



SECTION 6 : LA SANTÉ, LE CLIMAT ET LA QUALITÉ DE L'AIR



SOMMAIRE

1. ETAT INITIAL	3
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
1.2.2. Le climat du département des Côtes d'Armor	6
1.3. La qualité de l'air	8
1.4. Conclusion	9
2. ETUDE DES VARIANTES ET CHOIX DU SCENARIO.....	10
3. LES IMPACTS DU PROJET	11
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	21
3.2.1. Pendant la phase de chantier.....	21
3.2.2. Pendant la phase d'exploitation.....	21
3.3. Sur la qualité de l'air	24
3.3.1. Pendant la phase de chantier.....	24
3.3.2. Pendant la phase d'exploitation.....	24
3.4. Effets cumulés	25
3.4.1. Sur la santé	25
3.4.2. Sur le climat.....	26
3.5. Conclusion sur les impacts.....	26
4. LES MESURES D'EVITEMENT, DE REDUCTION ET COMPENSATOIRES.....	27
4.1. Sur la santé	27
4.1.1. Balisage des éoliennes.....	27
4.1.2. Les effets d'ombrage.....	27
4.2. Sur la qualité de l'air	27
4.2.1. En phase chantier	27
4.2.2. En phase exploitation.....	27
4.3. Bilan des mesures.....	27
5. CONCLUSION	27
5.1.1. La santé	27
5.1.2. Le climat et la qualité de l'air	28



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).

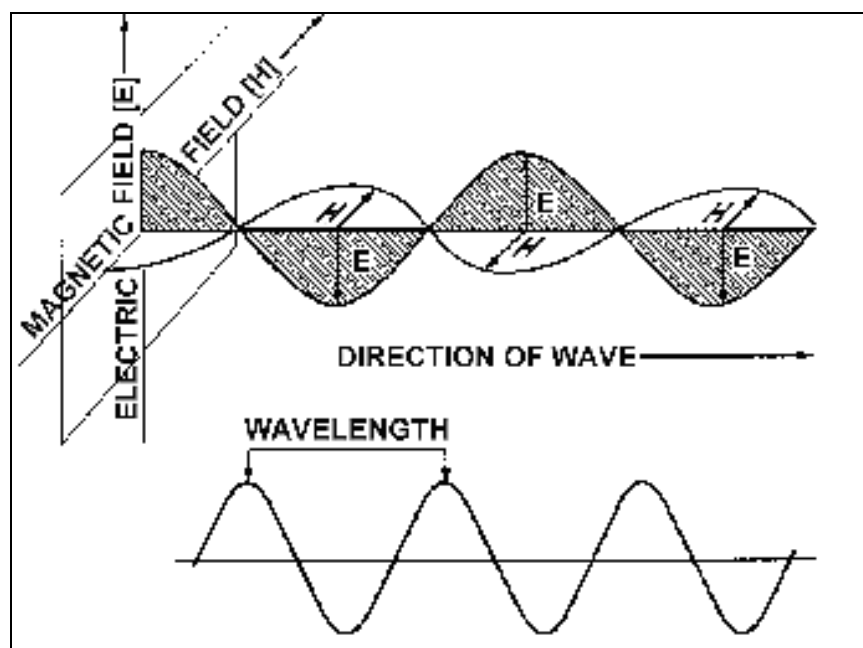


Figure 1: Champs électromagnétiques

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.

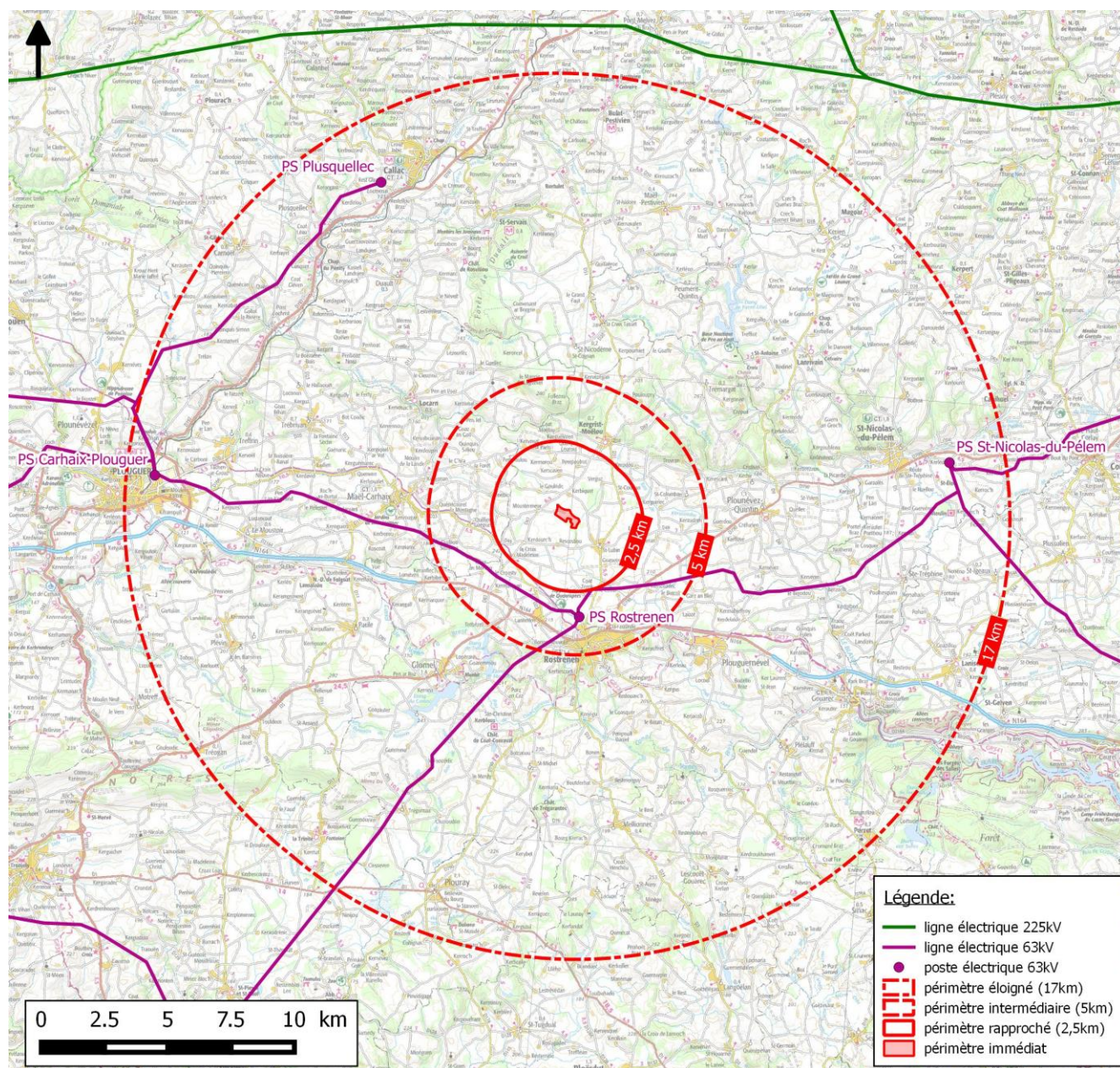
L'énergie électrique en provenance des centrales est transportée jusqu'aux agglomérations par des lignes à haute tension. La tension est ensuite abaissée par des transformateurs auxquels se rattachent les lignes de distribution locale. Les valeurs des champs magnétiques en fonction de l'éloignement de 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

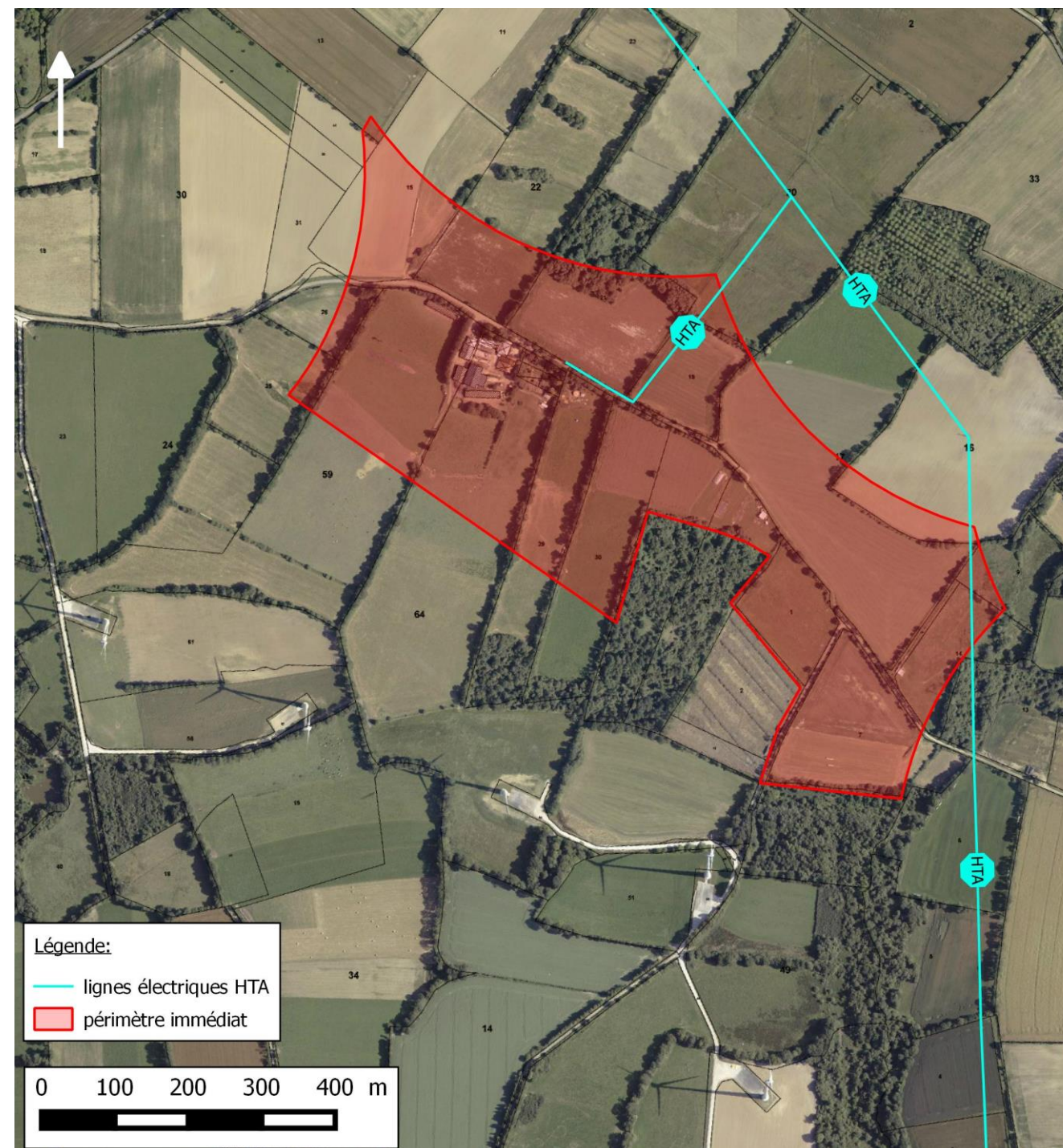


La zone d'étude immédiate n'est pas traversée par des lignes de hautes tensions de 90 kV. Ci-dessous, vous trouverez les lignes de hautes tensions dans le périmètre éloigné.



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

Notons que la zone d'étude immédiate est également traversée par une ligne électrique de distribution de 20 kV. La vue aérienne suivante illustre une portion de cette ligne de distribution Enedis.



Carte 2 : Localisation du réseau de moyenne tension de distribution à proximité de la zone d'étude immédiate



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 μ 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 μ 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.

Études 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.

- Études 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.
- Études 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 États-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
Cancérogène pour l'homme (en général d'après des preuves solides établissant la cancérogénicité chez l'homme)	Amiante Ypérite Tabac (à fumer ou autre) Rayons gamma
Probablement cancérogène pour l'homme (en général d'après des preuves solides établissant la cancérogénicité chez l'animal)	Gaz d'échappement des moteurs Diesel Lampes solaires Rayons UV Formaldéhyde Glyphosate
Peut-être cancérogène pour l'homme (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.

1.2.2. 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 km². 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 Péder nec, Tréglamus et Louargat.

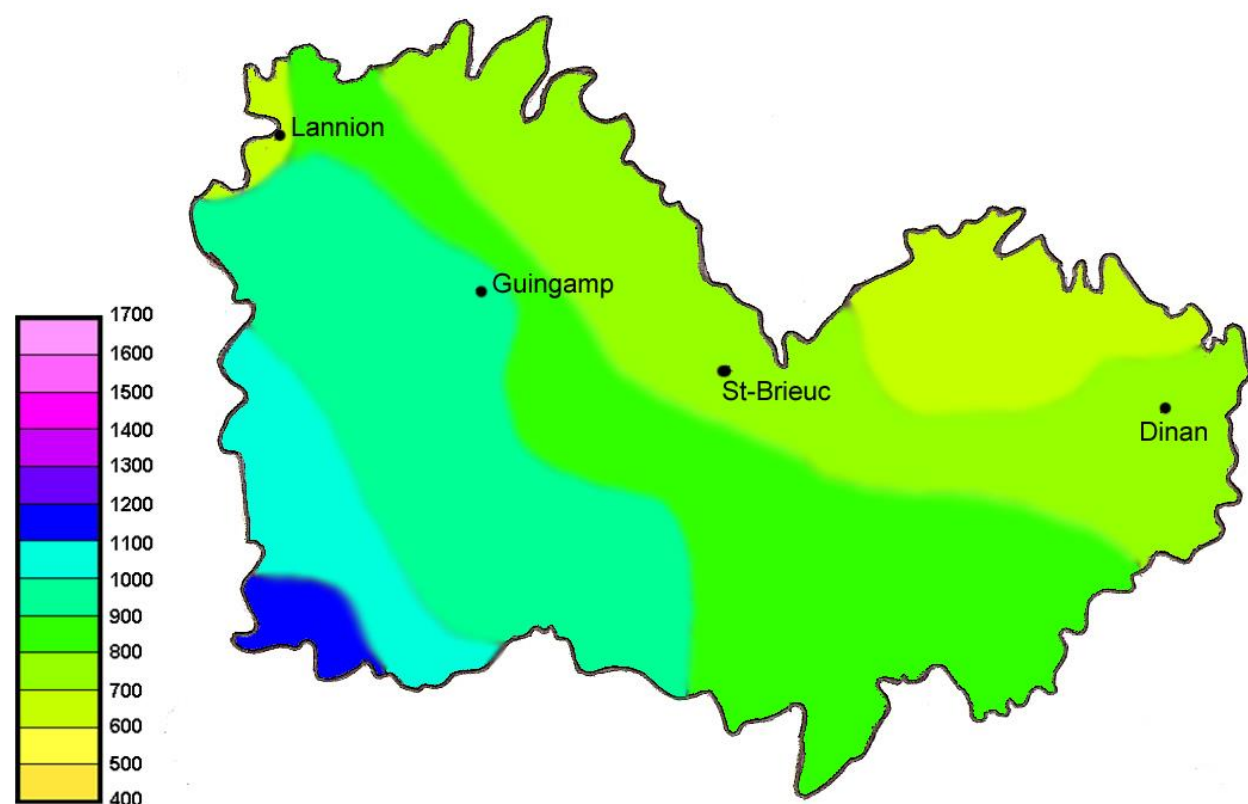
▪ La température moyenne annuelle

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.



