

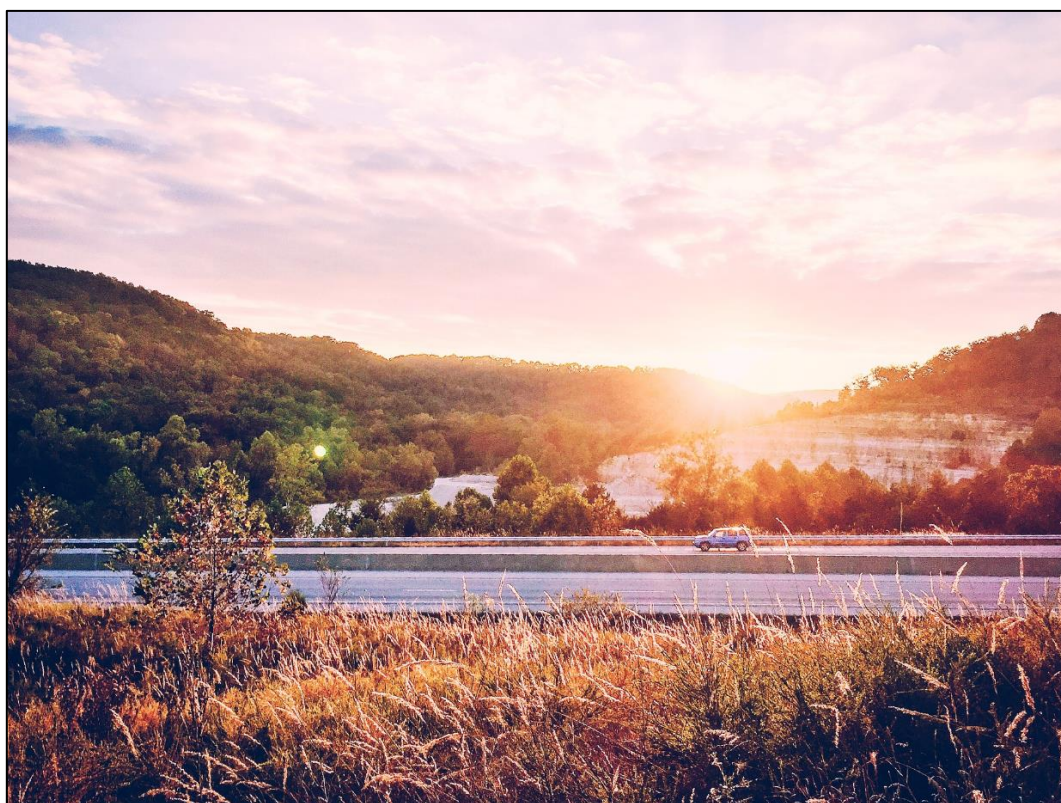


955, route des Lucioles
06 560 Valbonne Sophia Antipolis

Étude d'Éblouissement

Projet Photovoltaïque de Castelnaudary

Autoroute A61



6 février 2024 – version 2

1. SOMMAIRE

1.	SOMMAIRE	2
2.	PRESENTATION GENERALE	3
2.1.	PRESENTATION DU DOCUMENT	3
2.2.	PRESENTATION DES INTERVENANTS	3
3.	PRESENTATION DU PROJET ET DES ENTREES CONSIDEREES	4
3.1.	PRESENTATION DU PROJET	4
3.2.	PRESENTATION DES ELEMENTS MODELISES	6
	LE PARC PHOTOVOLTAÏQUE	6
	LES TRAJECTOIRES DES VEHICULES.....	9
	LA TOPOGRAPHIE	10
	LES MODULES	11
	LA LUMINANCE DU SOLEIL	12
	LA COURSE DU SOLEIL	13
4.	ANALYSE	14
4.1.	ANALYSE 3D	14
	VUE DE L'EST.....	15
	VUE DE HAUT.....	16
	VUE DE L'OUEST	17
	SYNTHESE DE L'ANALYSE 3D.....	18
4.2.	CARACTERISATION DE L'EBLOUISSEMENT.....	19
4.3.	TRAJECTOIRE DEPUIS L'EST.....	21
4.4.	TRAJECTOIRE DEPUIS L'OUEST	23
4.5.	PROBABILITE DE CIEL CLAIR.....	28
5.	CONCLUSION	29
5.1.	TRAJECTOIRE DEPUIS L'EST.....	29
5.2.	TRAJECTOIRE DEPUIS L'OUEST	29
6.	LEXIQUE	31

2. PRESENTATION GENERALE

2.1. PRESENTATION DU DOCUMENT

Ce document présente l'étude d'éblouissement du projet photovoltaïque porté par la société SOCAMIL et localisé à Castelnaudary (Aude), à proximité de l'autoroute (A61). L'objectif de cette étude est d'identifier les régions de l'espace concernées par la réflexion spéculaire des rayons du Soleil sur les modules photovoltaïques en fonction de la date et de l'heure ainsi que de caractériser ces impacts.

Ce document est composé de deux parties :

- Une première partie présentant le projet ainsi que toutes les entrées considérées.
- Une deuxième partie présentant les résultats obtenus.

2.2. PRESENTATION DES INTERVENANTS

Donneur d'ordre



7, chemin de la Marouette
64 100 Bayonne

Contact :

Mme Caroline DEBARD – caroline.debard@socotec.com

Cabinet d'Ingénierie



955, route des Lucioles
06 560 Sophia Antipolis

Contact :

Mme Aina RAZANAJAO – aina.razanajao@solais.fr

3. PRESENTATION DU PROJET ET DES ENTREES CONSIDEREES

3.1. PRESENTATION DU PROJET

Le projet de parc photovoltaïque au sol se situe sur la commune de Castelnaudary, à proximité de l'autoroute A61.

Intitulé	Latitude	Longitude
Centrale au sol fixe	43.286424°	1.968385°

Le tableau suivant détaille les caractéristiques du parc photovoltaïque, la technologie de modules utilisés étant des modules rigides avec du verre en surface susceptible de réfléchir les rayons directs du soleil.

Intitulé	Azimut*	Inclinaison	Point bas des tables	Point haut des tables	Surface PV
Parc PV au sol (fixe)	160° (Sud)	15°	1,1 m	3,2 m	12 009 m ²

* Suivant la convention Sud = 180°

La figure suivante présente le plan d'implantation du parc photovoltaïque.



Schéma d'implantation du parc photovoltaïque

La figure suivante présente l'emprise au sol des modules photovoltaïques avec la localisation de l'autoroute A61 (en jaune).



Image satellite du site avec l'emprise au sol du projet PV

3.2. PRESENTATION DES ELEMENTS MODELISES

LE PARC PHOTOVOLTAÏQUE

La figure suivante présente la modélisation du parc photovoltaïque à partir de deux polygones, les trajectoires étudiées (en jaune) ainsi que la végétation modélisée dans l'étude permettant de supprimer certains cas d'éblouissement. Les arbres (en vert et numérotés de 1 à 3 dans la figure ci-dessous) ont été modélisés avec en hypothèse une hauteur de 5 m. Par ailleurs, le projet prévoit la plantation de haies paysagères autour de la centrale (en vert clair, numérotées 4 dans la figure ci-dessous).



Image satellite du site avec la végétation modélisée et les trajectoires étudiés

Les figures suivantes présentent des vues Google Street des arbres existants.

Vue depuis la trajectoire venant de l'Est



Vue depuis la trajectoire en provenance de l'Est – Arbres n°3 (sur la droite)



Vue depuis la trajectoire en provenance de l'Est – Arbres n°3 (sur la droite)

Vue depuis la trajectoire venant de l'Ouest



Vue depuis la trajectoire en provenance de l'Ouest - Arbres n°1 (sur la gauche)



Vue depuis la trajectoire en provenance de l'Ouest - Arbres n°1 et n°2 (sur la gauche)



Vue depuis la trajectoire en provenance de l'Ouest - Arbres n°2 (sur la gauche)

LES TRAJECTOIRES DES VEHICULES

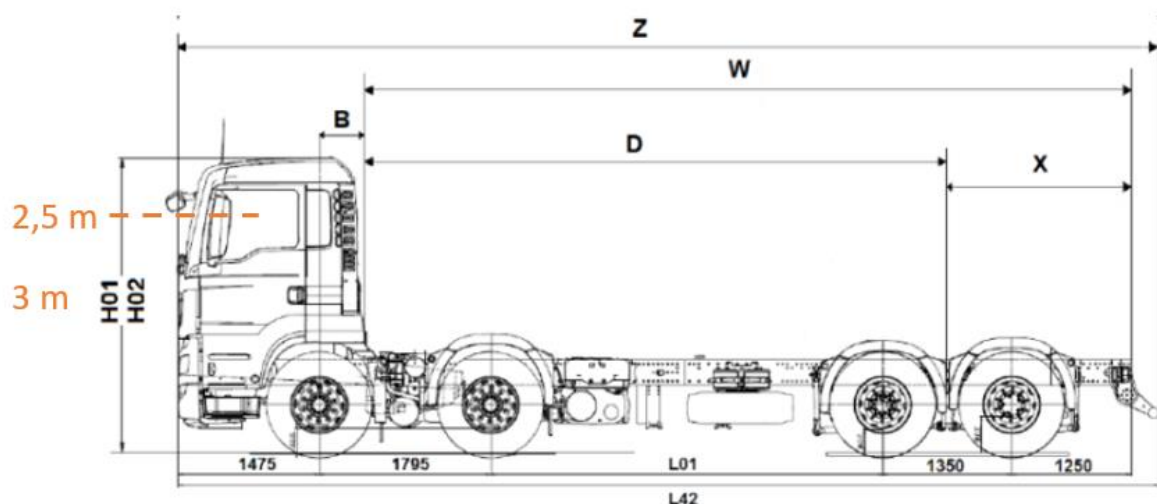
La figure suivante présente les trajectoires considérées dans cette étude :

- En bleu, la trajectoire des conducteurs en provenance de l'Est ;
- En jaune, la trajectoire des conducteurs en provenance de l'Ouest.

Ces trajectoires ont été identifiées en fonction de leur visibilité vis-à-vis de la centrale, soit à des distances respectives de 1 km avant la centrale solaire et de 500 m après celle-ci.

