

Projet de construction d'un parc
photovoltaïque au sol sur la commune de
Sillery (51)

09 - Etude d'éblouissement Aéroport
Reims Prunay Avis MRAe



955, route des Lucioles
06 560 Valbonne Sophia Antipolis

Étude d'Éblouissement
Projet Photovoltaïque de Sillery
Aérodrome Reims - Prunay (LFQA)



18 décembre 2023

1. SOMMAIRE

1.	SOMMAIRE	2
2.	PRESENTATION GENERALE	3
2.1.	PRESENTATION DU DOCUMENT	3
2.2.	PRESENTATION DES INTERVENANTS	3
3.	RESUME	4
4.	PRESENTATION DU PROJET ET DES ENTREES CONSIDEREES	10
4.1.	PROJET	10
4.2.	AERODROME	15
4.3.	LUMINANCE DU SOLEIL	17
4.4.	MODULES PHOTOVOLTAIQUES	18
4.5.	COURSE DU SOLEIL	19
4.6.	TERRAIN	20
5.	ANALYSE	21
5.1.	ZONES DE PROTECTION	21
	SYNTHESE DES CAS A ETUDIER	25
5.2.	RAPPELS ET APPLICATION DES SPECIFICATIONS DE LA DGAC	26
5.3.	ANALYSE 3D	28
	VUE DU SUD.....	29
	VUE DE L'OUEST	31
	SYNTHESE DE L'ANALYSE 3D	33
5.4.	CARACTERISATION DE L'EBLOUISSEMENT.....	34
	ZONE « OUEST »	35
	ZONE « EST »	40
	ZONE « SUD »	46
6.	REMEDIATION.....	51
	REMEDIATION – RÉ-AZIMUTAGE.....	51
	REMEDIATION – PROPRIÉTÉS ANTI-ÉBLOUISSEMENT DES MODULES	54
7.	CONCLUSION	58
8.	ANNEXES.....	62
	LEXIQUE	62

2. PRESENTATION GENERALE

2.1. PRESENTATION DU DOCUMENT

Ce document présente l'étude d'éblouissement du projet photovoltaïque de la société PHOTOSOL à Sillery (Marne), à proximité de l'aérodrome Reims - Prunay (code OACI : LFQA). 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 et de caractériser le risque d'éblouissement incapacitant en réponse aux spécifications de la DGAC jointes en annexe (version 5 du 10/11/2022).

Les éléments du présent rapport ne doivent pas être extraits et/ou copiés dans un document à destination de la DGAC à moins de l'y annexer dans sa version intégrale.

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



40/42, rue la Boétie
75 008 Paris

Contact :

Mme Apolline AUDRAIN – apolline.audrain@photosol.fr

Cabinet d'Ingénierie



955, route des Lucioles
06 560 Valbonne Sophia Antipolis

Contact :

Mme Aina RAZANAJAO – aina.razanajao@solais.fr

3. RESUME

Le projet photovoltaïque (PV) de la société PHOTOSOL consiste à réaliser une centrale au sol fixe (sans solution de suivi du soleil), à Sillery (Marne), à proximité de l'aérodrome Reims - Prunay (code OACI : LFQA), comme indiqué sur la figure suivante.



La figure suivante présente la modélisation du générateur à partir de trois polygones (OUEST, EST et SUD).



Image satellite avec le schéma d'implantation en transparence

La carte de l'aérodrome (code OACI : LFQA) annexée à ce document laisse apparaître une piste bitumée (RWY 07/25), une piste en herbe (RWY 07R/25L) et une tour de contrôle (TWR).

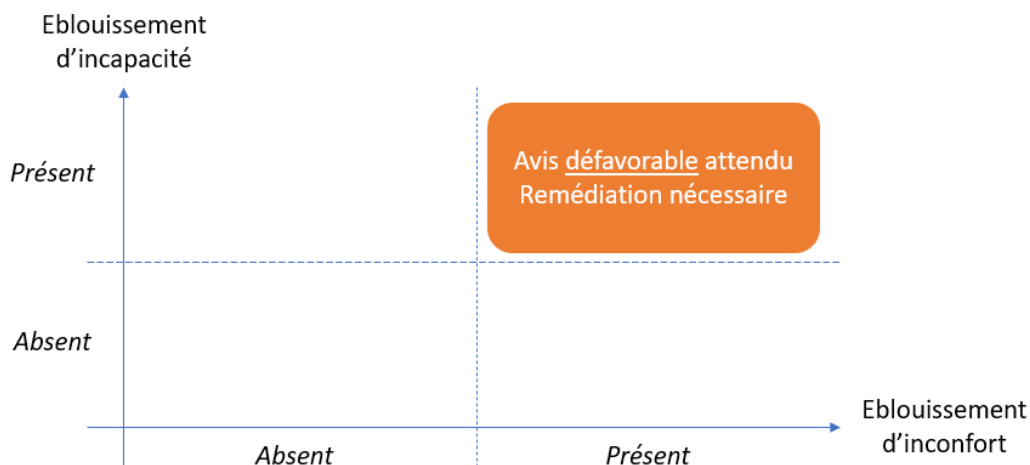
Il est à noter l'absence d'hélistation (FATO).

Piste (RWY)	Direction magnétique (QFU)	Angle d'approche	Distance disponible à l'atterrissage (LDA)	Point nominal de toucher de roues
07	065°	3,4°	945 m	DTHR07 + 250 m
25	245°	3,4°	795 m	DTHR25 + 250 m
07R	065°	6°	935 m	THR07R + 250 m
25L	245°	6°	834 m	THR25L + 250 m

L'analyse montre qu'avec un module de base (sans propriété anti-éblouissement notable) :

- Les approches depuis le Nord-Est (RWY 25 et 25L) ainsi que la tour de contrôle ne sont jamais impactées par des rayons réfléchis si bien que le risque d'éblouissement est absent ;
- Les approches depuis le Sud-Est sont impactées :
 - Avec pour seul risque de l'éblouissement d'inconfort ne remettant pas en cause la sécurité aérienne (en provenance de la zone OUEST pour la RWY 07, et des zones OUEST et SUD pour la RWY 07R) ;
 - Avec un risque d'éblouissement incapacitant présent (en provenance de la zone EST pour les RWY 07 et 07R, et de la zone SUD pour la RWY 07) ; une remédiation est nécessaire.

En conclusion, la configuration de modules étudiée (azimut 180°, inclinaison 15°) ne répond pas aux exigences de la DGAC formulées dans la NIT version 5 en date du 10/11/2022, avec une présence de risque d'éblouissement incapacitant.



Solution de remédiation n°1 :

En gardant l'hypothèse d'utilisation de module de base i.e. sans propriété anti-éblouissement notable, des alternatives ont été recherchées afin de supprimer toutes les occurrences d'éblouissement incapacitant. Les plages suivantes ont été étudiées :

- Azimut des modules : 90 à 270° avec un pas de 10° ;
- Inclinaison des modules : 15° (configuration initiale).

Le tableau suivant présente le risque d'éblouissement associé à chaque configuration, ainsi que le pourcentage de surface PV à l'origine d'éblouissement incapacitant. L'étude concerne uniquement les deux zones critiques (EST et SUD), la zone OUEST ne présentant aucun risque d'éblouissement incapacitant.

Le tableau suivant présente le risque d'éblouissement associé à chaque configuration, ainsi que le pourcentage de surface PV à l'origine d'éblouissement incapacitant.

Aucun risque d'éblouissement incapacitant		
Risque d'éblouissement incapacitant (<50%)		
Risque d'éblouissement incapacitant (>50%)		
Azimut / ZONE	EST	SUD
90°	100%	
100°		100%
110°		
120°		
130°		
140°		40%
150°		59%
160°		81%
170°		100 %
180°	Configuration initiale	
190°	100%	100 %
200°	88%	65%
210°	82%	41%
220°		
230°		
240°	71%	
250°	70%	
260°	63%	
270°		

Les alternatives recherchées montrent les résultats suivants :

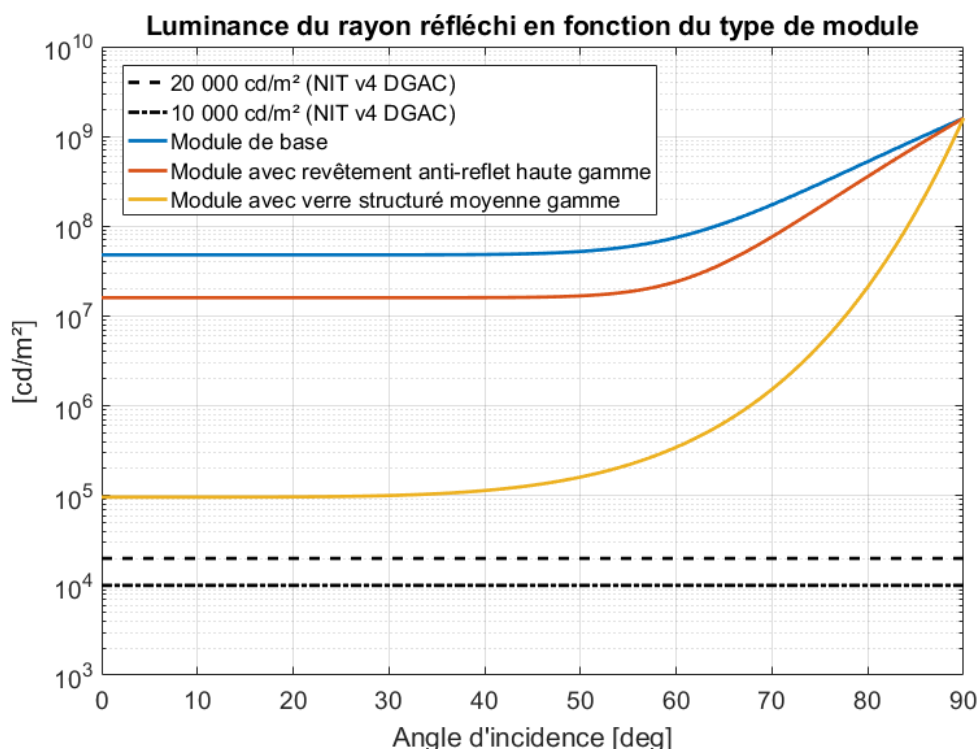
- Concernant la zone EST, aucune configuration ne permet de supprimer les risques d'éblouissement incapacitant.
- Concernant la zone SUD, il est possible de supprimer les occurrences d'éblouissement incapacitant en provenance de la centrale au sol à partir des orientations suivantes :
 - Une orientation à 90° (plein Est) ;
 - Des orientations de 240 à 270° (plein Ouest).

Solution de remédiation n°2

Une deuxième solution de remédiation à la sévérité de l'éblouissement (incapacité vs. inconfort) consiste à choisir des modules PV ayant de meilleures propriétés anti-éblouissement :

- Module « Anti-reflet » utilisant un revêtement anti-reflet (AR coating) de qualité permettant de réduire la luminance du rayon réfléchi ; leur profil est présenté en rouge dans la figure suivante, hypothèse faite d'un rayon incident de luminance $1,6 \cdot 10^9 \text{ cd/m}^2$;
- Module « Structuré » utilisant du verre structuré de moyenne gamme permettant de fortement réduire l'intensité du rayon réfléchi ; leur profil est présenté en orange.

La courbe en bleu correspond au profil du module utilisé initialement dans l'étude.



L'analyse montre que l'intégralité des occurrences d'éblouissement incapacitant sont supprimées avec ces deux types de modules, comme le montrent les figures suivantes, permettant ainsi l'obtention d'un avis favorable de la part de la DGAC :

- Avec un module « Anti-reflet » de qualité ou un module « Structuré », pour la zone SUD ;
- Avec un module « Structuré » uniquement, pour la zone EST.

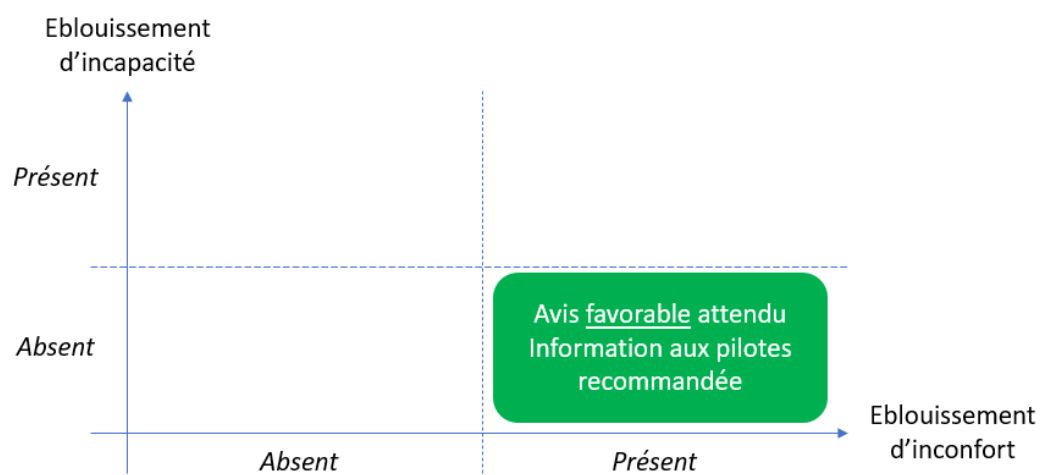
Le tableau suivant présente le risque d'éblouissement associé à chaque configuration.

Présence d'éblouissement d'inconfort → Information aux pilotes recommandée
Présence d'éblouissement d'incapacité → Remédiation nécessaire
Simulations non réalisées

	RWY 07			RWY 25
Config PV	Module de base	Module « anti-reflet » de qualité	Module « Structuré »	Tous types de modules
OUEST				Aucun risque d'éblouissement
EST				
SUD				

	RWY 07R			RWY 25L
Config PV	Module de base	Module « anti-reflet » de qualité	Module « Structuré »	Tous types de modules
OUEST				Aucun risque d'éblouissement
EST				
SUD				

Config PV	TWR
OUEST	Aucun risque d'éblouissement
EST	
SUD	



4. PRESENTATION DU PROJET ET DES ENTREES CONSIDEREES

4.1. PROJET

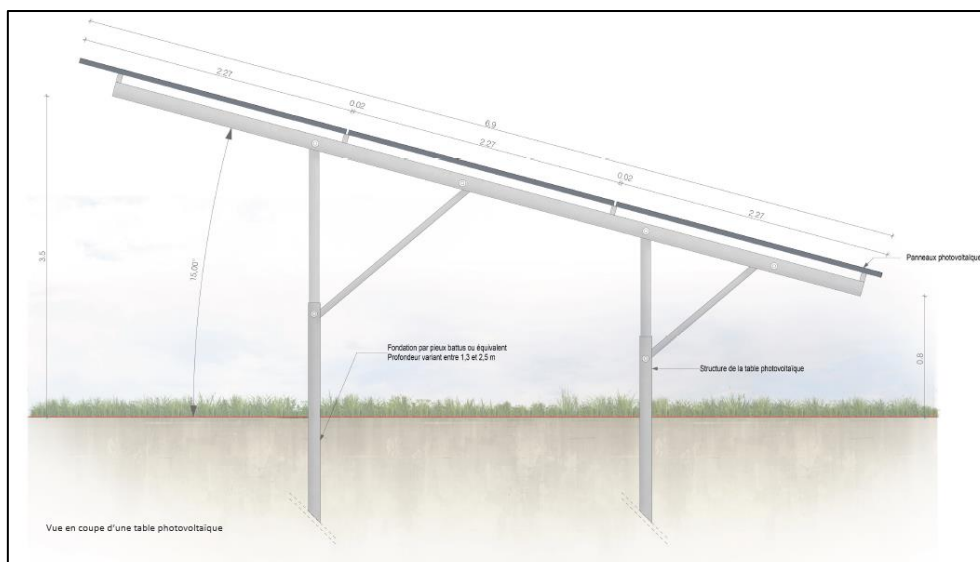
Le projet photovoltaïque (PV) de la société PHOTOSOL consiste à réaliser une centrale au sol fixe (sans solution de suivi du soleil), à Sillery (Marne), à proximité de l'aérodrome Reims - Prunay (code OACI : LFQA), comme indiqué sur la figure suivante.



Les figures suivantes présentent le schéma d'implantation du générateur et le plan de coupe de chaque structure.



Schéma d'implantation de la centrale au sol



Plan de coupe d'une table photovoltaïque

Le tableau suivant détaille les caractéristiques du générateur photovoltaïque.

Intitulé	Azimut*	Inclinaison	Hauteur min	Hauteur max	Emprise au sol
Centrale au sol fixe	180° (Sud)	15°	+0,8 m	+3,5 m	~ 5 ha

* Suivant la convention Est = 90° et Sud = 180°

La figure et le tableau suivants présentent la modélisation du générateur à partir de trois polygones (OUEST, EST et SUD), ainsi que les coordonnées géographiques des sommets.



