de l'Ecopolycrete, matière utilisable dans d'autres domaines, tels que la fabrication de plaques d'égouts ou de panneaux pour les bâtiments.

Remarque : En amont, la fabrication de la fibre de verre s'inscrit dans un processus industriel de recyclage. Owens Corning, le plus grand fabricant de fibre de verre au monde, réutilise 40 % de verre usagé dans la production de ce matériau.

Deux autres solutions de recyclage ont également été expérimentées aux Pays-Bas, où des pales d'éoliennes ont été transformées afin de créer un parc de jeu pour enfants ainsi que des sièges publics ergonomiques.



Figure 94 : Aire de jeux pour enfants (source : Denis Guzzo)

4 - 3 Démontage des infrastructures connexes

Dans le cas présent, les sols sont à l'origine occupés par des cultures.

Conformément à la législation rappelée ci-avant, tous les accès créés pour la desserte du parc éolien et les aires de grutage ayant été utilisés au pied de chaque éolienne seront supprimés. Ces zones sont décapées sur 40 cm de tout revêtement. Les matériaux sont retirés et évacués en décharge ou recyclés.

Leur remplacement s'effectue par des terres de caractéristiques comparables aux terres à proximité de l'installation. La terre végétale est remise en place et les zones de circulation labourées.

Toutefois, si le propriétaire du terrain sur lequel est sise l'installation souhaite le maintien de l'aire de grutage ou du chemin d'accès pour la poursuite de son activité agricole par exemple, ces derniers seront conservés en l'état.

4 - 4 Démontage du poste de livraison

L'ensemble des éléments du poste de livraison (enveloppe et équipement électrique) est chargé sur camion avec une grue et réutilisé/recyclé après débranchement et évacuation des câbles de connexions HT, téléphoniques et de terre. La fouille de fondation du poste est remblayée et de la terre végétale sera mise en place.

4 - 5 Démontage des câbles

L'arrêté du 26 août 2011, modifié par arrêté préfectoral le 22 juin 2020, précise que le démantèlement devra également porter sur les postes de livraison et les câbles de raccordement dans un rayon de 10 mètres autour des éoliennes et de chaque poste de livraison.

Comme demandé à l'article D181-15-2 du Code de l'Environnement, **L'avis du maire et des propriétaires des parcelles visées par le projet sur l'état dans lequel devra être remis le site lors de l'arrêt définitif de l'installation du maire et des propriétaires** est fourni en annexes 10.8 et 10.9.

5 LES GARANTIES FINANCIERES

5 - 1 Cadre réglementaire

Le Législateur, conscient de la nécessité de prévoir un cadre légal afin d'assurer le démantèlement du parc ainsi que la remise en état du site, a prévu dans l'article R.515-101 du Code de l'environnement que : « I. – La mise en service d'une installation de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent soumise à autorisation au titre du 2° de l'article L. 181-1 est subordonnée à la constitution de garanties financières visant à couvrir, en cas de défaillance de l'exploitant lors de la remise en état du site, les opérations prévues à l'article R. 515-106. Le montant des garanties financières exigées ainsi que les modalités d'actualisation de ce montant sont fixés par l'arrêté d'autorisation de l'installation ».

Conformément à la réglementation, le Maître d'Ouvrage réalisera la constitution des garanties financières au moment de la mise en exploitation du parc éolien d'Hilvern. Aucune date ne peut être retenue étant donné que plusieurs paramètres sont à prendre en compte tels que la date de l'arrêté préfectoral autorisant le parc éolien ainsi que les recours qui peuvent survenir par la suite.

L'article R.516-2 modifié par décret n°2015-1250 du 7 octobre 2015 du Code de l'environnement précise que les garanties financières peuvent provenir d'un engagement d'un établissement de crédit, d'une assurance, d'une société de caution mutuelle, d'une consignation entre les mains de la Caisse des dépôts et consignations ou d'un fonds de garantie privé.

L'article L.515-46 du Code de l'Environnement a ainsi pour objet de définir les conditions de constitution et de mobilisation de ces garanties financières, et de préciser les modalités de cessation d'activité d'un site regroupant des éoliennes.

En conséquence, **une garantie financière de démantèlement sera fournie au Préfet lors de la mise en service**. Le Préfet pourra alors, en cas de faillite de l'exploitant, utiliser cette garantie afin de payer les frais de démantèlement et de remise en état du site.

5 - 2 Méthode de calcul des garanties financières

Le montant des garanties financières est calculé conformément à l'annexe I de l'arrêté du 26 août 2011, modifié le 22 juin 2020,. La formule de calcul du montant des garanties financières pour les parcs éoliens est la suivante :

$$M = N \times C_u$$

Où :

- M** est le montant des garanties financières ;
- N** est le nombre d'unités de production d'énergie ; c'est-à-dire d'aérogénérateurs ;
- C_u** est le coût unitaire forfaitaire correspondant au démantèlement d'une unité, à la remise en état des terrains, à l'élimination ou à la valorisation des déchets générés. Ce coût est fixé à 50 000 €.

5 - 2a Calcul de C_u

D'après l'Annexe I de l'arrêté du 26 août 2011 modifié le 22 juin 2020, « le coût unitaire forfaitaire d'un aérogénérateur (C_u) est fixé par les formules suivantes :

a) Lorsque la puissance unitaire installée de l'aérogénérateur est inférieure ou égale à 2 MW :

$$C_u = 50\,000$$

b) Lorsque sa puissance unitaire installée de l'aérogénérateur est supérieure à 2 MW :

$$C_u = 50\,000 + 10\,000 * (P-2)$$

Où : P est la puissance unitaire installée de l'aérogénérateur, en mégawatt (MW). »

5 - 2b Calcul de M_n

Le montant des garanties financières sera établi à la mise en service du parc éolien. Aucune date ne peut être retenue étant donné que plusieurs paramètres sont à prendre en compte tels que la date de l'arrêté préfectoral autorisant le parc éolien.

L'exploitant réactualisera tous les 5 ans le montant de la garantie financière, par application de la formule mentionnée en annexe II de l'arrêté du 6 novembre 2014, à savoir :

$$M_n = M \times \left(\frac{\text{Index}_n}{\text{Index}_0} \times \frac{1 + \text{TVA}}{1 + \text{TVA}_0} \right)$$

Où :

- M_n** est le montant exigible à l'année n ;
- M** est le montant obtenu par application de la formule mentionnée à l'annexe I ;
- Index_n** est l'indice TP01 en vigueur à la date d'actualisation du montant de la garantie ;
- Index₀** est l'indice TP01 en vigueur au 1^{er} janvier 2011 ;
- TVA** est le taux de la taxe sur la valeur ajoutée applicable aux travaux de construction à la date d'actualisation de la garantie. A titre d'exemple, le taux de TVA pour l'année 2017 est de 20 % ;
- TVA₀** est le taux de la taxe sur la valeur ajoutée au 1^{er} janvier 2011, soit 19,60 %.

5 - 3 Estimation des garanties

5 - 3a Calcul de M

Afin de respecter le principe de mise en concurrence des fabricants d'éoliennes, sera pris en compte la puissance nominale maximale (3 MW) pour le calcul des garanties financières

D'après la formule donnée dans la section 5.2a, on obtient :
 $2 \text{ éoliennes} \times [50\,000 + 10\,000 \times (3 - 2)] = 120\,000 \text{ €} ;$

5 - 3b Calcul de Mn

Pour mémoire, l'indice TP01 était de **667,7** en janvier 2011.

Sa dernière valeur officielle est celle de mars 2020 : **108,9** (JO du 17/07/2020) (changement de base depuis octobre 2014 signifiant un changement de référence moyenne de 2010 = 100), à réactualiser avec le coefficient de raccordement défini à 6,5345 par l'INSEE.

L'actualisation des garanties financières est de 6,58 %, à taux de TVA constant.

A la date de rédaction de la présente demande d'autorisation (juin 2020), le montant actualisé des garanties financières est donc précisément de :

$$M_{2020} = 2 \text{ éoliennes} \times [50 + 10\,000 \times (3-2)] \times 1,0657 = 127\,884 \text{ €}$$

Ce montant est donné à titre indicatif. Il sera réactualisé avec l'indice TP01 en vigueur lors de la mise en service du parc éolien d'Hilvern. Le délai de constitution des garanties financières est d'au maximum 30 jours.

5 - 4 Modalités de constitution des garanties

L'article R.516-2 modifié par décret n°2015-1250 du 7 octobre 2015 du Code de l'Environnement précise que :

« Les garanties financières exigées à l'article L. 516-1 résultent, au choix de l'exploitant :

- De l'engagement écrit d'un établissement de crédit, d'une société de financement, d'une entreprise d'assurance ou d'une société de caution mutuelle ;
- D'une consignation entre les mains de la Caisse des dépôts et consignations ;
- D'un fonds de garantie privé, proposé par un secteur d'activité et dont la capacité financière adéquate est définie par arrêté du ministre chargé des installations classées ; ou
- De l'engagement écrit, portant garantie autonome au sens de l'article 2321 du code civil, de la personne physique, où que soit son domicile, ou de la personne morale, où que se situe son siège social, qui possède plus de la moitié du capital de l'exploitant ou qui contrôle l'exploitant au regard des critères énoncés à l'article L. 233-3 du code de commerce. Dans ce cas, le garant doit lui-même être bénéficiaire d'un engagement écrit d'un établissement de crédit, d'une société de financement, d'une entreprise d'assurance, d'une société de caution mutuelle ou d'un fonds de garantie mentionné au d ci-dessus, ou avoir procédé à une consignation entre les mains de la Caisse des dépôts et consignations. »

La société VALECO a déjà, à plusieurs reprises, pris toutes les dispositions nécessaires pour permettre aux sociétés exploitantes de fournir la garantie financière de démantèlement lors de la mise en service industrielles d'autres parcs éoliens.

La mise en service du parc éolien d'Hilvern sera donc subordonnée à la constitution des garanties financières destinées à couvrir son démantèlement et la remise en état du site. Ces garanties auront un montant de 127 884 €, montant qui devra être actualisé à la date de la mise en service selon la formule d'actualisation des coûts présentée ci-avant.

Elles prendront la forme d'un engagement écrit d'une société d'assurance capable de mobiliser, si nécessaire, les fonds permettant de faire face à la défaillance de l'exploitant.

CHAPITRE F – ANALYSE DES IMPACTS ET MESURES

Analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents du projet sur l'environnement et mesures envisagées pour éviter, réduire, voire compenser, les éventuelles conséquences dommageables du projet sur l'environnement

1	Méthodologie de définition des impacts et mesures	255
1 - 1	Contexte réglementaire	255
1 - 2	Rappel des définitions	255
1 - 3	Temporalité	255
1 - 4	Impacts bruts et résiduels, mesures d'évitement et de réduction	256
1 - 5	Impacts cumulés	256
1 - 6	Mesures de compensation, d'accompagnement et de suivi	257
1 - 7	Quantification des impacts	257
2	Contexte physique	259
2 - 1	Géologie et sol	259
2 - 2	Hydrogéologie et hydrographie	263
2 - 3	Relief	266
2 - 4	Climat	267
2 - 5	Risques naturels	268
2 - 6	Tableau de synthèse des impacts	269
3	Contexte paysager et patrimonial	271
3 - 1	Contexte	271
3 - 2	Impacts bruts en phase chantier	271
3 - 3	Impacts bruts en phase d'exploitation	272
3 - 4	Impacts bruts en phase de démantèlement	314
3 - 5	Impacts cumulés	314
3 - 6	Mesures	315
3 - 7	Tableau de synthèse des impacts	323
4	Contexte naturel	326
4 - 1	Contexte	326
4 - 2	Evaluation des impacts écologiques bruts du projet	326
4 - 3	Impacts cumulés	344
4 - 4	Mesures	344
4 - 5	Incidences Natura 2000	352
4 - 6	Tableau de synthèse des impacts	358
5	Contexte humain	361
5 - 1	Contexte socio-économique	361
5 - 2	Ambiance lumineuse	368
5 - 3	Santé	370
5 - 4	Ambiance acoustique	375
5 - 5	Infrastructures de transport	384
5 - 6	Activités de tourisme et de loisirs	386
5 - 7	Risques technologiques	388
5 - 8	Servitudes	389
5 - 9	Tableau de synthèse des impacts	391
6	Tableaux de synthèse des impacts bruts, cumulés et résiduels	395
7	Conclusion	405

1 METHODOLOGIE DE DEFINITION DES IMPACTS ET MESURES

1 - 1 Contexte réglementaire

1 - 1a Impacts

En se basant sur l'article R.122-5 du Code de l'Environnement, il est possible de donner la définition suivante pour la notion d'impacts : « incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement résultant, entre autres :

- De la construction et de l'existence du projet, y compris, le cas échéant, des travaux de démolition ;
- De l'utilisation des ressources naturelles, en particulier les terres, le sol, l'eau et la biodiversité, en tenant compte, dans la mesure du possible, de la disponibilité durable de ces ressources ;
- De l'émission de polluants, du bruit, de la vibration, de la lumière, la chaleur et la radiation, de la création de nuisances et de l'élimination et la valorisation des déchets ;
- Des risques pour la santé humaine, pour le patrimoine culturel ou pour l'environnement ;
- Du cumul des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés, en tenant compte le cas échéant des problèmes environnementaux relatifs à l'utilisation des ressources naturelles et des zones revêtant une importance particulière pour l'environnement susceptibles d'être touchées. Ces projets sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact :
 - Ont fait l'objet d'une étude d'incidence environnementale au titre de l'article R. 181-14 et d'une enquête publique ;
 - Ont fait l'objet d'une évaluation environnementale au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public ».

1 - 1b Mesures

L'article R.122-5 du Code de l'Environnement précise également que l'étude d'impact doit comporter : « les mesures prévues par le maître d'ouvrage pour :

- Eviter les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine et réduire les effets n'ayant pu être évités ;
- Compenser, lorsque cela est possible, les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits. S'il n'est pas possible de compenser ces effets, le maître d'ouvrage justifie cette impossibilité.

La description de ces mesures doit être accompagnée de l'estimation des dépenses correspondantes, de l'exposé des effets attendus de ces mesures à l'égard des impacts du projet ».

Les modalités de suivi des mesures d'évitement, de réduction et de compensation proposées devront également être indiquées.

1 - 2 Rappel des définitions

Pour plus de compréhension, il est rappelé les définitions suivantes :

- **Effet direct** : il traduit les conséquences immédiates du projet, dans l'espace et dans le temps. Il affecte l'environnement proche du projet ;
- **Effet indirect** : il résulte d'une relation de cause à effet ayant à l'origine un effet direct ;
- **Effet temporaire** : effet limité dans le temps, soit parce qu'il disparaît immédiatement après cessation de la cause, soit parce que son intensité s'atténue progressivement jusqu'à disparaître ;
- **Effet cumulé** : il est le résultat du cumul et de l'interaction de plusieurs effets directs et indirects générés par un même projet ou par plusieurs projets distincts qui peuvent conduire à des modifications progressives des milieux ou à des changements imprévus ;
- **Effet à court terme** : les conséquences de cet effet ne se feront ressentir que sur un laps de temps très limité dans le temps ;
- **Effet à moyen terme** : les conséquences de cet effet ne disparaîtront pas immédiatement mais leur intensité diminuera sensiblement au fil du temps ;
- **Effet à long terme** : les conséquences de cet effet perdureront dans le temps.