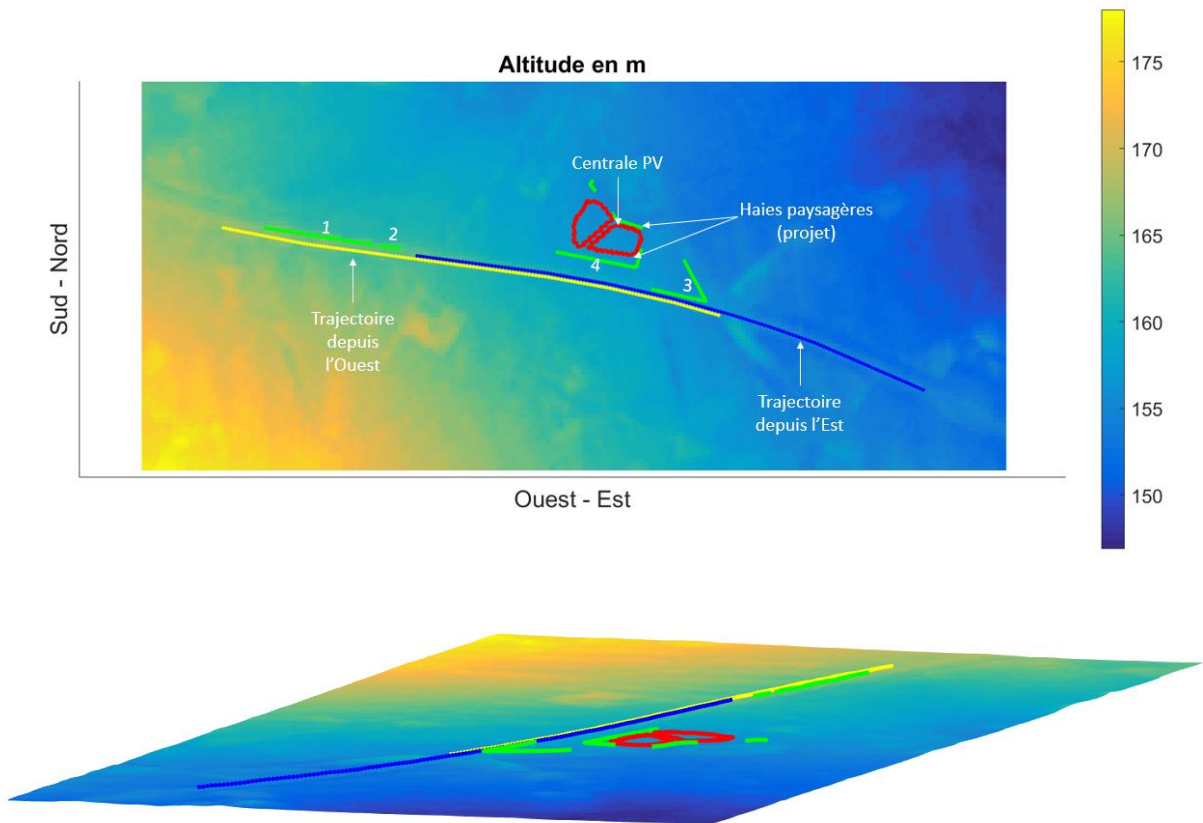


Une hauteur de 2,5 m au-dessus du sol a été considérée afin de prendre en compte les conducteurs des camions dans leur cabine comme l'illustre la figure suivante. Cette configuration est la plus défavorable en termes d'éblouissement et permet d'englober le cas moins contraignant des automobilistes dont le regard est situé à une hauteur moindre.



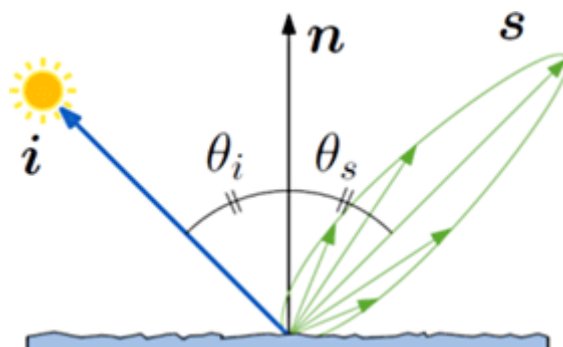
LA TOPOGRAPHIE

Un modèle numérique de terrain avec une maille de 10 m a été utilisé pour cette étude. Le parc photovoltaïque est représenté en rouge, la trajectoire des automobiles venant de l'Est en bleu et celle des automobiles venant de l'Ouest en jaune ainsi que les masques végétaux en vert (arbres existants et haies paysagères en projet). Le dégradé de couleur correspond à l'altitude du terrain en mètres.

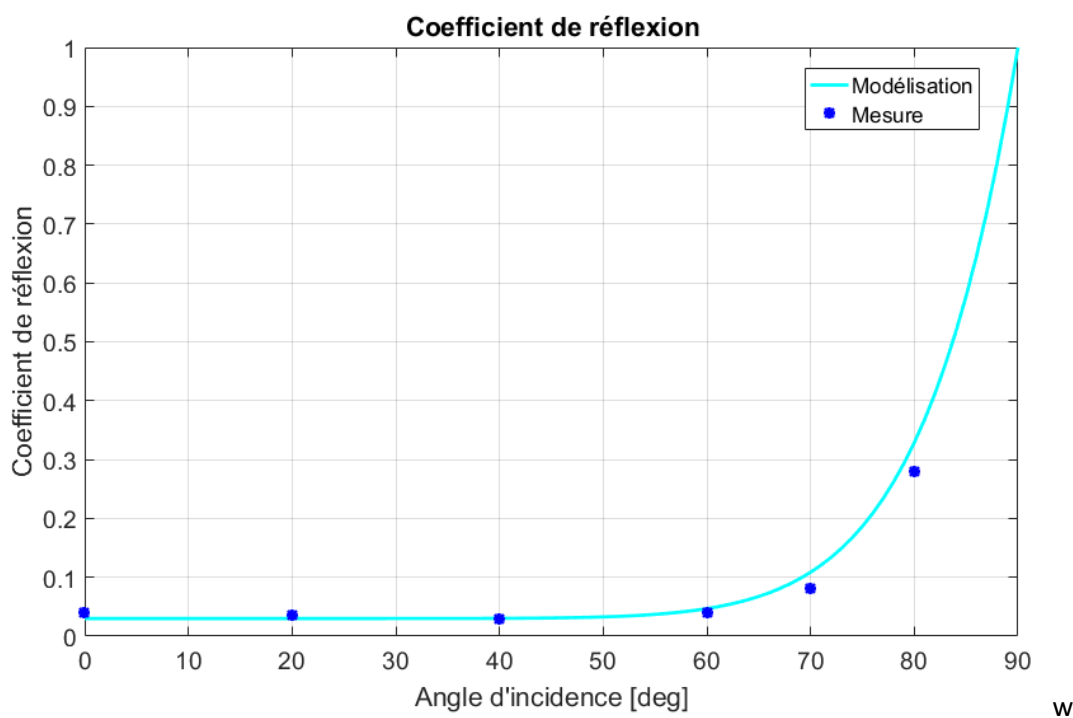


LES MODULES

Les modules concernés utilisent une couche en verre qui va réfléchir une partie du rayonnement incident du soleil, et ce en fonction de l'angle d'incidence θ (modules DM605M10-78HSW/-V développé par Group DMEGC Magnetics Co. Ltd dont la fiche technique est annexée au présent document). Il convient donc d'effectuer une analyse fine des cas potentiels d'éblouissement.



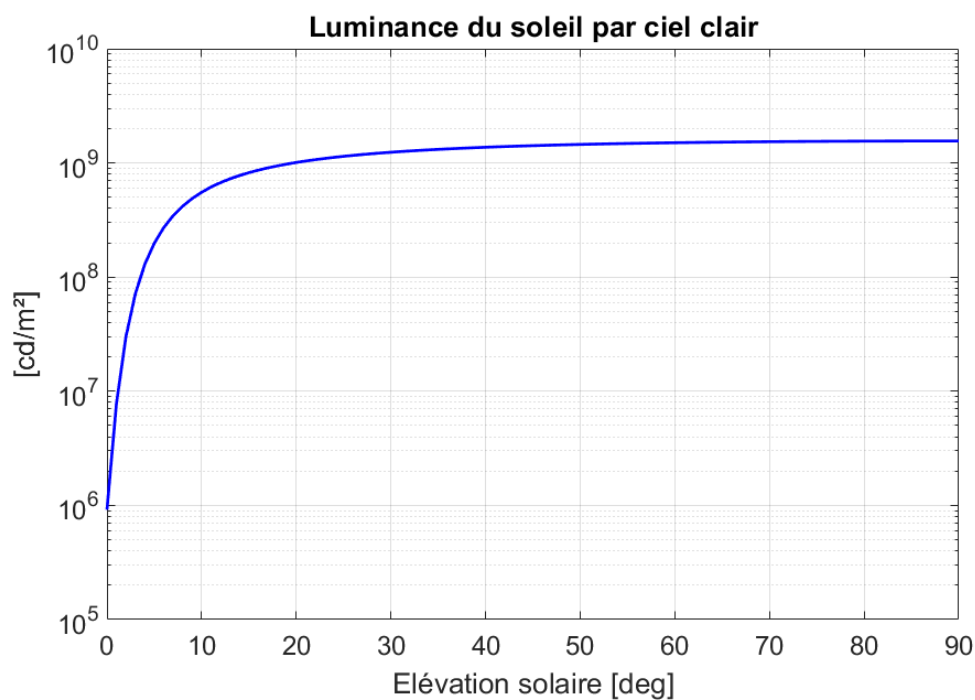
En l'absence d'un profil spécifique fourni par le client, un profil standard de coefficient de réflexion a été retenu pour cette étude ; il est issu d'une étude¹ du Sandia National Laboratories (Etats-Unis) qui a mesuré le profil de réflexion de plus de vingt modules PV.



¹ Yellowhair, J. and C.K. Ho. "Assessment of Photovoltaic Surface Texturing on Transmittance Effects and Glint/Glare Impacts". ASME 2015 9th International Conference on Energy Sustainability collocated with the ASME 2015 Power Conference, the ASME 2015 13th International Conference on Fuel Cell Science, Engineering and Technology, and the ASME 2015 Nuclear Forum. 2015. American Society of Mechanical Engineers.