Intitulé	Latitude [°]	Longitude [°]	Altitude [m]
OUEST	49.205357	4.135538	89
	49.205032	4.135255	88
	49.204575	4.135702	88
	49.204690	4.136057	89
	49.204613	4.136158	89
	49.204470	4.136237	90
	49.204475	4.136556	90
	49.203720	4.139179	88
	49.203731	4.139420	89
	49.203868	4.139507	88
	49.203911	4.139320	88
	49.203962	4.139303	87
	49.204042	4.139348	87
	49.204090	4.139411	87
	49.204050	4.139577	87
	49.204252	4.139694	88
	49.204380	4.139050	88
	49.204412	4.139006	88
	49.204445	4.139006	88
	49.204617	4.138279	88
	49.205018	4.136785	88
	49.205357	4.135722	89

Intitulé	Latitude [°]	Longitude [°]	Altitude [m]
EST	49.203918	4.140066	87
	49.203889	4.140097	87
	49.203803	4.140052	88
	49.203589	4.140865	86
	49.203545	4.140914	86
	49.203447	4.140898	86
	49.203399	4.141087	86
	49.203376	4.141098	86
	49.203233	4.141055	86
	49.202989	4.140881	87
	49.202957	4.140936	87
	49.202887	4.140966	87
	49.202349	4.141824	87
	49.202338	4.142255	87
	49.202410	4.142466	89
	49.202627	4.142549	88
	49.202903	4.142936	87
	49.202961	4.143256	88
	49.203013	4.143268	88
	49.203294	4.142329	87
	49.203404	4.142369	87
	49.203629	4.141681	87
	49.203983	4.140825	87
	49.204245	4.139709	88
	49.204046	4.139589	87

Intitulé	Latitude [°]	Longitude [°]	Altitude [m]
SUD	49.203462	4.138444	87
	49.203214	4.138339	87
	49.203145	4.138478	88
	49.203039	4.138874	87
	49.202968	4.139241	87
	49.202905	4.139355	87
	49.202867	4.139391	87
	49.202529	4.139417	88
	49.202299	4.140445	89
	49.202842	4.139979	86
	49.202874	4.139979	86
	49.202902	4.140041	86
	49.202948	4.140034	86
	49.203179	4.139842	86
	49.203179	4.139695	86
	49.203463	4.138643	86

4.2. AERODROME

La note technique de la DGAC spécifie que le porteur de projet doit démontrer l'absence d'impact gênant pour :

- Les contrôleurs aériens présents dans la tour de contrôle (TWR) ;
- Les pilotes d'aéronefs en phase d'approche de chaque piste (*runway*, RWY) ;

La carte de l'aérodrome (code OACI : LFQA) annexée à ce document laisse apparaître une piste bitumée (RWY 07/25), une piste en herbe (RWY 07R/25L) et une tour de contrôle (TWR).

Il est à noter l'absence d'hélistation (FATO).

Piste (RWY)	Direction magnétique (QFU)	Angle d'approche	Distance disponible à l'atterrissage (LDA)	Point nominal de toucher de roues
07	065°	3,4°	945 m	DTHR07 + 250 m
25	245°	3,4°	795 m	DTHR25 + 250 m
07R	065°	6°	935 m	THR07R + 250 m
25L	245°	6°	834 m	THR25L + 250 m

Comme indiqué dans la carte aéronautique en annexe de ce document, la pente étudiée est prise égale à 3,4° pour les approches sur les RWY 07 et 25.

En l'absence d'indication sur la carte aéronautique, afin de rendre compte de l'angle d'approche spécifique aux planeurs, les pentes étudiées sont prises égales à 6° pour les approches sur les RWY 07R et 25L.

Les approches étudiées sont caractérisées géométriquement sur le schéma suivant :

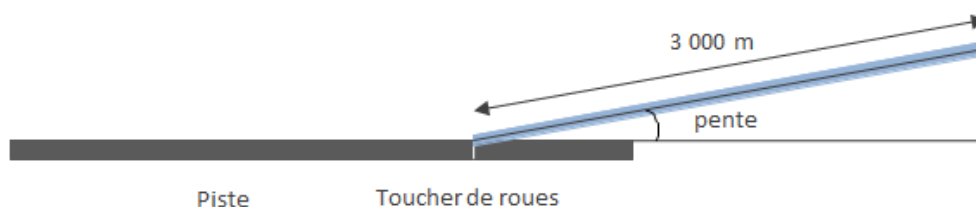




Image satellite de l'aérodrome avec les points remarquables

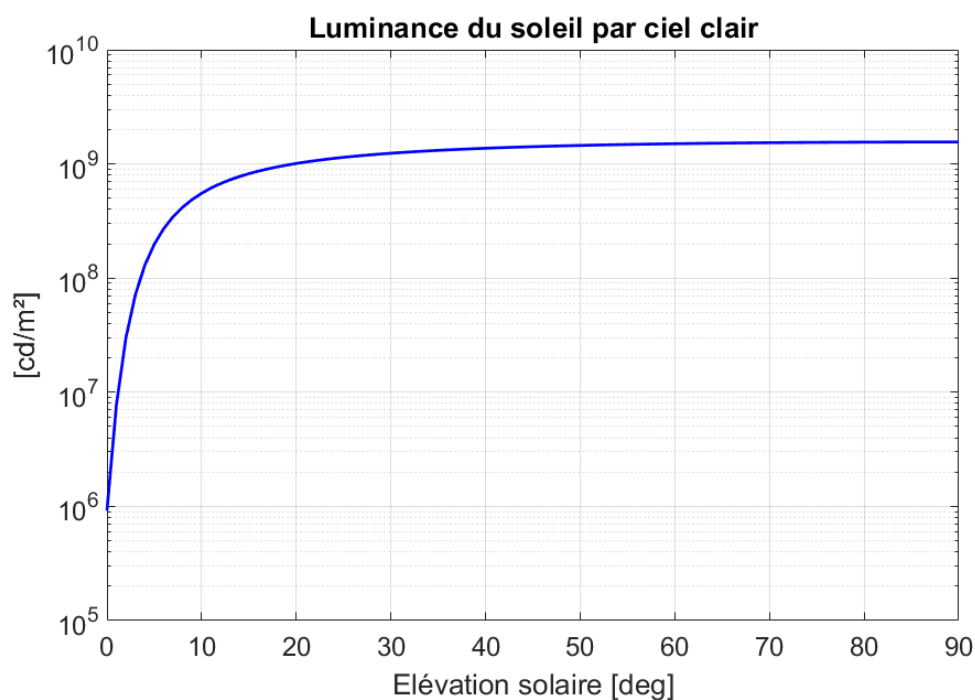
Les coordonnées GPS des points remarquables sont résumées ci-après :

	Nature	Latitude [°]	Longitude [°]	Altitude [m]
TWR	Tour de contrôle	49.208768	4.150863	94
THR 07	Seuil associé à la RWY 07	49.206744	4.149826	93
DTHR 07	Seuil décalé associé à la RWY 07	49.207447	4.152267	93
TOUCH 07	Toucher de roues de la RWY 07	49.208351	4.155414	91
THR 25	Seuil associé à la RWY 25	49.210900	4.164289	95
DTHR 25	Seuil décalé associé à la RWY 25	49.209731	4.160208	93
TOUCH25	Toucher de roues de la RWY 25	49.208826	4.157062	92
THR 07R	Seuil associé à la RWY 07R	49.206644	4.151386	92
TOUCH 07R	Toucher de roues de la RWY 07R	49.207546	4.154534	91
THR 25L	Seuil associé à la RWY 25L	49.210239	4.163926	94
TOUCH25L	Toucher de roues de la RWY 25L	49.209337	4.160778	92

* A cette altitude du sol ont été rajoutés 5 mètres afin de rendre compte de la hauteur de vue des contrôleurs aériens au sein de la tour de contrôle.

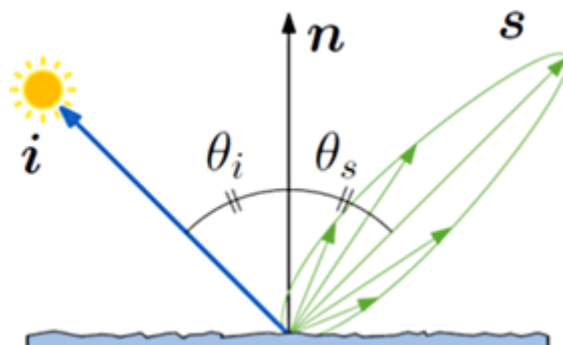
4.3. LUMINANCE DU SOLEIL

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.

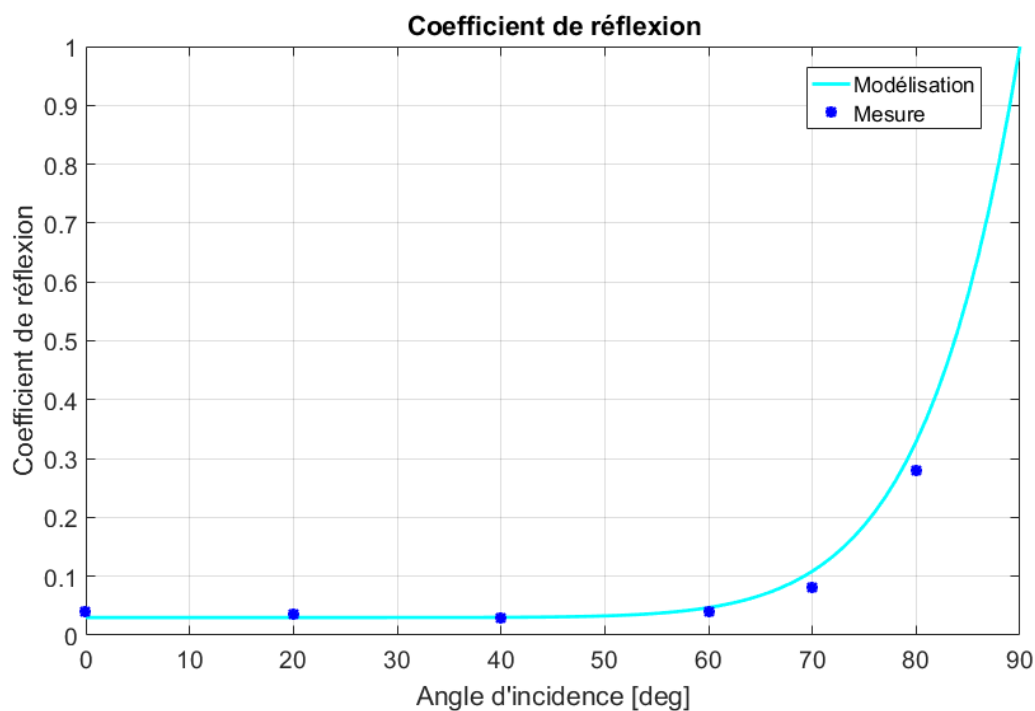


4.4. MODULES PHOTOVOLTAÏQUES

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 . 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.

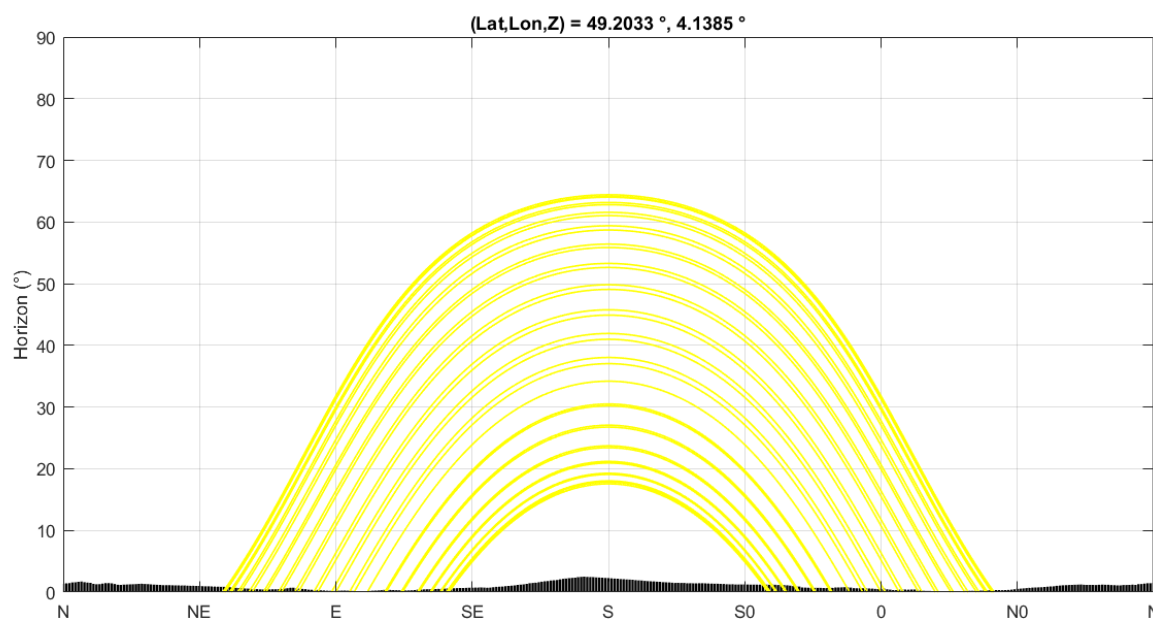


¹ Yellowhair, J. and C.K. Ho. "Assessment of Photovoltaic Surface Texturing on Transmittance Effects and Glint/Glare Impacts". ASME 2015 9th International Conference on Energy Sustainability collocated with the ASME 2015 Power Conference, the ASME 2015 13th International Conference on Fuel Cell Science,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

4.5. COURSE DU SOLEIL

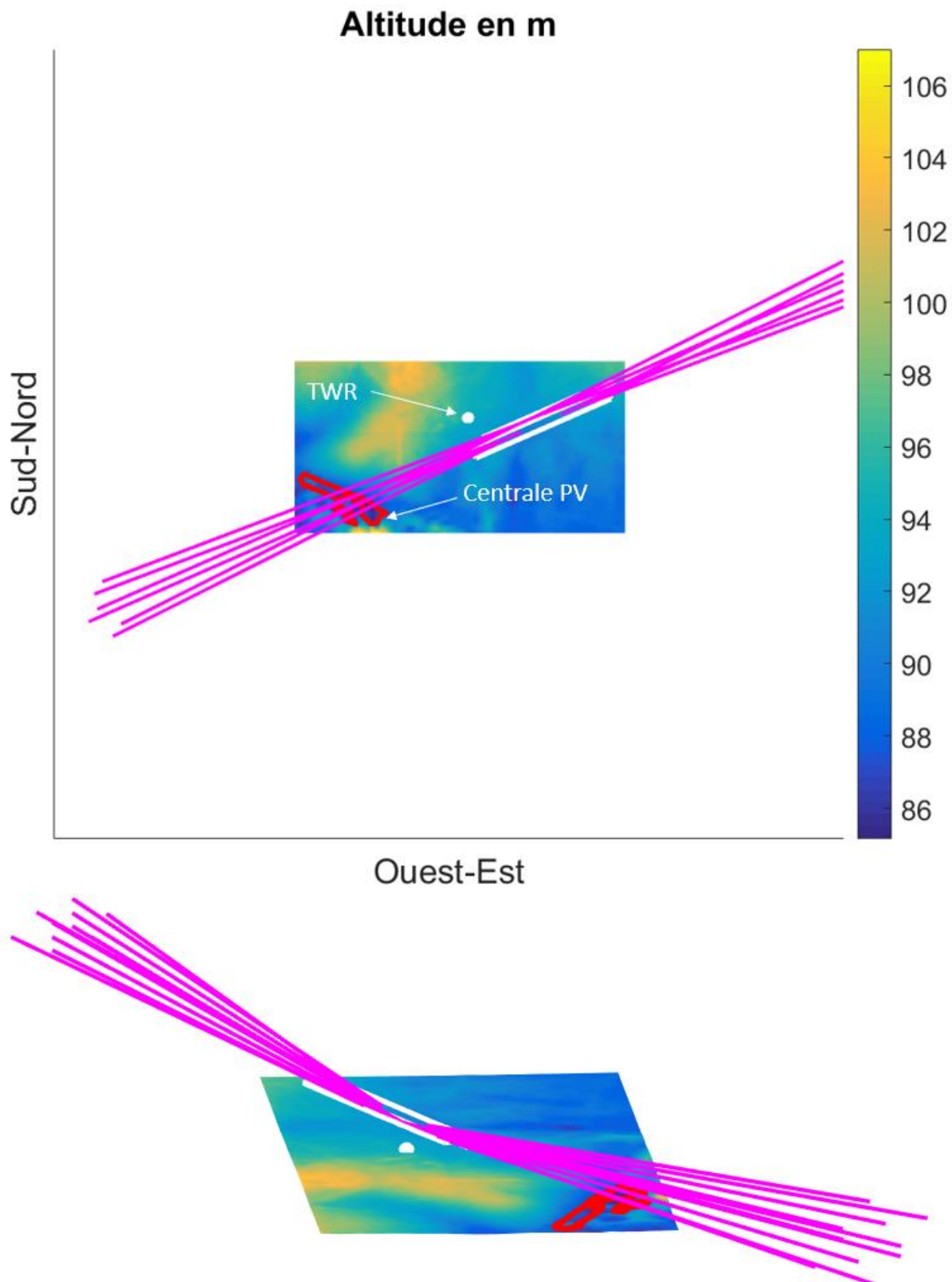
La figure suivante présente pour le site étudié la course du soleil (en jaune) tout au long de l'année, le solstice d'été (21 juin) étant la courbe supérieure et le solstice d'hiver (21 décembre) la courbe inférieure :

- 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.



4.6. TERRAIN

Un modèle numérique de terrain avec une maille de 30 m a été utilisé pour cette étude. Le générateur est représenté en rouge, les approches des avions en magenta, les pistes et la tour de contrôle en blanc. Le dégradé de couleur correspond à l'altitude du terrain en mètres.



5. ANALYSE

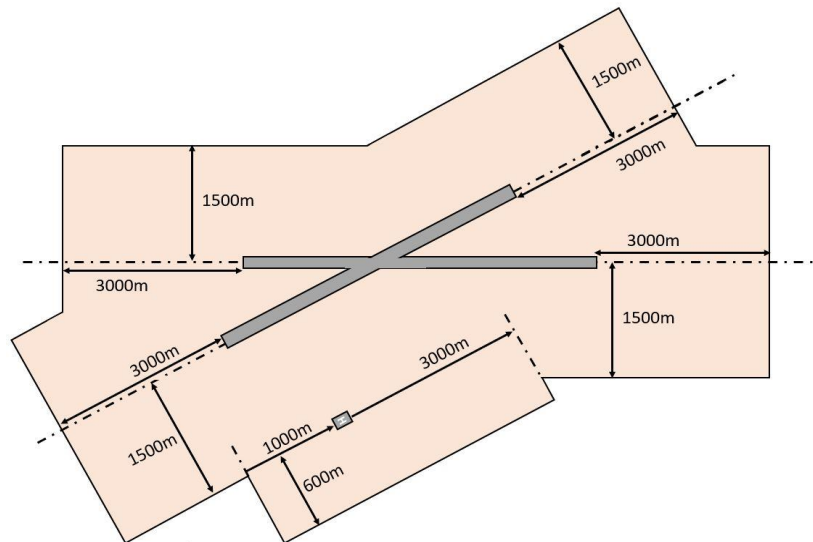
Cette section présente les résultats des simulations effectuées à partir des hypothèses présentées précédemment. Toutefois, ces résultats doivent être considérés à l'aune des différentes incertitudes propres à la problématique d'éblouissement : trajectoires des aéronefs, topographie de l'implantation, relief lointain, équation du temps, années bissextiles, etc.