1 - 3 Temporalité

L'une des notions principales des impacts d'un parc éolien est relative à la temporalité du projet. En effet, le cycle de vie d'un parc éolien peut se décomposer en plusieurs phases bien distinctes, présentant chacune des impacts qui lui sont propres.

Les différentes phases sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Les phases
<p>Phase chantier</p> <p>Impacts durant la construction des éoliennes qui correspondent à leur acheminement jusqu'à la zone d'implantation potentielle, leur montage et leur raccordement au poste électrique le plus proche. Les impacts sont dits « temporaires » ou « permanent », « direct » ou « indirect » : durée 10 à 12 mois.</p>
<p>Phase d'exploitation</p> <p>Impacts durant les 15-30 ans d'exploitation des éoliennes.</p>
<p>Phase de démantèlement</p> <p>Impacts pendant le démontage des machines.</p>

Tableau 63 : Temporalité des impacts d'un parc éolien

1 - 4 Impacts bruts et résiduels, mesures d'évitement et de réduction

Lors de l'analyse des impacts du projet sur une thématique, ce sont les **impacts « bruts »** qui sont étudiés dans un premier temps. Il s'agit des impacts engendrés par le projet en l'absence de mesures d'évitement et de réduction.

Dans le cas où des mesures d'évitement ou de réduction se sont avérées nécessaires, les **impacts résiduels** sont alors analysés. Il s'agit des impacts après mise en œuvre des mesures d'évitement ou de réduction.

Remarque : « Selon les principes de la démarche ERC (« Eviter / Réduire / Compenser »), l'évitement des impacts doit être systématiquement recherché en premier lieu. Si l'évitement de certains impacts ne peut être envisagé, la réduction maximale de ceux-ci doit être visée » (source : Guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres, 2016).

1 - 5 Impacts cumulés

1 - 5a Définition

Les effets cumulés sont le résultat de la somme et de l'interaction de plusieurs effets directs et indirects générés conjointement par plusieurs projets dans le temps et l'espace. Ils peuvent conduire à des changements brusques ou progressifs des différentes composantes de l'environnement. En effet, dans certains cas, le cumul des effets séparés de plusieurs projets peut conduire à un effet synergique, c'est-à-dire à un effet supérieur à la somme des effets élémentaires.

Le 5° e) du II de l'article R.122-5 du Code de l'Environnement modifié par décret n°2017-626 du 25 avril 2017 dispose que l'étude d'impact doit présenter le « cumul des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés, en tenant compte le cas échéant des problèmes environnementaux relatifs à l'utilisation des ressources naturelles et des zones revêtant une importance particulière pour l'environnement susceptibles d'être touchées. Ces projets sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact :

- Ont fait l'objet d'une étude d'incidence environnementale au titre de l'article R. 181-14 et d'une enquête publique ;
- Ont fait l'objet d'une évaluation environnementale au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le maître d'ouvrage ».

1 - 5b Projets à prendre en compte

Tous les projets répondant à l'article R.122-5 du Code de l'Environnement modifié par décret n°2017-626 du 25 avril 2017 ont été recensés et étudiés dans le cadre des impacts cumulés du projet, dans un rayon correspondant aux aires d'étude immédiate et rapprochée, soit 6,7 à 12,8 km autour du projet d'Hilvern. En effet, on considère qu'hormis les projets éoliens, les projets ayant lieu dans l'aire d'étude éloignée ou plus loin seront suffisamment éloignés pour ne pas générer d'impacts cumulés.

En revanche, les projets éoliens sont inventoriés à l'échelle de l'aire d'étude éloignée, notamment pour l'étude des effets cumulés sur la faune volante, pouvant migrer à grande échelle. Ces projets, correspondant aux parcs éoliens en service, accordés ou en instruction mais ayant fait l'objet d'un avis de l'autorité environnementale, sont inventoriés au chapitre B.

Projet éolien d'Hilvern (22)

Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale

Outre les projets éoliens évoqués ci-avant, sont inventoriés les projets listés dans le tableau ci-dessous.

Commune	Dossier	Pétitionnaire	Distance au projet (km)
Périmètre immédiat (< 4,2 km)			
Saint-Caradec	Extension d'un élevage avicole	SAS LOTOUT AVI	500 m SE E2
Saint-Caradec	Extension d'un élevage porcin au lieu-dit "Bel-Air"	OLLITRAULT	3,3 km SE E2
Périmètre rapproché (2 km – 9,5 / 12,8 km)			
Saint-Thélo	Projet d'extension d'un élevage porcin	EARL Le Clézio	4,8 km N E1
Neuillac	Création d'une plate-forme logistique ITM LAI	Société ITM Logistique Alimentaire Internationale – Préfet du Morbihan	10 km SO E2
Loudéac	Création d'une unité de méthanisation - SAS Biodéac	Biodeac	11,3 km SE E2
Saint-Martin-Des-Près	Extension d'un élevage avicole	EARL Avi'Oust	11,9 km NO E1
Loudéac	Extension d'un élevage porcin - EARL de La Minoterie	EARL Minoterie – Préfecture Côtes d'Armor	12,28 km SE E2
Noyal-Pontivy	Extension du parc d'activité de Kerguilloten (projet modifié)	Pontivy Communauté	15 S E2
Noyal-Pontivy	Création d'une unité de méthanisation - société "Centrale Biogaz du Pays de Pontivy"	Centrale Biogaz du Pays de Pontivy	17,1 km S E2
Noyal-Pontivy	Permis d'aménager de l'extension est du parc d'activités économiques de Kerguilloten	Commune de Noyal-Pontivy	17,1 km S E2

Tableau 64 : Autres projets ayant obtenu l'avis de l'autorité environnementale sur les différentes aires d'étude (source : DREAL et MRAE Bretagne, 2019)

En l'absence de grands projets structurants à proximité (création d'une autoroute, d'une voie ferrée ou navigable, d'une carrière, d'un silo agricole ...), il est proposé de négliger les projets recensés ci-dessus dans l'analyse des effets cumulés. Ainsi seuls seront pris en compte les parcs éoliens recensés dans un rayon de 22,3 km autour du projet éolien d'Hilvern et présentés au chapitre B.

Il est rappelé que les chantiers des parcs ayant déjà obtenu l'avis de l'autorité environnementale ou obtenu leur demande d'autorisation d'exploiter associée au permis de construire ne devraient pas être conduit simultanément à celui-ci. **Les impacts en phases de chantier et de démantèlement étant, par définition, de courte durée, il n'y aura pas d'impact cumulé.** Ainsi, l'étude des impacts cumulés ne concerne que la phase exploitation.

L'analyse des impacts cumulés est réalisée pour chaque thématique dans les chapitres suivants, et une synthèse des effets recensés est fourni dans le tableau synoptique chapitre F.6.

1 - 6 Mesures de compensation, d'accompagnement et de suivi

S'il est impossible d'éviter ou de réduire les impacts d'un projet, le maître d'ouvrage a la possibilité de mettre en place des mesures de compensation. Ces mesures n'influenceront pas les niveaux d'impacts bruts (exemple : la destruction d'une haie ne pouvant être évitée, le maître d'ouvrage peut proposer d'en replanter une à un autre endroit pour proposer un nouvel habitat à la faune).

Les mesures d'accompagnement et de suivi peuvent être mises en place même en l'absence d'effets significatifs. Elles ont pour objectifs d'améliorer la vie quotidienne des habitants des communes d'accueil du projet ou des communes avoisinantes, et de contrôler différents paramètres pouvant être modifiés suite à l'implantation d'un parc éolien (acoustique, populations avifaunistiques, populations chiroptérologiques, etc.).

1 - 7 Quantification des impacts

Une fois les impacts bruts, cumulés et résiduels déterminés, ils seront présentés sous la forme de plusieurs tableaux de synthèse.

L'échelle des niveaux d'impact est la suivante :

Impact nul	
Impact positif faible	
Impact positif modéré	
Impact positif fort	
Impact positif très fort	
Impact négatif faible	
Impact négatif modéré	
Impact négatif fort	
Impact négatif très fort	

Tableau 65 : Echelle des niveaux d'impact

Remarque : L'échelle de couleur est volontairement différente de celle des niveaux d'enjeux, afin de bien dissocier les deux notions.

2 CONTEXTE PHYSIQUE

2 - 1 Géologie et sol

2 - 1a Contexte

Le projet d'Hilvern est localisé au centre du massif Armoricaire, présentant des roches (ou faciès) datant du Protérozoïque. Le projet repose essentiellement sur des formations de schistes à débit ardoisier. Les sols sont majoritairement destinés à la grande culture céréalière (maïs, blé).

2 - 1b Impacts bruts en phase chantier

Emprise au sol des éoliennes

Au niveau des emprises des bases d'éoliennes, il sera réalisé des fondations de type tronc-cône (avec massif de béton à base circulaire), sur lequel viendra se boulonner le fût, composé de 3 à 5 tronçons en acier ou de 15 à 20 anneaux de béton surmontés d'un ou plusieurs tronçons en acier. Hormis ce dispositif, destiné à ancrer chacune des éoliennes, aucune autre intervention n'est nécessaire dans l'emprise, si ce n'est le remblai périphérique de la fouille, après coulage, avec la terre excavée.

Pour chaque éolienne, les stériles nécessaires au remblaiement de la fosse sont stockés sur place, sous forme de merlons. Ils constituent une part du volume total extrait de la fouille. Par contre, les stériles correspondants au volume du massif béton sont évacués par camion benne, soit environ 20 camions-bennes par éolienne lors du creusement de la fouille.

Pour chaque éolienne, l'emprise au sol en phase chantier est constituée de la plateforme permanente, de la plateforme de stockage et des pistes d'accès (chemin à créer et pans coupés).

- **Plateforme permanente** : les plateformes permanentes (ou de montage) sont destinées à recevoir les grues de levage des éoliennes. Les dimensions de ces plateformes intègrent tous les mouvements et déplacements de la grue. Ainsi, leur surface est de 3 095 m² par éolienne pour le projet d'Hilvern, et de 99 m² pour le poste de livraison. A l'issue du chantier, ces plateformes sont maintenues afin de permettre la mise en place au cours de l'exploitation d'une grue au pied de l'éolienne en cas d'interventions faisant appel à des engins lourds ou de grand gabarit ;
- **Plateforme de stockage** : les plateformes de stockage sont présentes de manière temporaire sur le site. En effet, elles ont uniquement pour vocation accueillir le matériel nécessaire à la construction des éoliennes durant la phase chantier, et les terrains seront donc remis en état une fois la phase chantier achevée. Pour le projet éolien d'Hilvern, aucune plateforme de stockage n'est prévue ;
- **Pistes d'accès** : Afin de permettre le passage des camions amenant les différentes parties des éoliennes et le matériel nécessaire à la construction du parc, des aménagements de voirie vont devoir être effectués. Certains chemins déjà présents seront renforcés, d'autres créés, et des intersections seront élargies pour permettre les virages des camions. Les rayons de courbure seront démontés après chantier s'ils ne sont pas nécessaires en phase d'exploitation. Les superficies concernées par ces aménagements sont les suivantes :
 - **Chemin à renforcer** : 6 185 m² pour l'ensemble du parc éolien ;
 - **Chemin à créer** : 2 516 m² pour l'ensemble du parc éolien ;
 - **Pans coupés** : 100 m² pour l'ensemble du parc éolien.

Remarque : En raison du compactage des chemins d'accès créés lors des travaux de terrassement, aucun phénomène d'érosion n'aura lieu.

L'emprise du parc éolien d'Hilvern lors de la phase chantier correspond à une superficie de 1,34 ha (hors chemins à renforcer). Cette emprise est réduite à 0,8 ha lors de la phase d'exploitation après remise en état des pans coupés.

Remarque : Un tableau présentant le détail des emprises au sol du projet par éolienne est présenté au chapitre E.2.

Tranchées et raccordement électrique

Le raccordement inter-éolien du projet sera enterré à une profondeur variant entre 0,8 et 1,20 m pour ne pas être touché par les travaux agricoles. Dans le but de diminuer au maximum les impacts sur l'activité agricole et la végétation, ces câbles seront dans la mesure du possible implantés à proximité des routes déjà existantes et des futures voies d'accès au site éolien. Le tracé a également été étudié afin de minimiser les distances inter-éoliennes. Les mesures habituelles et relatives à ces travaux, comme le balisage du chantier ou l'information en mairie, seront également mises en place.

Concernant le raccordement externe, c'est-à-dire le réseau reliant le poste de livraison au poste source, le tracé n'est pas encore connu. En effet, celui-ci ne pourra être défini qu'après obtention d'une autorisation de raccordement, demande qui ne peut être formulée qu'après dépôt de la demande d'Autorisation Environnementale.

Remarque : Le passage en domaine public du raccordement électrique interne du parc nécessitera des permissions de voirie au titre de l'article L. 113-5 du Code de la Voirie routière. Celles-ci seront à solliciter auprès de chaque gestionnaire concerné. Sous chaussée et dans les autres cas, la génératrice supérieure du câble électrique devra se situer à une profondeur minimale de 0,85 m et de 0,65 m sous trottoir ou accotement ; les matériaux de compactage seront définis par le gestionnaire de la voirie. De plus, selon l'article L.323-11 du Code de l'Energie, le passage en domaine public du raccordement électrique, constituant des travaux déclarés d'utilité publique, sera « précédé d'une notification directe aux intéressés et d'un affichage dans chaque commune et ne pourra avoir lieu qu'après approbation du projet de détail des tracés par l'autorité administrative ».

Il sera nécessaire, dans la réalisation de ces tranchées, de prendre en compte :

- **Les câbles de jonction entre les éoliennes** : chaque mètre linéaire de tranchée implique une emprise au sol de 0,5 m² et un volume de terre mis en œuvre de 0,5 m³. Une partie des tranchées sera commune à plusieurs jonctions ;
- **Les câbles de connexion vers le poste source.**

Le câble de raccordement au réseau sera un câble souterrain HTA 20 000 V isolé, de section 240 mm² à âme cuivre, installé dans les bas-côtés des voies d'accès existantes du domaine public, posé en tranchée et enfoui dans un lit de sable. Cette tranchée aura une profondeur moyenne de variant de 0,8 à 1,2 m et une largeur moyenne de 50 cm. Le fond de la tranchée sera comblé avec du sable dans lequel sera implanté le câble de raccordement. Le câble de raccordement électrique sera posé dans les conditions suivantes :

- **Soit par pose traditionnelle**, la tranchée étant réalisée en préalable à la pose à l'aide d'une pelle mécanique ; le câble est ensuite déroulé au sol ou directement dans la tranchée, et sablé avant d'être remblayé avec les matériaux extraits de la tranchée. Ce remblaiement ne pourra être réalisé qu'une fois le câble ou une section de câble déroulé (longueur standard de 400 m environ) ;
- **Soit par pose mécanisée à la tranchée à disque**, le long des chemins d'exploitation, dans des zones très linéaires, où l'on ne croquera ni réseaux existants (gaz, adduction d'eau, assainissement), ni liaisons de télécommunication (téléphone ou fibres optiques), ni liaisons électriques. Cette technique de pose très rapide, permettant de hauts rendements (de l'ordre de 1 000 m par jour), présente l'intérêt de ne pas laisser de tranchées ouvertes après la pose du câble. La fouille est immédiatement et automatiquement comblée durant l'opération.

