

Parc éolien Courtis Neufs

Établissement d'un plan d'aménagement détaillé (PAD)

Protection contre les effets d'ombres
clignotantes



Sur mandat de RhônEole SA

KohleNusbaumer SA – septembre 2024

Numéro de la version

Version 2.2

Date de l'édition

5 septembre 2024

RhônEole SA c/o Genedis SA Grand Rue 2 1904 Vernayaz Tél. 027 763 14 11 contact@valeole.ch www.eolien-valais.ch	KohleNusbaumer SA Chemin de Champ-Jaccoud 22 1807 Blonay Tél. 021 311 74 41 info@kn-sa.ch www.kn-sa.ch
--	--

Table des matières

1. Introduction.....	4
1.1. OBJECTIF	4
1.2. HISTORIQUE.....	4
1.3. INVENTAIRE DES BÂTIMENTS CONCERNÉS PAR LES EFFETS D'OMBRES CLIGNOTANTES	5
1.4. MODÈLE TYPE D'ÉOLIENNE.....	5
2. Situation.....	6
3. Directives et recommandations en matière de projection d'ombres clignotantes	7
4. Immissions d'ombres clignotantes	8
4.1. EMBLEMES DES ÉOLIENNES ET DES LIEUX D'IMMISSION	8
4.2. HYPOTHÈSES POUR LE CALCUL DE PROJECTION DES OMBRES	10
4.3. ENSOLEILLEMENT MOYEN MENSUEL DU SITE.....	11
4.4. MOUVEMENTS DU ROTOR ET ORIENTATION DES ÉOLIENNES.....	11
5. Durée d'exposition aux ombres clignotantes.....	12
5.1. RÉSULTATS	12
5.2. RÉCEPTEURS NON CONCERNÉS PAR LA PROJECTION DES OMBRES CLIGNOTANTES	13
5.3. ÉVALUATION DES DÉPASSEMENTS DE L'EXPOSITION ANNUELLE (ASTRONOMIQUE)	14
6. Conclusions.....	19

1. Introduction

1.1. Objectif

La rotation des pales entraîne une interruption périodique de la lumière du soleil qui, bien que perceptible seulement à proximité des éoliennes, peut s'avérer gênante. Ce phénomène est mis en évidence lorsque le soleil est bas sur l'horizon et lorsque le ciel est dégagé. Les périodes pendant les ombres clignotantes apparaissent sur une zone donnée sont de durée limitée à cause du déplacement du soleil et donc de l'ombre portée des pales. La portée maximale des ombres projetées d'une éolienne est d'environ 1 à 1,4 km, en fonction de la largeur des pales. Le contraste diminue avec l'augmentation de la distance.

Dans le cadre de la procédure pour le PAD Courtis Neufs, le bureau KohleNusbaumer a été mandaté par RhônEole SA, porteur du projet, pour effectuer une étude sur la protection contre les effets d'ombres clignotantes s'inscrivant dans l'étude de l'impact sur l'environnement (EIE).

L'objectif de ce rapport est d'évaluer la durée d'exposition des ombres clignotantes sur les habitations et locaux d'exploitation présents dans le secteur d'influence du parc éolien Courtis Neufs, composé de l'installation-test existante et deux éoliennes du modèle E-175 d'une hauteur totale de 249 m, et de proposer des mesures de protection. Ce modèle d'éolienne est le plus performant pour ce site du point de vue de la hauteur totale et du diamètre du rotor.

1.2. Historique

Le projet de parc éolien Courtis Neufs est porté par la société RhônEole, qui regroupe les communes de Martigny, Vernayaz, Dorénaz, Collonges et Evionnaz, ainsi que les sociétés électriques Sinergy SA à Martigny, Genedis SA à Vernayaz et les Services industriels de Lausanne (SiL). Il a pour objectif la réalisation de 3 éoliennes au lieu-dit *Les Courtis Neufs*, situé sur le territoire de la commune de Martigny.

En octobre 2007, la Commission cantonale des constructions (CCC) a délivré une autorisation de construire pour une éolienne-test dans la zone entre Martigny et Vernayaz propice à l'exploitation d'éoliennes selon une analyse multicritère. Cette installation-test, nommée Mont d'Ottan, a été mise en service en mai 2008. Depuis, elle produit en moyenne 5,1 GWh/an d'électricité renouvelable, démontrant ainsi les excellentes conditions de vent qui règnent dans ce tronçon de la vallée du Rhône. En effet, le facteur de charge constaté de 28 % représente le record pour une éolienne suisse.

Sur la base d'une procédure valaisanne à conduire pour permettre la planification d'un parc éolien, la zone a été reconnue comme site propice par le Conseil d'État du Valais dans sa décision du 4 septembre 2013. Dans son courrier du 11 septembre 2013, le Département de l'économie, de l'énergie et du territoire mentionne au point n° 2 que pour l'établissement du Plan d'aménagement détaillé (PAD) : « (...) les locaux potentiellement sensibles au bruit devront être répertoriés et classés en locaux sensibles ou pas (...) ». L'inventaire des locaux sensibles au bruit peut être utilisé pour identifier les locaux (logements, bureaux) à usage sensible aux effets d'ombres clignotantes selon le Concept pour la promotion de l'énergie éolienne du canton du Valais.

En 2015, le projet de parc éolien a été inclus dans un « périmètre de production d'énergie éolienne à aménager » sur le plan d'affectation de zones (PAZ) de la commune de Martigny. Ce parc éolien est également intégré dans le PDC du Valais (fiche E6 – Installations éoliennes), approuvé par le conseil fédéral en date du 27 avril 2020, classé en coordination réglée.

Le 8 septembre 2015, en amont de l'élaboration d'un PAD et de l'établissement de l'étude d'impact (EIE) y relative, un dossier d'enquête préliminaire, accompagné d'un cahier des

charges selon l'art. 8 OEIE, a été soumis aux services cantonaux. Le dossier d'enquête préliminaire contenait un inventaire des bâtiments et logements disposant de locaux à usage sensible au bruit (étude datée du 9 juillet 2015) afin de donner suite à la demande du 11 septembre 2013 du département chargé de l'énergie.

Le 26 janvier 2016, la section *études d'impact et constructions* du Département des transports, de l'équipement et de l'environnement, a émis des observations sur l'enquête préliminaire et le cahier des charges. La section a rapporté la demande émanant du Service du développement territorial (SDT) que l'étude des effets d'ombres clignotantes ne se limite pas uniquement aux habitations, mais également aux lieux d'exploitation (bureaux).

1.3. Inventaire des bâtiments concernés par les effets d'ombres clignotantes

Les bâtiments avec des locaux à usage sensible aux effets d'ombres clignotantes sont les mêmes que ceux à usage sensible au bruit. Ces lieux d'immission sont recensés dans un inventaire (version 1.4, du 10 juillet 2023) qui s'appuie sur le Registre fédéral des bâtiments et logements (RegBL) afin de disposer d'une base complète et actuelle des bâtiments et logements présents sur le site.¹ L'inventaire des bâtiments disposant des locaux à usage sensible au bruit, version 1.4, a été contrôlé et validé par la commune de Martigny, conformément à la demande des autorités cantonales. Une nouvelle version 1.5, d'août 2024, a été élaborée afin de prendre en compte d'éventuels changements dans le RegBL. Concernant les bâtiments pertinents pour l'évaluation des impacts, aucun changement significatif n'a été observé.

Dans la zone agricole aux alentours du parc éolien Courtis Neufs, des constructions sont présentes qui ne sont pas répertoriées dans le RegBL. Il s'agit notamment de cabanes de jardin à des fins récréatives permettant de séjours de courte durée et le stockage du matériel de jardinage. Ces bâtiments ne sont pas destinés à l'habitat, ni à l'exploitation, ni à une utilisation régulière durant une période prolongée, et ne disposent pas de locaux à usage sensible au bruit et aux effets d'ombres clignotantes.

1.4. Modèle type d'éolienne

Le dossier pour l'enquête préliminaire et le cahier de charges pour le projet Courtis Neufs, soumis aux autorités cantonales en 2015, s'est appuyé sur le modèle d'éolienne Enercon E-126, à titre d'exemple pour les divers modèles similaires disponibles sur le marché. Ce choix a été fait afin de démontrer de façon concrète la faisabilité et l'intérêt du parc éolien prévu. Il permettait de confirmer, sur la base d'un modèle existant, le respect des exigences légales ainsi que d'évaluer, au-delà de la théorie, la production énergétique attendue et les impacts sur l'environnement, tels que les immissions de bruit du futur parc éolien.

Grâce aux continus progrès technologiques, les constructeurs d'éoliennes proposent régulièrement de nouveaux modèles, notamment dans l'optique de réduire le coût de revient par kWh et de minimiser les impacts sur l'environnement. Ainsi, la société Enercon a remplacé la E-126 par les modèles E-160 et la E-175 de la plateforme EP5. La E-160 EP5 est disponible dans la version E3 (e-nacelle) avec une hauteur totale de 200 ou 247 m, un diamètre de rotor de 160 m et une puissance de 5'560 kW. La E-175 EP5 est quant à elle également disponible dans la version e-nacelle, avec une hauteur totale de 219 ou 249 m, un diamètre de rotor de 175 m et une puissance supérieure à 6 MW.

Bien qu'une préétude² conduite en 2022 ait identifié la E-160 comme particulièrement intéressante pour une exploitation du vent sur le site éolien Courtis Neufs, la présente étude

¹ KohleNusbaumer SA (2023, 10 juillet). *Parc éolien Courtis Neufs – Inventaire des bâtiments disposant de locaux sensibles au bruit.*

² KohleNusbaumer SA (2022, 14 juillet). *Parc éolien Courtis Neufs – Critères d'évaluation pour le choix des éoliennes.*

s'appuie sur la nouvelle variante de la plateforme EP5, le modèle E-175. Cette dernière représente le cas le plus défavorable en matière de projection d'ombres clignotante, du fait du diamètre plus important de son rotor et de la hauteur totale de 249 m légèrement plus importante par rapport à la E-160.

L'objectif de ce rapport est donc d'évaluer la durée d'exposition des ombres clignotantes dans les logements et bureaux présents à proximité du parc éolien Courtis Neufs, composé de l'éolienne existante et de deux E-175 d'une hauteur de 249 m, et les mesures d'exploitation nécessaires pour garantir le respect des recommandations de l'OFEV en la matière.