5.1. ZONES DE PROTECTION

Les prérogatives de la DGAC définissent des zones de protection de la façon suivante pour les projets dont la surface PV (par configuration, i.e. azimuth/inclinaison) est inférieure à 500 m² :

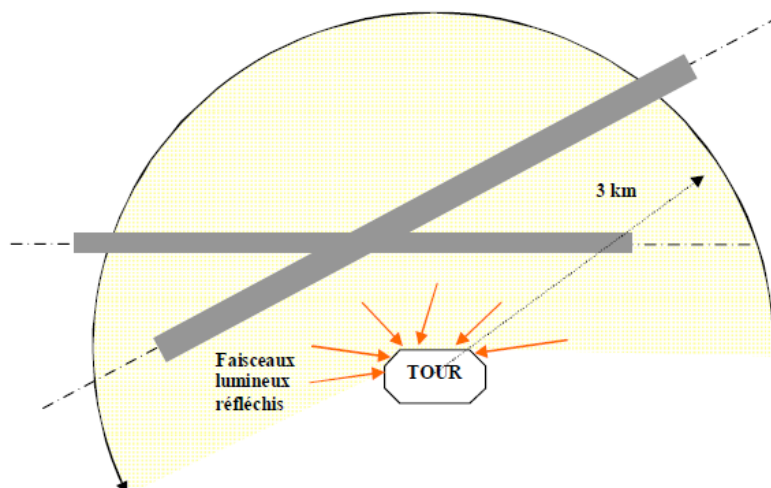
Les prérogatives de la DGAC définissent des zones de protection de la façon suivante :

- Pour les avions et les hélistations (surface PV > 500 m²) :



Source : Note d'Information Technique, édition 5 du 10/11/2022 (DGAC)

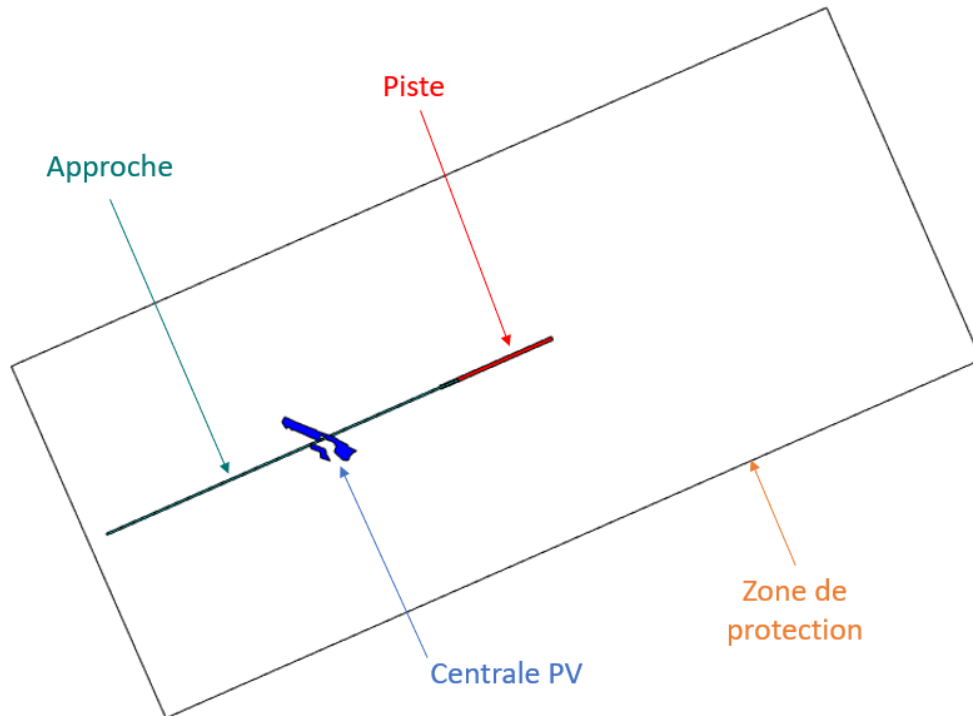
- Pour la tour de contrôle, une zone de protection définie comme l'union des demi-disques de rayon 3 km centrés sur la tour et incluant les pistes :



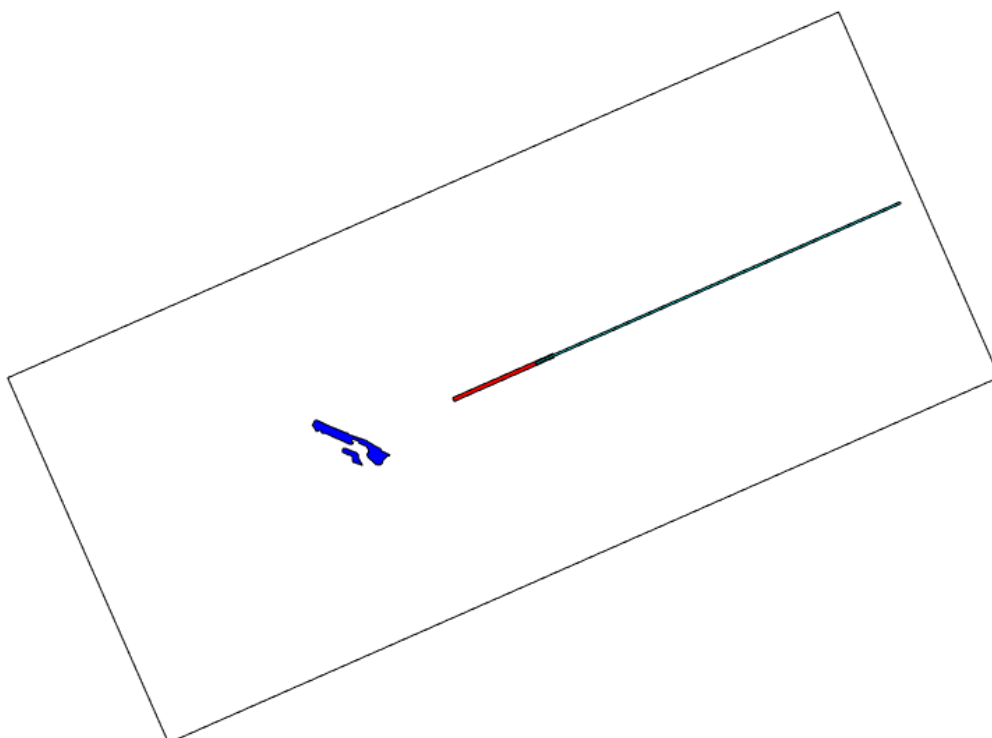
Source : Note d'Information Technique, édition 5 du 10/11/2022 (DGAC)

L'analyse des zones de protection de l'aérodrome montre les résultats suivants :

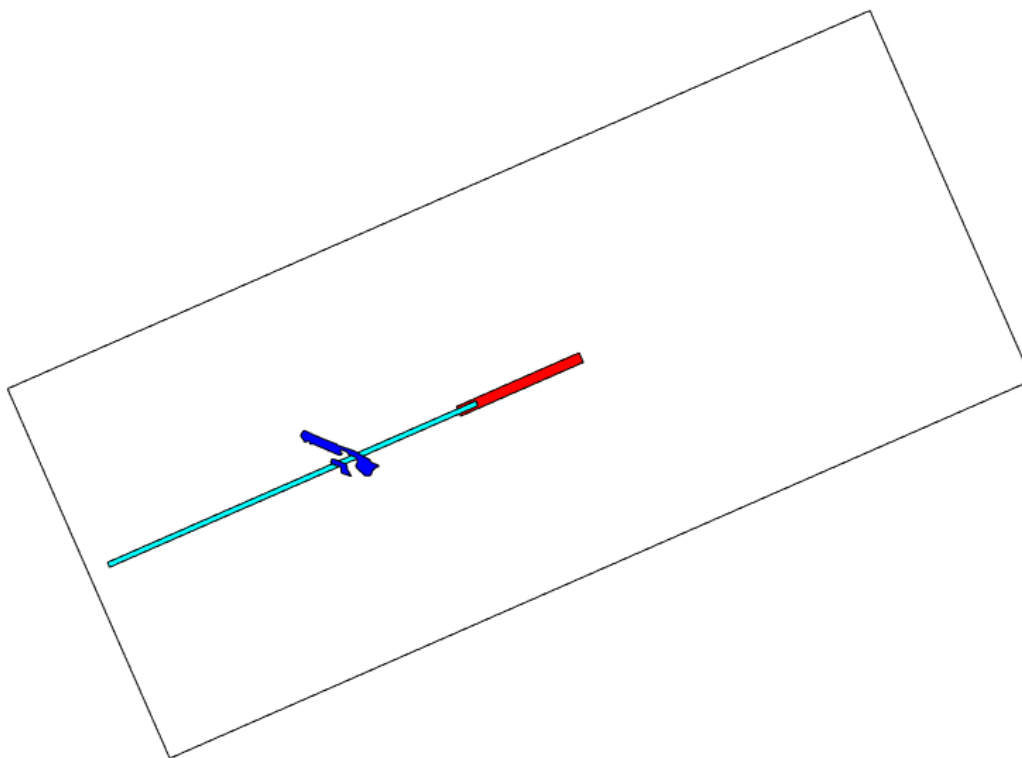
- Par rapport à la RWY 07 : La centrale photovoltaïque est localisée dans la zone de protection associée à cette approche → L'analyse est requise pour cette approche.



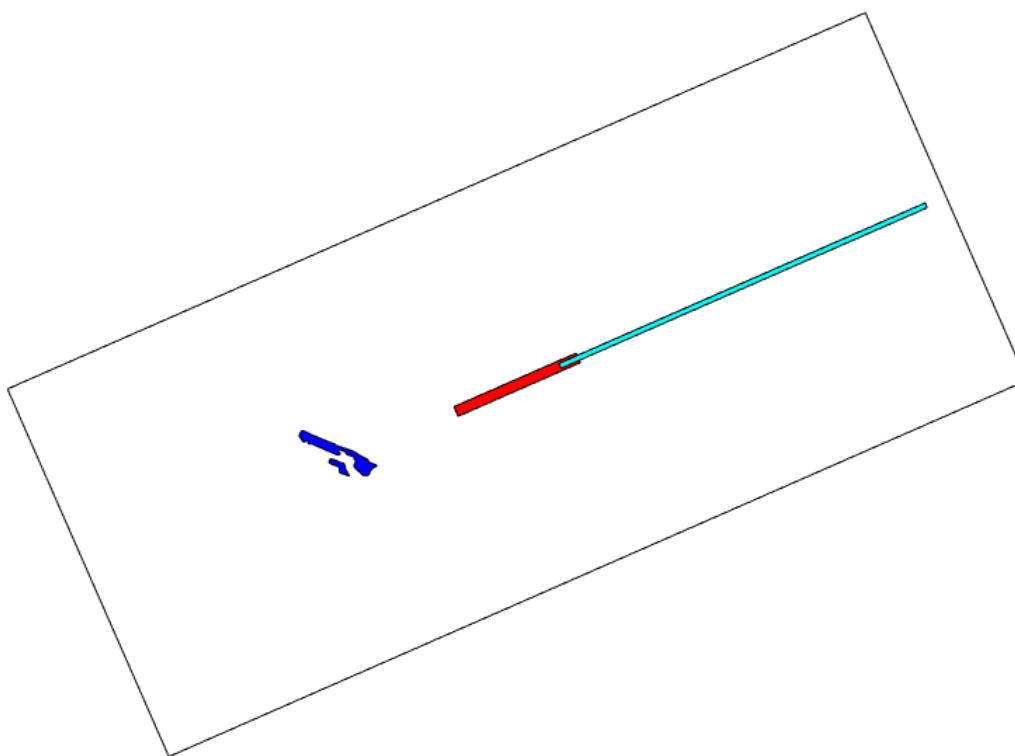
- Par rapport à la RWY 25 : La centrale photovoltaïque est localisée dans la zone de protection associée à cette approche → L'analyse est requise pour cette approche.



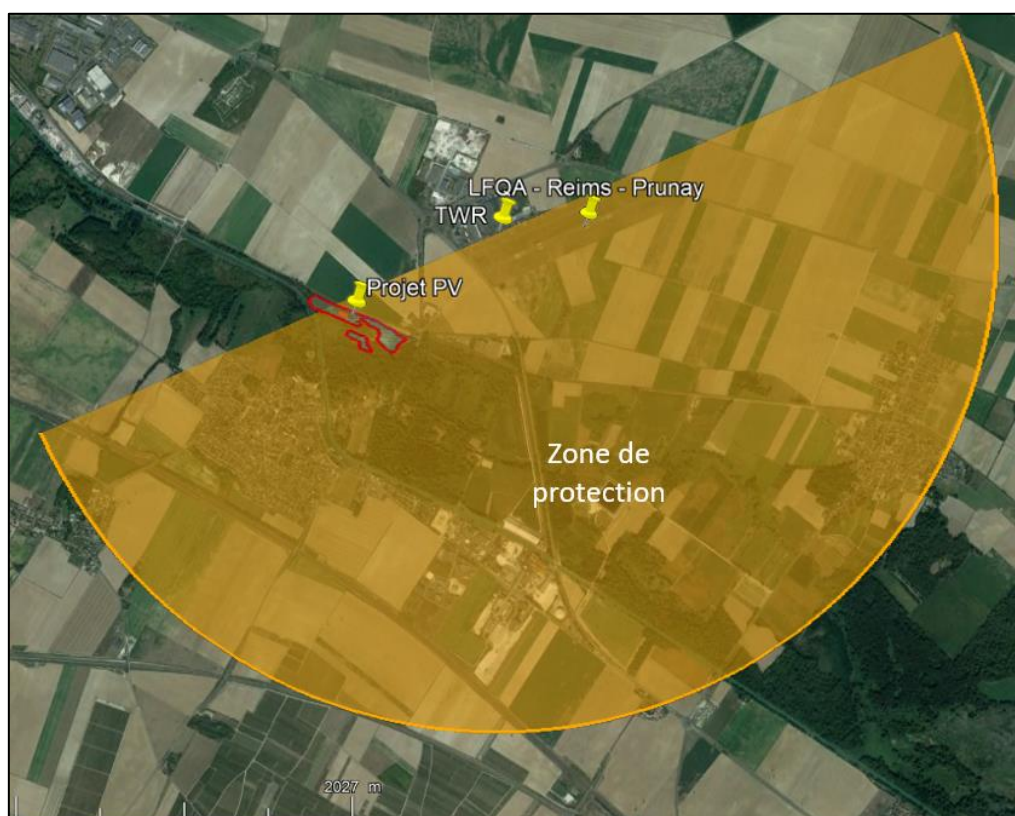
- Par rapport à la RWY 07R : La centrale photovoltaïque est localisée dans la zone de protection associée à cette approche → L'analyse est requise pour cette approche.



- Par rapport à la RWY 25L : La centrale photovoltaïque est localisée dans la zone de protection associée à cette approche → L'analyse est requise pour cette approche.



- Par rapport à la tour de contrôle : La centrale photovoltaïque est localisée dans la zone de protection de la tour de contrôle → L'analyse est requise vis-à-vis des contrôleurs aériens.



SYNTHESE DES CAS A ETUDIER

Etant donné la localisation de la centrale photovoltaïque, les cas suivants doivent être étudiés.

Modules PV	RWY 07	RWY 25
Centrale au sol (fixe)	Zone de protection → Analyse requise	Zone de protection → Analyse requise

Modules PV	RWY 07R	RWY 25L
Centrale au sol (fixe)	Zone de protection → Analyse requise	Zone de protection → Analyse requise

Modules PV	Tour de contrôle (TWR)
Centrale au sol (fixe)	Zone de protection → Analyse requise

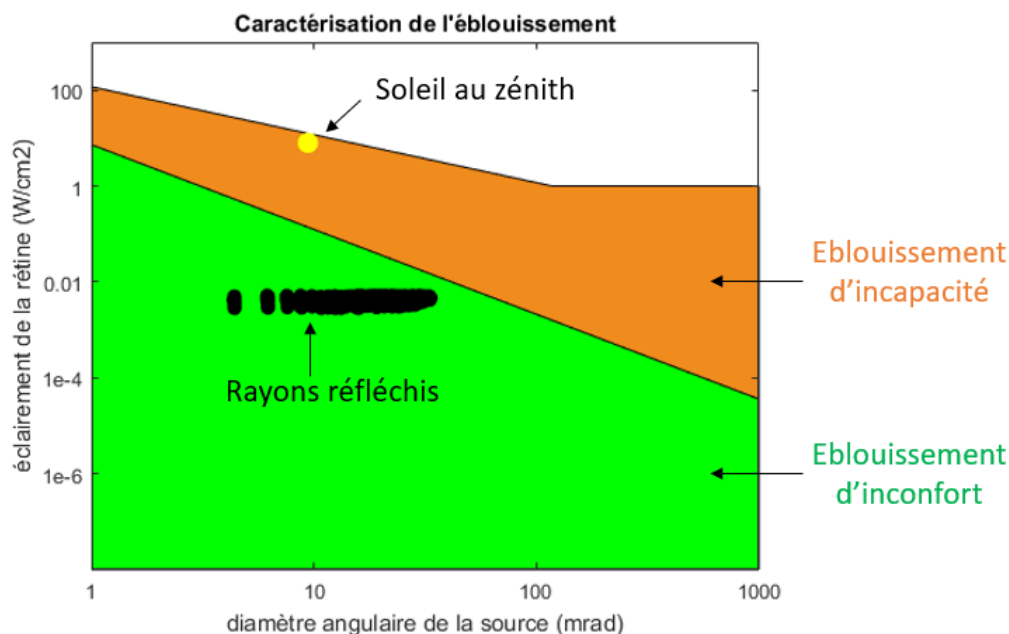
5.2. RAPPELS ET APPLICATION DES SPECIFICATIONS DE LA DGAC

La version v5 de la NIT DGAC, en date du 10/11/2022, 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).