Pollution des sols

Les différentes phases du chantier généreront des déchets (emballages, coffrages, câbles, bidons vides...). Ceux-ci ne seront ni abandonnés, ni enfouis sur le site ; ils seront gérés de manière à éviter toute pollution de l'environnement. Cependant, du fait de la présence d'engins de chantiers et de camions, il est nécessaire de prendre en compte le risque accidentel de pollution par les hydrocarbures. Dans l'éventualité où un tel accident surviendrait, les moyens présents sur le chantier permettront de tout mettre en œuvre pour atténuer ou annuler les effets de l'accident (enlèvement des matériaux souillés et mise en décharge contrôlée). Néanmoins, en mesure de prévention les entreprises retenues devront veiller au bon entretien de leurs engins.

⇒ **La mise en place des fondations, des plateformes, des réseaux enterrés et la création des chemins d'accès va donc générer un impact brut négatif faible. Cet impact sera permanent hormis pour les stockages de terre issus du creusement des tranchées et la réalisation des fouilles des fondations.**

2 - 1c Impacts bruts en phase d'exploitation

En phase d'exploitation, l'emprise au sol du parc éolien d'Hilvern sera constituée par les plateformes des éoliennes, leurs fondations et du poste de livraison (6 189 m² au total), ainsi que par les voies d'accès créées (2 516 m² de chemins d'accès à créer). Ainsi la modification d'occupation des sols concernera 0,87 ha auxquels s'ajoutent les réseaux enterrés et les chemins renforcés (sans modification d'usage). Cette surface sera donc relativement limitée.

Concernant l'érosion des sols, l'exploitation du parc éolien ne nécessitera que peu de circulation sur les accès et les plateformes aux pieds des machines. L'intervention d'engins lourds sera exceptionnelle. Une fois le chantier terminé, et la remise en état du site réalisée, l'impact sur les sols et sous-sols en place sera nul car les véhicules légers des techniciens chargés de la maintenance emprunteront les routes et les pistes existantes et créées lors du chantier.

⇒ **L'impact brut négatif du parc éolien en phase d'exploitation sur le sol et le sous-sol sera donc négligeable compte tenu du peu d'interventions nécessaires et de la faible emprise au sol du parc éolien.**

2 - 1d Impacts bruts en phase de démantèlement

Le démantèlement des parcs éoliens est encadré par des textes législatifs et réglementaires. Les opérations de démantèlement du parc éolien d'Hilvern sont définies dans la présente étude d'impact, au chapitre E.4. Le démantèlement d'une éolienne est une opération techniquement simple qui consiste à : démonter les machines, les enlever, enlever le poste de livraison et tout bâtiment affecté à l'exploitation, et enfin restituer un terrain remis en état. Les impacts temporaires de la démolition sont globalement similaires à ceux de la construction.

Après démantèlement, le sol doit être restitué pour conserver la fonction occupée avant l'installation des parcs. Dans ces cas, il s'agit de champs cultivés. Les fondations seront enlevées sur une profondeur de 1 mètre minimum et recouvertes de terres de caractéristiques comparables aux terres présentes à proximité. Une partie des fondations restera à terme enfouie dans le sol. Leur décomposition naturelle sera extrêmement lente. Néanmoins, le béton qui constitue la fondation est un matériau inerte : il ne constitue donc pas un risque de pollution.

Après la mise à l'arrêt des parcs éoliens et remise en état des parcelles d'implantation, les sites seront tels qu'ils étaient avant l'installation des éoliennes, adaptés à l'exploitation agricole des terres.

⇒ **L'impact brut du projet en phase de démantèlement est donc faible et temporaire.**

2 - 1e Impacts cumulés

Remarque : les projets à prendre en compte pour l'étude des effets cumulés sont définis chapitre F.1-5b.

Les parcs éoliens n'ont pas d'impact mesurable sur la nature des sols et la géologie à l'échelle locale. De plus, la distance entre les différents parcs ne permet pas d'induire d'effets cumulés.

⇒ **L'impact cumulé des différents parcs éoliens sur la géologie et les sols est nul.**

2 - 1f Mesures

Mesures d'évitement

Réaliser un levé topographique

Intitulé	Réaliser un levé topographique
Impact (s) concerné (s)	Impacts sur le sol et le sous-sol en phase chantier.
Objectifs	Définir le design des installations.
Description opérationnelle	Des mesures seront réalisées sur les terrains afin de réaliser une modélisation précise des zones.
Acteurs concernés	Maître d'ouvrage.
Planning prévisionnel	Mise en œuvre dans le cadre du développement du projet.
Coût estimatif	Intégré au coût de développement du projet.
Modalités de suivi	Suivi par le maître d'ouvrage au cours du développement du projet.
Impact résiduel	Faible.

Réaliser une étude géotechnique

Intitulé	Réaliser une étude géotechnique
Impact (s) concerné (s)	Risque cavités et impacts sur les sols en phase chantier.
Objectifs	Adapter les fondations aux structures du sol.
Description opérationnelle	Avant l'installation des éoliennes, une étude géotechnique sera réalisée au droit de chaque éolienne afin d'adapter au mieux le dimensionnement de la fondation aux caractéristiques du sol et prévenir tout risque de cavités.
Acteurs concernés	Maître d'ouvrage.
Planning prévisionnel	Mise en œuvre dans le cadre du développement du projet.
Coût estimatif	Intégré au coût de développement du projet.
Modalités de suivi	Suivi par le maître d'ouvrage au cours du développement du projet.
Impact résiduel	Faible.

Mesures de réduction

Gérer les matériaux issus des décaissements

Intitulé	Gérer les matériaux issus des décaissements.
Impact (s) concerné (s)	Impacts sur le sol et le sous-sol issus de la mise en place des fondations et des câbles enterrés en phase chantier et de démantèlement.
Objectifs	<p> limiter l'altération des caractéristiques pédologiques des matériaux excavés stockés temporairement.</p> <p> Dans le cadre de la réalisation des tranchées et des décaissements pour les fondations, la terre extraite sera mise en dépôt sur des emplacements réservés à cet effet. Ces dépôts prendront la forme de cordons ou merlons placés le long ou en périphérie des aménagements. La terre végétale ne sera pas amassée en épaisseur de plus de 2 mètres afin de ne pas altérer ses qualités biologiques. Ils constitueront une réserve de matériaux qui sera autant que possible réutilisée. Les excédents seront évacués vers des filières de revalorisation ou de traitement adaptées.</p>
Description opérationnelle	<p> Les matériaux issus des opérations de décapage et de nivellement qui seront réalisées sur certaines emprises de la zone de travaux seront stockés, utilisés ou évacués selon les mêmes modalités qui sont présentées ci-dessus.</p>
Acteurs concernés	Maître d'ouvrage, entreprises intervenant sur le chantier.
Planning prévisionnel	Mise en œuvre durant toute la durée du chantier.
Coût estimatif	Intégré au coût du chantier.
Modalités de suivi	Suivi par le maître d'ouvrage lors des visites de chantier.
Impact résiduel	Faible.

Mettre en œuvre les prescriptions réglementaires relatives au sol et au sous-sol en matière de démantèlement des parcs éoliens

Intitulé	Mettre en œuvre les prescriptions réglementaires relatives au sol et au sous-sol en matière de démantèlement des parcs éoliens.
Impact (s) concerné (s)	Impacts liés aux travaux de démantèlement des parcs éoliens.
Objectifs	<p> Remettre en état le sol et le sous-sol après exploitation.</p> <p> Dans le cadre des travaux de démantèlement des parcs éoliens, les secteurs dont le sol et le sous-sol auront été altérés feront l'objet d'une réhabilitation.</p> <p> L'obligation de procéder au démantèlement est définie à l'article L.515-46 du Code de l'Environnement, créé par Ordonnance n°2017-80 du 26 janvier 2017 et définie par l'article R.515-106 créé par décret n°2017-81 du 26 janvier 2017. L'article 29 de l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté du 22 juin 2020, précise la nature des opérations de démantèlement et de remise en état du site.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ « Les opérations de démantèlement et de remise en état prévues à l'article R. 515-106 du code de l'environnement comprennent : <ul style="list-style-type: none"> - Le démantèlement des installations de production d'électricité, des postes de livraison ainsi que les câbles dans un rayon de 10 mètres autour des aérogénérateurs et des postes de livraison ; - L'excavation de la totalité des fondations jusqu'à la base de leur semelle, à l'exception des éventuels pieux. Par dérogation, la partie inférieure des fondations peut être maintenue dans le sol sur la base d'une étude adressée au préfet démontrant que le bilan environnemental du décaissement total est défavorable, sans que la profondeur excavée ne puisse être inférieure à 2 mètres dans les terrains à usage forestier au titre du document d'urbanisme opposable et 1 m dans les autres cas. Les fondations excavées sont remplacées par des terres de caractéristiques comparables aux terres en place à proximité de l'installation ; - La remise en état du site avec le décaissement des aires de grutage et des chemins d'accès sur une profondeur de 40 centimètres et le remplacement par des terres de caractéristiques comparables aux terres à proximité de l'installation, sauf si le propriétaire du terrain sur lequel est sise l'installation souhaite leur maintien en l'état. ▪ Les déchets de démolition et de démantèlement sont réutilisés, recyclés, valorisés, ou à défaut éliminés dans les filières dûment autorisées à cet effet. ▪ Au 1er juillet 2022, au minimum 90 % de la masse totale des aérogénérateurs démantelés, fondations incluses, lorsque la totalité des fondations sont excavées, ou 85 % lorsque l'excavation des fondations fait l'objet d'une dérogation prévue par le I, doivent être réutilisés ou recyclés. ▪ Au 1er juillet 2022, au minimum, 35 % de la masse des rotors doivent être réutilisés ou recyclés. Les aérogénérateurs dont le dossier d'autorisation complet est déposé après les dates suivantes ainsi que les aérogénérateurs mis en service après cette même date dans le cadre d'une modification notable d'une installation existante, doivent avoir au minimum : <ul style="list-style-type: none"> - Après le 1er janvier 2024, 95 % de leur masse totale, tout ou partie des fondations incluses, réutilisable ou recyclable ; - Après le 1er janvier 2023, 45 % de la masse de leur rotor réutilisable ou recyclable ; - Après le 1er janvier 2025, 55 % de la masse de leur rotor réutilisable ou recyclable.
Description opérationnelle	
Acteurs concernés	Maître d'ouvrage.
Planning prévisionnel	Mise en œuvre lors des travaux de réhabilitation.
Coût estimatif	Intégré au coût du démantèlement.
Modalités de suivi	Maître d'ouvrage, Inspecteur ICPE.
Impact résiduel	Faible.

2 - 1g

Impacts résiduels

L'emprise du parc éolien d'Hilvern lors de la phase travaux correspond à une superficie de 1,34 ha. Cette emprise est réduite à 0,8 ha lors de la phase d'exploitation. La mise en place des fondations, des plateformes, des réseaux enterrés et la création des chemins d'accès va générer un impact négatif faible durant la phase chantier. Cet impact sera permanent hormis pour les stockages de terre issus du creusement des tranchées et de la réalisation des fouilles des fondations. L'impact résiduel sera donc faible.

L'impact résiduel du parc éolien en phase d'exploitation sur le sol et le sous-sol sera négligeable compte tenu du peu d'interventions nécessaires et de la faible emprise au sol des parcs éoliens.

Les impacts résiduels pendant le démantèlement seront similaires aux impacts du chantier de construction, c'est-à-dire faibles et temporaires. Les sols seront remis en état et les fondations enlevées sur une profondeur d'un mètre minimum. Après démantèlement, les impacts résiduels seront négligeables.

2 - 2 Hydrogéologie et hydrographie

2 - 2a Contexte

Le projet d'Hilvern intègre le bassin Loire-Bretagne, ainsi que le sous-bassin de la Vilaine. Quelques cours d'eau évoluent à proximité du projet. Le plus proche est un cours d'eau non permanent à 116 m de l'éolienne E1. Une nappe phréatique est localisée sous le projet (« Vilaine »).

L'eau potable distribuée sur les communes d'accueil du projet est de bonne qualité bactériologique et de qualité physico-chimique conforme à la réglementation. Toutefois, le non-respect de références de qualité a été observé sur plusieurs réseaux : paramètres Aluminium, Fer, Equilibre calco-carbonique, Turbidité pour le réseau de Guerlédan, paramètre carbone organique total et fer total pour le réseau de Saint-Caradec. Aucune éolienne n'interfère avec un captage ou périmètre de protection de captage.

2 - 2b Impacts bruts en phase chantier

Impacts sur les eaux superficielles

Aucune installation relative au parc éolien d'Hilvern n'est localisée au niveau du cours d'eau le plus proche du projet, un cours d'eau non permanent, à 116 m de E1.

⇒ **Le projet n'aura pas d'impact sur les eaux superficielles.**

Impacts sur les eaux souterraines

Pour rappel, seule une nappe phréatique est localisée à l'aplomb du projet : la « Vilaine ». D'après les données de l'ADES, la côte minimale enregistrée pour cette nappe au niveau de la station de Plouguenast est de 0,53 m sous la côte naturelle du terrain, soit proche de la surface (source : ADES, 2019). **Les fondations étant profondes de 3 à 5 m au maximum, la côte du fond de fouille peut donc occasionnellement atteindre le toit de la nappe. Des mesures appropriées seront prises.**

En exploitation, les surfaces imperméabilisées étant très faibles, le projet ne modifiera pas les conditions d'infiltration des eaux et donc d'alimentation des nappes souterraines.

Durant la phase de chantier, seuls les bâtiments modulaires de la base de vie et les fondations des deux éoliennes et du poste de livraison engendreront une imperméabilisation des sols (temporaire pour la base de vie). Cela représente une surface relativement limitée. Les pistes et plateformes seront nivelées, compactées et empierrées. Les coefficients de ruissellement seront donc légèrement différents des coefficients actuels, mais cet effet sera quasi nul sur l'infiltration des eaux. **A l'échelle du site du projet, les coefficients d'infiltration resteront sensiblement les mêmes.**

Concernant l'infiltration des eaux à proprement parler, il faut également noter qu'en période pluvieuse, les eaux de ruissellement seront chargées de matières en suspension et de boues déplacées par les engins de chantier ou induites par le tassement du sol au niveau des plateformes et des chemins d'accès. Les surfaces d'implantation des éoliennes étant relativement restreintes et éloignées des rebords de plateau, les pentes seront faibles (inférieures à 1 %), les volumes déplacés et les distances parcourues seront peu importants. **En conséquence, l'infiltration d'eau chargée de boue n'aura pas d'impact sur les nappes.**

Remarque : Les fondations restent ouvertes très peu de temps (ferraillage coulage), soit moins d'un mois. Une fois celles-ci remblayées, le terrain retrouve son niveau d'infiltration habituel. Les tranchées peuvent occasionner un ressuyage des sols si elles ne sont pas remblayées rapidement.

