



# **SECTION 6 : LA SANTE, LE CLIMAT ET LA QUALITE DE L'AIR**



### SOMMAIRE

<b>1. ETAT INITIAL .....</b>	<b>3</b>
1.1. La santé.....	3
1.1.1. Définition du champ électromagnétique .....	3
1.1.2. Sources de champs électromagnétiques ELF .....	3
1.1.3. Effets sur la santé .....	5
1.2. Le climat.....	6
1.2.1. Le climat de la région Bretagne.....	6
1.3. La qualité de l'air .....	9
1.4. Conclusion .....	9
<b>2. ETUDE DES VARIANTES ET CHOIX DU SCENARIO.....</b>	<b>10</b>
<b>3. IMPACTS SUR LA SANTE, SUR LE CLIMAT ET LA QUALITE DE L'AIR .....</b>	<b>11</b>
3.1. Sur la santé .....	11
3.1.1. Pendant la phase de chantier.....	11
3.1.2. Pendant la phase d'exploitation.....	11
3.2. Sur le climat .....	19
3.2.1. Pendant la phase de chantier.....	20
3.2.2. Pendant la phase d'exploitation.....	20
3.3. Sur la qualité de l'air .....	22
3.3.1. Pendant la phase de chantier.....	22
3.3.2. Pendant la phase d'exploitation.....	22
3.4. Effets cumulés .....	23
3.4.1. Sur la santé .....	23
3.4.2. Sur le climat.....	23
3.5. Conclusion sur les impacts.....	23
<b>4. LES MESURES D'EVITEMENT, DE REDUCTION ET COMPENSATOIRES.....</b>	<b>24</b>
4.1.1. Sur la santé .....	24
4.1.2. Sur la qualité de l'air.....	24
<b>5. BILAN DES MESURES .....</b>	<b>24</b>
<b>6. CONCLUSION .....</b>	<b>24</b>
6.1.1. La santé .....	24
6.1.2. Le climat et la qualité de l'air .....	25



### 1. ETAT INITIAL

#### 1.1. La santé

Les éoliennes n'ont aucune influence négative potentielle sur la santé. Leur production ne génère aucun gaz toxique, aucun déchet polluant. Au contraire en limitant l'utilisation de la combustion des énergies fossiles, l'utilisation de l'énergie éolienne limite le rejet dans l'atmosphère de quantités très importantes de gaz à effet de serre et de gaz toxiques. Néanmoins, on s'interroge quelquefois sur l'émission d'ondes électromagnétiques par les éoliennes.

Nous sommes tous exposés à un ensemble complexe de champs électromagnétiques (CEM) de différentes fréquences qui sont omniprésents dans notre environnement. Cette exposition devient de plus en plus importante à mesure que la technologie progresse et que les nouvelles applications se multiplient. S'il n'est pas question de remettre en cause les bénéfices apportés par l'électricité dans la vie de tous les jours, le grand public se préoccupe de plus en plus des potentiels effets de l'exposition aux champs électriques et magnétiques de fréquence extrêmement basse (ELF). Cette exposition résulte principalement du transport et de l'utilisation de l'énergie électrique aux fréquences de 50/60 Hz. L'objectif des paragraphes ci-après est de faire un état des lieux des connaissances sur le sujet.

##### 1.1.1. Définition du champ électromagnétique

Les champs électromagnétiques sont constitués d'une onde électrique (E) et d'une onde magnétique (H) qui se déplacent ensemble à la vitesse de la lumière (voir diagramme ci-après) et qui sont caractérisées par une fréquence et une longueur d'onde. La fréquence est simplement le nombre d'oscillations de l'onde par unité de temps mesuré en hertz (1 Hz = 1 cycle par seconde); la longueur d'onde est la distance parcourue par l'onde pendant la durée d'une oscillation (ou d'un cycle).

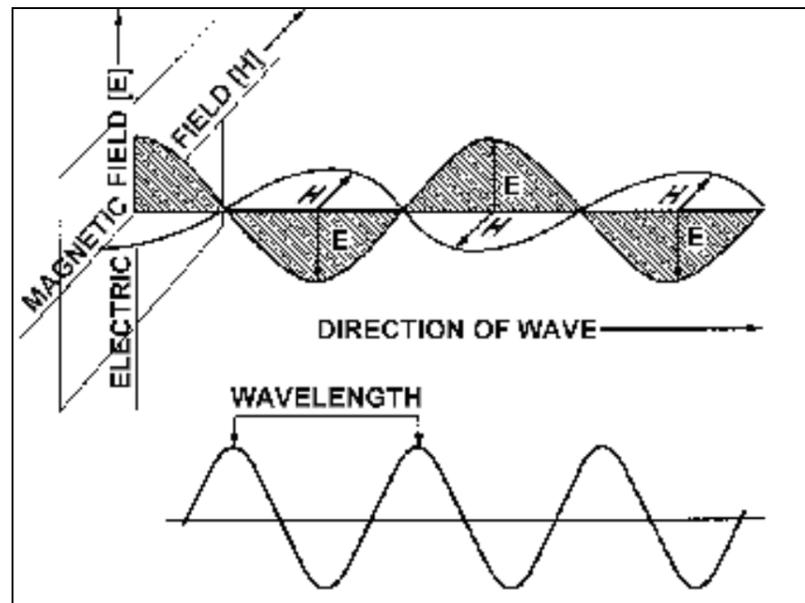


Figure 1: Champs électromagnétiques

Par définition, les champs ELF sont ceux dont la fréquence est égale ou inférieure à 300 Hz. A des fréquences aussi basses, la longueur d'onde dans l'air est très grande (6000 kilomètres à 50 Hertz et 5000 kilomètres à 60 Hz); en pratique, les champs électriques et magnétiques agissent indépendamment l'un de l'autre et sont mesurés séparément.

Un champ électrique est présent chaque fois qu'il existe une charge électrique. Il régit le mouvement des autres charges situées dans le champ. Les champs électriques sont mesurés en volts par mètre (V/m) ou en kilovolts par

mètre (kV/m). Lorsque des charges s'accumulent sur des objets, elles ont tendance à se repousser si elles sont de même signe et à s'attirer si elles sont de signe contraire. Cette tendance est caractérisée par la tension électrique et se mesure en volts (V). Tout appareil branché sur une prise de courant électrique, même s'il n'est pas en fonctionnement, possède un champ électrique associé, proportionnel à la tension de la source à laquelle il est relié. L'intensité du champ est maximale à proximité de l'appareil et diminue avec la distance. Les conducteurs métalliques constituent un blindage efficace contre les champs électriques. Les matériaux de construction, les arbres... etc. confèrent également une certaine protection. Autrement dit, le champ électrique créé par les lignes de transport d'électricité situées à l'extérieur est réduit par la présence de murs, de bâtiments ou d'arbres. Lorsque ces lignes sont enterrées, le champ électrique en surface est à peine décelable.

Un champ magnétique se produit lorsqu'il y a déplacement de charges électriques, c'est-à-dire en présence d'un courant électrique. Les champs magnétiques agissent sur les charges en mouvement. Ils sont mesurés en ampères par mètre (A/m), mais ils sont généralement caractérisés par l'induction magnétique correspondante qui s'exprime en teslas (T), millitesla (mT) ou microteslas (µT). Dans certains pays, on emploie couramment une autre unité, le gauss (G) pour mesurer l'induction magnétique (10 000 G = 1T, 1 G = 100 µT, 1 mT = 10 G, 1 µT = 10 mG). Tout appareil électrique en fonctionnement, c'est-à-dire dans lequel circule un courant électrique, possède un champ magnétique associé qui est proportionnel à l'intensité du courant. Le champ est maximal à proximité de l'appareil et diminue avec la distance. Les champs magnétiques ne sont pas arrêtés par la plupart des matériaux courants.

##### 1.1.2. Sources de champs électromagnétiques ELF

L'exposition humaine aux champs ELF est associée principalement à la production, au transport et à l'utilisation de l'énergie électrique. Les sources qui se rencontrent le plus souvent dans l'environnement général, l'environnement domestique et sur les lieux de travail sont indiquées ci-dessous. Il est à noter que même en l'absence de tout champ électrique extérieur, notre corps est le siège de micro-courants (donc de champs électromagnétiques) dus aux réactions chimiques qui correspondent aux fonctions normales de l'organisme. Par exemple, certains signaux sont relayés par les nerfs sous la forme d'impulsions électriques. La plupart des réactions biochimiques qu'impliquent la digestion et l'activité cérébrale par exemple, comportent une redistribution de particules chargées. Le cœur lui-même est le siège d'une activité électrique que votre médecin peut suivre sur l'électrocardiogramme.

Environnement général : L'énergie électrique en provenance des centrales est transportée jusqu'aux agglomérations par des lignes à haute tension. La tension est ensuite abaissée par des transformateurs auxquels se rattachent les lignes de distribution locale. Les valeurs des champs magnétiques en fonction de l'éloignement de la source du champ sont indiquées ci-dessous pour des lignes Hautes Tension et Très Hautes Tension (pour rappel la tension de raccordement d'un parc éolien se réalise en 20 kV) :

Tension (kV)	0 m	30 m	100 m
400	30 µT	12 µT	1 µT
225	20 µT	3 µT	0,3 µT
90	10 µT	1 µT	0,1 µT

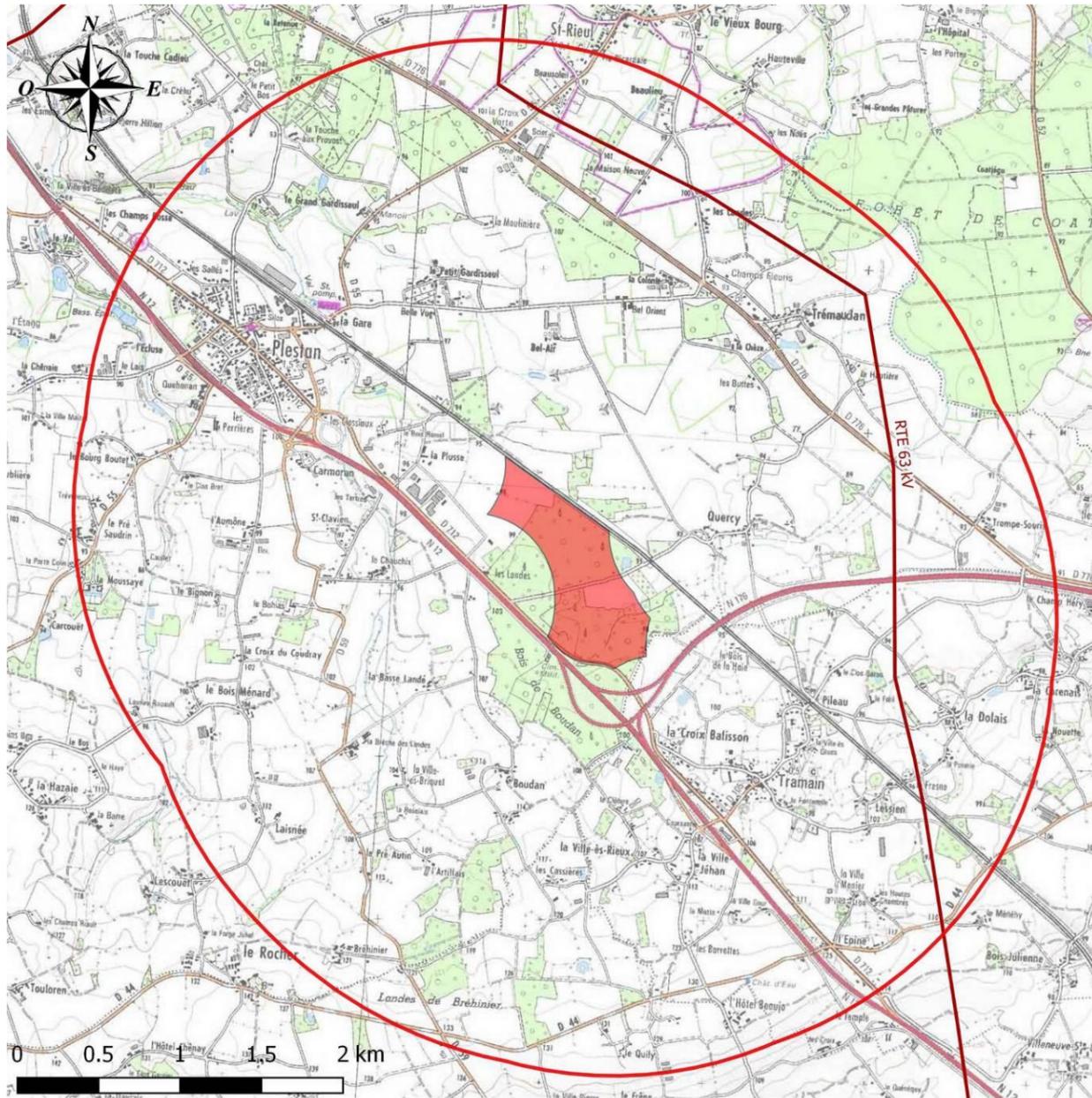
Tableau 1: Champs électromagnétiques des lignes THT



# PARTIE 4 – PIECE N°2 ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE

## SECTION 6 : LA SANTE, LE CLIMAT ET LA QUALITE DE L'AIR

La zone d'étude immédiate n'est pas concernée par une ligne à haute tension, la plus proche étant située à environ 1 500 mètres de la zone d'étude immédiate. Il s'agit d'une ligne de transport d'électricité RTE de 63 kV.



Légende

■ Zone d'étude immédiate □ Zone d'étude rapprochée — Réseau RTE 63kV

**Carte 1 : Lignes électriques haute tension traversant la zone d'étude et le périmètre rapproché**

Notons que les abords de la zone d'étude, notamment les secteurs habités, sont largement équipés d'un réseau de distribution d'électricité aérien 20 000 V, comme illustré sur la vue ci-après (quartier de la gare de Plestan).



**Photo 1 : Illustration d'un réseau de distribution d'électricité aérien en 20 000 V à Plestan**

L'intensité des champs électriques et magnétiques dans les habitations dépend de nombreux facteurs, notamment de la distance aux lignes de transport, du nombre et du type d'appareils électriques utilisés, ou encore de la position et de la configuration des conducteurs électriques intérieurs. Les champs électriques au voisinage de la plupart des appareils domestiques ne dépassent pas 500 V/m et le champ magnétique est généralement inférieur à 150  $\mu$ T. Dans les deux cas, le champ peut être nettement plus élevé à proximité immédiate de l'appareil, mais il diminue rapidement avec la distance.

Ainsi, les champs électriques sont produits par toutes sortes de sources ménagères comme le montre le diagramme ci-après présenté par RTE.



SOURCES DOMESTIQUES	
Champs électriques (en V/m)	Champs magnétiques (en $\mu T$ )
Rasoir Négligeable	Réfrigérateur 0,30
Micro-ordinateur Négligeable	Grille-pain 0,80
Grille-pain 40	Chaîne-stéréo 1,00
Télévision 60	Micro-ordinateur 1,40
Chaîne-stéréo 90	Télévision 2,00
Réfrigérateur 90	Rasoir 500

Figure 2 : Sources domestiques de champs électromagnétiques

Source : RTE

### 1.1.3. Effets sur la santé

Le seul effet pratique que les champs ELF peuvent avoir sur les tissus vivants est l'induction de champs et de courants électriques au sein de ces tissus. Toutefois, l'intensité des courants induits par exposition aux champs ELF normalement présents dans l'environnement est inférieure à celle des courants qui circulent naturellement dans l'organisme.

Etudes sur les champs électriques : Toutes les données dont on dispose permettent de penser qu'en dehors de la stimulation résultant des charges électriques induites à la surface du corps, l'exposition à des champs atteignant 20 kV/m n'a que peu d'effets et que ceux-ci ne présentent aucun danger. Aucun effet sur la reproduction ou le développement n'a pu être mis en évidence chez des animaux exposés à des champs électriques dépassant 100 kV/m.

- Etudes sur les champs magnétiques : Il existe peu d'indices attestant que l'exposition aux champs magnétiques ELF rencontrés dans les habitations ou l'environnement puisse avoir un effet sur la physiologie et le comportement de l'homme. Chez des volontaires exposés pendant plusieurs heures à des champs ELF atteignant 5 mT, on n'a constaté que peu d'effets sur les paramètres cliniques et physiologiques (formule sanguine, ECG, rythme cardiaque, tension artérielle, température corporelle, etc.).
- Mélatonine : Certains chercheurs ont signalé que les champs ELF pourraient supprimer la sécrétion de mélatonine, une hormone associée au rythme circadien. L'hypothèse a également été émise que la mélatonine pourrait avoir un effet protecteur contre le cancer du sein, de sorte que sa suppression pourrait contribuer à une augmentation de l'incidence des cancers de cet organe induits par d'autres

substances. Si certains effets de la mélatonine ont pu être mis en évidence chez des animaux de laboratoire, ils n'ont pas été confirmés chez l'homme par des études sur des volontaires.

- Cancer : Il n'existe pas de preuves convaincantes que l'exposition aux champs ELF lèse directement des molécules biologiques, notamment l'ADN. Il est donc peu probable que ces champs puissent amorcer le processus de cancérogenèse. Toutefois, des études sont en cours pour déterminer si les champs ELF peuvent se comporter comme des promoteurs ou co-promoteurs de cancers. Des études effectuées récemment sur des animaux n'ont pas apporté la preuve que l'exposition aux champs ELF modifie l'incidence des cancers.
- Etudes épidémiologiques : En 1979, Wertheimer et Leeper ont signalé une association entre des cas de leucémie infantile et certaines caractéristiques du branchement électrique du logement des enfants atteints. Depuis lors, un grand nombre d'études ont été menées sur cette importante question et elles ont été analysées par l'Académie nationale des Sciences des Etats-Unis en 1996. Selon cette analyse, le fait de résider à proximité d'une ligne de transport électrique pourrait être associé à une augmentation du risque de leucémie infantile (risque relatif RR = 1,5), mais le risque ne serait pas modifié pour d'autres cancers. Une telle association n'a pas été observée chez les adultes. De nombreuses études publiées au cours des dix dernières années sur l'exposition professionnelle aux champs ELF ont abouti à des résultats contradictoires. Elles laissent entendre que le risque de leucémie pourrait être légèrement plus élevé chez les travailleurs de l'industrie électrique. Toutefois, dans bien des cas, les facteurs de confusion, comme une exposition éventuelle à des produits chimiques dans l'environnement professionnel, n'ont pas été suffisamment pris en compte. L'exposition aux champs ELF n'était pas nettement corrélée au risque de cancer chez les sujets exposés. En conséquence, le lien de cause à effet entre l'exposition aux champs ELF et le cancer n'a pas été confirmé. En juin 2001, un groupe de travail du CIRC, réunissant des spécialistes scientifiques, a examiné les études portant sur le pouvoir cancérogène des champs électriques et magnétiques ELF et statiques. En faisant appel à la classification standardisée du CIRC qui évalue les faits chez l'homme, l'animal et au laboratoire, les champs magnétiques ELF ont été classés comme peut-être cancérogènes pour l'homme d'après les études épidémiologiques portant sur la leucémie chez l'enfant. Les données pour les autres types de cancer chez l'enfant et l'adulte, ainsi que d'autres types d'exposition (c'est-à-dire les champs statiques et les champs électriques ELF) sont considérées comme non classables en raison de l'insuffisance ou de la discordance des données scientifiques. « Peut-être cancérogène pour l'homme » est une catégorie appliquée à un agent pour lequel il existe des indices limités de cancérogénicité chez l'homme et des indices insuffisants chez l'animal d'expérience. Cette catégorie est la plus basse des trois utilisées par le CIRC (« cancérogène pour l'homme », « probablement cancérogène pour l'homme » et « peut-être cancérogène pour l'homme ») pour classer les agents cancérogènes potentiels en fonction des preuves scientifiques publiées. On trouvera ci-dessous des exemples d'agents bien connus classés par le CIRC.



CLASSIFICATION	EXEMPLES D'AGENTS
<b>Cancérogène pour l'homme</b>  (en général d'après des preuves solides établissant la cancérogénicité chez l'homme)	Amiante
	Ypérite
	Tabac (à fumer ou autre)
	Rayons gamma
<b>Probablement cancérogène pour l'homme</b>  (en général d'après des preuves solides établissant la cancérogénicité chez l'animal)	Gaz d'échappement des moteurs Diesel
	Lampes solaires
	Rayons UV
	Formaldéhyde
<b>Peut-être cancérogène pour l'homme</b>  (en général d'après des faits considérés comme crédibles chez l'homme mais pour lesquels on ne peut exclure d'autres explications)	Café
	Styrène
	Gaz d'échappement des moteurs à essence
	Gaz de soudage
	Champs magnétiques ELF

Tableau 2: Les risques de cancer de différents agents

Alors que l'on a classé les champs magnétiques ELF comme « peut-être cancérogènes » pour l'homme, d'autres possibilités existent néanmoins pour expliquer l'association observée entre l'exposition à ces champs et la leucémie de l'enfant. Les questions du biais de sélection des études épidémiologiques et de l'exposition à d'autres types de champs méritent en particulier d'être examinées avec rigueur et nécessiteront sans doute de nouveaux travaux. L'OMS recommande donc un suivi et une orientation des programmes de recherche pour aboutir à des informations plus concluantes. Certaines de ces études ont déjà été entreprises et l'on attend les résultats dans les deux à trois ans.

