

Cythelia Energy

14 allée du Lac de Tignes – 73290 La Motte Servolex

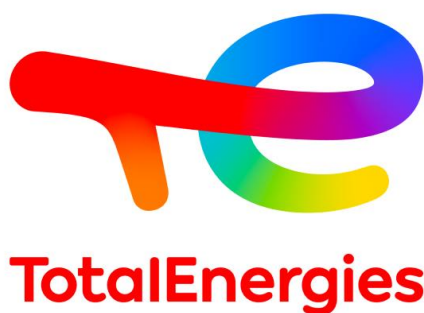
Tel : +33 (0)4 79 25 31 75 | www.cythelia.fr

SAS au capital de 165 000 € - RCS Chambéry B 393 290 937 - APE 7112B



Evaluation du risque d'éblouissement par un projet photovoltaïque à proximité de l'autoroute A81

Centrale au sol du Chêne de Guette – Changé (53810)



Référence : C-03418

Rédaction : Nicolas CALLIGARO

Version : 03

Date : 27/06/2025

Sommaire

Résumé	2
1. Méthodologie et hypothèses.....	3
1.1. Course du soleil et masque lointain.....	3
1.2. Rayons réfléchis	3
1.3. Topographie.....	5
1.4. Identification des risques d'éblouissement	5
1.5. Rayons réfléchis par les modules photovoltaïques.....	7
1.6. Hypothèses de calcul.....	9
2. Objets de l'étude.....	10
2.1. Centrale photovoltaïque	10
2.2. Autoroute A81.....	13
3. Analyse du risque d'éblouissement.....	14
3.1. Analyse graphique.....	14
3.1.1. Autoroute A81.....	14
3.2. Calcul détaillé.....	15
3.2.1. Sans obstacle	15
3.2.1.1. Sens de circulation sud-ouest vers nord-est (SO->NE)	16
3.2.1.2. Sens de circulation nord-est vers sud-ouest (NE->SO)	19
3.2.2. Avec écrans de 3 m et 5m de hauteur.....	23
3.2.2.1. Obstacle hauteur 3 m.....	23
3.2.2.2. Obstacle hauteur 5 m.....	26
3.2.3. Prise en compte des obstacles (végétation et bâtiments).....	27
3.2.3.1. Simulation avec la végétation et bâtiments existants seuls	27
3.2.3.2. Simulation avec la végétation et bâtiments + plantation d'un écran au Sud d'une hauteur de 2,5 m	32
4. Conclusion.....	34

Résumé

La société TotalEnergies Renouvelables France développe un projet de centrale photovoltaïque sur le territoire de la commune de Changé (53810). Ce projet se trouve à proximité immédiate de l'autoroute A81.

L'objectif de l'étude est de déterminer les positions des modules et les moments pour lesquels un risque d'éblouissement des usagers de la route est possible. L'analyse est réalisée en faisant l'analogie avec les exigences qui existent pour les aérodromes et héliports et qui sont décrites dans la Note d'Information Technique de la DGAC.

Le tableau ci-dessous synthétise les résultats de l'analyse :

Tableau 1 : Synthèse de l'analyse

	Sens de circulation	Risque d'éblouissement	Longueur de route avec éblouissement	Durée moyenne journalière en minute	Plage horaire (UTC +1)	Source du risque (% de la centrale)	Angle Soleil-Conducteurs-Modules	Risque atténué (angles < 20°)
Sans pris en compte des obstacles								
A81	SO->NE	Oui	2820m	14	6h33-7h00	86%	<17°	Oui
	NE->SO	Oui	50m	16	19h08-19h36	1%	<10.4°	Oui
Pris en compte d'une haie de 3 m de hauteur								
A81	SO->NE	Oui	2290m	13	6h34-7h	55%	16.9°	Oui
	NE->SO	NON	0m	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Pris en compte d'une haie de 5 m de hauteur								
A81	SO->NE	NON	0m	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	NE->SO	NON	0m	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Pris en compte de la végétation et des bâtiments existants seuls dans le voisinage de la centrale								
A81	SO->NE	Oui	60m	14	6h33-6h58	5%	<16.4°	Oui
	NE->SO	NON	0m	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Pris en compte de la végétation existante et d'une haie de 2,5m sur le bord Sud								
A81	SO->NE	NON	0m	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	NE->SO	NON	0m	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

L'étude montre qu'en l'absence d'obstacles masquant la visibilité de la centrale depuis l'autoroute, le risque ne peut complètement être écarté.

Sans prendre en compte la végétation existante, un obstacle visuel d'une hauteur de 5 m permet d'écarter complètement le risque.

En prenant en compte la végétation existante au voisinage de la centrale photovoltaïque et une haie de 2,5 mètres de haut sur le bord sud de la centrale, le risque est également écarté.

Dans tous les cas, ce risque est atténué par le fait qu'aux même moments où un éblouissement est identifié, les conducteurs sont également éblouis directement par le soleil.

1. Méthodologie et hypothèses

1.1. Course du soleil et masque lointain

Grâce aux coordonnées géographiques du site, la course du soleil est calculée, et il est possible de générer le diagramme solaire représenté en Figure 1. Dans ce diagramme, les azimuts ont pour origine le Sud et sont comptés positivement vers l'Ouest et négativement vers l'Est. Ce diagramme est donné pour des jours moyens de chaque mois.

Ainsi, heure par heure, nous connaissons la position du soleil dans le ciel au moyen de deux grandeurs : hauteur angulaire et azimut.

Sur ce même diagramme, le **masque lointain** (constitué par le relief alentour) pourrait être représenté, la Figure 1 montre l'absence de masque lointain sur le site concerné par l'étude. Les données utilisées pour le calcul du masque lointain sont issues des données SRTM diffusées par la NASA, disponibles sur ce site : <http://srtm.csi.cgiar.org/>



Figure 1 : Course du soleil et masque lointain sur le site

1.2. Rayons réfléchis

Le vecteur incident, et donc le vecteur réfléchi, sont nuls lorsque le soleil est masqué par le relief alentour (qui constitue le masque lointain qui est visible sur la Figure 1), c'est-à-dire, lorsque la hauteur du soleil est inférieure à la hauteur du masque (pour l'azimut du soleil à un instant donné).

Aucun rayon n'est donc réfléchi quand le soleil est masqué par le relief.

Dans un système de coordonnées orthonormé ayant pour origine le centre d'un des modules, il est possible de calculer le vecteur réflexion $\vec{V}_{réf}$, à partir du vecteur définissant la position du soleil $\vec{V}_{mc}$ et du vecteur normal au module $\vec{n}$ (défini grâce à l'orientation et l'inclinaison du module) au moyen de la relation :

$$\vec{V}_{ref} = \frac{2 \cdot \vec{V}_{inc} \cdot \vec{n}}{\|\vec{n}\|^2} \vec{n} - \vec{V}_{inc}$$

Pour l'analyse graphique, le calcul est réalisé toutes les 10 minutes de l'heure de lever du soleil à son coucher pour les jours moyens de chaque mois¹, à l'exception des mois de Juin et Décembre, pour lesquels les jours de solstices sont considérés.

En créant, dans une modélisation 3D, une surface entre deux vecteurs réfléchis consécutifs (le parcours du rayon pendant les 10 minutes est ainsi représenté de manière continue), il est possible de visualiser graphiquement des « surfaces » d'éblouissement pour chaque mois, représentées en jaune sur la figure suivante.

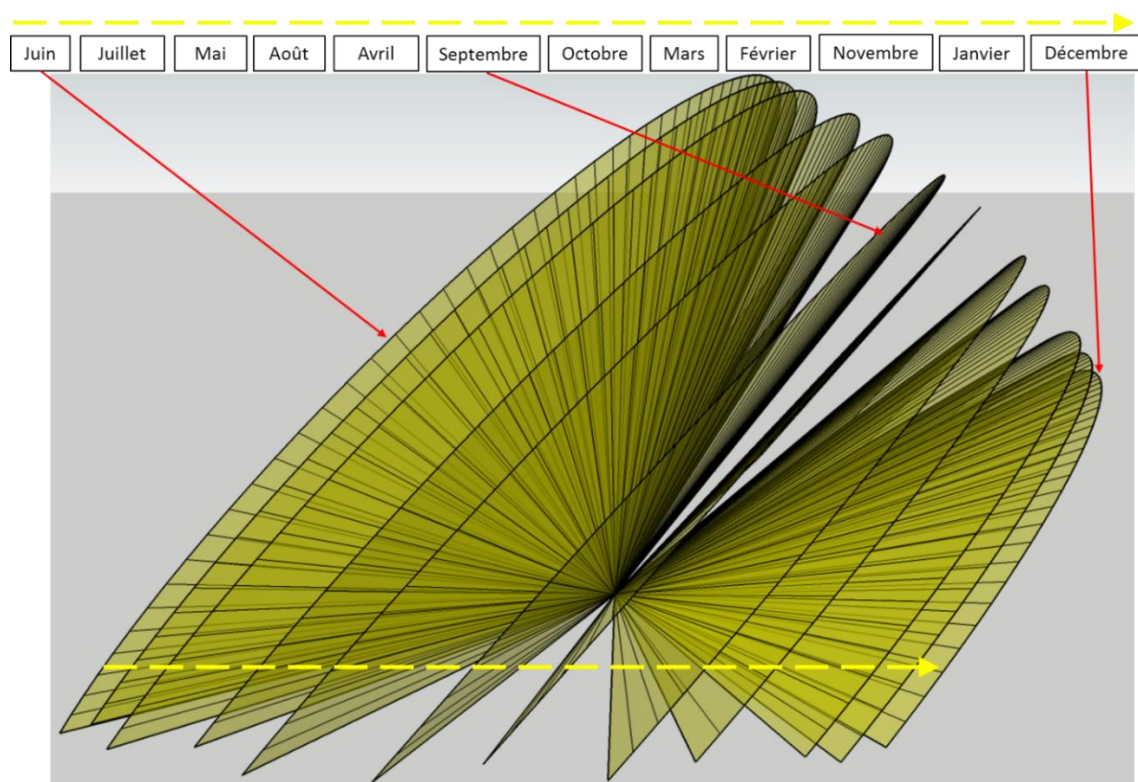


Figure 2 : Surfaces de rayons réfléchis (exemple)

De même, les jours non représentés graphiquement sont visuellement interpolables, entre deux surfaces qui représentent le parcours des rayons réfléchis pendant les deux jours moyens de deux mois consécutifs. **Ce volume constitué par l'ensemble de ces surfaces contient donc la totalité des rayons réfléchis pour toutes les heures de l'année.**

¹ Le jour moyen est défini comme étant le jour pour lequel la déclinaison est la plus proche de la déclinaison moyenne du mois considéré (Duffie & Beckman, Solar Engineering of Thermal Processes, d'après Klein (1977)).