Carte 3 : carte des précipitations en Côtes d'Armor

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

▪ 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.

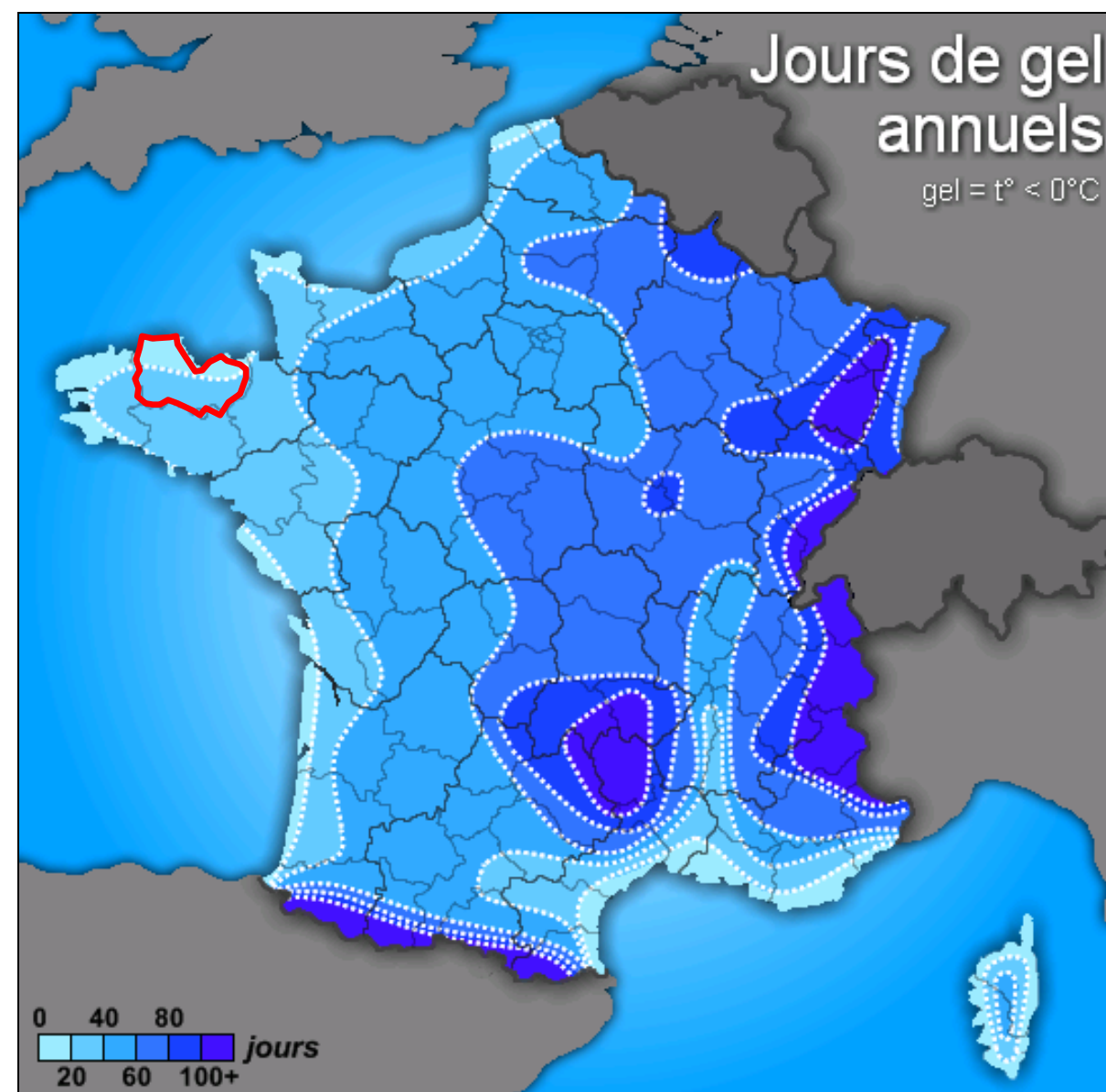


Figure 3 : Jours de gel Moyen en France

Source : Meteo-Expres.com

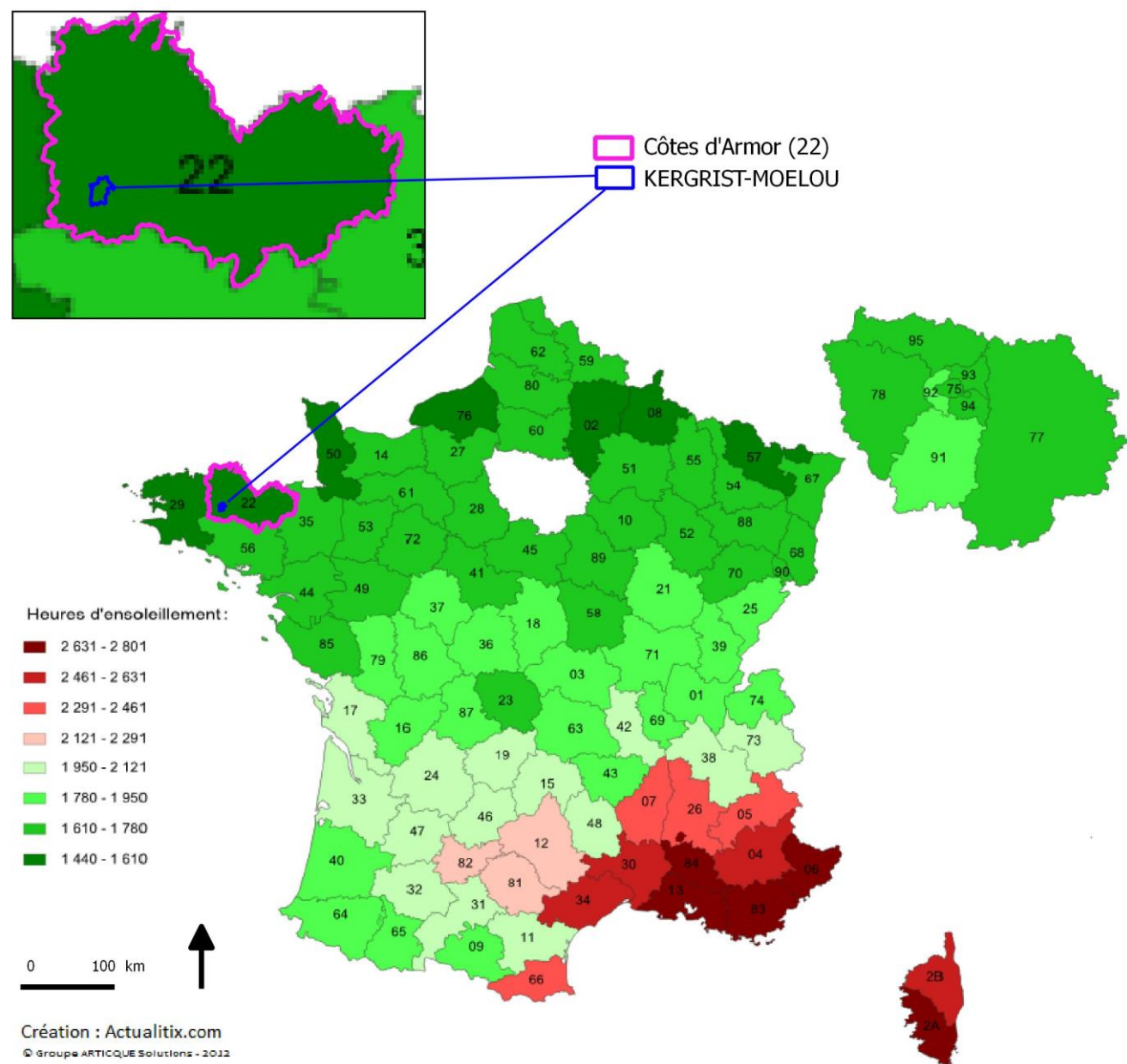
On parle de gelée dès que la température descend en-dessous des 0°. La carte ci-dessus reprend les moyennes annuelles de jours de gel par an en France métropolitaine. Cette période s'étire généralement du 1^{er} Novembre au 15 Avril. Cette carte nous indique une moyenne entre 20 et 40 jours de gel par an sur la commune de Kergrist-Moëlou.

▪ Les températures maximales :

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 :

La carte suivante 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.



Carte 4: 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

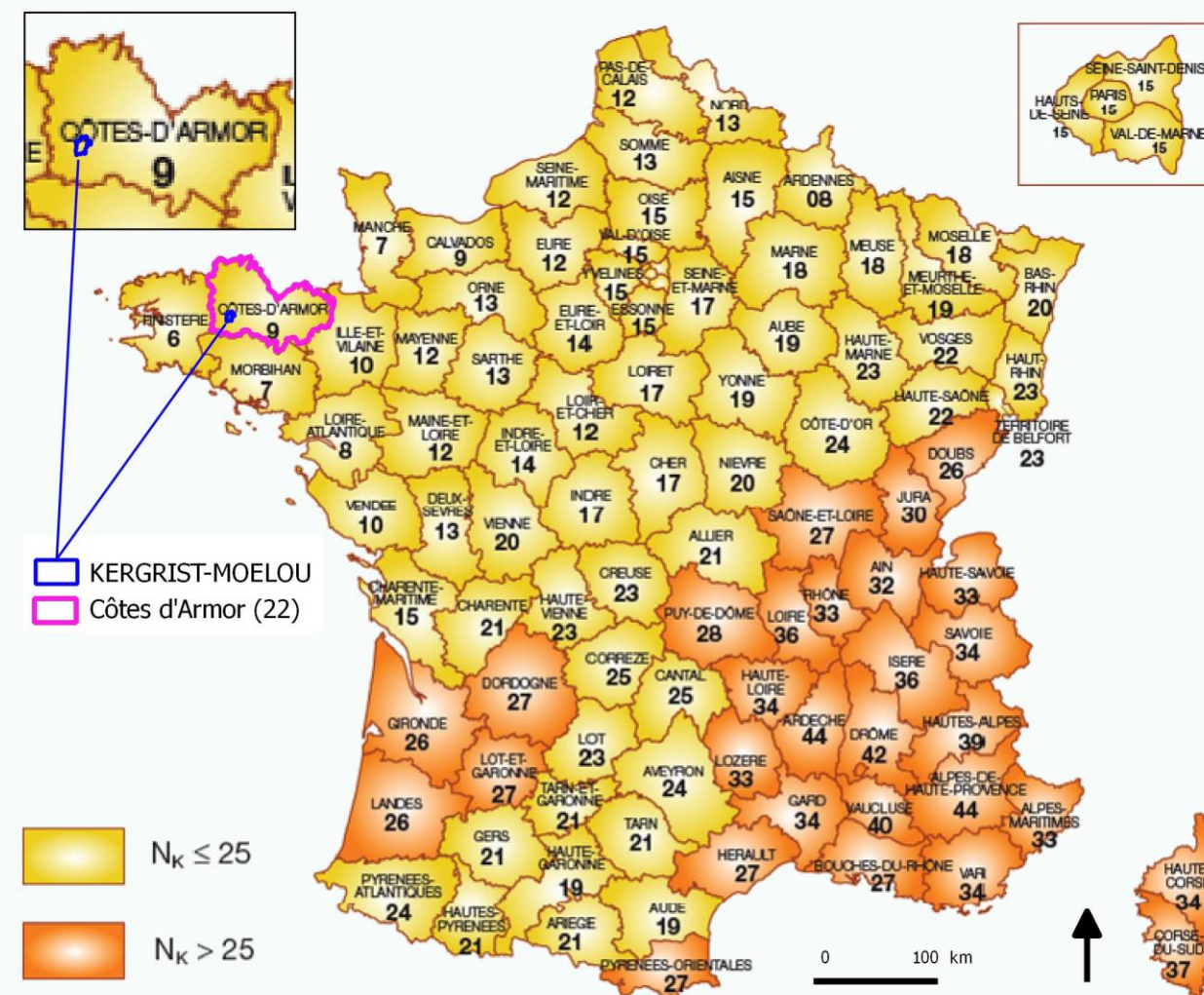


Figure 4 : Carte de France du niveau kéraunique

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 (O₃), en monoxyde d'azote (NO), en dioxyde d'azote (NO₂), en dioxyde de soufre (SO₂), 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 Kergrist-Moëlou. 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 50 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 3 : 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.