Le projet CEM de l'OMS vise à aider les autorités nationales à faire la part entre les avantages technologiques de l'électricité et les risques sanitaires éventuels ainsi qu'à décider des mesures de protection pouvant s'avérer nécessaires. Il est particulièrement difficile de proposer des mesures de protection dans le domaine des champs ELF en raison de la méconnaissance des caractéristiques de ces champs magnétiques ELF dont on ignore même si ils sont réellement responsables de cet effet. Une approche consiste à introduire des mesures facultatives tendant à diminuer efficacement et à faible coût l'exposition aux champs ELF.

En conclusion, malgré de nombreuses recherches, rien n'indique clairement pour l'instant que l'exposition à des champs électromagnétiques de faible intensité soit dangereuse pour la santé humaine. Néanmoins, au vu de certains résultats contradictoires, des études se poursuivent et sont consultables sur le site Internet de l'organisation mondiale de la santé.

## 1.2. Le climat

### 1.2.1. Le climat de la région Bretagne

La Bretagne bénéficie d'un climat océanique tempéré des plus typiques. Les pluies, quoique fréquentes, y sont peu abondantes. L'ensoleillement dépend, quant à lui, de la distance à la mer et de la latitude. Les courants et les vents marins adoucissent les variations diurnes et saisonnières des températures. Fréquents et souvent forts, ces vents sont surtout orientés à l'ouest ou au sud-ouest et sont d'origine océanique. Ils homogénéisent les températures sur l'ensemble de la péninsule et influencent donc l'installation et la nature de la végétation. Ils exercent une pression naturelle sur l'environnement lorsqu'ils provoquent des tempêtes. Mais, ils favorisent aussi la dispersion des polluants atmosphériques.

Il y a une véritable différence entre l'ouest intérieur et l'est intérieur : ainsi une ville comme Rennes, connaît un climat déjà continentalisé avec des hivers frais ou froids, des étés déjà chauds et une pluviométrie nettement inférieure à la moyenne ainsi que des températures qui sont plus proches de celles que connaît Strasbourg. À contrario, l'ouest intérieur de la Bretagne connaît une humidité quasi-constante, des précipitations fréquentes concernant un nombre de jours de pluies dépassant toujours les 150 par an voire 250 dans les secteurs les plus humides. Les journées nuageuses sont très nombreuses, les hivers plutôt doux dans les vallées mais frais voire froids dès 200 mètres d'altitude environ, les chutes de neige pouvant être abondantes sur les hauteurs en cas de vague de froid sur la France. Les étés sont frais, souvent variables et les précipitations, bien que plus faibles que l'hiver, restent assez fréquentes. L'ensoleillement y est faible, avec seulement entre 1 450 et 1 600 heures de soleil par an.

En résumé le climat breton est fortement contrasté suivant les secteurs : il n'y a pas un mais plusieurs climats bretons avec quantités de microclimats. La Bretagne est certainement la région française de plaine qui connaît la plus importante diversité de climats : certains secteurs sont très frais et humides (les zones de "montagne"), d'autres hyper-océaniques donc doux (littoral de l'ouest), plus secs et ensoleillés -influence méditerranéenne- (littoraux du sud-est) ou continentalisés (bassin rennais). En Bretagne, pour ce qui est du climat, il y a davantage une différence entre ouest et est qu'une différence entre nord et sud.

#### 1.2.1.1. Le climat du département des Côtes d'Armor

##### ▪ Situation :

Les Côtes-d'Armor appartiennent à la Bretagne centrale. Ce département possède une façade maritime très découpée débouchant sur la Manche, permettant d'avoir une influence océanique prépondérante sur la bande côtière. Son territoire couvre une superficie de 6 878 km<sup>2</sup>. Il est entouré par les départements :

- Du Finistère à l'ouest ;
- Du Morbihan au sud ;
- De l'Ille et Vilaine à l'est.

Les Côtes-d'Armor ont en outre le relief peu accusé du massif armoricain dont le point culminant est le site de Bel Air sur la commune de Trébry à 339 mètres d'altitude au sud-est du département. Il existe également un vestige des Monts d'Arrée dont le point haut culmine à 302m d'altitude qui est la colline du Menez Bré entourée par les communes de Peder nec, Tréglamus et Louargat.

##### ▪ La température moyenne annuelle

La température annuelle moyenne varie de 10 à 12°C du sud du département aux îles. Les îles et une étroite bande côtière bénéficient de l'effet modérateur de l'océan, les amplitudes journalières y étant moins importantes que dans l'intérieur, essentiellement parce que le vent y est plus fort que sur le continent et que, l'été, le régime de brises thermiques freine la montée des températures maximales l'après-midi. Ainsi, parfois en moins de 30 km, on passe d'un régime doux et océanique à un régime aux amplitudes thermiques nettement plus marquées.



### Les précipitations :

Les précipitations dans les Côtes-d'Armor (600mm sur les communes proches de Saint Brieuc de moyenne annuelle) figurent parmi les plus faibles de France. Les pluies les plus importantes se produisent dans le sud-ouest du département (moyenne de 1000mm sur Rostrenen et ses alentours). Dans l'ensemble du département, Les pluies sont souvent sous forme d'averses, assez fréquentes mais de courte durée, rapidement suivies par les éclaircies.

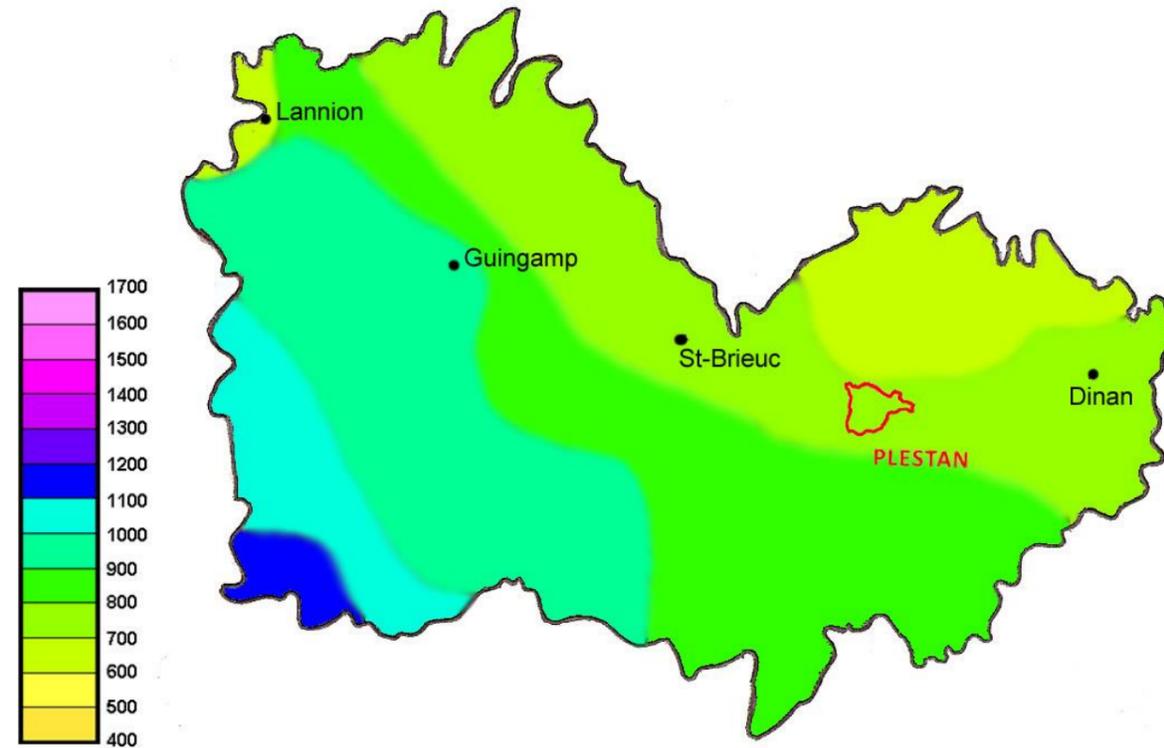


Figure 3 : carte des précipitations en Côtes d'Armor

Source : <http://www.meteouest.com>

Les données suivantes montrent des écarts de températures relativement faibles entre les différents mois de l'année, ainsi que des précipitations relativement importantes en février, de même qu'en novembre.

### Le vent :

D'une manière générale, les fréquences de direction des vents présentent une grande similitude sur l'ensemble de la Bretagne Ouest, les vents de sud-ouest et d'ouest sont prédominants, suivis des vents de nord-est. Dans l'intérieur des terres, se sont les zones d'altitude relative qui présentent les meilleurs potentiels notamment en hiver.

### Les températures minimales :

Sur l'île de Bréhat, les températures minimales sont de l'ordre de 5° C en janvier et en février. Il ne gèle que certains hivers, en moyenne 5 jours par an. À Merdrignac, les températures moyennes peuvent descendre jusqu'à 1°C le mois le plus froid, et le nombre moyen annuel de jours de gel est de l'ordre de 40. Enfin à Saint Brieuc - Ploufragan la température est de 2° C en moyenne sur la période janvier - février.

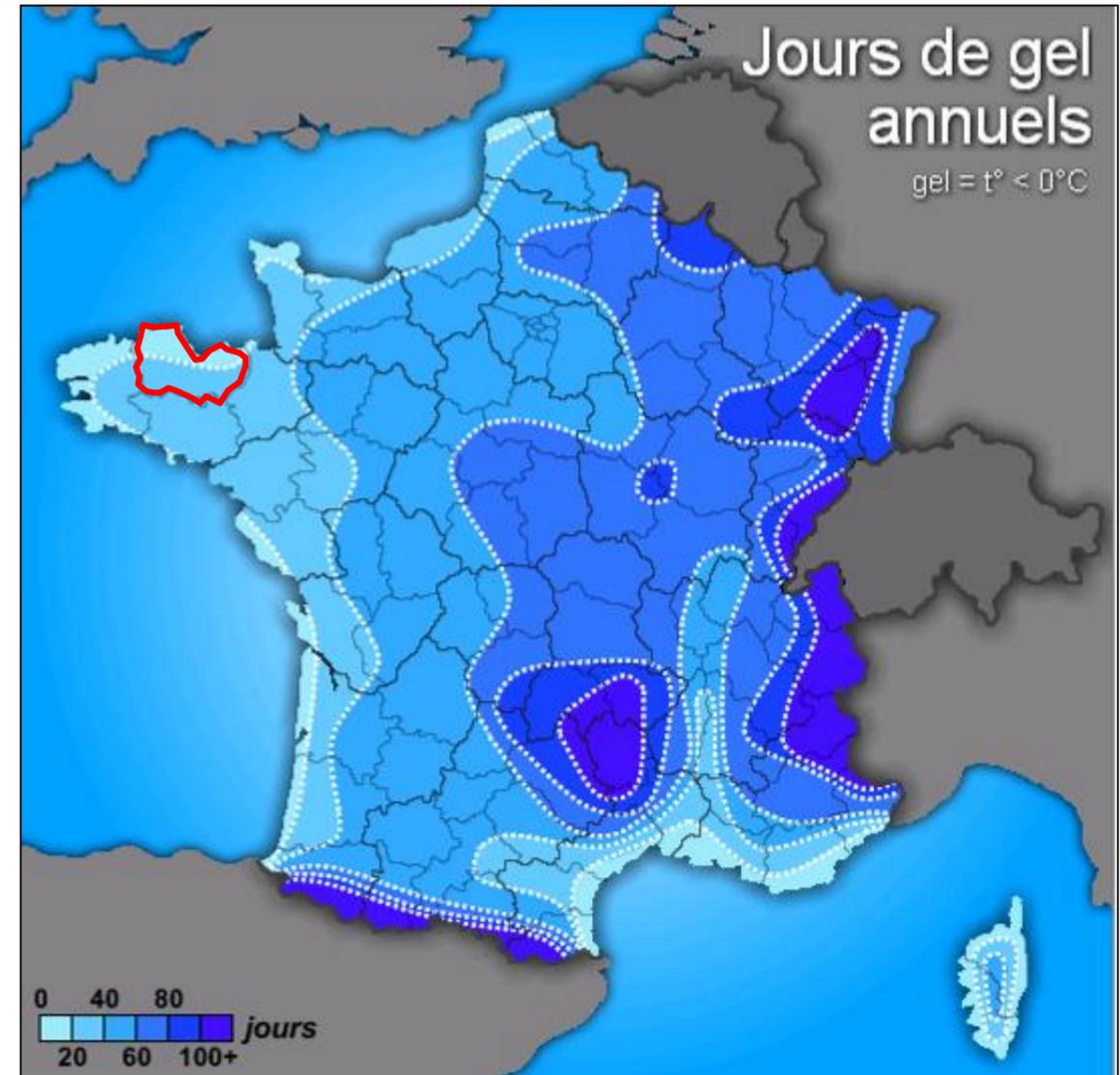


Figure 4 : Jours de gel Moyen en France

Source : Meteo-Expres.com

On parle de gelée dès que la température descend en-dessous des 0°. La carte ci-dessus reprend les moyennes annuelles de jours de gel par an en France métropolitaine. Cette période s'étire généralement du 1<sup>er</sup> Novembre au 15 Avril. Cette carte nous indique une moyenne entre 0 et 20 jours de gel par an sur la commune de Lamballe.

### Les températures maximales :

À Saint-Brieuc - Ploufragan, les moyennes atteignent environ les 21° C en août. Sur l'île de Bréhat, la moyenne journalière des maximales est de 20° C tandis qu'à Merdrignac, la moyenne des maximales du mois le plus chaud est seulement de 23° C. Les écarts de température restent très modérés tout au long de l'année sur la totalité du département.

### L'ensoleillement :

Le département des Côtes d'Armor offre la meilleure luminosité du littoral de la Manche, c'est au mois de mai que l'on enregistre un nombre d'heure d'ensoleillement supérieur aux autres stations du sud et de l'ouest.



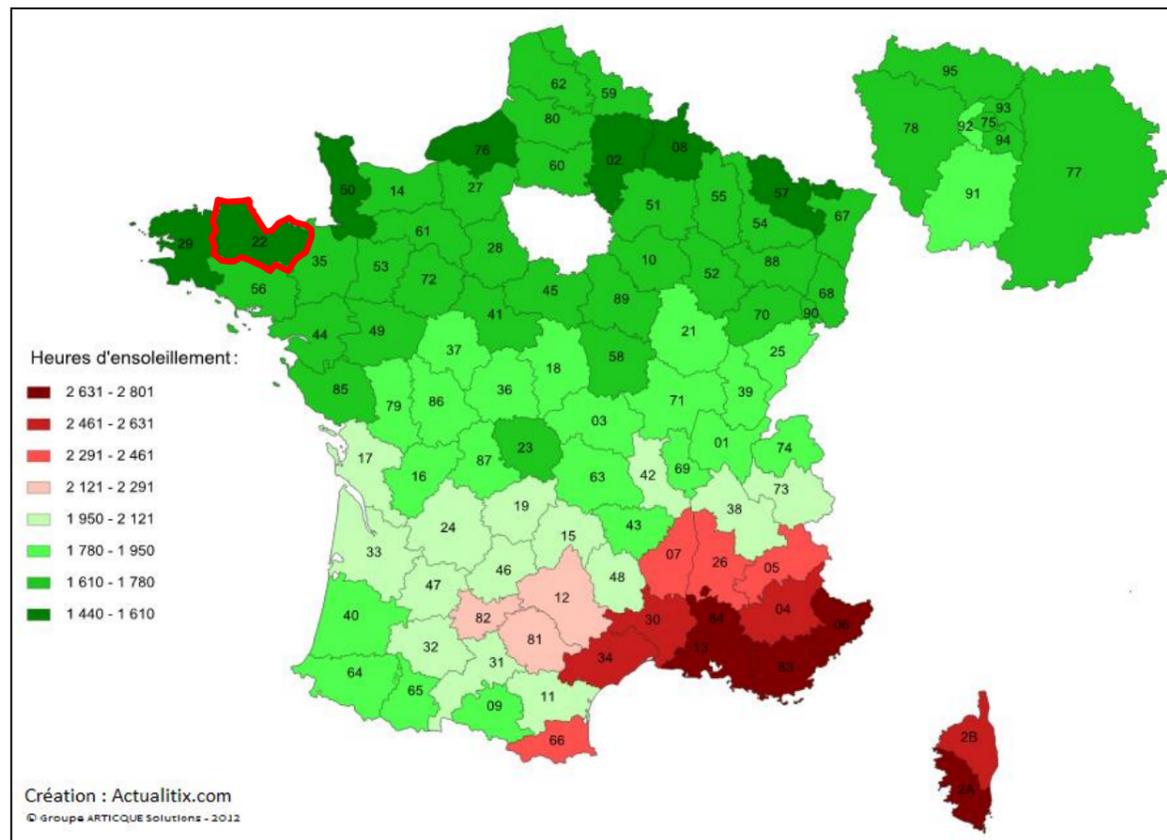
# PARTIE 4 – PIERCE N°2 ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE

## SECTION 6 : LA SANTE, LE CLIMAT ET LA QUALITE DE L'AIR

Mois	Temp. min (°C)	Temp. max (°C)	Temp. moy (°C)	Pluie (mm)	Ensoleillement (h)
1	5 (+3)	9.8 (+3.1)	7.4 (+3)	47.2 (-76.3)	58.3 (+58.3)
2	2.4 (+1.2)	7.7 (+1.1)	5.1 (+1.2)	21.9 (-80.5)	80.1 (+80.1)
3	4.6 (+1.3)	12.7 (+3)	8.7 (+2.2)	19.2 (-89.6)	151.5 (+151.5)
4	4.9 (0)	12 (-0.7)	8.5 (-0.3)	123 (+51.7)	153.2 (+153.2)
5	8.7 (+1.3)	16.1 (+1.1)	12.4 (+1.2)	62.4 (-31.9)	195.1 (+195.1)
6	11.6 (+1.2)	18.7 (-0.2)	15.2 (+0.5)	59.9 (+14.7)	128.5 (+128.5)
7	12.2 (-0.2)	20.5 (-0.5)	16.4 (-0.3)	52.2 (-3.6)	171.2 (+171.2)
8	13.7 (+1.6)	22.3 (+2)	18 (+1.8)	28.7 (-24.5)	158.6 (+158.6)
9	10.4 (-0.6)	18.7 (0)	14.5 (-0.4)	33.7 (-43.6)	138.9 (+138.9)
10	9.8 (+1.5)	15.2 (+0.5)	12.5 (+1)	81.1 (-39)	61.7 (+61.7)
11	5.3 (-0.2)	11.6 (+1)	8.5 (+0.4)	90.5 (-28.2)	92.6 (+92.6)
12	5.3 (+2)	10.3 (+2.3)	7.8 (+2.2)	98.1 (-40.4)	52.6 (+52.6)
Moyenne ou total	7.8°C (+0.9°C)	14.6°C (+0.9°C)	11.3°C (+1°C)	717.9 mm (-35%)	1442.3 h (+100%)

Tableau 3 : la climatologie de Saint Briec

Source : <http://www.meteo-bretagne.fr>



Carte 2: Carte de France de l'ensoleillement moyen

Source : actualitix.com via Météo France – Données 2011

Cette carte présente les différents ensoleillements par département. Dans le cas du département des Côtes d'Armor, l'ensoleillement moyen varie de 1440 à 1610 heures par an. Le département se trouve parmi les moins ensoleillés de France.

- L'activité orageuse :

L'activité orageuse d'une région est définie par le niveau kéraunique (Nk), c'est-à-dire le nombre de jours où l'on entend gronder le tonnerre.