Un calcul détaillé, réalisé pour tous les jours de l'année, toutes les minutes de l'heure de lever du soleil à son coucher, complète cette analyse graphique. Pour ce calcul détaillé, le rayon réfléchi à un instant t est modélisé par un cône dont l'ouverture est de 87,9 mrad. Cette valeur correspond à ce que donne le SANDIA² pour un module doté d'un verre non texturé sans couche anti-reflet. C'est une hypothèse conservatrice.

1.3. Topographie

La topographie entre la centrale et l'infrastructure étudiée est prise en compte, les rayons réfléchis par les modules sont susceptibles d'être arrêtés par le terrain. Les données d'élévation du terrain sont issues du modèle numérique de terrain (MNT) de l'IGN (Institut Géographique National).

1.4. Identification des risques d'éblouissement

Le critère retenu pour identifier le risque d'éblouissement est une interception entre les rayons réfléchis et l'axe du regard du conducteur sous un angle inférieur à 30°.

Cet angle de 30° correspond à un champ de vision de 60° (soit de -30° à +30° par rapport à l'axe du regard du conducteur) qui est celui d'un conducteur circulant à une vitesse de 80 km/h (voir figure ci-dessous, le champ de vision à 70 km/h est de 75° et celui à 100 km/h est de 45°). L'angle de 30° est celui retenu par la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) pour vérifier le caractère gênant d'un rayon réfléchi, pour un aéronef en phase d'approche ou au roulage. Lorsque l'angle d'interception est inférieur à 30° avec une distance inférieure à 3 km du point d'observation, la DGAC considère que le risque de gêne pour les pilotes ne peut être exclu. Si l'angle est supérieur à 30°, le risque d'éblouissement peut être exclu.

² Solar Glare Hazard Analysis Tool (SGHAT) Technical Reference Manual, US Department of Energy, Sandia National Laboratories, March 2015



Figure 3 : Champ de vision en fonction de la vitesse (source : Sécurité Routière³)

Par analogie avec la Note d'Information Technique de la DGAC, les rayons réfléchis par la centrale interceptant les usagers de l'autoroute A81 avec des angles supérieurs à 30° seront considérés comme non éblouissants.

Lorsqu'un risque d'éblouissement est identifié, il peut être relativisé si le conducteur est par ailleurs déjà ébloui directement par le soleil. Ces cas sont caractérisés par l'angle entre les modules, le conducteur et le soleil, et on considère que le risque est atténué lorsque cet angle est inférieur à 20°. Cette valeur de 20° est également celle retenue par Swissolar (association suisse des professionnels de l'énergie solaire)⁴.

³ Dépliant de la Sécurité Routière, https://www.securite-routiere.gouv.fr/sites/default/files/2021-07/depliant-la_vue-v3.pdf

⁴ Guide relatif à la procédure d'annonce et d'autorisation, Suisse Energie, Juin 2023. Disponible sur <https://pubdb.bfe.admin.ch/fr/publication/download/10403>

1.5. Rayons réfléchis par les modules photovoltaïques

En calculant les rayons réfléchis par les modules photovoltaïques toutes les 10 minutes pour chaque jour, et en créant une surface entre deux rayons consécutifs (parcours du rayon pendant les 10 minutes), il est possible de visualiser graphiquement des « surfaces » d'éblouissement pour chaque mois.

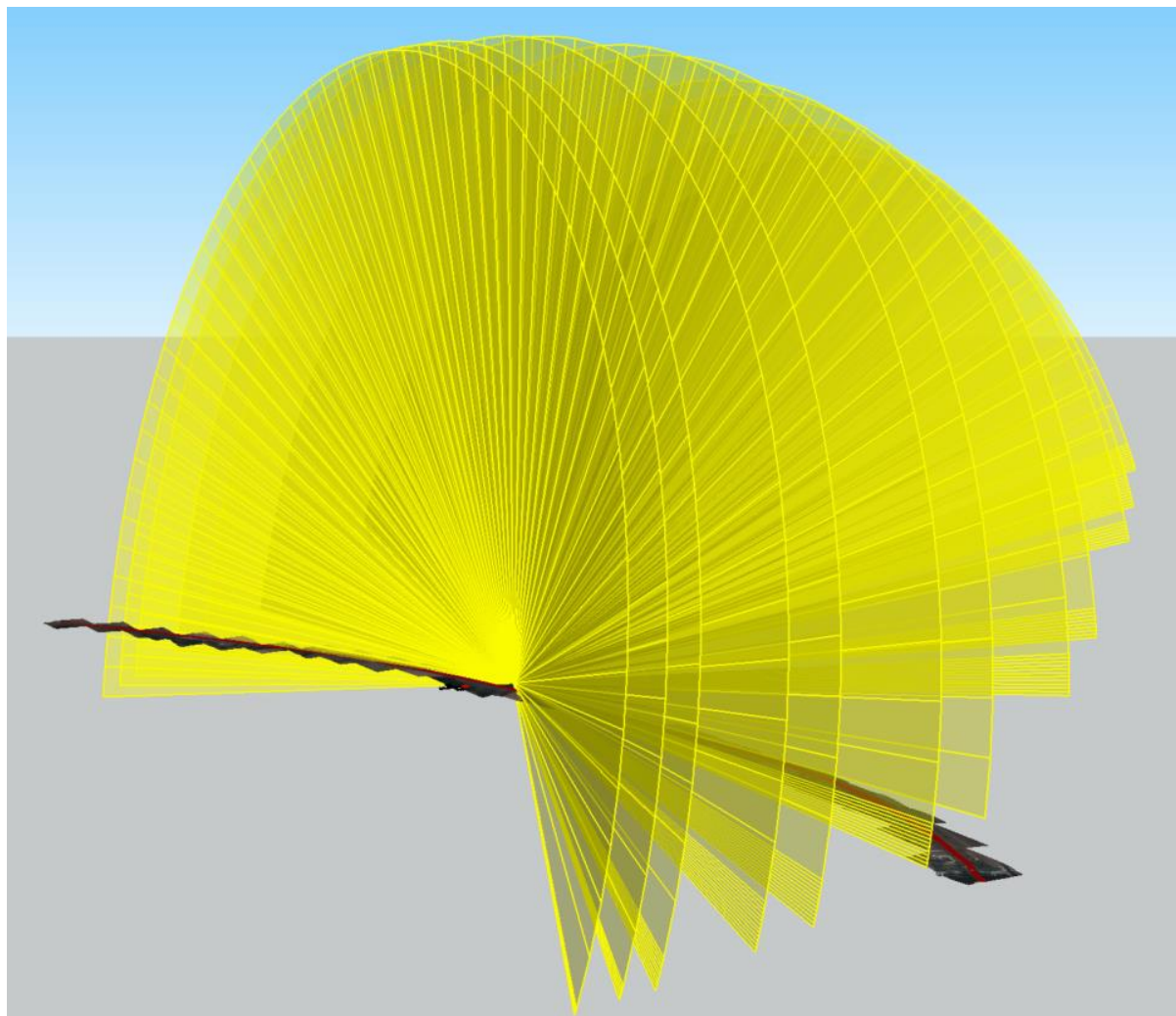


Figure 4 : Représentation 3D des rayons réfléchis sur 12 mois

L'ajout d'un attribut sur les rayons 3D permet de connaître à quels jours et heures de l'année correspondent chacun des segments représentant les rayons réfléchis.

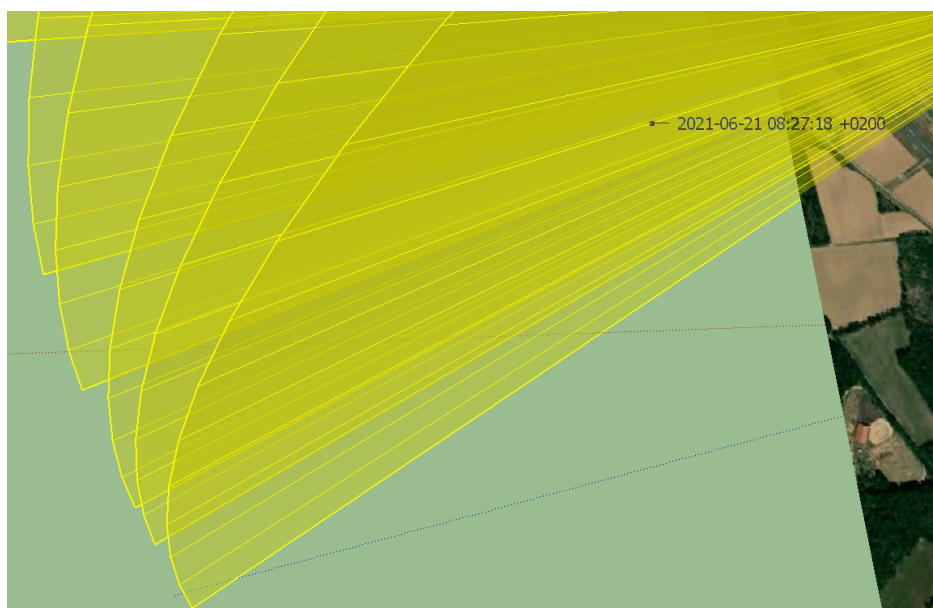


Figure 5 : Accès aux dates et heures de la représentation des rayons réfléchis

1.6. Hypothèses de calcul

- Hauteur des points d'observation par rapport à l'altitude de l'autoroute A81 : 2,5 m, ce qui correspond à la hauteur des yeux d'un conducteur de poids lourd.
- Le calcul est réalisé tous les jours de l'année, avec un pas de temps d'une minute.
- La vérification du risque d'éblouissement est effectuée tous les 5 m le long de l'autoroute A81 pour les deux sens de circulation.