- ⇒ **Durant la phase chantier, une attention particulière devra être portée au risque d'atteinte de la nappe souterraine de la Vilaine lors du creusement des fondations et de la réalisation des terrassements. L'impact est modéré.**
- ⇒ **Les risques de modification de la circulation des eaux superficielles seront faibles.**
- ⇒ **Le projet aura un impact brut faible sur les eaux souterraines en raison de l'imperméabilisation des sols. Cet impact sera temporaire pour les structures qui seront démantelées à la fin du chantier (base de vie, tranchées) et permanent pour celles qui resteront en place (fondations, plateformes, accès).**

Risque de pollution accidentelle

Le risque de pollution accidentelle des eaux est inhérent à tout chantier. En effet, les différentes opérations nécessitent, outre l'emploi d'engins de chantiers, l'utilisation, la production et la livraison de produits polluants tels que les carburants, les huiles et le béton. Le renversement d'un véhicule, les fuites d'huile (moteur, système hydraulique) ou de carburant, ainsi des déversements accidentels d'autres produits polluants peuvent intervenir.

Ce risque de pollution accidentelle ne concerne pas les eaux superficielles puisqu'aucun cours d'eau temporaire ou permanent n'est situé à proximité directe du parc éolien.

En revanche, la nappe phréatique à l'aplomb du projet est localisée proche de la surface. Le risque de pollution des eaux souterraines du fait de l'utilisation de produits polluants et d'engins pouvant potentiellement être concernés par des fuites des réservoirs ou des systèmes hydrauliques est donc modéré. Des mesures appropriées seront prises.

⇒ **Le risque de pollution accidentelle peut être qualifié de négligeable pour les eaux superficielles et de modéré pour les eaux souterraines. Une attention particulière sera portée à ce risque.**

Impacts sur les eaux potables

Aucune des emprises du chantier n'est située dans un périmètre de protection d'un captage d'eau potable.

⇒ **L'impact sur les eaux potables est nul.**

2 - 2c Impacts bruts en phase d'exploitation

Impacts sur les eaux superficielles

Aucun impact n'est attendu sur les eaux superficielles durant la phase d'exploitation, le projet éolien étant situé à distance des cours d'eau les plus proches (116 m au plus près).

⇒ **Le projet n'aura donc pas d'impact sur les eaux superficielles.**

Impacts sur les eaux souterraines

Au vu des caractéristiques d'un projet éolien, aucun impact significatif n'est attendu sur les nappes phréatiques en exploitation.

En effet, compte-tenu de la faible emprise au sol des éoliennes et de la perméabilité des voies d'accès et des plateformes, l'impact sur les eaux souterraines sera quasiment nul : le fait d'utiliser des matériaux de type grave supprime tout risque de ruissellement. Pour rappel, pour l'ensemble du parc (les deux éoliennes, leurs plateformes, le poste de livraison et les accès), environ 0,619 ha seront stabilisés mais presque entièrement perméables. Les réseaux enterrés n'auront pas pour effet de drainer les eaux.

De plus, il faut rappeler que tous les modèles d'éoliennes envisagés possèdent un bac de rétention. Ce réservoir étanche, situé dans la plateforme supérieure de la tour de l'éolienne, permet de recueillir les produits de fuite avant leur évacuation par les moyens appropriés.

⇒ **L'impact brut du projet sur les eaux souterraines est donc négligeable.**

Risque de pollution accidentelle

Le fonctionnement des éoliennes ne nécessite pas l'utilisation d'eau et les quantités de produits potentiellement dangereux pour les milieux aquatiques (liquides des dispositifs de transmissions mécaniques, huiles des postes électriques) sont très faibles :

- Les polluants contenus dans les éoliennes sont présents en quantité limitée et uniquement dans le but de permettre le bon fonctionnement des machines (lubrifiants, huiles et graisses). Ils sont cantonnés dans des dispositifs étanches et couplés à des dispositifs de récupération autonomes et étanches ;
- Les postes électriques (transformateurs des éoliennes et poste de livraison) sont hermétiques, conformément aux normes réglementaires. Ils sont équipés d'un système de rétention permettant de récupérer les liquides en cas de fuite. De plus, une sécurité par relais stoppe le fonctionnement du transformateur lorsqu'une anomalie est détectée ;
- Par ailleurs, les transformateurs sont intégrés au mât de chaque éolienne. Aucun écoulement n'est envisageable puisqu'il s'agira de transformateurs secs et hermétiques. L'étanchéité du mât constitue encore une sécurité supplémentaire.

Toutefois, comme précisé précédemment, aucun cours d'eau temporaire ou permanent n'est situé à proximité directe du parc éolien, et, de plus, l'emprise au sol des éoliennes et de la perméabilité des voies d'accès et des plateformes est faible.

⇒ **Ainsi, pendant la phase d'exploitation du parc éolien, le risque de pollution des eaux sera négligeable.**

Impacts sur les eaux potables

Le projet éolien d'Hilvern est situé hors de tout périmètre de protection d'un captage d'eau potable.

⇒ **L'impact sur les eaux potables est donc nul.**

2 - 2d Impacts bruts en phase de démantèlement

Les impacts en phase de démantèlement seront similaires à ceux en phase chantier dans une moindre mesure en raison de la brièveté des travaux et du retour à l'état initial de l'environnement.

⇒ **Les impacts en phase de démantèlement seront donc négligeables à modérés.**

2 - 2e Impacts cumulés

Remarque : les projets à prendre en compte pour l'étude des effets cumulés sont définis chapitre F.1-5b.

L'accumulation de parcs éoliens n'engendrera pas d'impact supplémentaire sur le réseau hydrographique superficiel et souterrain, sur le risque de pollution et sur les eaux potables.

⇒ **L'impact cumulé des différents parcs éoliens est donc nul.**

2 - 2f Mesures

Mesure d'évitement

Préserver l'écoulement des eaux lors des précipitations

Intitulé	Préserver l'écoulement des eaux lors des précipitations.
Impact (s) concerné (s)	Impacts sur l'imperméabilisation des sols en phase chantier et de démantèlement.
Objectifs	Ne pas générer de gêne pour l'écoulement des eaux de pluie. Les renforcements de voies et aires de grutage/stationnement sont réalisés de manière à ne pas modifier l'écoulement des eaux.
Description opérationnelle	Pour les accès par exemple, une ou deux couches de 30 cm compactées, selon la nature du sol, seront superposées pour atteindre les objectifs de portance. Les matériaux sont issus en priorité des terrassements des sites. Des apports complémentaires de tout-venant « 0-60 », venant dans la mesure du possible de matériaux locaux, seront également utilisés. La partie supérieure du chemin sera 10 cm au-dessus du terrain naturel et composée d'un tout-venant drainant de "0-30" (pas de stagnation et ruissellement naturel conservé).
Acteurs concernés	Maître d'ouvrage.
Planning prévisionnel	Mise en œuvre dans le cadre du développement du projet.
Coût estimatif	Intégré au coût de développement du projet.
Modalités de suivi	Suivi par le maître d'ouvrage au cours du développement du projet.
Impact résiduel	Faible.

Mesure de réduction

Prévenir tout risque de pollution accidentelle

Intitulé	Prévenir tout risque de pollution accidentelle
Impact (s) concerné (s)	Impacts liés au risque de pollution accidentelle des eaux superficielles et souterraines durant toutes les phases de la vie du parc éolien, notamment la possibilité d'atteinte du toit de la nappe phréatique de la Vilaine.
Objectifs	Réduire le risque de pollution accidentelle. Pour supprimer les risques de pollution accidentelle des eaux superficielles et souterraines, inhérents à tous travaux d'envergure, les entreprises missionnées pour la construction du parc éolien respecteront les règles courantes de chantier suivantes : <ul style="list-style-type: none"> Les matériaux et produits potentiellement polluants (hydrocarbures, huiles, etc.) seront stockés sur une aire dédiée située au sein de la base de vie ou sur les plateformes dans des containers prévus à cet effet. La manipulation de ces produits – y compris le ravitaillement des engins – sera effectuée sur une aire étanche, dimensionnée pour faire face à d'éventuelles fuites. Ce secteur sera surveillé pour éviter tout acte de malveillance. Le rinçage des engins, s'il doit être effectué sur site, sera également réalisé dans un emplacement prévu à cet effet et les déchets seront évacués ; Hors des horaires de travaux, aucun produit toxique ou polluant ne sera laissé sur le chantier hors de l'aire prévue à cet effet, évitant ainsi tout risque de dispersion nocturne, qu'elle soit d'origine criminelle (vandalisme) ou accidentelle (rafales de vents, fortes précipitations, etc.) ; Les engins qui circuleront sur les chantiers seront en parfait état de marche et respecteront toutes les normes et règles en vigueur. Avant chaque démarrage journalier, une vérification sera effectuée par le chauffeur afin de limiter les risques de pollution lié à un réservoir défectueux ou une rupture de circuit hydraulique. En dehors des périodes d'activité, les engins seront stationnés sur un parking de la base prévu à cet effet. Comme indiqué ci-dessus, les ravitaillements s'effectueront exclusivement à cet endroit, en mettant en œuvre les précautions nécessaires (pompes équipées d'un pistolet anti-débordement, utilisation de bacs de rétention, etc.) ; Les déchets liquides générés par les engins (huiles usagées) seront collectés, stockés dans des bacs étanches puis régulièrement évacués vers des installations de traitement appropriées.
Description opérationnelle	<p>Pour supprimer les risques de pollution de la nappe souterraine de la Villaine, seront respectées, en addition aux mesures précédentes :</p> <ul style="list-style-type: none"> En fond de fouille, on veillera à la bonne réalisation du béton de propreté ; La réalisation des assises des chemins d'accès et des aires de service autour des éoliennes s'effectuera avec des matériaux tels que sable, grave calcaire ou siliceuse, et/ou craie à l'exclusion de tout matériau susceptible de contenir des métaux lourds ; Si les sols étaient éventuellement souillés par des huiles et/ou des hydrocarbures autour des engins de chantiers, ils seraient rabotés et extraits pour restituer un sol non pollué ; En cas de pollution en cours de construction, il y aurait lieu de prévenir l'ARS dans les plus brefs délais. <p>En phase d'exploitation, les vidanges d'huile seront exclusivement réalisées par les équipes de maintenance avec du matériel adapté. Une procédure est mise en œuvre afin d'éviter tout risque de fuite lors des vidanges.</p>

	Les dispositifs d'étanchéité (rétention des postes électriques, étanchéité du mât) feront l'objet d'un contrôle visuel périodique par les techniciens chargés de la maintenance.
	Si nécessaire, les produits de fuite et les matériaux souillés seront évacués par les moyens appropriés.
Acteurs concernés	Maître d'ouvrage, entreprises intervenant sur le chantier, techniciens de maintenance.
Planning prévisionnel	Mise en œuvre durant toute la vie du parc éolien.
Coût estimatif	Intégré au coût du chantier et du projet.
Modalités de suivi	Suivi par le Maître d'ouvrage.
Impact résiduel	Négligeable.

2 - 2g Impacts résiduels

L'impact résiduel sur les eaux (hors pollution) est qualifié de faible en phase chantier. En effet, bien que faible, une imperméabilisation des sols sera consécutive à la construction du parc éolien. Celle-ci sera temporaire pour les structures qui seront démantelées à la fin du chantier (base de vie, tranchées), et permanente pour celles qui resteront en place (fondations, plateformes, accès).

Durant la phase d'exploitation, les impacts résiduels sur les eaux seront négligeables en raison de la faible emprise au sol du parc éolien.

Les impacts résiduels en phase de démantèlement seront négligeables à faibles en raison de la brièveté des travaux et du retour à l'état initial de l'environnement.

Concernant le risque de pollution des eaux souterraines et superficielles, l'impact est négligeable. En effet, aucun cours d'eau n'est présent à proximité du projet. Bien que la nappe phréatique présente à l'aplomb soit située proche de la surface, toutes les précautions seront prises afin d'éviter tout risque de pollution accidentelle.

2 - 3 Relief

2 - 3a Contexte

Le site du projet éolien se situe dans la partie centrale du massif Armoricaïn, au sein d'un relief vallonné à proximité de la vallée de l'Oust, à une altitude moyenne de 178 m.

2 - 3b Impacts bruts en phase chantier

Les travaux de construction auront un effet sur la topographie locale. En effet, le chantier débutera notamment par la mise en œuvre de travaux de voirie, l'aménagement des plateformes situées au pied des éoliennes, la création de tranchées pour l'enfouissement des réseaux, et le creusement des fouilles destinées à accueillir les fondations.

Le site du projet est relativement plan. Les opérations de terrassement seront donc limitées au décapage des emprises des plateformes et des accès. Des excavations de terre seront également réalisées pour les fouilles des fondations et les tranchées. Les terres excavées seront temporairement stockées sous forme de merlons puis serviront à combler ces fouilles et tranchées une fois les équipements (câbles et fondations) mis en place.

⇒ **La topographie sera donc modifiée de façon temporaire et très locale. L'impact brut sur le relief est faible.**

2 - 3c Impacts bruts en phase d'exploitation

Aucun terrassement n'aura lieu durant la phase d'exploitation du parc éolien.

⇒ **L'exploitation du parc éolien aura un impact nul sur la topographie locale.**

2 - 3d Impacts bruts en phase de démantèlement

Tout comme pour la phase de chantier, les impacts du projet sur le relief en phase de démantèlement seront faibles mais temporaires. En effet, après le retrait de la partie supérieure des fondations et des câbles de raccordement inter-éolien, les sols seront remis en état et il ne restera aucune modification substantielle du relief.

⇒ **La topographie locale sera modifiée de façon temporaire lors de la remise en état du site. L'impact brut sur le relief est faible.**

2 - 3e Impacts cumulés

Remarque : les projets à prendre en compte pour l'étude des effets cumulés sont définis chapitre F.1-5b.

En phase d'exploitation, les parcs éoliens ont chacun des impacts nuls sur la topographie.

⇒ **Aucun impact cumulé des différents parcs éoliens n'est donc attendu.**

2 - 3f Impacts résiduels

Remarque : Aucune mesure n'étant préconisée pour cette thématique, les impacts résiduels sont donc identiques aux impacts bruts.

Lors de la phase chantier, la topographie locale du site sera ponctuellement modifiée de façon temporaire, engendrant ainsi un impact résiduel négatif faible. L'impact en phase d'exploitation sera quant à lui nul puisque qu'aucun remaniement de terrain ne sera réalisé en phase d'exploitation.