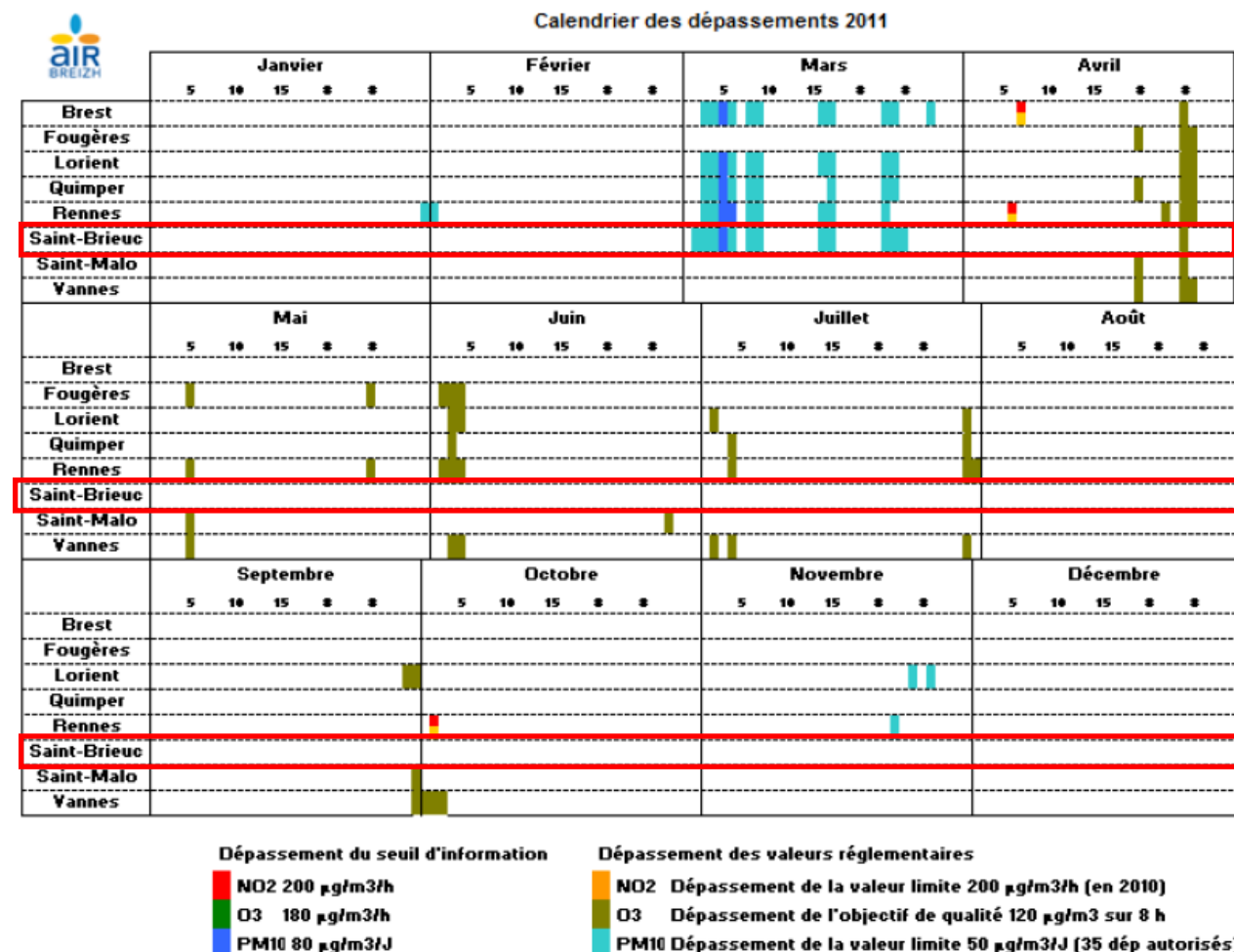


Tableau 4 : Calendrier des dépassements des valeurs de références

Source : Bilan d'activité 2011 Airbreizh

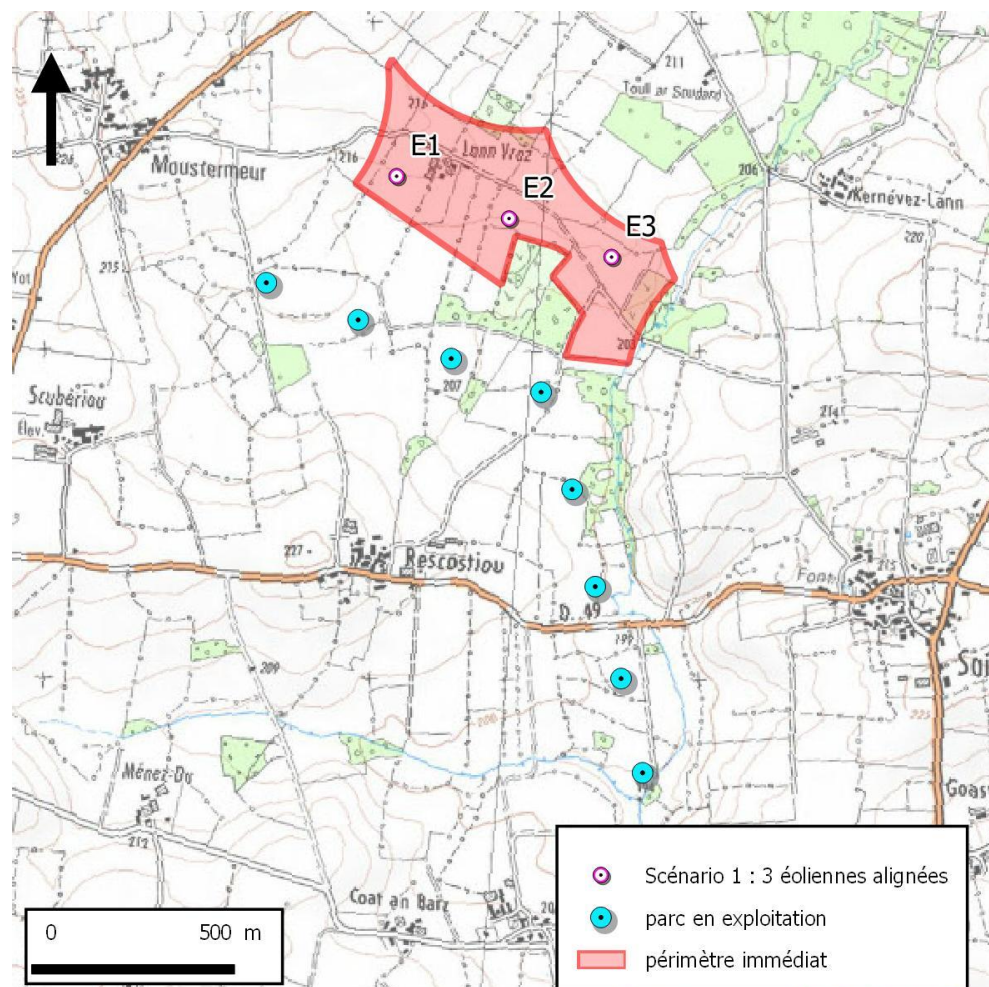
Il n'y aura pas de détérioration de la qualité de l'air suite à la réalisation d'un parc éolien sur la commune de Kergrist-Moëlou car les éoliennes ne dégagent pas de gaz types NO₂, O₃....

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 située entre 1440 à 1610 heures par an et le nombre de jour de gels compris entre 20 et 40 jours. Concernant les champs électromagnétiques, la source la plus importante est liée aux lignes haute-tension traversant la zone d'étude éloignée.



2. ETUDE DES VARIANTES ET CHOIX DU SCENARIO



Carte 5: Scénario 1

3 éoliennes

Puissance maximale du parc : 7.05 MW.

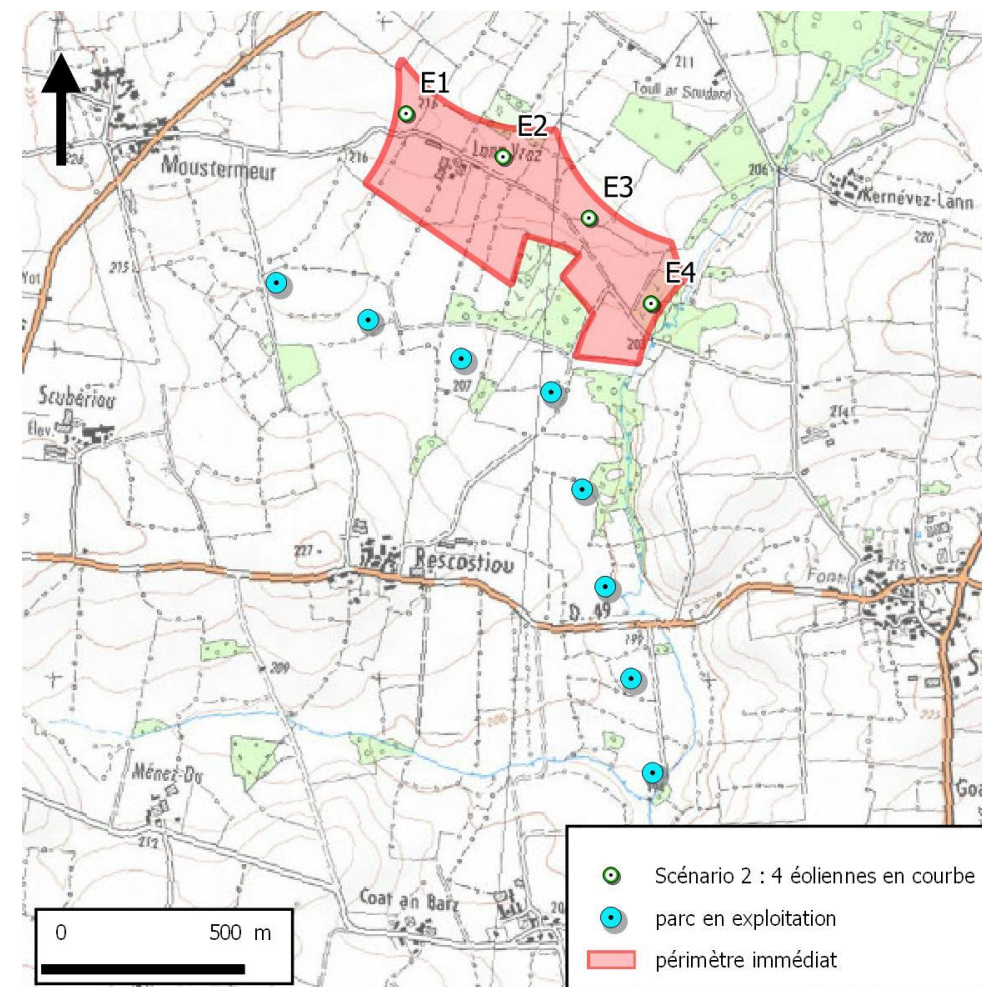
Productible attendu : 2 090 kWh/kW/an

Production attendue : 14.8 GWh

Habitation la plus proche : « Moustermeur Nord » à 620 m

Zone urbanisable la plus proche : « Moustermeur Nord » à 605 m

Impacts du balisage et des ombres portées attendus : faible



Carte 6: Scénario 2

4 éoliennes

Puissance maximale du parc : 9.4 MW

Productible attendu : 2 090 kWh/kW/an

Production attendue : 19,6 GWh

Habitation la plus proche : « Kernévez Lann Sud » à 525 m

Zone urbanisable la plus proche : « Kernévez Lann Sud » à 505 m

Impacts du balisage et des ombres portées attendus : moyen

Les variantes étudiées ont toutes un impact positif sur le climat et la qualité de l'air. Le scénario 3 est celui qui générera la production électrique la plus importante car présentant le plus d'éoliennes. Pour autant, concernant l'impact du balisage nocturne ou des ombres projetées, c'est le scénario 1 qui comprend trois éoliennes qui présente les impacts attendus les plus faibles. **Notamment pour ces raisons, c'est le scénario 1 qui est sélectionné au regard des impacts sur le climat, la santé et la qualité de l'air.**



3. LES IMPACTS DU PROJET

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 48 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. 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 m² de film polyéthylène
- 50 m² de carton
- 50 m² de restes de papier (chiffons en papier)
- 70 kg de bois
- 2 m³ 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 Lan Vraz 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 5: 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 µT) 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 (100µT à 50-60 Hz), d'autant que les éoliennes sont situées à plus de 620 m des habitations les plus proches dans le cas du site éolien de Lan Vraz.

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'AFSSET 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'AFSSET 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'AFSSET 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. ».

Par ailleurs, le 4 juillet 2013, l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire (ANSES) a été saisie par la DGPR et la DGS fin d'évaluer les effets sur la santé des basses fréquences et des infrasons dus aux parcs éoliens. La demande exprimée portait en particulier sur les points suivants :

- conduire une revue des connaissances disponibles en matière d'effets sanitaires auditifs et extra-auditifs dus aux parcs éoliens, en particulier dans le domaine des basses fréquences et des infrasons ;
- étudier les réglementations mises en œuvre dans les pays, notamment européens, confrontés aux mêmes problématiques ;
- mesurer l'impact sonore de parcs éoliens, notamment de ceux où une gêne est rapportée par les riverains, en prenant en compte les contributions des basses fréquences et des infrasons ;
- proposer des pistes d'amélioration de la prise en compte des éventuels effets sur la santé dans la réglementation, ainsi que des préconisations permettant de mieux appréhender ces effets sanitaires dans les études d'impact des projets éoliens.

Dans les conclusions du rapport intitulé « Evaluation des effets sanitaires des basses fréquences sonores et infrasons dus aux parcs éoliens » diffusé le 30 mars 2017 l'Anses rappelle que les éoliennes émettent des infrasons (bruits inférieurs à 20 Hz) et des basses fréquences sonores. Il existe également d'autres sources d'émission d'infrasons qui sont d'origine naturelle (vent notamment) ou anthropique (poids-lourds, pompes à chaleur, etc.). Les campagnes de mesure réalisées au cours de l'expertise ont permis de caractériser ces émissions pour trois parcs éoliens. **De manière générale, les infrasons ne sont audibles ou perçus par l'être humain qu'à de très forts niveaux. À la distance minimale d'éloignement des habitations par rapport aux sites d'implantations des parcs éoliens (500 m) prévue par la réglementation, les infrasons produits par les éoliennes ne dépassent pas les seuils d'audibilité.**

Par conséquent, la gêne liée au bruit audible potentiellement ressentie par les personnes autour des parcs éoliens concerne essentiellement les fréquences supérieures à 50 Hz.



L'expertise met en évidence le fait que les mécanismes d'effets sur la santé regroupés sous le terme « **vibroacoustic disease** », rapportés dans certaines publications, ne reposent sur aucune base scientifique sérieuse. De plus, l'examen de ces données expérimentales et épidémiologiques ne mettent pas en évidence d'argument scientifique suffisant en faveur de l'existence d'effets sanitaires liés aux expositions au bruit des éoliennes, autres que la gêne liée au bruit audible et un effet nocebo, qui peut contribuer à expliquer l'existence de symptômes liés au stress ressentis par des riverains de parcs éolien. Enfin, l'agence rappelle que la réglementation actuelle prévoit que la distance d'une éolienne à la première habitation est évaluée au cas par cas, en tenant compte des spécificités des parcs. Cette distance est au minimum de 500 m, elle peut être étendue, à l'issue de la réalisation d'une étude d'impact, afin de respecter les valeurs limites d'exposition au bruit. **Les connaissances actuelles en matière d'effets potentiels sur la santé liés à l'exposition aux infrasons et basses fréquences sonores ne justifient ni de modifier les valeurs limites existantes, ni d'étendre le spectre sonore actuellement considéré.**

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'arrêt 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. 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. Enfin, comme prévu par l'arrêt du 13 novembre 2009 relatif à la réalisation du balisage des éoliennes situées en dehors des zones grevées de servitudes aéronautiques pour les éoliennes dont la hauteur sommitale dépasse 150 m, un balisage intermédiaire de basse intensité de type B (rouges fixes 32 cd) sur le mât sera installé sur les éoliennes (dans le cas où le modèle Enercon E103 sera retenu).

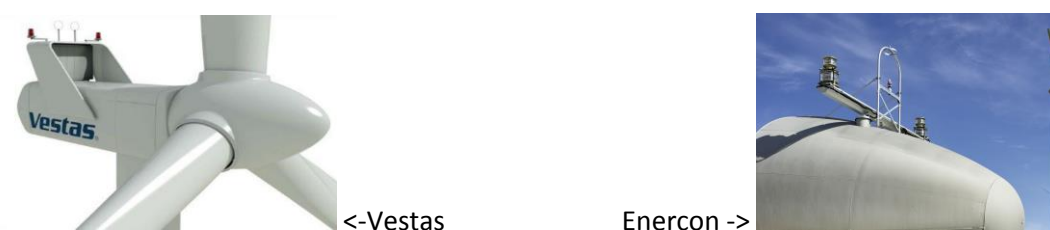


Figure 5: Exemple de balisage sur une éolienne Vestas (gauche) et sur une éolienne Enercon (droite)

Source : Vestas et Servion



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.