Nota : L'étude permet d'identifier avec des **hypothèses conservatrices** les éventuels risques d'éblouissement des usagers de l'autoroute A81:

- L'effet de masque des tables entre elles n'est pas pris en compte
- L'étude est géométrique et ne porte pas sur l'intensité de l'éblouissement
- L'implantation des modules PV est étendue sur toute la surface du terrain d'emprise de la centrale photovoltaïque, la piste de circulation n'est pas prise en compte dans la modélisation

2. Objets de l'étude

2.1. Centrale photovoltaïque

Le projet consiste en la réalisation d'une centrale photovoltaïque, sur le territoire de la commune de Changé dans le département de la Mayenne (53), à proximité immédiate de l'autoroute A81.



Figure 6 : Plan de localisation de la centrale

Les modules sont orientés plein Sud, et sont inclinés à 20°, sur des tables en configuration « 2V » (la hauteur de la table est de 2 modules disposés en format portrait).

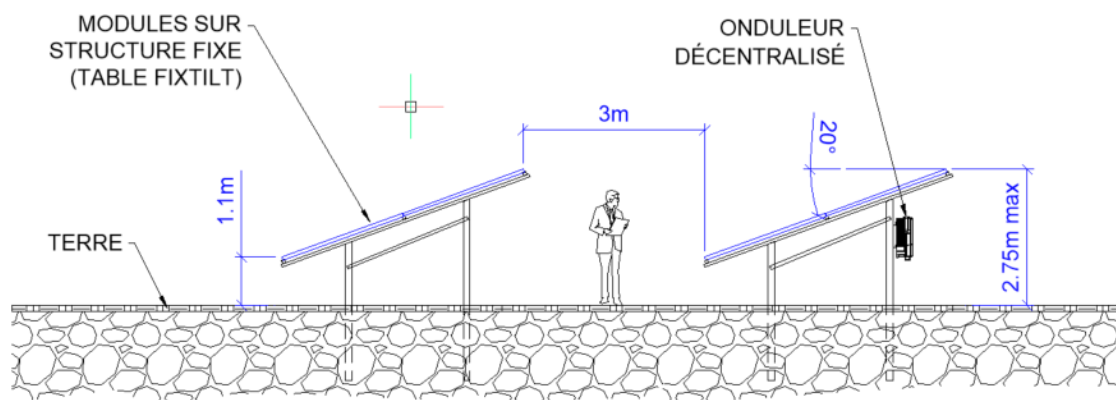


Figure 7 : Vues de coupe des tables de modules

Le calcul est réalisé sur un maillage de points régulier d'environ 1 point pour 20m². Les hauteurs de points de calcul correspondent aux hauteurs des points milieux des modules fixés sur les rangées supérieures des structures fixes.



Figure 8 : Zone d'étude et points de calcul

La vue 3D ci-dessous permet de se rendre compte de la topographie du site.



Figure 9 : Représentation de la topographie du site

2.2. Autoroute A81

L'autoroute A81 est modélisée jusqu'à une distance de 3 km de la centrale.

L'altitude de l'autoroute A81 est prise en compte à une résolution de 5 m.

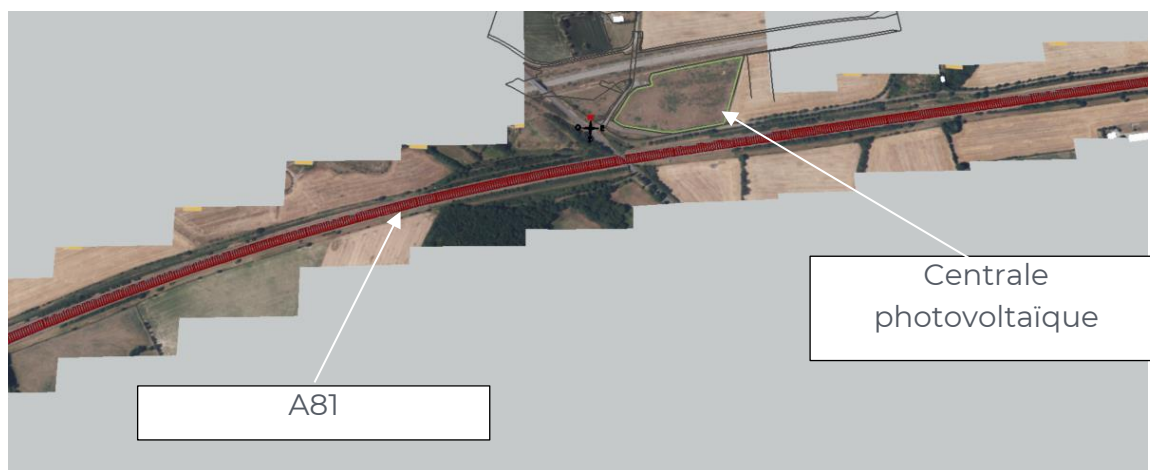


Figure 10 : Modélisation de l'autoroute A81

3. Analyse du risque d'éblouissement

3.1. Analyse graphique

3.1.1. Autoroute A81

L'autoroute A81 est modélisée sur une portion allant de 1,5 km à l'Ouest de la centrale jusqu'à 1,5 km à l'Est de la centrale.

Les figures suivantes montrent que les rayons réfléchis interceptent l'autoroute A81 et sont susceptibles de gêner les conducteurs pour les deux sens de circulation.

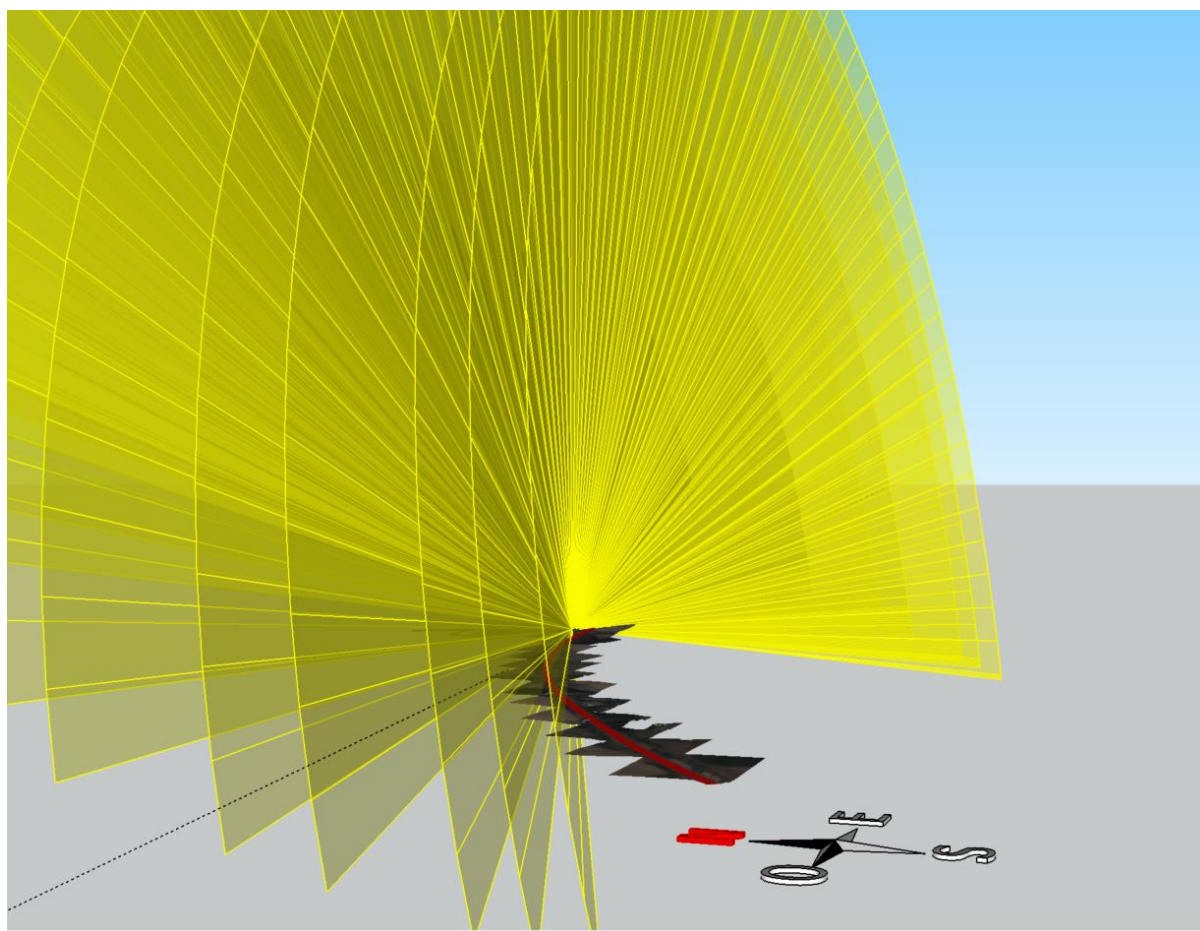


Figure 11 : Rayons réfléchis – A81

3.2. Calcul détaillé

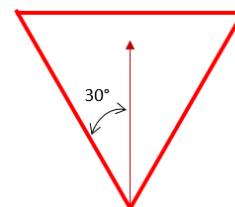
3.2.1. Sans obstacle

Un premier calcul est réalisé sans obstacle, autre que le terrain, entre la centrale et l'autoroute A81. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 2 : résultats du calcul – sans écran