### Carte de niveau kéraunique en France

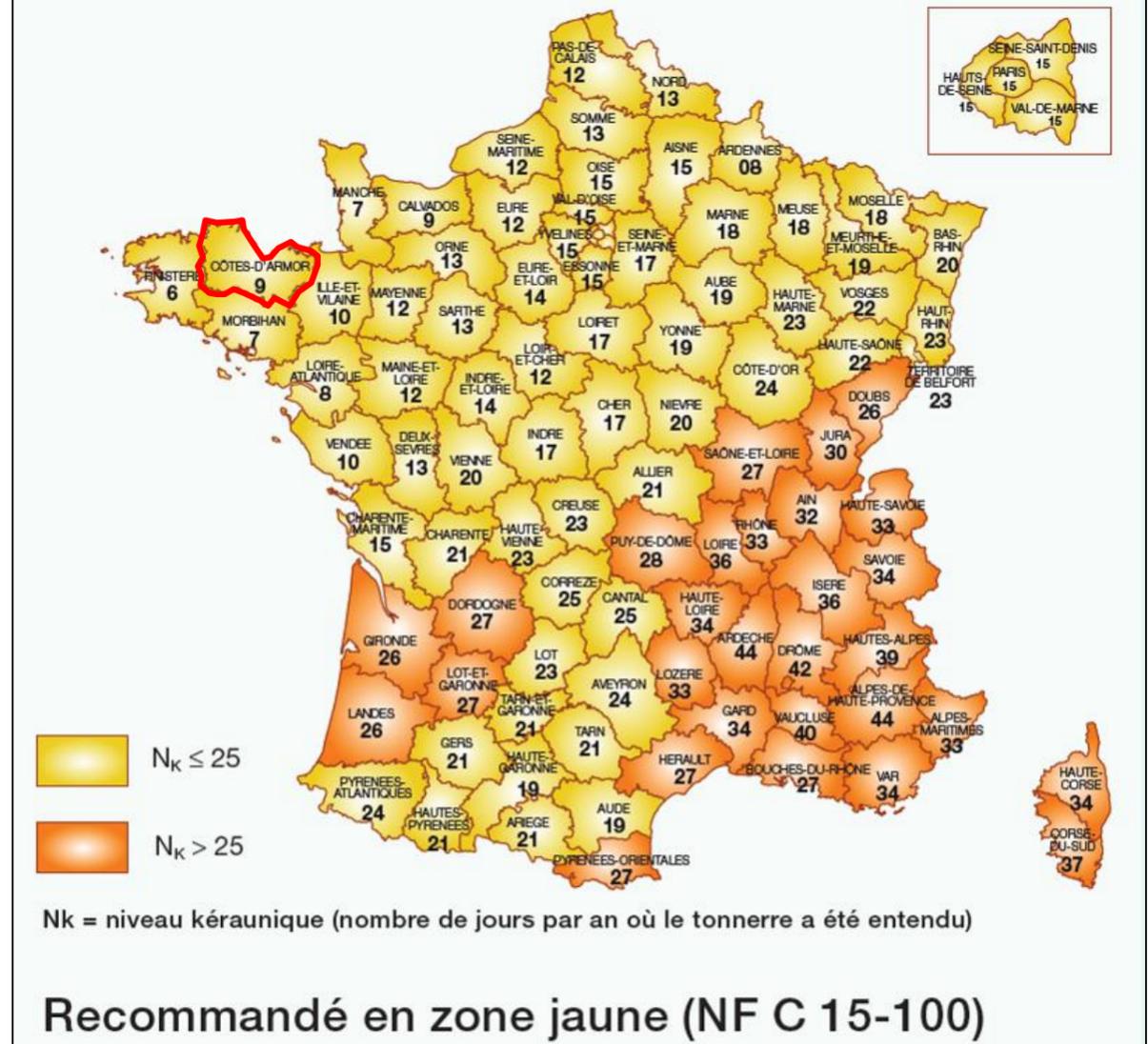


Figure 5 : Carte de France du niveau kéraunique

Source : Acroterre.fr

Le niveau kéraunique du département de les Côtes d'Armor est de 9 jours par an, cela correspond au nombre de jours où l'on entend gronder le tonnerre. Dans le cas où le niveau kéraunique est supérieur à 25, la pose de protection Foudre est obligatoire. Cette norme ne concerne pas le département des Côtes d'Armor qui possède un niveau kéraunique inférieur à 25Nk.



### 1.3. La qualité de l'air

La région Bretagne bénéficie de conditions favorables à la santé, avec un air marin non pollué et peu de pollutions en dehors des grandes agglomérations du territoire.

Les Côtes d'Armor comptent sur un nombre important de stations touristiques classées (6 dont Perros Guirec, Saint Quay Portrieux et Saint Cast le Guildo qui sont reconnues en tant que stations touristiques) et de stations vertes (5 dont Callac, Jugon-les-Lacs pour leurs sites authentiques) qui témoignent de la bonne qualité de l'air et de l'environnement dans la région.

Air Breizh est un organisme agréé par le ministère de l'écologie, énergie, développement durable et de la mer qui a pour mission la surveillance de la qualité de l'air et l'information au public sur la région Bretagne. L'association dispose d'un réseau de stations dans la région dont le plus grand nombre se situe à proximité des villes de Rennes et Brest. Ces stations permettent de déterminer le niveau de pollution en ozone (O<sub>3</sub>), en monoxyde d'azote (NO), en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), en dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), en monoxyde de carbone (CO) et en poussières PM10, PM2,5. Les sites de mesure en centres urbains ne rendent pas compte de la qualité de l'air dans le département mais uniquement dans les agglomérations.

Il n'existe pas de station permettant la mesure directe de la qualité de l'air sur la commune de Lamballe. Cependant le bilan de l'année 2007 sur les agglomérations Bretonnes permet de voir que la qualité de l'air a été classée de bonne à très bonne plus de 90% des jours de l'année en moyenne à Saint-Brieuc (à 27 km du projet) de 2005 à 2007.

La qualité de l'air dans les 9 agglomérations observées en Bretagne en 2007

Qualité (en nombre de jours)	Finistère			Côtes-d'Armor Saint-Brieuc	Ille-et-Vilaine			Morbihan	
	Brest	Morlaix	Quimper		Fougères	Rennes	Saint-Malo	Lorient	Vannes
Très bon (indices 1 et 2)	8	32	12	12	61	24	26	17	35
Bon (indices 3 et 4)	308	272	288	300	252	279	299	286	291
Moyen (indice 5)	30	22	44	32	34	43	33	43	29
Médiocre (indices 6 et 7)	18	5	18	16	6	19	3	19	7
Mauvais (indices 8 et 9)	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Très mauvais (indice 10)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Part de jours avec une bonne à une très bonne qualité de l'air (en %)									
2007	87	92	83	86	89	83	90	83	90
2006	93	91	88	92	87	86	92	87	89
2005	94	93	93	93	89	87	91	88	90

Tableau 4 : fréquence des indices de la qualité de l'air

Source : <http://www.airbreizh.asso.fr>

A Saint Brieuc, la qualité de l'air est bonne 86 % de l'année (données 2007). Les indices de qualité de l'air forts qui reflètent un air dégradé sont la conséquence de la pollution à l'ozone en début d'été et de poussières fines en début d'année.

La station de la Balzac à Saint Brieuc fait partie du réseau MERA (Mesure des Retombées Atmosphériques) visant à évaluer la qualité de l'air dans les zones rurales loin de toute source de pollution humaine. Des mesures d'ozone, d'oxyde d'azote, de particules fines, de dioxyde de soufre, sont prises sur ce site. La qualité de l'air est bonne mais six dépassements ont eu lieu au niveau des particules fines (PM10) sur 35 autorisés, ainsi que deux

dépassements en Ozone ce qui reste relativement faible comparé aux autres communes des départements bretons.

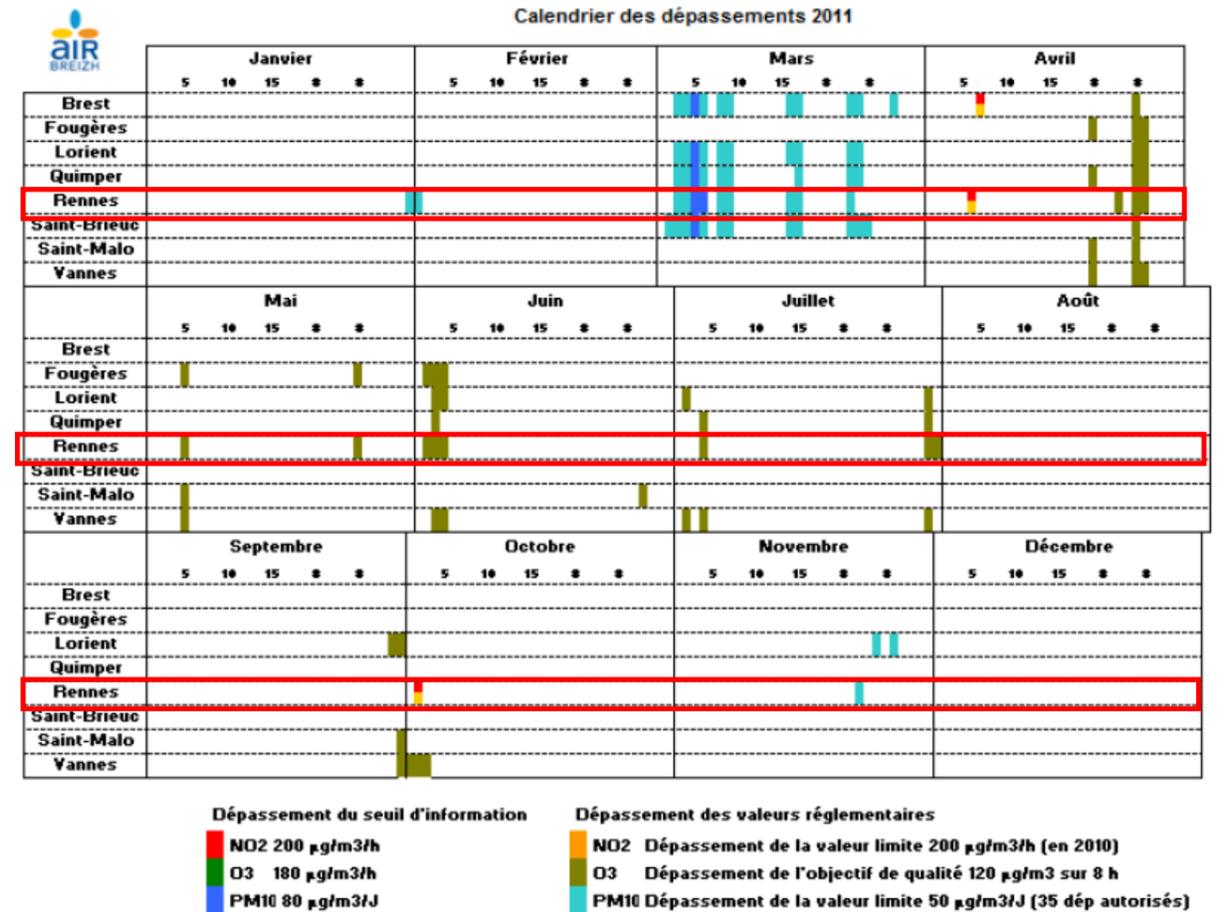


Tableau 5 : Calendrier des dépassements des valeurs de références

Source : Bilan d'activité 2011 Airbreizh

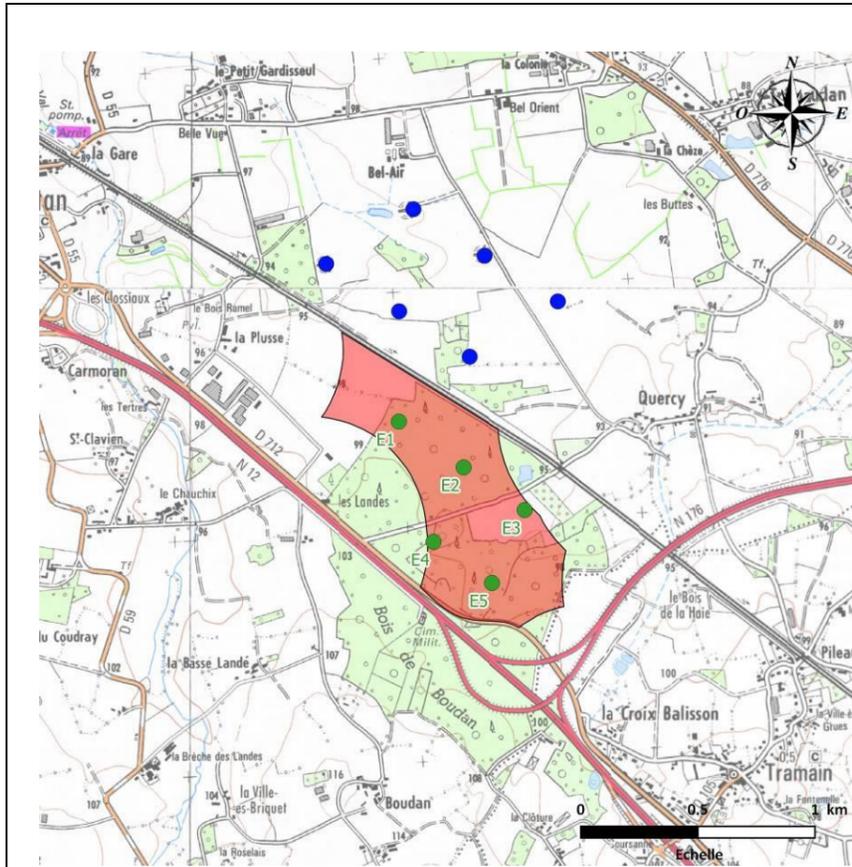
Il n'y aura pas de détérioration de la qualité de l'air suite à la réalisation d'un parc éolien sur la commune de Lamballe car les éoliennes ne dégagent pas de gaz types NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>,...

### 1.4. Conclusion

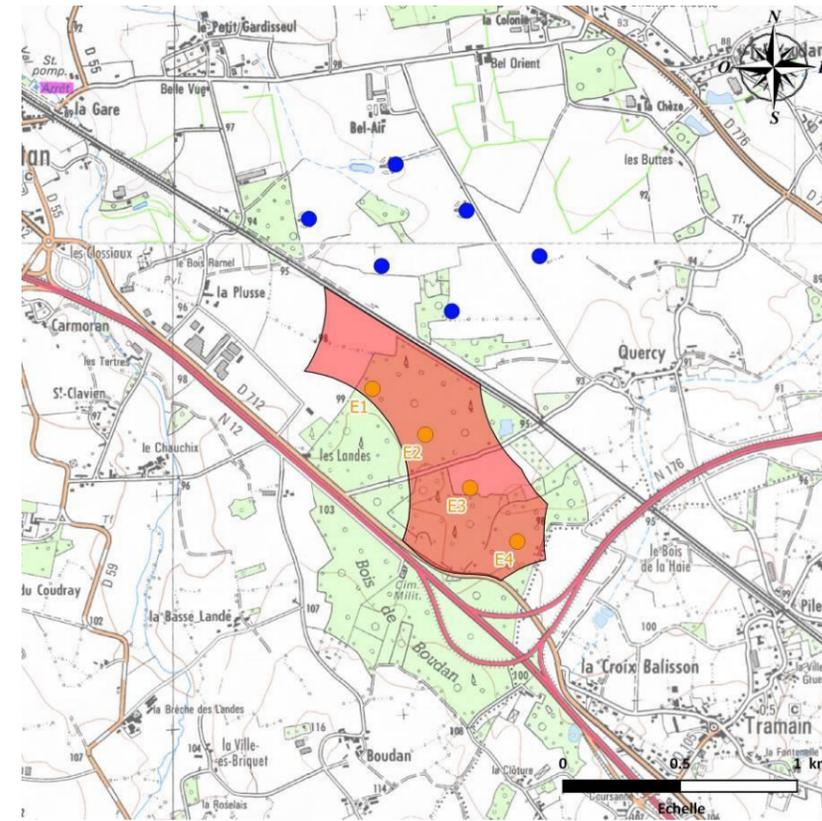
Le climat du département et plus particulièrement de la zone d'étude est de type océanique avec des précipitations modérées et peu de neige. Les températures sont sans excès, ni en hiver, ni en été. L'air est également de bonne qualité. L'ensoleillement y est parmi les plus faibles de France avec une moyenne annuelle de 1525 h par an et le nombre de jour de gels compris entre 0 et 20 jours. Concernant les champs électromagnétiques, la source la plus importante est liée aux deux lignes haute-tension traversant la zone d'étude.



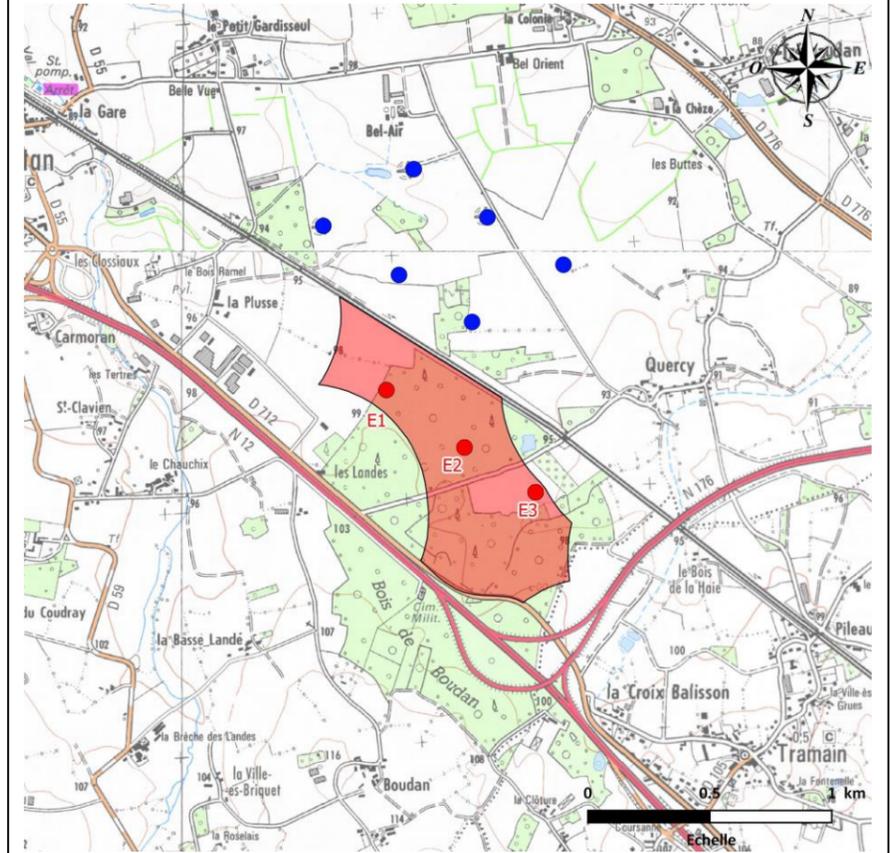
### 2. ETUDE DES VARIANTES ET CHOIX DU SCENARIO



**Carte 3: Scénario 1**



**Carte 4: Scénario 2**



**Carte 5: Scénario 3**

5 éoliennes rotor 90m - moyeu à 105m.  
 Puissance totale du parc : 10 MW  
 Productible attendu : 2 200 kWh/kW/an  
 Production attendue : 22 GWh  
 Habitation la plus proche : « L'Écobue de Devant » à 540 m  
 Economies de CO<sub>2</sub> attendues : environ 1 900 tonnes/an ou 190 tonnes/MW  
 Impacts du balisage et des ombres portées attendus : moyen

4 éoliennes rotor 100m - moyeu à 100m.  
 Puissance totale du parc : 8 MW  
 Productible attendu : 2 400 kWh/kW/an  
 Production attendue : 19,2 GWh  
 Habitation la plus proche : « L'Écobue de Devant » à 560 m  
 Economies de CO<sub>2</sub> attendues : environ 1 600 tonnes/an ou 200 tonnes/MW  
 Impacts du balisage et des ombres portées attendus : moyen

3 éoliennes rotor 110m - moyeu à 110m.  
 Puissance totale du parc : 6MW  
 Productible attendu : 2 600 kWh/kW/an  
 Production attendue : 15,6 GWh  
 Habitation la plus proche : «Quercy » à Plestan (550 m)  
 Economies de CO<sub>2</sub> attendues : 1 300 tonnes/an ou 215 tonnes/MW  
 Impacts du balisage et des ombres portées attendus : faible

Les variantes étudiées ont toutes un impact positif sur le climat et la qualité de l'air. Le scénario 1 est celui qui génèrera la production électrique la plus importante car présentant le plus d'éoliennes, mais avec un productible plus faible (2 200 kWh/kW/an) car ces dernières présentent des rotors de 90 mètres de diamètre et des effets de sillage plus importants. La masse de CO<sub>2</sub> évitée par le scénario 1 serait la plus importante mais avec un ratio par MW installé plus faible.

Pour autant, concernant l'impact du balisage nocturne ou des ombres projetées, c'est le scénario 3 qui comprend trois éoliennes qui présente les impacts attendus les plus faibles. C'est également ce scénario qui génère les économies de CO<sub>2</sub> par MW installé les plus importantes. Notamment pour ces raisons, c'est le scénario 3 qui est sélectionné au regard des impacts sur le climat, la santé et la qualité de l'air.



### 3. IMPACTS SUR LA SANTE, SUR LE CLIMAT ET LA QUALITE DE L'AIR

#### 3.1. Sur la santé

##### 3.1.1. Pendant la phase de chantier

Concernant l'ensemble des déchets générés lors du chantier, cette dernière impose que tous les intervenants dans l'acte de construire, sans exception, soient concernés et impliqués dans l'élimination des déchets.