2. Situation

Le projet de parc éolien Courtis Neufs s'inscrit dans la vallée du Rhône entre Martigny et Vernayaz, sur le territoire de la commune de Martigny, à environ 455 m d'altitude (figure 1). Depuis 2015, un « périmètre de production d'énergie éolienne à aménager » comme affectation superposée a été intégré dans le PAZ. Ce périmètre est situé dans une « zone agricole de plaine 1 » (éoliennes E1 Mont d'Ottan et E3 Les Iles) et dans une « zone détente sports et loisirs à aménager » (E2). Cette dernière, à l'époque destinée à l'extraction de gravier et à la production de béton, est actuellement utilisée pour le stockage des matériaux d'excavation et débris de construction

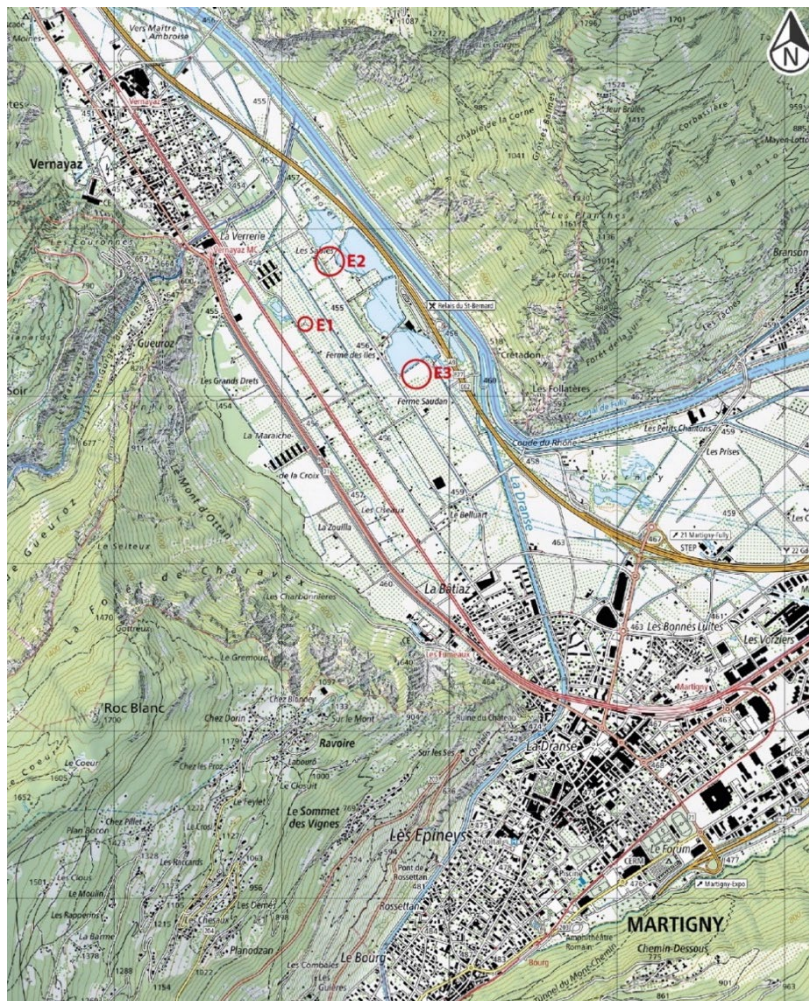


Figure 1 : Emplacements de l'éolienne actuelle et de celles prévues dans le cadre du projet. E1 : éolienne existante Mont d'Ottan ; E2 : éolienne projetée Les Sables ; E3 : éolienne projetée Les Iles.

3. Directives et recommandations en matière de projection d'ombres clignotantes

En Suisse, il n'existe pas de base légale en matière d'ombres clignotantes au niveau national. Suivant les pratiques internationales, l'État du Valais a édicté en 2008 des directives relatives à l'implantation des éoliennes. Un rapport du groupe interdépartemental mis sur pied à cette occasion mentionne les effets de projection d'ombres sur la population : « La rotation des pales entraîne une interruption périodique de la lumière du soleil qui peut gêner. Dans les logements et bureaux, les effets d'ombres clignotantes ne doivent pas excéder 30 heures par an (h/an), ni 1 heure par jour (h/jour). »³

Selon les « Recommandations pour la prévention des émissions lumineuses » (état 2021), publiées par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), la réglementation allemande élaborée par le groupe de travail de l'État fédéral et les Länder (LAI) considère une projection d'ombre clignotante comme acceptable lorsque sa durée maximale possible du point de vue astronomique en un lieu d'immission ne dépasse pas 30 min par jour, ni un total de 30 h par an. Lorsque l'effet dure davantage, la LAI prend en considération des mesures techniques permettant de restreindre l'exploitation de l'éolienne dans le temps, par exemple à l'aide d'un système d'arrêt automatique. Étant donné que la valeur de 30 h par année a été définie sur la base de la projection d'ombre clignotante du point de vue astronomique, les dispositifs de déclenchement automatique des éoliennes utilisent une valeur correspondante de 8 h par an pour la durée météorologique, et donc effective. Selon la LAI, une éolienne doit par conséquent être arrêtée lorsque l'effet inconfortable dure plus de 8 h par an pour un lieu d'immission donné.

Dans le cadre de la présente étude, les limites recommandées par l'OFEV ont été considérées comme contraignantes pour les bâtiments avec des logements et bureaux exposés aux ombres clignotantes. Ainsi, le projet doit respecter, pour chaque récepteur d'ombre considéré comme local à usage sensible, les valeurs du tableau 1.

Tableau 1 : Recommandation de l'OFEV en matière de projection d'ombres clignotantes.

	Durée d'exposition
Durée d'exposition maximale en minutes (astronomique) par jour	30 min
Durée d'exposition maximale (astronomique) en heures par an	30 h
Durée d'exposition maximale (météorologique) en heures par an	8 h

La durée d'exposition en minutes par jour, du point de vue astronomique, prend en compte le cas le plus défavorable, où aucune déduction ne peut être faite : ensoleillement toute la journée, vent suffisant pour faire tourner les éoliennes et rotor face au récepteur d'ombre. La durée d'exposition en heures par an, du point de vue astronomique, prend également en compte le cas le plus défavorable, où aucune déduction ne peut être faite : ensoleillement toute l'année, vent suffisant pour faire tourner les éoliennes et rotor face au récepteur. Le calcul de ces durées maximales n'englobe pas la météorologie, c'est-à-dire la présence ou l'absence des nuages et de vent, ainsi que la direction de vent et donc l'orientation du rotor par rapport aux lieux d'immission, décisive pour l'envergure de l'ombre projetée. Tout dépassement des valeurs recommandées du point de vue astronomique implique une limitation d'exploitation garantissant une durée d'exposition effective de 8 h par an au maximum et de 30 min par jour, à l'aide d'un système d'arrêt automatique enregistrant l'exposition effective des lieux d'immission grâce à des pyranomètres installés sur les éoliennes.

³ Rapport du groupe interdépartemental de l'État du Valais, Concept pour la promotion de l'énergie éolienne, Étape 1 : critères d'appréciation de projets d'utilisation de l'énergie éolienne et procédure, octobre 2008.

4. Immissions d'ombres clignotantes

4.1. Emplacements des éoliennes et des lieux d'immission

La figure 2 permet de situer les éoliennes et les différents lieux d'immission considérés pertinents pour l'analyse. Ces récepteurs sont les bâtiments les plus concernés par le projet éolien Courtis Neufs pour un secteur donné. Les récepteurs avec des logements et bureaux pour lesquels des dépassements des recommandations de l'OFEV (tableau 1) pourraient se produire sont analysés plus précisément au chapitre 5.3. La description des emplacements des éoliennes et des récepteurs d'ombre est donnée dans le tableau 2. Les distances entre les éoliennes et les récepteurs d'ombre sont reportées dans le tableau 3. Les récepteurs d'ombre pris en compte correspondent aux lieux d'immissions retenus dans le document « Inventaire des bâtiments disposant de locaux à usage sensible au bruit », version 1.4 de juillet 2023, annexé au RIE.

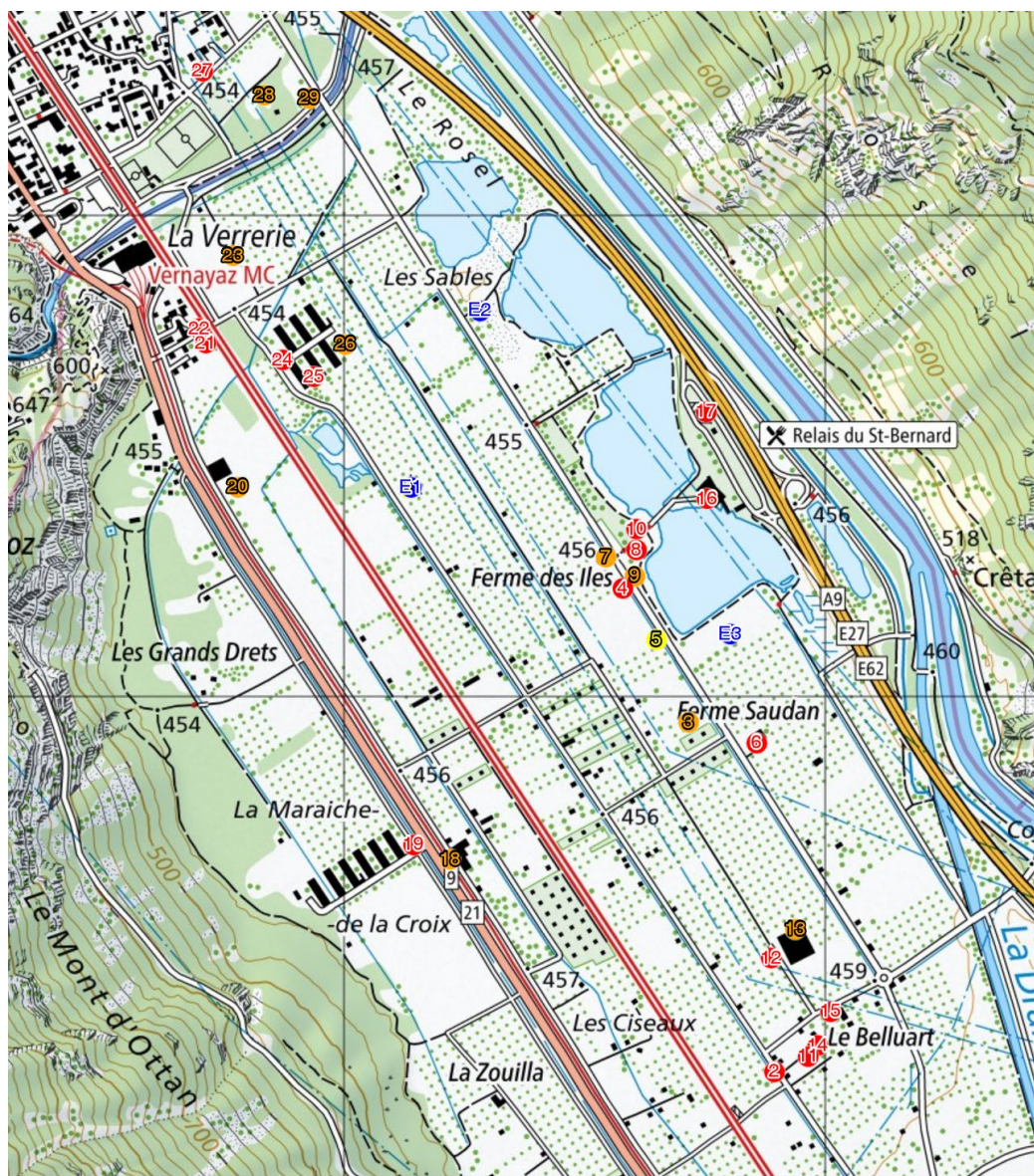


Figure 2 : Emplacements des éoliennes et bâtiments retenus pour l'analyse. En bleu : éoliennes ; en rouge : bâtiments avec logements ou bureaux ; en orange : bâtiments d'exploitation sans habitation ni bureau ; en jaune : poste de transformation moyenne tension.