Sens de circulation	Risque d'éblouissement	Longueur de route avec éblouissement	Durée moyenne journalière (minutes)	Plage horaire (UTC +1)	Source du risque	Angle Soleil-Conducteurs-Modules	Risque atténué (angles < 20°)
SO->NE	Oui	2820m	14	6h33-7h00	86% de la centrale	<17°	Oui
NE->SO	Oui	50m	16	19 h08-19 h36	1%	<10.4°	Oui

L'angle de 30°, qui correspond à la zone de vision centrale, est celui retenu par la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) pour vérifier le caractère gênant d'un rayon réfléchi, pour un aéronef en phase d'approche ou au roulage. Lorsque l'angle d'interception est inférieur à 30° avec une distance inférieure à 3 km du point d'observation, la DGAC considère que le risque de gêne pour les pilotes ne peut être exclu. Si l'angle est supérieur à 30°, le risque d'éblouissement peut être exclu.



Sur les figures ci-dessous, les triangles rouges représentés permettent d'évaluer visuellement l'angle d'interception minimal afin de définir s'il est supérieur ou inférieur à 30°.

3.2.1.1. Sens de circulation sud-ouest vers nord-est (SO->NE)

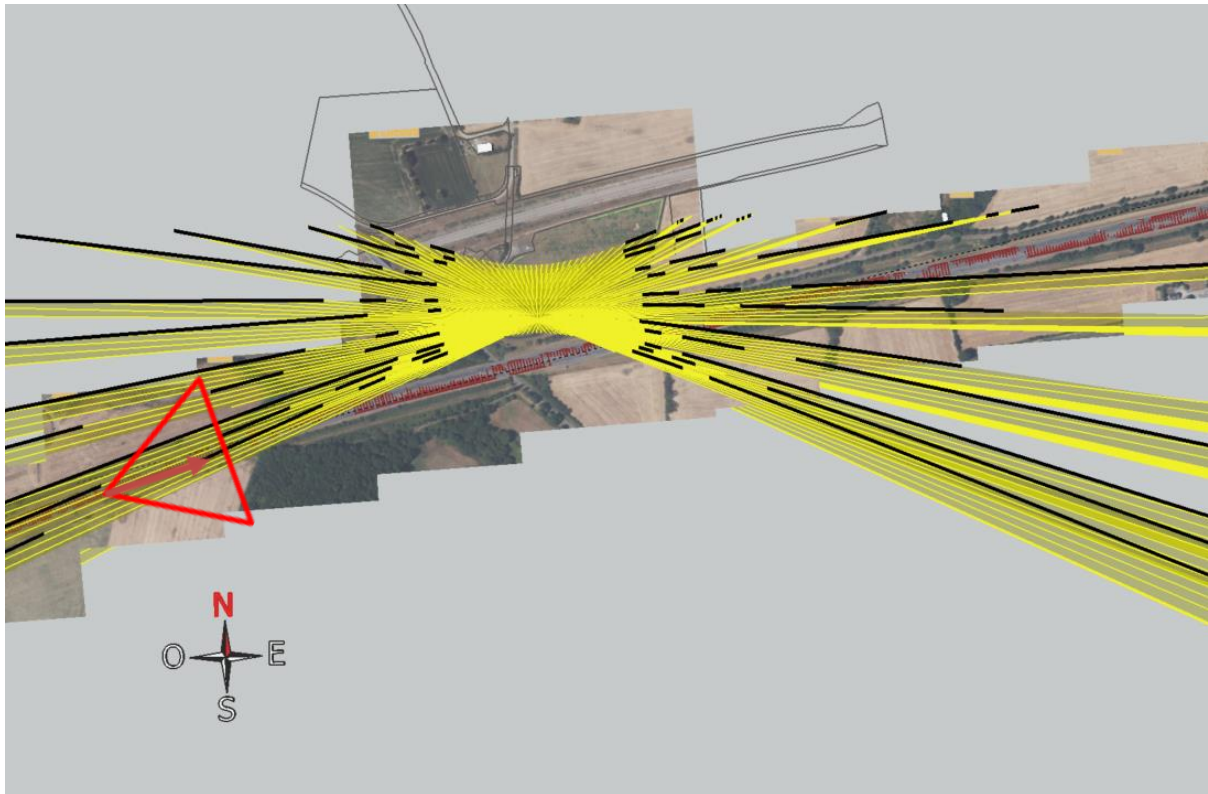


Figure 12 : Rayons réfléchis – A81 – sens SO->NE (sans obstacle) – plan de coupe

La figure suivante représente les portions concernées par les différents risques :

- En blanc [] : pas d'interception avec les rayons réfléchis par la centrale
- en bleu [] : angle entre la ligne de vue du conducteur et les modules < 30°
- en orange [] : portion à risque d'éblouissement (interception avec les rayons réfléchis < 30°)

Une portion de l'autoroute, d'une longueur totale de 2 820 m, représentée en orange sur les figures ci-dessous, est concernée par le risque d'éblouissement.



Figure 13 : Portion concernée par le risque (sans obstacle)

Les graphiques ci-dessous détaillent les dates, horaires et durées du risque d'éblouissement.

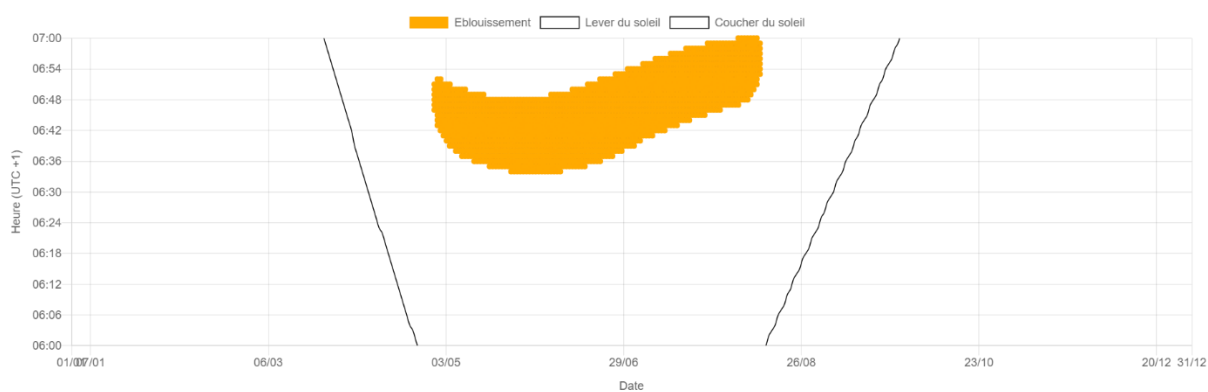


Figure 14 : dates et heures d'éblouissement – A81 - sens de SO->NE (sans obstacle)

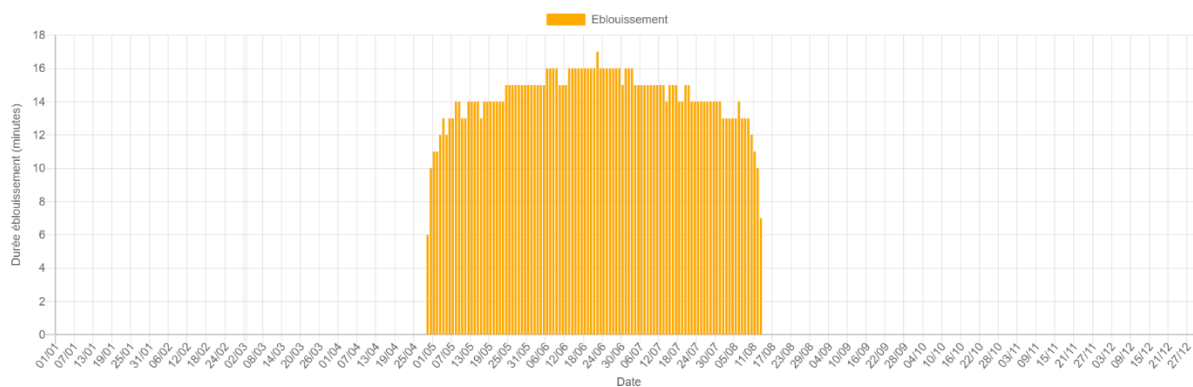


Figure 15 : dates et durées journalières d'éblouissement – A81 - sens de circulation SO->NE (sans obstacle)

Tableau 3 : durées (cumuls et moyennes) d'éblouissement – A81 - sens de circulation SO->NE (sans obstacle)

Durée éblouissement (minutes)	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Année
Cumul	0	0	0	16	426	472	455	158	0	0	0	0	1527
Moyenne journalière	0	0	0	8	13	15	14	12	0	0	0	0	14

Tableau 4 : plage horaire d'éblouissement – A81 - sens de circulation SO->NE (sans obstacle)

Plage horaire d' éblouissement	Début	Fin
Eblouissement	06:33 (UTC +1)	07:00 (UTC +1)