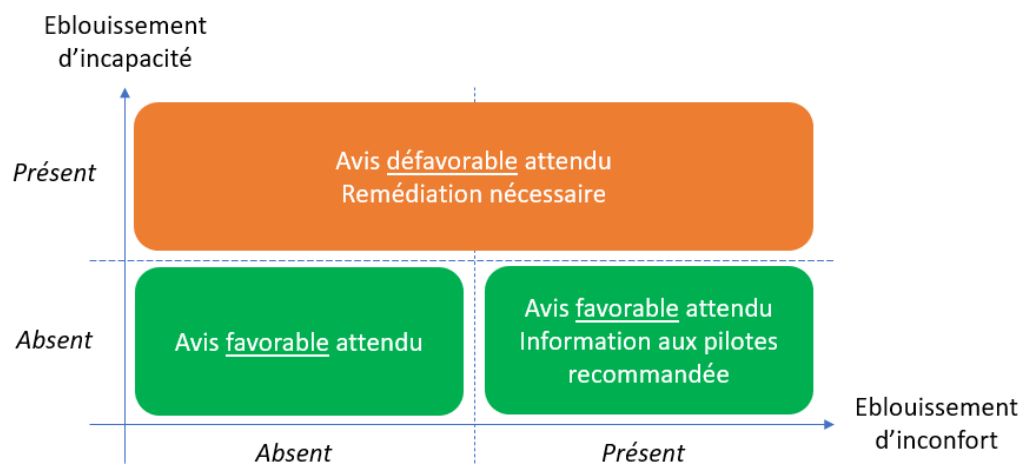
Dans l'instruction des dossiers Sécurité associés à la NIT v5, la distinction proposée dans les études d'éblouissement de Solaïs est la suivante :

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



La figure suivante présente la qualification de l'avis attendu de la part de la DGAC et éventuellement les actions complémentaires à mener :

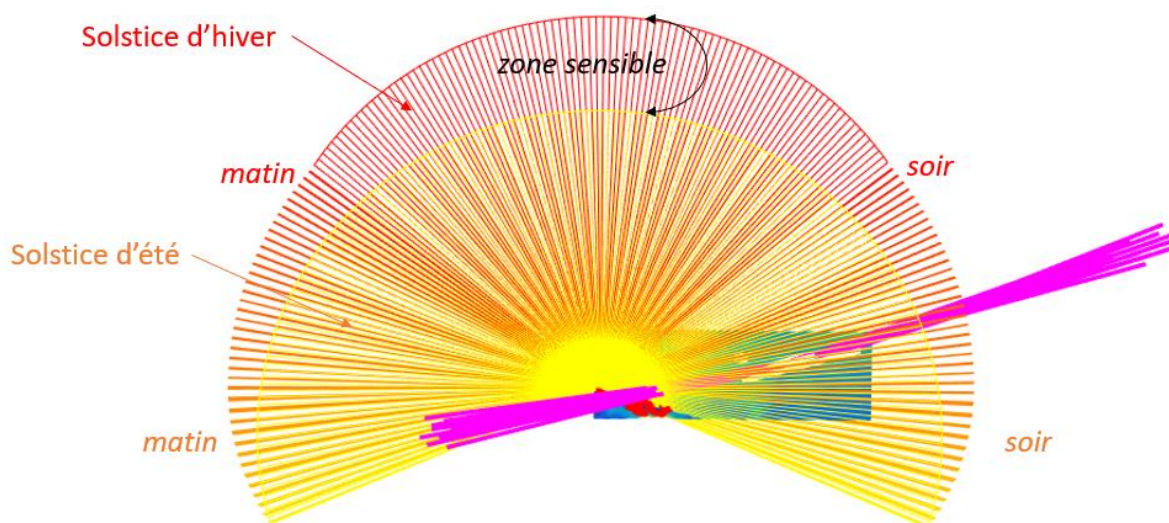
- En cas d'éblouissement d'incapacité, une remédiation doit être étudiée afin de supprimer toutes les occurrences identifiées ;
- En cas d'éblouissement d'inconfort, il est recommandé de communiquer à l'exploitant de l'aérodrome une information aux pilotes, et ce une fois les modules PV installés sur site.



5.3. ANALYSE 3D

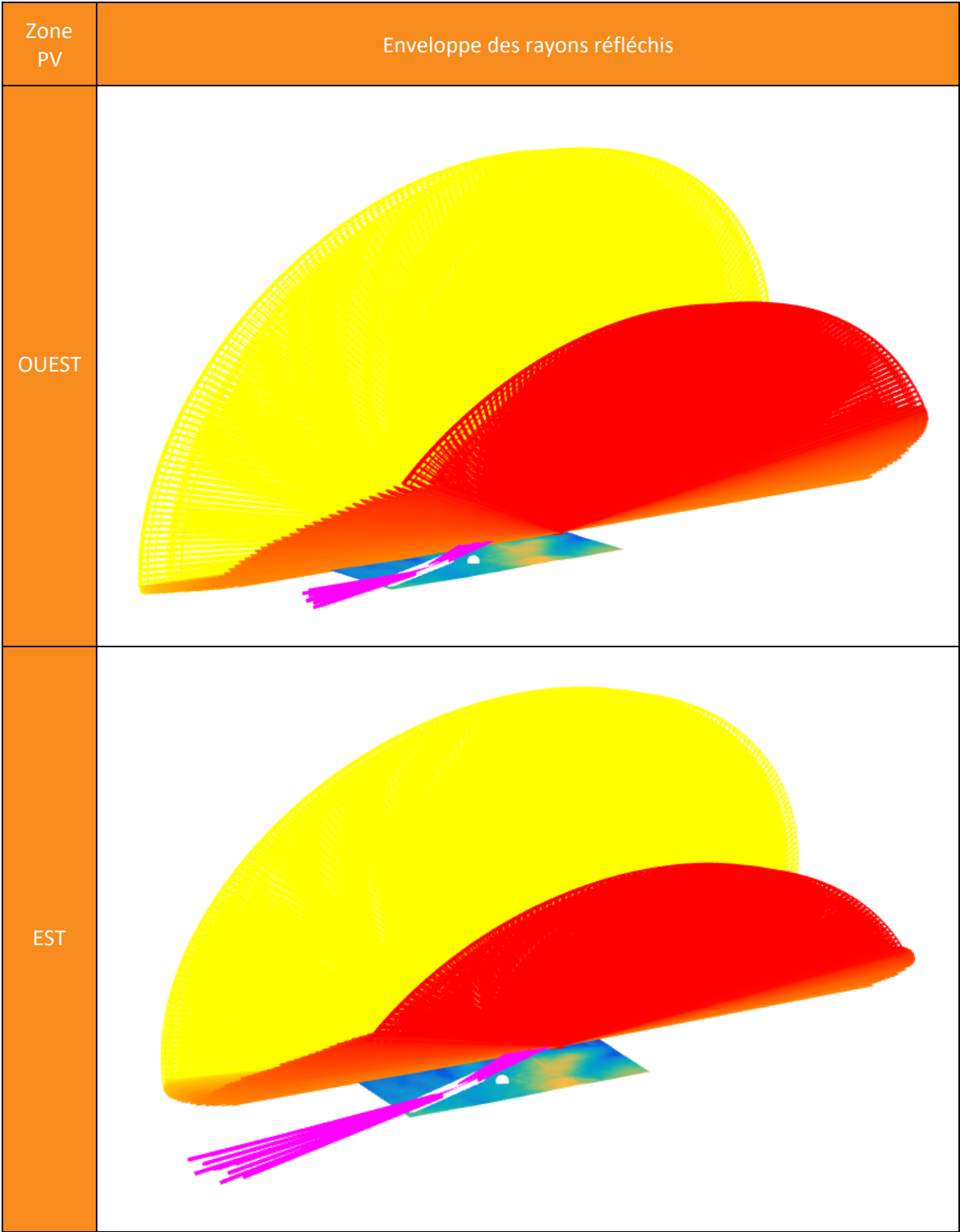
Une première recherche des cas critiques est effectuée à l'aide d'une visualisation 3D. Les cas sont déterminés de manière purement géométrique et prennent uniquement en considération le croisement de la trajectoire et des rayons réfléchis ; reliefs proche et lointain ainsi que diffusion des rayons du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

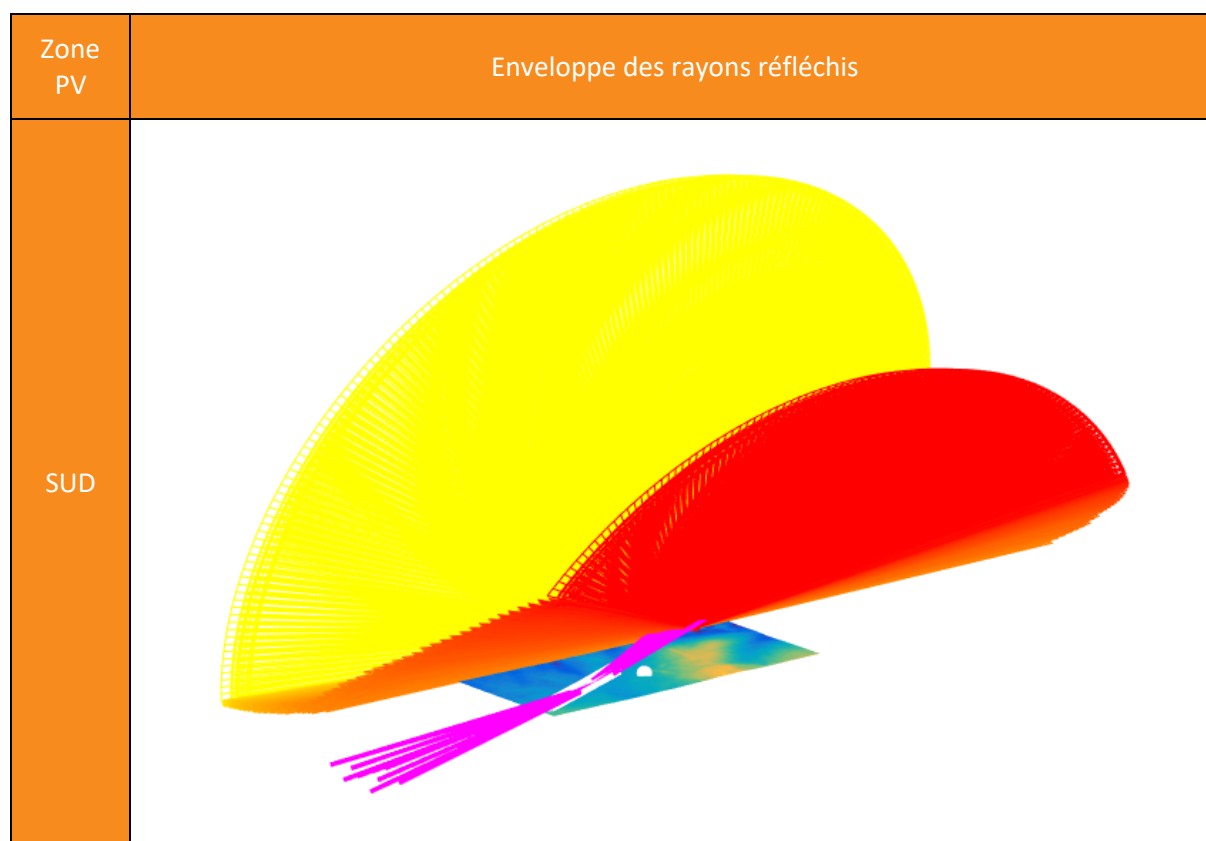
Pour une configuration de modules donnée (orientation et inclinaison) et une localisation de modules donnée, la localisation des rayons réfléchis est présentée à travers l'enveloppe des rayons réfléchis délimitée par les réflexions survenant tout au long du solstice d'été (21 juin) et du solstice d'hiver (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 point de réflexion unique.



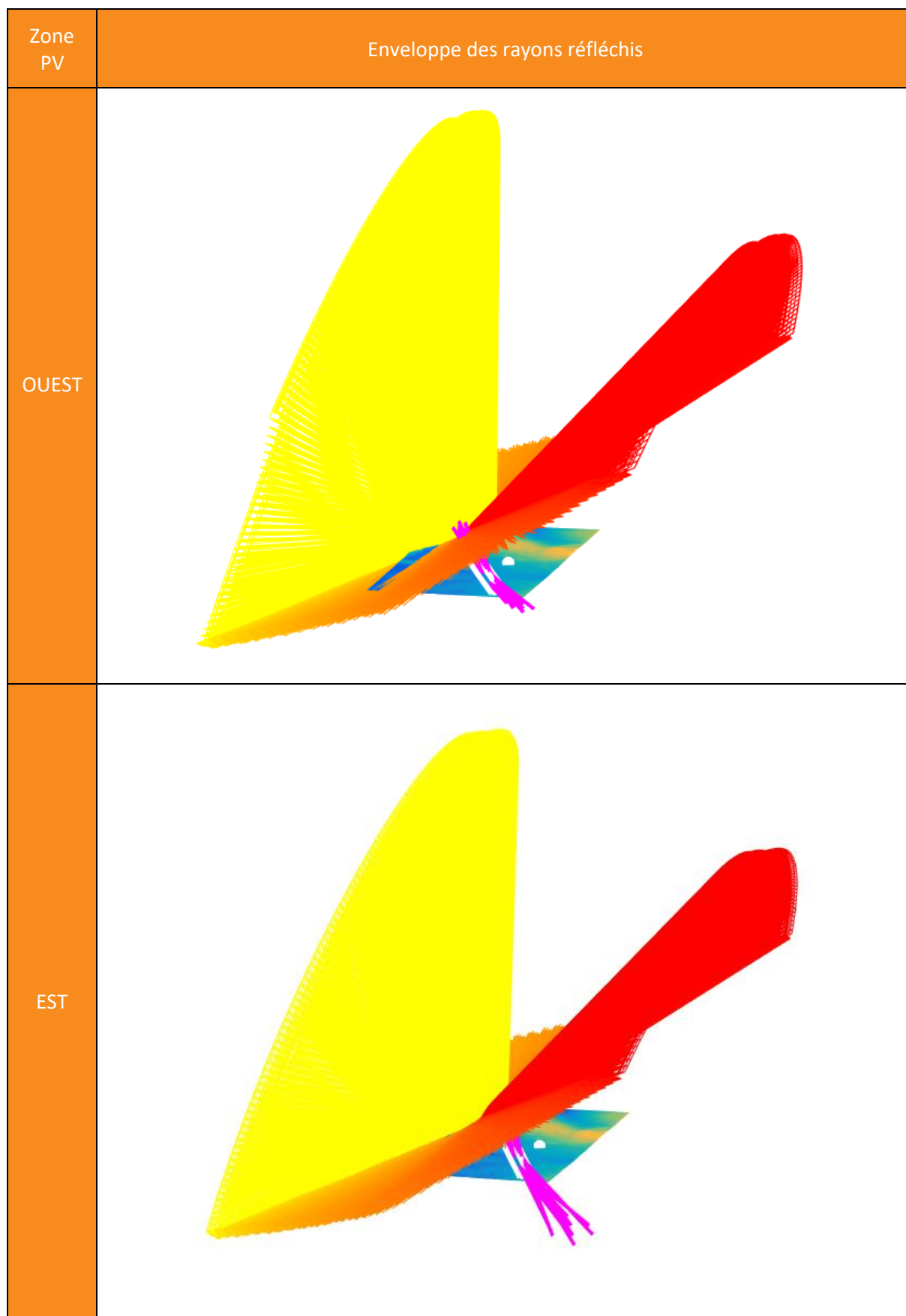
Les visuels suivants présentent le générateur en rouge, les pistes et la tour de contrôle en blanc, les approches en magenta, et les enveloppes des rayons réfléchis pour le solstice d'été (jaune) et le solstice d'hiver (rouge), et ce pour les points de réflexion localisés aux sommets de chaque zone étudiée.

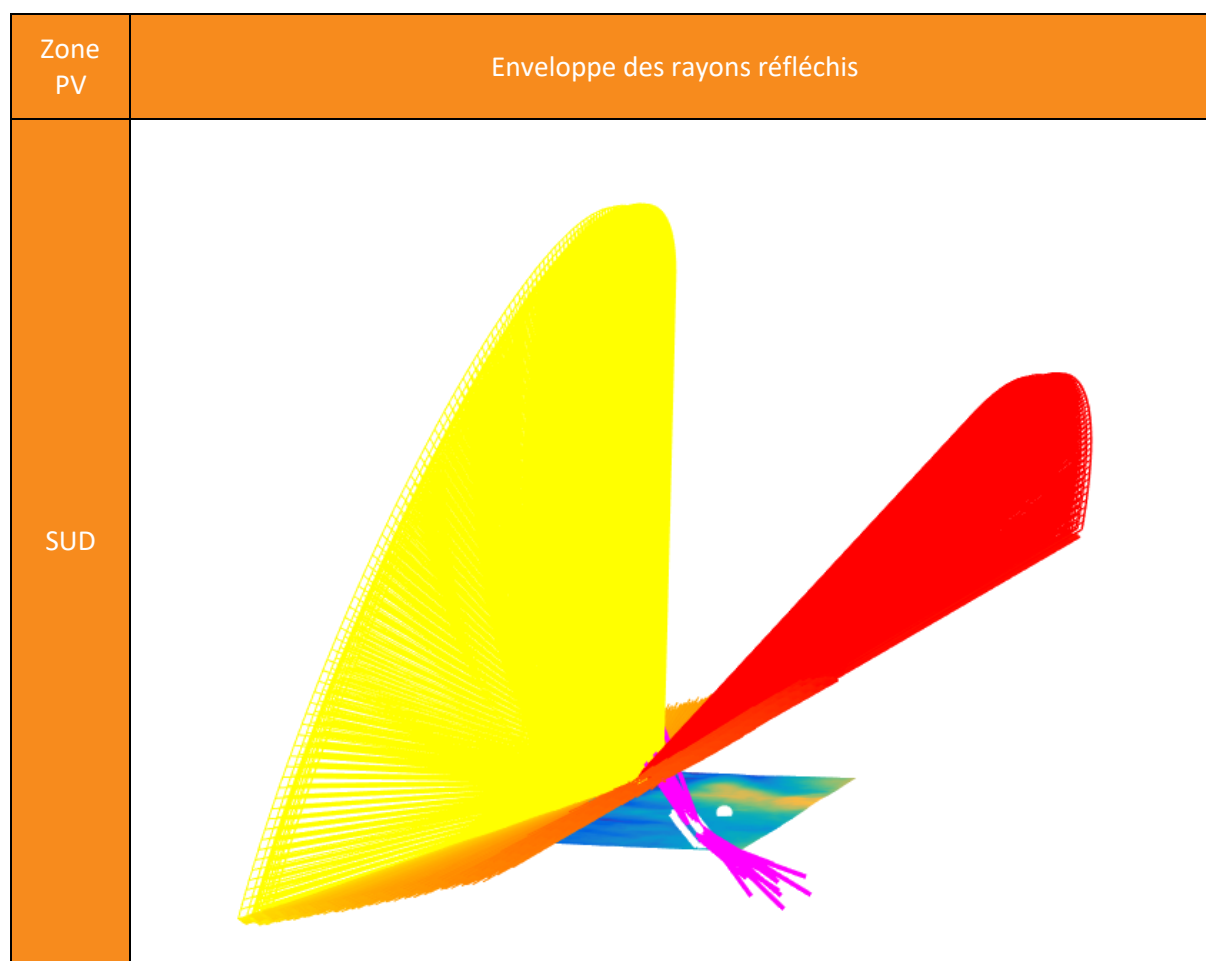
VUE DU SUD





VUE DE L'OUEST





SYNTHESE DE L'ANALYSE 3D

L'analyse 3D effectuée pour un point unique de réflexion montre que :

- Les approches depuis le Nord-Est (RWY 25 et 25L) ainsi que la tour de contrôle ne sont jamais impactées par des rayons réfléchis si bien que le risque d'éblouissement est absent ;
- Les approches depuis le Sud-Est (RWY 07 et 07R) semblent impactées 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, tout comme le fait que les rayons réfléchis puissent arriver dans le dos des pilotes) et, le cas échéant, de caractériser l'éblouissement.