Tableau 2 : Description des emplacements des éoliennes et des bâtiments pertinents.

	Point / Usage	E [m]	N [m]	Altitude [m]	Commune
E1	Éolienne « Mont d'Ottan »	2'570'139	1'108'435	453.8	Martigny
E2	Éolienne « Les Sables »	2'570'282	1'108'801	454.3	Martigny
E3	Éolienne « Les Iles »	2'570'802	1'108'128	455.2	Martigny
1	Sans usage d'habitation (éolienne Mont d'Ottan)	2'570'139	1'108'435	453.8	Martigny
2	Habitation	2'570'893	1'107'217	458.9	Martigny
3	Sans usage d'habitation, exploitation agricole	2'570'715	1'107'945	455.8	Martigny
4	Habitation	2'570'578	1'108'224	455.3	Martigny
5	Sans usage d'habitation (poste de transformation)	2'570'648	1'108'117	455.3	Martigny
6	Autre bâtiment d'habitation, à usage annexe	2'570'857	1'107'902	456.3	Martigny
7	Sans usage d'habitation, exploitation agricole	2'570'544	1'108'288	455.3	Martigny
8	Habitation	2'570'606	1'108'303	455.0	Martigny
9	Sans usage d'habitation, à usage culturel/récréatif	2'570'603	1'108'249	454.9	Martigny
10	Bâtiment commercial	2'570'607	1'108'347	455.3	Martigny
11	Habitation	2'570'964	1'107'251	459.4	Martigny
12	Bâtiment partiellement à usage d'habitation	2'570'886	1'107'455	457.3	Martigny
13	Sans usage d'habitation, réservoir, silo et entrepôt	2'570'937	1'107'515	457.3	Martigny
14	Habitation	2'570'983	1'107'273	458.4	Martigny
15	Habitation	2'571'010	1'107'344	458.2	Martigny
16	Sans usage d'habitation (restauroute)	2'570'754	1'108'410	453.6	Martigny
17	Sans usage d'habitation (station-service Shell)	2'570'751	1'108'591	455.8	Martigny
18	Sans usage d'habitation, exploitation agricole	2'570'220	1'107'660	455.9	Martigny
19	Bâtiment partiellement à usage d'habitation	2'570'143	1'107'691	455.7	Martigny
20	Sans usage d'habitation, exploitation agricole	2'569'778	1'108'434	453.6	Martigny
21	Habitation	2'569'711	1'108'733	455.4	Martigny
22	Habitation	2'569'699	1'108'763	454.4	Martigny
23	Sans usage d'habitation, exploitation agricole	2'569'769	1'108'915	454.0	Martigny
24	Habitation	2'569'871	1'108'698	453.8	Martigny
25	Habitation	2'569'937	1'108'663	453.3	Martigny
26	Sans usage d'habitation, exploitation agricole	2'570'001	1'108'731	453.6	Martigny
27	Habitation	2'569'705	1'109'299	452.8	Vernayaz
28	Sans usage d'habitation, à usage culturel/récréatif	2'569'834	1'109'248	453.3	Vernayaz
29	Sans usage d'habitation, déchetterie communale	2'569'927	1'109'242	456.1	Vernayaz

Tableau 3 : Distances [m] des bâtiments retenus par rapport aux éoliennes et distance minimale.

	E1	E2	E3	Distance minimale
1	0	397	733	0
2	1430	1695	914	914
3	756	959	203	203
4	487	659	244	244
5	600	777	154	154
6	894	1'066	233	233
7	431	576	304	304
8	485	594	263	263
9	500	638	233	233
10	477	559	293	293
11	1442	1692	892	892
12	1231	1474	678	678
13	1217	1443	628	628
14	1435	1'680	874	874
15	1394	1'628	811	811
16	616	613	286	286
17	632	514	466	466
18	778	1'142	747	747
19	743	1'118	791	743
20	360	624	1068	360
21	522	575	1247	522

22	549	584	1'272	549
23	607	526	1298	526
24	376	424	1'091	376
25	305	372	1016	305
26	328	290	1002	290
27	968	762	1603	762
28	869	633	1479	633
29	836	566	1416	566

4.2. Hypothèses pour le calcul de projection des ombres

Dans cette analyse, deux modèles d'éoliennes sont retenus. Pour le premier, il s'agit de l'éolienne-test déjà en exploitation, à savoir la E-82 d'une hauteur totale de 139 m et, pour le deuxième, de la E-175 EP5 E2 166 m TES d'une hauteur totale de 249 m (tableau 4).

Tableau 4 : Caractéristiques principales des éoliennes prises en compte.

Éolienne	E-82	E-175 EP5 E2 162 m
Puissance nominale [kW]	2'000	6'000
Hauteur mât [m]	97,1	157,97
Hauteur moyeu [m]	98,4	162,0
Diamètre du rotor [m]	82	175
Hauteur totale [m]	139,4	249,5
Surface balayée [m ²]	5'281	24'052
Vitesse de rotation à la puissance nominale [t/min]	19,5	8,75

La durée maximale (astronomique) des effets d'ombres portées a été calculé à l'aide du logiciel WindPro d'EMD International. Les hypothèses suivantes sont utilisées pour les calculs (h/an et min/jour) :

- la distance maximale pour le calcul de l'ombre est de 2 km autour des éoliennes ;
- les résolutions temporelles et spatiales utilisées sont de 1 minute et de 10 mètres ;
- la hauteur minimale du soleil au-dessus de l'horizon est de 10° ou 15° selon le récepteur (présence des massifs montagneux) ;
- les récepteurs d'ombre sont considérés comme des objets ponctuels omnidirectionnels ;
- ensoleillement toute la journée, et toute l'année ;
- vent toujours suffisant pour faire tourner les éoliennes ;
- rotor face au récepteur.

Pour l'évaluation du nombre d'heures annuelles, durée probable en prenant en compte la météorologie, les hypothèses suivantes sont également prises en compte :

- l'ensoleillement moyen mensuel du site est donné par MétéoSuisse (moyenne entre 1991 et 2020 pour la station de mesure MétéoSuisse de Sion) ;
- l'orientation de l'éolienne est considérée dans le calcul (distinction de 16 secteurs ayant chacun une probabilité de provenance de vent) ;
- la distribution des vents provient des données mesurées de l'éolienne-test depuis sa mise en service ; cette distribution est représentative des conditions de vent du site ;
- l'ombre projetée par les éoliennes n'est pas dérangeante pour la population lorsqu'elles ne tournent pas (les périodes dont les vitesses de rotation du rotor sont inférieures à 6 tours par minute sont exclues, selon les données mesurées sur l'éolienne-test).

4.3. Ensoleillement moyen mensuel du site

L'ensoleillement moyen mensuel du site est pris comme équivalent à celui mesuré à Sion par MétéoSuisse entre 1991 et 2020 (annexe 1). Cette station de mesure est représentative de l'ensoleillement de la région du parc éolien Courtis Neufs.

4.4. Mouvements du rotor et orientation des éoliennes

Comme l'ombre portée n'est pas considérée comme dérangeante pour la population lorsque les éoliennes ne tournent pas ou seulement très lentement, ces périodes doivent être retranchées du calcul de probabilité de la projection d'ombres clignotantes.

Les vitesses de rotation de l'éolienne-test sont mesurées en continu, par tranche de 10 min. Les données issues de cette éolienne peuvent donc être utilisées pour définir le temps effectif durant lequel le rotor tourne à une vitesse pouvant provoquer une ombre portée potentiellement dérangeante.

Les vitesses de rotation de l'éolienne-test pour l'année 2018, représentative des conditions de vent du site, montrent que cette dernière ne projette pas d'ombre clignotante potentiellement dérangeante pendant environ 18 % du temps (vitesse de rotation inférieure à 6 tours par minutes). La combinaison des vitesses de rotation avec la direction du vent permet de déterminer le pourcentage du temps durant lequel une éolienne peut potentiellement projeter une ombre clignotante sur un récepteur. En effet, l'incidence d'une ombre portée clignotante dépend de l'orientation de l'éolienne par rapport au récepteur, car un rotor tournant perpendiculairement au soleil ne projette qu'une zone d'ombre dont l'envergure est très réduite, limitant ainsi nettement la durée d'exposition pour un récepteur donné.

La figure 3 illustre la provenance du vent sur le site et donne les distributions des directions du vent par secteur. Ces distributions tiennent compte du fait que les rotors ne tournent pas toujours à une vitesse susceptible de générer un dérangement. En moyenne pour toutes les directions, les éoliennes sont à l'arrêt pendant 18 % du temps. La brise de vallée typique pour la région entre mars et octobre implique des vents forts durant les après-midis. En revanche, les matinées sont caractérisées par une absence régulière de courants d'air.

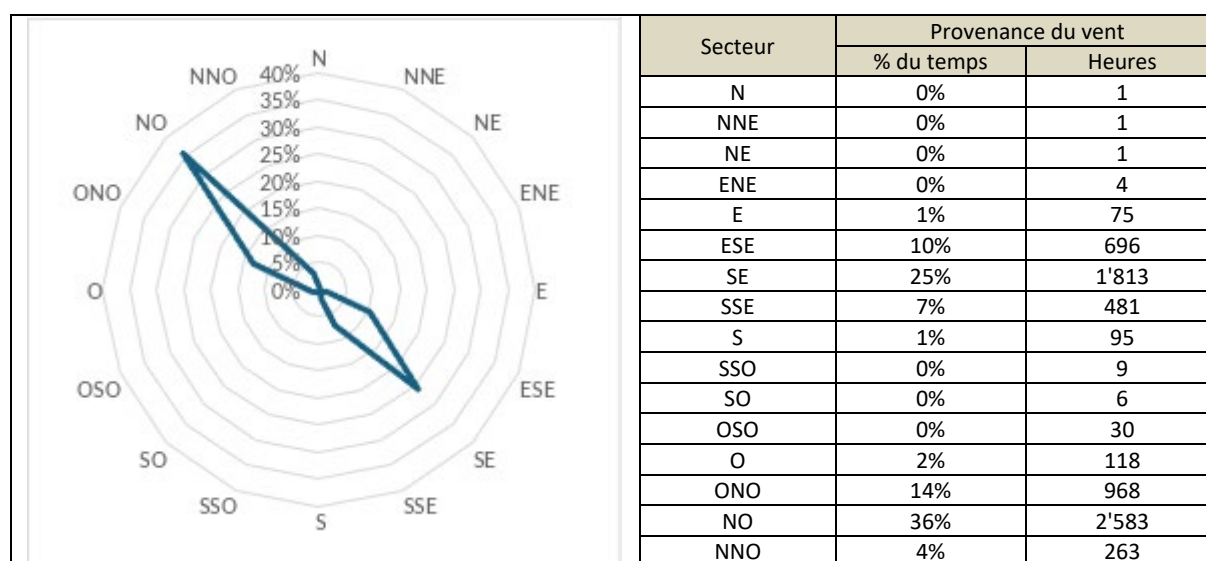


Figure 3 : Provenance des vents susceptibles d'engendrer des ombres dérangeantes.