3.2.1.2. Sens de circulation nord-est vers sud-ouest (NE->SO)

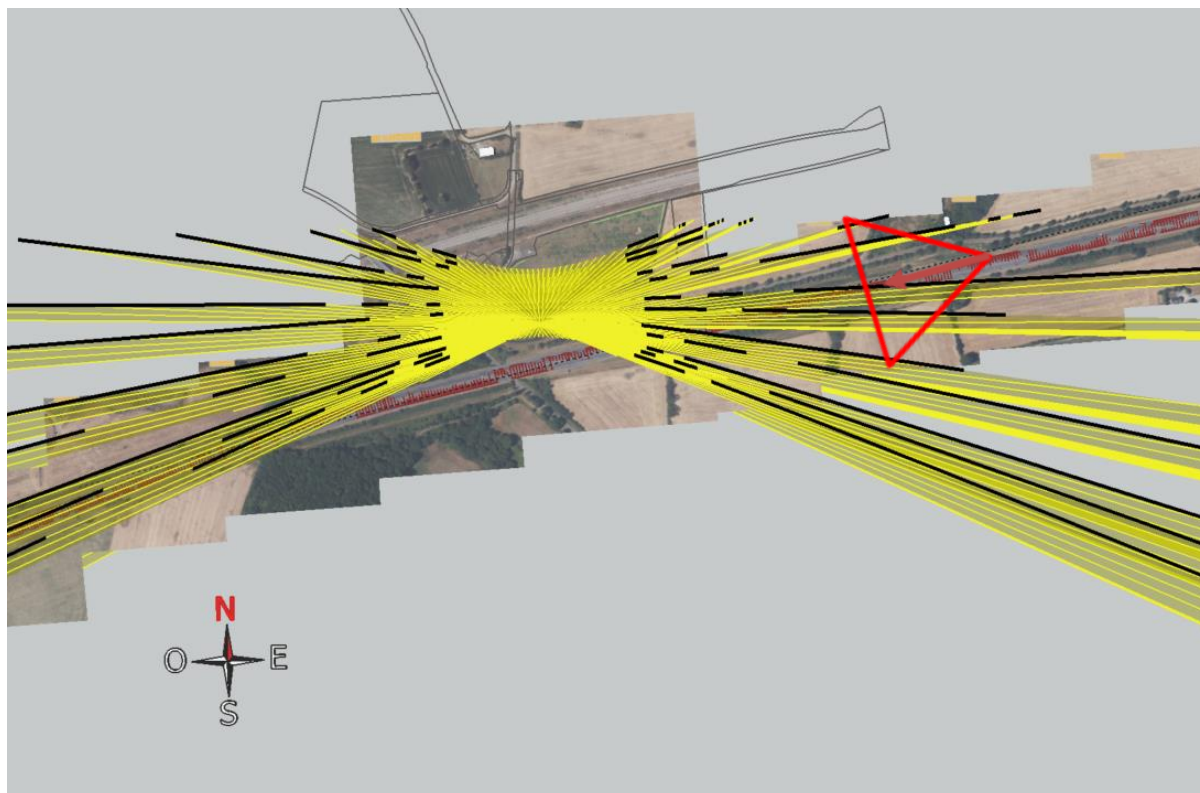


Figure 16 : Rayons réfléchis – A81 – sens NE->SO (sans obstacle) – plan de coupe

La figure suivante représente les portions concernées par les différents risques :

- En blanc [] : pas d'interception avec les rayons réfléchis par la centrale
- en bleu [] : angle entre la ligne de vue du conducteur et les modules $< 30^\circ$
- en orange [] : portion à risque d'éblouissement (interception avec les rayons réfléchis $< 30^\circ$)

Une portion de l'autoroute, d'une longueur totale de 50m, représentée en orange sur les figures ci-dessous, est concernée par le risque d'éblouissement.

Le calcul est réalisé sur un maillage de points réguliers d'environ 1 point pour 20m². Afin bien d'identifier les zones à risque, l'implantation des modules PV est étendue sur toute la surface du terrain d'emprise de la centrale photovoltaïque, la piste de circulation n'est pas prise en compte dans la modélisation. Le plan de masse du projet est rappelé dans la figure 17bis de ce rapport



Figure 17 : Portion concernée par le risque (sans obstacle)



Figure 17bis : Plan de masse du projet

Les graphiques ci-dessous détaillent les dates, horaires et durées du risque d'éblouissement.

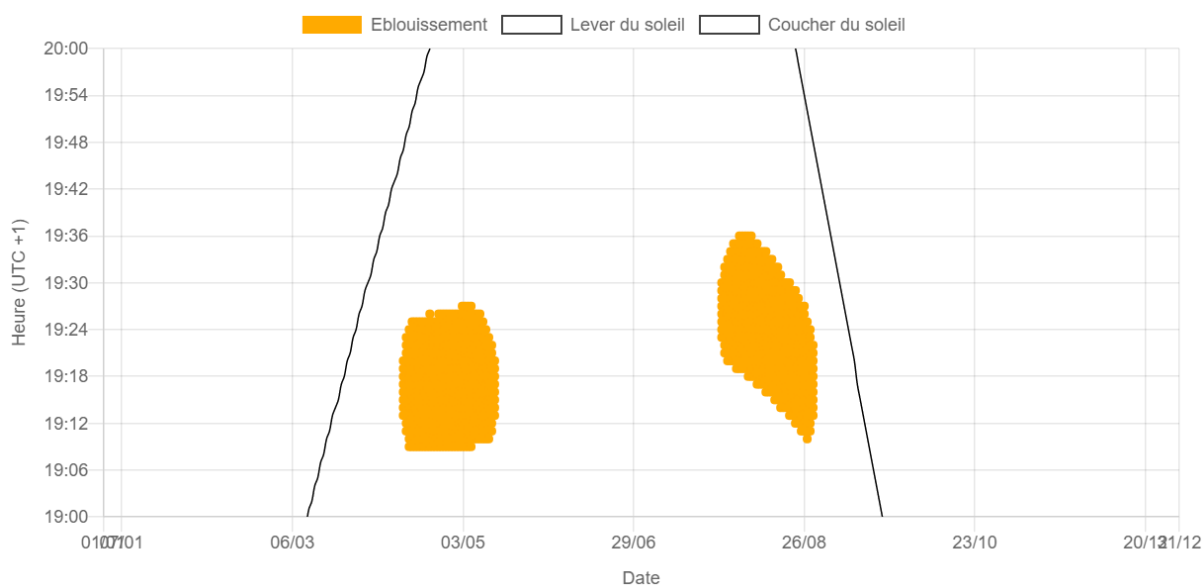


Figure 18 : dates et heures d'éblouissement – A81 - sens de circulation NE->SO (sans obstacle)

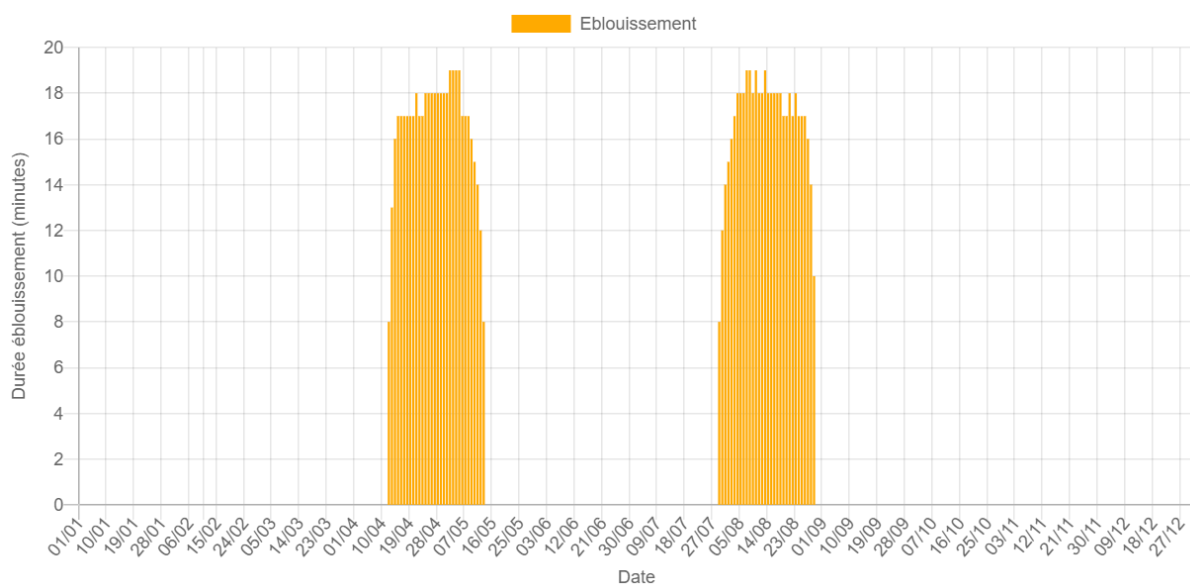


Figure 19 : dates et durées journalières d'éblouissement – A81 - sens de circulation NE->SO (sans obstacle)

Tableau 5 : durées (cumuls et moyennes) d'éblouissement – A81 - sens de circulation NE->SO (sans obstacle)

Durée éblouissement (minutes)	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Année
Cumul	0	0	0	317	210	0	34	500	0	0	0	0	1061
Moyenne journalière	0	0	0	16	16	0	11	17	0	0	0	0	16

Tableau 6 : plage horaire d'éblouissement – A81 - sens de circulation NE->SO (sans obstacle)

Plage horaire d' éblouissement	Début	Fin
Eblouissement	19:08 (UTC +1)	19:36 (UTC +1)

Les portions concernées par le risque représentent 2870 m.

Le risque peut être relativisé car le conducteur est ébloui aux mêmes moments par le soleil qui se situe dans la même direction que les modules.

Environ 87 % des modules de la centrale, sont à l'origine du risque d'éblouissement.