Modules PV	RWY 07	RWY 25
Centrale au sol (fixe)	Eblouissement à confirmer/caractériser	Aucun risque d'éblouissement

Modules PV	RWY 07R	RWY 25L
Centrale au sol (fixe)	Eblouissement à confirmer/caractériser	Aucun risque d'éblouissement

Modules PV	Tour de contrôle (TWR)
Centrale au sol (fixe)	Aucun risque d'éblouissement

5.4. CARACTERISATION DE L'EBLOUISSEMENT

Cette section présente les résultats des simulations effectuées pour les seuls cas identifiés lors de l'analyse 3D, 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.

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

- Qualification de l'éblouissement à travers la distinction entre incapacité et inconfort ;
- Localisation des trajectoires impactées par des rayons réfléchis ;
- Localisation des zones du générateur photovoltaïque générant ces rayons réfléchis ;
- Datation dans l'année des impacts identifiés ;
- Localisation des rayons réfléchis dans le champ de vue des pilotes.

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

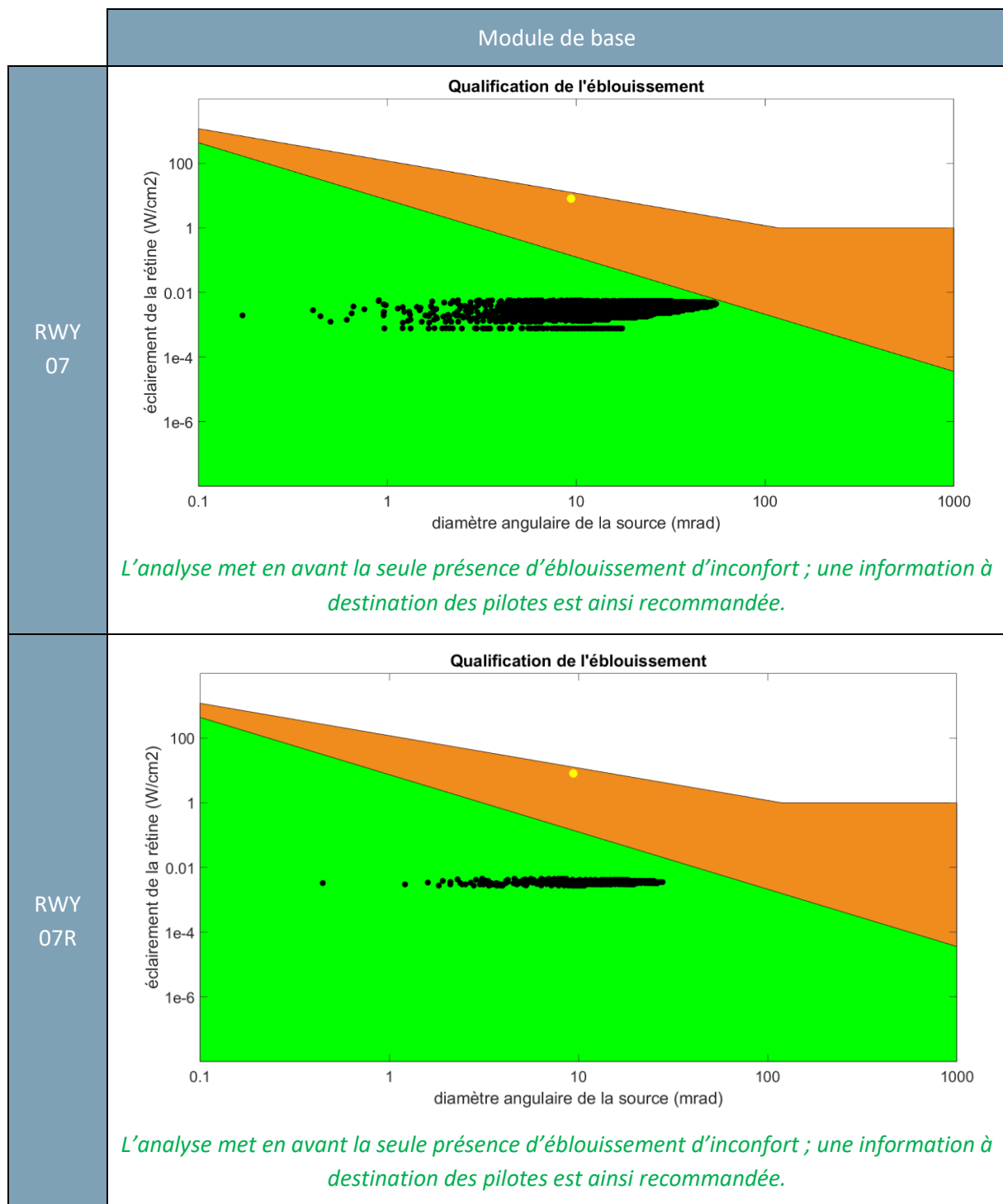
Absence d'éblouissement
Présence d'éblouissement d'inconfort
Présence d'éblouissement d'incapacité

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.

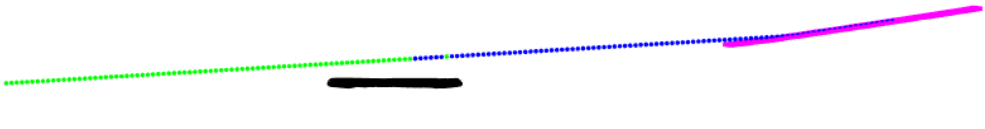
ZONE « OUEST »

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

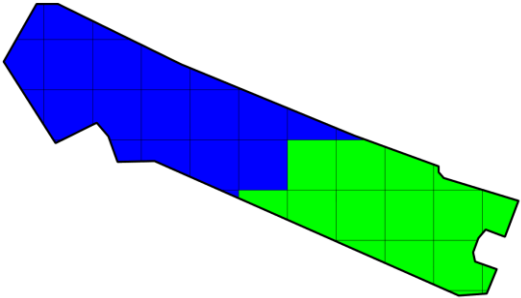
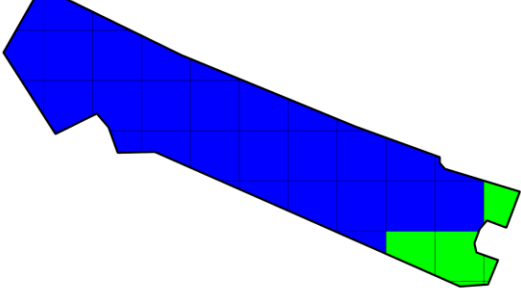
- L'éblouissement d'incapacité est démontré lorsque des occurrences identifiées (points noirs) se situe dans la zone orange ;
- L'éblouissement d'inconfort est observé lorsque des occurrences identifiées (points noirs) se situe dans la zone verte ;
- Le point jaune correspond à l'éblouissement généré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



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

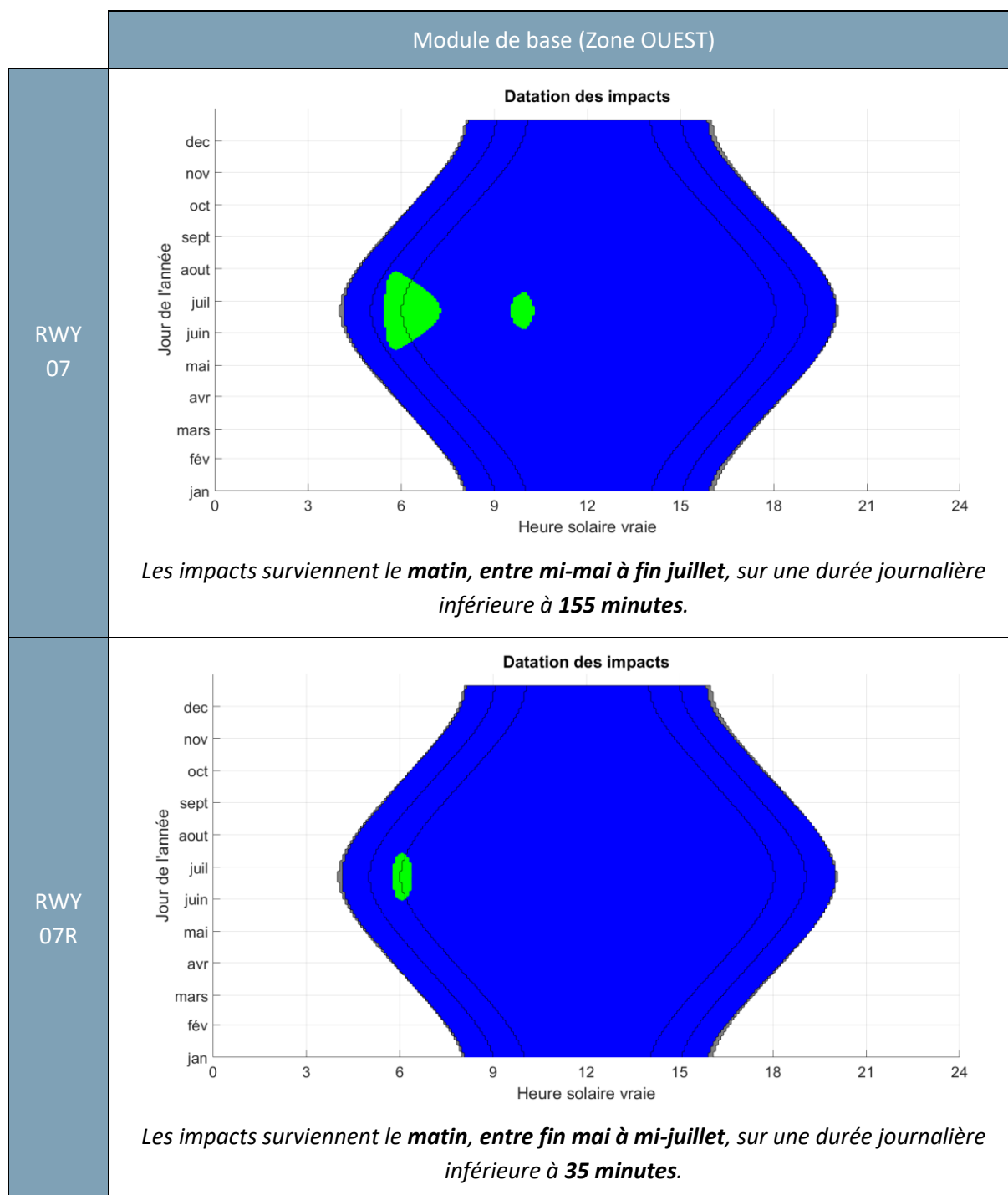
Module de base (Zone OUEST)	
RWY 07	 La trajectoire est impactée à plus de 1 320 m du toucher de roues.
RWY 07R	 La trajectoire est impactée à plus de 2 320 m du toucher de roues.

Les figures suivantes identifient les zones du générateur photovoltaïque qui vont générer de l'éblouissement d'incapacité (en orange) et/ou d'inconfort (en vert) ou aucun risque d'éblouissement (en bleu).

RWY 07	RWY 07R
 Absence d'éblouissement incapacitant Présence d'éblouissement d'inconfort	 Absence d'éblouissement incapacitant Présence d'éblouissement d'inconfort

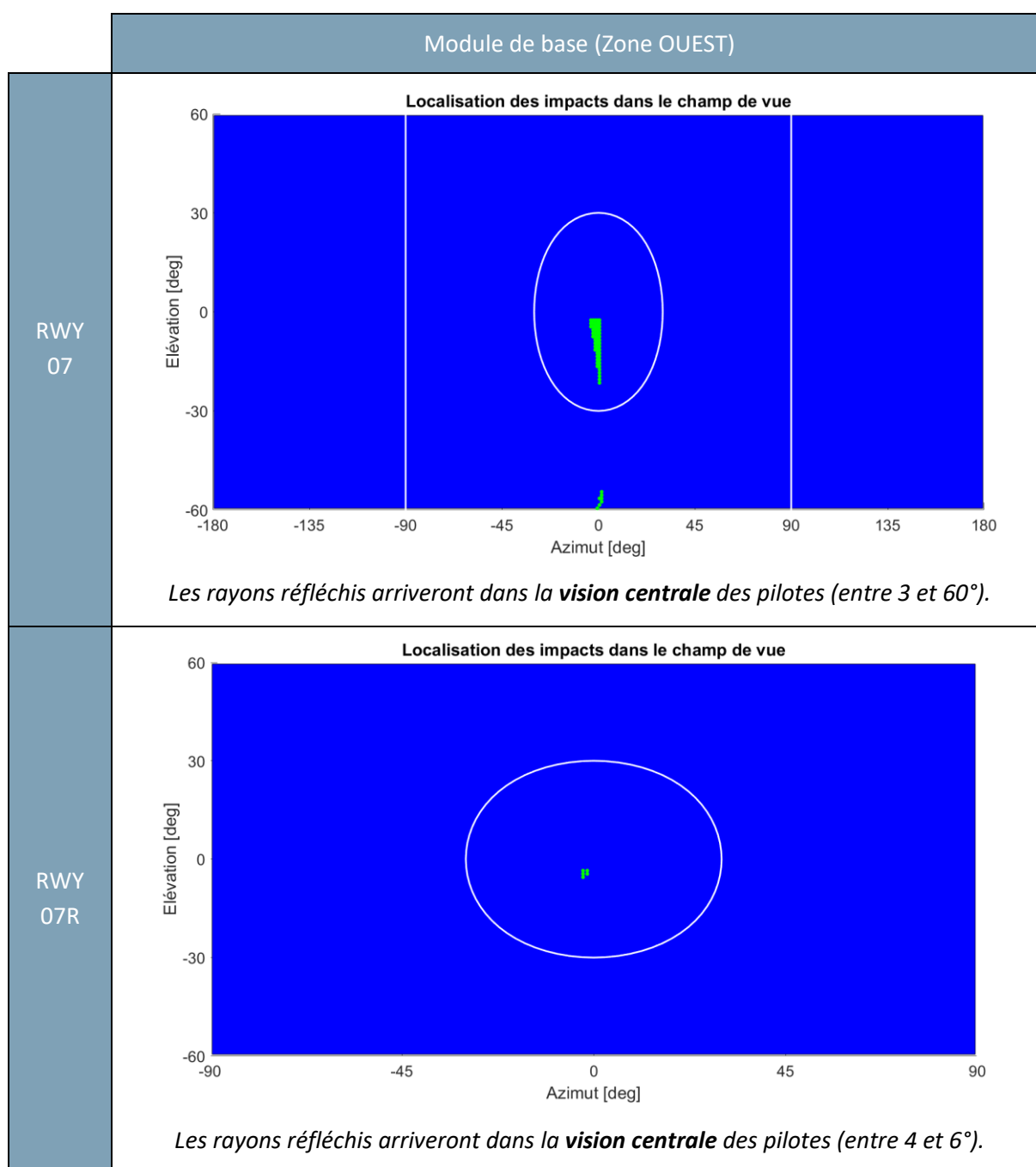
Les figures suivantes présentent tout au long de l'année la datation de l'éblouissement identifié (incapacité en orange et/ou inconfort en vert) :

- En abscisse, l'heure solaire vraie (soleil au zénith à midi) ;
- En ordonnée, le jour de l'année ;
- Eventuellement le relief lointain en gris ;
- 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 figures suivantes présentent la localisation de l'éblouissement d'incapacité (en orange) et/ou d'inconfort (en vert) dans le champ de vue des pilotes :

- 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).
- Le cercle blanc correspond au seuil de 30° ; tout rayon réfléchi survenant dans ce cercle sera perçu en vision centrale de la personne.
- Tout rayon réfléchi survenant avec un angle de vision latérale supérieur à 90° (rectangle blanc) sera reçu dans le dos de la personne.