5. Durée d'exposition aux ombres clignotantes

5.1. Résultats

Le tableau 5 présente les résultats des calculs théoriques de projection des ombres clignotantes selon les hypothèses des chapitres précédents.

Les annexes 2, 3 et 4 montrent la propagation des ombres engendrée par les éoliennes du parc éolien Courtis Neufs.

Tableau 5 : Résultats des calculs d'ombres clignotantes sur les différents récepteurs. Les résultats en h/an et en min/jour considèrent les cas les plus défavorables (exposition astronomique) et ne font aucune déduction. La durée météorologique prend en compte l'ensemble des hypothèses du chapitre 4.2.

Récepteur d'ombre	Cas le plus défavorable [h/an]	Durée probable d'exposition [h/an]	Cas le plus défavorable [min/jour]	Respect des recommandations	
				[h/an]	[min/jour]
R1	38	14	52	Non	Non
R2	0	0	0	Oui	Oui
R3	0	0	0	Oui	Oui
R4	362	152	135	Non	Non
R5	282	101	176	Non	Non
R6	0	0	0	Oui	Oui
R7	218	88	115	Non	Non
R8	268	104	130	Non	Non
R9	340	141	139	Non	Non
R10	246	86	121	Non	Non
R11	0	0	0	Oui	Oui
R12	0	0	0	Oui	Oui
R13	0	0	0	Oui	Oui
R14	0	0	0	Oui	Oui
R15	0	0	0	Oui	Oui
R16	309	60	128	Non	Non
R17	142	27	90	Non	Non
R18	0	0	0	Oui	Oui
R19	0	0	0	Oui	Oui
R20	53	20	43	Non	Non
R21	74	25	41	Non	Non
R22	65	22	39	Non	Non
R23	98	35	58	Non	Non
R24	134	40	65	Non	Non
R25	129	37	81	Non	Non
R26	204	55	79	Non	Non
R27	63	18	54	Non	Non
R28	102	28	65	Non	Non
R29	128	32	73	Non	Non




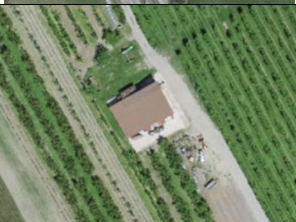



Le calcul montre que la durée d'exposition astronomique annuelle des récepteurs d'ombre R1, R4, R5, R7 à R10, R16, R17 et R20 à R29 excède la valeur limite recommandée de 30 h.

En ce qui concerne l'exposition journalière astronomique, la recommandation pour la projection d'ombres clignotantes est dépassée pour les mêmes récepteurs.

5.2. Récepteurs non concernés par la projection des ombres clignotantes

Les bâtiments listés dans le tableau 6 ne comportent pas de logement ni bureau sensible aux ombres clignotantes.

Tableau 6 : Liste des bâtiments ne comportant ni logement ni bureau.

Récepteur	Description	Illustration
R1/R5	Éolienne/Poste de transformation électrique	
R7	Halles de stockage de matériel agricole	
R20	Exploitation agricole	
R23	Halle de stockage de matériel agricole	
R26	Parc de poules industriel	
R28	Refuge forestier	
R29	Déchetterie communale	

5.3. Évaluation des dépassements de l'exposition annuelle (astronomique)

Les calendriers graphiques suivants montrent les périodes de l'année durant lesquelles une ombre clignotante est projetée sur un lieu d'immission concerné par une durée supérieure par rapport aux valeurs limites recommandées par l'OFEV. Ces récepteurs sont listés dans le tableau 7. À partir d'une durée d'exposition astronomique de 30 h par an et de 30 min par jour, l'installation d'un dispositif de mesure et d'arrêt automatique est nécessaire pour garantir le respect des valeurs limites recommandées pour l'exposition réelle (8 h/an et 30 min/jour).

Tableau 7 : Résultats bruts des calculs d'ombres clignotantes sur les récepteurs retenus pour l'analyse de détail. Les résultats en h/an prennent en compte l'ensemble des hypothèses du chapitre 4.2. Ceux en min/jour considèrent le cas le plus défavorable et ne font aucune déduction.

Récepteur d'ombre	Cas le plus défavorable [h/an]	Durée probable d'exposition [h/an]	Cas le plus défavorable [min/jour]	Respect des recommandations	
				[h/an]	[min/jour]
R4	362	152	135	Non	Non
R8	268	104	130	Non	Non
R9	340	141	139	Non	Non
R10	246	86	121	Non	Non
R16	309	60	128	Non	Non
R17	142	27	90	Non	Non
R20	53	20	43	Non	Non
R21	74	25	41	Non	Non
R22	65	22	39	Non	Non
R24	134	40	65	Non	Non
R25	129	37	81	Non	Non
R27	134	18	54	Non	Non

Au vu de la présence d'imposants massifs montagneux aux alentours du site et de l'incapacité pour le logiciel de simulation de prendre complètement en compte cette situation très particulière pour un site éolien, les dépassements effectifs seront en pratique plus faibles que les valeurs indiquées dans le tableau 7. À noter également que le vent est souvent nettement plus faible en matinée que durant l'après-midi. Ainsi, le rotor sera plus souvent arrêté le matin et projettera donc moins d'ombres clignotantes que ce que les modèles ont calculé.

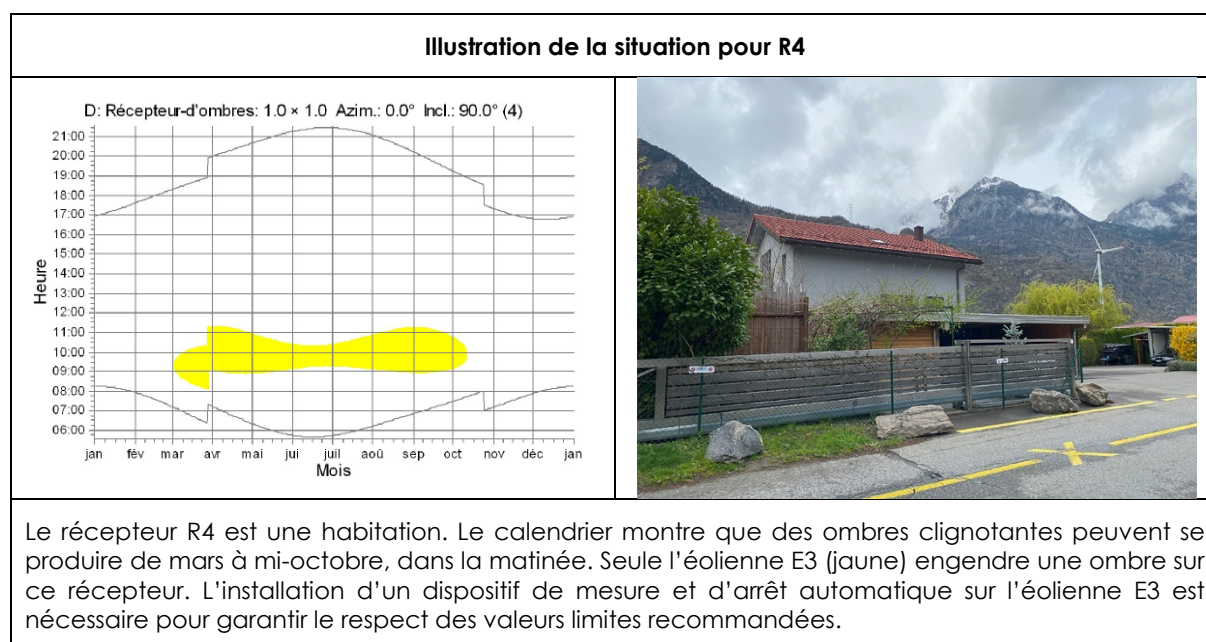
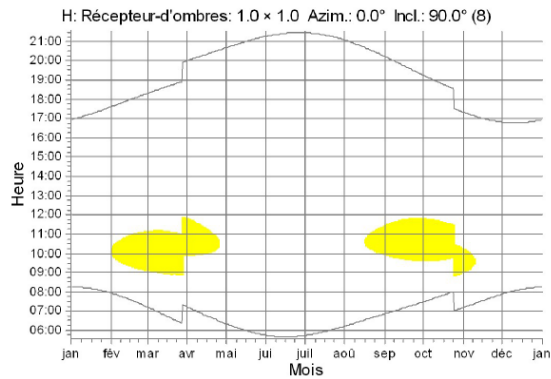
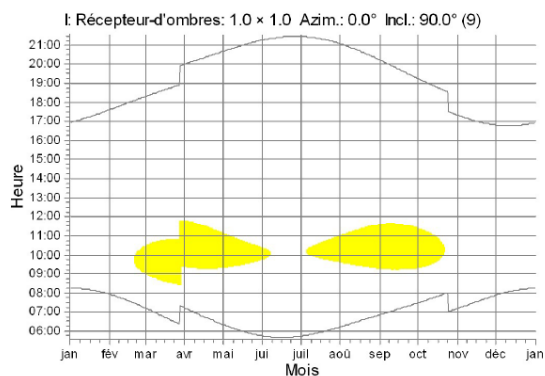


Illustration de la situation pour R8



Le récepteur R8 est une habitation. Le calendrier montre que des ombres clignotantes peuvent se produire de février à fin avril, puis de mi-août à début novembre, dans les deux cas durant la matinée. Seule l'éolienne E3 (jaune) engendre une ombre significative sur ce récepteur. L'installation d'un dispositif de mesure et d'arrêt automatique sur l'éolienne E3 est nécessaire pour garantir le respect des valeurs limites recommandées.

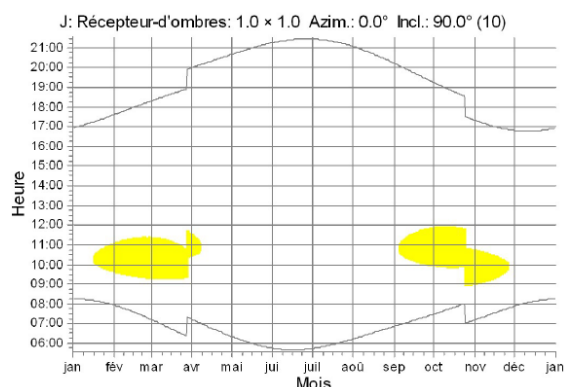
Illustration de la situation pour R9



Le récepteur R9 est sans usage d'habitation et sans bureau. Ce bâtiment est utilisé comme surface de stockage pour du matériel de sports nautiques, ce qui constitue des activités moins sensibles du point de vue des ombres clignotantes. Dans le cadre de la présente étude, ce bâtiment est pris en compte à titre informatif. Le calendrier montre que des ombres clignotantes peuvent se produire de fin février à début juin, puis de début juillet à mi-octobre, dans les deux cas durant la matinée. Seule l'éolienne E3 (jaune) engendre une ombre significative sur ce récepteur.

La proximité immédiate avec les récepteurs R4 et R8, et les arrêts nécessaires pour y garantir le respect des recommandations de l'OFEV, implique une prise en compte automatique de R9 du point de vue de la limitation de la durée d'exposition.