Figure 20 : Localisation des zones de la centrale sources de risque (en orange) ou non (en vert)

3.2.2. Avec écrans de 3 m et 5m de hauteur

Afin de réduire la visibilité de la centrale depuis l'autoroute A81, la mise en place d'un écran (par exemple une haie) est envisageable. Deux hauteurs ont été simulées : 3 m et 5 m.

3.2.2.1. Obstacle hauteur 3 m

Dans un premier temps, l'implantation d'une haie de 3 m de hauteur est étudiée.



Figure 21 : Tracé de l'écran modélisé – hauteur : 3 m

Les résultats avec prise en compte d'un écran de 3 m sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 7 : résultats du calcul – avec écran de 3 m

Sens de circulation	Risque d'éblouissement	Longueur de route avec éblouissement	Durée moyenne journalière (minutes)	Plage horaire (UTC +1)	Source du risque	Angle Soleil-Conducteurs-Modules	Risque atténué (angles < 20°)
SO->NE	Oui	2290m	13	6h34-7h	55% de la centrale	16.9°	Oui
NE->SO	NON	0m	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

La mise en place d'un écran de 3 m de hauteur permet de réduire de 580 m la portion à risque.

La portion de l'autoroute A81, d'une longueur totale de 2 290 m, représentée en orange sur la figure ci-dessous, reste à risque d'éblouissement malgré l'écran de 3 m de hauteur.

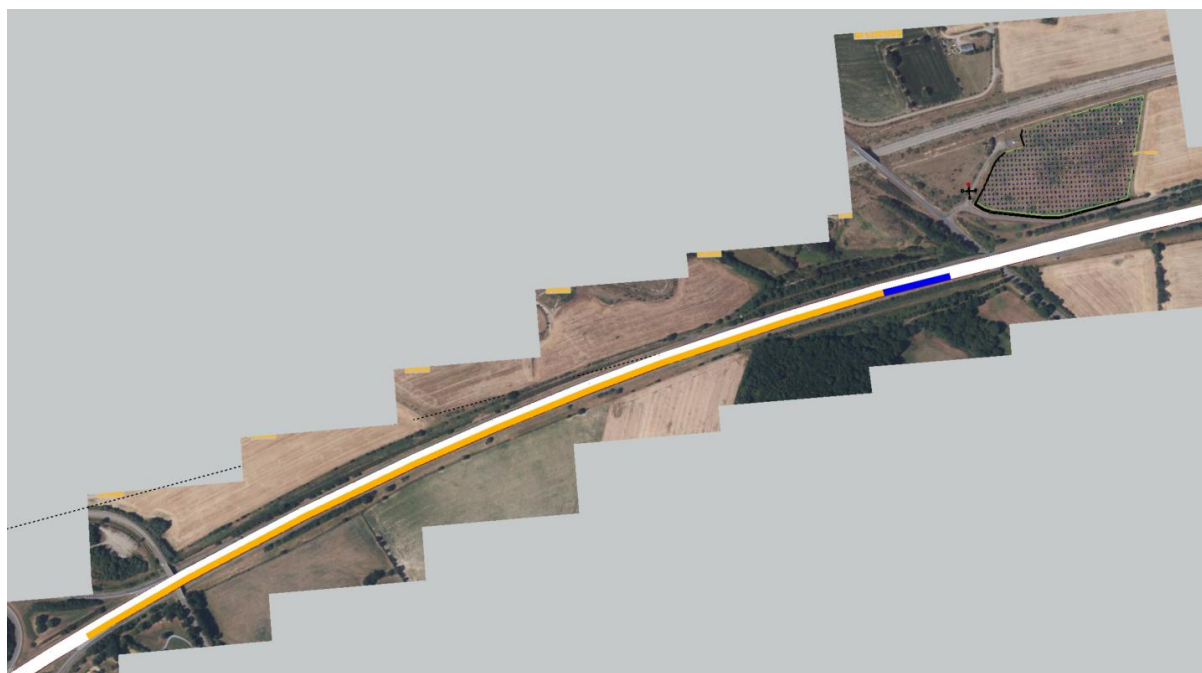


Figure 22 : Portion concernée par le risque (écran de 3 m)

Environ 55% des modules de la centrale sont à l'origine du risque d'éblouissement.



Figure 23 : Localisation des zones de la centrale sources de risque (en orange) ou non (en vert)

Les graphiques ci-dessous détaillent les dates, horaires et durées du risque d'éblouissement.

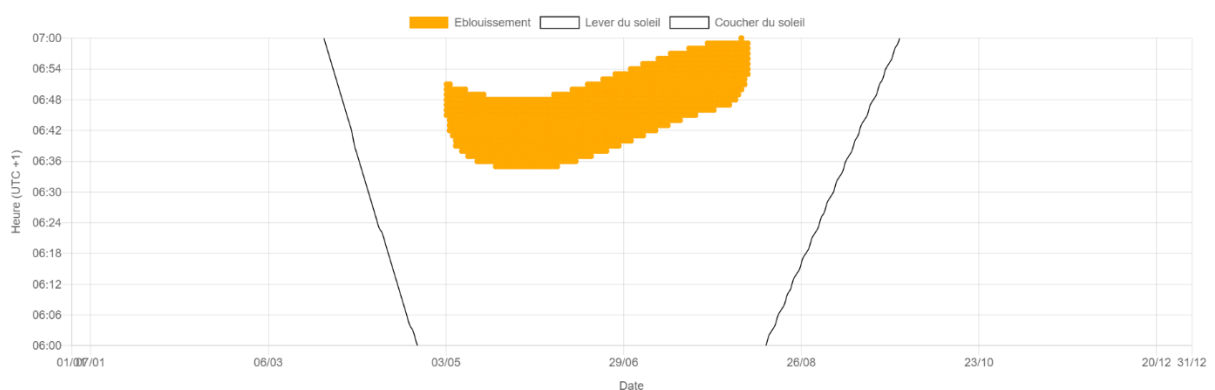


Figure 24 : dates et heures d'éblouissement –A81 - sens de circulation SO vers NE (écran de 3 m)

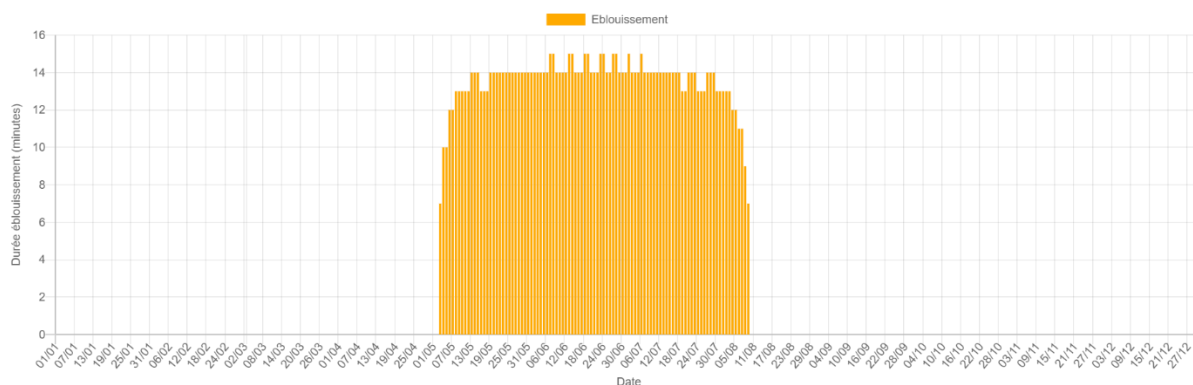


Figure 24 : dates et durées journalières d'éblouissement – A81 - sens de circulation SO vers NE (écran de 3 m)

Tableau 2 : durées (cumuls et moyennes) d'éblouissement – [A81 - sens de circulation SO vers NE (écran de 3 m)]

Durée éblouissement (minutes)	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Année
Cumul	0	0	0	0	379	430	429	101	0	0	0	0	1339
Moyenne journalière	0	0	0	0	13	14	13	11	0	0	0	0	13

Tableau 3 : plage horaire d'éblouissement – A81 - sens de circulation SO vers NE (écran de 3 m)

Plage horaire d' éblouissement	Début	Fin
Eblouissement	06:34 (UTC +1)	07:00 (UTC +1)

3.2.2.2. Obstacle hauteur 5 m

Les résultats, avec une haie de 5 m de hauteur (par rapport au terrain), sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 8 : résultats du calcul – avec écran de 5 m

Sens de circulation	Risque d'éblouissement	Longueur de route avec éblouissement	Durée moyenne journalière (minutes)	Plage horaire (UTC +1)	Source du risque	Angle Soleil-Conducteurs-Modules	Risque atténué (angles < 20°)
SO->NE	NON	0m	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
NE->SO	NON	0m	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Le risque d'éblouissement est écarté avec un écran de 5 m de haut sur les bords Nord-Ouest, Sud-Ouest, et Sud-Est de la centrale.