Ainsi, IEL Exploitation 20 s'impose à lui-même, ainsi qu'à l'ensemble des intervenants de la chaîne de construction, d'entretien et de démantèlement des éoliennes, de gérer l'élimination et la gestion des déchets. Le Code de l'Environnement, dans son article L. 541-2, fixe le cadre légal de cette obligation : "toute personne qui produit ou détient des déchets dans des conditions de nature à porter atteinte à la santé de l'homme et à l'environnement, est tenue d'en assurer ou d'en faire assurer l'élimination dans des conditions propres à éviter lesdits effets." Chaque société prestataire en charge des lots attribués par IEL Exploitation devra procéder à la gestion et à l'évacuation de ses déchets d'activité. Par ailleurs, un lot spécifique à la gestion des déchets sur le chantier sera attribué (par exemple à une société comme Véolia), notamment pour la mise à disposition de bennes spécifiques sur le chantier ou encore de fosses à béton pour le nettoyage des engins souillés par le béton. Cinq grands types de déchets peuvent être identifiés lors de la phase de travaux :

- Les excavations et le remplissage : les matériaux d'excavation (matière minérale) seront traités dans un centre de recyclage approprié. La terre végétale sera réutilisée pour obtenir un niveau de sol identique entre le sol naturel et la partie supérieure de la fondation.
- Ordures ménagères : les ordures ménagères seront déposées dans des contenants prévus à cet effet, soit des poubelles fermées et étanches. Le chantier sera muni d'un nombre adéquat de ce type de contenants. Les ordures ménagères seront évacuées du chantier sur une base quotidienne pendant la période de construction et de démantèlement.
- Matériaux secs : les matériaux secs seront accumulés dans des conteneurs à déchets ou dans des camions à bennes prévus à cette fin. De façon générale, l'horaire de nettoyage pour ce type de déchets sera établi de sorte que la poussière et les autres saletés soulevées ne retombent pas sur le site des travaux et les environs immédiats. Les matériaux secs seront évacués du site aussitôt que le conteneur ou la benne sera rempli.
- Déchets non-dangereux : Les déchets non dangereux et non souillés par des produits toxiques ou polluants seront récupérés puis valorisés ou éliminés dans des installations autorisées. Les feux à ciel ouvert, l'incinération, les fosses à déchets ou tout autre mode non conforme de disposition des déchets seront formellement interdits.

Les quantités de ces déchets peuvent varier en fonction de la technique de transport. Vous trouverez ci-après une estimation de la quantité de ces déchets pour une éolienne :

- 380 m<sup>2</sup> de film polyéthylène
- 50 m<sup>2</sup> de carton
- 50 m<sup>2</sup> de restes de papier (chiffons en papier)
- 70 kg de bois
- 2 m<sup>3</sup> de polystyrène
- 5 kg de restes de tapis
- 30 kg de restes de câble
- 1 kg de restes d'attache-câbles
- 30 kg de matériel d'emballage

- 20 kg de déchets ménagers assimilés
- 10 kg de chiffons à nettoyer
- L'impact de la phase de chantier du projet Plestan II sur la gestion des déchets sera faible.

##### 3.1.2. Pendant la phase d'exploitation

###### 3.1.2.1. Les champs électromagnétiques ELF

Dans le cadre d'un parc éolien, les champs électromagnétiques ELF (20 000 Volts -50hz) sont présents :

- au niveau du transformateur situé à l'intérieur de l'éolienne
- au niveau des câbles électriques enterrés permettant l'évacuation de l'énergie
- au niveau du poste de livraison.

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, dans sa brochure « une énergie dans l'air du temps, les éoliennes- brochure 2012 » indique que les champs électromagnétiques induits par les éoliennes sont faibles. Les tensions en jeu et les caractéristiques des raccordements électriques (souterrain, en moyenne tension 20 000 volts et à l'écart des habitations) rendent un éventuel risque sanitaire généré par les parcs éoliens minime.

Du fait de la tension de raccordement d'un parc éolien (20kV) et de l'éloignement du parc éolien vis-à-vis des habitations (500 mètres minimum), nous pouvons en déduire une exposition maximale aux champs magnétiques de moins de 0,1 µT ce qui est en totale adéquation avec 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 qui préconise une exposition maximum de 100µT à 50-60 Hz.

Par ailleurs, en juillet 2013, le bureau d'étude Emitech a réalisé des mesures de champs électromagnétiques sur le site Vestas de Sauveterre (81) qui comprend 6 éoliennes en deux groupes de 3.

Les mesures ont été réalisées en positionnant le mesureur de champs sur un mat en matière plastique. Le mesureur était à 1.50 m du sol. Pour les mesures des câbles enterrés, le mesureur était positionné sur le sol.

Au moment des mesures, le vent soufflait suffisamment fort pour que la production des éoliennes soit maximale. L'induction magnétique étant directement proportionnelle au courant, les valeurs mesurées sont également maximales puisque la production électrique de chacune des éoliennes était quasiment maximale (2000 kW).

Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus.

Point de mesure	Emplacement	Induction magnétique mesurée (nT)	Nombre de fois inférieur à la recommandation (100 µT)	Puissance au moment de la mesure (kW)
1	Au pied de E4	20	5000	2000.4
2	Au pied de E4	53	1887	2000.4
3	Au pied de E6	0	-	1999.7
4	poste de transformation	648	154	11 807.2 (6 éoliennes)
5	poste de transformation	392	255	11 807.2 (6 éoliennes)
6	poste de transformation	1049	95	11 807.2 (6 éoliennes)
7	poste de transformation (au centre du chemin)	34	2941	11 807.2 (6 éoliennes)
8	Au pied de E1	0	-	1 772.6
9	A l'écart des éoliennes	0	-	1 999.7

Tableau 6: résultats des mesures de champs électromagnétiques réalisées sur le parc de Sauveterre par Emitech



Le point 6 qui présente le résultat le plus élevé (environ 1  $\mu$ T) correspond à l'endroit du raccordement des câbles de puissance au droit du poste de livraison.

Les résultats de ces mesures réalisées à l'endroit même des éoliennes montrent que les résultats sont bien inférieurs aux valeurs limites recommandées (100 $\mu$ T à 50-60 Hz), d'autant que les éoliennes sont situées à plus de 700 m des habitations les plus proches dans le cas du site éolien de Plestan II.

L'ensemble du rapport est visible en Annexe.

### 3.1.2.2. Les Infrasons

La notion d'infrasons (ou ondes sonores basses fréquences) renvoie à des émissions sonores en deçà de la gamme audible par l'oreille humaine. L'oreille humaine perçoit des fréquences comprises entre 20 Hz (fréquence la plus grave) et 20 000 Hz (fréquence perçue la plus aiguë). Les infrasons se situent à une fréquence inférieure à 20 Hz. Les sons de fréquence supérieure à 20 000 Hz sont appelés ultrasons. Ils sont perçus par certains animaux comme les chiens ou les dauphins, les chauves-souris entendent les ultrasons jusqu'à 160 kHz.

Les sources typiques d'infrasons sont les bruits du vent, les orages, les grandes machines industrielles, la circulation urbaine, les avions et de nombreux autres objets qui existent dans notre quotidien. Les éoliennes produisent sans aucun doute des infrasons, les sources d'émissions étant aérodynamiques (les plus importantes) et mécaniques.

A l'heure actuelle, comme le rapporte l'Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail dans son étude sur les impacts sanitaires du bruit généré par les éoliennes, il n'a été montré aucun impact sanitaire des infrasons sur l'homme, même à des niveaux d'exposition élevés. Cela est confirmé par l'académie de médecine qui assure qu'au-delà de quelques mètres « des éoliennes », les infrasons du bruit des éoliennes sont très vite atténués.

Suite à la demande de l'association APSA (Association pour la protection des Abers) auprès du Ministère de la Santé et des Solidarités, l'Académie Nationale de Médecine a étudié l'éventuel effet nocif des éoliennes sur la santé et notamment des infrasons. Dans son rapport de février 2006 intitulé « le retentissement du fonctionnement des éoliennes sur la santé de l'homme », l'Académie estime que « la production d'infrasons par les éoliennes est, à leur voisinage immédiat, bien analysée et très modérée et sans danger pour l'homme. Au-delà de quelques mètres des machines, les infrasons produits par les éoliennes sont très vite inaudibles et n'ont aucun impact sur la santé de l'homme. »

Par ailleurs, au sujet des recommandations émises par le groupe de travail de l'Académie de médecine dans ce même rapport, l'AFSETT commente:

« L'Académie nationale de médecine a publié un rapport daté du 14 mars 2006 évaluant le retentissement du fonctionnement des éoliennes sur la santé de l'homme. Ce rapport, s'il relativise l'impact du bruit des éoliennes sur la santé, recommande notamment la prise de mesures réglementaires visant à éloigner certaines éoliennes (d'une puissance supérieure à 2,5 MW) des habitations à une distance minimale de 1 500 mètres. **A la suite de ce rapport, l'AFSETT a été saisie le 27 juin 2006 par les ministères en charge de la santé et de l'environnement afin de conduire une analyse critique du rapport de l'Académie nationale de médecine et d'évaluer en particulier la pertinence de cette recommandation d'éloignement des habitations** »

Puis, l'AFSETT précise :

« Il apparaît que les émissions sonores des éoliennes **ne génèrent pas de conséquences sanitaires directes, tant au niveau de l'appareil auditif que des effets liés à l'exposition aux basses fréquences et aux infrasons**. A l'intérieur, fenêtres fermées, on ne recense pas de nuisances - ou leurs conséquences sont peu probables au vu des bruits perçus. En ce qui concerne l'exposition extérieure, les émissions sonores des éoliennes peuvent être à l'origine d'une gêne – souvent liée à une perception négative des éoliennes.

**En outre, des retours d'expérience ont montré que la détermination d'un critère de distance minimale d'éloignement des éoliennes par rapport aux habitations n'est pas représentative de la réalité et constitue un exercice hasardeux.**

**Au vu de ces éléments, l'énoncé à titre permanent d'une distance minimale d'implantation de 1500 m vis à vis des habitations, même limitée à des éoliennes de plus de 2,5 MW, ne semble pas pertinente. »**

L'AFSETT conclue :

« Il paraît plus judicieux de recommander une étude locale systématique préalablement à toute décision. A cet effet on dispose actuellement de possibilités d'étude fines et de simulations qui permettent de s'assurer du respect de la réglementation et de l'environnement des riverains proches ou éloignés avant la mise en place d'un parc éolien. ».

**C'est notamment là l'objet de la présente section et de la section dédiée à l'étude acoustique.**

### 3.1.2.3. Le balisage des éoliennes

En phase d'exploitation, des dispositifs d'avertissement visuel seront en fonctionnement sur l'éolienne. Ces dispositifs pourraient constituer un impact sur les riverains à long terme.

Concernant les dispositifs d'avertissement visuel, depuis l'arrêté du 13 novembre 2009 relatif à la réalisation du balisage des éoliennes situées en dehors des zones grevées de servitudes aéronautiques, les exploitants de parcs éoliens doivent baliser les éoliennes. Ce balisage a pour objet de prévenir la présence d'éoliennes pour les pilotes d'avions. Un balisage est installé au niveau de la nacelle et un second à 45 mètres sur le mat.

Les types de feux sur la nacelle sont de moyenne intensité, type A, dont les caractéristiques principales sont :

- Un feu de moyenne intensité à éclats blancs installé sur la nacelle de l'éolienne de jour.
- Un feu de moyenne intensité à éclats rouge installé sur la nacelle de l'éolienne de nuit.
- Une intensité lumineuse de 20 000 candelas de jour et au crépuscule.
- Une intensité lumineuse de 2 000 candelas de nuit.

Ils auront un champ d'émission horizontal de 360°. Ils seront équipés de batteries de réserve de marche de 12 heures en cas de panne du réseau électrique et une alarme sera envoyée à distance à l'exploitant en cas de défaillance.

Le flash situé sur le mat à environ 45 mètres de haut est de basse intensité de type B (rouges fixes 32 cd) installés. Ils doivent assurer la visibilité de l'éolienne dans tous les azimuts (360°)



Figure 6 : Exemple de balisage sur une éolienne Vestas

Source : Vestas



Fréquence	40 flash par minutes le jour 40 flash par minutes la nuit
Intensité	20 000 cd le jour 2 000 cd la nuit
Visibilité	360°
Certification	ICAO Annex 14 Volume 1, 4th Edition, July 2004, Chapter 6, Medium Intensity Type A and Type B obstacle light depending on model.

Figure 7: Visualisation des balisages de jour et de nuit

### 3.1.2.4. L'effet d'ombre

Un des impacts potentiels importants d'un parc éolien sur la qualité de vie est l'effet d'ombre portée. En effet, par temps ensoleillé, le mouvement des pales crée un phénomène d'ombrage ponctuel pouvant être gênant pour des personnes qui y sont soumises régulièrement. Ce phénomène, subi de manière répétée à travers des fenêtres d'une pièce de séjour, peut porter atteinte à la qualité de vie des occupants. Il est important de quantifier le nombre d'heures pour un endroit donné pendant lequel le phénomène va se présenter.

Si des expositions de quelques heures par an ne posent aucun problème, il n'en va pas de même pour des expositions prolongées qui peuvent provoquer une gêne sans présenter toutefois de danger direct pour la santé des individus.

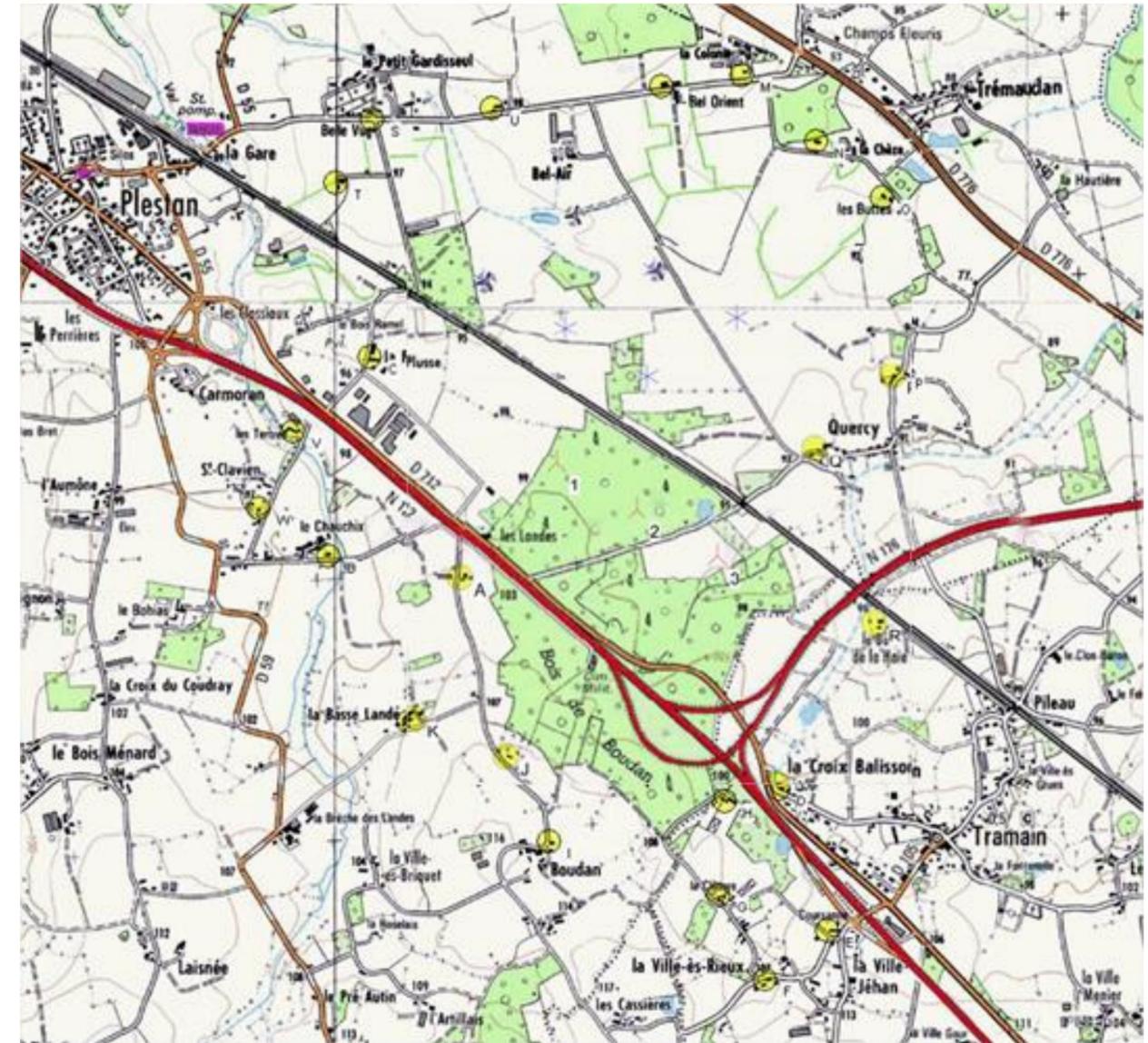
La présente étude se focalise donc sur la détermination de l'ombre projetée par le disque du rotor sur la topographie environnante, à différents moments de l'année et à différentes heures de la journée.

#### 3.1.2.4.1. Sur les habitations

L'attention sera portée sur les hameaux situés aux alentours du projet, notamment ceux situés à l'est, à l'ouest et au nord du site. Les différents récepteurs d'ombrage sur lesquels nous avons porté notre attention sont situés sur les hameaux répertoriés sur la carte située sur la page suivante.

Les effets d'ombre étudiés sont ceux générés par les trois éoliennes du futur parc de Plestan II ainsi que par les six éoliennes du site situé au nord de la voie SNCF et mises en service en 2006. En effet, de part la mise en service de ce parc éolien il y a plus de 9 ans, il est nécessaire de prendre en considération les ombrages qu'il génère comme faisant partie de l'état initial du site.

Les effets cumulés sur les ombrages avec le parc éolien de Plestan-Plédéliac feront l'objet du chapitre du même nom.



Nouvelle éolienne Récepteur d'ombre

Figure 8 : Carte des récepteurs d'ombrage

Source : Windpro / IEL

La présente modélisation permet de déceler d'éventuels problèmes d'ombrage des éoliennes en tenant compte de plusieurs hypothèses :

- Pas de prise en compte de la végétation diffuse pouvant exister à proximité immédiate des habitations ;
- Les forêts existantes ne sont pas considérées, ce qui constitue une hypothèse majorante ;
- Présence permanente de vent en période diurne ;
- Présence permanente de soleil sur les 4380 heures correspondant à la période diurne ;
- Prise en compte des 6 éoliennes du site de Plestan mis en service en 2006 ;

Les conditions de calcul sont donc conservatrices et les résultats obtenus maximisent les durées d'ombrage.



# PARTIE 4 – PIECE N°2 ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE

## SECTION 6 : LA SANTE, LE CLIMAT ET LA QUALITE DE L'AIR

Le plan d'exposition du territoire à l'ombre des éoliennes est illustré sur la figure suivante. Il représente pour un point donné le nombre d'heures auquel ce point est soumis à l'ombre des trois éoliennes pendant une année entière. Les courbes colorées indiquent ce nombre en heures.

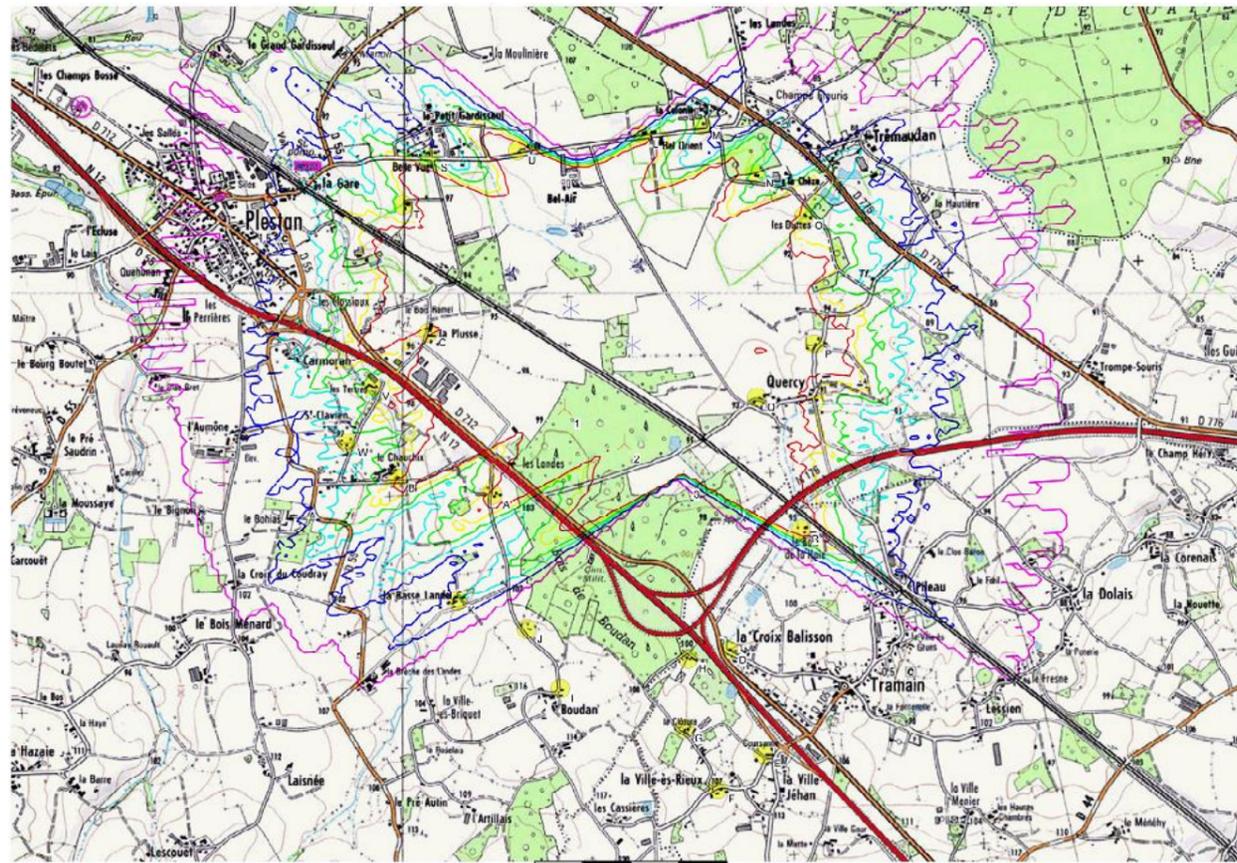


Figure 9 : Cartes des ombrages

Source : WindPro

Le nombre d'heures issu de la simulation représente donc le nombre d'heures d'exposition au phénomène d'ombre portée sur la base des hypothèses ci-dessus. Pour s'approcher de la réalité, il est nécessaire de prendre en considération le niveau d'ensoleillement de la région concernée. En prenant en compte l'ensoleillement annuel du département, soit 1610 heures sur 4380 heures (Source Météo France, fourchette haute défavorable), soit un ensoleillement de 37 %, on arrive à un nombre d'heures d'exposition au phénomène d'ombres portées de 52 heures par an pour le hameau le plus impacté.