3.1.2.4. L'effet d'ombre

Un des impacts potentiels 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. A noter que l'article 5 de l'arrêt du 26 août 2011¹ oblige l'exploitant à réaliser « une étude démontrant que l'ombre projetée de l'aérogénérateur n'impacte pas plus de trente heures par an et une demi-heure par jour le bâtiment » à usage bureau lorsque celui y est implanté à moins de 250 mètres.

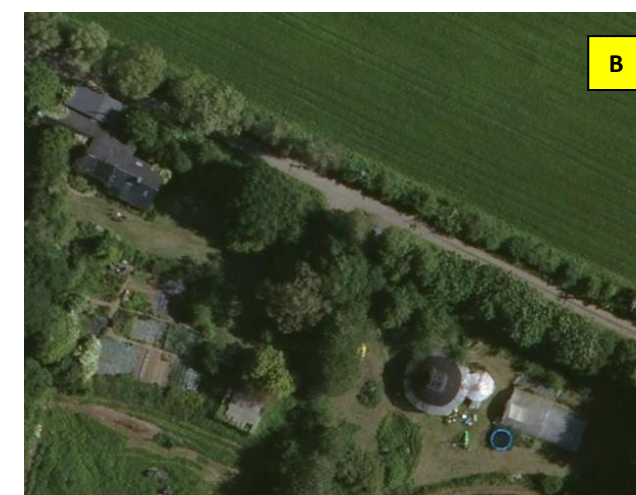
La présente étude se focalise donc sur la détermination de l'ombre projetée par le disque du rotor sur la topographie environnante, à différents moments de l'année et à différentes heures de la journée. L'attention sera portée

- sur les habitations situées aux alentours du projet (qui sont toutes situés à plus de 250 mètres), notamment celles à l'est, à l'ouest et au nord du site.

A noter également que les trois habitations implantées sur Lan Vraz ne sont pas considérées dans l'application de la règle des 500 mètres. En effet, l'habitation² localisée sur la parcelle ZY32 (A) sera détruite avant la mise en service du parc éolien : l'attestation de démolition est consultable en pièce 8 « Accords et avis consultatifs ».



Habitation à détruire lors de la mise en service



Deux habitations sous l'emprise de la promesse

Concernant les deux autres habitations (B), une promesse de constitution d'une servitude d'affectation et d'usage des immeubles a été signée entre IEL Développement et le propriétaire en novembre 2016. Cette promesse implique que le statut de construction à usage d'habitation disparaît au profit d'une utilisation du bâti comme local technique annexe à l'exploitation agricole : la promesse complète est consultable en pièce 8 « Accords et avis consultatifs ».

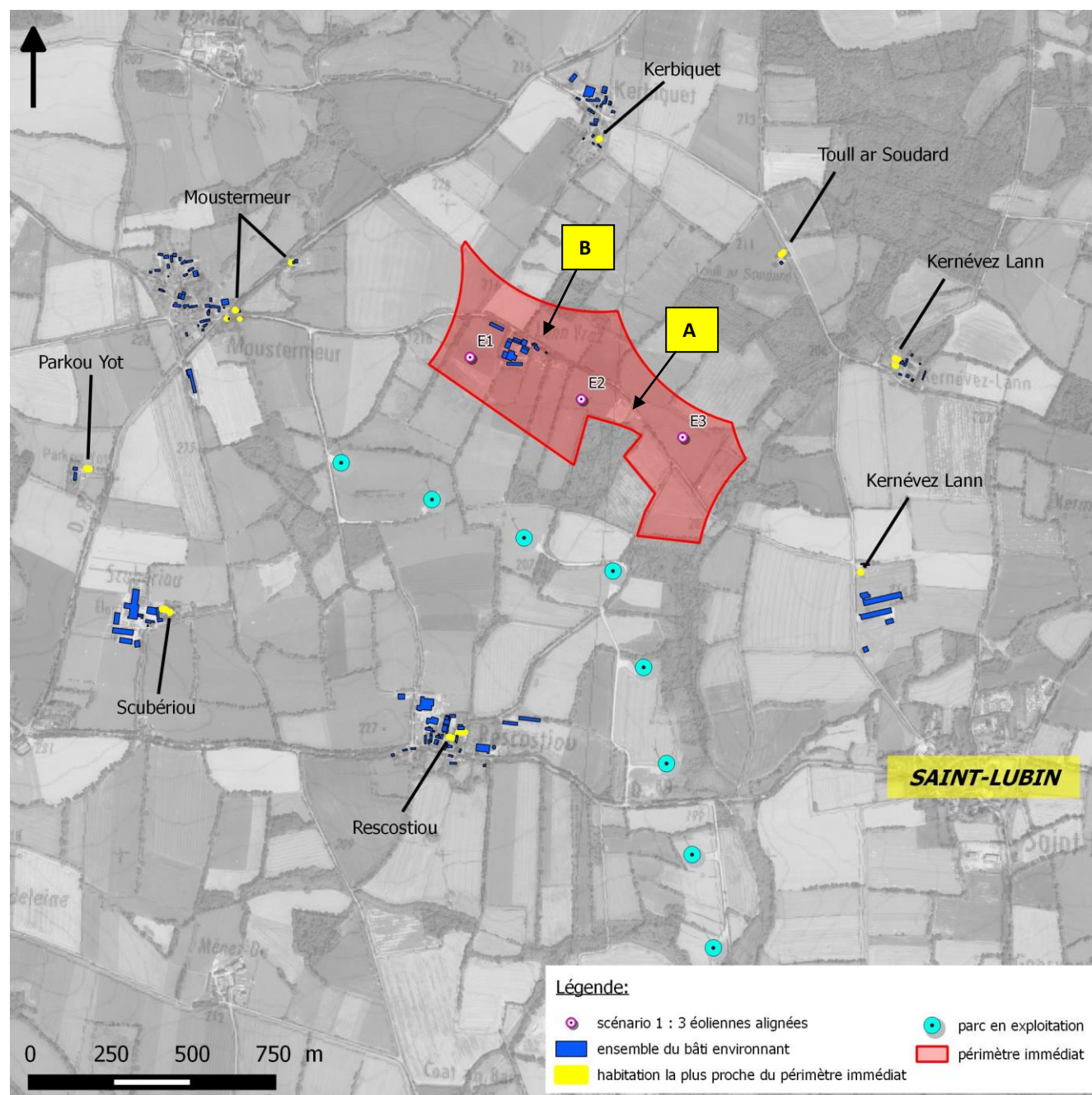
¹ Arrêt du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement

² Plus précisément, il s'agit d'une caravane



3.1.2.4.1. Etudes des ombres portées sur les habitations

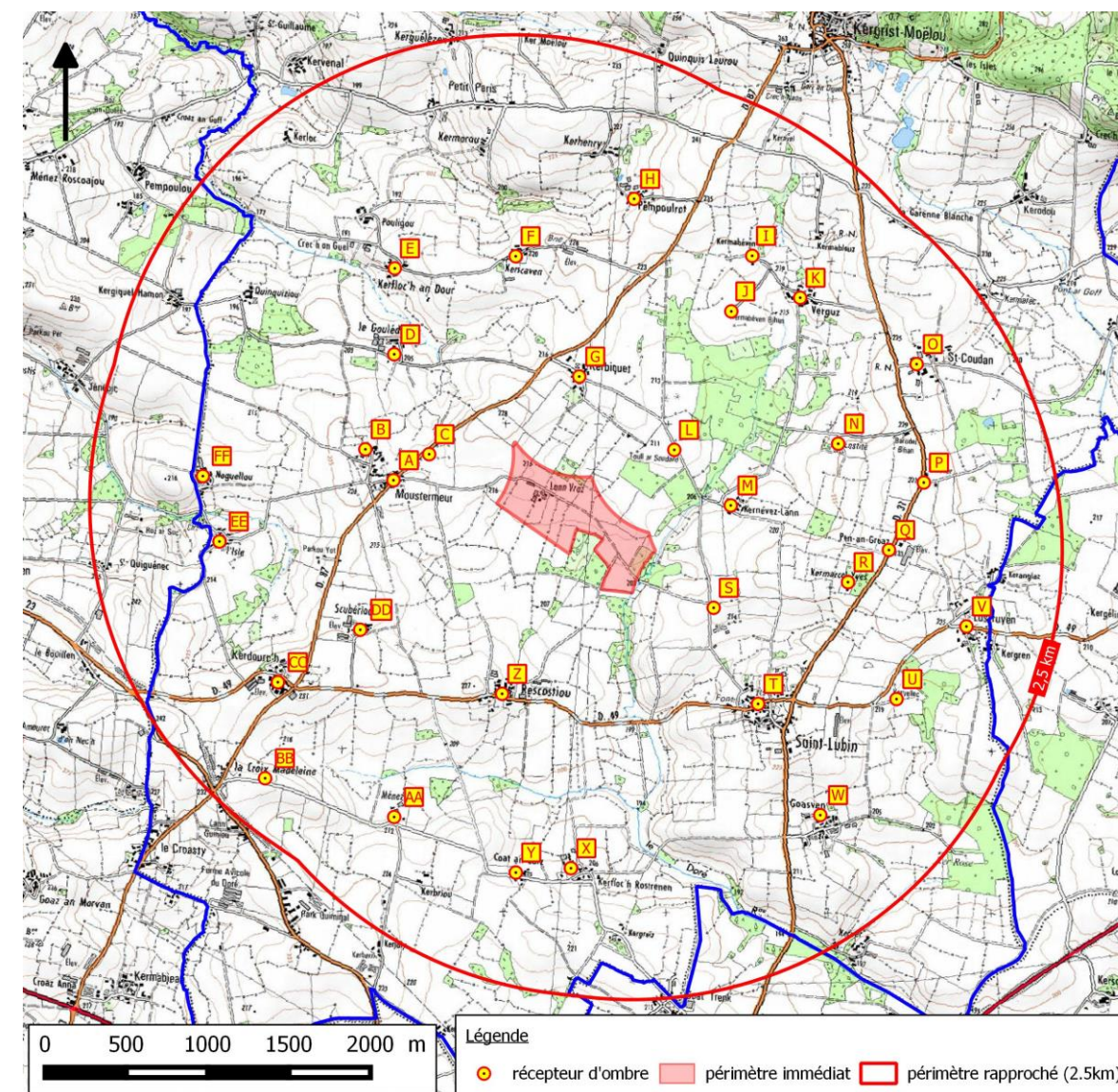
Les différents récepteurs d'ombrage sont localisés sur la carte suivante.



Carte 7 : Localisation des habitations les plus proches des éoliennes pour chaque hameau riverain

- Sur les bâtiments de Lan Vraz qui ont un usage de bureaux (dans le cadre de la promesse de constitution de servitudes d'affectation d'usage). Ces derniers sont situés à environ 130 mètres de la première éolienne.

Dans nous verrons dans un premier temps, l'impact des ombres portées sur les habitations les plus proches, puis dans un second temps sur les locaux techniques (bureaux) destinés à l'activité agricole.



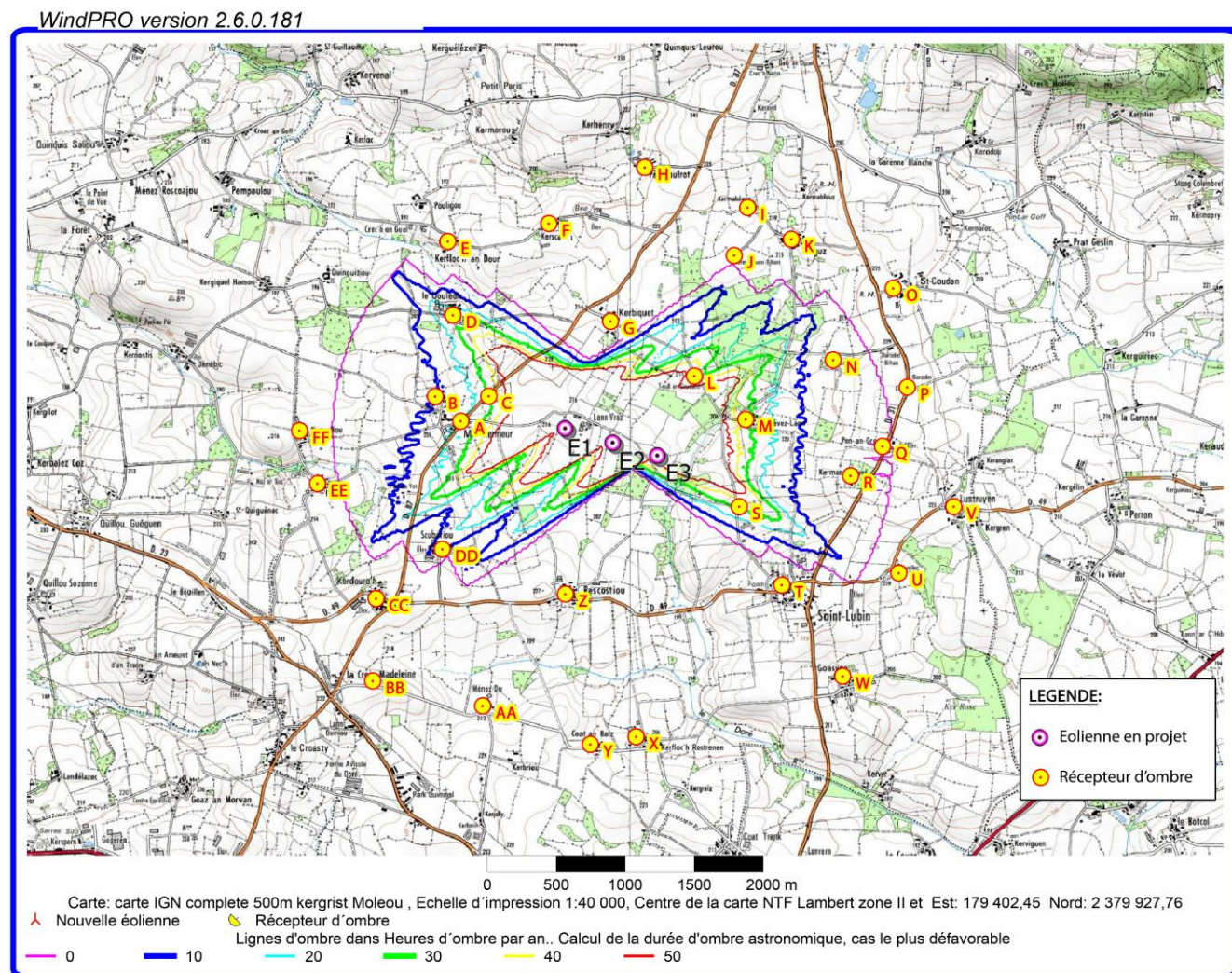
Carte 8: Carte des réceptions d'ombrage

La présente modélisation tient 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 ;

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

Le logiciel utilisé est le logiciel professionnel Windpro version 2.6. Le plan d'exposition du territoire à l'ombre portée 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.