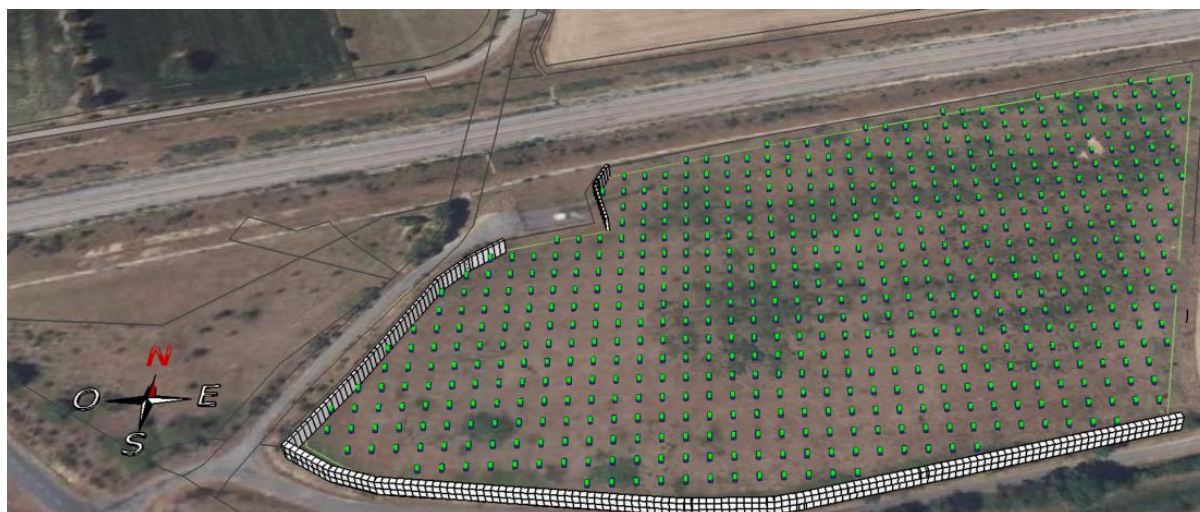


Figure 21 : Tracé de l'écran modélisé – hauteur : 5 m

3.2.3. Prise en compte des obstacles (végétation et bâtiments)

Pour rappel, le paragraphe précédent a montré que le risque d'éblouissement était écarté pour :

Un écran de 5 mètres minimum de haut en périphérie sur les bords Nord-Ouest, Sud-Ouest et Sud-Est de la centrale.

L'impact de la végétation et des bâtiments environnants est étudié dans cette section pour définir s'il est indispensable d'un point de vue moins conservateur d'installer un écran en périphérie de la centrale.

La végétation est intégrée au modèle 3D grâce à la base de données MNS (Modèle Numérique de Surface) de l'IGN, qui comprend, en plus de la topographie, la végétation et les bâtiments existants.

Les résultats qui suivent sont moins conservateurs, les hauteurs de la végétation sont déterminées par des données MNS et la densité des zones végétalisées n'est pas représentative de la réalité. De plus la coupe d'un arbre ou la démolition d'un bâtiment pourrait entraîner des modifications sur les résultats suivants.

3.2.3.1. Simulation avec la végétation et bâtiments existants seuls

Un premier calcul est réalisé sans obstacle, autre que le terrain, la végétation et bâtiments existants, entre la centrale et l'autoroute A81. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

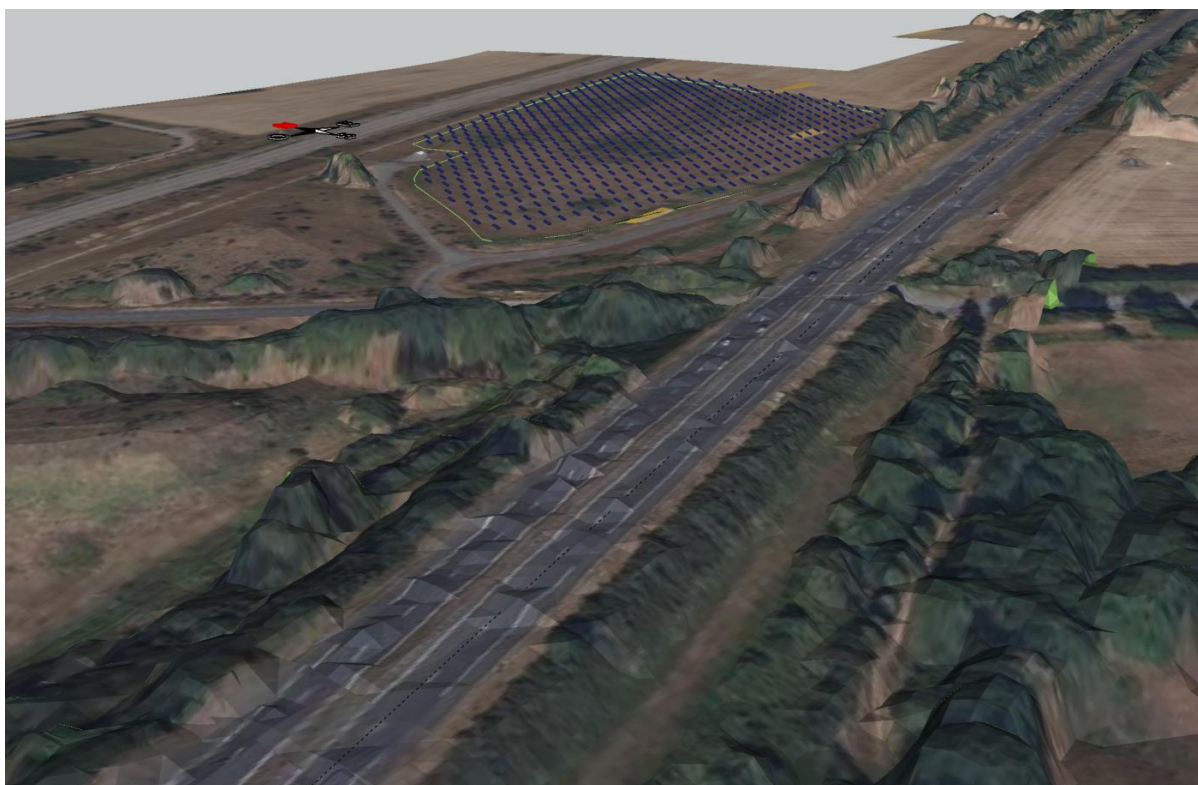


Figure 22 : Représentation 3D de la végétation existante grâce aux données MNS

Tableau 9 : résultats du calcul – végétation et bâtiments existants seuls

Sens de circulation	Risque d'éblouissement	Longueur de route avec éblouissement	Durée moyenne journalière (minutes)	Plage horaire (UTC +1)	Source du risque	Angle Soleil-Conducteurs-Modules	Risque atténué (angles < 20°)
SO->NE	Oui	60m	14	6h33-6h58	5% de la centrale	<16.4°	Oui
NE->SO	NON	0m	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

La prise en compte de la végétation existante réduit significativement le risque d'éblouissement. La portion à risque n'est présente que sur 60m uniquement dans le sens de circulation Sud-Ouest -> Nord-Est.

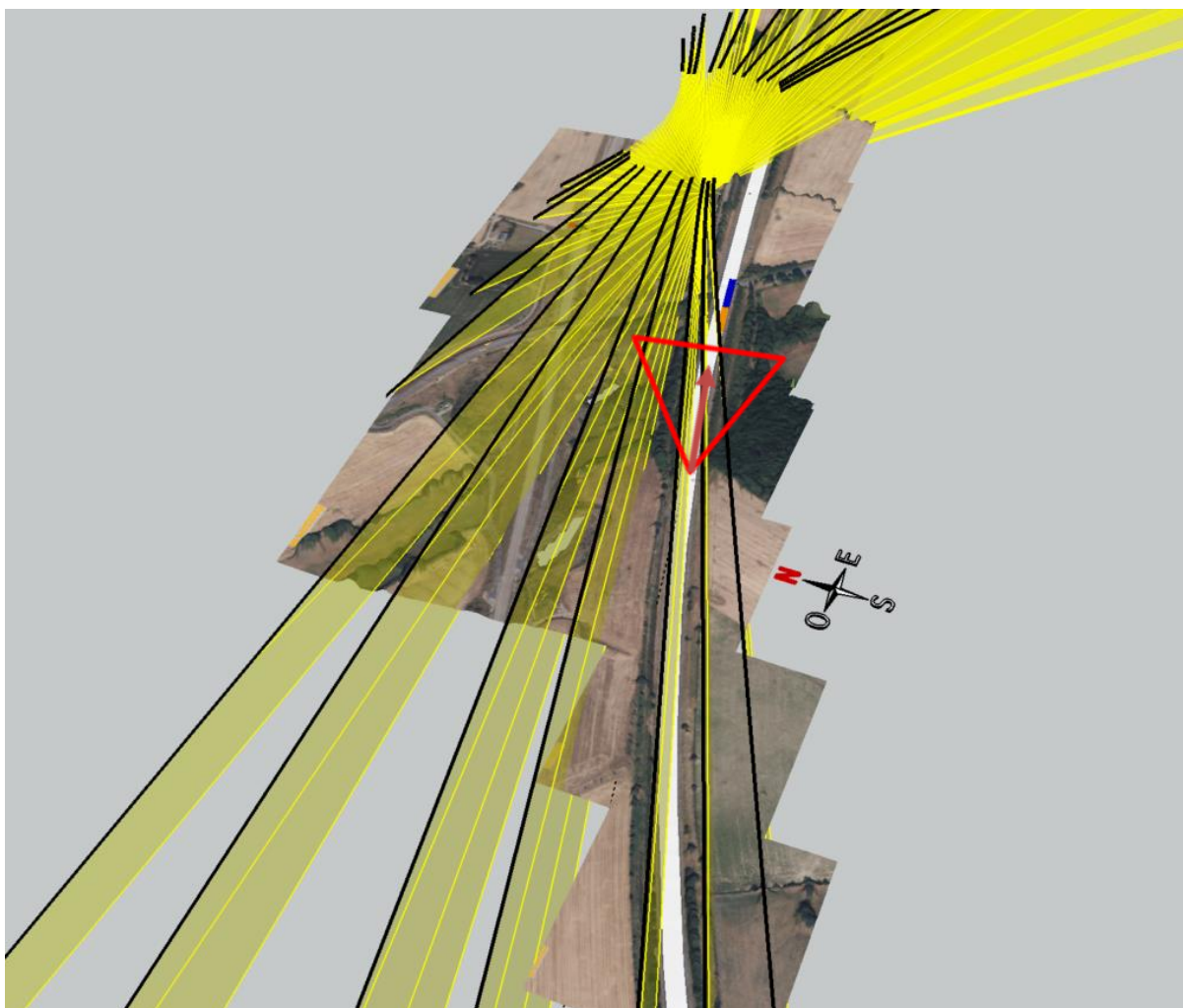


Figure 23 : Rayons réfléchis – A81 – sens SO->NE – plan de coupe

-La figure suivante représente les portions concernées par les différents risques :

- En blanc [] : pas d'interception avec les rayons réfléchis par la centrale
- en bleu [] : angle entre la ligne de vue du conducteur et les modules < 30°
- en orange [] : portion à risque d'éblouissement (interception avec les rayons réfléchis < 30°)

Une portion de l'autoroute, d'une longueur totale de 60m, représentée en orange sur les figures ci-dessous, est concernée par le risque d'éblouissement.