Référence de récepteur d'ombre	Hameau	Résultat du calcul d'ensoleillement maximum, absence de végétation, vent et ensoleillement permanents)	Résultat du calcul d'ensoleillement réel moyen (1610 heures par an à Plestan)
A	L'Ecobue	59h16	21h55
B	La Chauchix	48h56	18h06
C	La Plusse	48h33	17h57
D	La Croix Balisson	00h00	00h00
E	Coursanne	00h00	00h00
F	La Ville des Rieux	00h00	00h00
G	La Clôture	00h00	00h00
H	La Chapelle	00h00	00h00
I	Boudan	00h00	00h00
J	Petite Lande	00h00	00h00
K	La Basse Lande	17h27	06h27
L	Bel Orient	21h28	07h56
M	La Colonie	21h11	07h50
N	La Chèze	30h56	11h26
O	Les Buttes	46h10	17h04
P	Les Colossiaux Quercy	94h35	34h59
Q	Quercy	139h13	51h30
R	Le Bois de la Haie	66h26	24h34
S	Belle Vue	22h00	08h08
T	La Haute Vallée	34h54	12h54
U	La Grenouillère	70h49	26h12
V	Les Tertres	32h13	11h55
W	Saint Clavien	25h33	09h27

Tableau 7: Tableau d'emplacement des récepteurs d'ombrages

Les calendriers graphiques ci-après (sans prise en compte de l'ensoleillement annuel) précisent les périodes potentielles d'exposition pour les différents hameaux.



# PARTIE 4 – PIÈCE N°2 ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE

## SECTION 6 : LA SANTE, LE CLIMAT ET LA QUALITE DE L'AIR

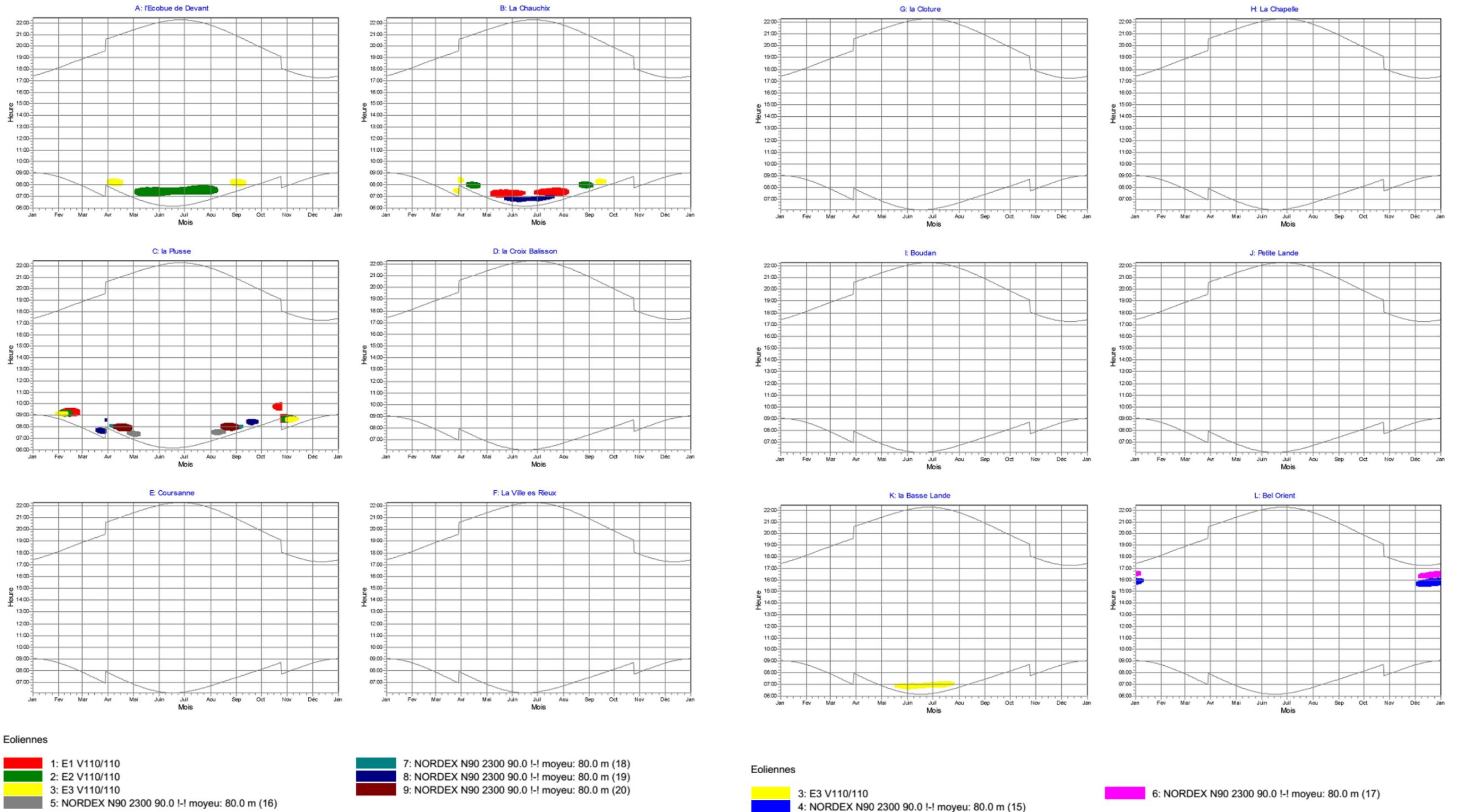


Figure 10 : Calendriers graphiques (1)

Source : WindPro

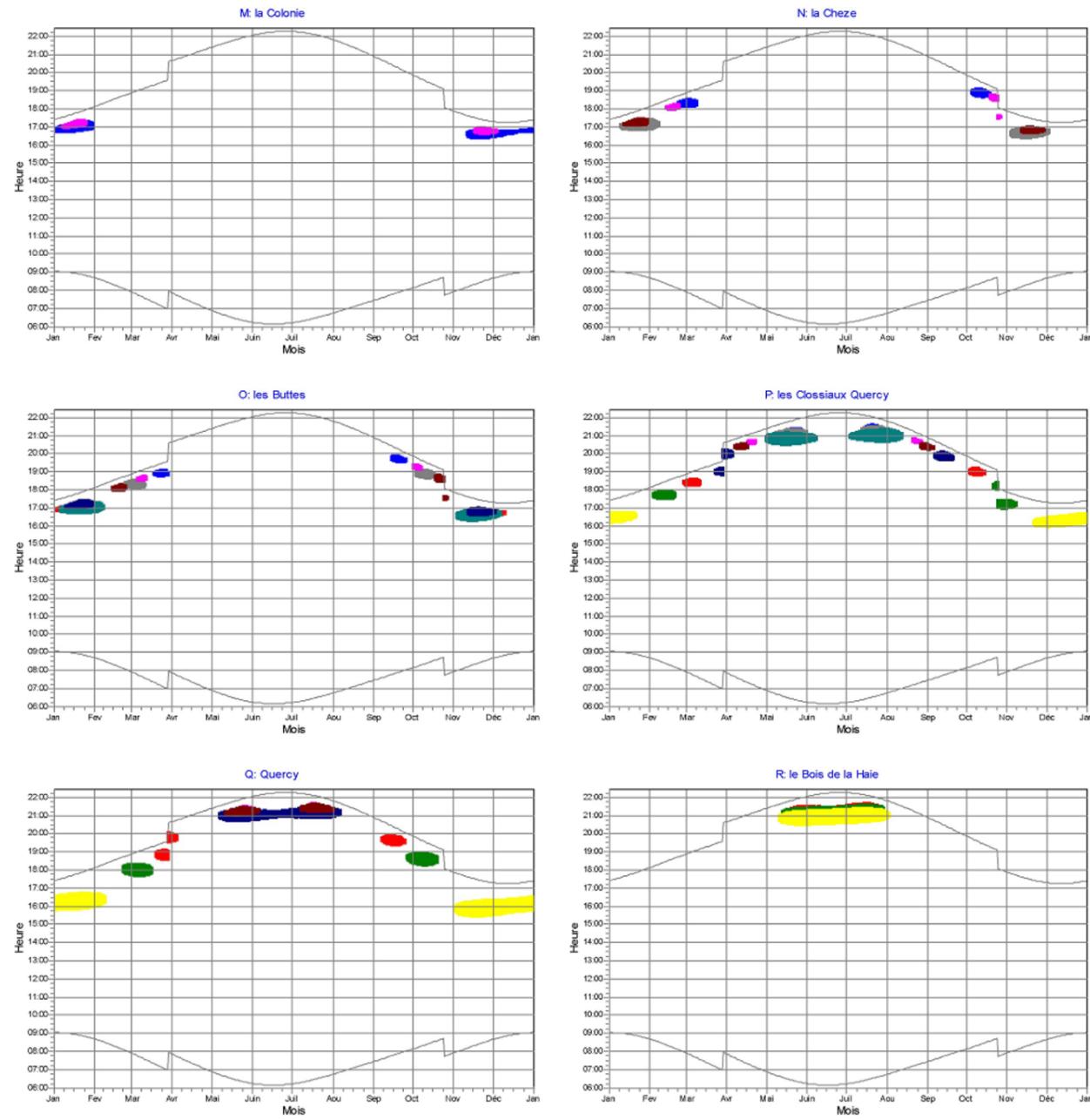
Figure 11 : Calendriers graphiques (2)

Source : WindPro



# PARTIE 4 – PIERCE N°2 ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE

## SECTION 6 : LA SANTE, LE CLIMAT ET LA QUALITE DE L'AIR

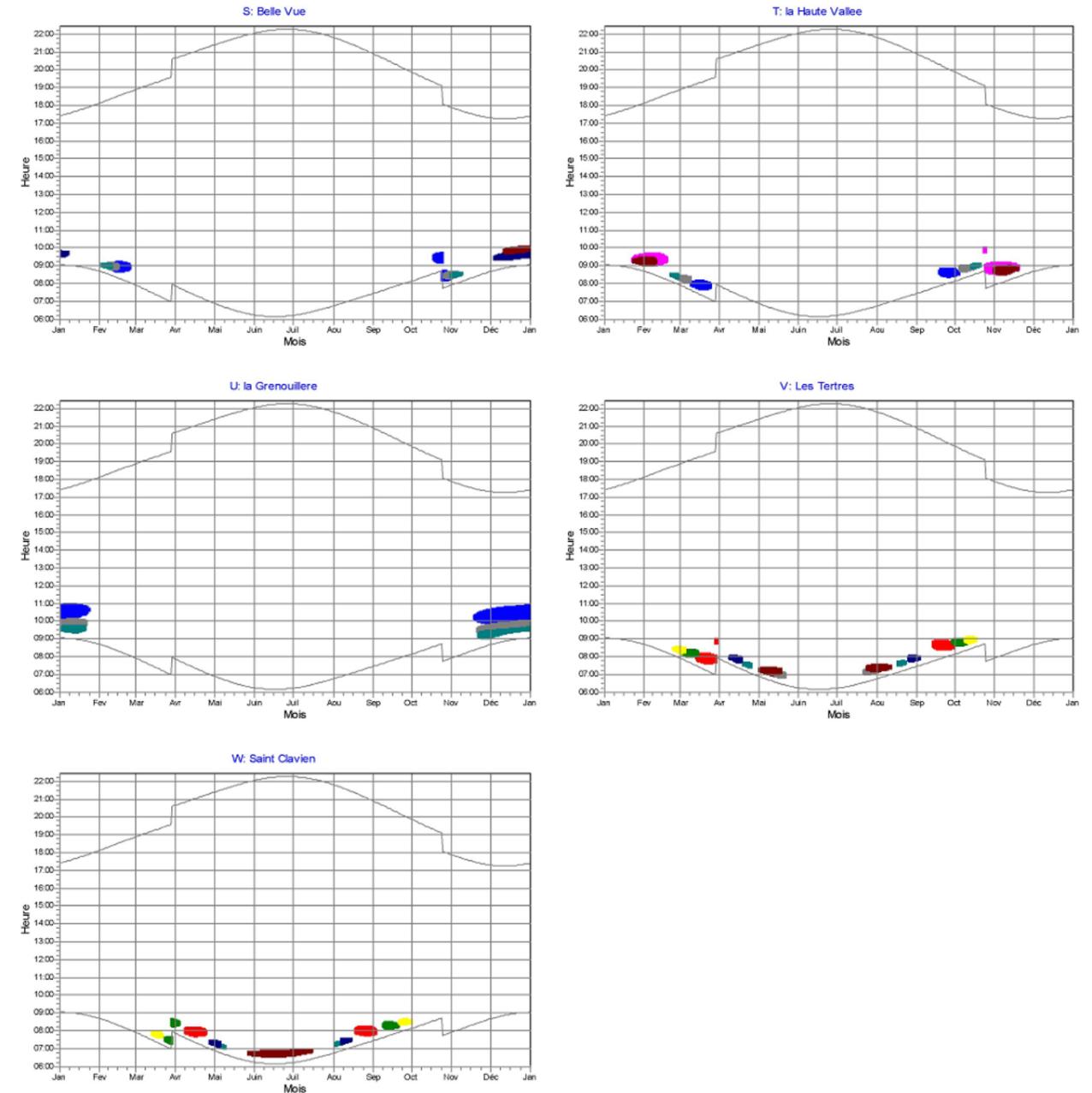


Eoliennes

- 1: E1 V110/110
- 2: E2 V110/110
- 3: E3 V110/110
- 4: NORDEX N90 2300 90.0 !-I moyeu: 80.0 m (15)
- 5: NORDEX N90 2300 90.0 !-I moyeu: 80.0 m (16)
- 6: NORDEX N90 2300 90.0 !-I moyeu: 80.0 m (17)
- 7: NORDEX N90 2300 90.0 !-I moyeu: 80.0 m (18)
- 8: NORDEX N90 2300 90.0 !-I moyeu: 80.0 m (19)
- 9: NORDEX N90 2300 90.0 !-I moyeu: 80.0 m (20)

Figure 12 : Calendriers graphiques (3)

Source : WindPro



Eoliennes

- 1: E1 V110/110
- 2: E2 V110/110
- 3: E3 V110/110
- 4: NORDEX N90 2300 90.0 !-I moyeu: 80.0 m (15)
- 5: NORDEX N90 2300 90.0 !-I moyeu: 80.0 m (16)
- 6: NORDEX N90 2300 90.0 !-I moyeu: 80.0 m (17)
- 7: NORDEX N90 2300 90.0 !-I moyeu: 80.0 m (18)
- 8: NORDEX N90 2300 90.0 !-I moyeu: 80.0 m (19)
- 9: NORDEX N90 2300 90.0 !-I moyeu: 80.0 m (20)

Figure 13 : Calendriers graphiques (4)

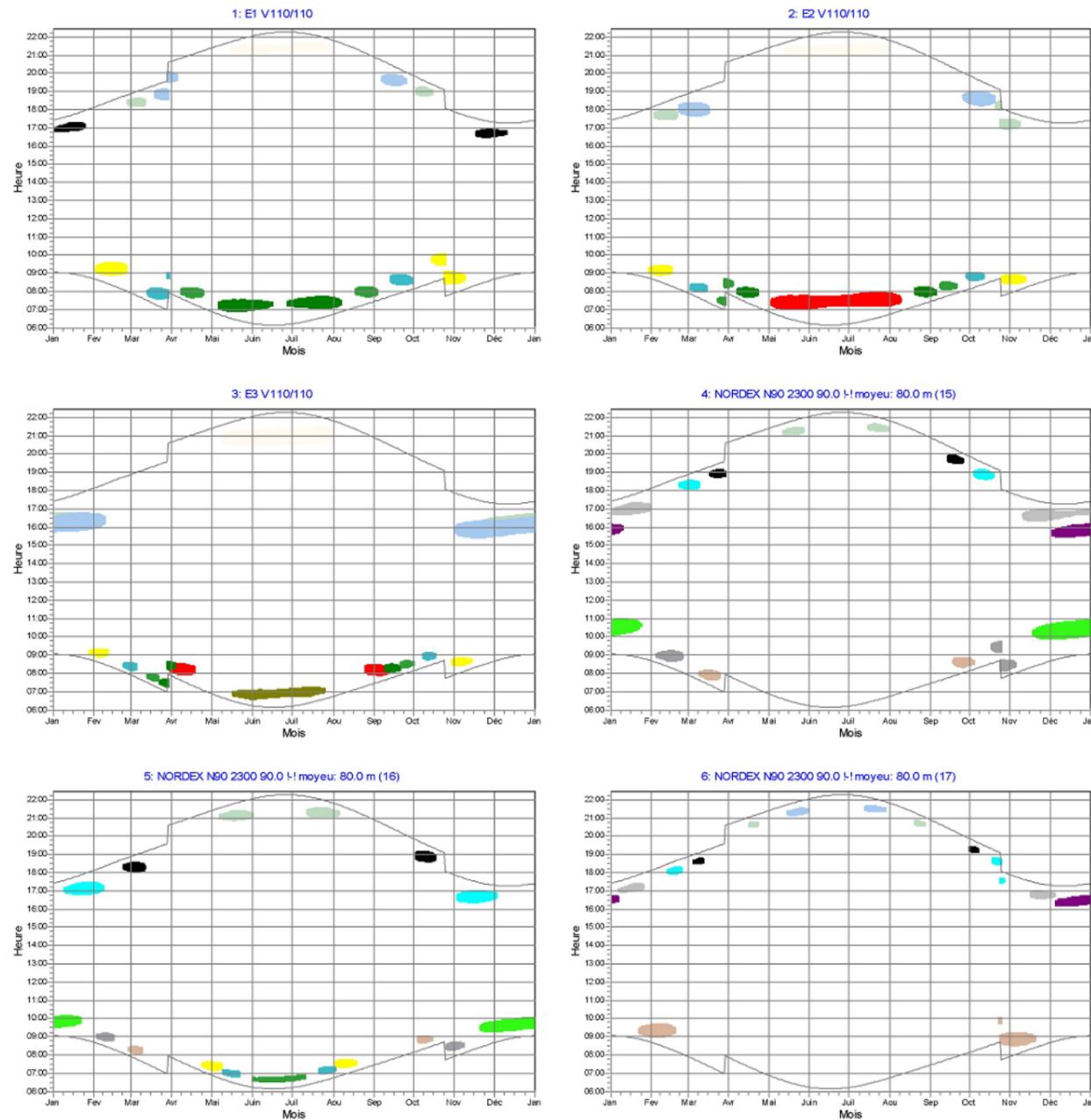
Source : WindPro



# PARTIE 4 – PIERCE N°2 ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE

## SECTION 6 : LA SANTE, LE CLIMAT ET LA QUALITE DE L'AIR

Ci-après, les calendriers graphiques spécifiques de chaque éolienne.