LA LUMINANCE DU SOLEIL

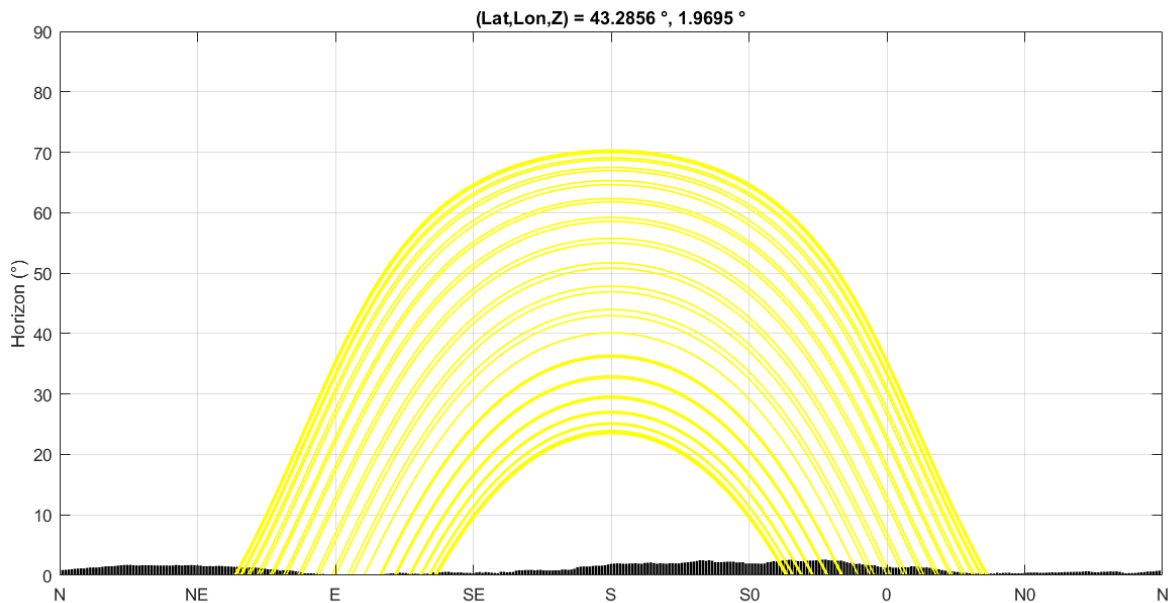
La figure suivante présente le profil de luminance (en candéla par m², cd/m²) des rayons directs du soleil avec une hypothèse de ciel parfaitement clair, et ce en fonction de l'élévation du soleil. Il est à noter que la luminance est d'environ 900 000 cd/m² au lever du soleil et culmine à 1,6 milliards de cd/m² lorsque le soleil est au zénith.



LA COURSE DU SOLEIL

La figure suivante présente pour le site étudié la course du soleil (en jaune) tout au long de l'année, le solstice d'été (21 juin) étant la courbe supérieure et le solstice d'hiver (21 décembre) la courbe inférieure :

- L'axe horizontal représente l'azimut du soleil ;
- L'axe vertical représente l'élévation du soleil en degré ;
- En noir est représenté le relief lointain qui est pris en compte dans l'étude de réverbération car il peut cacher les rayons directs du soleil et donc réduire les impacts identifiés.

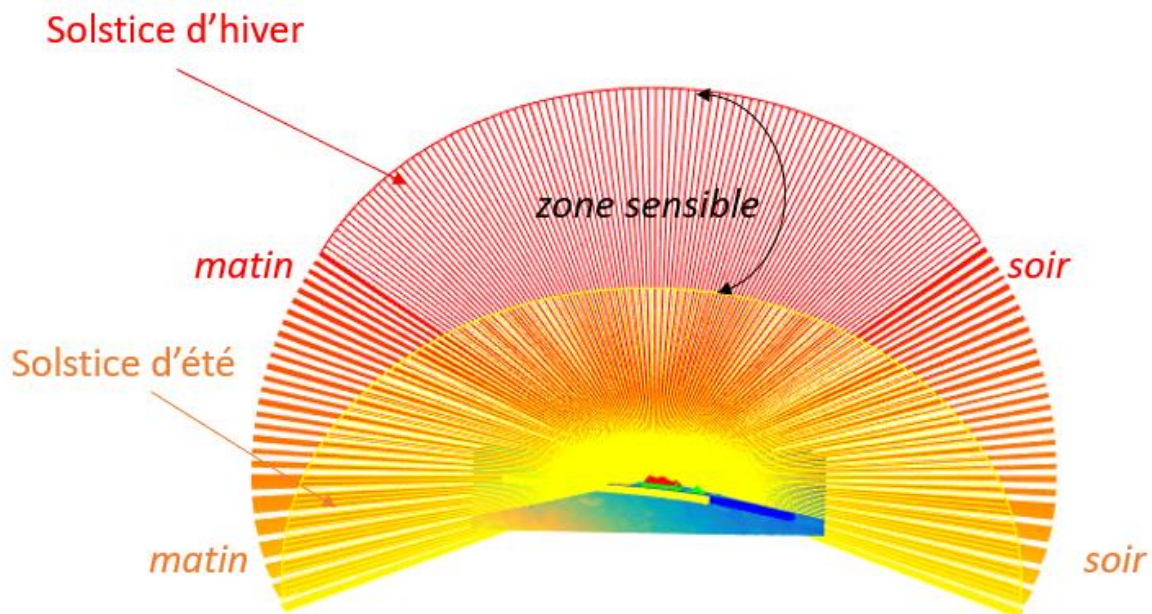


4. ANALYSE

4.1. ANALYSE 3D

Une première recherche des cas critiques est effectuée à l'aide d'une visualisation 3D. Les cas sont déterminés de manière purement géométrique et prennent uniquement en considération le croisement de la trajectoire et des rayons réfléchis ; reliefs proche et lointain ainsi que diffusion des rayons du soleil ne sont ainsi pas considérés à ce stade de l'analyse.

Pour une configuration de modules donnée (orientation et inclinaison) et une localisation de modules donnée, la localisation des rayons réfléchis est présentée à travers l'enveloppe des rayons réfléchis délimitée par les réflexions survenant tout au long du solstice d'été (21 juin) et du solstice d'hiver (21 décembre). Toute personne située en dehors de la zone sensible comprise entre ces enveloppes ne sera jamais soumise à des cas d'éblouissement, comme le montre l'exemple ci-dessous pour un unique point de réflexion situé au niveau du parc photovoltaïque.

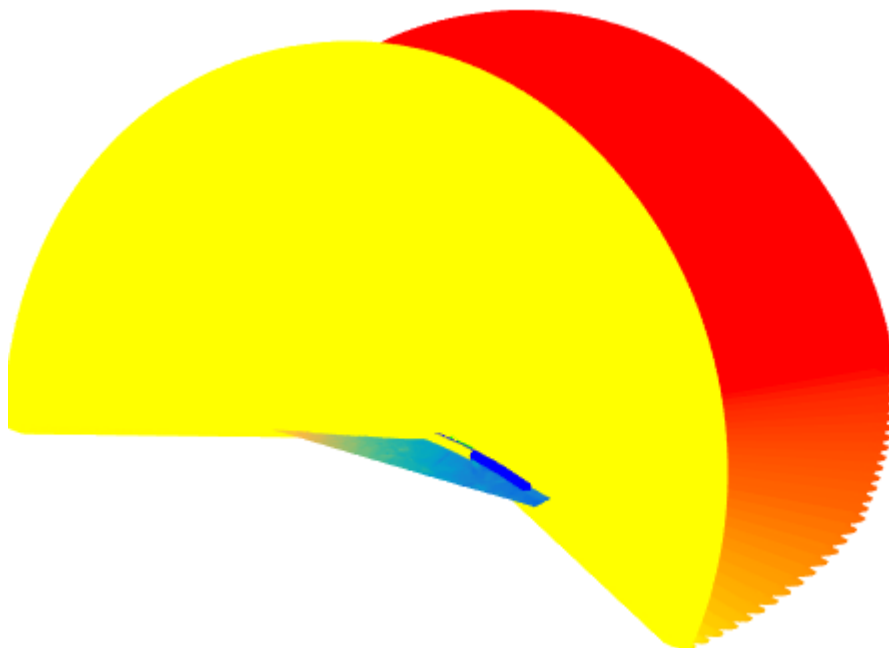


Les visuels suivants présentent le parc photovoltaïque en rouge, les trajectoires des véhicules en jaune (en provenance de l'Ouest) ou en bleu (en provenance de l'Est), la végétation existante en vert, les enveloppes des rayons réfléchis pour le solstice d'été (jaune) et le solstice d'hiver (rouge), et ce pour :

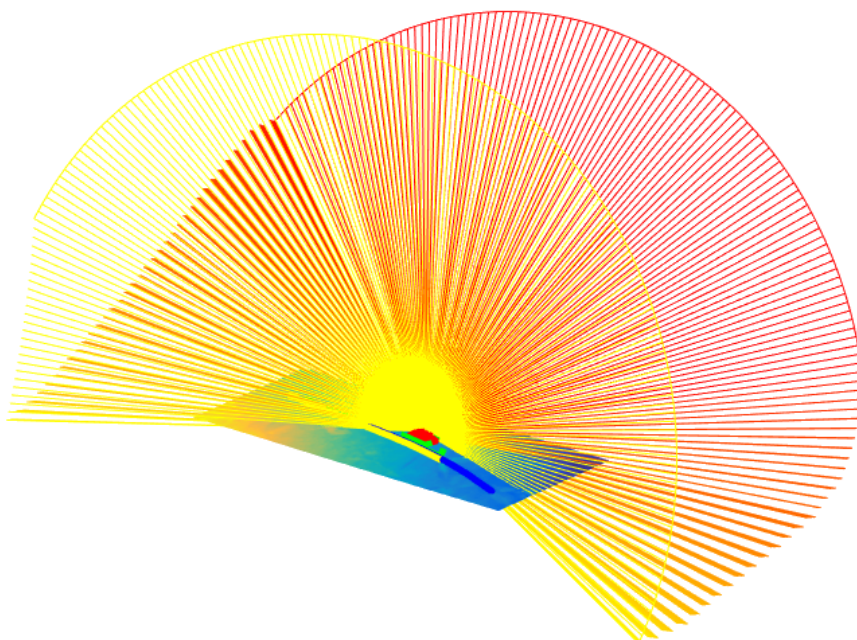
- les points de réflexion localisés aux sommets de la zone étudiée ;
- mais également, pour des raisons de lisibilité des résultats, pour un unique point de réflexion situé au niveau du parc photovoltaïque.