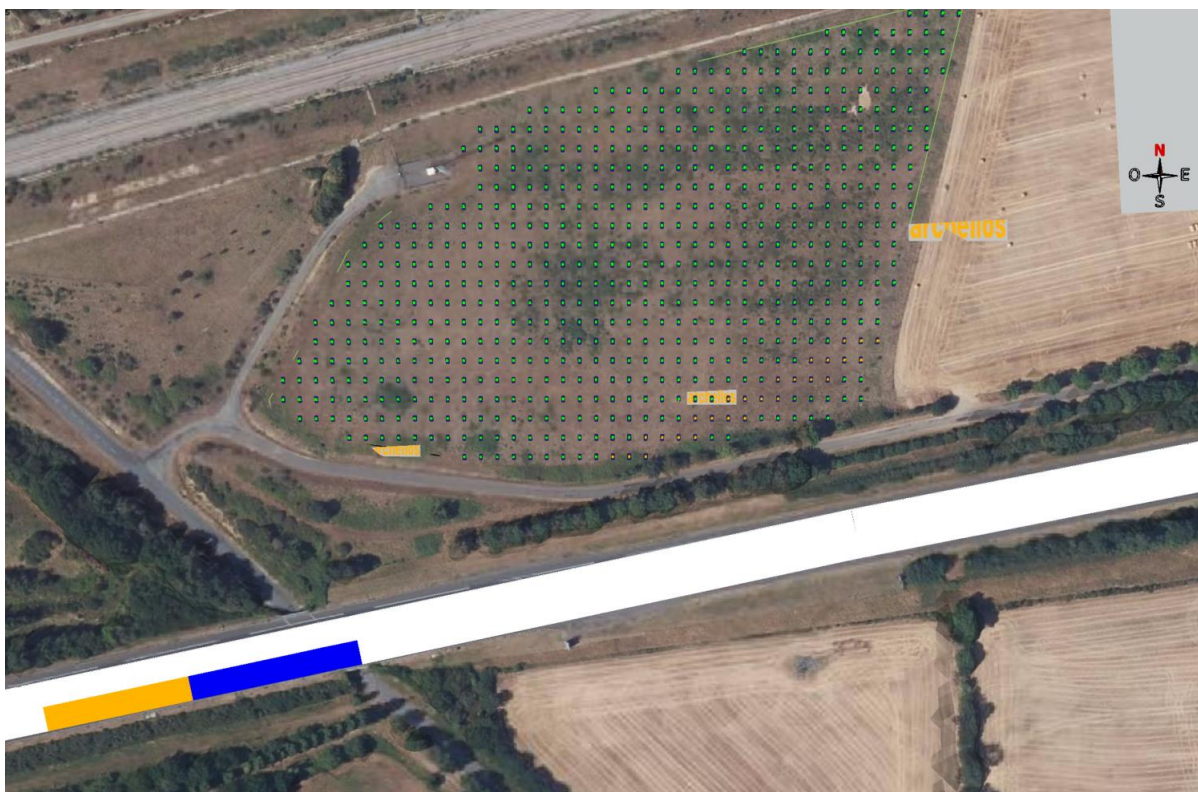


Figure 24 : Portion concernée par le risque et localisation des zones de la centrale sources de risque (en orange) ou non (en vert)

Les graphiques ci-dessous détaillent les dates, horaires et durées du risque d'éblouissement.

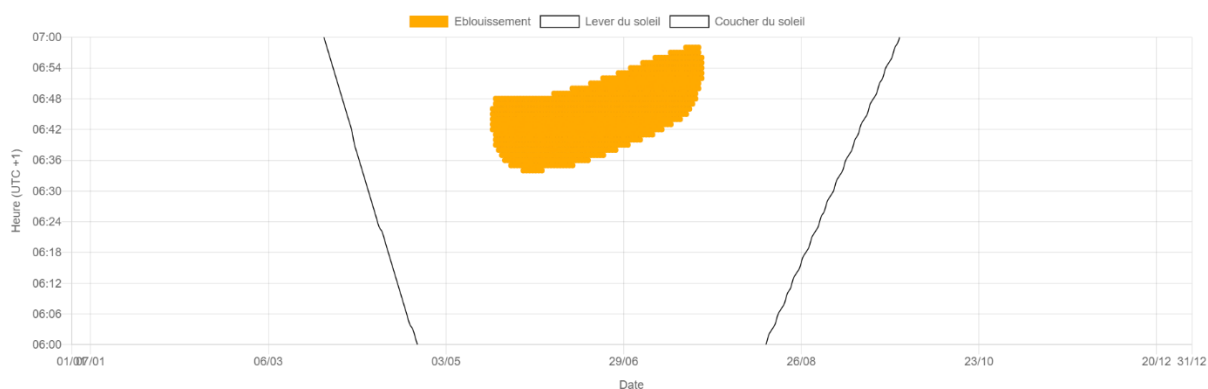


Figure 25 : dates et heures d'éblouissement – A81 - sens de SO->NE

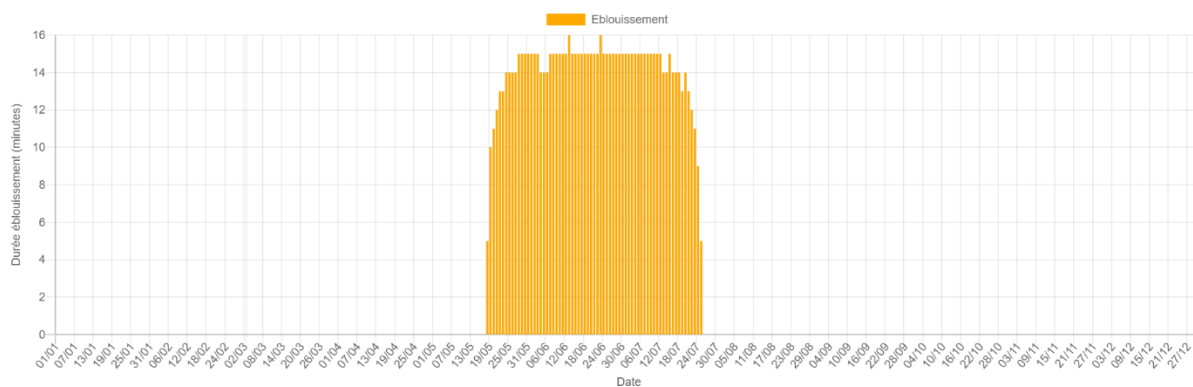


Figure 26 : dates et durées journalières d'éblouissement – A81 - sens de circulation SO->NE

Tableau 10 : durées (cumuls et moyennes) d'éblouissement – A81 - sens de circulation SO->NE

Durée éblouissement (minutes)	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Année
Cumul	0	0	0	0	180	449	342	0	0	0	0	0	971
Moyenne journalière	0	0	0	0	12	14	13	0	0	0	0	0	14

Tableau 11 : plage horaire d'éblouissement – A81 - sens de circulation SO->NE

Plage horaire d' éblouissement	Début	Fin
Eblouissement	06:33 (UTC +1)	06:58 (UTC +1)

3.2.3.2. Simulation avec la végétation et bâtiments + plantation d'un écran au Sud d'une hauteur de 2,5 m

Plusieurs simulations faites sur notre logiciel démontrent qu'une haie d'une hauteur de 2,5 mètres sur un linéaire d'environ 20m au sud de la centrale est suffisante pour écarter tout risque d'éblouissement.



Figure 27 : Représentation 3D de la végétation existante grâce aux données MNS et modélisation de la haie à créer

Les résultats, de cette dernière modélisation, sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 12 : résultats du calcul – avec la végétation existante et la plantation à créer

Sens de circulation	Risque d'éblouissement	Longueur de route avec éblouissement	Durée moyenne journalière (minutes)	Plage horaire (UTC +1)	Source du risque	Angle Soleil-Conducteurs-Modules	Risque atténué (angles < 20°)
SO->NE	NON	0m	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
NE->SO	NON	0m	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Une haie de 2,5 mètres de haut sur un linéaire d'environ mètres au sud de la centrale est suffisante pour arrêter les rayons réfléchis présentant un risque d'éblouissement dans le scénario du chapitre 3.2.3.1.

Le risque d'éblouissement est donc écarté en prenant en compte la végétation existante et la haie de 2,5 mètres de haut à créer au Sud de la centrale

4. Conclusion

L'étude montre qu'en l'absence d'obstacles masquant la visibilité de la centrale depuis l'autoroute, le risque ne peut complètement être écarté.

En prenant en compte la végétation existante au voisinage de la centrale photovoltaïque et une haie de 2,5 mètres de haut sur un linéaire d'environ 20 mètres sur le bord sud de la centrale, le risque est écarté.

Dans tous les cas, ce risque est atténué par le fait qu'aux même moments où un éblouissement est identifié, les conducteurs sont également éblouis directement par le soleil.