Illustration de la situation pour R10

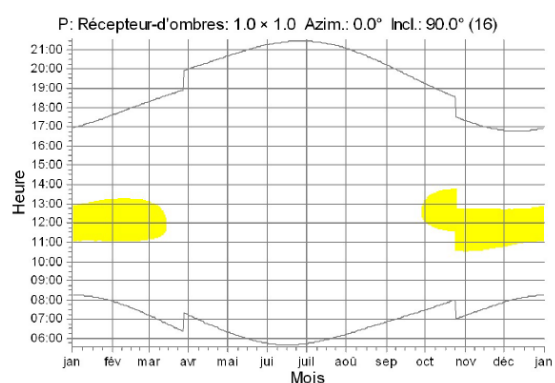


Le récepteur R10 est une installation commerciale, à usage récréatif. Le calendrier montre que des ombres clignotantes peuvent se produire de mi-janvier à début avril, puis de début septembre à fin novembre, dans les deux cas durant la matinée. Seule l'éolienne E3 (jaune) engendre une ombre significative sur ce récepteur. La situation locale montre que cet espace est utilisé comme parc à thème entre mi-mars et fin octobre. Hors de ces périodes, la projection d'ombres clignotantes est moins conflictuelle. Durant les périodes d'ouverture du parc, la large majorité des activités ont lieu sous le couvert des arbres ou des cabanes, protégeant de fait contre les effets d'ombres clignotantes.

La proximité immédiate avec le récepteur 8, et les arrêts nécessaires pour y garantir le respect des recommandations de l'OFEV, implique une prise en compte automatique de R10 du point de vue de la limitation de la durée d'exposition.

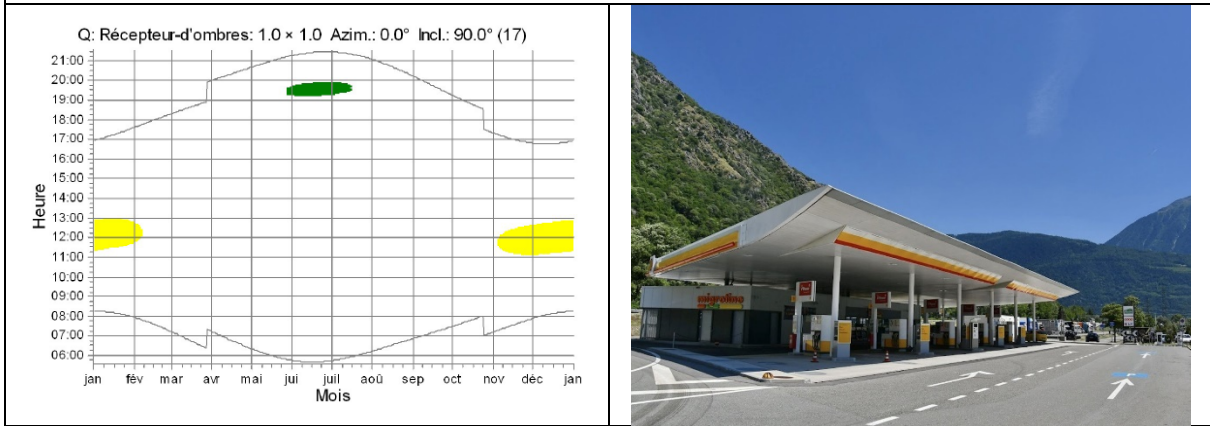
L'installation d'un dispositif de mesure et d'arrêt automatique sur l'éolienne E3 peut cependant s'avérer nécessaire pour garantir le respect des valeurs limites recommandées.

Illustration de la situation pour R16



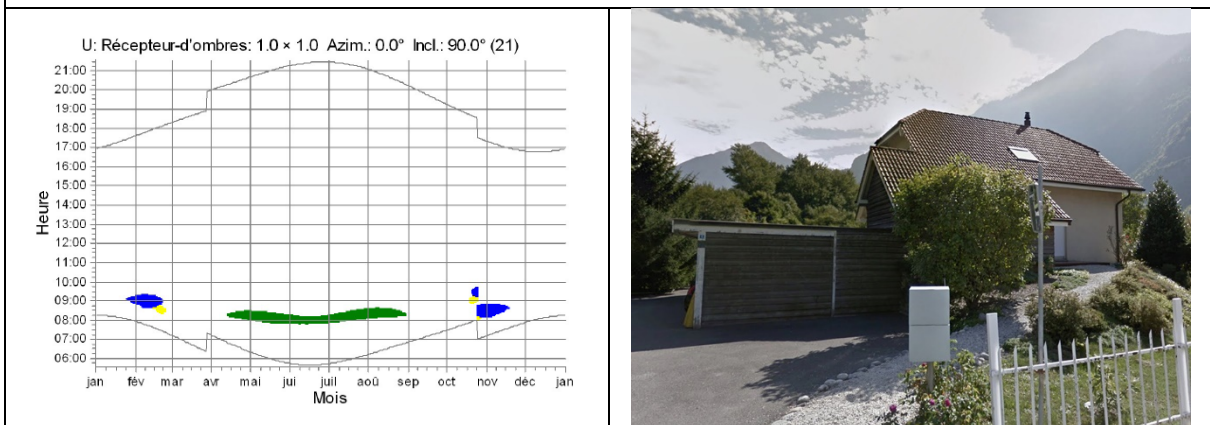
Le récepteur R16 est un restaurant sans usage d'habitation. Le calendrier montre que des ombres clignotantes peuvent se produire en période hivernale, d'octobre à mi-mars, entre 10h30 et 14 h. Seule l'éolienne E3 (jaune) engendre une ombre significative sur ce récepteur. L'installation d'un dispositif de mesure et d'arrêt automatique sur l'éolienne E3 est nécessaire pour garantir le respect des valeurs limites.

Illustration de la situation pour R17



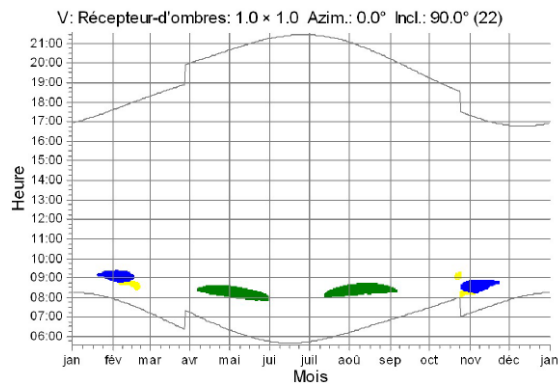
Le récepteur R17 est une station-service sans usage d'habitation. Le couvert surplombant la zone dévolue au ravitaillement protège le shop des effets d'ombres clignotantes dus aux éoliennes. Ce récepteur n'est donc pas sensible du point de vue des ombres clignotantes.

Illustration de la situation pour R21



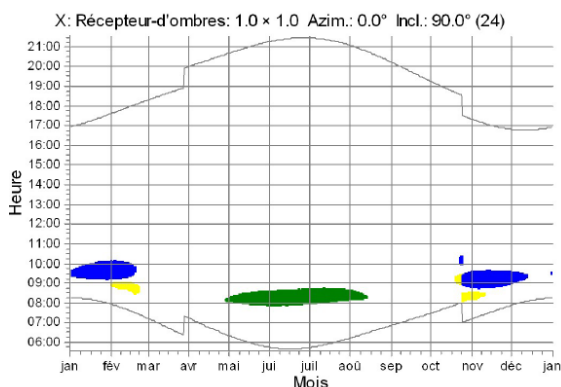
Le récepteur R21 est une habitation. Le calendrier montre que des ombres clignotantes peuvent se produire en février, puis de mi-avril à fin août, et finalement de mi-octobre à mi-novembre, dans les trois cas durant la matinée entre 8 h et 9h30 environ. Les trois éoliennes (E1 : bleu, E2 : vert, E3 : jaune) engendrent potentiellement des ombres sur ce récepteur. Comme la limite annuelle est dépassée en théorie, l'installation d'un dispositif de mesure et d'arrêt automatique sur l'éoliennes E2 est nécessaire pour garantir le respect des valeurs limites. Selon les observations, la projection d'ombre exercée par l'éolienne existante E1 n'est pas significative.

Illustration de la situation pour R22



Le récepteur R22 est une habitation. Le calendrier montre que des ombres clignotantes peuvent se produire de mi-janvier à mi-février, puis de début avril à fin juin, suivie de mi-juillet à début septembre et finalement de fin octobre à mi-novembre, dans les quatre cas durant la matinée entre 8 et 9 h environ. Les trois éoliennes (E1 : bleu, E2 : vert, E3 : jaune) engendrent potentiellement des ombres sur ce récepteur. Comme la limite annuelle est dépassée, l'installation d'un dispositif de mesure et d'arrêt automatique sur l'éolienne E2 est nécessaire pour garantir le respect des valeurs limites. Selon les observations, la projection d'ombre exercée par l'éolienne existante E1 n'est pas significative.

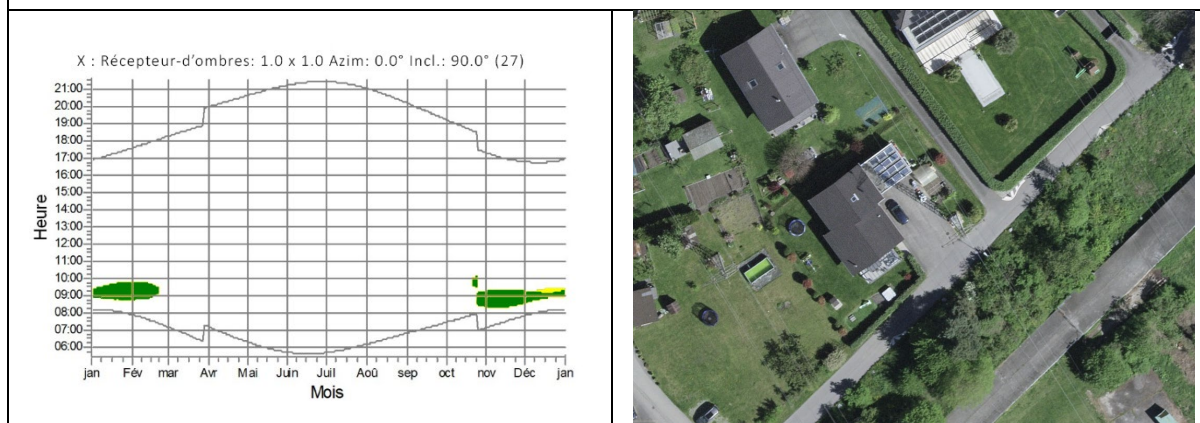
Illustration de la situation pour R24 et R25



Le récepteur R24 est une habitation de fonction liée à l'exploitation des poulaillers industriels. Le calendrier montre que des ombres clignotantes peuvent se produire de début janvier à fin février, puis de début mai à mi-août, et finalement en mi-octobre à mi-décembre, dans les trois cas durant la matinée entre 8 et 10 h. Les trois éoliennes (E1 : bleu, E2 : vert, E3 : jaune) engendrent potentiellement des ombres sur ce récepteur. L'installation d'un dispositif de mesure et d'arrêt automatique sur l'éolienne E2 est nécessaire pour garantir le respect des valeurs limites.