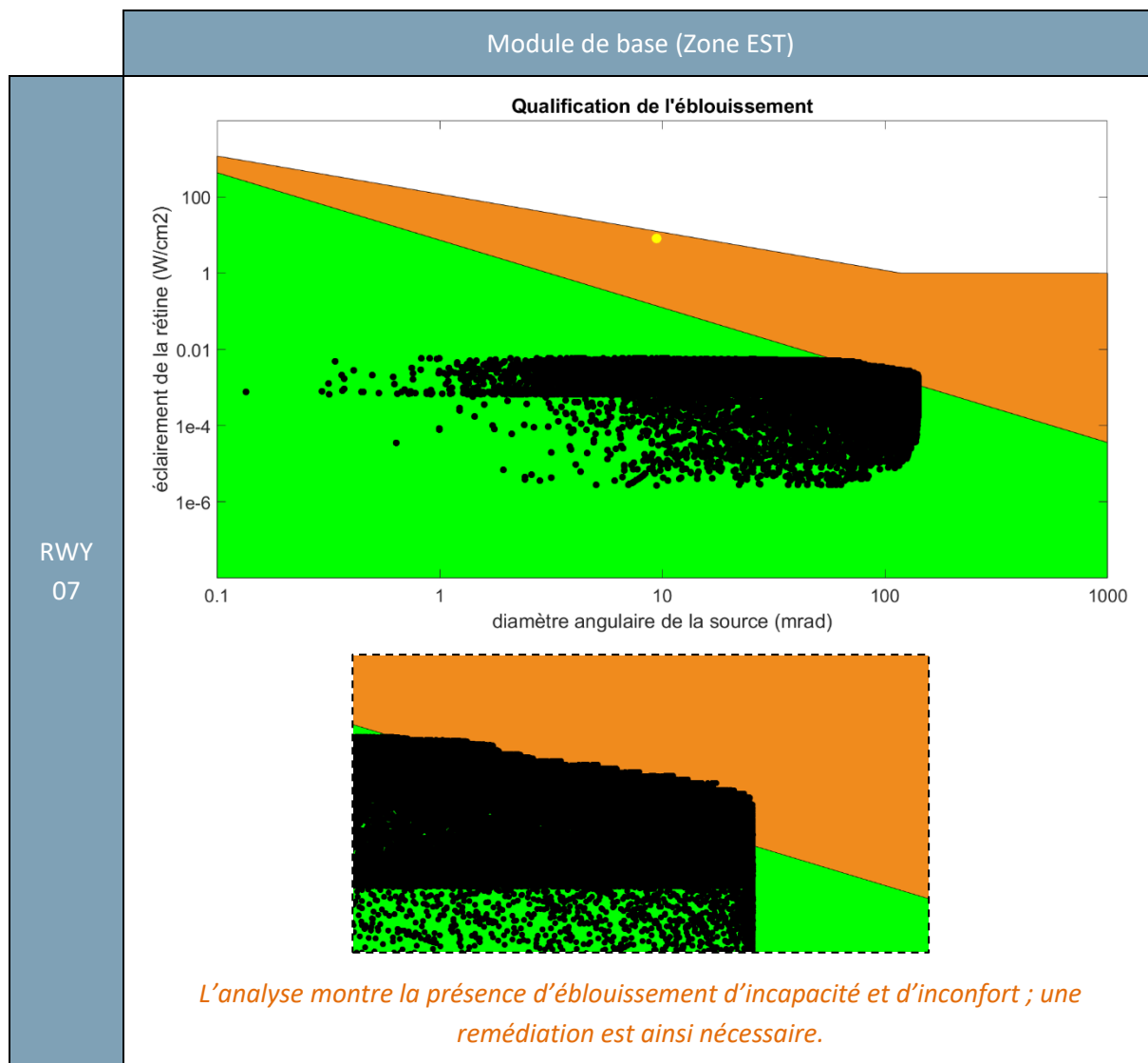


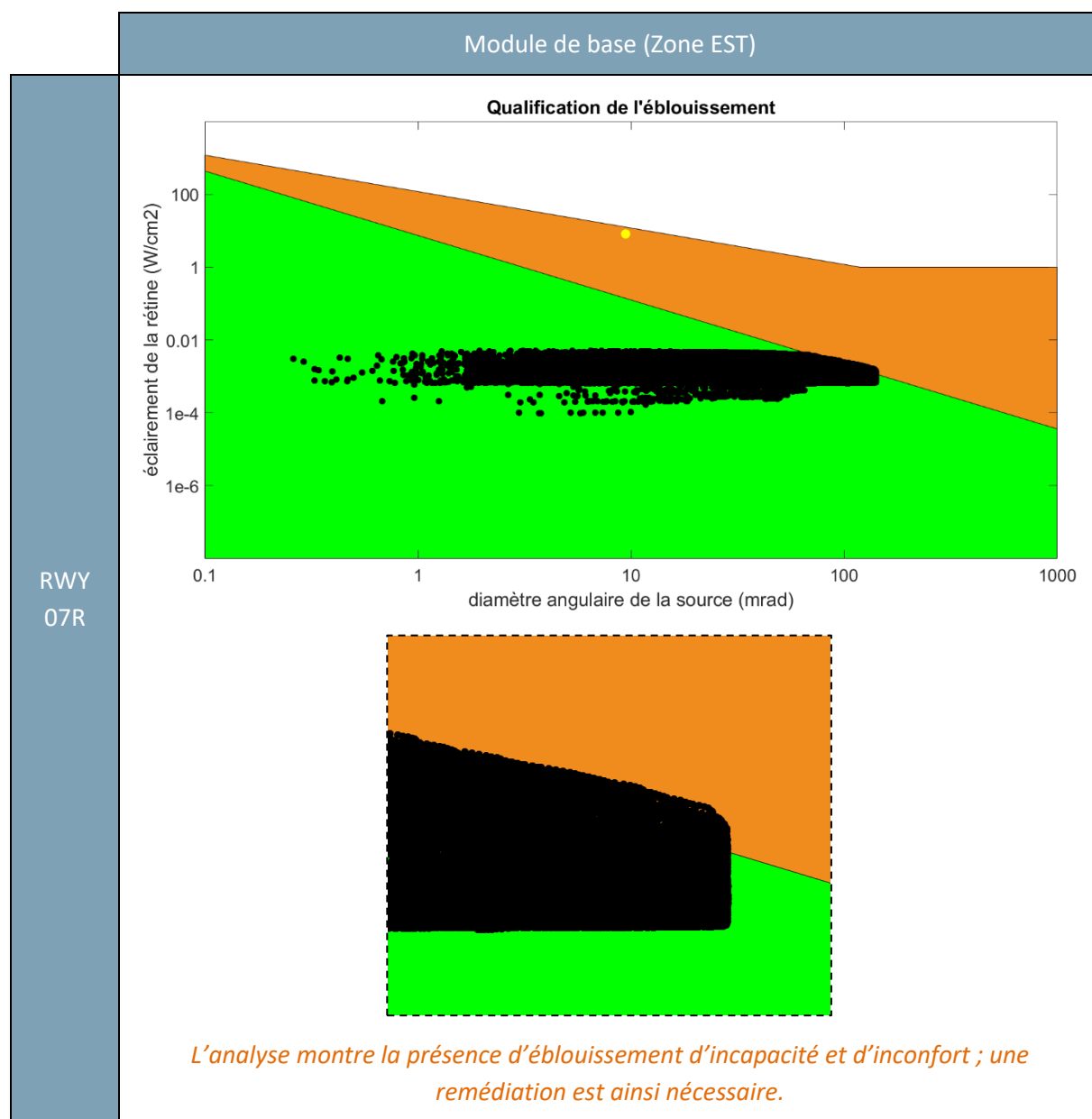
SYNTHESE DES CAS ETUDIES		
Configuration PV	Centrale au sol fixe (azimut 180°, tilt 15°) Zone OUEST	
Élément critique	Approche sur la RWY 07	Approche sur la RWY 07R
Caractérisation de l'éblouissement	Absence d'éblouissement incapacitant Présence d'éblouissement d'inconfort → Information aux pilotes recommandée	
Période et heure solaire vraie	Entre mi-mai et fin juillet [5h30 – 7h15] ±15 min	Entre fin mai à mi-juillet [5h50 – 6h20] ±15 min
	Entre début juin et mi-juillet [9h35 – 10h15] ±15 min	
Durée journalière	< 155 minutes	< 35 minutes
Élévation solaire	[12 – 57°]	[16 – 21°]
Distance au toucher de roues	[1 320 – 3 000 m]	[2 320 – 3 000 m]
Angle trajectoire / rayons	[3 – 60°]	[4 – 6°]

ZONE « EST »

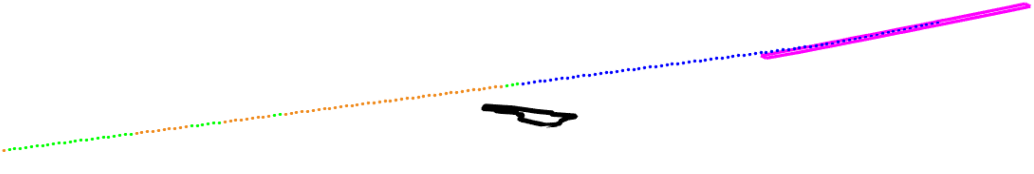
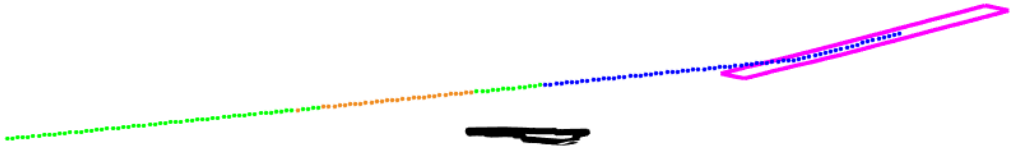
Les figures suivantes présentent la qualification de l'éblouissement entre incapacité et inconfort :

- 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.

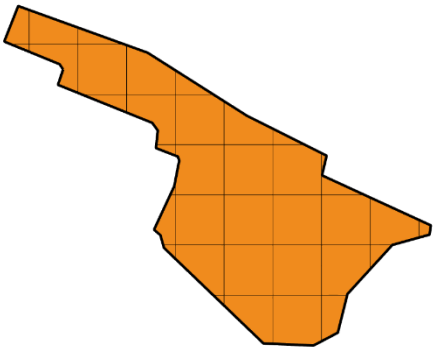
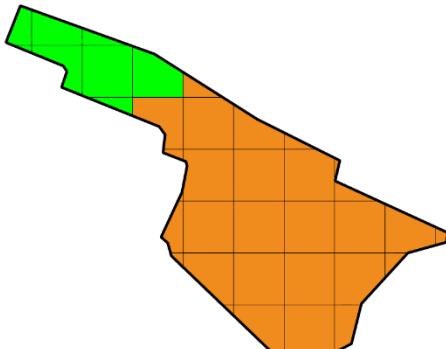




Les figures suivantes identifient les éléments de la trajectoire qui seront impactés par de l'éblouissement d'incapacité (en orange) et/ou d'inconfort (en vert) ou aucun risque d'éblouissement (en bleu).

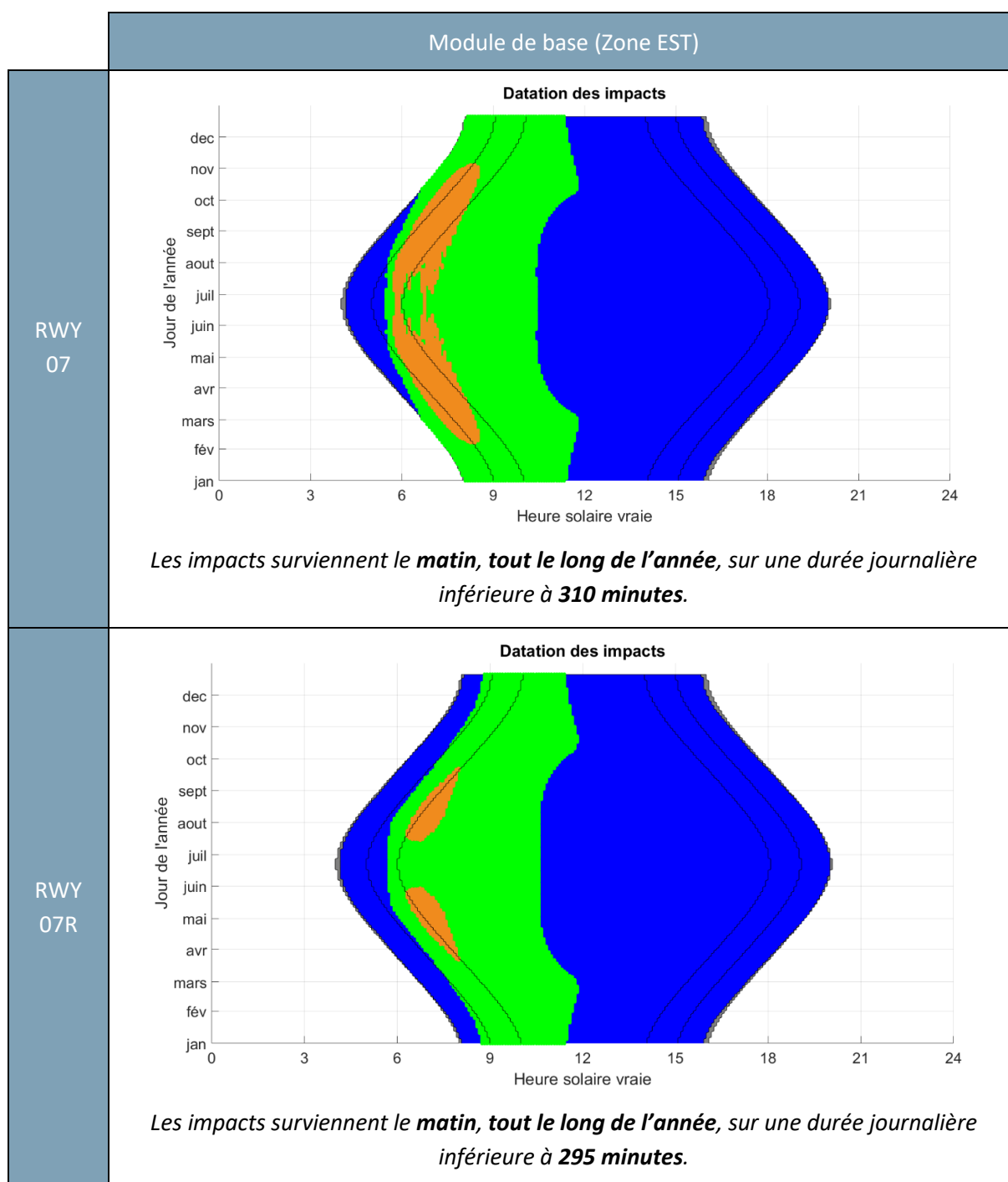
Module de base (Zone EST)	
RWY 07	 La trajectoire est impactée à plus de 1 140 m du toucher de roues.
RWY 07R	 La trajectoire est impactée à plus de 980 m du toucher de roues.

Les figures suivantes identifient les zones du générateur photovoltaïque qui vont générer de l'éblouissement d'incapacité (en orange) et/ou d'inconfort (en vert) ou aucun risque d'éblouissement (en bleu).

RWY 07	RWY 07R
 100 % de la surface PV est à l'origine de l'éblouissement d'inconfort	 83 % de la surface PV est à l'origine de l'éblouissement d'inconfort

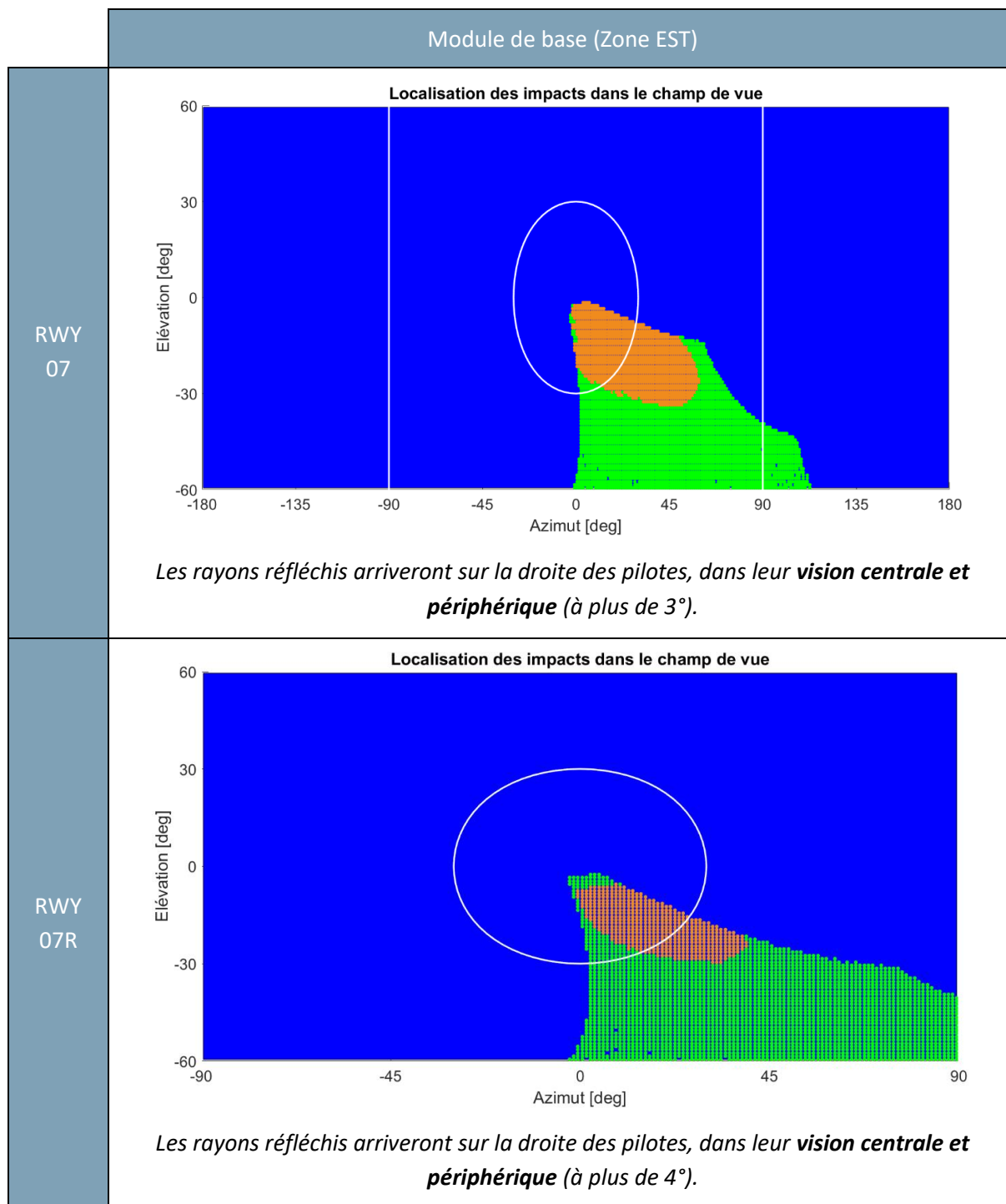
Les figures suivantes présentent tout au long de l'année la datation de l'éblouissement identifié (incapacité en orange et/ou inconfort en vert) :

- En abscisse, l'heure solaire vraie (soleil au zénith à midi) ;
- En ordonnée, le jour de l'année ;
- Eventuellement le relief lointain en gris ;
- 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 figures suivantes présentent la localisation de l'éblouissement d'incapacité (en orange) et/ou d'inconfort (en vert) dans le champ de vue des pilotes :

- 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).
- Le cercle blanc correspond au seuil de 30° ; tout rayon réfléchi survenant dans ce cercle sera perçu en vision centrale de la personne.
- Tout rayon réfléchi survenant avec un angle de vision latérale supérieur à 90° (rectangle blanc) sera reçu dans le dos de la personne.