Carte 9: Carte 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 12 heures par an pour le hameau le plus impacté.

H	00h00
I	0h00
J	0h00
K	0h00
L	13h20
M	12h39
N	1h26
O	0h00
P	0h00
Q	0h34
R	1h04
S	11h11
T	00h00
U	00h00
V	0h00
W	0h00
X	0h00
Y	0h00
Z	0h00
AA	0h00
BB	0h00
CC	0h00
DD	2h35
EE	0h00
FF	0h00

Tableau 6: Tableau d'emplacement des récepteurs d'ombrages

Référence de récepteur d'ombre	Résultat du calcul d'ensoleillement réel moyen (1610 heures par an)
A	7h45
B	3h36
C	11h18
D	8h55
E	00h00
F	00h00
G	00h00



PIÈCE 4 – PARTIE 2 - ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ

SECTION 6 : LA SANTÉ, LE CLIMAT ET LA QUALITÉ DE L'AIR

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

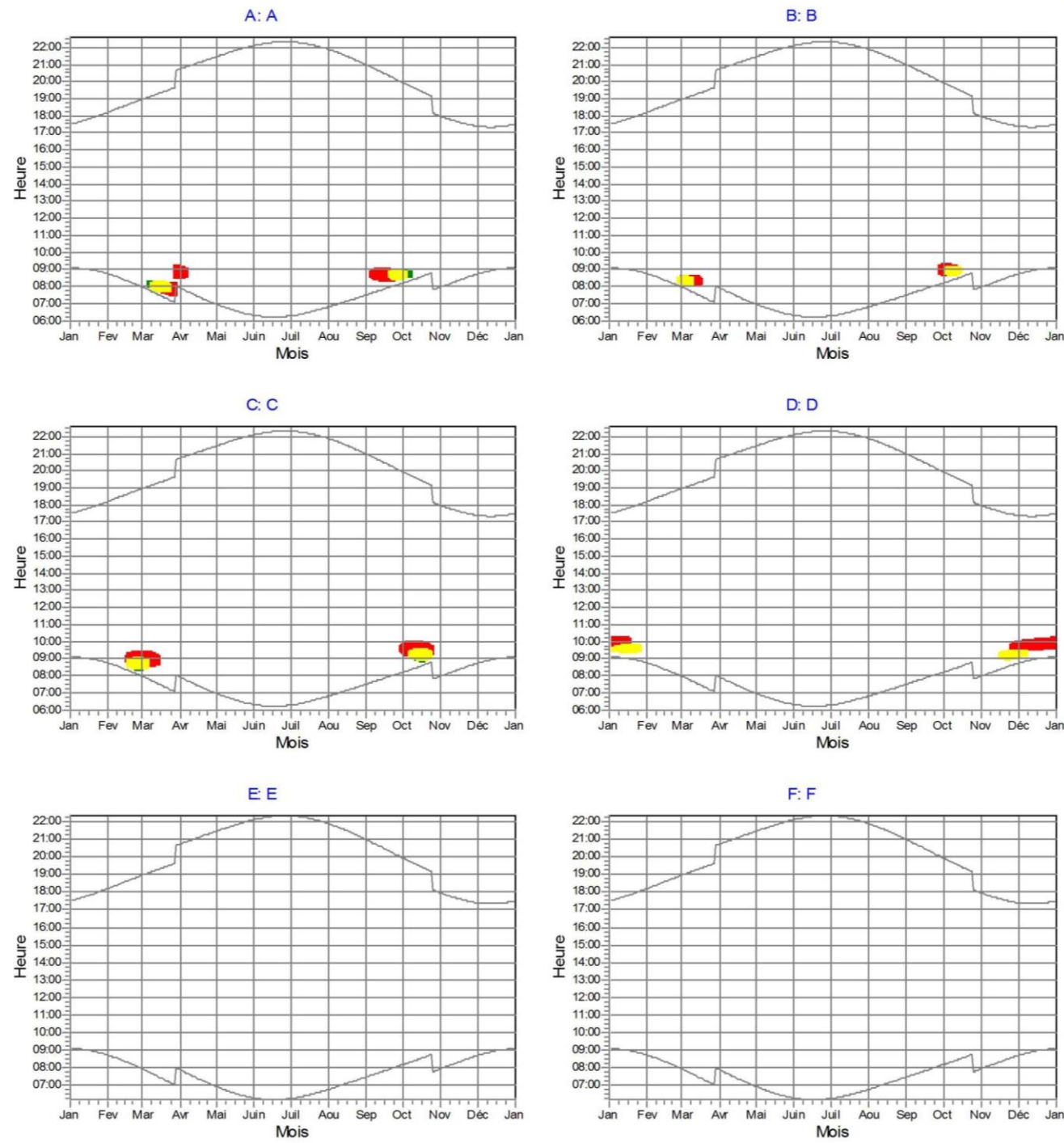
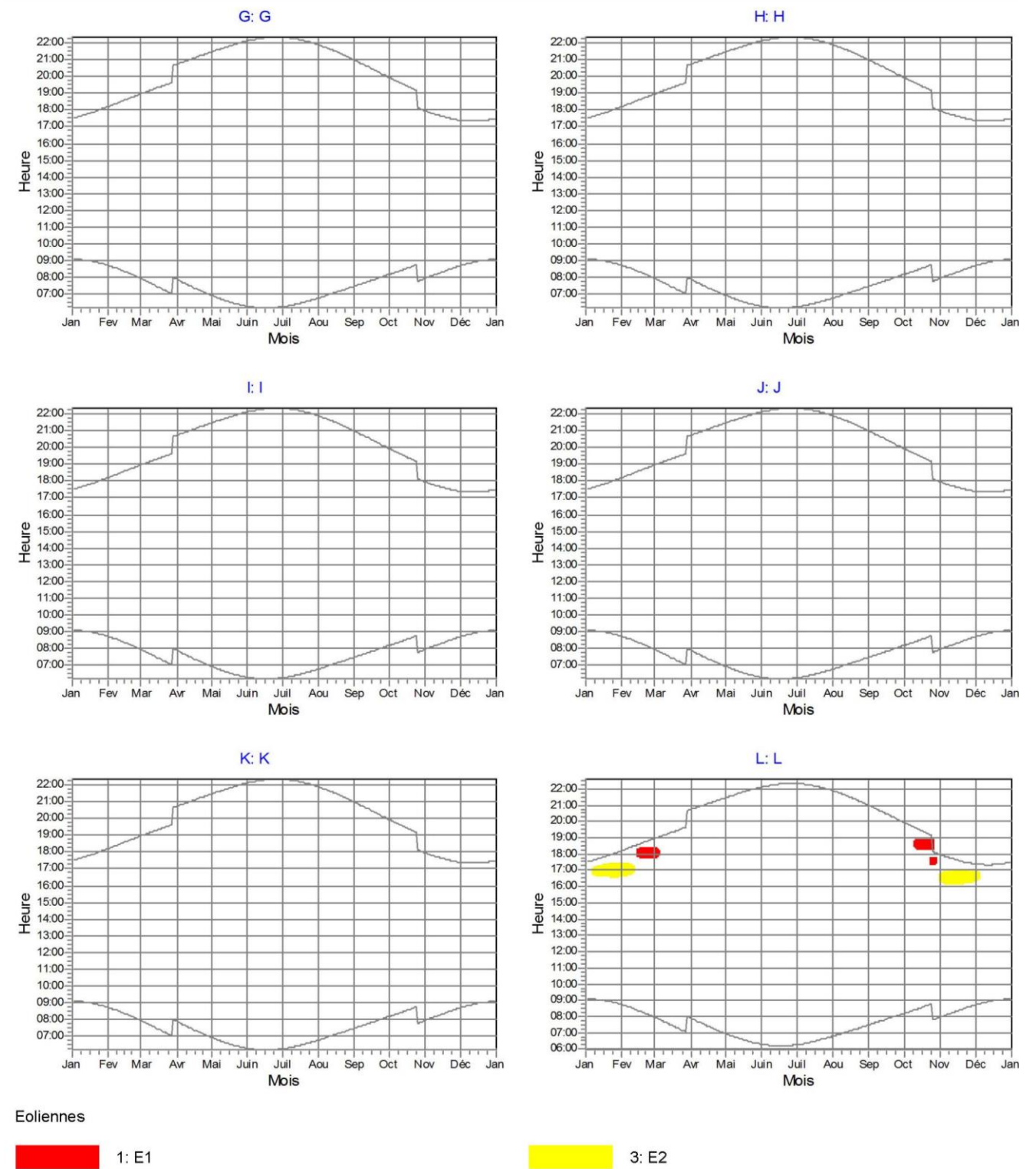


Figure 6 : Calendriers graphiques (1)

Source : WindPro



Eoliennes

1: E1

3: E2

Figure 7 : Calendriers graphiques (2)

Source : WindPro



PIÈCE 4 – PARTIE 2 - ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ

SECTION 6 : LA SANTÉ, LE CLIMAT ET LA QUALITÉ DE L'AIR

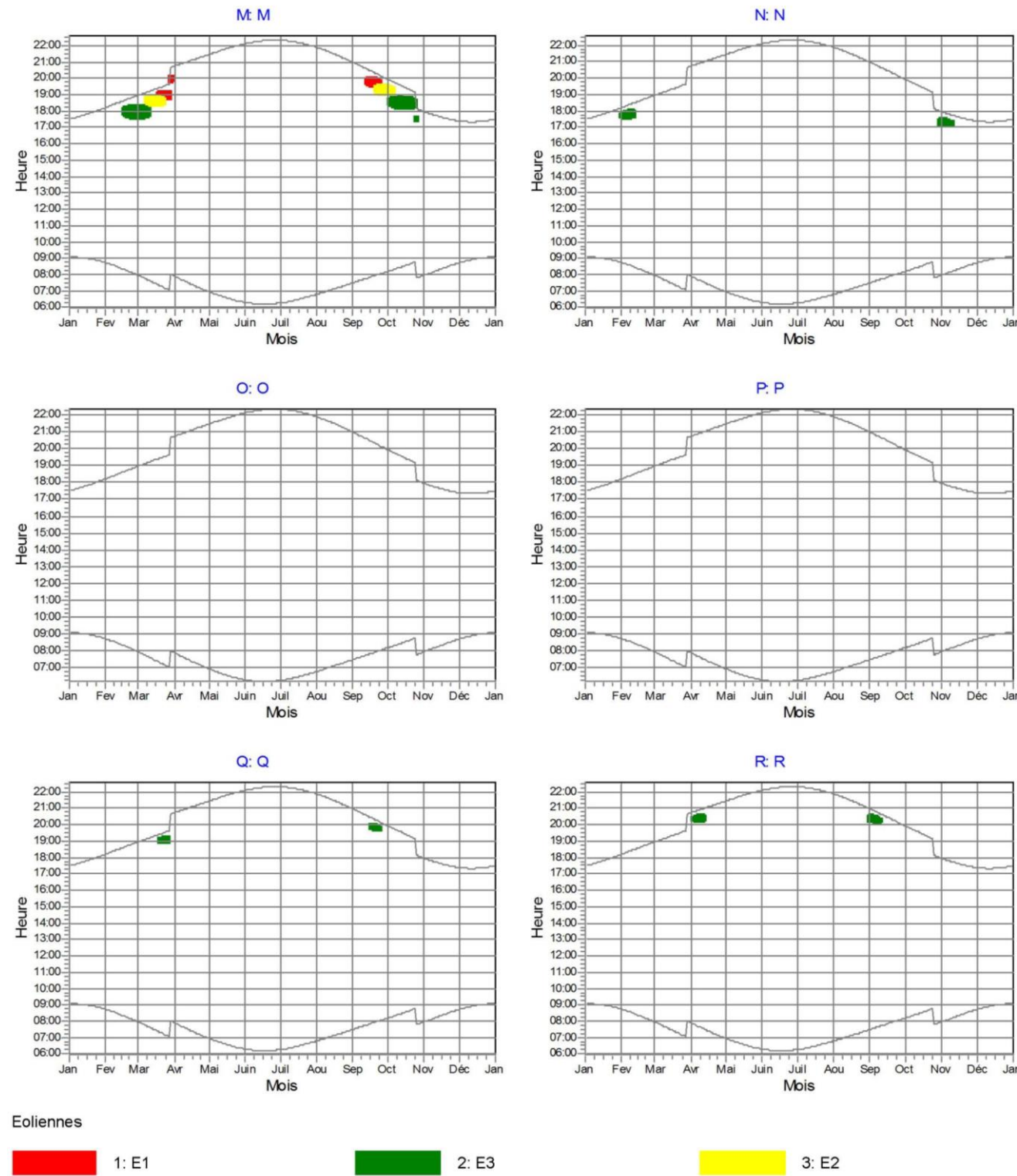


Figure 8 : Calendriers graphiques (3)