VUE DE L'EST

Pour les points de réflexion aux sommets de la zone étudiée

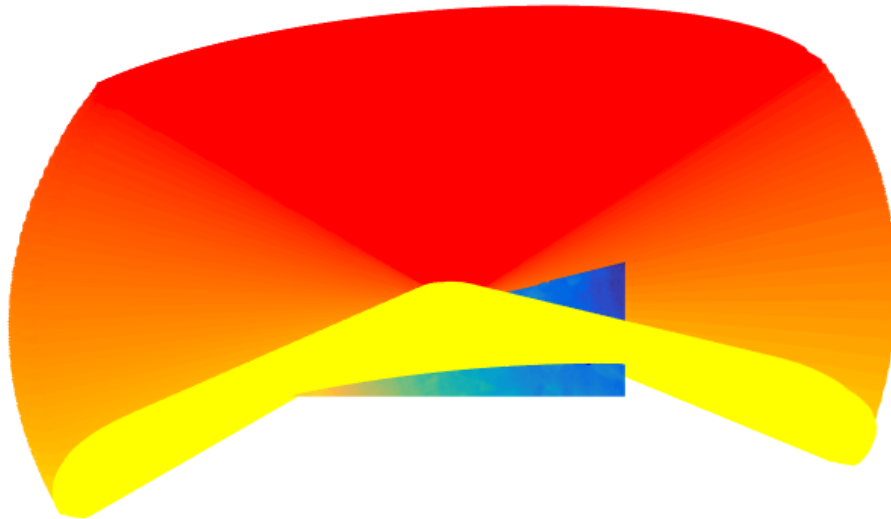


Pour un point de réflexion unique

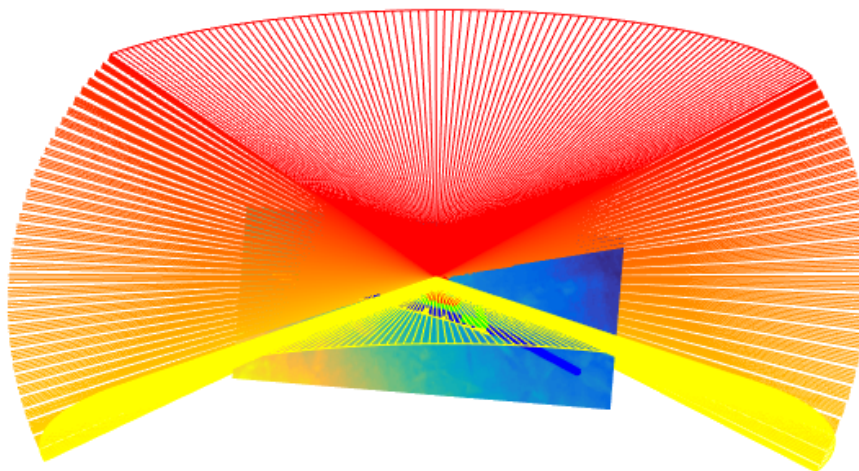


VUE DE HAUT

Pour les points de réflexion aux sommets de la zone étudiée

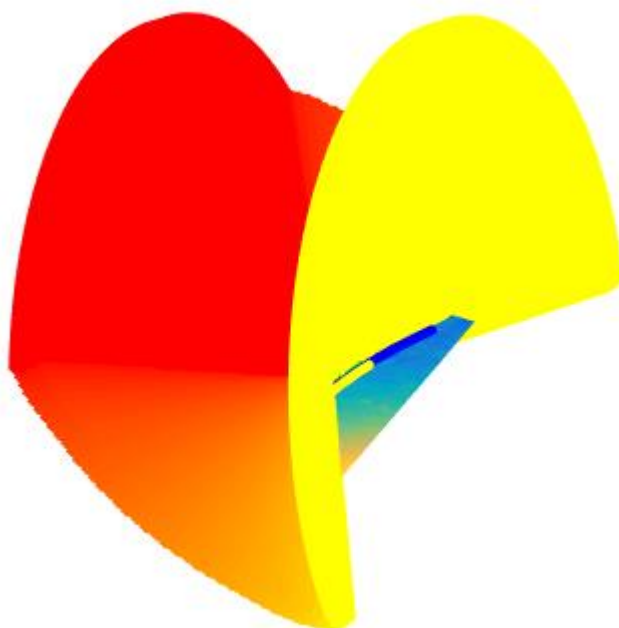


Pour un point de réflexion unique

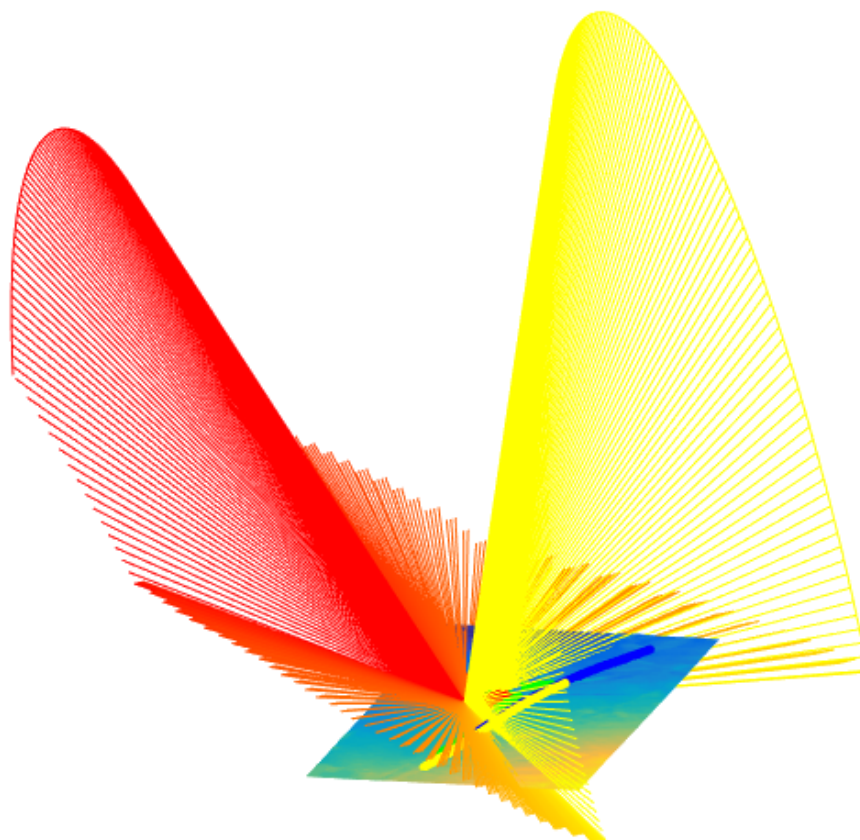


VUE DE L'OUEST

Pour les points de réflexion aux sommets de la zone étudiée



Pour un point de réflexion unique



SYNTHESE DE L'ANALYSE 3D

L'analyse 3D effectuée pour un unique point de réflexion situé sur le parc photovoltaïque montre que :

- La trajectoire depuis l'Est (en bleu) semble impactée par des rayons réfléchis (ces derniers semblent venir dans le dos des conducteurs et en fin de trajectoire) ; il convient de confirmer ces impacts (la topographie, l'horizon lointain et la hauteur et le type des modules ne sont pas pris en compte dans cette analyse 3D) et, le cas échéant, de caractériser l'éblouissement.
- La trajectoire depuis l'Ouest (en jaune) semble impactée par des rayons réfléchis ; il convient de confirmer ces impacts (la topographie, l'horizon lointain et la hauteur et le type des modules ne sont pas pris en compte dans cette analyse 3D) et, le cas échéant, de caractériser l'éblouissement.

Modules PV	Depuis l'EST	Depuis l'OUEST
Parc PV au sol	Eblouissement à confirmer/caractériser	Eblouissement à confirmer/caractériser

Les rubriques suivantes consistent à confirmer et/ou à caractériser ces éblouissements.

4.2. CARACTERISATION DE L'EBLOUISSEMENT

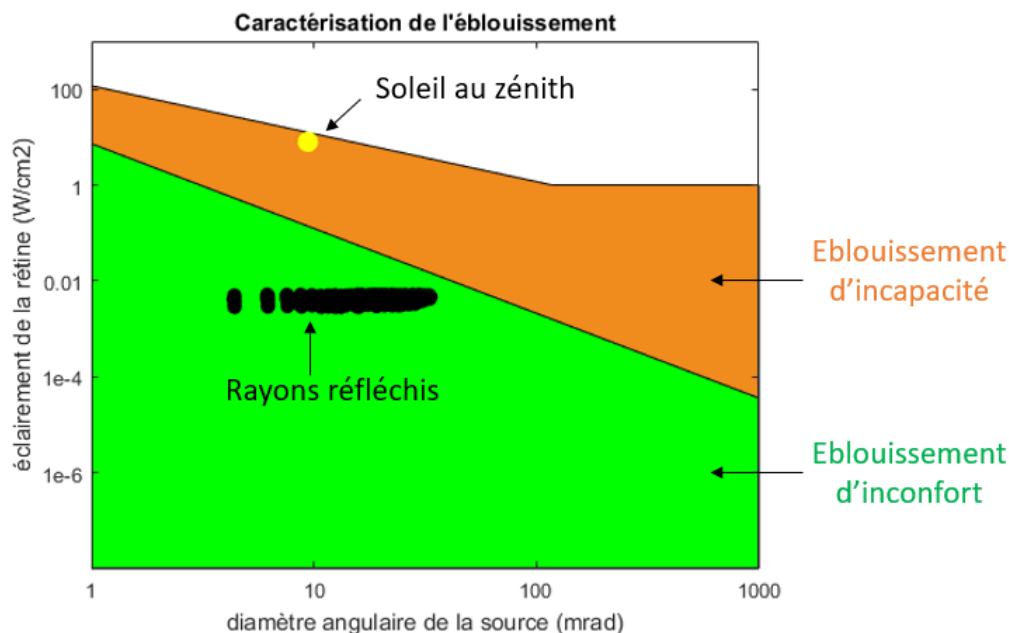
Cette section présente les résultats des simulations effectuées à partir des entrées présentées précédemment ainsi que de l'hypothèse d'un ciel parfaitement clair, i.e. d'une couverture nuageuse nulle. Sont pris en compte dans cette analyse le modèle numérique de terrain ainsi que l'horizon lointain, tous deux présentés précédemment.

La méthodologie utilisée dans le cadre de cette étude est similaire à celle utilisée dans l'aviation civile, au regard des spécifications de la Direction générale de l'Aviation civile (DGAC), dans le cadre la version v5 de la Note d'Information Technique (NIT DGAC), en date du 10/11/2022. Cette note technique introduit la notion d'éblouissement d'incapacité et d'inconfort telles que définies par la Commission internationale de l'éclairage (CIE) et stipule que l'éblouissement incapacitant n'est pas acceptable tandis que l'éblouissement d'inconfort est toléré.

Il a été confirmé de manière formelle, lors du webinaire de la DGAC le 2 février 2023, que la distinction entre éblouissement d'incapacité et d'inconfort peut être déterminée à travers les résultats des travaux de la FAA (*Federal Aviation Administration*, l'équivalent de la DGAC aux Etats-Unis). Des niveaux d'impact sur l'intégrité de l'œil ont été définis à partir de 1/ l'angle sous lequel est vu la source lumineuse (axe horizontal de la figure suivante) et 2/ l'éclairement énergétique reçu par la rétine (axe vertical).

Dans l'instruction des dossiers Sécurité associés à la NIT v5, la distinction proposée dans les études d'éblouissement de Solaïs est la suivante :

- Eblouissement d'incapacité (inacceptable) dans la zone orange ;
- Eblouissement d'inconfort (tolérable) dans la zone verte.