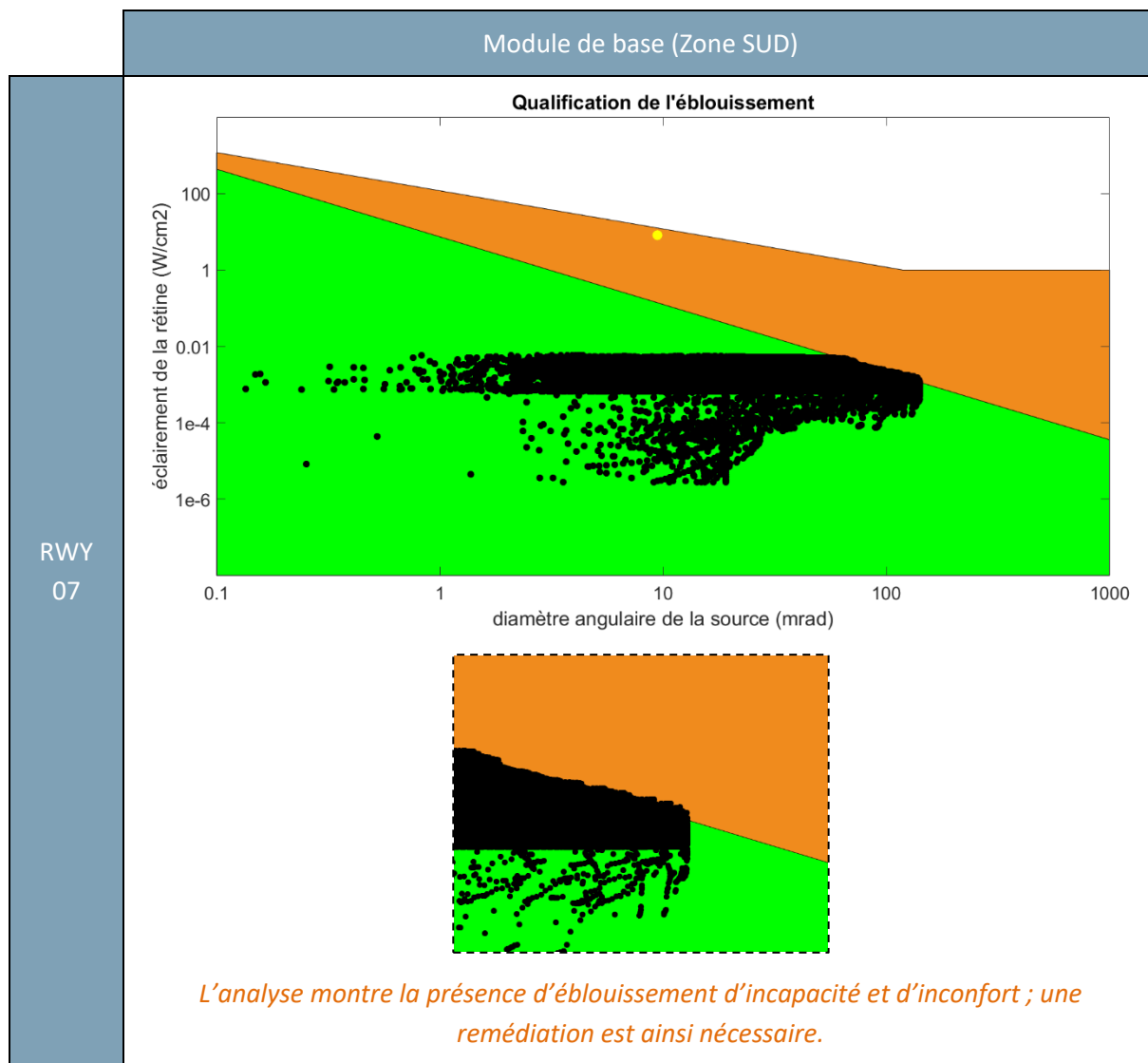


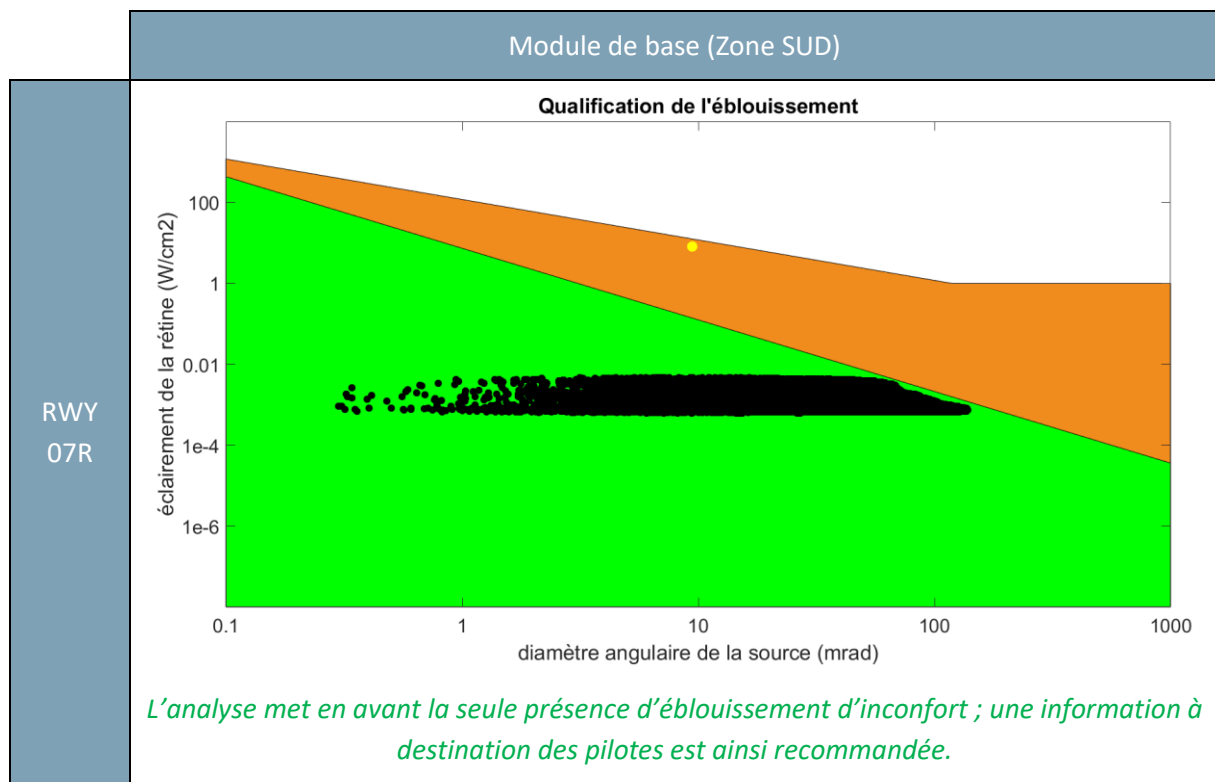
SYNTHESE DES CAS ETUDIES		
Configuration PV	Centrale au sol fixe (azimut 180°, tilt 15°) Zone EST	
Élément critique	Approche sur la RWY 07	Approche sur la RWY 07R
Caractérisation de l'éblouissement	Présence d'éblouissement incapacitant Remédiation nécessaire	
Période	Tout le long de l'année	
Heure solaire vraie	[5h30 – 11h45] ±15 min	[5h45 – 11h50] ±15 min
Durée journalière	< 310 minutes	< 295 minutes
Élévation solaire	[0 – 58°]	[6 – 59°]
Distance au toucher de roues	[1 320 – 3 000 m]	[980 – 3 000 m]
Angle trajectoire / rayons	> 3 °	> 4 °

ZONE « SUD »

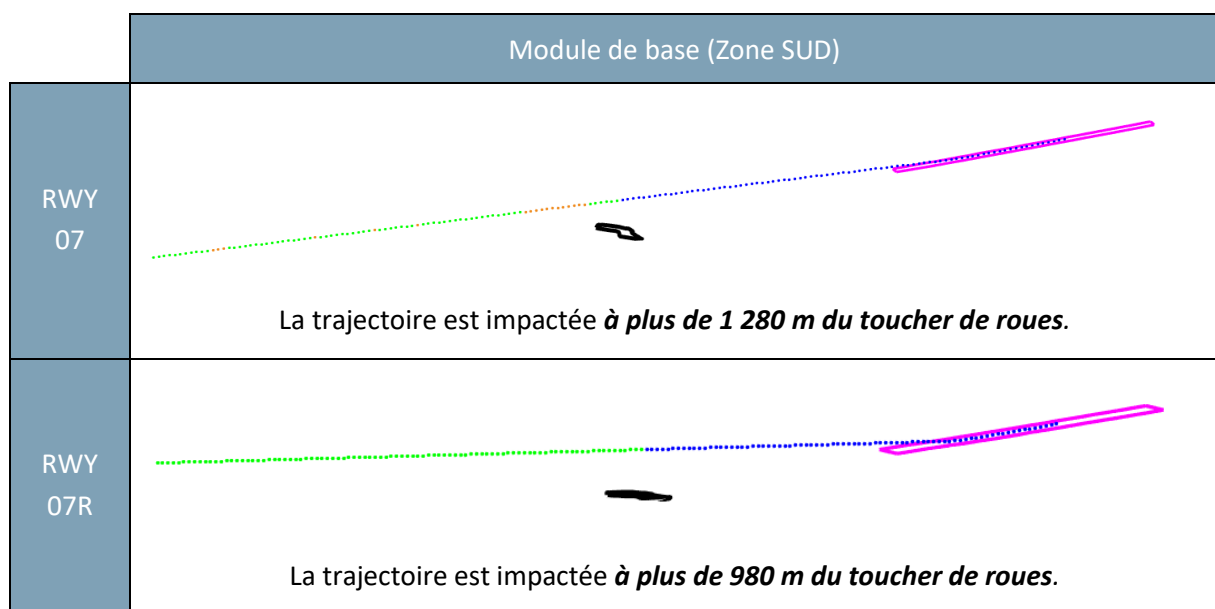
Les figures suivantes présentent la qualification de l'éblouissement entre incapacité et inconfort :

- 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.

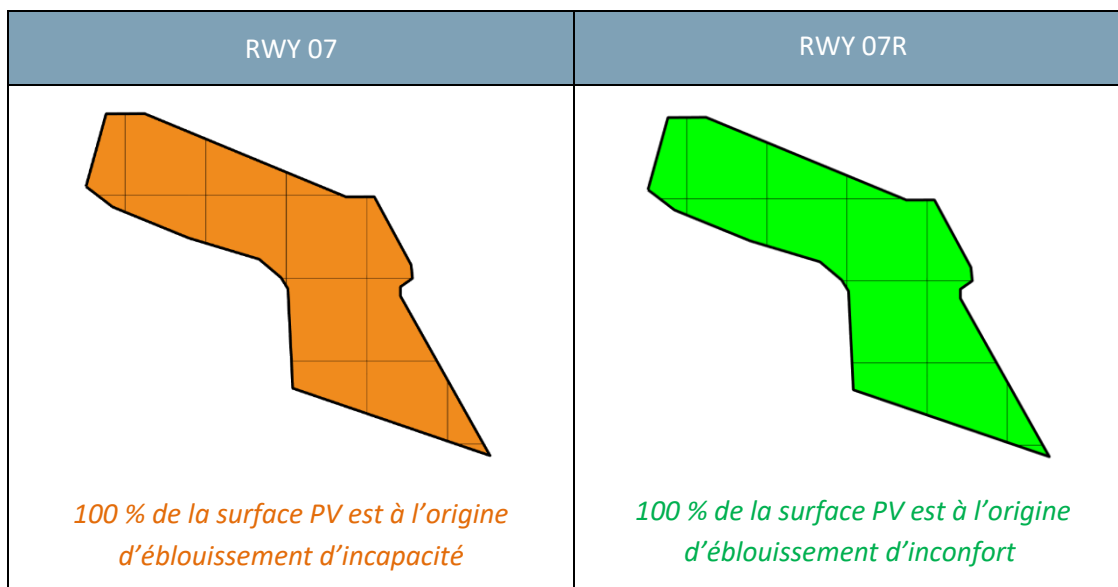




Les figures suivantes identifient les éléments de la trajectoire qui seront impactés par de l'éblouissement d'incapacité (en orange) et/ou d'inconfort (en vert) ou aucun risque d'éblouissement (en bleu).

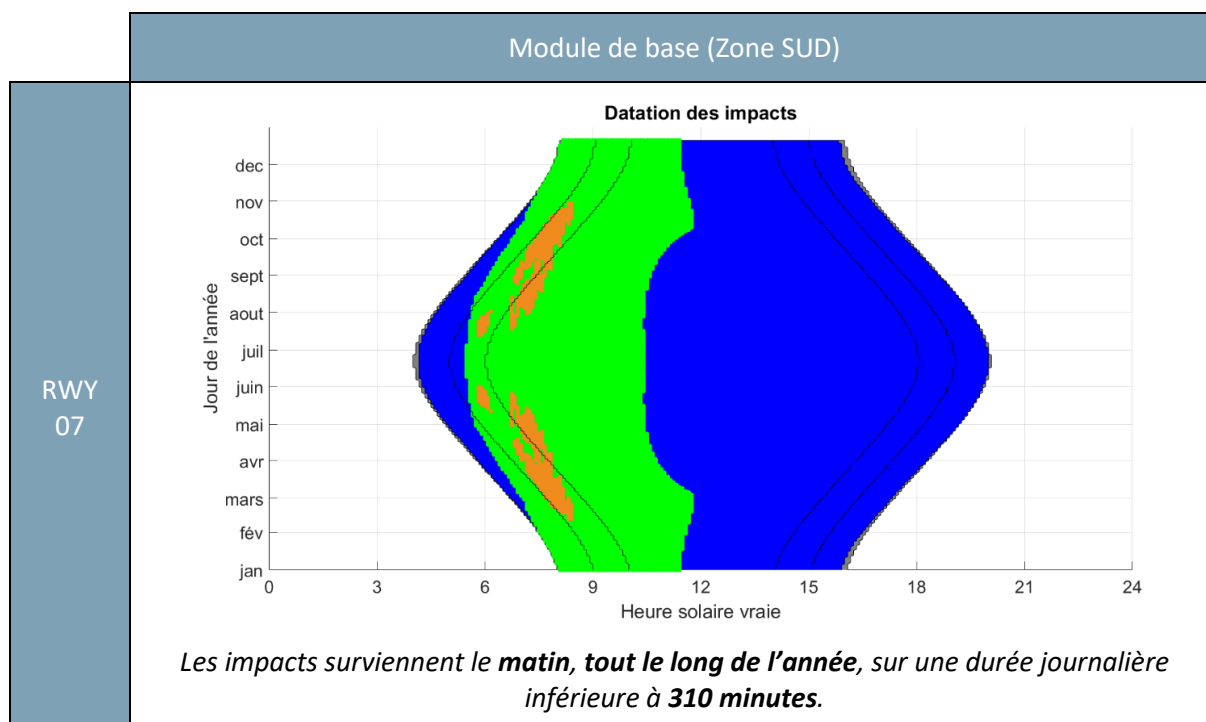


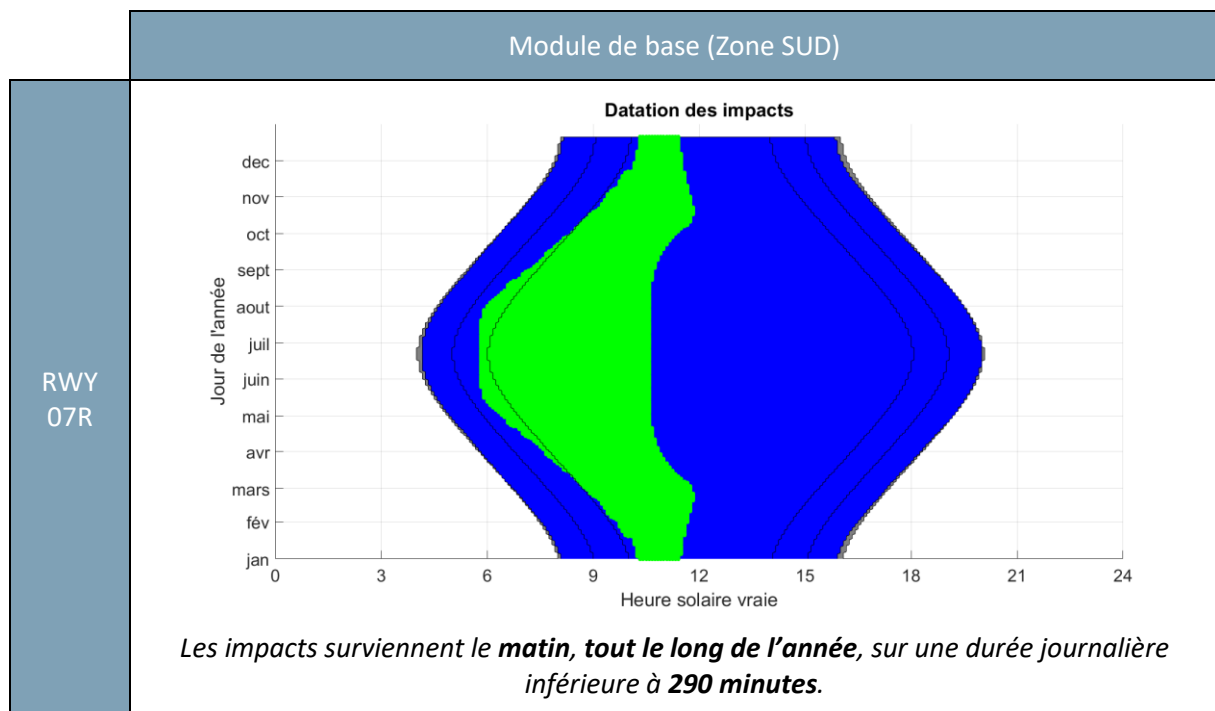
Les figures suivantes identifient les zones du générateur photovoltaïque qui vont générer de l'éblouissement d'incapacité (en orange) et/ou d'inconfort (en vert) ou aucun risque d'éblouissement (en bleu).