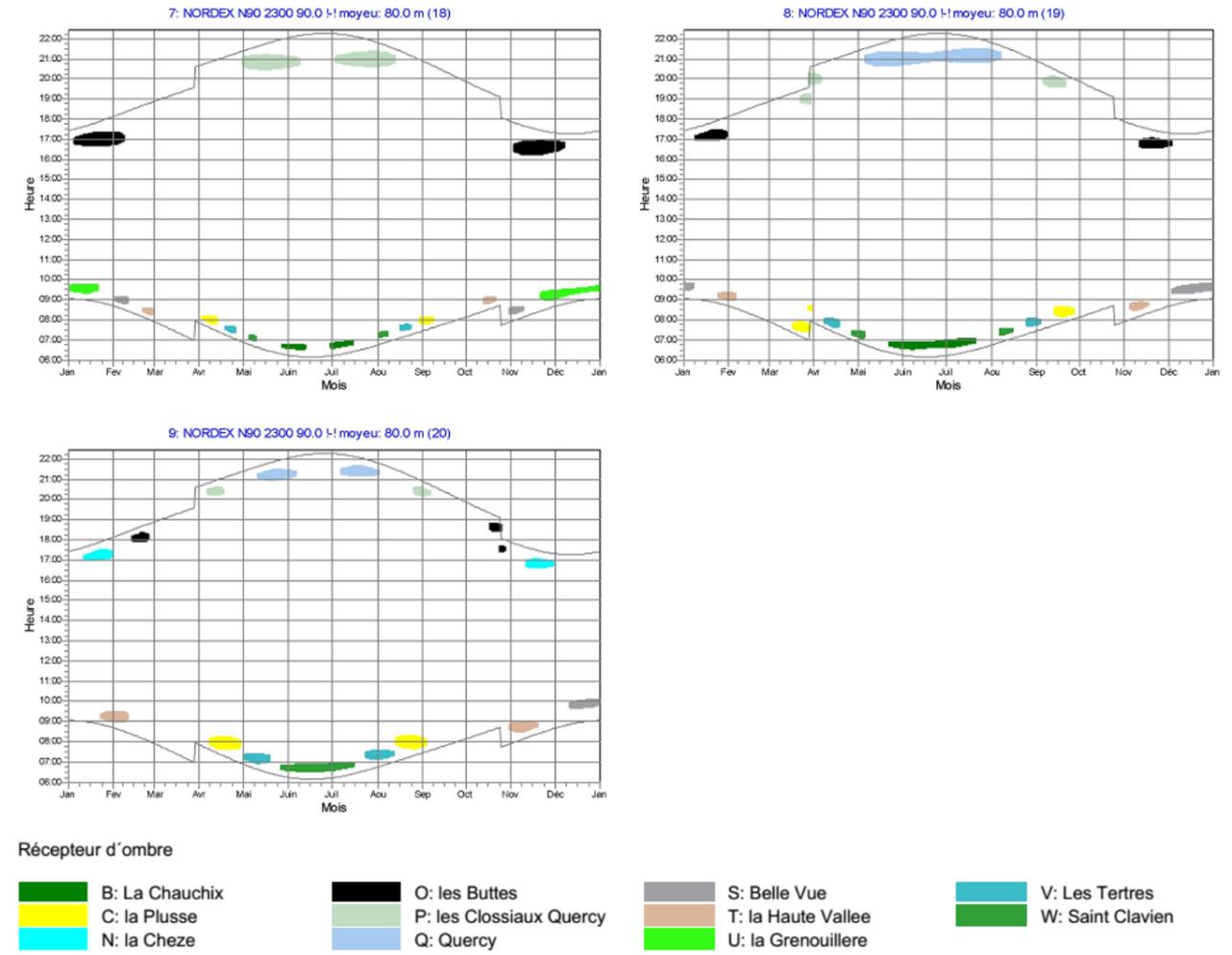


Récepteur d'ombre



Figure 14 : Calendriers graphiques spécifiques pour E1, E2 et E3 et des éoliennes du site de Plestan I

Source : WindPro



Récepteur d'ombre



Figure 15 : Calendriers graphiques spécifiques pour E1, E2 et E3 et des éoliennes du site de Plestan I

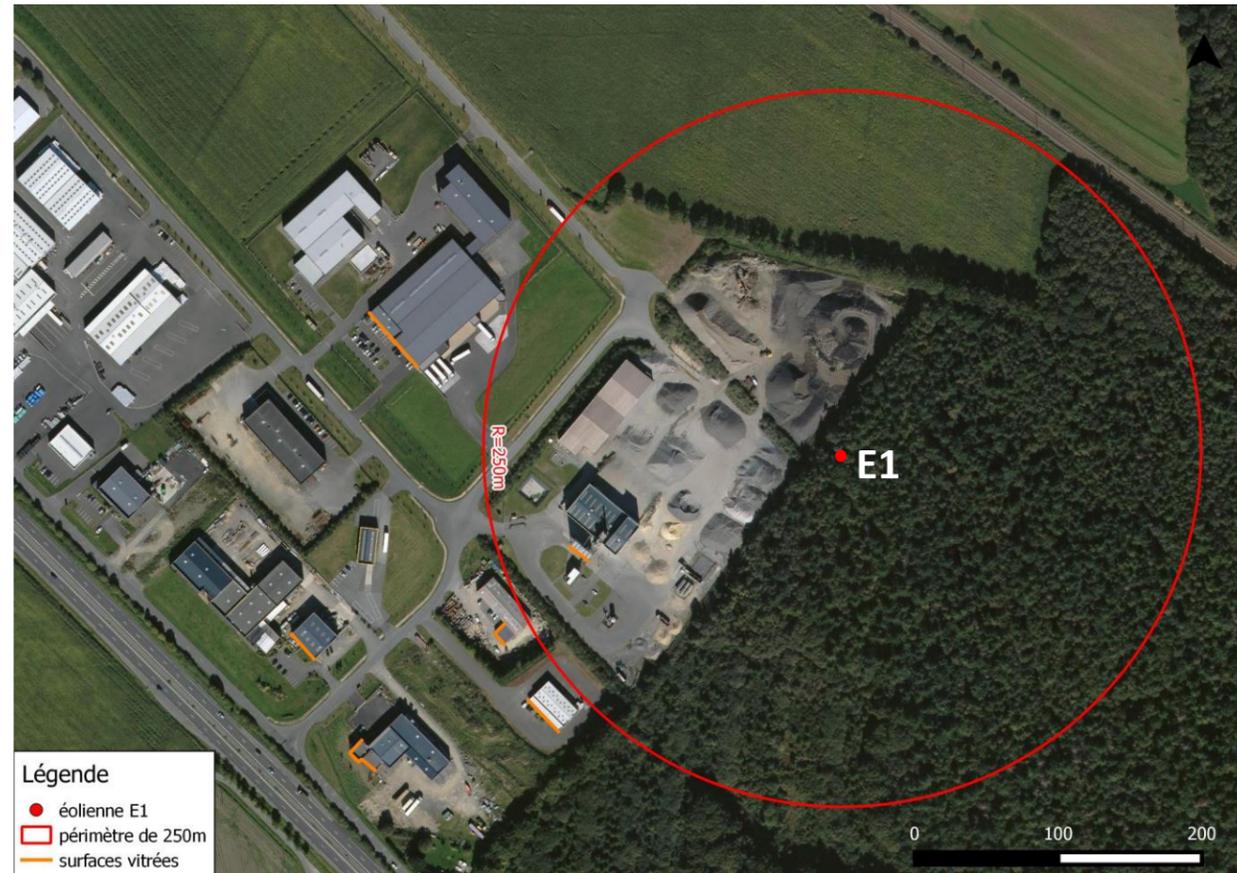
Source : WindPro



### 3.1.2.4.2. Sur les entreprises du parc d'activité du carrefour du Penthièvre

L'arrêté du 26 aout 2001 précise que l'étude d'ombrage doit cibler les bâtiments à usage de bureaux situés dans un rayon de 250 mètres autour du parc éolien. Seul un bâtiment est présent à moins de 250 mètres de l'éolienne E1, au sein du parc d'activité du carrefour du Penthièvre. Il s'agit de l'entreprise « Breizh Enrobés (Eurovia) » qui possède plusieurs bâtiments dans un rayon inférieur à 250 mètres autour de l'éolienne E1. Il s'agit de bâtiments de type hangars dont une partie abrite des bureaux est située au sud-ouest, à l'abri des ombrages générés par les éoliennes, notamment E1.

Notons également que les autres bâtiments localisés à plus de 250 mètres des éoliennes présentent également des façades vitrées mais orientées vers le sud-ouest. La vue aérienne suivante localise les parties vitrées des différents bureaux (en orange) situés au plus près de l'éolienne E1.



Carte 6 : Périmètre de 250 mètres autour de E1 et localisation des surfaces vitrées des bureaux

Au vu de l'orientation de façades vitrées par rapport à l'éolienne E1 et à l'éloignement de ces bureaux par rapport aux éoliennes, le phénomène d'ombres portées sera limité.

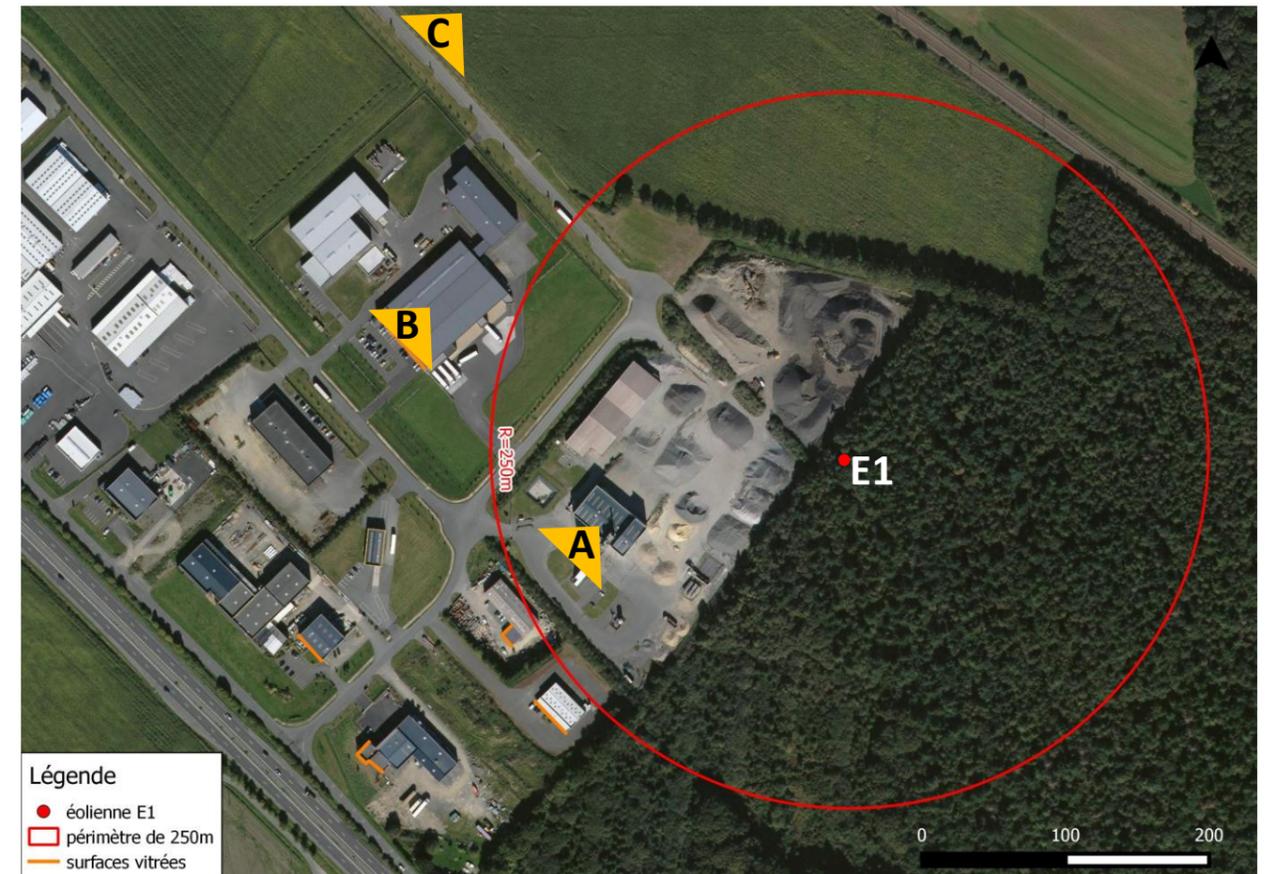
Pour le calcul des ombres portées, nous avons positionné trois capteurs, à l'aide de logiciel Wind Pro. Le calcul présenté ci-après tient compte des hypothèses suivantes :

- Prise en compte uniquement des éoliennes en projet, dans la mesure où celles existantes sont situées au nord de la zone d'activité
- Prise en compte de la présence du bois de Boudan (hauteur des arbres = 20m)
- Non prise en compte de la végétation diffuse pouvant exister à proximité immédiate des bâtiments
- Non prise en compte des bâtiments créant des masques visuels

- Prise en compte de l'ensoleillement moyen (37 %)
- Prise en compte de l'orientation des fenêtres

Les trois capteurs ont été positionnés aux endroits suivants :

- Le premier sur le bâtiment de bureau de Breizh Enrobés (Eurovia). **Capteur A**
- Le deuxième à l'extérieur du rayon de 250 m. **Capteur B**
- Le troisième sur le bâtiment en construction (Cooperl) à plus de 350 m. **Capteur C**



Carte 7 : Périmètre de 250 mètres autour de E1 et localisation des surfaces vitrées des bureaux

Tableau 8 : Résultats de la durée des ombres portées

Capteurs	Nombre d'ombrage théorique sur une année
A	Aucune ombre portée
B	Aucune ombre portée
C	< à 22 heures

Les effets d'ombrages générés par le parc éolien Plestan II sur les bâtiments du parc d'activité situés à moins de 250 mètres de E1 seront donc inférieurs à 30 heures par an, y compris au niveau du capteur C.



# PARTIE 4 – PIERCE N°2 ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE

## SECTION 6 : LA SANTE, LE CLIMAT ET LA QUALITE DE L'AIR

A titre d'information, vous trouverez le calendrier des ombres portées au niveau du capteur C. A noter que ce calendrier ne tient pas compte du taux d'ensoleillement.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1	09:02 17:25	08:40 18:08	09:41 (1) 07:54 10:30 (1) 18:53	10:05 (1) 07:50 10:25 (1) 20:39	08:53 21:23	08:14 22:03	08:12 22:15	08:44 21:49	07:28 20:54	08:08 19:51	07:55 17:52	09:19 (1) 08:39 10:08 (1) 17:18
2	09:02 17:26	08:39 18:09	09:42 (1) 07:52 10:32 (1) 18:54	10:06 (1) 07:48 10:23 (1) 20:41	08:51 21:25	08:13 22:04	08:13 22:15	08:45 21:47	07:28 20:52	08:10 19:49	07:56 17:51	09:18 (1) 08:41 10:06 (1) 17:18
3	09:02 17:27	08:38 18:11	09:43 (1) 07:50 10:33 (1) 18:56	10:07 (1) 07:46 10:20 (1) 20:42	08:49 21:26	08:12 22:05	08:13 22:16	08:46 21:48	07:29 20:50	08:11 19:47	07:58 17:49	09:17 (1) 08:42 10:05 (1) 17:17
4	09:02 17:28	08:36 18:13	09:44 (1) 07:48 10:33 (1) 18:57	10:08 (1) 07:44 10:17 (1) 20:44	08:48 21:28	08:12 22:05	08:14 22:14	08:48 21:44	07:30 20:48	08:13 19:45	07:59 17:48	09:18 (1) 08:43 10:06 (1) 17:17
5	09:02 17:29	08:35 18:14	09:45 (1) 07:46 10:34 (1) 18:59	10:09 (1) 07:42 10:14 (1) 20:45	08:46 21:29	08:11 22:06	08:15 22:14	08:49 21:43	07:32 20:46	08:14 19:43	08:01 17:46	09:19 (1) 08:44 10:06 (1) 17:18
6	09:01 17:31	08:33 18:16	09:46 (1) 07:44 10:35 (1) 19:01	10:10 (1) 07:40 10:14 (1) 20:46	08:44 21:30	08:11 22:07	08:16 22:14	08:50 21:41	07:33 20:44	08:15 19:41	08:03 17:45	09:14 (1) 08:46 10:03 (1) 17:18
7	09:01 17:32	08:32 18:18	09:47 (1) 07:42 10:36 (1) 19:02	10:11 (1) 07:38 10:14 (1) 20:47	08:43 21:31	08:10 22:08	08:16 22:13	08:52 21:40	07:35 20:41	08:17 19:39	08:04 17:43	09:14 (1) 08:47 10:03 (1) 17:19
8	09:01 17:33	08:30 18:19	09:47 (1) 07:40 10:36 (1) 19:04	10:11 (1) 07:36 10:14 (1) 20:48	08:41 21:32	08:10 22:09	08:17 22:13	08:53 21:38	07:36 20:39	08:18 19:37	08:06 17:42	09:13 (1) 08:48 10:03 (1) 17:18
9	09:01 17:34	08:29 18:21	09:48 (1) 07:38 10:36 (1) 19:05	10:11 (1) 07:34 10:14 (1) 20:49	08:40 21:33	08:10 22:10	08:18 22:12	08:54 21:38	07:37 20:37	08:20 19:35	08:07 17:40	09:12 (1) 08:49 10:02 (1) 17:15
10	09:00 17:35	08:27 18:22	09:49 (1) 07:36 10:36 (1) 19:07	10:12 (1) 07:32 10:14 (1) 20:50	08:38 21:34	08:09 22:11	08:19 22:12	08:56 21:35	07:39 20:35	08:21 19:33	08:09 17:41	09:12 (1) 08:50 10:01 (1) 17:15
11	09:00 17:37	08:26 18:24	09:51 (1) 07:34 10:37 (1) 19:08	10:13 (1) 07:30 10:14 (1) 20:51	08:37 21:35	08:09 22:12	08:20 22:11	08:57 21:33	07:40 20:33	08:23 19:31	08:09 17:41	09:11 (1) 08:51 10:01 (1) 17:15
12	08:59 17:38	08:24 18:26	09:51 (1) 07:32 10:37 (1) 19:10	10:13 (1) 07:28 10:14 (1) 20:52	08:35 21:36	08:09 22:13	08:21 22:10	08:59 21:31	07:42 20:31	08:24 19:29	08:08 17:43	09:10 (2) 08:52 10:00 (1) 17:15
13	08:59 17:39	08:22 18:27	09:52 (1) 07:30 10:37 (1) 19:11	10:14 (1) 07:26 10:14 (1) 20:53	08:34 21:37	08:08 22:14	08:22 22:10	07:00 21:30	07:43 20:29	08:26 19:27	08:07 17:44	09:10 (2) 08:53 10:00 (1) 17:15
14	08:58 17:41	08:21 18:29	09:53 (1) 07:28 10:37 (1) 19:13	10:14 (1) 07:24 10:14 (1) 20:54	08:33 21:38	08:08 22:15	08:23 22:10	07:01 21:30	07:44 20:28	08:27 19:25	08:07 17:44	09:10 (2) 08:54 10:00 (1) 17:15
15	08:57 17:42	08:19 18:31	09:54 (1) 07:25 10:37 (1) 19:14	10:15 (1) 07:22 10:14 (1) 20:55	08:31 21:39	08:08 22:16	08:24 22:10	07:03 21:30	07:46 20:25	08:29 19:23	08:06 17:45	09:08 (2) 08:54 10:00 (1) 17:15
16	08:57 17:43	08:17 18:32	09:55 (1) 07:23 10:37 (1) 19:16	10:15 (1) 07:20 10:14 (1) 20:56	08:30 21:40	08:08 22:17	08:25 22:10	07:04 21:24	07:47 20:23	08:30 19:21	08:05 17:46	09:08 (2) 08:55 10:00 (1) 17:16
17	08:56 17:45	08:16 18:34	09:56 (1) 07:21 10:37 (1) 19:17	10:16 (1) 07:18 10:14 (1) 20:57	08:29 21:41	08:08 22:18	08:26 22:10	07:05 21:24	07:48 20:21	08:32 19:19	08:04 17:47	09:08 (2) 08:56 10:00 (1) 17:16
18	08:55 17:46	08:14 18:35	09:56 (1) 07:19 10:38 (1) 19:19	10:16 (1) 07:16 10:14 (1) 20:58	08:27 21:42	08:08 22:19	08:27 22:05	07:07 21:21	07:50 20:18	08:33 19:17	08:03 17:48	09:07 (2) 08:57 10:00 (1) 17:16
19	08:54 17:48	08:12 18:37	09:57 (1) 07:17 10:38 (1) 19:20	10:17 (1) 07:14 10:14 (1) 20:59	08:26 21:43	08:08 22:20	08:28 22:04	07:08 21:19	07:51 20:16	08:35 19:15	08:02 17:49	09:07 (2) 08:57 10:00 (1) 17:16
20	08:54 17:49	08:10 18:39	09:58 (1) 07:15 10:39 (1) 19:22	10:17 (1) 07:12 10:14 (1) 21:00	08:25 21:44	08:08 22:21	08:29 22:03	07:10 21:17	07:53 20:14	08:36 19:13	08:01 17:50	09:07 (2) 08:58 10:00 (1) 17:17
21	08:53 17:51	08:09 18:40	09:59 (1) 07:13 10:39 (1) 19:23	10:18 (1) 07:10 10:14 (1) 21:01	08:24 21:45	08:08 22:22	08:30 22:02	07:11 21:15	07:54 20:12	08:38 19:12	07:59 17:51	09:06 (2) 08:59 10:00 (1) 17:17
22	08:52 17:52	08:07 18:42	09:59 (1) 07:11 10:34 (1) 19:25	10:18 (1) 07:08 10:14 (1) 21:02	08:23 21:46	08:09 22:23	08:31 22:01	07:12 21:13	07:55 20:10	08:39 19:10	07:58 17:52	09:06 (2) 08:59 10:00 (1) 17:18
23	08:51 17:54	08:05 18:43	09:59 (1) 07:09 10:35 (1) 19:26	10:19 (1) 07:06 10:14 (1) 21:03	08:22 21:47	08:09 22:24	08:32 22:00	07:14 21:14	07:57 20:08	08:41 19:08	07:59 17:53	09:05 (2) 09:00 10:00 (1) 17:18
24	08:50 17:55	08:03 18:45	09:59 (1) 07:07 10:35 (1) 19:28	10:19 (1) 07:04 10:14 (1) 21:04	08:21 21:48	08:09 22:25	08:34 22:00	07:15 21:15	07:58 20:06	08:42 19:06	08:00 17:54	09:05 (2) 09:00 10:00 (1) 17:19
25	08:49 17:57	08:01 18:47	09:59 (1) 07:05 10:36 (1) 19:29	10:20 (1) 07:02 10:14 (1) 21:05	08:20 21:49	08:09 22:26	08:35 22:00	07:16 21:16	08:00 20:04	08:44 19:04	07:44 17:55	09:05 (2) 09:00 10:00 (1) 17:19
26	08:48 17:58	08:00 18:48	09:59 (1) 07:03 10:36 (1) 19:31	10:20 (1) 07:00 10:14 (1) 21:06	08:19 21:50	08:10 22:27	08:36 22:00	07:18 21:17	07:45 20:02	08:45 19:03	07:45 17:56	09:04 (1) 08:33 10:00 (1) 17:20
27	08:47 18:00	08:00 18:50	09:59 (1) 07:01 10:36 (1) 19:32	10:21 (1) 06:59 10:14 (1) 21:07	08:18 21:51	08:10 22:28	08:37 22:00	07:19 21:18	08:03 20:00	08:47 19:01	07:47 17:57	09:04 (1) 08:34 10:00 (1) 17:21
28	08:45 18:01	08:00 18:51	09:59 (1) 06:59 10:36 (1) 19:34	10:21 (1) 06:57 10:14 (1) 21:08	08:17 21:52	08:10 22:29	08:38 22:00	07:21 21:19	08:04 20:00	08:48 19:00	07:48 17:58	09:02 (1) 08:35 10:00 (1) 17:22
29	08:44 18:03	08:00 18:52	09:59 (1) 06:57 10:36 (1) 19:35	10:22 (1) 06:56 10:14 (1) 21:09	08:16 21:53	08:10 22:30	08:39 22:00	07:22 21:20	08:05 20:00	08:49 19:00	07:49 17:59	09:02 (1) 08:36 10:00 (1) 17:22
30	08:43 18:05	08:00 18:53	09:59 (1) 06:55 10:36 (1) 19:37	10:22 (1) 06:54 10:14 (1) 21:10	08:15 21:54	08:10 22:31	08:40 22:00	07:23 21:21	08:07 20:00	08:50 19:00	07:50 17:59	09:02 (1) 08:37 10:00 (1) 17:23
31	08:42 18:06	08:00 18:54	09:59 (1) 06:53 10:36 (1) 19:39	10:23 (1) 06:52 10:14 (1) 21:11	08:14 21:55	08:10 22:32	08:41 22:00	07:24 21:22	08:08 20:00	08:51 19:00	07:51 17:59	09:02 (1) 08:38 10:00 (1) 17:24
	Heures de jour Ombre astronomique	273 532	285 1140	388 64	410 471	481 471	488 444	444 379	379 336	740 740	278 1022	280 280