Pour chaque simulation, les visuels suivants permettent de caractériser l'éblouissement :

- Qualification de l'éblouissement à travers la distinction entre éblouissement d'inconfort et éblouissement d'incapacité tel que défini par la Direction générale de l'Aviation civile (DGAC) dans ses spécifications adressées aux porteurs de projet PV :
 - « *L'éblouissement d'inconfort dégrade les conditions visuelles mais n'empêche pas d'effectuer une tâche* » ; il est toléré par la DGAC ;
 - « *L'éblouissement d'incapacité provoque une réelle déficience physique à percevoir les personnes, les objets ou l'environnement alentour* » ; il n'est pas accepté.
- Localisation des trajectoires impactées par des rayons réfléchis ;
- Localisation des zones du parc photovoltaïque générant ces rayons réfléchis ;
- Datation dans l'année des impacts identifiés ;
- Localisation des rayons réfléchis dans le champ de vue des conducteurs.

Pour chacune de ces figures (exception faite de la première), un même code couleur est utilisé :

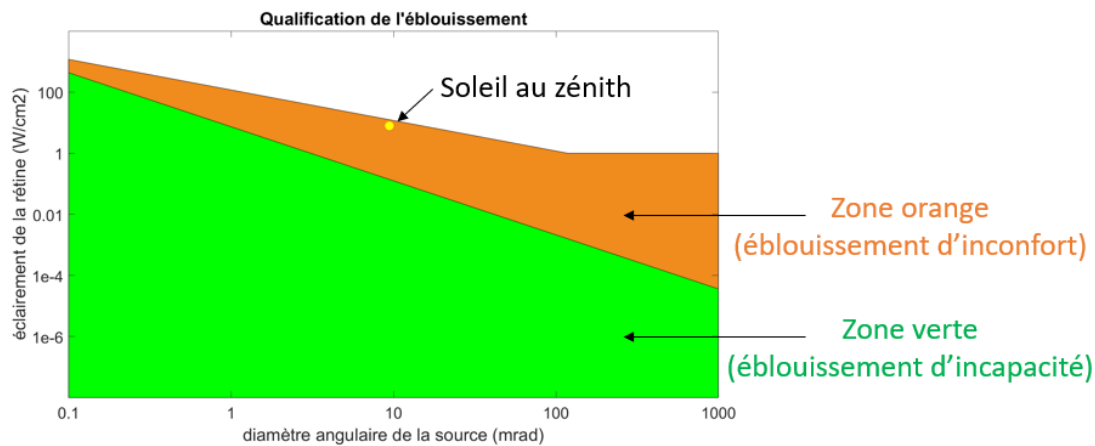
Absence d'éblouissement
Présence d'éblouissement d'inconfort
Présence d'éblouissement d'incapacité

Il est à noter que les rayons réfléchis survenant dans le dos des pilotes ont été filtrés, ceux-ci n'étant pas considérés comme une source d'éblouissement.

4.3. TRAJECTOIRE DEPUIS L'EST

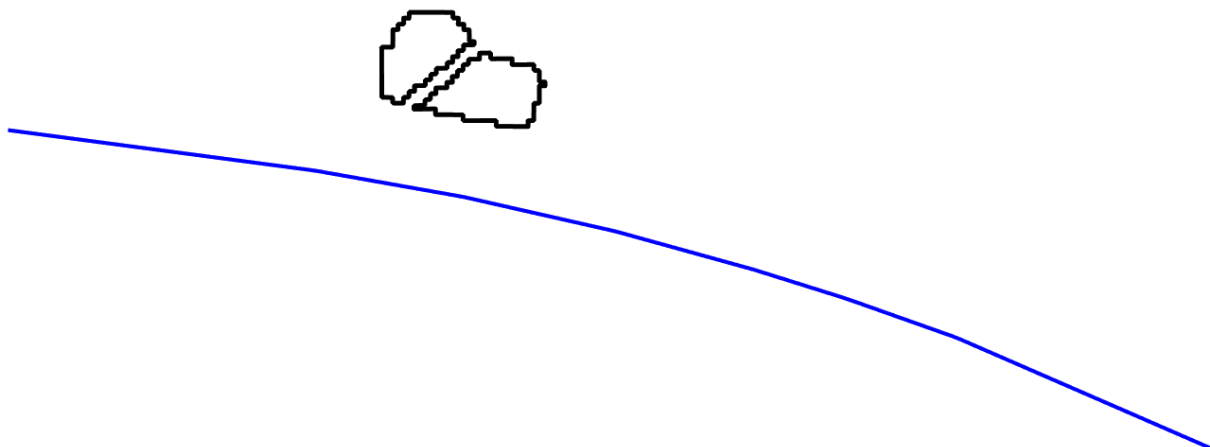
La figure suivante présente la qualification de l'éblouissement entre incapacité et inconfort :

- L'éblouissement d'incapacité est démontré lorsque des occurrences identifiées (points noirs) se situent dans la zone orange ;
- L'éblouissement d'inconfort est observé lorsque des occurrences identifiées (points noirs) se situent dans la zone verte ;
- Le point jaune correspond à l'éblouissement généré par le soleil alors qu'il est au zénith.

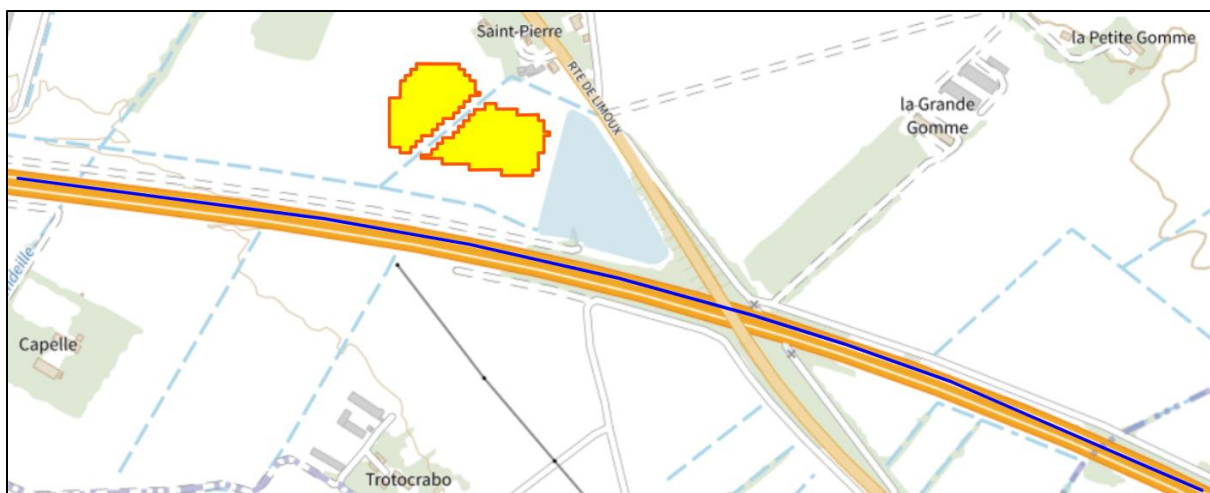


L'absence d'occurrences (points noirs) met en avant l'absence totale d'éblouissement en provenance du parc photovoltaïque pour la trajectoire venant de l'Est.

La figure suivante identifie pour les automobiles venant depuis l'Est les éléments de la trajectoire qui seront impactés par de l'éblouissement d'incapacité (en orange) et/ou d'inconfort (en vert) ou par aucun risque d'éblouissement (en bleu).



L'intégralité de la trajectoire depuis l'Est n'est pas concernée par un risque d'éblouissement en provenance du parc photovoltaïque.



Localisation du tronçon étudié (en bleu) – Trajectoire en provenance de l'Est

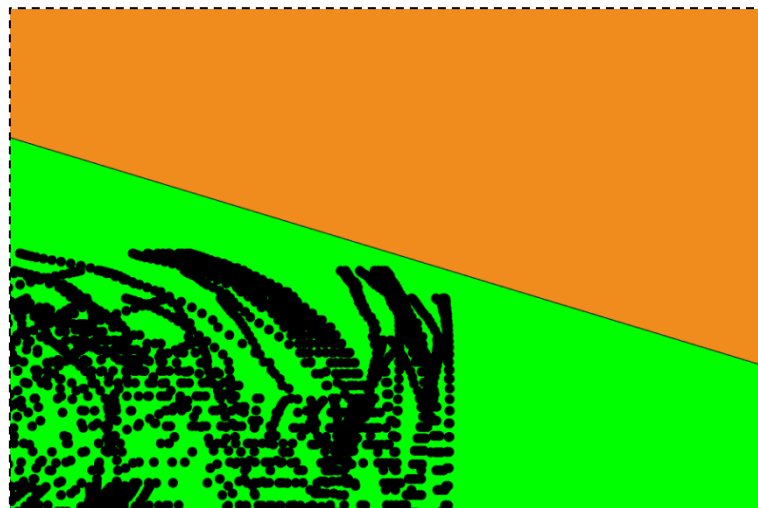
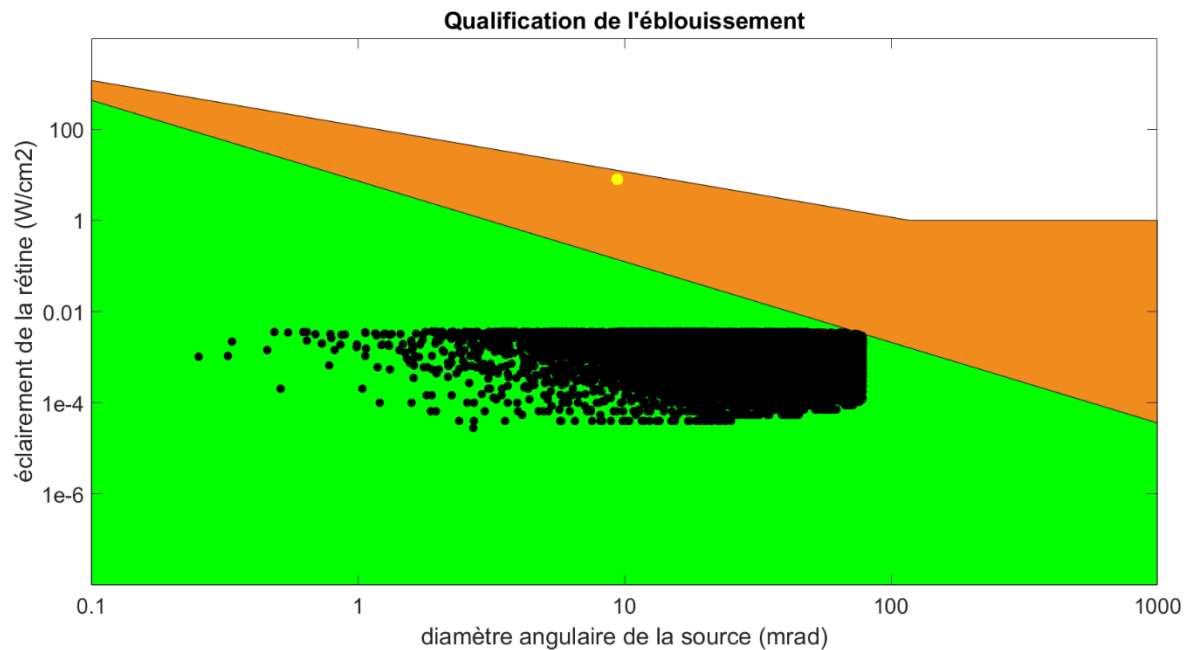
L'analyse avec les « modules de base », montre que les automobilistes en provenance de l'Est ne seront jamais impactés par des rayons réfléchis si bien que **le risque d'éblouissement pour les camions et voitures sur l'autoroute A6 est nul (pour tout type de modules).**