2 - 4 Climat

2 - 4a Contexte

Le projet éolien d'Hilvern se situe dans le département des Côtes-d'Armor, dont **le climat est de type océanique** (pluies régulières, températures douces). Les hivers et les automnes sont pluvieux, le gel et la neige sont rares et les étés sont relativement chauds, bien que les précipitations restent fréquentes.

Remarque : les effets attendus du projet sur la qualité de l'air, notamment en termes d'économie d'émissions de gaz à effet de serre sont traités au chapitre F.5-3a consacré à la qualité de l'air.

2 - 4b Impacts bruts en phase chantier

Un chantier n'étant pas de nature à impacter le climat, aucun impact n'est donc attendu.

⇒ **Aucun impact n'est attendu sur le climat en phase chantier.**

2 - 4c Impacts bruts en phase d'exploitation

Bien que la densité de foudroiement départementale soit plus faible qu'au niveau national, les éléments verticaux tels que les éoliennes peuvent favoriser la tombée de la foudre. En conséquence, les choix techniques des éoliennes devront respecter les normes de sécurité, notamment en matière de protection contre la foudre.

Toutefois, l'implantation d'éoliennes n'aura pas pour effet d'augmenter la densité de foudroiement départementale.

⇒ **Aucun impact n'est donc attendu sur le climat en phase d'exploitation.**

2 - 4d Impacts bruts en phase de démantèlement

Un chantier n'étant pas de nature à impacter le climat, aucun impact n'est donc attendu.

⇒ **Aucun impact n'est attendu sur le climat en phase de démantèlement.**

2 - 4e Impacts cumulés

Remarque : les projets à prendre en compte pour l'étude des effets cumulés sont définis chapitre F.1-5b.

Les éoliennes n'ont pas d'impact sur le climat.

⇒ **Aucun impact cumulé des différents parcs éoliens n'est donc attendu.**

2 - 4f Vulnérabilité du projet au changement climatique

Les éoliennes du parc éolien d'Hilvern seront soumises au changement climatique et donc aux risques que ce dernier génère (épisodes météorologiques d'une intensité exceptionnelle principalement). Les risques naturels identifiés sur le territoire et auxquels les éoliennes seront soumises ont été traités dans le chapitre B.4-5. Ces phénomènes naturels seront certainement amplifiés et plus fréquents en conséquence du dérèglement climatique. Cependant, à l'échelle de durée d'exploitation d'un parc éolien (20 ans), il n'y aura pas d'accentuation suffisante de ces phénomènes de nature à mettre en péril les installations existantes. De plus, les nombreuses mesures de sécurité existantes sont dimensionnées pour pouvoir répondre à des phénomènes extrêmes. L'amélioration continue des technologies et la possibilité de remplacer des machines défectueuses ou ne suffisant plus aux exigences de sécurité en cours d'exploitation du parc permet d'anticiper les impacts du changement climatique. Ainsi, ceux-ci ne devraient pas engendrer de phénomènes suffisants pour mettre en péril l'exploitation d'un parc ou la sécurité des biens et des personnes.

Afin d'assurer la sécurité des éoliennes, des riverains et des agents de maintenance, de nombreuses mesures de sécurité ont été mises en œuvre, dont notamment :

- **Protection contre le risque incendie :**
 - Capteurs de températures ;
 - Présence d'un système d'alarme couplé avec un système de détection informant l'exploitant à tout moment d'un départ de feu dans une éolienne via le système SCADA ;
 - Présence d'un système d'alerte automatique prévenant les secours en cas de dangers ;
 - Présence d'extincteurs et de la possibilité d'installer un système de détection d'incendie ;
 - Présence d'un plan d'évacuation d'urgence et d'une procédure d'urgence pour donner l'alerte vers les services de secours dans un délai de 15 minutes.
- **Protection contre la foudre :**
 - Eléments conçus de manière à résister à l'impact de la foudre et à ce que le courant de la foudre puisse être conduit en toute sécurité aux points de mise à terre sans dommages ou sans perturbation des systèmes ;
 - Présence de transmission permettant d'éviter que la foudre traverse des composants critiques ;
 - Présence de protecteurs de surtension ;
 - Niveau de protection maximale de classe I conformément à la norme IEC 62305 et 61400 ;
 - Mise en place d'un système d'enregistrement et de surveillance des impacts foudre externe aux machines afin de suivre et de détecter des phénomènes d'intensité hors norme ;
 - Définition d'un programme d'inspection spécifique des pales (inspection systématique et après chaque enregistrement d'un impact de foudre au-delà d'un seuil fixé par les experts) ;
 - Modification des valeurs vitesse de coupure pour un déclenchement plus sensible du système d'arrêt automatique aérodynamique.
- **Protection contre la tempête :**
 - Présence de capteurs de température ;
 - Présence de codes d'état associés permettant de brider l'éolienne ou de l'arrêter en cas de vent trop fort ;
 - Enregistrement de tout phénomène anormal via le système SCADA et analyse des données le cas échéant et conduisant éventuellement à des interventions de maintenance ;
 - Présence d'une procédure de coupure et d'une procédure d'arrêt ;
 - Présence d'un délai d'attente avant le redémarrage de l'éolienne.
- **Protection contre la glace :**
 - Présence d'un système de gestion identifiant toute anomalie de fonctionnement ;
 - En cas de glace, présence d'une alerte empêchant le redémarrage de l'éolienne ou l'arrêt ;
 - Procédure de redémarrage nécessitant une inspection visuelle ou la fin des conditions de gel ;
 - Présence de panneaux d'informations au pied de l'éolienne.

Pour plus de précisions, ces mesures sont détaillées dans l'étude de dangers. **La technologie avancée des éoliennes permet de se prémunir des aléas climatiques exceptionnels que pourrait subir le projet.**

Il est également nécessaire de préciser, comme détaillé dans l'étude de dangers, qu'un parc éolien ne crée pas de suraccident en cas de phénomène naturel extrême.

2 - 4g Impacts résiduels

Remarque : Aucune mesure n'étant préconisée pour cette thématique, les impacts résiduels sont donc identiques aux impacts bruts.

Le parc éolien d'Hilvern n'aura aucun impact sur le climat.

2 - 5 Risques naturels

2 - 5a Contexte

Pour rappel, les communes d'accueil du projet sont soumises aux risques d'inondation par débordement lent de cours d'eau, mais aucun zonage réglementaire n'est identifié à proximité du projet. Le projet présente des zones sans risques de débordements de nappes et des zones potentiellement sujettes aux inondations de cave. Ainsi le risque d'inondation est globalement modéré sur le site, en raison du risque de remontée de nappe.

Aucune cavité n'est localisée à proximité des éoliennes. De plus l'aléa retrait-gonflement des argiles est nul à faible au niveau des éoliennes. Ainsi le risque de mouvements de terrain également est globalement faible.

Le risque de tempête est modéré et les risques de feux de forêt, sismique et de foudre sont très faibles à faibles.

2 - 5b Impacts bruts en phase chantier

La construction d'un parc éolien n'a pas d'impact sur les risques naturels. En effet, le chantier n'est pas de nature à augmenter la sismicité d'un territoire, ou sa sensibilité au risque d'inondation. Il ne crée pas non plus de mouvements de terrains ni de feu de forêts.

⇒ *Aucun impact n'est donc attendu sur les risques naturels en phase chantier.*

2 - 5c Impacts bruts en phase d'exploitation

Comme détaillé précédemment, le parc éolien d'Hilvern aura un impact résiduel faible sur le réseau hydrographique (imperméabilisation des sols). Aucun impact n'est donc attendu sur le risque d'inondation.

Concernant le risque de mouvements de terrain, les risques d'affaissement des terrains sont nuls pour ce type d'infrastructure. De plus, aucune cavité n'est recensée au niveau des éoliennes et l'aléa retrait-gonflement des argiles est nul à faible. L'impact du projet sur le risque de mouvement de terrain est donc nul.

Le parc éolien n'aura également aucun impact sur le risque sismique, le risque de tempête et le risque de foudre.

⇒ *Le parc éolien d'Hilvern n'aura donc pas d'impact sur les risques naturels.*

2 - 5d Impacts bruts en phase de démantèlement

Le démantèlement d'un parc éolien n'a pas d'impact sur les risques naturels. En effet, le chantier n'est pas de nature à augmenter la sismicité d'un territoire, ou sa sensibilité au risque d'inondation. Il ne crée pas non plus de mouvements de terrains ni de feu de forêts.

⇒ *Tout comme pour les impacts en phase chantier, aucun impact n'est attendu sur les risques naturels en phase de démantèlement.*

2 - 5e Impacts cumulés

Remarque : les projets à prendre en compte pour l'étude des effets cumulés sont définis chapitre F.1-5b.

Les parcs éoliens ne sont pas de nature à augmenter les risques naturels présents sur un territoire donné.

⇒ **Aucun impact cumulé des différents parcs éoliens n'est donc attendu.**

2 - 5f Mesure

Mesure d'évitement

Réaliser une étude géotechnique

Cette mesure a déjà été présentée dans la partie « géologie et sol » et permet non seulement d'adapter les fondations au type de sol, mais également de rendre nul le risque de cavités au droit des éoliennes.

2 - 5g Impacts résiduels

Les impacts résiduels liés aux risques naturels sont nuls.

2 - 6 Tableau de synthèse des impacts

La synthèse des impacts du projet sur le contexte physique est résumée dans le tableau ci-après. Pour plus de compréhension et afin de faciliter la lecture, un code couleur a été défini. Il est rappelé dans le tableau ci-dessous.

Impact positif		Impact négatif
	Nul ou Négligeable	
	Faible	
	Modéré	
	Fort	
	Très fort	

Tableau 66 : Echelle des niveaux d'impact

Légende : P-Permanent, D-Direct, T-Temporaire, I-Indirect, R-Réduction, A-Accompagnement, C-Compensation, E-Evitement, S-Suivi

THEMES	NATURE DE L'IMPACT	DUREE	DIRECT / INDIRECT	IMPACT BRUT	MESURES	COÛTS	IMPACT RESIDUEL
GEOLOGIE ET SOL	<u>Phase chantier</u> : Impact faible lors de la mise en place des fondations, des plateformes, des réseaux enterrés et des chemins d'accès.	P	D	FAIBLE	E : Réaliser un levé topographique ; E : Réaliser une étude géotechnique ;	Inclus dans les coûts du chantier et du projet	FAIBLE
	Impact faible lors du stockage des terres extraites.	T	D				
	<u>Phase d'exploitation</u> : Impact négligeable compte tenu du peu d'interventions nécessaires et de la faible emprise au sol du parc éolien.	-	-	NEGLIGEABLE	R : Gérer les matériaux issus des décaissements ;		NEGLIGEABLE
	<u>Phase de démantèlement</u> : Impacts faibles liés au démantèlement des installations et à la remise en état des terrains.	T	D	FAIBLE	R : Mettre en œuvre les prescriptions relatives au sol et au sous-sol en matière de démantèlement éolien.		FAIBLE
HYDROGEOLOGIE ET HYDROGRAPHIE	<u>Phases chantier et de démantèlement</u> : Pas d'impact sur les eaux superficielles, les milieux aquatiques et les zones humides et l'eau potable.	-	-	NUL	E : Préserver l'écoulement des eaux lors des précipitations ; R : Prévenir tout risque de pollution accidentelle des eaux superficielles et souterraines.	Inclus dans les coûts du chantier et du projet	NUL
	Impact modéré lié au risque de pollution sur les eaux superficielles et souterraines.	-	-	MODERE			NEGLIGEABLE
	Impact faible sur les eaux souterraines en raison de l'imperméabilisation des sols.	T (base de vie, tranchées) et P (fondations, plateformes, accès)	D	FAIBLE			FAIBLE
	<u>Phase d'exploitation</u> : Pas d'impact sur les eaux superficielles, les eaux souterraines, les milieux aquatiques et les zones humides et l'eau potable.	-	-	NUL			NUL
RELIEF	Impact négligeable lié au risque de pollution sur les eaux superficielles et souterraines.	-	-	NEGLIGEABLE			NEGLIGEABLE
	<u>Phases chantier et de démantèlement</u> : Topographie locale ponctuellement modifiée.	T	D	FAIBLE			FAIBLE
	<u>Phase d'exploitation</u> : Remaniements de terrain nuls.	-	-	NUL			NUL
CLIMAT	<u>Toutes phases confondues</u> : Pas d'impact.	-	-	NUL			NUL
RISQUES NATURELS	<u>Toutes phases confondues</u> : Pas d'impact.	-	-	NUL	E : Réaliser une étude géotechnique.	Inclus dans les coûts du chantier	NUL

Tableau 67 : Synthèse des impacts et mesures du projet d'Hilvern sur le contexte physique

3 CONTEXTE PAYSAGER ET PATRIMONIAL

La synthèse ci-après est extraite de l'étude réalisée par le bureau d'études Vu d'Ici, dont l'original figure en annexe. Le lecteur pourra s'y reporter pour plus de précision.

3 - 1 Contexte

Le contexte géologique du Massif a dessiné un paysage contrasté, entre reliefs, végétations, lacs et affleurements rocheux. Le projet de parc éolien d'Hilvern se situe sur un plateau agricole, accompagné par des jeux de haies ainsi que de légers vallonnements

L'ensemble paysager le plus prégnant aux abords immédiats du projet sont la vallée de l'Oust et la rigole d'Hilvern, les petits vallons entaillant le plateau.

Le territoire environnant comporte deux pôles principaux, Loudéac à l'Est et Pontivy au Sud-Ouest, s'étendant sur de légers rehauts du relief. Les bourgs de taille secondaire comme Mûr-de-Bretagne ou Rohan, se situent respectivement sur un escarpement du relief ainsi qu'en fond de vallée. Leur sensibilité au projet est limitée par la topographie. En revanche, plusieurs bourgs et hameaux sont proches du projet (Saint-Caradec, hameau de Kerléau...) et constituent un des enjeux principaux du projet.

Globalement le patrimoine de ce territoire breton se fait très discret. En effet, le relief et la végétation en place participent grandement aux jeux de cache sur le projet. Il faut souligner la présence d'un patrimoine sensible en surplomb depuis les crêtes environnantes : le Cromlech Notre-Dame de Lorette.

Le projet est proche d'une voie principale, la route nationale 164, offrant ponctuellement des vues sur le projet depuis les points situés en hauteur, notamment depuis les abords de la ville de Loudéac.

Le contexte touristique est dense autour du projet, néanmoins, la sensibilité des itinéraires est nuancée du fait du fort couvert de la végétation abondante, particulièrement autour de la rigole d'Hilvern. Cette rigole, le GRP du Pays des Toileux, situé à l'Ouest du projet, ou encore le GR 341 circulant au Sud, sont des itinéraires touristiques d'importances circulants aux abords du projet, présentant des enjeux certains.