Figure 16 : Détails des ombres portées pour le capteur C sans prise en compte du taux d'ensoleillement

Ensuite, nous appliquons le taux d'ensoleillement, ici 37%. Le tableau suivant nous permet donc de connaître si les 30 minutes d'ombres portées maximales par jour, autorisées, sont atteintes ou non.

Jour	Janvier	Février	Mars	avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1	0	18,13	7,4	0	0	0	0	0	0	0	17,39	0
2	0	18,5	6,29	0	0	0	0	0	0	0	17,76	0
3	0	18,13	4,81	0	0	0	0	0	0	0	17,76	0
4	0	18,13	3,33	0	0	0	0	0	0	0	18,13	0
5	0	18,13	1,85	0	0	0	0	0	0	0	18,13	0
6	0	18,13	0	0	0	0	0	0	0	0	18,13	0
7	0	17,76	0	0	0	0	0	0	0	0	18,13	0
8	0	17,76	0	0	0	0	0	0	0	1,11	18,5	0
9	0	17,39	0	0	0	0	0	0	0	2,96	18,5	0
10	0	17,02	0	0	0	0	0	0	0	4,07	18,13	0
11	0	17,02	0	0	0	0	0	0	0	5,55	18,5	0
12	0	16,65	0	0	0	0	0	0	0	6,66	18,13	0
13	0	16,28	0	0	0	0	0	0	0	7,77	18,13	0
14	0	15,91	0	0	0	0	0	0	0	8,14	17,76	0
15	0	15,54	0	0	0	0	0	0	0	9,25	18,13	0
16	0	15,17	0	0	0	0	0	0	0	9,99	17,76	0
17	0	14,8	0	0	0	0	0	0	0	11,1	17,39	0
18	1,11	14,06	0	0	0	0	0	0	0	11,47	17,02	0
19	3,7	13,69	0	0	0	0	0	0	0	12,21	15,54	0
20	8,51	12,95	0	0	0	0	0	0	0	12,95	13,69	0
21	11,47	12,58	0	0	0	0	0	0	0	13,32	11,47	0
22	13,69	11,84	0	0	0	0	0	0	0	13,69	8,88	0
23	15,54	11,1	0	0	0	0	0	0	0	14,43	3,7	0
24	17,02	10,73	0	0	0	0	0	0	0	14,8	1,48	0
25	17,39	9,99	0	0	0	0	0	0	0	15,17	0	0
26	17,76	8,88	0	0	0	0	0	0	0	15,91	0	0
27	18,13	8,14	0	0	0	0	0	0	0	15,91	0	0
28	17,76	0	0	0	0	0	0	0	0	16,28	0	0
29	18,13	0	0</									



### 3.2. Sur le climat

#### 3.2.1. Pendant la phase de chantier

##### 3.2.1.1. Analyse du cycle de vie

On peut légitimement se poser la question de l'impact du parc éolien pour sa phase de fabrication et de travaux : une Analyse du Cycle de Vie (ACV) permet d'évaluer l'impact sur l'environnement d'un produit tout au long de sa vie « du berceau à la tombe ».

L'ACV peut être décomposé en 4 grandes étapes :

- La fabrication (Manufacturing) : elle comprend la production de la matière première et la fabrication des composants de l'éolienne : nacelle, pales, mâts, câbles...
- L'installation : cette étape inclut le transport de l'éolienne sur le site, la construction des infrastructures nécessaires à son implantation : routes, aires de levages...
- Maintenance : elle comprend le changement d'huile, la lubrification, le changement, la rénovation de pièces des éoliennes, le transport de ces pièces jusqu'au site.
- Fin de vie : à la fin de sa vie, l'éolienne est démantelée et le site remis en état. Les matériaux peuvent être recyclés, incinérés, placés en déchetterie.

Nous nous référons à une analyse du cycle de vie réalisée par Vestas sur un parc de 33 éoliennes V112. Ce type de machine est pris comme exemple car il possède des spécifications techniques aux Vestas V110 du projet Plestan II. L'analyse de Vestas se porte sur les 4 phases décrites précédemment et est réalisée grâce à un logiciel performant qui permet de démanteler l'éolienne en ses composants sources. La modélisation s'appuie également sur une liste des matériaux utilisés, leurs pays d'origine, leurs processus de fabrication.

Ci-après, nous évaluons successivement le bilan énergétique, le bilan carbone et le recyclage du parc éolien.

#### 3.2.2. Pendant la phase d'exploitation

La présence d'éoliennes ne génère aucune modification climatique. L'obstacle qu'elles forment à la propagation du vent est très minime par rapport aux flux de la masse d'air, et sans commune mesure avec des forêts ou des villes. Le flux du vent, perturbé par l'éolienne, se reforme naturellement quelques centaines de mètres en aval.

Une perturbation des vitesses locales des masses d'air (augmentation de la turbulence) et des paramètres atmosphériques peut être ressentie à une distance de 3 à 5 fois le diamètre du rotor (de 336 à 560 mètres) des éoliennes, mais le flux d'air se reconstitue sur les 300-400 mètres suivants sous le vent. La perturbation d'air n'est pas ressentie au niveau du sol et de la végétation.

Inversement, l'impact d'autres sources d'énergie, comme les énergies fossiles, sur le climat est maintenant démontré, avec les fortes suspicions concernant le lien entre réchauffement de la planète, augmentation des gaz à effet de serre, et utilisation des énergies fossiles telles que le pétrole et le charbon.

**Or un parc éolien n'émet aucun gaz en phase d'exploitation, a fortiori des gaz à effet de serre comme le dioxyde de carbone.** On peut estimer les polluants générés si l'énergie électrique produite par les éoliennes l'avait été par des énergies conventionnelles.

Le tableau ci-dessous reprend la pollution évitée par rapport à trois sources conventionnelles d'énergie. Les quantités évitées par unité sont calculées en fonction de la production nette d'électricité en kWh, en utilisant l'énergie éolienne.

La production nette du site éolien, estimée à 15,6 millions de kilowattheures par an (3 \* 2 MW \* 2600h), correspond à la consommation moyenne en électricité (incluant le chauffage) de près de 4 500 personnes (la consommation électrique annuelle par habitant est voisine de 3500 kWh).

##### 3.2.2.1. Le bilan carbone

Le CO<sub>2</sub> produit provient majoritairement de la fabrication des éléments de la tour (29%) et des composants des pales (16%). Le transport a un impact mineur sur l'émission des gaz à effet de serre (GES) (environ 1%) et l'augmentation des distances n'impacte que de très peu la part de cette émission. **On estime que l'émission de CO<sub>2</sub> liée à la fabrication, l'acheminement, l'installation, et la maintenance (relative aux déplacements des camionnettes de maintenance) d'une éolienne est égale à 1 600 tonnes de CO<sub>2</sub> sur 20 ans, soit environ 5 000 tonnes pour trois éoliennes sur 20 ans.**

Le tableau suivant présente les économies de CO<sub>2</sub> réalisées en fonction de la source d'électricité à laquelle l'énergie éolienne se substitue.

Production d'énergie par :	Charbon	Pétrole	Gaz	Mix Energétique français	Mix Energétique Européen
Pollution annuelle évitée en tonnes de dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> )	14 820 tonnes (950g/kWh en moyenne)	12 480 tonnes (800g/kWh en moyenne)	7 080 tonnes (454g/kWh en moyenne)	1 320 tonnes (85g/kWh en moyenne)	6 240 tonnes (400g/kWh en moyenne)
Temps de retour CO <sub>2</sub>	4 mois	5 mois	8 mois	43 mois	9 mois

Tableau 10 : Temps de retour CO<sub>2</sub> du parc éolien

En se substituant au mix énergétique français, l'électricité éolienne évite la production d'environ 1 320 tonnes de CO<sub>2</sub> chaque année ce qui correspond à **plus de 11 millions de kilomètres réalisés avec une citadine fonctionnant à l'essence achetée en 2014** (120 gCO<sub>2</sub>/km).

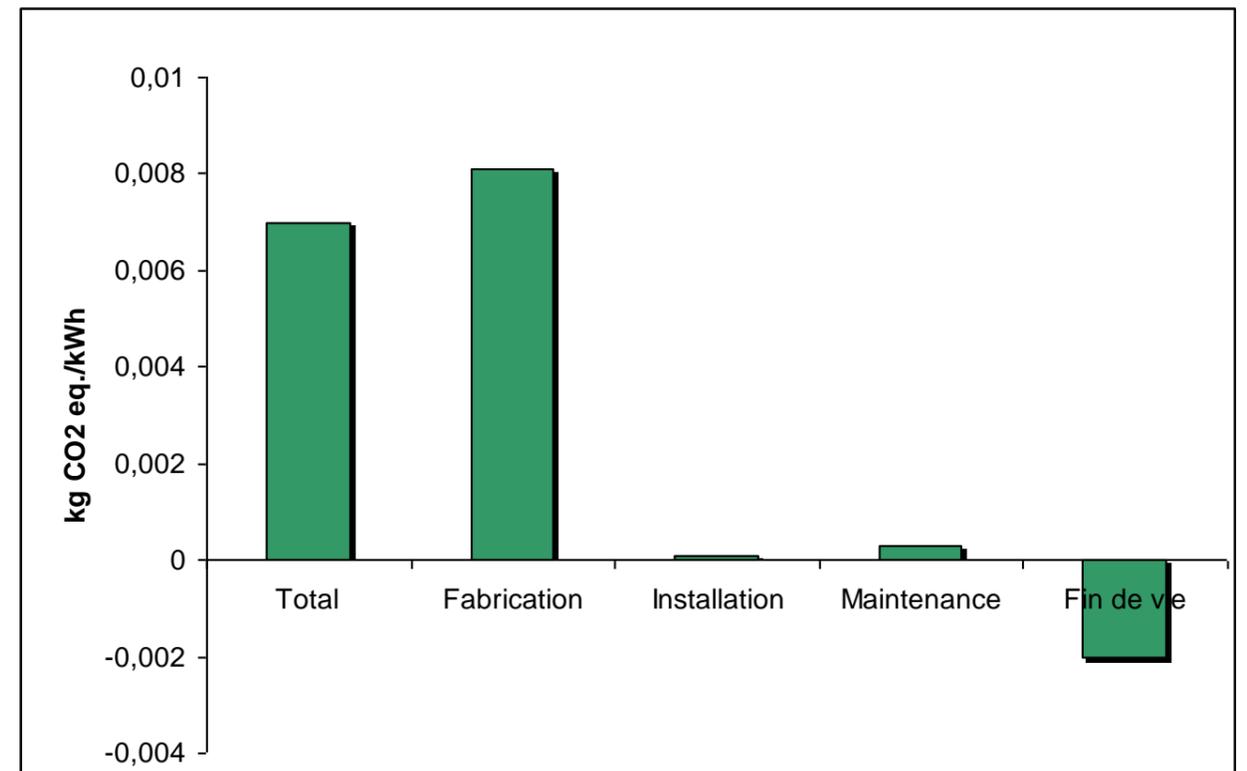


Figure 17 : Emission de CO<sub>2</sub> par phase du cycle de vie

Source : LCA V112 Saintudy report



La production d'un kWh d'électricité engendre des émissions de GES plus ou moins importantes dans les différents pays selon le poids respectif des différentes énergies (charbon, pétrole, gaz) dans le mix énergétique national. **Ainsi en France, la production d'un kWh représente l'émission de 85g de CO<sub>2</sub>.** Ces chiffres ne prennent en compte que les émissions liées à la combustion et non pas à la construction de la centrale (à la différence de l'analyse de cycle de vie employée pour l'éolien).

En prenant en compte le cycle de vie des éoliennes (de la phase de construction à la phase du démantèlement), au total le parc Plestan II générera environ 5 000 tonnes de CO<sub>2</sub> en 20 ans et en économisera au moins 26 000 tonnes sur la même période (en prenant le mix énergétique français comme référence).

### 3.2.2.2. Bilan énergétique

L'énergie nécessaire mesurée en mégajoule (MJ), de la fabrication au démantèlement du parc éolien, est faible par rapport à l'énergie produite par les deux parcs éoliens. Une étude Vestas portant sur un parc de 33 éoliennes V112 3MW montre que seulement huit mois sont nécessaires pour compenser les dépenses énergétiques lors de ce cycle de vie.

D'après l'étude de Vestas, la consommation énergétique totale d'un parc éolien est égale 0,12 MégaJoule<sup>1</sup> /kWh produit (somme de la consommation d'énergie renouvelable (0,03 MJ/kWh) et celle non renouvelable (0,09 MJ/kWh)).

Le parc éolien de Plestan II produira 15,6 millions de kWh d'énergie électrique annuellement soit 56 160 000 MJ. En parallèle, l'énergie totale dépensée sur 20 ans sera de 15,6 millions de kWh X 20 X 0,12 = 37 440 000 MJ.

La consommation d'énergie est largement due à la fabrication des turbines. Pour la consommation d'énergie non-renouvelable, la fabrication de la tour compte pour 26% de celle-ci, suivie par la fabrication des pales (18%) et celle de la nacelle (11%). Les sources utilisées sont le gaz naturel à 34%, le pétrole à 29%, l'uranium à 16% et le charbon à 15%. La fabrication de la tour compte également pour 19 % de l'énergie d'origine renouvelable consommée.

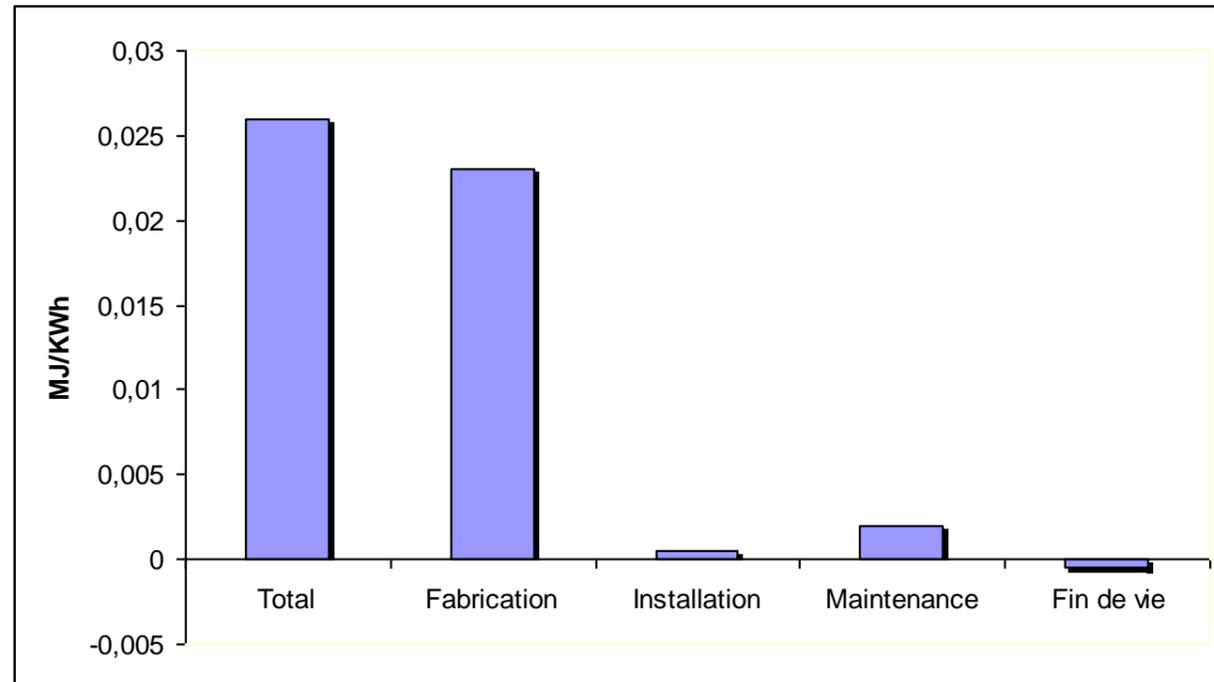


Figure 18 : Consommation d'énergie renouvelable par phase du cycle de vie

Source: LCA V112 Saintudy report 2011

<sup>1</sup> 1 mégajoule = 0,278 kWh

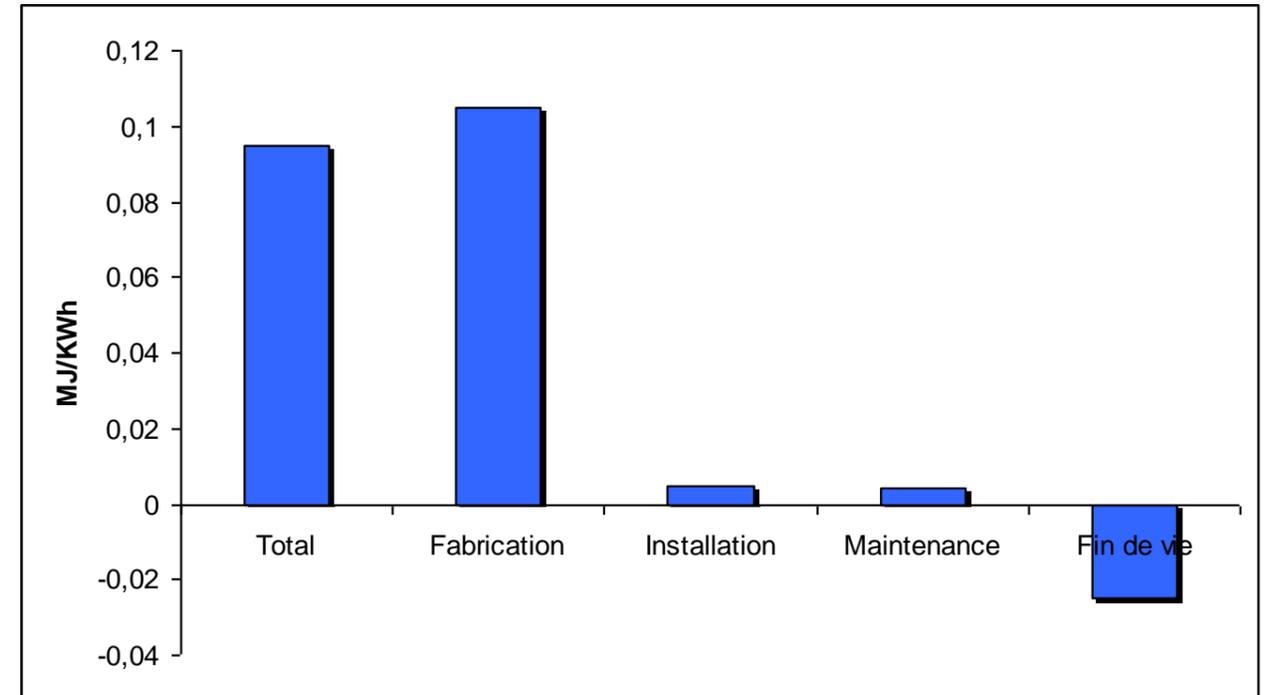


Figure 19 : Consommation d'énergie fossile par phase du cycle de vie

Source: LCA V112 Saintudy report 2011

Production en MJ du parc éolien en une année	56 160 000 MJ
Consommation en MJ du parc éolien sur 20 années	37 440 000 MJ
Temps de retour énergétique pour une durée d'exploitation de 20 ans	8 mois

Tableau 11 : Temps de retour énergétique d'un parc éolien

**Le parc éolien de Plestan II produira en 8 mois l'équivalent de la dépense énergétique utilisée pour sa mise en place et jusqu'à son démantèlement.**

**En environ 3 ans et demi, le parc éolien de Plestan II aura économisé l'émission du CO<sub>2</sub> généré pour sa construction en se substituant au mix énergétique français**

### 3.2.2.3. Recyclage

Il a été calculé que 81% d'une éolienne est recyclable, une analyse plus détaillée est présentée dans le tableau ci-dessous. 87% de la nacelle est recyclable, 38% du rotor est recyclable, 97% de la tour est recyclable, 47% des éléments restants est recyclable.