SYNTHESE DU CAS ETUDIE	
Trajectoire	Depuis l'EST
Conclusion	Aucun risque d'éblouissement

4.4. TRAJECTOIRE DEPUIS L'OUEST

Les figures suivantes présentent la qualification de l'éblouissement entre incapacité et inconfort :

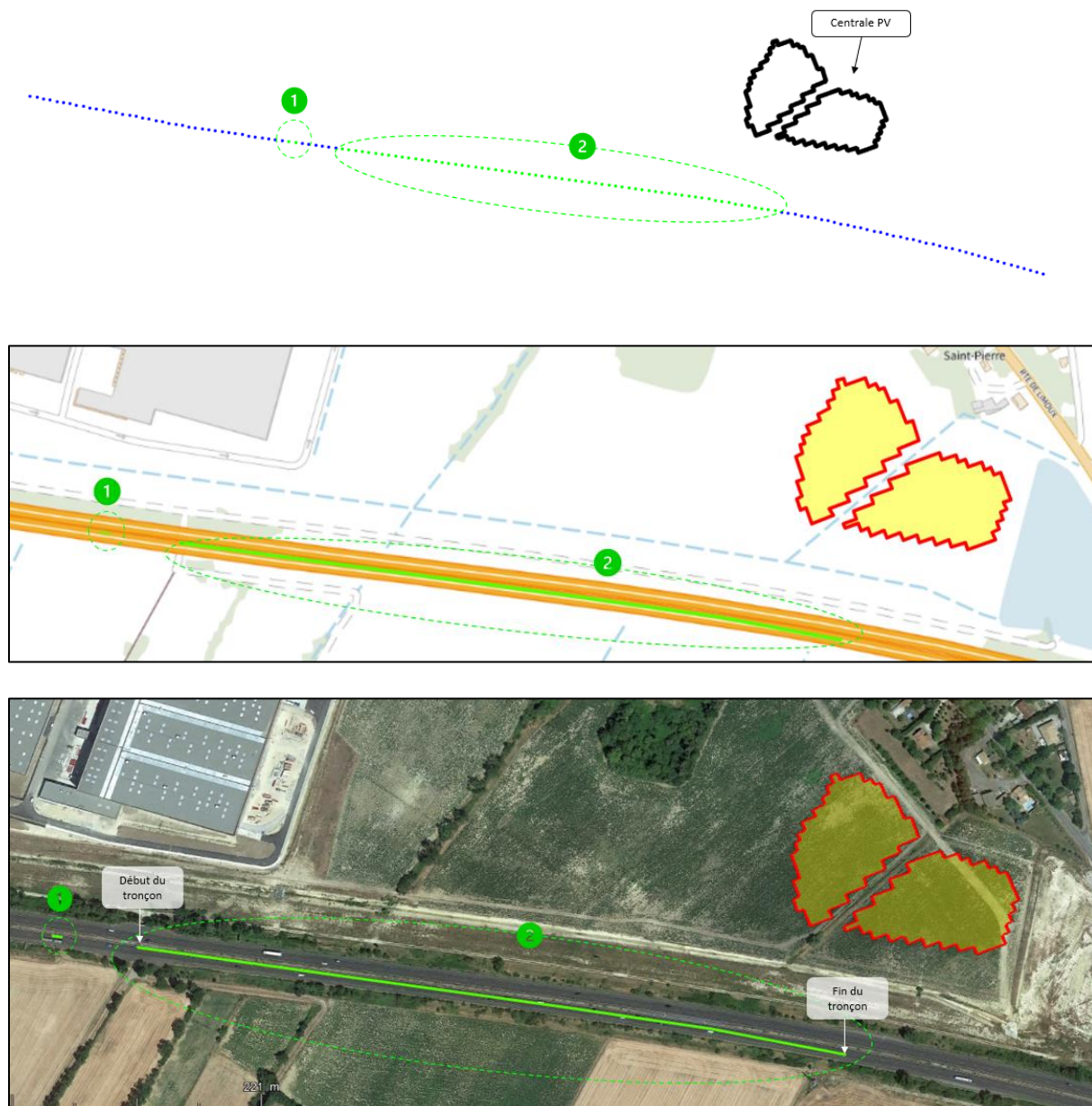
- L'éblouissement d'incapacité est démontré lorsque des occurrences identifiées (points noirs) se situe dans la zone orange ;
- L'éblouissement d'inconfort est observé lorsque des occurrences identifiées (points noirs) se situe dans la zone verte ;
- Le point jaune correspond à l'éblouissement généré par le soleil alors qu'il est au zénith.



Qualification de l'éblouissement – Zoom

L'analyse met en avant la seule présence d'éblouissement d'inconfort (absence d'éblouissement incapacitant).

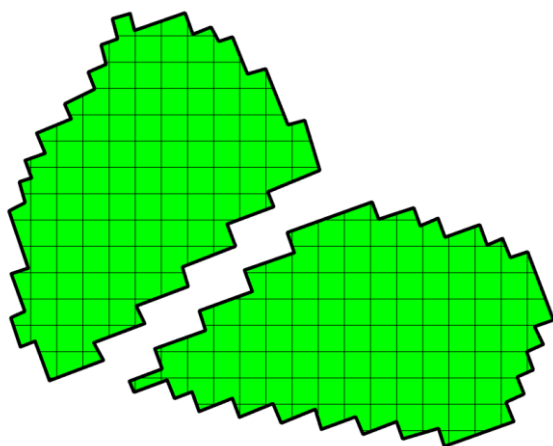
Les figures suivantes identifient pour les automobiles venant depuis l'Ouest les éléments de la trajectoire qui seront impactés par de l'éblouissement d'incapacité (en orange) et/ou d'inconfort (en vert), ou par aucun risque d'éblouissement (en bleu).



Tronçons impacté (en vert) par des éblouissements pour la trajectoire en provenance de l'Ouest

Localisation	Latitude	Longitude
Début du tronçon	43.285565°	1.960006°
Fin du tronçon	43.284712°	1.967942°

La figure suivante identifie les zones du parc photovoltaïque qui vont générer de l'éblouissement d'incapacité (en orange) et/ou d'inconfort (en vert).



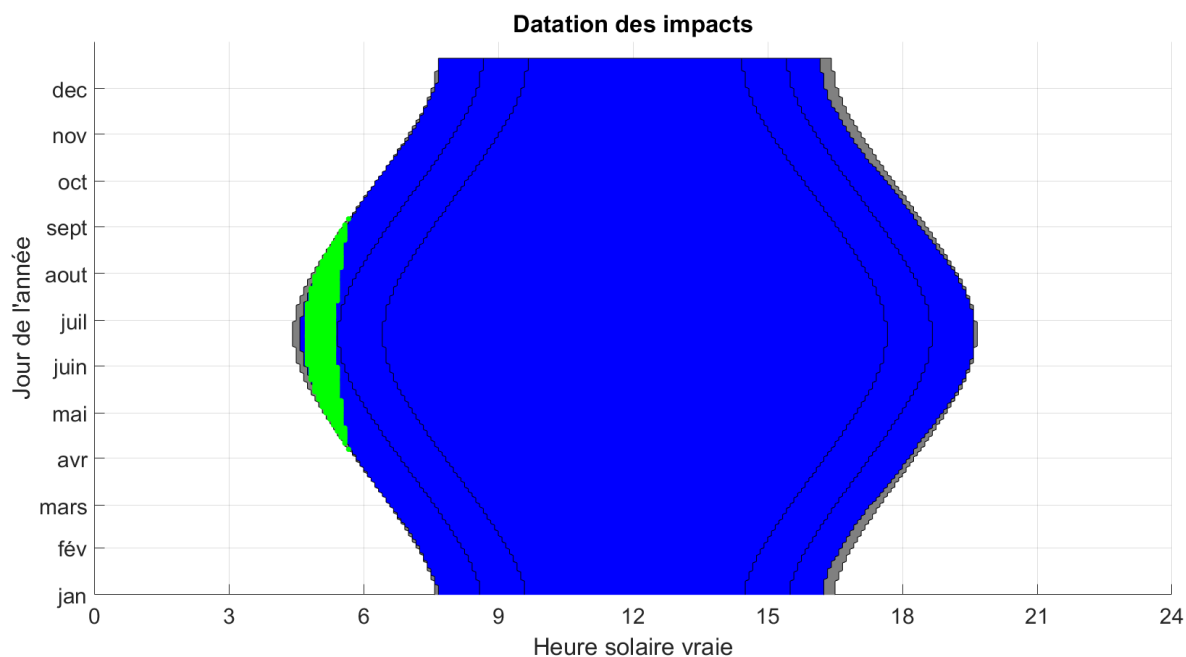
Aucun risque d'éblouissement incapacitant

100 % de la surface est à l'origine d'éblouissement d'inconfort.

La figure suivante présente tout au long de l'année la datation de l'éblouissement identifié (incapacité en orange et/ou inconfort en vert) :

- En abscisse, l'heure solaire vraie (soleil au zénith à midi) ;
- En ordonnée, le jour de l'année ;
- Eventuellement le relief lointain en gris ;
- Plus la couleur est claire, plus le risque d'éblouissement est élevé. Un risque nul est indiqué en bleu ;
- Les courbes en noir correspondent à +1 heure et +2 heures après le lever du soleil et avant son coucher.

Les bords de la zone bleue correspondent aux lever et coucher du soleil, la forme rebondie traduisant le fait que la durée du jour est plus longue en été qu'en hiver.