3 - 2 Impacts bruts en phase chantier

Les impacts paysagers temporaires liés à l'installation des deux éoliennes concernent l'ensemble des travaux de terrassement et de génie civil nécessaires à la réalisation des fondations, des plateformes, à la livraison et au levage des éoliennes :

- L'ouverture du couvert de terres cultivées pour le coulage des fondations ;
- Le décapage et le compactage du terrain pour la réalisation des aires de levage et des accès ;
- Les déplacements et stockages de terre et autres matériaux de déblai ;
- La présence d'engins de levage et de terrassement ;
- L'entreposage des diverses pièces constitutives des éoliennes ;
- L'installation d'hébergements préfabriqués.

Ces éléments introduiront passagèrement une ambiance industrielle dans le contexte rural environnant par la dissémination en plein champ de différents postes de travail et d'une base de chantier largement espacés.

L'impact paysager lié au montage des machines sera limité et étroitement proportionné aux processus d'intervention en phase chantier. Mais dans tous les cas, il semble évident que toute précaution visant à réduire au maximum les emprises de chantier, à ne décapier qu'en cas de stricte nécessité pour la stabilité, l'ancrage des machines et la sécurité des grues de levage et enfin à ne terrasser que les aires où aucune autre solution ne peut être trouvée, constituent des démarches préalables pour la protection des milieux. La compacité naturelle des terrains doit donc être prioritairement prise en compte ; les impacts en seront diminués d'autant et la cicatrisation du site accélérée.

⇒ **L'impact brut du chantier sur la paysage est donc réel mais reste faible.**

3 - 3 Impacts bruts en phase d'exploitation

3 - 3a Analyse visuelle du parc éolien dans le paysage

Analyse visuelle à l'aide d'une carte de visibilité des éoliennes

Les conclusions de cette analyse sont à modérer compte tenu du contexte végétal du territoire (nombreuses haies bocagères, végétation de la rigole d'Hilvern et nombreux bosquets) et bâti (mitage) qui forment une multitude d'écrans visuels supplémentaires.

Sur les secteurs où une visibilité est avérée, il est nécessaire d'affiner l'analyse par des photomontages.

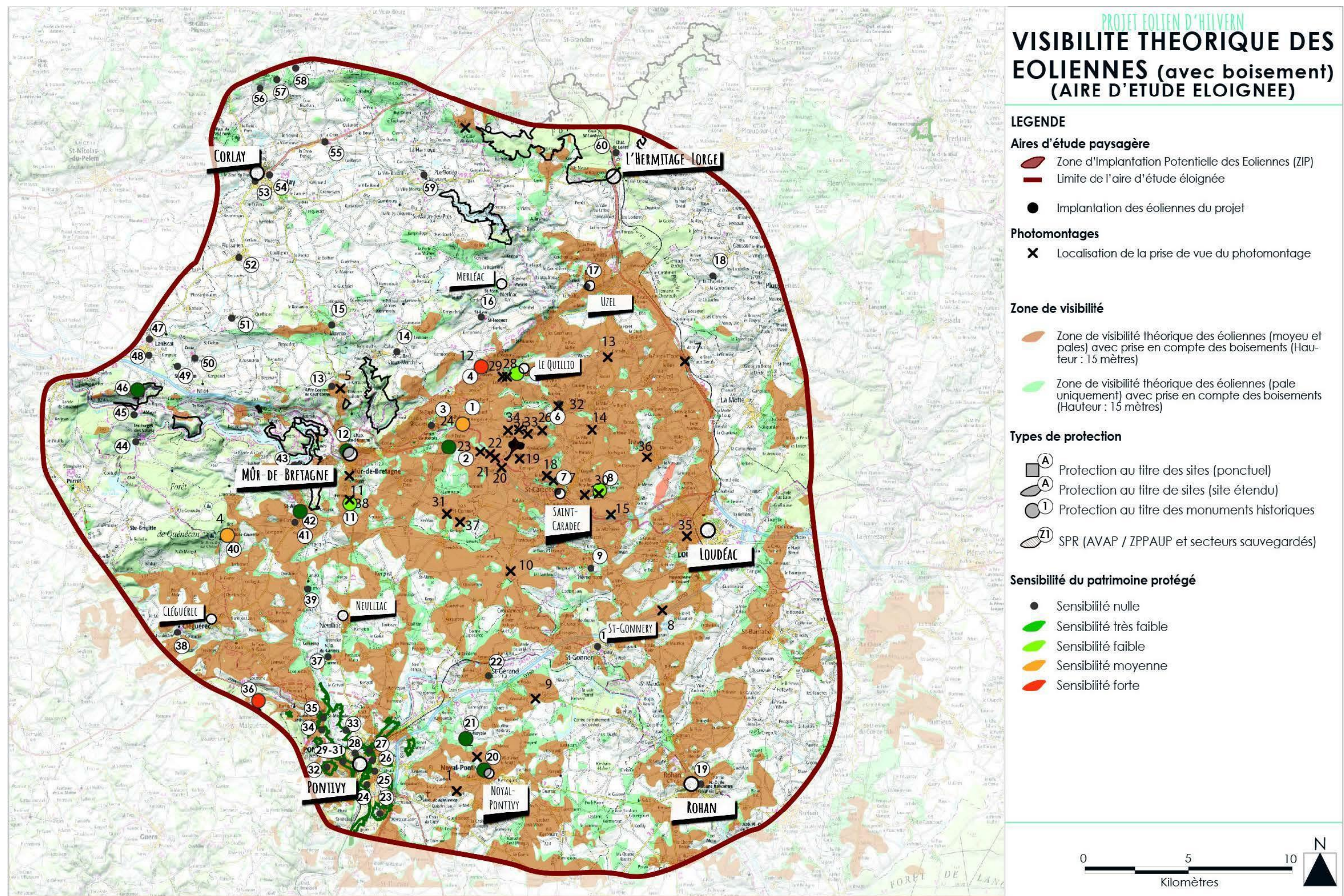
Carte de visibilité des éoliennes :

La carte de visibilité théorique témoigne d'une très faible visibilité du projet depuis :

- Le Nord et le Nord/Ouest de l'aire d'étude éloignée. En effet, les vues théoriques sont rares depuis l'ensemble du Bassin de Saint-Nicolas-du-Pélern et se restreignent aux lignes de crêtes les plus hautes en ce qui concerne l'unité paysagère du Massif du Mené.
- Au-delà de la D700. Cette route circulant en point haut délimite en effet un point de bascule vers l'Est ou les vues vers le projet ne sont plus possibles au-delà ;
- Au-delà de l'aire rapprochée, le projet est ponctuellement visible depuis le Sud, au gré du relief et des jeux de masques végétaux.

L'analyse de la ZIV permet de conclure que le projet se perçoit principalement depuis le plateau agricole de l'ével, au Sud du Massif de Mené et en frange de la Cornouaille intérieure.

Remarque : La méthodologie utilisée pour l'analyse visuelle du parc éolien dans le paysage est présentée au chapitre G.2.1.



Carte 72 : Visibilité théorique des éoliennes (Vu d'ici, 2020)

3 - 3b

Analyse spécifique de la saturation visuelle

L'analyse de la saturation visuelle est réalisée sur les bourgs situés à moins de 10 km du projet. Pour chacun de ces points, une approche analytique est faite de manière graphique : sur une visibilité théorique à 360° dégagée de tout obstacle visuel, excepté le relief, l'angle de l'horizon intercepté par chacun des parcs du bassin éolien concerné est représenté sur un diagramme circulaire (sur la carte ci-après). À noter que ces diagrammes prennent bien en compte les parcs et projets situés en dehors du cadre des cartes présentées ci-après.

Pour chaque bourg et hameau étudié, les projets considérés sont ceux situés au maximum à 10 km du centre de référence choisi. Les éoliennes des projets au-delà de 10 km seront sûrement visibles, mais leur taille perçue n'est pas significative par rapport aux machines localisées à moins de 10 km.

Dans un premier temps, les indices prendront uniquement en compte les parcs éoliens existants, accordés ou en instruction. Les indices seront calculés dans un second temps avec l'emprise du projet de manière à analyser l'incidence du projet sur le paysage où l'éolien est déjà très présent.

Les tableaux ci-dessous récapitulent les résultats obtenus pour les différents indices sur chaque bourg.

Vert : Résultat en dessous (occupation de l'horizon) ou au-dessus (espace de respiration) des seuils

Jaune : Résultat compris entre le seuil « planché » et « plafond » ou proche (à 5°) du seuil maximal

Rouge : Résultat au-dessus (occupation de l'horizon) ou en dessous (espace de respiration) des seuils

Remarque : La méthodologie utilisée pour l'analyse visuelle du parc éolien dans le paysage est présentée au chapitre G.2.2.

Saturation visuelle évaluée sur la carte, en choisissant un village comme centre de référence (sans le projet)									Observations
	Loudéac	Hémonstoir	Saint-Gonnery	Kergrist	Mûr-de-Bretagne	St-Gilles-Vieux-Marché	Merléac	Uzel	
Somme d'angles sur l'horizon interceptés par des éoliennes à moins de 5Km depuis le centre du bourg (en °)	28,0	28,5	16,17	128	6	12	0	0	Un total élevé exprime une concentration des parcs ou projets éoliens proches du centre de référence (effet plus fortement ressenti)
Somme d'angles sur l'horizon interceptés <u>uniquement</u> par des éoliennes entre 5 et 10 Km depuis le centre du bourg (en °)	34,0	28,5	68,5	22,0	51,0	30,0	22,9	8,8	Un total élevé exprime une dispersion des parcs ou projets éoliens à l'échelle du bassin visuel éolien
Indice d'occupation des horizons (en °)	62,0	57,0	84,7	150,0	57,0	42,0	22,9	8,8	Seuil d'alerte au-dessus de 120° : pas d'effet sensible dans le paysage
Indice de densité sur les horizons occupés (Ratio nombre d'éoliennes/angle d'horizons)	0,06	0,16	0,06	0,09	0,07	0,12	0,00	0,00	Seuil d'alerte au dessus de 0,10
Espace de respiration (en °)	133,8	77,6	89,6	121,1	124,6	144,6	183,8	208,3	160 à 180° souhaitables; En dessous de 60 à 70°, les éoliennes sont omniprésentes
Constat :	Faible saturation visuelle	Faible saturation visuelle	Faible saturation visuelle	Saturation visuelle avérée	Faible saturation visuelle	Faible saturation visuelle	Pas de saturation visuelle	Pas de saturation visuelle	Saturation visuelle avérée si l'indice d'occupation des horizons et l'espace de respiration sont dépassés ou approchés

Tableau 68 : Résultats des indices pour les bourgs avant mise en place du projet éolien (Vu d'ici, 2023)

Saturation visuelle évaluée sur la carte, en choisissant un village comme centre de référence (avec le projet)									Observations
	Loudéac	Hémonstoir	Saint-Gonnery	Kergrist	Mûr-de-Bretagne	St-Gilles-Vieux-Marché	Merléac	Uzel	
Somme d'angles sur l'horizon interceptés par des éoliennes à moins de 5Km depuis le centre du bourg (en °)	28,0	28,5	16	128	5,98	11,4	0	0	Un total élevé exprime une concentration des parcs ou projets éoliens proches du centre de référence (effet plus fortement ressenti)
Somme d'angles sur l'horizon interceptés <u>uniquement</u> par des éoliennes entre 5 et 10 Km depuis le centre du bourg (en °)	34,0	31,5	70,5	22,0	52,0	31,0	26,8	12,6	Un total élevé exprime une dispersion des parcs ou projets éoliens à l'échelle du bassin visuel éolien
Indice d'occupation des horizons (en °)	62,0	60,0	86,5	150,0	58,0	42,4	26,8	12,6	Seuil d'alerte au-dessus de 120° : pas d'effet sensible dans le paysage
Indice de densité sur les horizons occupés (Ratio nombre d'éoliennes/angle d'horizons)	0,06	0,15	0,06	0,09	0,07	0,12	0,00	0,00	Seuil d'alerte au dessus de 0,10
Espace de respiration (en °)	133,8	77,6	89,6	121,1	124,6	134,0	183,0	208,3	160 à 180° souhaitables; En dessous de 60 à 70°, les éoliennes sont omniprésentes
Constat :	Faible saturation visuelle	Faible saturation visuelle	Faible saturation visuelle	Saturation visuelle avérée	Faible saturation visuelle	Faible saturation visuelle	Pas de saturation visuelle	Pas de saturation visuelle	Saturation visuelle avérée si l'indice d'occupation des horizons et l'espace de respiration sont dépassés ou approchés

Tableau 69 : Résultats des indices pour les bourgs après mise en place du projet éolien (Vu d'ici, 2023)

Saturation visuelle évaluée sur la carte, en choisissant un village comme centre de référence (sans le projet)									Observations
	St-Hervé	Grâce-Uzel	Trévé	St-Caradec	Saint-Connec	Saint-Guen	Le Quillio	Saint-Thélo	
Somme d'angles sur l'horizon interceptés par des éoliennes à moins de 5Km depuis le centre du bourg (en °)	0	0	46,5	9,0	112,5	41,0	0,0	16,0	Un total élevé exprime une concentration des parcs ou projets éoliens proches du centre de référence (effet plus fortement ressenti)
Somme d'angles sur l'horizon interceptés <u>uniquement</u> par des éoliennes entre 5 et 10 Km depuis le centre du bourg (en °)	8,1	31	52,6	76,0	0,0	38,5	59,4	44,5	Un total élevé exprime une dispersion des parcs ou projets éoliens à l'échelle du bassin visuel éolien
Indice d'occupation des horizons (en °)	8,1	31,0	99,1	85,0	112,5	79,5	59,4	60,5	Seuil d'alerte au-dessus de 120° : pas d'effet sensible dans le paysage
Indice de densité sur les horizons occupés (Ratio nombre d'éoliennes/angle d'horizons)	0,00	0,00	0,06	0,21	0,22	0,15	0,00	0,07	Seuil d'alerte au dessus de 0,10
Espace de respiration (en °)	343,0	285,5	239,7	155,0	87,6	130,9	188,0	240,3	160 à 180° souhaitables; En dessous de 60 à 70°, les éoliennes sont omniprésentes
Constat :	Pas de saturation visuelle	Pas de saturation visuelle	Pas de saturation visuelle	Saturation visuelle avérée	Saturation visuelle avérée	Faible saturation visuelle	Pas de saturation visuelle	Pas de saturation visuelle	Saturation visuelle avérée si l'indice d'occupation des horizons et l'espace de respiration sont dépassés ou approchés

Tableau 70 : Résultats des indices pour les bourgs avant mise en place du projet éolien (Vu d'ici, 2023)