Source : WindPro

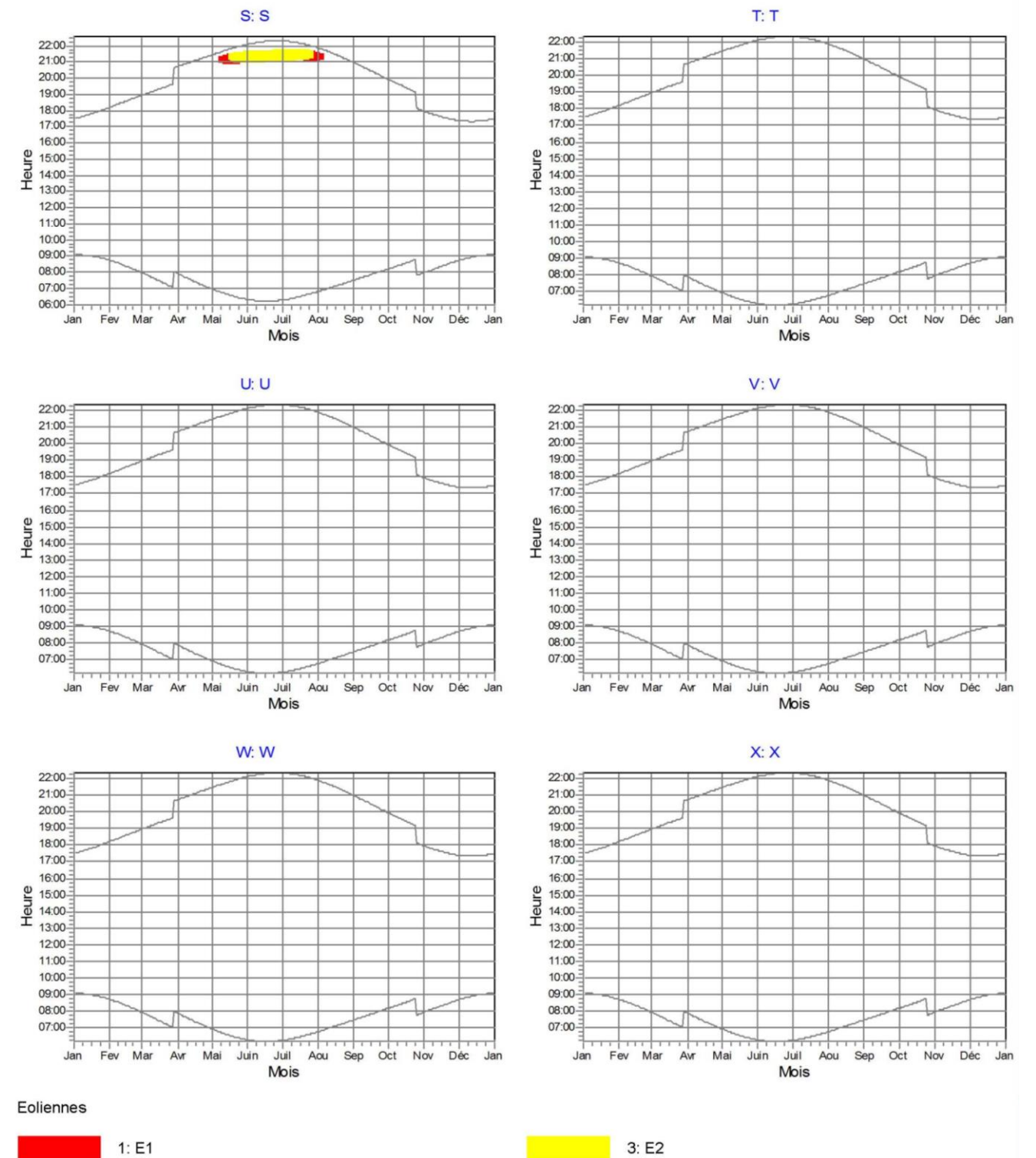
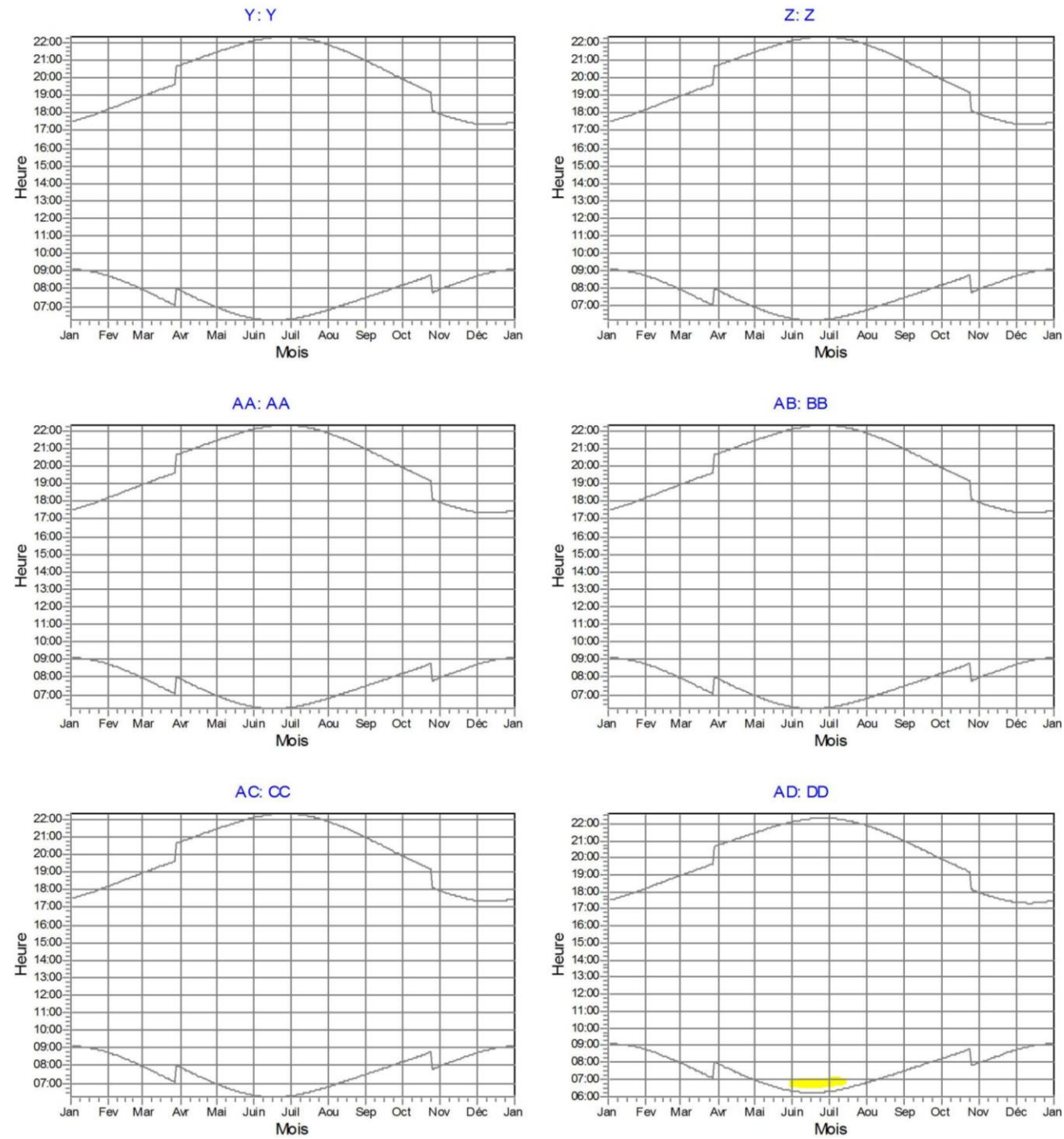


Figure 9 : Calendriers graphiques (4)

Source : WindPro



Eoliennes

3: E2

Figure 10 Calendriers graphiques (2)

Source : WindPro

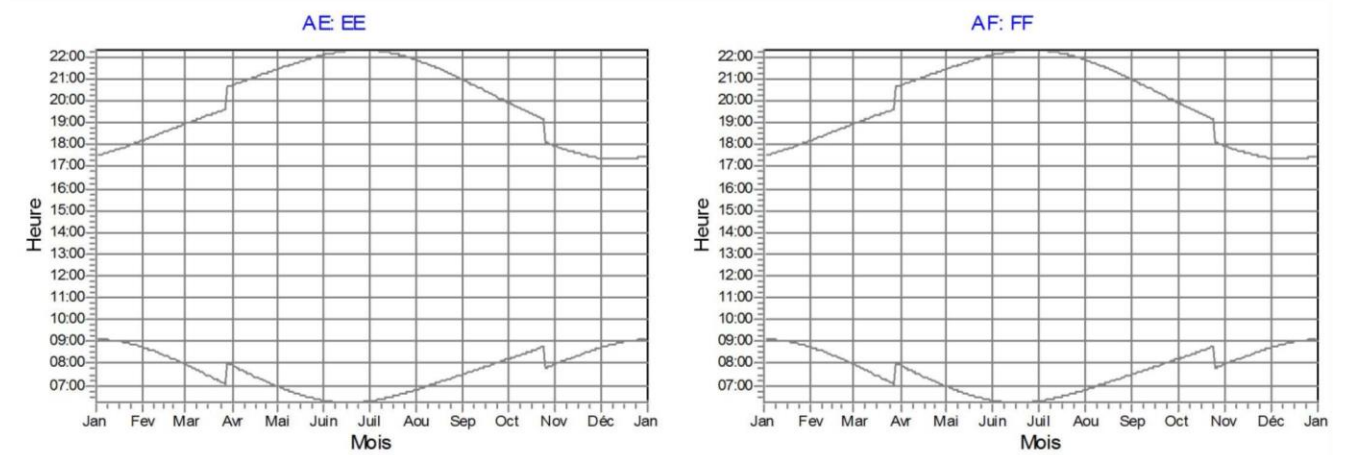


Figure 11 : Calendriers graphiques (2)

Source : WindPro

3.1.2.4.1. Etudes des ombres portées sur les bâtiments à usage de bureaux

Dans un rayon de 250 mètres autour des habitations, seuls des bâtiments à usage de bureaux sont présents. Il s'agit de bureaux dans le cadre de l'activité agricole de monsieur Koulm Stephan. **Ces bureaux n'ont pas vocation à accueillir du public.** Un récepteur a été placé sur les deux locaux (bureau 1/bureau2).



PIÈCE 4 – PARTIE 2 - ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ

SECTION 6 : LA SANTÉ, LE CLIMAT ET LA QUALITÉ DE L'AIR



Carte 10: Carte des réceptions d'ombrage

La présente modélisation tient compte de plusieurs hypothèses :

- Prise en compte de la végétation diffuse;
- Prise en compte de zones boisées
- Présence permanente de vent en période diurne ;
- Présence permanente de soleil sur les 4380 heures correspondant à la période diurne ;

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 moins de 12 heures par an pour le hameau le plus impacté.

Référence de récepteur d'ombre	Résultat du calcul d'ensoleillement maximum, ensoleillement permanent	Résultat du calcul d'ensoleillement réel moyen (1610 heures par an)
Bureau 1	21h18	9h00
Bureau 2	31h00	11h45

Les effets d'ombrages générés par le parc éolien Lan Vraz sur les deux bureaux situés à moins de 250 mètres d'une éolienne seront donc inférieurs à 30 heures par an.

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	Mal	Jun	Juillet	août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre			
1	09:02	16:46 (4)	08:40	07:53	07:50	06:52	06:14	06:12	06:44	07:26	08:08	07:55	08:39	16:29 (4)	
2	09:02	16:46 (4)	08:39	07:52	07:48	06:51	06:13	06:13	06:45	07:28	08:10	07:56	08:41	16:29 (4)	
3	09:02	16:47 (4)	08:38	07:50	07:46	06:49	06:12	06:13	06:46	07:29	08:11	07:58	08:42	16:31 (4)	
4	09:02	16:47 (4)	08:36	07:48	07:44	06:48	06:12	06:14	06:48	07:30	08:12	07:59	08:43	16:31 (4)	
5	09:02	16:47 (4)	08:35	07:46	07:42	06:46	06:11	06:15	06:49	07:32	08:14	08:01	08:44	16:32 (4)	
6	09:01	16:46 (4)	08:33	07:44	07:40	06:44	06:11	06:15	06:50	07:33	08:15	08:03	08:45	16:32 (4)	
7	09:01	16:47 (4)	08:32	07:42	07:38	06:43	06:10	06:16	06:52	07:35	08:17	08:04	08:47	16:33 (4)	
8	09:01	16:47 (4)	08:30	07:40	07:36	06:41	06:10	06:17	06:53	07:36	08:18	08:06	08:48	16:35 (4)	
9	09:01	16:47 (4)	08:29	07:38	07:34	06:40	06:09	06:18	06:54	07:37	08:20	08:07	08:49	16:36 (4)	
10	09:00	16:47 (4)	08:27	07:36	07:32	06:38	06:09	06:19	06:56	07:39	08:21	08:09	08:50	16:36 (4)	
11	09:00	16:47 (4)	08:26	07:34	07:30	06:37	06:09	06:20	06:57	07:40	08:23	08:10	16:34 (4)	08:51	16:37 (4)
12	08:59	16:46 (4)	08:24	07:32	07:28	06:35	06:09	06:21	06:58	07:41	08:24	08:12	16:30 (4)	08:52	16:38 (4)
13	08:59	16:47 (4)	08:22	07:30	07:26	06:34	06:08	06:22	07:00	07:43	08:26	08:13	16:41 (4)	08:53	16:39 (4)
14	08:58	16:47 (4)	08:21	07:27	07:24	06:33	06:08	06:23	07:01	07:44	08:27	08:15	16:43 (4)	08:54	16:40 (4)
15	08:57	16:47 (4)	08:19	07:25	07:22	06:31	06:08	06:24	07:03	07:46	08:29	08:16	16:45 (4)	08:54	16:40 (4)
16	08:57	16:47 (4)	08:17	07:23	07:20	06:30	06:08	06:25	07:04	07:47	08:30	08:18	16:46 (4)	08:55	16:42 (4)
17	08:56	16:48 (4)	08:16	07:21	07:18	06:29	06:08	06:26	07:05	07:48	08:32	08:20	16:47 (4)	08:56	16:43 (4)
18	08:55	16:48 (4)	08:14	07:19	07:16	06:27	06:08	06:27	07:07	07:50	08:33	08:21	16:49 (6)	08:57	16:44 (4)
19	08:54	16:49 (4)	08:12	07:17	07:14	06:26	06:08	06:28	07:08	07:51	08:35	08:23	16:51 (6)	08:57	16:45 (4)
20	08:54	16:49 (4)	08:10	07:15	07:12	06:25	06:08	06:29	07:09	07:53	08:36	08:24	16:53 (6)	08:58	16:45 (4)
21	08:53	16:49 (4)	08:09	07:13	07:10	06:24	06:08	06:30	07:11	07:54	08:38	08:26	16:55 (6)	08:59	16:46 (4)
22	08:52	16:50 (4)	08:07	07:11	07:09	06:23	06:09	06:31	07:12	07:55	08:39	08:27	16:57 (6)	08:59	16:46 (4)
23	08:51	16:51 (4)	08:05	07:09	07:07	06:22	06:09	06:32	07:14	07:57	08:41	08:28	16:59 (6)	09:00	16:46 (4)
24	08:50	16:51 (4)	08:03	07:07	07:05	06:21	06:09	06:34	07:15	07:58	08:42	08:30	16:54 (6)	09:00	16:46 (4)
25	08:49	16:51 (4)	08:01	07:05	07:03	06:20	06:09	06:35	07:16	08:00	07:44	08:31	16:55 (6)	09:00	16:47 (4)
26	08:48	16:53 (4)	07:59	07:03	07:01	06:19	06:10	06:36	07:18	08:01	07:45	08:33	16:57 (6)	09:01	16:47 (4)
27	08:47	16:54 (4)	07:57	07:01	06:59	06:18	06:10	06:37	07:19	08:02	07:47	08:34	16:52 (4)	09:01	16:47 (4)
28	08:45	16:55 (4)	07:55	06:58	06:58	06:17	06:11	06:38	07:21	08:04	07:48	08:35	16:51 (4)	09:01	16:47 (4)
29	08:44	16:57 (4)		07:56	06:56	06:16	06:11	06:40	07:22	08:05	07:50	08:37	16:52 (4)	09:02	16:47 (4)
30	08:43	16:59 (4)		07:54	06:54	06:15	06:12	06:41	07:23	08:07	07:52	08:38	16:29 (4)	09:02	16:47 (4)
31	08:42	17:10 (4)		07:52	06:52	06:14	06:12	06:42	07:25	08:09	07:54	08:39	16:49 (4)	09:02	16:47 (4)
Heures de jour	273														
Ombre astronomique	599	285	368	410	471	481	486	444	379	336	278	461	260	211	