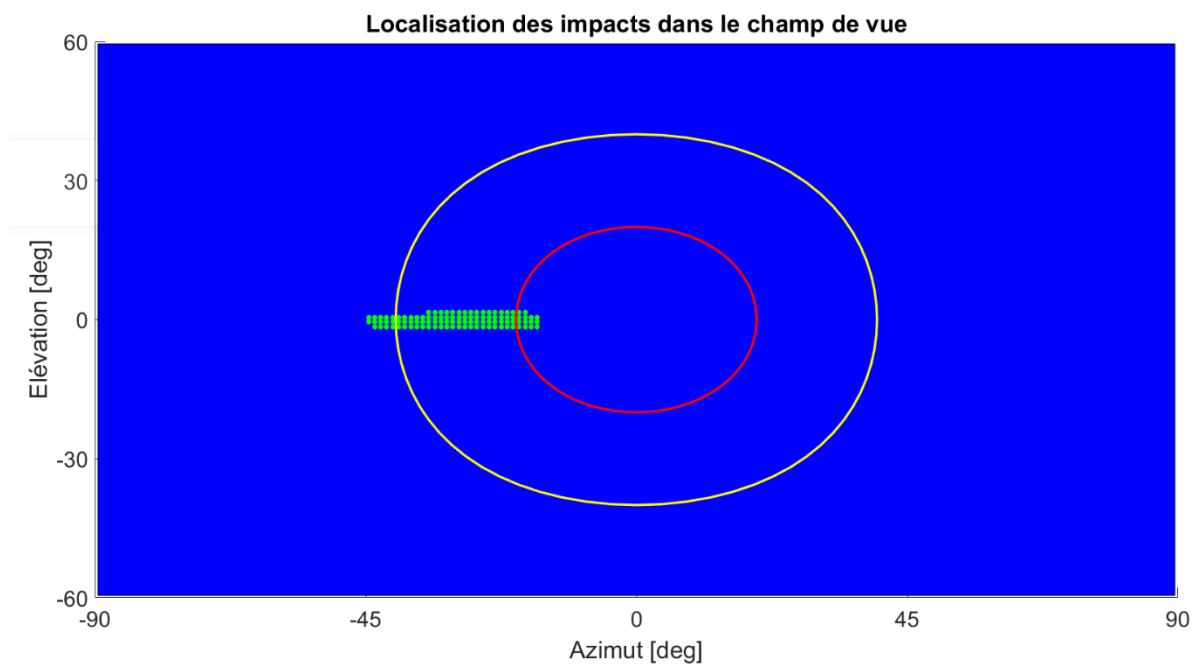
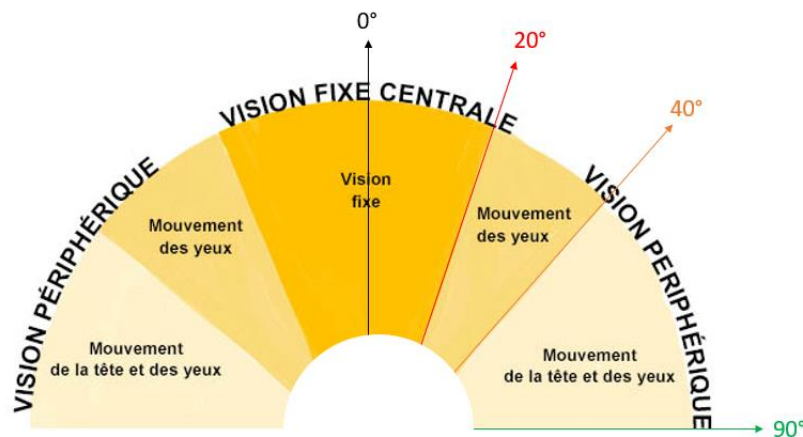


Les rayons réfléchis surviennent le matin, entre avril et début septembre, sur une durée journalière inférieure à 40 minutes.

Les figures suivantes présentent la localisation de l'éblouissement d'incapacité (en orange) et/ou d'inconfort (en vert) dans le champ de vue des conducteurs :

- Le centre de la figure correspond au regard dans l'axe de la trajectoire ;
- L'axe des abscisses correspond à l'angle de la vision latérale (vers la gauche ou vers la droite par rapport à la trajectoire) ;
- L'axe des ordonnées correspond à l'angle d'élévation du regard (vers le haut ou vers le bas).

Les cercles rouge et jaune correspondent respectivement aux angles de 20° et 40° délimitant la vision fixe centrale et la vision périphérique des conducteurs.



Les rayons réfléchis arriveront sur la gauche des conducteurs en provenance de l'Ouest, en marge de leur vision centrale et essentiellement dans leur vision périphérique (entre 17 et 45°).

Il est à noter que :

- La probabilité d'occurrence de l'éblouissement en provenance du parc photovoltaïque est faible pour les conducteurs venant de l'Ouest, dans la mesure où :
 - La durée est limitée dans l'année (*entre avril et début septembre*) et dans la journée avec des impacts survenant pendant un laps de temps court (*sur une durée journalière inférieure à 40 minutes*) au regard d'une journée de durée supérieure à 12 heures (i.e. la largeur maximale de la bande verticale présente dans la figure « *datation des impacts* ») :
 - L'analyse a été réalisée avec des conditions de ciel parfaitement clair, ce qui est bien entendu loin d'être toujours le cas comme le démontre l'analyse en dernier chapitre de cette section.
- La sévérité de l'éblouissement est faible dans la mesure où :
 - Les conducteurs sont impactés en limite de leur vision fixe centrale ;
 - L'angle entre les rayons réfléchis et les rayons directs du soleil est systématiquement inférieur à 16° si bien qu'aujourd'hui, en l'absence de générateur PV et pour ces mêmes instants, les automobilistes sont déjà éblouis par le soleil.

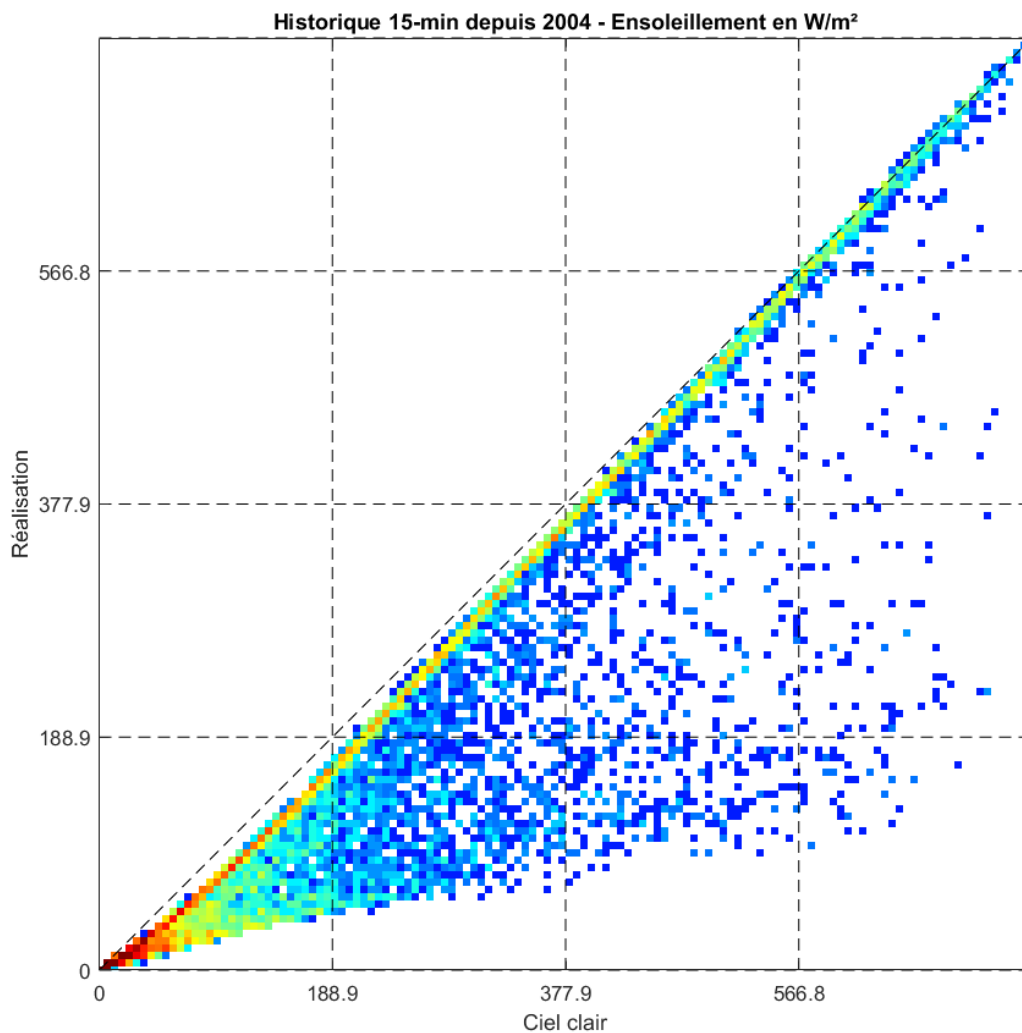
SYNTHESE DU CAS ETUDIE	
Trajectoire	Depuis l'OUEST
Conclusion	Risque d'éblouissement d'inconfort Probabilité faible
Période	Entre avril et début septembre
Heure solaire vraie	[4h45 – 5h40] ±15 min
Durée journalière	< 40 minutes
Élévation solaire	[0 – 9°]
Angle entre rayons réfléchis et rayons directs du Soleil	[0 – 16°] En marge de la vision centrale et essentiellement dans la vision périphérique
Tronçon impacté	Tronçon d'environ 660 m soit 22 secondes à 110 km/h

4.5. PROBABILITE DE CIEL CLAIR

L'histogramme suivant présente pour les occurrences d'éblouissement identifiées précédemment :

- En abscisse (axe horizontal), l'irradiation théorique par ciel clair, en W/m^2 , issue de la base de données McClear ;
- En ordonnée (axe vertical), l'irradiation constatée sur le site en question depuis 2004 issue de la base de données HelioClim-3 (satellite Meteosat Second Generation – MSG) ;
- La couleur donne une densité d'occurrence, de la plus faible (bleu) à la plus forte (rouge).

Plus les points sont proches de la diagonale (pointillés), plus les conditions de ciel clair sont réalisées.



Trois tendances sont mises ainsi en avant :

- De nombreuses conditions de ciel clair (courbe supérieure) pendant lesquelles les impacts identifiés seront effectivement perçus par les conducteurs ;
- De nombreuses conditions de ciel couvert (courbe inférieure) pendant lesquelles les impacts identifiés ne seront vraisemblablement pas perçus par les conducteurs du fait des nuages ;
- Un entre-deux moins fréquent.

5. CONCLUSION

La figure suivante présente :

- En jaune et rouge l'emprise au sol du parc photovoltaïque ;
- En jaune les trajectoires des véhicules avec une hauteur de 2,5 m pour les conducteurs ;
- En vert les alignements d'arbres existants (n°1 à 3) avec en hypothèse une hauteur de 5 m ainsi que le projet de haies paysagères (n°4).