Concernant le récepteur R25, une habitation de fonction pour le parc de poules parentales en planification, l'exposition aux ombres clignotantes est similaire par rapport à R24. Dans le RIE en lien avec le projet spécifique de parc de poules parentales, il a été tenu compte de la présence de l'éolienne existante et du futur parc éolien.

Illustration de la situation pour R27



Le récepteur R27 est une maison située à la périphérie sud du village de Vernayaz. Le calendrier montre que des ombres clignotantes peuvent se produire de fin octobre à mi-février, toujours en matinée entre 8 h et 10 h. L'éolienne E3 (E2 : vert, E3 : jaune) ne peut pas engendrer d'ombres perceptibles sur ce récepteur, car elle se trouve à une distance trop importante, d'environ 1,6 km. Selon les calculs, un arrêt de l'éolienne E2 durant 10 h par année est probable pour éviter un dépassement des valeurs recommandées. Ainsi, l'installation d'un dispositif de mesure et d'arrêt automatique sur l'éoliennes E2 est nécessaire pour garantir le respect des valeurs limites recommandées par l'OFEV.

Ce constat est également valable pour les maisons aux alentours du lieu d'immission R27, dans cette zone habitée. Le respect des valeurs limites recommandées pour tous les lieux d'immission est assuré grâce au dispositif de mesure et d'arrêt automatique sur l'éoliennes E2.

6. Conclusions

Selon les « Recommandations pour la prévention des émissions lumineuses » (état 2021), publiées par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), on considère une projection d'ombre clignotante comme acceptable lorsque sa durée maximale possible du point de vue astronomique en un lieu d'immission ne dépasse pas 30 min par jour, ni un total de 30 h par an. Au-delà, des mesures techniques permettant de restreindre l'exploitation de l'éolienne dans le temps, par exemple à l'aide d'un système d'arrêt automatique, doivent être prises.

Étant donné que la valeur de 30 h par année a été définie sur la base de la projection d'ombre clignotante du point de vue astronomique (cas le plus défavorable), les dispositifs de déclenchement automatique des éoliennes utilisent une valeur correspondante de 8 h par an pour la durée effective.

Dans le cadre de la présente étude, les valeurs limites recommandées par l'OFEV ont été considérées comme contraignantes pour les habitations et les locaux d'exploitation. Ainsi, le projet doit respecter pour chaque récepteur d'ombre considéré comme étant un local à usage sensible aux ombres clignotantes ces valeurs.

Grâce à la distance importante séparant les éoliennes des zones à bâtir aux alentours du site, ainsi qu'à la présence de massifs montagneux imposants, seul un nombre limité d'habitations et de locaux d'exploitation (bureaux) sera exposé aux ombres clignotantes générées par le parc éolien Courtis Neufs.

Afin de garantir le respect des valeurs limites pour l'ensemble des lieux d'immissions, il est nécessaire de mettre en place un système d'arrêt automatique sur les éoliennes E2 et E3.

L'éolienne Mont d'Ottan contribue de manière marginale à la formation d'ombres inconfortables (lieux souvent ombragés par les cimes, avec peu de projection d'ombre en direction des lieux d'immission). Par conséquent, il n'est pas nécessaire de l'équiper d'un dispositif d'arrêt automatique.

Les systèmes d'arrêt automatique, proposés par plusieurs fournisseurs sur le marché, s'appuient sur des instruments de mesure (pyranomètre, anémomètre, girouette) et des algorithmes développés pour collecter et analyser les données, afin d'optimiser le fonctionnement de l'éolienne. Ils limitent l'exposition des lieux d'immission conformément aux exigences, tout en minimisant les pertes de production dans la mesure du possible. La description du système Enercon se trouve à l'annexe 5.

Une adaptation des paramètres après la mise en service de l'éolienne est possible via une simple programmation du logiciel, selon les besoins, afin de garantir la prise en compte des valeurs limites pour l'intégrité des lieux d'immission.

Ce système conduira à un arrêt automatique d'une durée annuelle cumulée des éoliennes E2 et E3 d'environ 400 h, dans le but de respecter les valeurs limites recommandées de 8 h/an et 30 min/jour pour un lieu d'immission donné.

Les pertes énergétiques associées à la mise en œuvre de ce système sont estimées à un ordre de grandeur de 3 % de la production annuelle du parc éolien.

Annexe 1 : Durée d'ensoleillement relatif

Sion

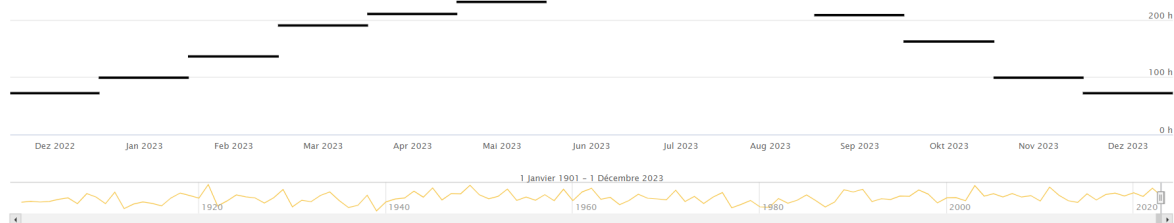
Fermer X

Valeur actuelle **0 min** Somme 10 min, mesurée le 24.1.2024, 17:10 sur 484 m s. mer

Valeurs horaires Valeurs journalières **Valeurs mensuelles** Valeurs annuelles

Durée d'ensoleillement, somme mensuelle ⓘ

Ansicht 1 année 3 ans 10 ans



Comparaison avec données climatiques

Durée d'ensoleillement, somme mensuelle

Durée d'ensoleillement, Norme (période standard 1991 - 2020)

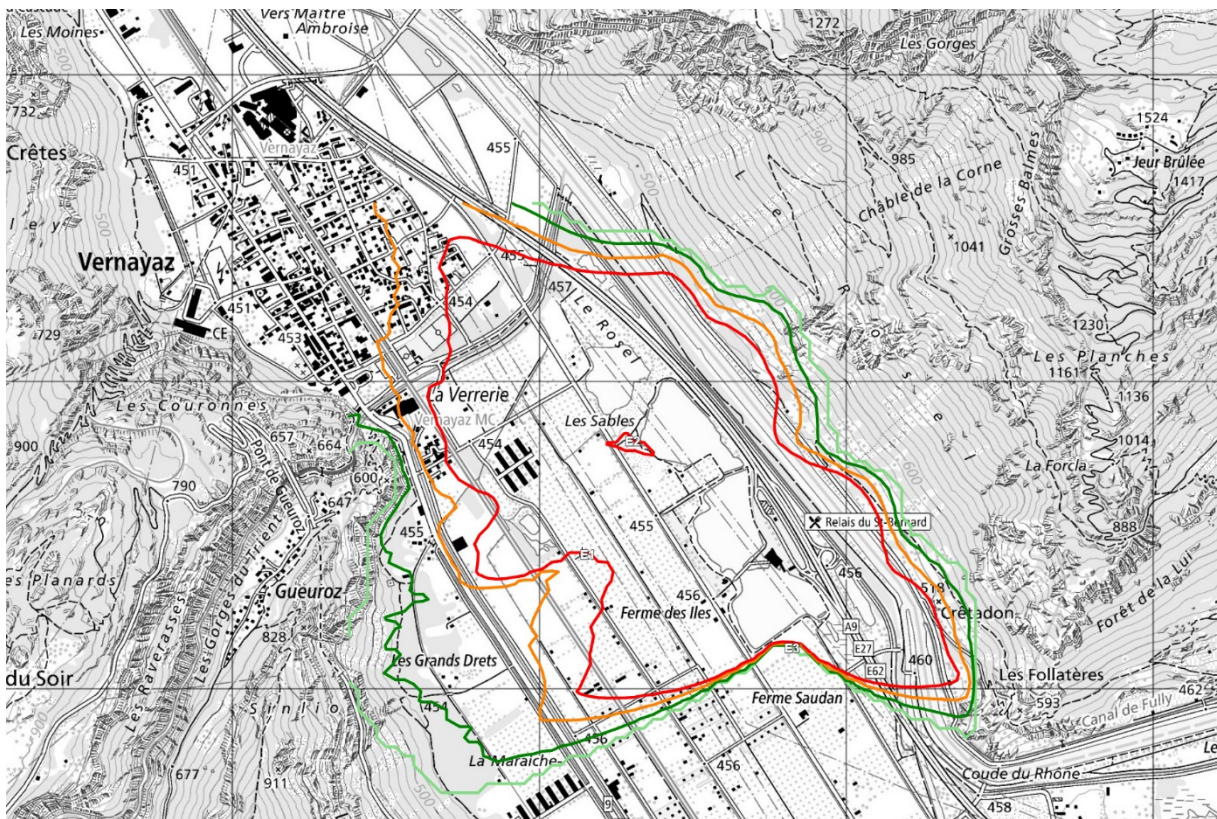
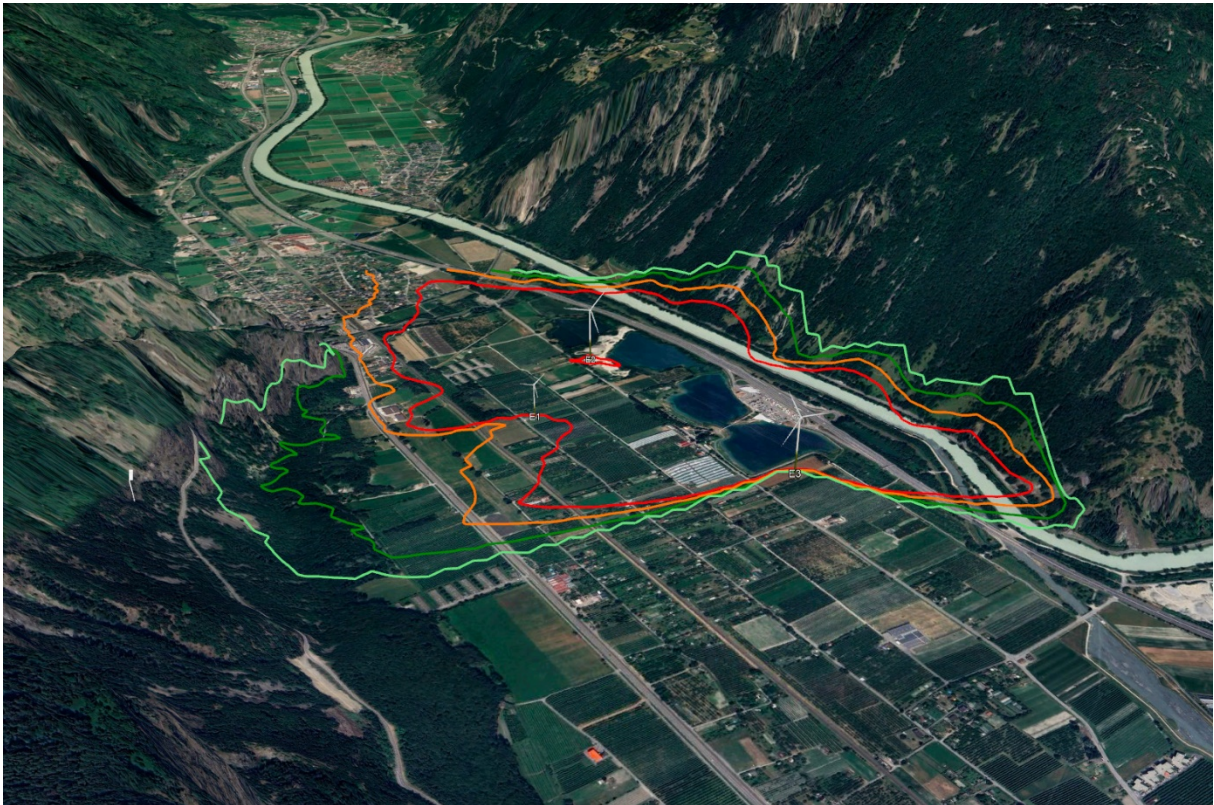
▼ Informations sur cette station

Abréviation	SIO
Coordonnées (CH)	2591633 / 1118584
Latitude/Longitude	46.21865 / 7.330203
Station	Sion
Données depuis	01.07.1953
Type de station	Stations météorologiques du réseau de mesures automatiques
Altitude station / Altitude du baromètre	482 m s. mer / 483 m s. mer
Canton	VS
Exposition	Plaine
WIGOS-ID	0-20000-0-06720
Propriétaire	MétéoSuisse

Probabilité d'ensoleillement du site, en nombre d'heures par jour. Moyennes 1991 – 2020.