Le tableau suivant détaille le niveau de recyclabilité des différents constituants du parc.



Nacelle (% du poids de la turbine)	32	Rotor (% du poids de la turbine)	20%
<b>% recyclable</b>	<b>87%</b>	<b>% recyclable</b>	<b>38%</b>
<b>Boite de vitesse (% nacelle)</b>	44%	<b>Pales (% rotor)</b>	11%
Fer et acier	99%	Polymères et laques	40%
Métaux non ferreux	<1%	céramique/ verre	52%
polymères	<1%	Autres matériaux	8%
électronique	<1%		
autres matériaux	1%	<b>Moyeu (% rotor)</b>	9%
<b>transformateur (% nacelle)</b>	8%	Fer et acier	95%
Fer et acier	82%	Métaux non-ferreux	<1%
Métaux non ferreux	10%	polymères	2%
polymères	8%	autre matériaux	3%
autres matériaux	<1%	<b>Tour (% du poids de la turbine)</b>	46%
<b>Générateur (% nacelle)</b>	7%	<b>% recyclable</b>	<b>97%</b>
Fer et acier	85%	Fer et acier	99%
Métaux non ferreux	9%	Métaux non-ferreux	<1%
polymères	<1%	autres matériaux	<1%
électronique	3%	<b>Autres (% poids de la turbine)</b>	2%
autres matériaux	3%	<b>% recyclable</b>	<b>47%</b>
<b>Autres (% nacelle)</b>	41%	Fer et acier	28%
Fer et acier	80%	Métaux non-ferreux	23%
Métaux non ferreux	10%	polymères	28%
polymères	1%	électronique	5%
électronique	3%	autres matériaux	16%
autre matériaux	6%		

Tableau 12 : Pourcentage des matériaux recyclables

### 3.3. Sur la qualité de l'air

#### 3.3.1. Pendant la phase de chantier

Lors de la phase de construction, la hausse du trafic routier entraînera une hausse des émissions de gaz d'échappement.

Aussi, pendant les travaux, les terrassements et la circulation d'engins sur la piste peuvent soulever de la poussière. Cependant, compte tenu de la taille modeste du chantier, et du fait que les plus proches riverains soient situés à plus de 550m, on peut estimer l'impact du soulèvement de poussières comme étant faible.

#### 3.3.2. Pendant la phase d'exploitation

##### 3.3.2.1. Pollution évitée

Les éoliennes ne rejetant aucun effluent gazeux, elles ne peuvent contribuer à une dégradation de la qualité de l'air. Au contraire, en produisant sans rejet ni déchet une électricité exploitable dans les zones urbaines les plus polluées, dans les transports, le chauffage, l'industrie, les parcs éoliens peuvent contribuer à une amélioration de la qualité de l'air en évitant le rejet de milliers de tonnes de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère.

Au-delà des gaz à effet de serre, il existe d'autres polluants atmosphériques. Les polluants considérés sont le SO<sub>2</sub>, les NO<sub>x</sub>, les COV, les métaux lourds et les polluants organiques persistants.

Le SO<sub>2</sub> est principalement émis lors de la combustion des combustibles fossiles. Les composés soufrés peuvent être transportés sur de très longues distances mais sont néanmoins ramenés au sol par les précipitations en raison de leur solubilité. Ils participent significativement au phénomène des pluies acides.

Les oxydes d'azote sont formés à haute température, lors de toute combustion, par l'oxydation d'une partie de l'azote contenu dans l'air ou dans le carburant. Le NO est émis majoritairement mais est très rapidement oxydé en NO<sub>2</sub> en présence de l'oxygène de l'air. Les NO<sub>x</sub> sont impliqués dans les réactions de formation de l'ozone troposphérique et présentent un potentiel important d'acidification des pluies. Le NO<sub>2</sub> est un gaz toxique irritant pour l'homme. En exposition aiguë, les effets se portent surtout sur le système respiratoire, en particulier chez les enfants, les personnes âgées et les asthmatiques. Il n'existe pas à l'heure actuelle d'étude sur l'exposition chronique (à long terme).

Les émissions de composés organiques volatils (COV) liées aux processus énergétiques, sont dues au raffinage du pétrole et à la distribution des produits pétroliers, à l'évaporation de carburants liquides ou solides, aux pertes des réseaux de distribution du gaz, aux combustions incomplètes ou aux recombinaisons de produits de combustion. Les COVNM (COV Non Méthaniques) regroupent les composés organiques volatils et gazeux et les composés organiques persistants (COP) présents dans l'atmosphère. Il s'agit principalement des hydrocarbures (y compris aromatiques tels que le benzène), des composés carboxylés, nitrés ou soufrés.

Les métaux lourds proviennent principalement d'impuretés présentes dans les combustibles solides.

Les poussières sont des particules minérales (Si, ...) principalement issues de la combustion des combustibles liquides et solides pouvant adsorber d'autres polluants tels que les COV ou les métaux lourds.

Dans le tableau suivant, nous calculons l'économie annuelle de polluants pour une quantité d'énergie produite de 15,6 GWh pour le parc éolien concerné, étant entendu que les éoliennes en exploitation ne génèrent aucune émission atmosphérique.

SO <sub>2</sub> : 15,6 GWh X 2 g/kWh	31,2 tonnes
NO <sub>x</sub> : 15,6 GWh X 2 g/kWh	31,2 tonnes
Poussières : 15,6 GWh X 0,29 g/kWh	4,5 tonnes
Métaux Lourds : 15,6 GWh X 0,002 g/kWh	31 kilos

Tableau 13 : Pollution évitée



### 3.3.2.2. Odeurs

En termes d'émissions d'odeurs, les éoliennes en production ne seront pas source d'émissions odorantes et n'entraînent donc pas d'impact olfactif sur les riverains ou l'environnement. Cependant, la phase de travaux nécessitant la présence d'engins de chantier sur le site pendant plusieurs semaines, des émissions d'odeurs liées aux gaz d'échappement sont à prévoir. Les engins de chantier effectueront la quasi-totalité des travaux à plus de 530 m des habitations, sur un site déjà impacté au quotidien par la présence d'engins agricoles, d'épisodes d'épandage ou de traitement des cultures.

**Les émissions d'odeurs liées à la tenue du chantier sont donc jugées négligeables pour les riverains et l'environnement. Les émissions d'odeurs liées à la phase d'exploitation seront inexistantes.**

### 3.4. Effets cumulés

Dans un rayon de 18km autour du site éolien de Plestan II, ce sont 52 éoliennes qui sont en exploitation ou en instruction, pour une puissance totale cumulée d'environ 87.3 MW. Les effets de ces éoliennes cumulées permettent de mesurer à plus grande échelle les impacts sur la santé, sur le climat et sur la qualité de l'air. Cette puissance installée générera chaque année environ 174 GWh.

#### 3.4.1. Sur la santé

Le parc éolien de Plestan II ne générera pas d'impacts négatifs sur la santé :

- La production de déchets en phases de chantier, d'exploitation et de démantèlement est maîtrisée et ces derniers seront évacués par les filières adéquates ;
- Les éoliennes ne génèrent pas de champs électromagnétiques susceptibles d'avoir un impact sur la santé humaine ;
- Les éoliennes ne génèrent pas d'infrasons susceptibles d'avoir un impact sur la santé humaine ;

Pour ces raisons, il n'y aura pas d'effets cumulés dans ces domaines avec les différents parcs éoliens alentours.

Concernant le balisage réglementaire cependant, la présence dans le périmètre rapproché du parc éolien de Plestan Plédéliac, ainsi que la présence depuis 2006 du parc éolien de Plestan I, aura pour conséquence une augmentation de la présence des balisages lumineux dans ce périmètre. Aussi, des mesures de réduction de l'impact du balisage réglementaire seront mises en place dès la mise en service du parc éolien de Plestan II.

Enfin, concernant les ombrages, la présence du parc éolien de Plestan à proximité directe a été prise en compte dans l'état initial, ce dernier étant en activité depuis environ 9 ans. Les effets cumulés avec le futur parc éolien de Plestan Plédéliac seront négligeables dans la mesure où ce dernier, situé à plus de 2 200 mètres de l'éolienne la plus proche, ne générera pas d'effets d'ombrage sur les hameaux riverains du projet.

#### 3.4.2. Sur le climat

Les effets cumulés des différents parcs éoliens du périmètre éloigné sur le climat et la qualité de l'air seront multiples.

On peut en effet estimer que les 59 MW éoliens installés dans ce périmètre éviteront l'émission de plus de 14 800 tonnes de CO<sub>2</sub> chaque année. Cela correspond aux émissions en CO<sub>2</sub> réalisées par plus de 123 millions de kilomètres roulés par un véhicule essence typique de l'année 2014 (120 gCO<sub>2</sub>/km).

Enfin, en termes de pollutions diverses évitées, la mise en service de 59 MW d'éolien éviteront l'émission de :

- 350 tonnes de SO<sub>2</sub>,
- Près de 350 tonnes de NO<sub>x</sub>
- Près de 50 tonnes de poussières
- Plus de 350 kilogrammes de métaux lourds.

**Les effets cumulés des différents parcs éoliens du périmètre éloigné sur le climat et la qualité de l'air seront bénéfiques.**

### 3.5. Conclusion sur les impacts

L'impact d'un projet éolien sur le climat et la qualité de l'air est positif. En effet, les éoliennes ne génèrent aucune pollution durant leur fonctionnement et le parc éolien mettra environ 3,5 années de fonctionnement pour compenser par sa propre production d'électricité, les émissions de gaz à effets de serre émis lors de sa fabrication avec le mix énergétique français (cas le plus conservateur). D'un point de vue énergétique, le parc éolien de Plestan II aura produit en 8 mois l'équivalent de la dépense énergétique nécessaire pour sa durée de vie, depuis la fabrication des éléments des éoliennes jusqu'à son démantèlement.

Au niveau de la santé, l'impact négatif est lié aux phénomènes d'ombres portées qui est estimée à environ 36 heures par an pour le hameau le plus impacté.



### 4. LES MESURES D'EVITEMENT, DE REDUCTION ET COMPENSATOIRES

#### 4.1.1. Sur la santé

##### 4.1.1.1. Balisage des éoliennes

Les feux du balisage visuel des éoliennes peuvent présenter une certaine gêne vis-à-vis des riverains du projet. En premier lieu, nous précisons que la distance d'au moins 550 mètres entre les éoliennes et les riverains permet de réduire les éventuelles gênes.

Néanmoins, nous mettrons en place les mesures de précaution suivante :

- La synchronisation des feux entre toutes les éoliennes ainsi qu'avec les éoliennes de Plestan I
- La mise en place d'un flash de type « lampe à led » dont la durée de flash est plus courte contrairement au flash de type « xénon stroboscopique ». A titre d'exemple, le jour, le flash à type « lampe à led » émet durant 100 millisecondes le jour alors que le xénon émet durant 750 millisecondes.
- Par ailleurs le choix d'un tel type de flash permet de réduire la distribution lumineuse sous l'angle de vision horizontal.

Le coût de cette mesure est évalué à environ 2 000€.

##### 4.1.1.2. Les effets d'ombrage

Malgré les faibles niveaux d'exposition, si une éventuelle gêne due à l'ombre du mouvement des pales des éoliennes chez certains riverains apparaissait nous programmerions alors les éoliennes pour les arrêter durant ces périodes d'exposition.

Le coût associé à cette mesure est faible, il correspond à la perte de production pendant la mise en place des éventuelles mesures d'arrêt des éoliennes.

#### 4.1.2. Sur la qualité de l'air

##### 4.1.2.1. En phase chantier

Des mesures, comme imposer l'arrêt des moteurs lors d'arrêts prolongés, seront mises en place afin de limiter d'éventuels rejets de gaz d'échappement. Cette mesure aura pour effet d'agir directement sur l'émission d'odeurs liée à la production de gaz d'échappement par les engins de chantier. Ces mesures mises en place, les émissions d'odeurs dégagées par les engins de chantier peuvent être considérées comme négligeables.

##### 4.1.2.2. En phase exploitation

Des mesures identiques que celle utilisées lors de la phase chantier, comme imposer l'arrêt des moteurs lors d'arrêts prolongés, seront mises en place afin de limiter d'éventuels rejets de gaz d'échappement. Cette mesure aura pour effet d'agir directement sur l'émission d'odeurs liée à la production de gaz d'échappement par les véhicules lors des interventions.

### 5. BILAN DES MESURES

Sensibilité de l'état initial	Nature de l'impact	Phase	Durée de l'impact	Degré de l'impact	Mesures d'évitement	Mesures de réduction	Impact résiduel	Mesures compensatoires
Zone rural avec peu de présence d'activités économiques de type industriel	Balisage des éoliennes	Exploitation	Permanent	Respect de la Norme	Première éolienne à 550 mètres de la première habitation	Synchronisation des feux Installation de flash de type « Led »	Respect de la Norme	/
		Chantier	Temporaire	Faible	/	Recyclage des déchets	Négligeable	/
	Déchets	Exploitation	Périodique	Négligeable		Attribution d'un lot « gestion des déchets »		/
Présence de masques végétaux	Ombrage	Exploitation	Permanent	Faible	Première éolienne à 550 mètres de la première habitation	Arrêt des éoliennes pendant les périodes d'exposition concernées	Négligeable	/
Air de bonne qualité	Qualité de l'air	Exploitation	Permanent	Positif	Arrêt des moteurs lors de stationnements	/	Positif	/

**Tableau 14: Synthèse des mesures ERC**

### 6. CONCLUSION

#### 6.1.1. La santé

Les feux du balisage des éoliennes peuvent présenter une certaine gêne vis-à-vis des riverains du projet. En premier lieu, nous précisons que **la distance de minimum 550 mètres entre les éoliennes et les riverains permet de réduire les éventuelles gênes.**

Néanmoins, nous mettrons en place les mesures de précaution suivante :

- La **synchronisation** des feux entre toutes les éoliennes ainsi qu'avec les éoliennes de Plestan I
- La mise en place d'un **flash de type « lampe à led »** dont la durée de flash est plus courte contrairement au flash de type « xénon stroboscopique ». A titre d'exemple, le jour, le flash à type « lampe à led » émet durant 100 millisecondes le jour alors que le xénon émet durant 750 millisecondes. Par ailleurs le choix d'un tel type de flash permet de réduire la distribution lumineuse sous l'angle de vision horizontal.

Pendant les phases de chantier et d'exploitation, des mesures seront mises en place afin d'**éliminer tous les déchets** tels que les chiffons usagés, les filtres, les solvants, les cartons ou encore les déchets ménagers qui seront générés. **Les filières adaptées seront alors utilisées.** Par exemple, pendant le chantier, un lot spécifique à la gestion des déchets sur le chantier sera attribué (par exemple à une société comme Véolia), notamment pour



la mise à disposition de bennes spécifiques sur le chantier ou encore de fosses à béton pour le nettoyage des engins souillés par le béton.

Par beau temps, le mouvement des pales crée un phénomène d'ombrage régulier et alterné pouvant être gênant pour des personnes qui y sont soumises régulièrement. Ce phénomène, subi de manière répétée à travers des fenêtres d'une pièce de séjour, peut porter atteinte à la qualité de vie des occupants. Il est pour ce fait indispensable de quantifier le nombre d'heures pour un endroit donné pendant lequel le phénomène va se produire. Si des expositions de quelques heures par an ne posent aucun problème, il n'en va pas de même pour des expositions prolongées.

En prenant en compte l'ensoleillement annuel du département, soit 1610 heures sur 4380 heures (Source Météo France, fourchette haute défavorable), soit un ensoleillement de 37 %, on arrive à un nombre d'heures d'exposition au phénomène d'ombres portées de moins de 36 heures par an pour le hameau le plus impacté. Rappelons que ce calcul ne tient pas compte de la végétation présente aux alentours des hameaux.

Par ailleurs, les éoliennes ne généreront pas d'effet d'ombrage sur les bureaux des entreprises situées à moins de 250 mètres, ces derniers faisant face au sud, donc à l'abri des ombres.

Malgré les faibles niveaux d'exposition, si une éventuelle gêne due à l'ombre du mouvement des pales des éoliennes apparaissait **nous programmerions alors les éoliennes pour les arrêter durant ces périodes d'exposition.**

### 6.1.2. Le climat et la qualité de l'air

La présence d'éoliennes ne génère aucune modification climatique. L'obstacle qu'elles forment à la propagation du vent est très minime par rapport aux flux de la masse d'air, et sans commune mesure avec des forêts ou des villes. Le flux du vent, perturbé par l'éolienne, se reforme naturellement quelques centaines de mètres en aval.

La production nette du site éolien, estimée à 15,6 millions de kilowattheures par an ( $3 * 2 \text{ MW} * 2600\text{h}$ ), correspond à la consommation moyenne en électricité (incluant le chauffage) de près de 4 500 personnes (la consommation électrique annuelle par habitant est voisine de 3 500 kWh).

Lors de la phase de construction, la hausse du trafic routier entraînera une hausse des émissions de gaz d'échappement.

Aussi, pendant les travaux, les terrassements et la circulation d'engins sur la piste peuvent soulever de la poussière. Cependant, compte tenu de la taille modeste du chantier, et du fait que les plus proches riverains soient situés à plus de 550 m, on peut estimer l'impact du soulèvement de poussières comme étant faible.

Des mesures, comme imposer l'arrêt des moteurs lors d'arrêts prolongés, seront mises en place afin de limiter d'éventuels rejets de gaz d'échappement. Cette mesure aura pour effet d'agir directement sur l'émission d'odeurs liée à la production de gaz d'échappement par les engins de chantier. Ces mesures mises en place, les émissions d'odeurs dégagées par les engins de chantier peuvent être considérées comme négligeables.

L'impact d'un projet éolien sur le climat et la qualité de l'air est positif. En effet, les éoliennes ne génèrent aucune pollution durant leur fonctionnement et **le parc éolien mettra environ 3,5 années de fonctionnement pour permettre l'économie de la masse de CO<sub>2</sub> qui aurait été produite par le parc électrique français en 20 ans.**

**D'un point de vue énergétique, le parc éolien mettra environ 8 mois pour produire autant d'énergie qu'il n'en consommera en 20 ans (construction des éoliennes, maintenance, démantèlement...).**