Saturation visuelle évaluée sur la carte, en choisissant un village comme centre de référence (avec le projet)									Observations
	St-Hervé	Grâce-Uzel	Trévé	St-Caradec	Saint-Connec	Saint-Guen	Le Quillio	Saint-Thélo	
Somme d'angles sur l'horizon interceptés par des éoliennes à moins de 5Km depuis le centre du bourg (en °)	0	0	46,5	15,0	112,5	43,5	5,1	23,5	Un total élevé exprime une concentration des parcs ou projets éoliens proches du centre de référence (effet plus fortement ressenti)
Somme d'angles sur l'horizon interceptés <u>uniquement</u> par des éoliennes entre 5 et 10 Km depuis le centre du bourg (en °)	11,1	31	55,2	76,0	0,0	38,5	59,4	40,5	Un total élevé exprime une dispersion des parcs ou projets éoliens à l'échelle du bassin visuel éolien
Indice d'occupation des horizons (en °)	11,1	31,0	101,7	91,0	112,5	82,0	64,5	64,0	Seuil d'alerte au-dessus de 120° : pas d'effet sensible dans le paysage
Indice de densité sur les horizons occupés (Ratio nombre d'éoliennes/angle d'horizons)	0,00	0,00	0,06	0,22	0,24	0,17	0,03	0,09	Seuil d'alerte au dessus de 0,10
Espace de respiration (en °)	309,2	285,5	228,0	120,6	87,6	127,2	188,0	240,3	160 à 180° souhaitables; En dessous de 60 à 70°, les éoliennes sont omniprésentes
Constat :	Pas de saturation visuelle	Pas de saturation visuelle	Pas de saturation visuelle	Faible saturation visuelle	Faible saturation visuelle	Faible saturation visuelle	Pas de saturation visuelle	Pas de saturation visuelle	Saturation visuelle avérée si l'indice d'occupation des horizons et l'espace de respiration sont dépassés ou approchés

Tableau 71 : Résultats des indices pour les bourgs après mise en place du projet éolien (Vu d'ici, 2023)

Saturation visuelle évaluée sur la carte, en choisissant un hameau comme centre de référence (sans le projet)								Observations
	Kermain	Lescoduec	Le Boslan	Le Petit Mareu	Kerléau	Kergolvez	Kerglémance	
Somme d'angles sur l'horizon interceptés par des éoliennes à environ 5Km depuis le centre du hameau (en °)	41	42	45	54	65	67,5	53,0	Un total élevé exprime une concentration des parcs ou projets éoliens proches du centre de référence (effet plus fortement ressenti)
Somme d'angles sur l'horizon interceptés <u>uniquement</u> par des éoliennes entre 5 et 10 Km depuis le centre du bourg (en °)	8,5	28	32	23,5	15	15,0	26	Un total élevé exprime une dispersion des parcs ou projets éoliens à l'échelle du bassin visuel éolien
Indice d'occupation des horizons (en °)	49,5	70,0	77,0	77,5	80,0	82,5	79,0	Seuil d'alerte au-dessus de 120° : pas d'effet sensible dans le paysage
Indice de densité sur les horizons occupés (Ratio nombre d'éoliennes à moins de 5 km/angle d'horizons)	0,22	0,16	0,16	0,17	0,16	0,17	0,14	Seuil d'alerte au dessus de 0,10
Espace de respiration (en °)	287,0	156,0	156,0	215,0	201,1	197,0	139,0	160 à 180° souhaitables; En dessous de 60 à 70°, les éoliennes sont omniprésentes
Constat :	Pas de saturation visuelle	Faible saturation visuelle	Faible saturation visuelle	Pas de saturation visuelle	Pas de saturation visuelle	Pas de saturation visuelle	Faible saturation visuelle	Saturation visuelle avérée si l'indice d'occupation des horizons et l'espace de respiration sont dépassés ou approchés

Tableau 72 : Résultats des indices pour les hameaux avant mise en place du projet éolien (Vu d'ici, 2023)

Saturation visuelle évaluée sur la carte, en choisissant un hameau comme centre de référence (avec le projet)								Observations
	Kermain	Lescoduec	Le Boslan	Le Petit Mareu	Kerléau	Kergolvez	Kerglémance	
Somme d'angles sur l'horizon interceptés par des éoliennes à environ 5Km depuis le centre du hameau (en °)	58	54	62	62	78	97,5	53,0	Un total élevé exprime une concentration des parcs ou projets éoliens proches du centre de référence (effet plus fortement ressenti)
Somme d'angles sur l'horizon interceptés <u>uniquement</u> par des éoliennes entre 5 et 10 Km depuis le centre du bourg (en °)	8,5	24,5	29	19,5	15	15,0	26	Un total élevé exprime une dispersion des parcs ou projets éoliens à l'échelle du bassin visuel éolien
Indice d'occupation des horizons (en °)	66,5	78,5	91,0	81,5	93,0	112,5	79,0	Seuil d'alerte au-dessus de 120° : pas d'effet sensible dans le paysage
Indice de densité sur les horizons occupés (Ratio nombre d'éoliennes à moins de 5 km/angle d'horizons)	0,20	0,17	0,15	0,18	0,16	0,14	0,16	Seuil d'alerte au dessus de 0,10
Espace de respiration (en °)	259,0	156,0	156,0	215,0	157,0	103,0	100,0	160 à 180° souhaitables; En dessous de 60 à 70°, les éoliennes sont omniprésentes
Constat :	Pas de saturation visuelle	Faible saturation visuelle	Pas de saturation visuelle	Pas de saturation visuelle	Faible saturation visuelle	Faible saturation visuelle	Faible saturation visuelle	Saturation visuelle avérée si l'indice d'occupation des horizons et l'espace de respiration sont dépassés ou approchés

Tableau 73 : Résultats des indices pour les hameaux après mise en place du projet éolien (Vu d'ici, 2023)

Étude sur les bourgs

Sur les 16 bourgs à proximité du site, aucun ne présente une évolution significative de la saturation visuelle. Les seuils ne sont pas dépassés pour l'ensemble des indices calculés lors de la prise en compte du projet. Les bourgs présentant initialement un risque de saturation visuelle, faible ou avéré, ne présentent également pas d'évolution significative quant à la saturation visuelle. Cela s'explique par le faible nombre de machines du parc et sa faible emprise sur l'horizon. Les angles ajoutés sont alors très restreints. De plus, le projet s'insère la plupart du temps sur un angle déjà occupé par des parcs éoliens, comme c'est le cas à St-Connec ou au Quillio où il se superpose tantôt aux parcs de la Lande de Carmoise et de Carmoise-Tréhouët, tantôt au parc de Saint-Caradec. L'impact le plus notable reste la diminution de l'espace de respiration sur le bourg de St-Caradec, qui est diminué de 34.4°. Cette évolution n'est toutefois pas significative puisque l'espace de respiration reste dans un entre-deux entre les seuils idéals et les seuils d'omniprésence de l'éolien.

Étude sur les hameaux

Sur les 7 hameaux situés dans les 1 km autour des deux éoliennes du projet, uniquement 2 d'entre eux sont concernés par une évolution de la saturation visuelle du fait de l'ajout du projet. Il s'agit des hameaux de Kerléau et de Kergolvez. Pour ces lieux-dits, l'espace de respiration, initialement autour de 200°, est réduit à 157° pour Kerléau, et 103° pour Kergolvez, ce qui induit un faible risque de saturation.

Les autres lieux-dits ne disposent pas d'une réduction significative de l'espace de respiration ou d'une augmentation significative de l'indice d'occupation des horizons, qui reste dans tous les cas inférieur à la valeur seuil de 120°. Les risques de saturation sont donc uniquement liés aux espaces de respiration, et le projet n'influence que Kerléau et Kergolvez, qui initialement n'étaient pas soumis à un risque de saturation, ce qui est maintenant le cas avec le projet.

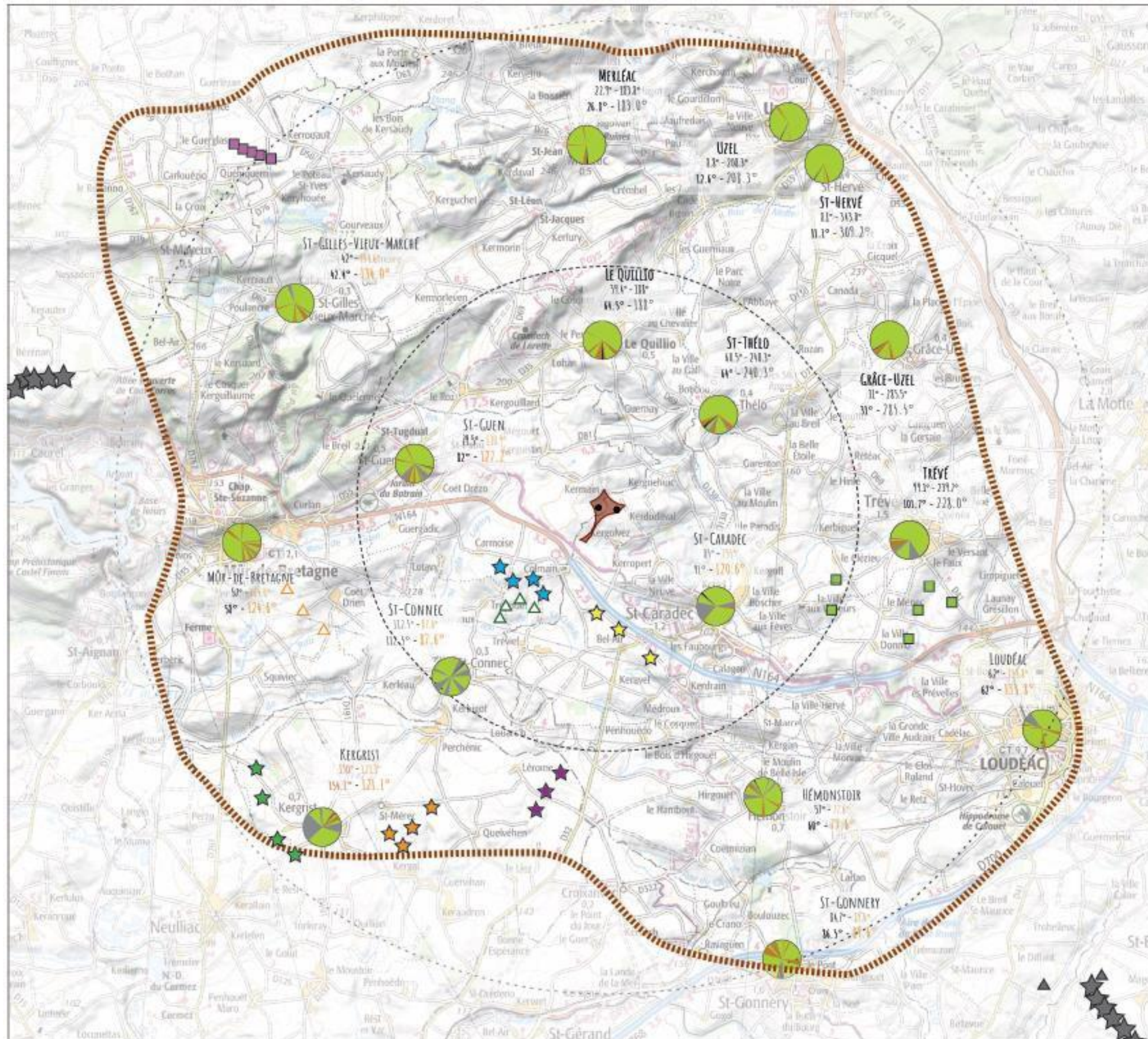
En raison de cet impact significatif du projet décelé pour ces 2 hameaux, une étude plus qualitative, basée sur des photomontages, a été menée sur les pages suivantes.

Ainsi le projet de Guerlédan n'apporte pas de changement radical à la situation actuelle. Les seuils d'alerte ne sont pas dépassés avec l'implantation des deux nouvelles éoliennes hormis à l'échelle des hameaux proches. En effet, on note un impact significatif du projet uniquement sur les hameaux de Kerléau et de Kergolvez, dont les espaces de respiration, initialement largement au-delà des valeurs souhaitables, sont diminués en dessous de 160°. Ainsi, pour ces lieux-dits, le risque de saturation visuelle passe d'inexistant à faible. L'étude par photomontage confirme une réduction significative de l'espace de respiration à Kergolvez, bien que les éoliennes ne soient globalement pas prédominantes dans le paysage, ce qui nuance la sensation de saturation. À Kerléau, le photomontage montre en revanche que l'intervention du projet dans les indices de saturation n'est pas significative, même si les éoliennes du projet surplombent le hameau. Pour limiter ces effets, il est donc recommandé de prévoir des plantations aux abords de ces 2 lieux-dits.

- ⇒ ***Ainsi le projet de Guerlédan n'apporte pas de changement radical à la situation actuelle. Les seuils d'alerte ne sont pas dépassés avec l'implantation des deux nouvelles éoliennes hormis à l'échelle des hameaux proches.***
- ⇒ ***En effet on constate quelques légères modifications des espaces de respiration (principalement pour les hameaux de Lescoduec, de Kerléau, Kerglémance et de Kergolvez), du fait de l'organisation du parc éolien d'Hilvern en dehors de l'emprise des parcs actuels. Aussi on constate une saturation avérée concernant le hameau de Kergolvez avec la prise en compte du projet.***
- ⇒ ***L'ensemble de ces conclusions sont à relativiser compte tenu de leur valeur théorique. Ces résultats nécessitent d'être affinés par une analyse qualitative en intégrant les réalités de terrain comme la végétation et le bâti.***

PROJET ÉOLIEN D'HILVERN

(AIRE D'ÉTUDE RAPPROCHÉE)



LEGENDE

Aires d'étude

- Zone d'Implantation Potentielle des Eoliennes (ZIP)
- Limite de l'aire d'étude rapprochée
- Aire de 10km autour des éoliennes du projet
- Aire de 5km autour des éoliennes du projet

Contexte éolien

- Eolienne du projet
- Parc éolien existant
- Parc éolien en instruction
- Parc La Lande de Carnoise (à 2,5 km)
- Parc de Carnoise-Tréhouët (à 3 km)
- Parc de Saint-Caradec (à 3 km)
- Parc de Lérôme (à 6 km)
- Parc de Saint-Mérec (à 8 km)
- Parc de Roduel (à 9 km)
- Parc Le Menec (à 5 km)
- Parc Les Grand Clos (à 11 km)
- Parc de Hent Glaz (à 6 km)

Saturation visuelle (avec projet)