Avec la configuration de tables proposée (160° Sud, inclinaison 15°), l'étude de réverbération montre que :

5.1. TRAJECTOIRE DEPUIS L'EST

Pour les conducteurs en provenance de l'Est, le parc photovoltaïque PV **ne présente pas de risque d'éblouissement pour ces conducteurs.**

5.2. TRAJECTOIRE DEPUIS L'OUEST

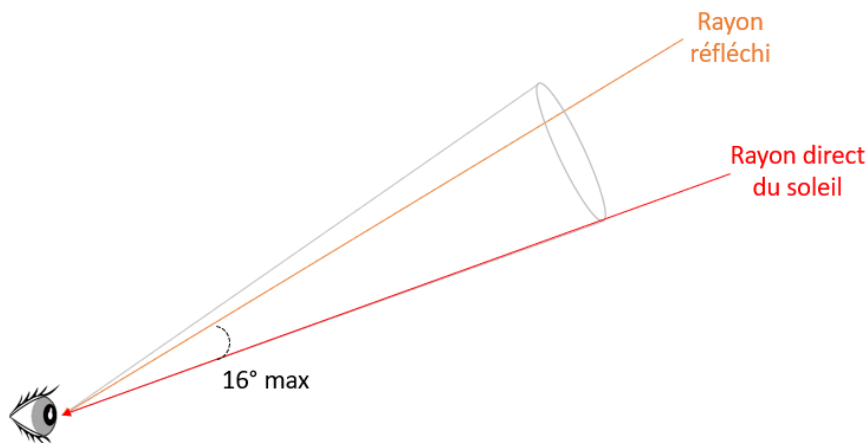
Pour les conducteurs en provenance de l'Ouest, le parc photovoltaïque occasionnera de l'éblouissement pour ces automobilistes :

- En marge de leur vision fixe centrale et dans leur vision périphérique ;
- Le matin, entre avril et début septembre ;
- Sur une durée journalière inférieure à 40 minutes.

L'analyse met en avant **une absence d'éblouissement d'incapacité, et la seule présence d'éblouissement d'inconfort si bien que l'impact de l'éblouissement pour ce projet reste limité.** En effet, l'éblouissement d'inconfort dégrade les conditions visuelles mais n'empêche pas d'effectuer une tâche.

Il est à noter que :

- La probabilité d'occurrence de l'éblouissement est faible dans la mesure où :
 - La durée est limitée dans l'année (*entre avril et début septembre*) et dans la journée avec des impacts survenant pendant un laps de temps court (sur une durée journalière inférieure à 40 minutes) au regard d'une journée de durée supérieure à 12 heures (i.e. la largeur maximale de la bande verticale présente dans la figure « *datation des impacts* ») :
 - L'analyse a été réalisée avec des conditions de ciel parfaitement clair, ce qui est bien entendu loin d'être toujours le cas comme le démontre l'analyse en dernier chapitre de cette section.
- La sévérité de l'éblouissement est faible dans la mesure où :
 - Les conducteurs sont impactés en limite de leur vision fixe centrale ;
 - L'angle entre les rayons réfléchis et les rayons directs du soleil est systématiquement inférieur à 16° si bien qu'aujourd'hui, en l'absence de générateur PV et pour ces mêmes instants, les automobilistes sont déjà éblouis par le soleil.



6. LEXIQUE

Anti-reflet Couche de surface permettant de réduire les pertes liées à la réflexion de la lumière et ainsi de réduire l'intensité des rayons réfléchis

DGAC : [Direction générale de l'Aviation civile](#) Administration rattachée au ministère de la Transition écologique, en charge de garantir la sécurité et la sûreté du transport aérien en France

FAA *Federal Aviation Administration* Équivalent de la DGAC aux Etats-Unis.

Module photovoltaïque Plus communément dénommé panneau photovoltaïque, assemblage en série et en parallèle de plusieurs cellules photovoltaïques. Ces dernières sont recouvertes d'un revêtement protection pour leur utilisation en extérieur.

NIT : Note d'Information Technique relative aux avis de la DGAC sur les projets d'installations de panneaux photovoltaïques à proximité des aéroports

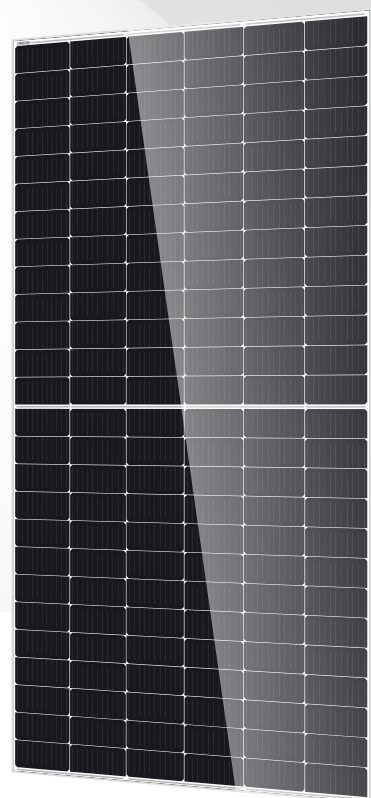
PV : Photovoltaïque



DMEGC *Quality. Performance. Value.*

590 / 595 / 600 / 605

DM605M10-78HSW/-V



Technology

High module conversion efficiency through superior manufacturing technology



DMEGC cell inside

Over decade cell production experience
Qualified by most of module manufacturers
5G enhanced manufactory



PID Free

Excellent PID resistance according to IEC TS 62804-1



Performance

High performance under low light conditions
(Cloudy days, mornings and evenings)



Quality

Manufactured according to International Quality, Health and Safety, Environmental Management Systems(ISO9001, ISO14001, ISO45001)



Value

Assured by the manufacturer who is the very most healthy PV provider



Social responsibility

SA8000 certified by TÜV Nord
Low carbon footprint traceable



Service

Local office support, immediate response

Superior Manufacturing-Quality Assurance



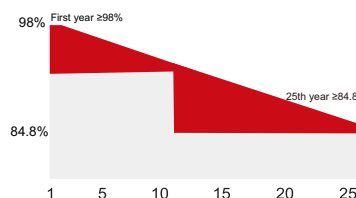
- TQC & SPC quality control systems
- Advanced cell sorting to avoid electric mismatch
- 100% twice EL tests

Visible Quality



- Durable, high-quality
- Rigid construction: 5400Pa & 2400Pa rated assembly

Warranty



- 12 Years product warranty
- 25 Years power output warranty

A Member of the Hengdian Group



Ver:20220505A4

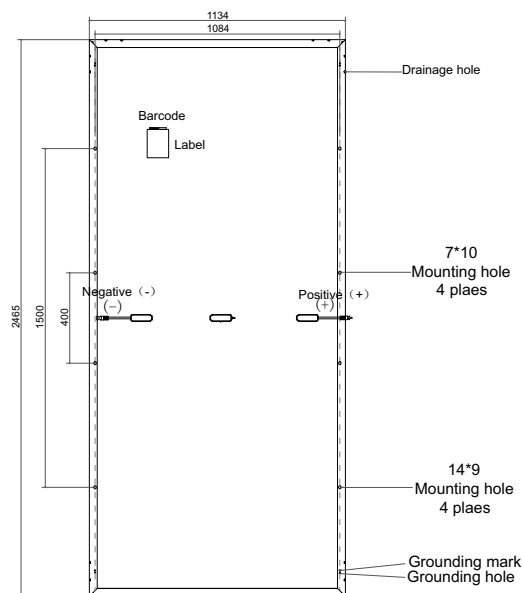
Electrical Specifications

* STC irradiance of 1000W/m² spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C

Module Type	Pm(W)	Tolerance	Imp(A)	Vmp(V)	Isc(A)	Voc (V)	Module Efficiency
DM590M10-78HSW/-V	590	0/+3%	13.31	44.36	13.73	54.06	21.11%
DM595M10-78HSW/-V	595	0/+3%	13.38	44.50	13.80	54.20	21.29%
DM600M10-78HSW/-V	600	0/+3%	13.45	44.64	13.87	54.34	21.46%
DM605M10-78HSW/-V	605	0/+3%	13.52	44.78	13.97	54.48	21.64%

Mechanical Data

Cell Type	P type Mono-crystalline
Cell Arrangement	156(6x26)
Module Structure	Glass/Encapsulant/Backsheet
Glass Thickness	3.2mm
PV module classification	Class II
Junction Box Rating	IP67/IP68
Cables	4mm ² /1400mm or Customized Length
Connector Type	MC4/MC4 Compatible(1000V) EVO2/EVO2 Compatible(1500V)
Fire Rating Class	Class C



Maximum Ratings

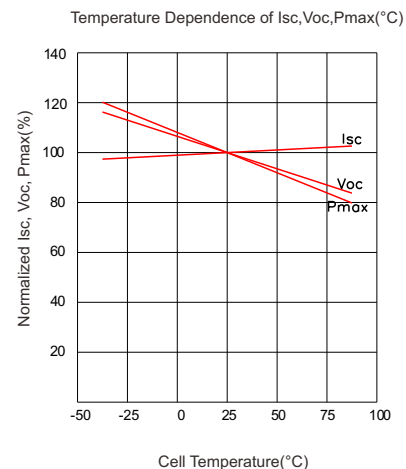
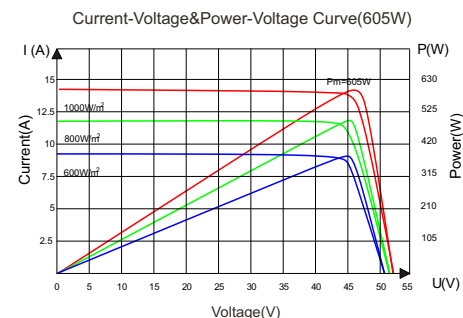
Operating Temperature	-40°C to +85°C
Maximum System Voltage	1000V/1500V DC(IEC)
Maximum Series Fuse Rating	25A
Number of Diodes	3

Packaging

Module Dimensions	2465x1134x35mm
Weight	31.2kg
Container	40' HQ
Pieces per Pallet	31
Pieces per Container	496

Temperature Characteristics

Temperature Coefficient of Isc	+0.0448%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.246%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.330%/°C



statement: Due to technological progress, product parameters will be adjusted accordingly; When signing the contract, the latest data of the company shall prevail.



Hengdian Group DMEGC Magnetics Co., Ltd.
Hengdian Industrial Zone, Dongyang City
Zhejiang Province, China 322118

Tel: 0086-579-8658-8825 Fax: 0086-579-8655-4845
Email: solar@dmegc.com.cn
www.chinadmegc.com www.dmegc.solar