Figure 12 : Détails des ombres portées pour le bureau 1 sans prise en compte du taux d'ensoleillement, en minutes

Source : WindPro



Figure 13 : Détails des ombres portées pour le bureau 2 sans prise en compte du taux d'ensoleillement, en minutes

Heures de jour	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Ombre astronomique	273	285	270	141	410	471	481	486	379	286	633	12

Source : WindPro

Tableau 7 : Détails des ombres portées pour le bureau 1 en minutes

Jour	Janvier	Février	Mars	avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1	2,96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,03
2	3,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,66
3	3,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,29
4	3,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,92
5	4,44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,18
6	4,81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,81
7	5,18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,44
8	5,92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,7
9	5,92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,33
10	6,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,33
11	7,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,11	2,96
12	7,77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,07	2,59
13	8,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,55	2,22
14	8,51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,66	1,85
15	9,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,4	1,48
16	9,62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,77	1,11
17	9,99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,88	0,74
18	10,73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,62	0,74
19	10,73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,36	0,74
20	11,47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,1	0,74
21	11,47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,47	0,74
22	11,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,47	0,74
23	10,36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,73	0,74
24	9,62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,73	0,74
25	8,88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,36	0,74
26	7,77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,62	0,74
27	7,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,25	0,74
28	6,29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,88	1,11
29	5,18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,14	1,85
30	4,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,4	1,85
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,22
Total en minutes	221,63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	170,57	78,07



Tableau 8 : Détails des ombres portées pour le bureau 2 en minutes

Jour	Janvier	Février	Mars	avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1	0	9,25	7,4	0	0	0	0	0	0	0	0	2,96
2	0	8,88	7,77	0	0	0	0	0	0	0	0	1,48
3	0	8,14	7,77	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	7,03	7,4	0	0	0	0	0	0	0	2,22	0
5	0	5,92	7,03	0	0	0	0	0	0	1,85	4,81	0
6	0	4,81	6,29	0	0	0	0	0	0	4,07	6,29	0
7	0	1,85	5,18	0	0	0	0	0	0	5,55	7,4	0
8	0	0	3,33	0	0	0	0	0	0	6,66	8,51	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,4	8,88	0
10	1,11	0	0	0	0	0	0	0	0	7,77	9,25	0
11	2,96	0	0	0	0	0	0	0	0	7,77	9,62	0
12	4,07	0	0	0	0	0	0	0	0	7,77	9,99	0
13	5,18	0	0	0	0	0	0	0	0	7,4	10,73	0
14	5,55	0,74	0	0	0	0	0	0	0	6,29	11,1	0
15	6,66	1,11	0	0	0	0	0	0	0	5,55	11,47	0
16	7,03	2,22	0	0	0	0	0	0	0	4,44	11,84	0
17	7,77	2,96	0	0	0	0	0	0	0	3,33	11,84	0
18	8,51	3,7	0	0	0	0	0	0	0	1,85	12,21	0
19	8,88	4,07	0	0	0	0	0	0	0	2,22	11,84	0
20	9,99	4,81	0	0	0	0	0	0	0	4,07	11,1	0
21	10,73	4,44	0	0	0	0	0	0	0	4,81	10,73	0
22	11,1	3,7	0	0	0	0	0	0	0	4,44	9,99	0
23	11,84	2,22	0	0	0	0	0	0	0	4,07	8,88	0
24	12,21	2,59	0	0	0	0	0	0	0	3,33	8,51	0
25	11,84	3,7	0	0	0	0	0	0	0	2,59	8,14	0
26	11,84	4,81	0	0	0	0	0	0	0	1,85	7,03	0
27	11,47	5,92	0	0	0	0	0	0	0	0,74	6,66	0
28	11,1	7,03	0	0	0	0	0	0	0	0	5,92	0
29	10,73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,18	0
30	9,99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,07	0
31	9,62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total en minutes	190,18	99,9	52,17	0	0	0	0	0	0	105,82	234,21	4,44

La durée maximale calculée d'ombres portée est de 12 minutes, en deçà des 30 minutes maximales autorisées par la réglementation.

Le parc éolien de Lan Vraz respectera l'article 5 de l'arrêté du 26 août 20113 . L'ombre projetée sur un bureau sera inférieure à trente heures par an et inférieure à une demi-heure par jour par bureau.

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 éoliennes du projet de Lan Vraz. 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 300 à 500 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.

³ 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



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 13,2 millions de kilowattheures par an, correspond à la consommation moyenne en électricité (incluant le chauffage) de plus de 3 500 personnes (la consommation électrique annuelle par habitant est voisine de 3 500 kWh).

3.2.2.1. Le bilan carbone

Le CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ sur 20 ans, soit environ 5 000 tonnes pour trois éoliennes sur 20 ans.**

Le tableau suivant présente les économies de CO₂ 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 (CO₂)	12 540 tonnes (950g/kWh en moyenne)	10 560 tonnes (800g/kWh en moyenne)	6 000 tonnes (454g/kWh en moyenne)	1 120 tonnes (85g/kWh en moyenne)	5 280 tonnes (400g/kWh en moyenne)
Temps de retour CO₂	4,8 mois	5,7 mois	10 mois	54 mois	11,4 mois

Tableau 9 : Temps de retour CO₂ du parc éolien

En se substituant au mix énergétique français, l'électricité éolienne évite la production d'environ 1 120 tonnes de CO₂ chaque année ce qui correspond à **plus de 9 millions de kilomètres réalisés avec une citadine fonctionnant à l'essence achetée en 2014** (120 gCO₂/km).

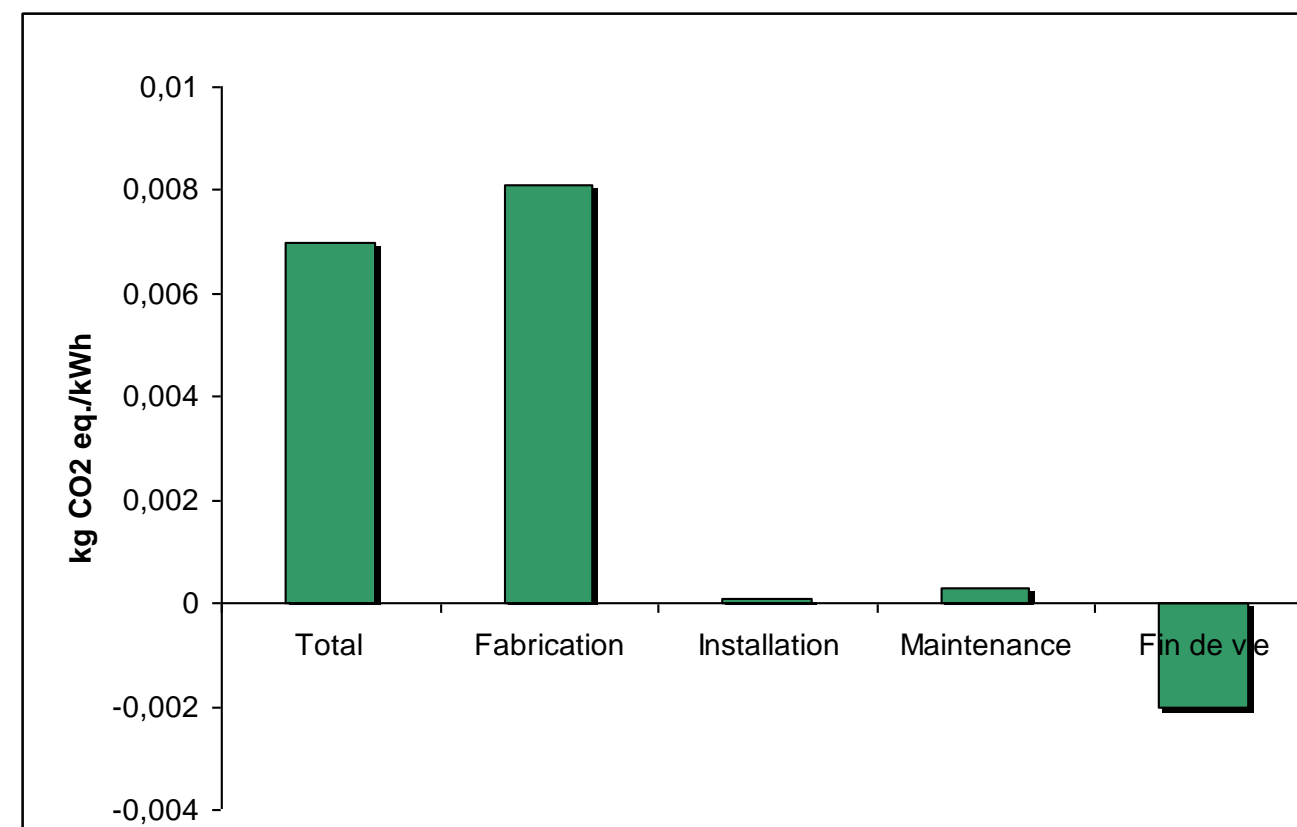


Figure 14 : Emission de CO₂ par phase du cycle de vie

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 CO₂.** 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 Lan Vraz générera environ 5 000 tonnes de CO₂ en 20 ans et en économisera au moins 22 000 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 MégaJoule⁴ /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 Lan Vraz produira 13,2 millions de kWh d'énergie électrique annuellement soit 47 520 000 MJ. En parallèle, l'énergie totale dépensée sur 20 ans sera de 13,2 millions de kWh X 20 X 0,12 = 31 680 000 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

⁴ 1 mégajoule = 0,278 kWh



charbon à 15%. La fabrication de la tour compte également pour 19 % de l'énergie d'origine renouvelable consommée.

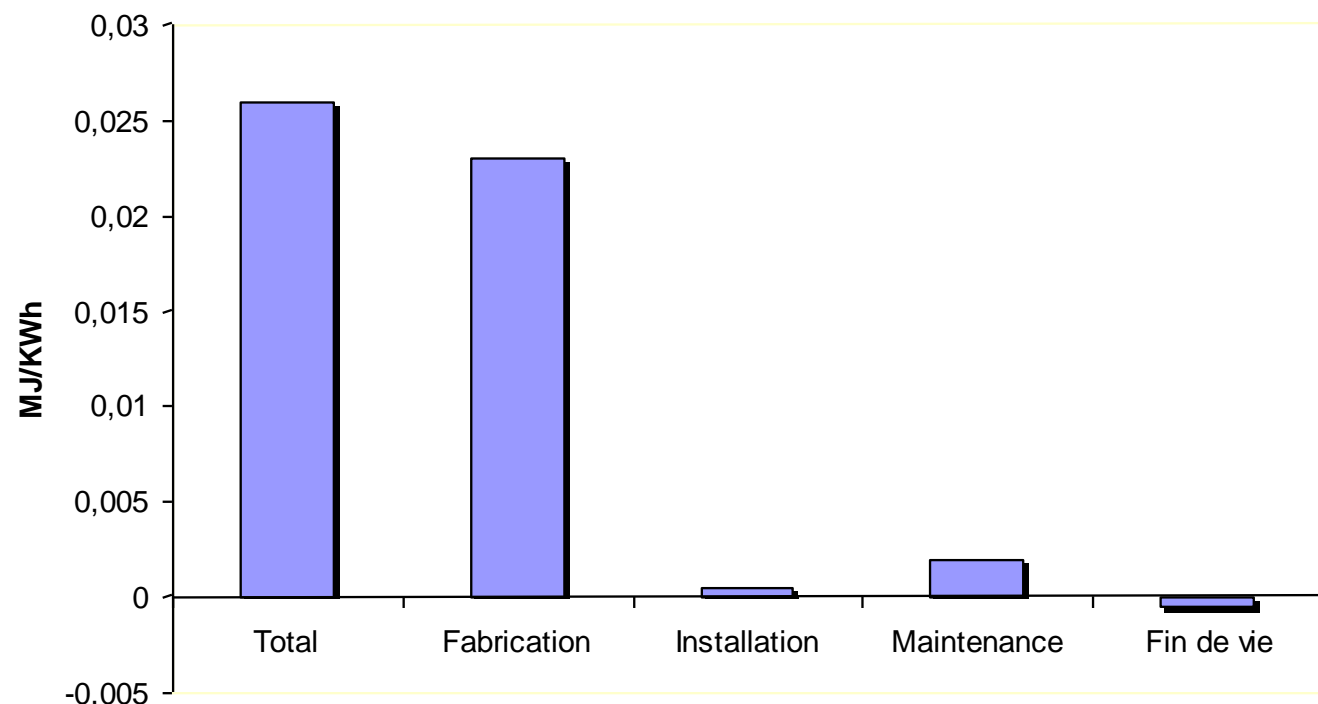


Figure 15 : Consommation d'énergie renouvelable par phase du cycle de vie

Source: LCA V112 Saintudy report 2011

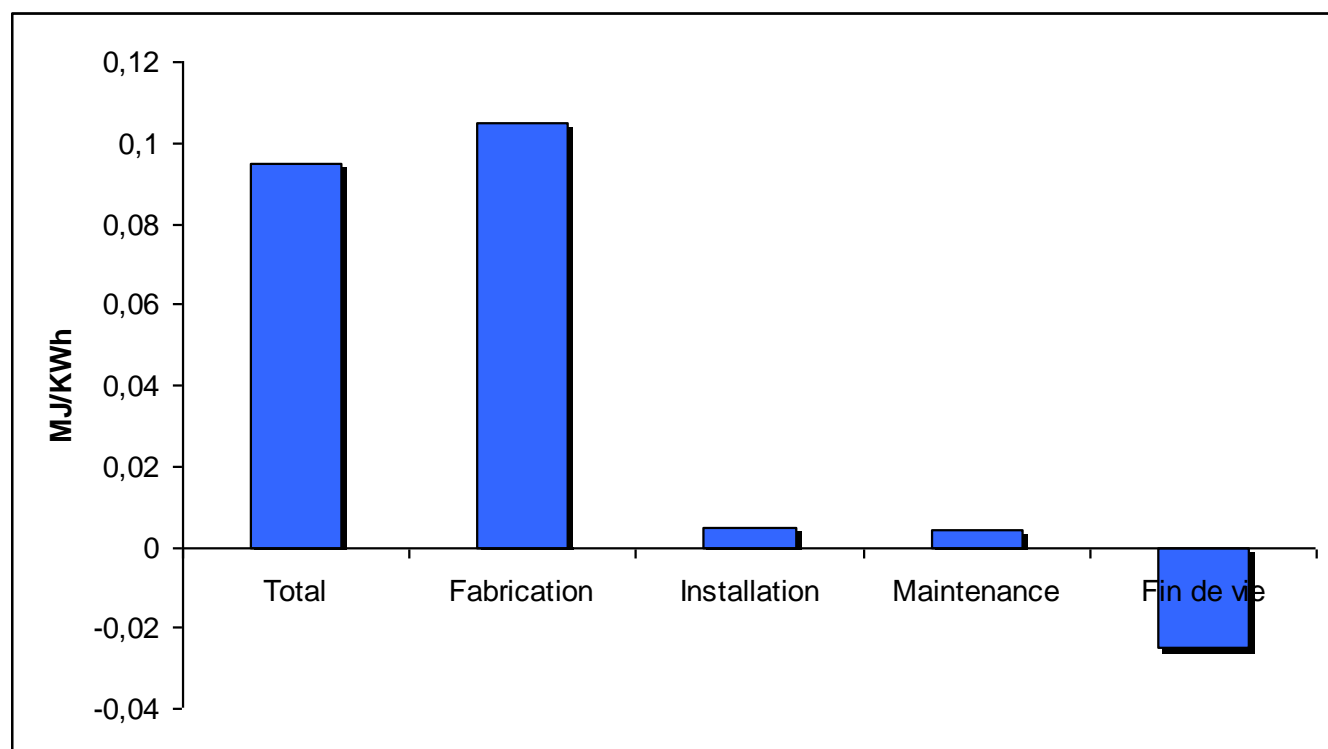


Figure 16 : Consommation d'énergie fossile par phase du cycle de vie

Source: LCA V112 Saintudy report 2011

Production en MJ du parc éolien en une année

47 520 000 MJ

Consommation en MJ du parc éolien sur 20 années	31 680 000 MJ
Temps de retour énergétique pour une durée d'exploitation de 20 ans	8 mois

Tableau 10 : Temps de retour énergétique d'un parc éolien

Enfin, on considère que pour maintenir en fonctionnement ses équipements (balisage, équipement électroniques) et pour actionner les différentes manœuvres (pitch des pales, orientation de la nacelle), une éolienne de 2MW consommera environ 5 000 kWh par an, soit 100 000 kWh sur 20 ans ou environ 360 000 MJ sur la même période.