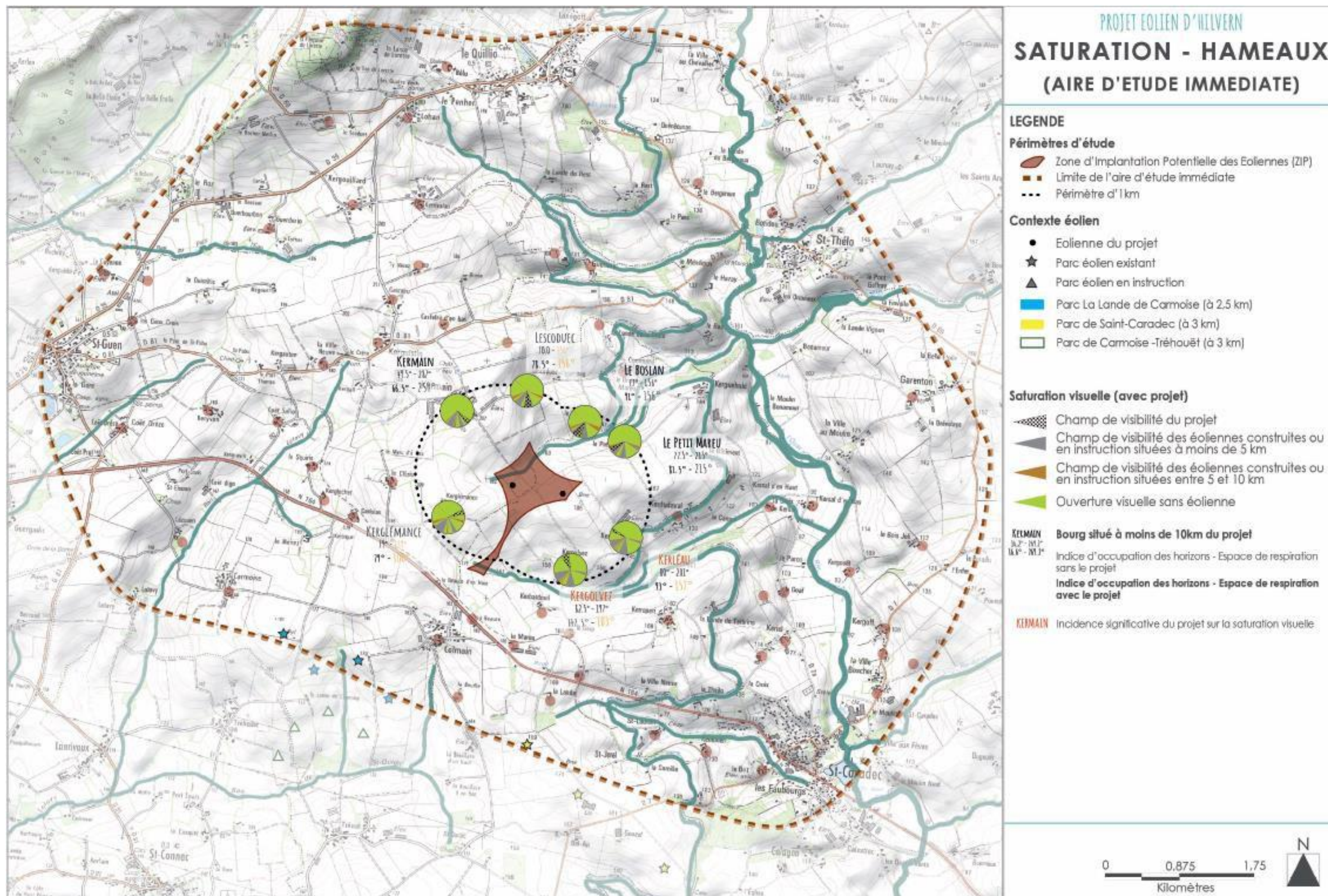
- Champ de visibilité du projet
- Champ de visibilité des éoliennes construites ou en instruction situées à moins de 5 km
- Champ de visibilité des éoliennes construites ou en instruction situées entre 5 et 10 km
- Ouverture visuelle sans éolienne

Bourg situé à moins de 10km du projet

- Indice d'occupation des horizons - Espace de respiration sans le projet
- Indice d'occupation des horizons - Espace de respiration avec le projet



Carte 73 : Saturation des bourgs (Vu d'ici, 2023)



Carte 74 : Saturation des hameaux (Vu d'ici, 2023)

Présentation des photomontages

Chaque planche présentant un photomontage comporte :

- Un descriptif présentant la localisation du site de la prise de vue, et les raisons qui justifient la réalisation du photomontage ;
- La distance entre le point de vue et le projet ;
- Des cartes permettant la localisation de la prise de vue à la fois au sein du contexte paysager de l'aire d'étude et au niveau local ;
- Une description sommaire du paysage observé ;
- Deux photographies panoramiques (120°) présentant l'état initial de la prise de vue et le projet en filaire (éolienne visible à travers un obstacle) ;
- Une photographie panoramique (120°) sur une double page A3 présentant la vue réaliste des éoliennes. Il faut alors tenir le document à environ 40cm de soi.

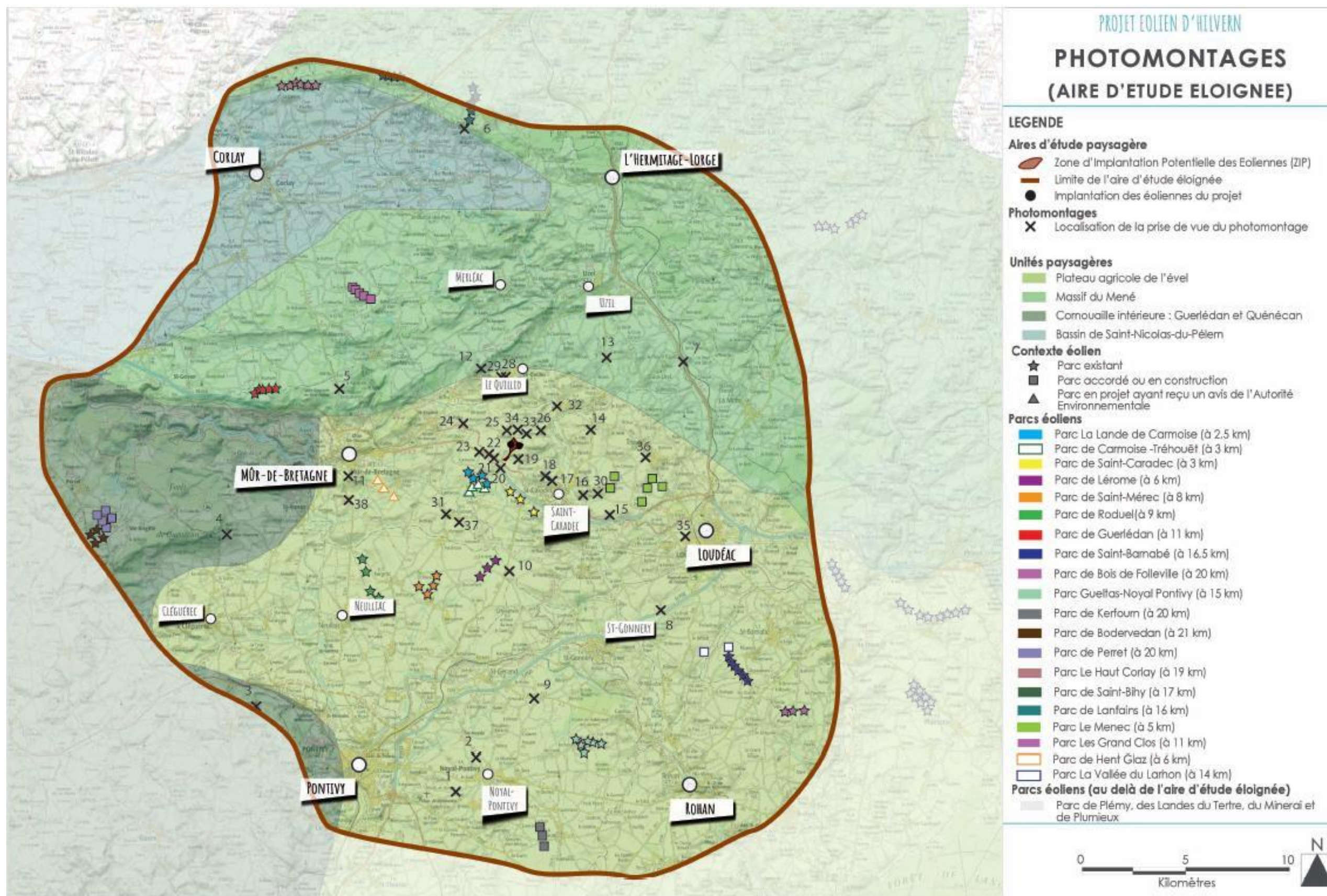
Remarque : La méthodologie utilisée pour l'analyse visuelle du parc éolien dans le paysage est présentée au chapitre G.2.3.

37 photomontages ont été réalisés sur la base des points de vue demandés par Résonance et les services de l'état consultés. Sont présentés dans les pages suivantes quelques photomontages illustrant le projet de parc éolien d'Hilvern au sein de son environnement. Cinq photomontages ont été sélectionnés :

- Le **PM n°4** (dans l'aire d'étude éloigné), présentant un intérêt paysager et patrimonial ;
- Le **PM n°12** (dans l'aire d'étude rapprochée), présentant un intérêt paysager, patrimonial, lieu d'habitat et perception quotidienne et lieu visité et fréquenté (GRP du pays des Toileux) ;
- Le **PM n°18** (dans l'aire d'étude immédiate), présentant un intérêt paysager, lieu d'habitat et perception quotidienne (bourg de Saint-Caradec) et lieu visité et fréquenté (GR 341, rigole d'Hilvern) ;
- Le **PM n°23** (dans l'aire d'étude immédiate) présentant un intérêt paysager et lieu visité et fréquenté (N 164) ;
- Le **PM n°25** (dans l'aire d'étude immédiate) présentant un intérêt paysager, lieu d'habitat et perception quotidienne (hameau de Kermain).

La carte de localisation des photomontages se situe à la suite des photomontages.

Remarque : La totalité des photomontages est présente dans l'étude paysagère complète en annexe. Le lecteur pourra s'y reporter pour une meilleure lisibilité.



Carte 75 : Localisation des photomontages (Vu d'ici, 2023)

PROJET ÉOLIEN D'HILVERN-SAINTE-CARADEC & GUERLÉDAN (22)

Vue 4 : Depuis la sortie Nord de Cléguérec

Particularité : Vue éloignée, zone habitée, voie fréquentée, vue dynamique, sépulture mégalithique (MH), covisibilité avec les parcs existants, unité paysagère de la forêt de Quénécan

Commentaire :

La prise de vue a été réalisée en sortie Nord de Cléguérec depuis la frange boisée de la forêt de Quénécan. La sépulture mégalithique se situe sur la droite de la photo (hors du cadre). L'ambiance est refermée par la fin des boisements de la forêt et par des systèmes de haies bocagères particulièrement présents ici. Cependant des vues longues sont possibles sur le lointain et l'ensemble du plateau agricole de l'ével.

Depuis ce coteau le projet est visible. Il se détache de l'horizon, les hauteurs d'éoliennes choisies contrastent avec la planitude du terrain.

Des covisibilités existent avec les parcs 1,2,3,4,5 et 9 existents. Des covisibilités potentielles existent avec les parcs 18 et 17. La covisibilité avec le parc 18 ne fait pas perdre en lisibilité du projet. Les effets cumulés sont faibles du fait de l'ajout de deux éoliennes dans un fort contexte éolien (le parc 18 est plus visible que le projet à l'horizon).

Ainsi depuis ce point de vue l'incidence est faible.

Éoliennes:

Dimension des éoliennes : Mât 91.5 m, Pale 58.5 m, Hauteur totale 150.0 m

Distance à l'éolienne la plus proche: 14 218 m

Distance à l'éolienne la plus éloignée: 14 597 m

Nombre d'éoliennes visibles : 2

Légende :

- > Éolienne totalement non visible
- > Éolienne partiellement ou totalement visible

Légende :

- Parcs, distant de 20 km maximum, partiellement ou totalement visibles
- Parcs, distant de 20 km maximum, totalement non visibles

Parcs existants

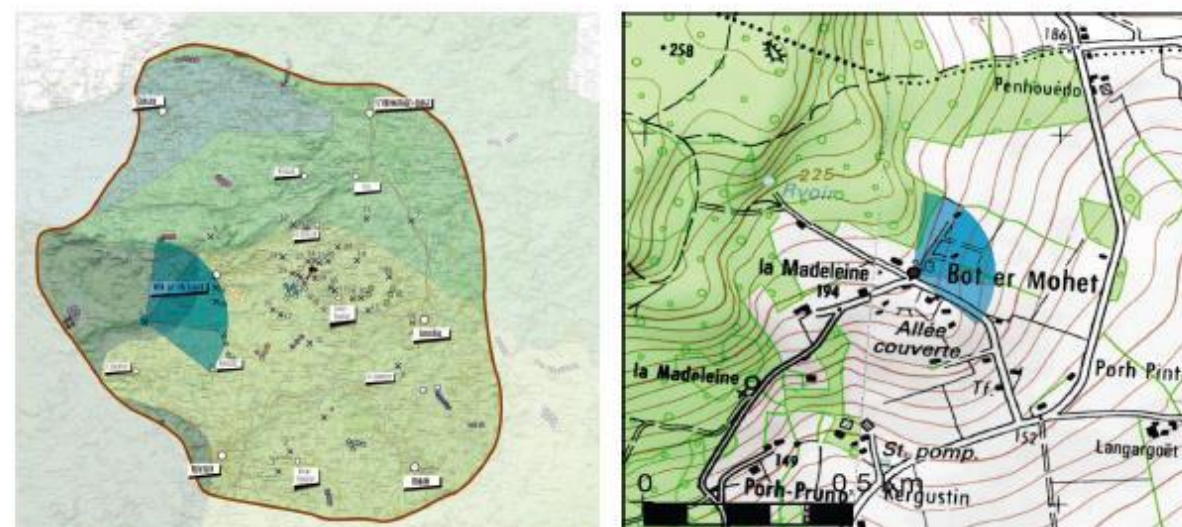
- | | |
|--|--|
| 1 Parc La Lande de Carmoise (à 2,5 km) | 11 Parc Le Haut Corlay (à 19 km) |
| 2 Parc de Saint-Caradec (à 3 km) | 12 Parc de Saint-Bihy (à 17 km) |
| 3 Parc de Lérome (à 6 km) | 13 Parc de Lanfains (à 16 km) |
| 4 Parc de Saint-Mérec (à 8 km) | 19 Parc Les Landes du Tertre (à 16,5 km) |
| 5 Parc de Roduel (à 9 km) | 20 Parc Le Minerai (à 21,5 km) |
| 6 Parc de Guerlédan (à 11 km) | 21 Parc de Plumieux (à 24 km) |
| 7 Parc de Saint-Barnabé (à 16,5 km) | |
| 8 Parc de Bois de Folleville (à 20 km) | |
| 9 Parc Gueltas-Noyal Pontivy (à 15 km) | |
| 10 Parc de Bodervedan (à 21 km) | |

Parcs accordés

- 14 Parc de Kerfourm (à 20 km)
- 15 Parc de Perret (à 20 km)
- 16 Parc Les Grands Clos (à 10 km)
- 17 Parc Le Menec (à 5 km)
- 23 Parc de La Vallée du Larhon (à 14 km)

Parcs en instruction

- 18 Parc Hent Glaz (à 6 km)
- 22 Parc de Piemy (à 19,5 km)
- 24 Parc de Carmoise - Trehouet (à 2,5 km)



PHOTOMONTAGES

Photomontages réalisés par Vu d'ici



Figure 95 : Photomontage n°4 (aire d'étude éloignée) – partie 1 (Vu d'ici, 2023)



Figure 96 : Photomontage n°4 (aire d'étude éloignée) – partie 2 (Vu d'ici, 2023)