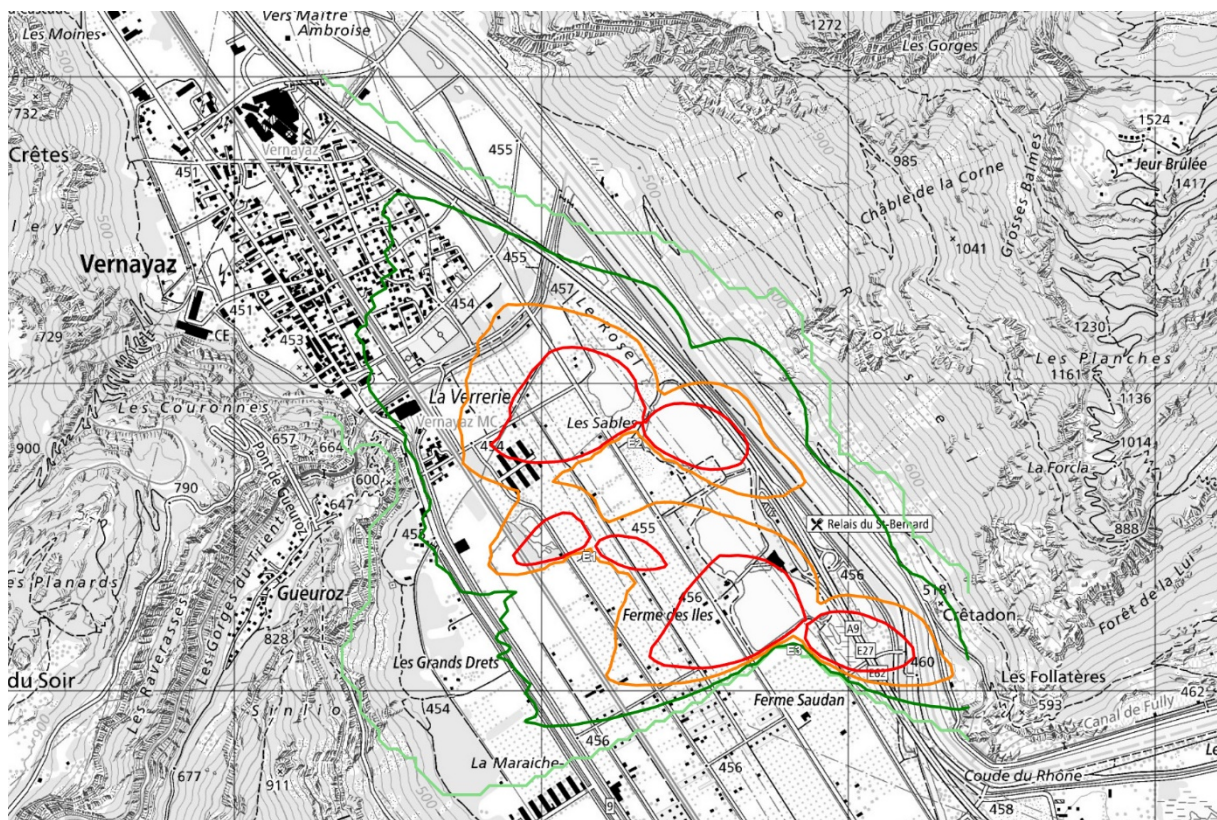
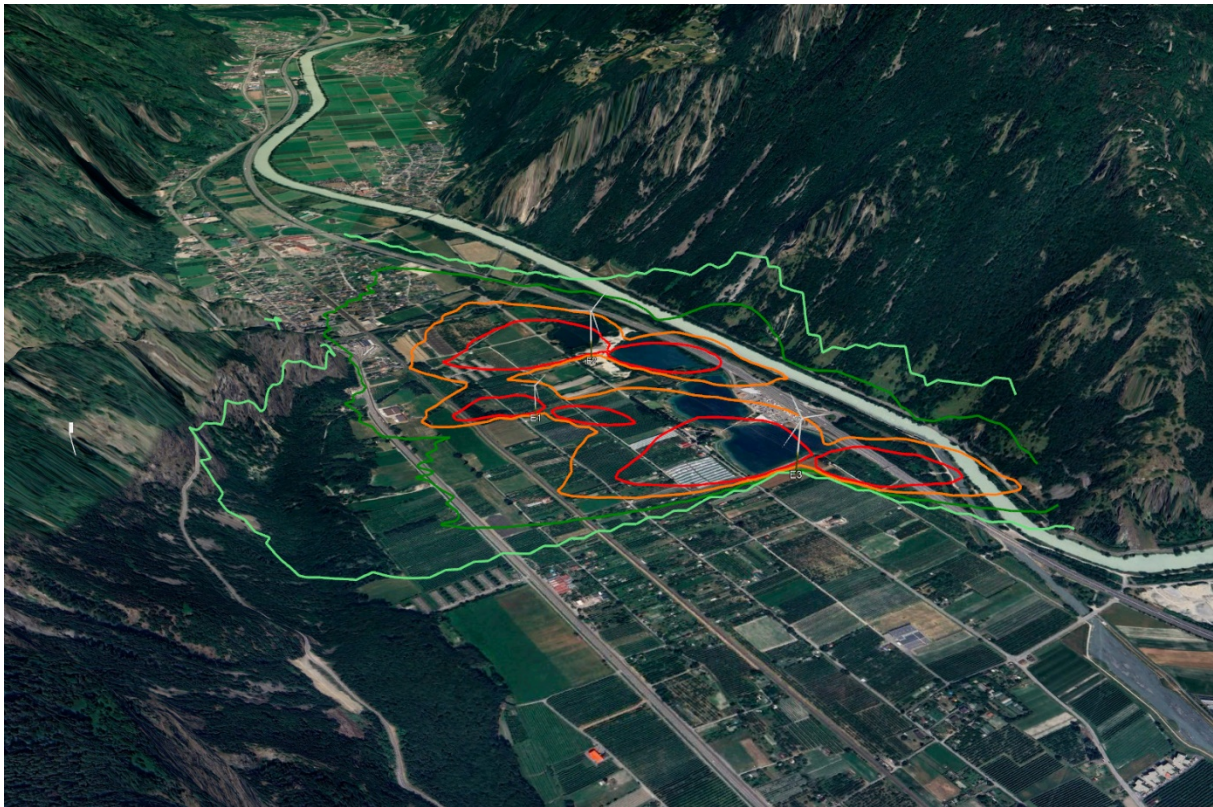
Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
3.2	4.9	6.1	7.0	7.5	8.5	8.9	8.2	6.9	5.2	3.3	2.3

Annexe 2 : Cas le plus défavorable – Nombre maximal d’heures de papillotement par année



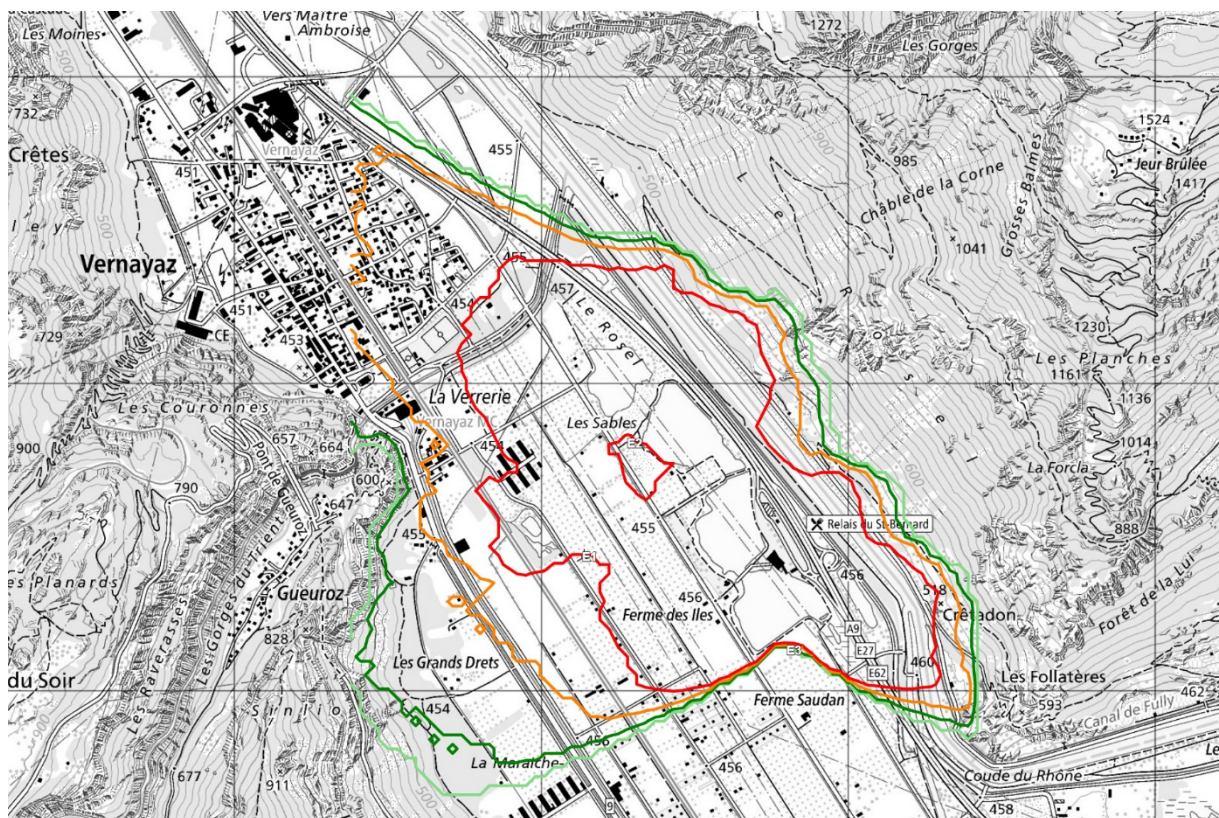
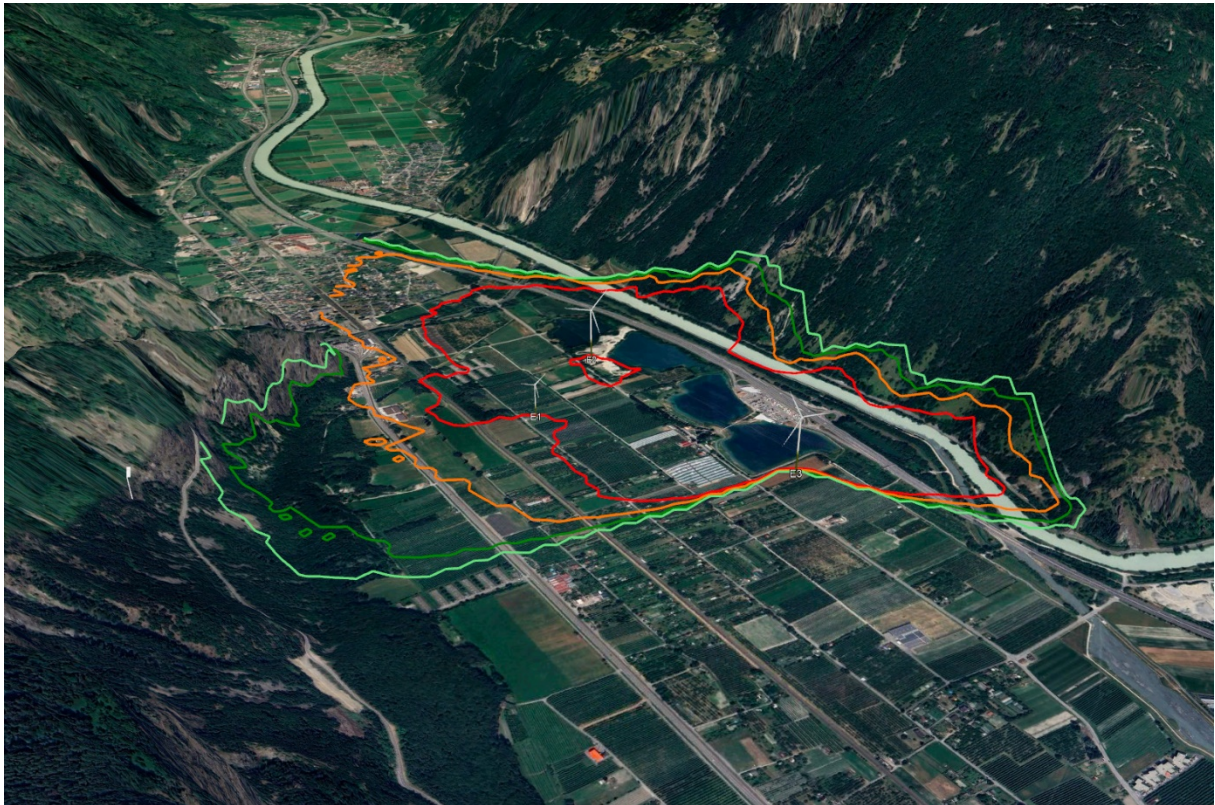
Exposition maximale par jour : rouge = 60 heures, orange = 30 heures, vert = 8 heures, vert clair = 0 heure