Pour le parc éolien de Lan Vraz, ce sont environ 300 000 kWh ou 1 080 000 MJ sur 20 ans qui seront consommés par les éoliennes.

Le soutirage sera réalisé par le biais d'un réseau de consommation Enedis et l'approvisionnement en électricité des éoliennes sera réalisé par Enercoop ou par Hydronext. Enercoop et Hydronext sont des fournisseurs d'électricité 100 % renouvelable en France et sont en contact direct avec les producteurs d'électricité. Ils approvisionnent en énergie renouvelable les consommateurs par l'intermédiaire du réseau de distribution.

Chaque kWh fourni par Enercoop ou Hydronext ne génère donc qu'une masse faible de CO₂ qui correspond aux équivalents CO₂ générés pendant les phases de conception, construction, maintenance et démantèlement des unités de production d'électricité renouvelables. Ainsi, ce chiffre est supérieur à zéro car malgré l'absence d'émissions polluantes des énergies renouvelables électrogènes pendant l'exploitation des unités de production, il a fallu dépenser une quantité d'énergie donnée pour les autres phases de leur durée de vie.

Par rapport à la consommation d'électricité issue du mix énergétique français, les émissions de CO₂ générées par la consommation électrique des éoliennes sur 20 ans est divisée par 3,2.

Source d'électricité	Coefficient d'émission GES en équivalent gCO ₂ /kWh
Mix national	85 gCO ₂ /kWh
Enercoop	25,5 gCO ₂ /kWh

Tableau 11 : coefficient d'émission GES de l'électricité fournie par Enercoop⁵

La totalité de la consommation d'électricité des éoliennes du parc de Lan Vraz sera assurée par le fournisseur d'électricité 100 % renouvelable Enercoop ou Hydronext.

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

En environ 4 ans et demi, le parc éolien de Lan Vraz aura économisé l'émission du CO₂ généré pour sa construction en se substituant au mix énergétique français

Le choix du fournisseur d'électricité Enercoop ou Hydronext pour la consommation d'électricité des éoliennes permettra d'assurer l'approvisionnement électrique du parc en électricité 100 % renouvelable.

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.

⁵ https://www.enercoop.fr/sites/default/files/Enercoop%204%20P_%20d%C3%A9pliant%20g%C3%A9n%C3%A9ral_1.pdf



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%
% recyclable	87%	% recyclable	38%
Boîte de vitesse (% nacelle)	44%	Pales (% rotor)	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%	Moyeu (% rotor)	9%
		Fer et acier	95%
transformateur (% nacelle)	8%	Métaux non-ferreux	<1%
Fer et acier	82%	polymères	2%
Métaux non ferreux	10%	autre matériaux	3%
polymères	8%		
autres matériaux	<1%	Tour (% du poids de la turbine)	46%
		% recyclable	97%
Générateur (% nacelle)	7%	Fer et acier	99%
Fer et acier	85%	Métaux non-ferreux	<1%
Métaux non ferreux	9%	autres matériaux	<1%
polymères	<1%		
électronique	3%	Autres (% poids de la turbine)	2%
autres matériaux	3%	% recyclable	47%
		Fer et acier	28%
Autres (% nacelle)	41%	Métaux non-ferreux	23%
Fer et acier	80%	polymères	28%
Métaux non ferreux	10%	électronique	5%
polymères	1%	autres matériaux	16%
électronique	3%		
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 620m, 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 CO₂ dans l'atmosphère.

Au-delà des gaz à effet de serre, il existe d'autres polluants atmosphériques. Les polluants considérés sont le SO₂, les NO_x, les COV, les métaux lourds et les polluants organiques persistants.

Le SO₂ 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 NO₂ en présence de l'oxygène de l'air. Les NO_x sont impliqués dans les réactions de formation de l'ozone troposphérique et présentent un potentiel important d'acidification des pluies. Le NO₂ 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 13,2 GWh pour le parc éolien concerné, étant entendu que les éoliennes en exploitation ne génèrent aucune émission atmosphérique.

SO₂ : 13,2 GWh X 2 g/kWh	26,4 tonnes
NO_x : 13,2 GWh X 2 g/kWh	26,4 tonnes
Poussières : 13,2 GWh X 0,29 g/kWh	3,8 tonnes
Métaux Lourds : 13,2 GWh X 0,002 g/kWh	26 kilos

Tableau 12 : 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 620 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.

3.3.2.3. Vibrations

En phase de chantier ou d'exploitation, le projet n'émettra pas de vibrations pouvant constituer une gêne pour le voisinage.

3.4. Effets cumulés

Dans un rayon de 17km autour du site éolien de Lan Vraz, ce sont 64 éoliennes réparties sur 10 parcs qui sont en exploitation, autorisé ou en instruction, pour une puissance totale cumulée d'environ 77,6 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 plus de 153 GWh.

3.4.1. Sur la santé

Le parc éolien de Lan Vraz 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, a fortiori à une distance supérieure à 500 mètres des habitations ;
- Les éoliennes ne génèrent pas d'infrasons susceptibles d'avoir un impact sur la santé humaine, 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 ;

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 Kergrist-Moëlou, 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 Lan Vraz.

Enfin, concernant les impacts des ombrages liés à la présence du parc éolien de Kergrist-Moëlou mis en service en 2010, à notre connaissance, il n'y pas eu de gênes relatives aux ombres portées créées ce parc éolien existant.

Ci-après, la simulation d'ombrages prend en compte le parc de Kergrist-Moëlou et le parc de Lan Vraz, soit 11 éoliennes. On tient alors 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 ;
- Les ombrages présentés prennent en compte les ombres générées par les 8 éoliennes existantes.

Les conditions de calcul sont donc conservatrices et les résultats obtenus maximisent les durées d'ombrage. Le logiciel utilisé est le logiciel professionnel Windpro.

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 onze éoliennes pendant une année entière. Les courbes colorées indiquent ce nombre en heures.

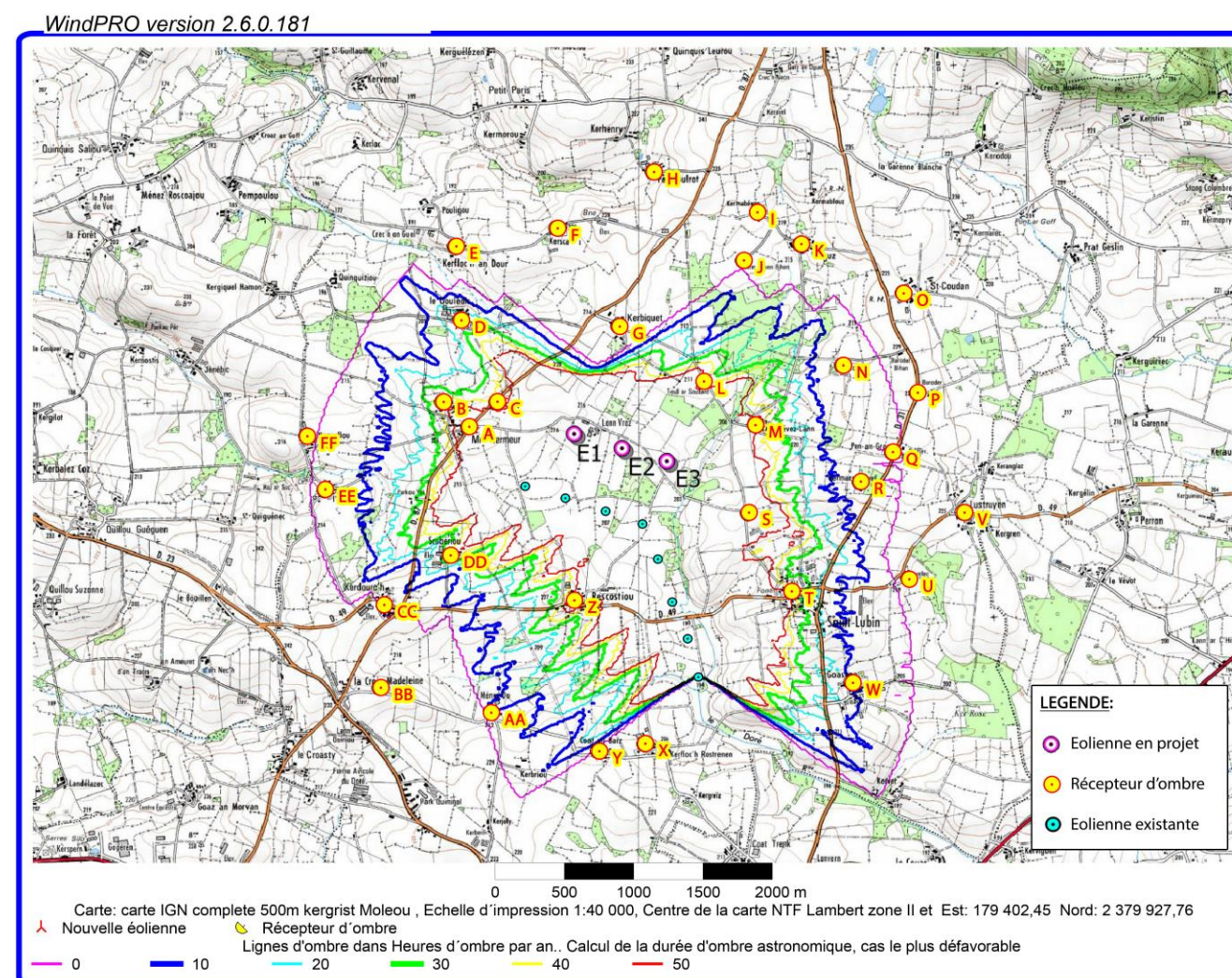


Figure 17 : Cartes des ombrages

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 31 heures par an pour le hameau le plus impacté.**



Référence de récepteur d'ombre	Résultat du calcul d'ensoleillement réel moyen (1610 heures par an)
A	30h37
B	16h11
C	16h34
D	8h55
E	0h00
F	0h00
G	0h00
H	0h00
I	0h00
J	0h00
K	0h00
L	16h17
M	20h40
N	1h26
O	0h00
P	0h00
Q	0h34
R	1h04
S	25h17
T	18h56
U	0h00
V	0h00
W	4h21
X	0h00
Y	0h00
Z	24h00
AA	3h52
BB	0h00
CC	2h17
DD	13h45
EE	0h54
FF	0h00

Tableau 14 : Tableau d'emplacement des récepteurs d'ombrages

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 77,6 MW éoliens installés (soit une production annuelle de 153 GWh) dans ce périmètre éviteront l'émission de plus de 13 000 tonnes de CO₂ chaque année. Cela correspond aux émissions en CO₂ réalisées par plus de 108 millions de kilomètres roulés par un véhicule essence typique de l'année 2014 (120 gCO₂/km).

Enfin, en termes de pollutions diverses évitées, la mise en service de 77,6 MW d'éolien éviteront l'émission de :

- 306 tonnes de SO₂,
- Près de 306 tonnes de NO_x
- Près de 44 tonnes de poussières
- Plus de 306 kilogrammes de métaux lourds.

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

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 4,5 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 Lan Vraz 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 31 heures par an pour le hameau le plus impacté en considérant les onze éoliennes du futur parc consolidé.



4. LES MESURES D'ÉVITEMENT, DE RÉDUCTION ET COMPENSATOIRES

4.1. Sur la santé

4.1.1. 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 620 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 existantes 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€.

4.1.2. 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. La procédure serait la suivante :

- Mise à disposition en mairies de formulaires à remplir par les habitants subissant des gênes due à l'ombre ;
- Transmission par la mairie à IEL Exploitation des formulaires remplis ;
- Déplacement chez les habitants ayant rempli le formulaire d'un salarié de la société IEL Exploitation afin de constater l'ombrage ;
- Arrêt de l'éolienne selon les calendriers graphiques.

Vous trouverez un exemplaire de ce formulaire en annexe.

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. A noter que cette procédure n'a pour l'instant jamais été activé sur les projets éoliens étudiés par le Groupe IEL.

4.2. Sur la qualité de l'air

4.2.1. 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.

4.2.2. 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.

4.3. 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 620 mètres de la première habitation	Synchronisation des feux Installation de flash de type « Led »	Respect de la Norme	/
		Chantier	Temporaire	Faible		Recyclage des déchets		/
	Déchets	Exploitation	Périodique	Négligeable	/	Attribution d'un lot « gestion des déchets »	Négligeable	
Air de bonne qualité	Qualité de l'air	Exploitation	Permanent	Positif	Arrêt des moteurs lors de stationnements	/	Positif	/

Tableau 15: Synthèse des mesures ERC

5. CONCLUSION

5.1.1. 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 620 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 existantes
- 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.

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 la totalité du parc consolidé (11 éoliennes) et 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 d'environ 31 heures par an pour le hameau le plus impacté.

Le parc éolien de Lan Vraz respectera l'article 5 de l'arrêté du 26 août 2011⁶. L'ombre projetée sur un bureau sera inférieure à trente heures par an et inférieure à une demi-heure par jour.

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.**

5.1.2. 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 13,2 millions de kilowattheures par an correspond à la consommation moyenne en électricité (incluant le chauffage) de près de 3 500 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 620 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 4,5 années de fonctionnement pour permettre l'économie de la masse de CO₂ 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...).

⁶ 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