Annexe 3 : Durée probable – Heures de papillotement par année



Exposition probable par an : rouge = 60 heures, orange = 30 heures, vert = 8 heures, vert clair = 0 heure

Annexe 4 : Cas le plus défavorable – Nombre maximal de minutes de papillotement par jour



Exposition maximale par jour : rouge = 60 min, orange = 30 min, vert = 10 min, vert clair = 0 min

Annexe 5 : Description technique de la gestion des ombres

1 Allgemeines

Dieses Dokument gilt für die Windenergieanlagen der Plattformen EP1 (E-44, E-53), EP2 (E-70 E4, E-82 E2, E-82 E4, E-92, E-103 EP2), EP3 (E-115 EP3 E3, E-115 EP3 E4, E-126 EP3, E-138 EP3, E-138 EP3 E2 und E-138 EP3 E3) und für die E-160 EP5 E3 R1.

Periodischer Schattenwurf ist die wiederkehrende Verschattung des direkten Sonnenlichts durch die Bewegung der Rotorblätter einer Windenergieanlage. Das Auftreten dieses Effekts ist abhängig von der aktuellen lokalen Wetterlage, der Ausrichtung der Gondel entsprechend der Windrichtung, dem Sonnenstand und den Betriebszeiten der Windenergieanlage.

2 Funktionsweise

Die ENERCON Schattenabschaltung ist in der Steuerung der Windenergieanlage integriert und wird anlagenbezogen bei der Windenergieanlage aktiviert, für die eine Schattenabschaltung erforderlich ist. Eine Abschaltung mehrerer Windenergieanlagen über ein System ist nicht möglich.

Zusätzlich müssen die optional verfügbaren Sensoren zur Messung der Beleuchtungsstärke verbaut sein.

Die Sensoren werden windenergieanlagenspezifisch im Turm bzw. in der Gondel verbaut.

2.1 Bestimmung der potentiellen Schattenwurfzeit

Der Schattenabschaltung liegt ein kalendarisches System zugrunde. Die Anfangs- und Endzeiten des astronomisch möglichen Schattenwurfs für betroffene Immissionsorte werden unter Berücksichtigung der standortspezifischen Parameter wie Nabenhöhe, Rotordurchmesser und Koordinaten der Windenergieanlage sowie der Lage des Immissionsorts und dessen Topografie berechnet.

Die daraus ermittelten Abschaltzeiten werden in die Steuerung der Windenergieanlage programmiert.

Ein Feinabgleich dieser Abschaltzeiten ist für jeden Immissionsort und Zeitraum jederzeit durchführbar.

2.2 Messung der Beleuchtungsstärke

Die Erzeugung periodischen Schattenwurfs ist abhängig von der Sonneneinstrahlung. Gemäß den Aussagen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) ist Schattenwurf zu erwarten, wenn die Sonneneinstrahlung auf der zur Einfallrichtung normalen Ebene mehr als 120 W/m^2 beträgt.

Die Höhe der Beleuchtungsstärke auf einer waagerechten Messfläche wird vom Sonnenstand sowie vom fotometrischen Strahlungsäquivalent beeinflusst. Dieses wird von der Lichtbrechung und der Lufttrübung bestimmt und ist ebenfalls vom Sonnenstand abhängig. Für die Beleuchtungsstärke in Abhängigkeit zum Sonnenstand können somit nur näherungsweise Werte bestimmt werden.

Für die Schattenabschaltung wurde ein Verfahren entwickelt, mit dem das Auftreten von Schattenwurf jederzeit genau beurteilt werden kann. Zur Messung der Beleuchtungsstärke werden die Sensoren so angeordnet, dass sich mindestens ein Sensor auf der Sonnenseite und ein Sensor auf der Schattenseite befindet.

Die Steuerung der Windenergieanlage ermittelt aus den Messwerten der Sensoren die höchste und die niedrigste Beleuchtungsstärke, also die Licht- und die Schattenintensität.

Die Beurteilung, ob Schattenwurf möglich ist, erfolgt somit nicht über eine mit Toleranzen behaftete Messung der Beleuchtungsstärke, sondern über das Verhältnis von Licht- zu Schattenintensität und der daraus ermittelten Abschaltintensität.

Für eine Beleuchtungsstärke von 120 W/m^2 beträgt die ermittelte Abschaltintensität 36 %. Dieser Wert ist unabhängig vom Sonnenstand. Sinkt das Verhältnis von Licht- zu Schattenintensität unter 36 %, liegt eine Beleuchtungsstärke von mehr als 120 W/m^2 vor. Es kommt zu Schattenwurf.

Dieser Wert wurde im Rahmen eines 2-jährigen Praxistests von Schattenabschaltmodulen validiert. Die Abschaltintensität kann bei Bedarf individuell verändert werden.

2.3 Abschaltautomatik

Sobald innerhalb des programmierten Zeitfensters der eingestellte Wert der Abschaltintensität unterschritten ist, wird die Schattenabschaltung aktiviert. Eine Mittelwertbildung für die gemessene Beleuchtungsstärke erfolgt nicht. Die Abschaltautomatik reagiert auch bei einer kurzzeitigen Unterschreitung des eingestellten Werts der Abschaltintensität. Eine Verzögerungszeit für das Ansprechen der Schattenabschaltung kann über Filterzeiten definiert werden. Ein Parameter legt fest, wie lange im Mittel das Verhältnis von Licht- zu Schattenintensität unter dem voreingestellten Wert der Abschaltintensität liegen muss, damit die Schattenabschaltung aktiviert wird.

Ändern sich die Lichtverhältnisse so, dass Schattenwurf nicht mehr möglich ist, bleibt die Schattenabschaltung zunächst aktiv. Die Schattenabschaltung wird deaktiviert und die Windenergieanlage nimmt den Betrieb wieder auf, wenn das programmierte Zeitfenster abgelaufen ist oder wenn über einen vorgegebenen Zeitraum der Wert der Abschaltintensität dauerhaft überschritten wird. Ein Parameter legt fest, wie lange im Mittel das Verhältnis von Licht- zu Schattenintensität über dem voreingestellten Wert der Abschaltintensität liegen muss, damit die Schattenabschaltung deaktiviert wird.

2.4 Erweiterte Funktionen

Die Schattenabschaltung kann auch ohne Berücksichtigung der Beleuchtungsstärke erfolgen. Dabei wird die Windenergieanlage zeitgesteuert nach den in der Steuerung programmierten Zeitfenstern abgeschaltet. Die Windenergieanlage wird dann auch bei Bewölkung angehalten.

Durch die verfügbare Wochentagfunktion kann die Abschaltung auf ausgewählte Wochentage begrenzt werden. Diese Funktion ist beispielsweise für Windenergieanlagen sinnvoll, die an Industrie- oder Gewerbegebiete angrenzen, in denen an Wochenenden keine Tätigkeiten in schützenswerten Arbeitsräumen stattfinden.

Die erweiterten Funktionen können gezielt für ausgewählte Immissionsorte umgesetzt werden.

3 Sicherheit

Die Funktion der Lichtsensorik wird während des Betriebs 2-mal täglich automatisch auf Plausibilität geprüft. Sind die gemessenen Werte nicht plausibel, wird eine Meldung generiert.

Durch den Ausfall eines Sensors, z. B. durch Kabelbruch oder Kurzschluss, fällt das Verhältnis von Schatten- zu Lichtintensität unter den Wert der Abschaltintensität. Die Windenergieanlage hält innerhalb des programmierten Zeitfensters an und eine Meldung wird generiert.

4 Protokollierung

Die Aktivierung der Schattenabschaltung wird von der Datenfernübertragung als Statusmeldung mit Datum, Uhrzeit und Dauer protokolliert und über mehrere Jahre gespeichert.

Bei Bedarf erfolgt eine Protokollierung der gemessenen Daten der Lichtsensorik. Dabei wird das Verhältnis von Schatten- und Lichtintensität als Minutenmittelwert sowie das Minimum und das Maximum des Minutenintervalls und die definierte Abschaltintensität protokolliert.