Les figures suivantes présentent tout au long de l'année la datation de l'éblouissement identifié (incapacité en orange et/ou inconfort en vert) :

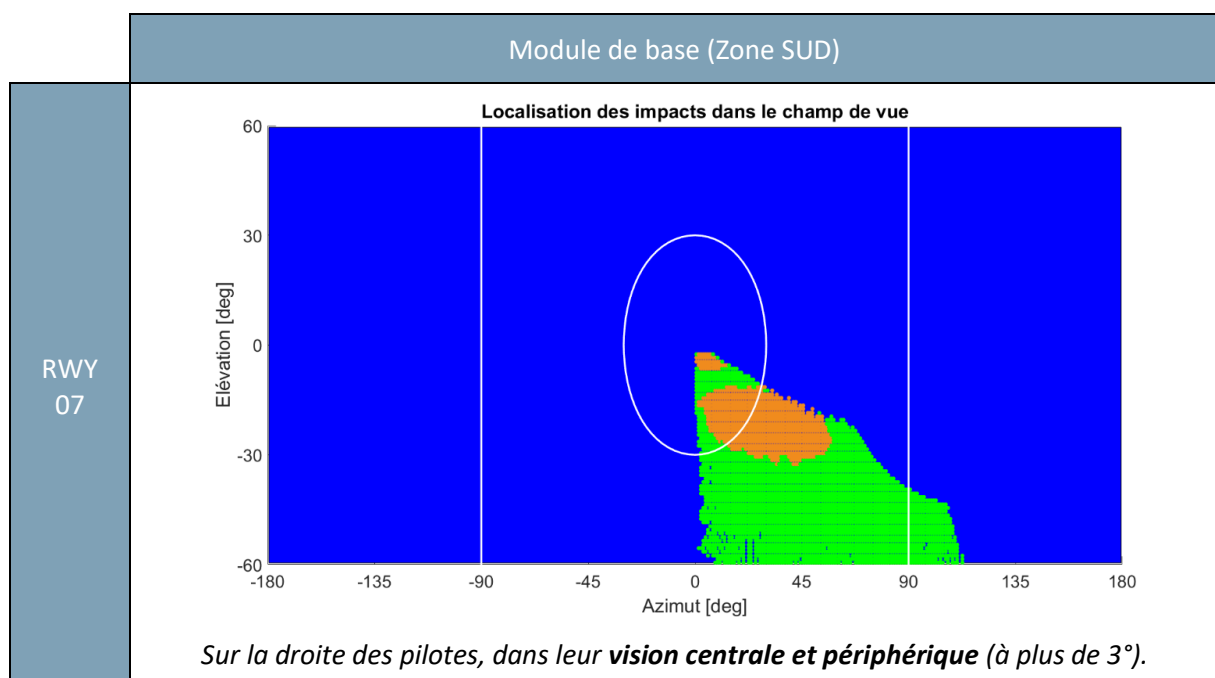
- En abscisse, l'heure solaire vraie (soleil au zénith à midi) ;
- En ordonnée, le jour de l'année ;
- Eventuellement le relief lointain en gris ;
- Un risque nul est indiqué en bleu ;
- Les courbes en noir correspondent à +1 heure et +2 heures après le lever du soleil et avant son coucher.
- Les bords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

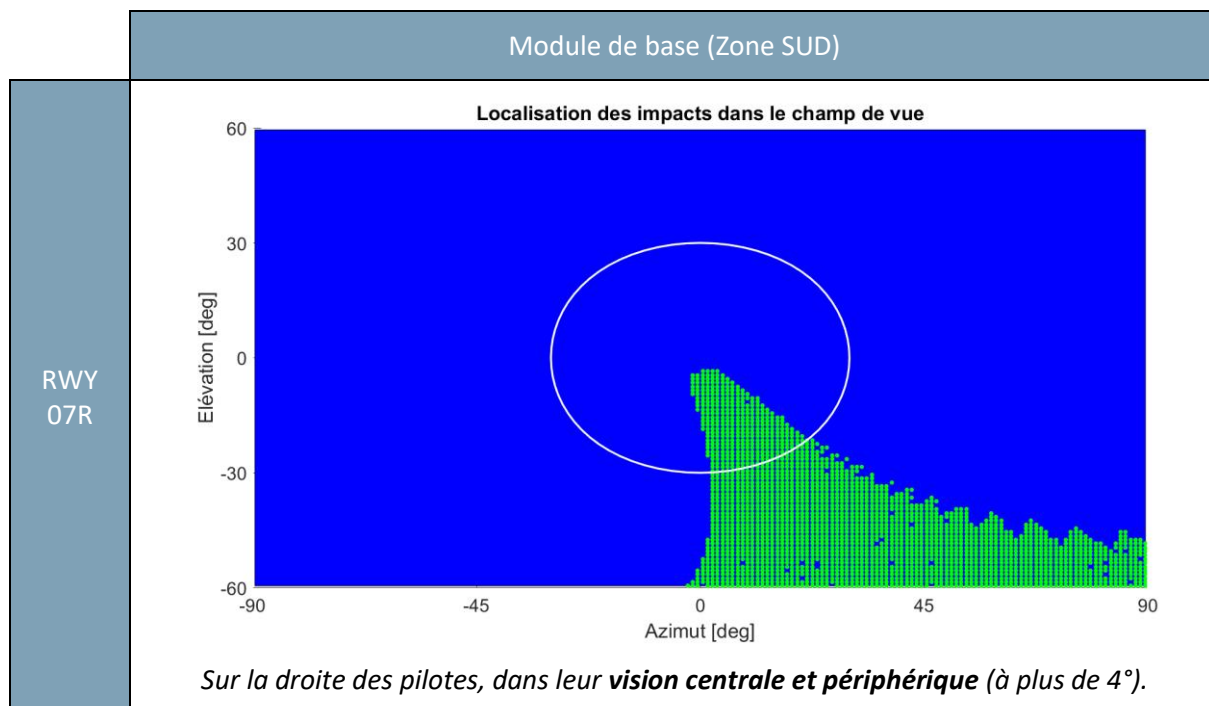




Les figures suivantes présentent la localisation de l'éblouissement d'incapacité (en orange) et/ou d'inconfort (en vert) dans le champ de vue des pilotes :

- 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).
- Le cercle blanc correspond au seuil de 30° ; tout rayon réfléchi survenant dans ce cercle sera perçu en vision centrale de la personne.
- Tout rayon réfléchi survenant avec un angle de vision latérale supérieur à 90° (rectangle blanc) sera reçu dans le dos de la personne.





SYNTHESE DES CAS ETUDIES		
Configuration PV	Centrale au sol fixe (azimut 180°, tilt 15°) Zone SUD	
Élément critique	Approche sur la RWY 07	Approche sur la RWY 07R
Caractérisation de l'éblouissement	Présence d'éblouissement incapacitant → Remédiation nécessaire	Absence d'éblouissement incapacitant Présence d'éblouissement d'inconfort → Information aux pilotes recommandée
Période	Tout le long de l'année	
Heure solaire vraie	[5h30 – 11h45] ±15 min	[5h50 – 11h50] ±15 min
Durée journalière	< 300 minutes	< 290 minutes
Élévation solaire	[1 – 58°]	[13 – 59°]
Distance au toucher de roues	[1 280 – 3 000 m]	[1 180 – 3 000 m]
Angle trajectoire / rayons	> 3 °	> 4 °

6. REMEDIATION

Deux solutions de remédiation sont proposées, à savoir une modification des configurations des modules (azimut) ou l'utilisation de modules PV ayant de meilleures propriétés anti-éblouissement.

REMEDIATION – RÉ-AZIMUTAGE

En gardant l'hypothèse d'utilisation de module de base i.e. sans propriété anti-éblouissement notable, des alternatives ont été recherchées afin de supprimer toutes les occurrences d'éblouissement incapacitant. Les plages suivantes ont été étudiées :

- Azimut des modules : 90 à 270° avec un pas de 10° ;
- Inclinaison des modules : 15° (configuration initiale).

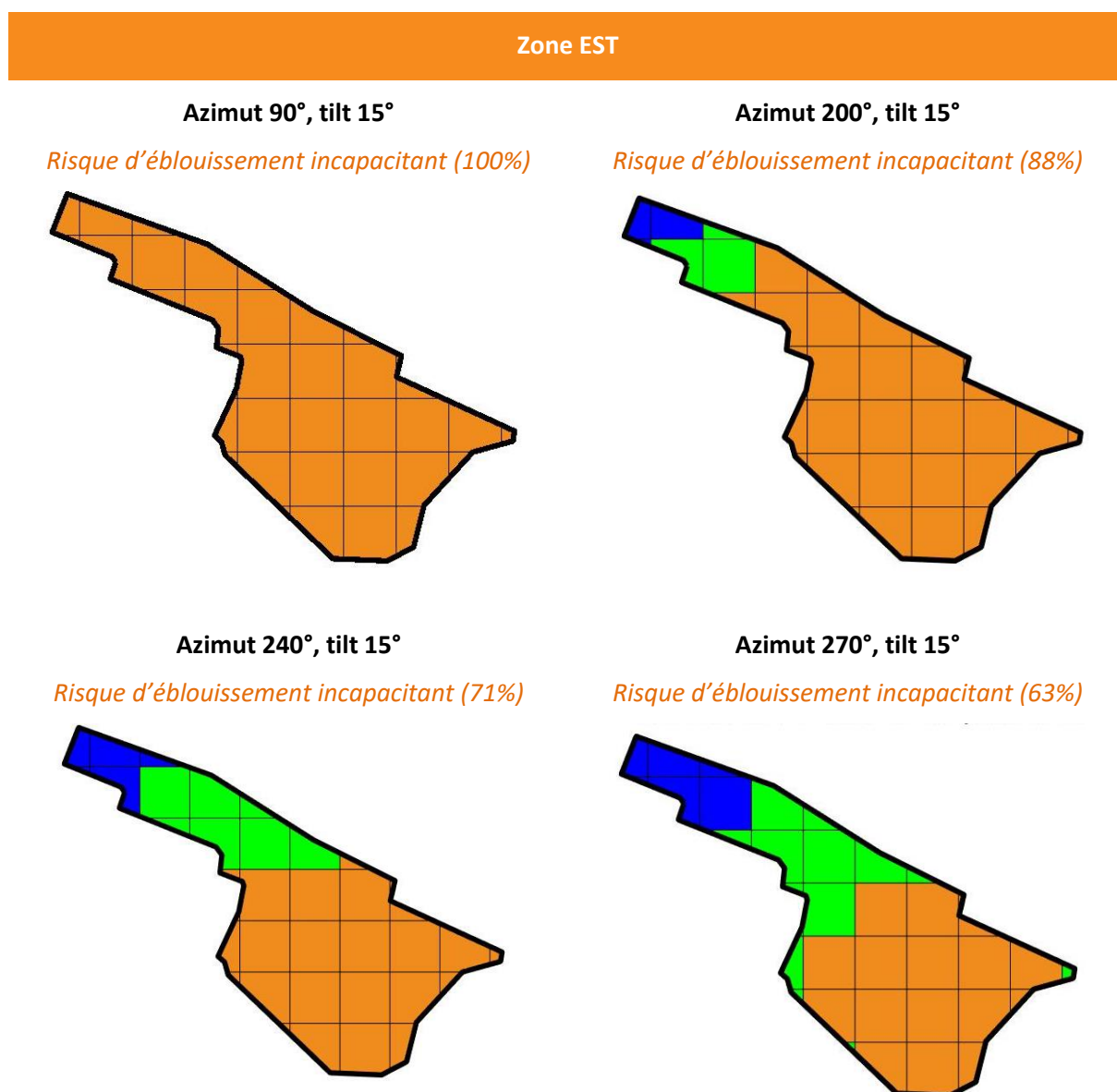
Le tableau suivant présente le risque d'éblouissement associé à chaque configuration, ainsi que le pourcentage de surface PV à l'origine d'éblouissement incapacitant. L'étude concerne uniquement les deux zones critiques (EST et SUD), la zone OUEST ne présentant aucun risque d'éblouissement incapacitant.

Aucun risque d'éblouissement incapacitant		
Risque d'éblouissement incapacitant (<50%)		
Risque d'éblouissement incapacitant (>50%)		
Azimut / ZONE	EST	SUD
90°	100%	
100°		100%
110°		
120°		
130°		
140°		40%
150°		59%
160°		81%
170°		100 %
180°	Configuration initiale	
190°	100%	100 %
200°	88%	65%
210°	82%	41%
220°		
230°		
240°	71%	
250°	70%	
260°	63%	
270°		

Les alternatives recherchées montrent les résultats suivants :

- Concernant la zone EST, aucune configuration ne permet de supprimer les risques d'éblouissement incapacitant.
- Concernant la zone SUD, il est possible de supprimer les occurrences d'éblouissement incapacitant en provenance de la centrale au sol à partir des orientations suivantes :
 - Une orientation à 90° (plein Est) ;
 - Des orientations de 240 à 270° (plein Ouest).

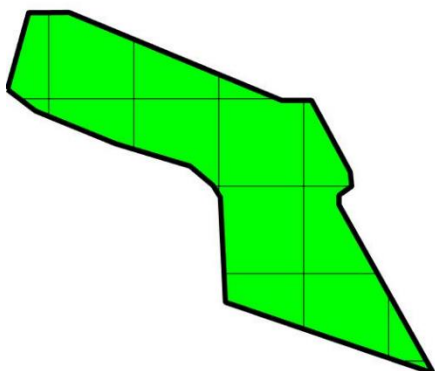
Les figures suivantes présentent une partie des résultats sous la forme de zones impactantes.



Zone SUD

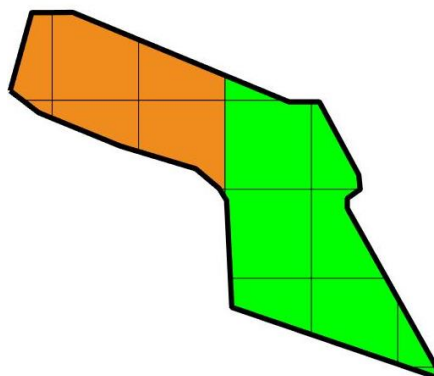
Azimut 90°, tilt 15°

Aucun risque d'éblouissement incapacitant
Risque d'éblouissement d'inconfort



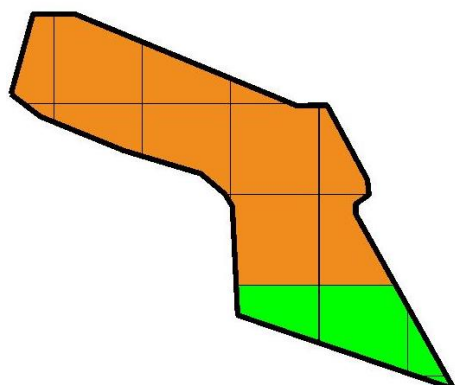
Azimut 140°, tilt 15°

Risque d'éblouissement incapacitant (40%)



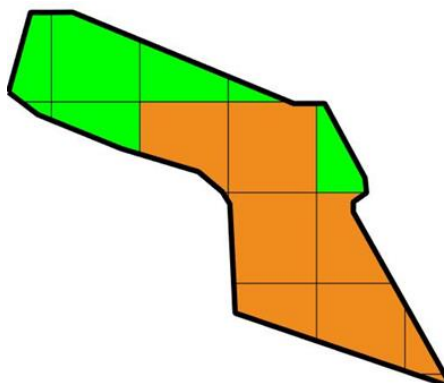
Azimut 0°, tilt 15°

Risque d'éblouissement incapacitant (81%)



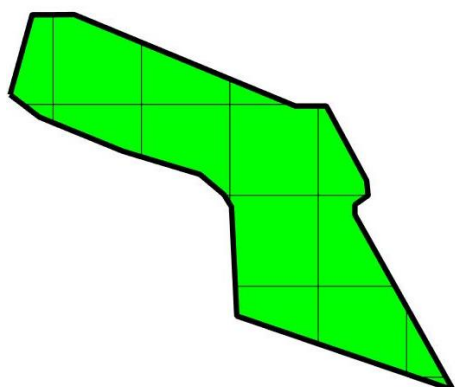
Azimut 200°, tilt 15°

Risque d'éblouissement incapacitant (65%)



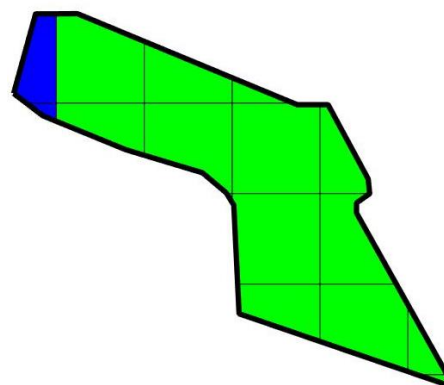
Azimut 240°, tilt 15°

Aucun risque d'éblouissement incapacitant
Risque d'éblouissement d'inconfort



Azimut 270°, tilt 15°

Aucun risque d'éblouissement incapacitant
Risque d'éblouissement d'inconfort

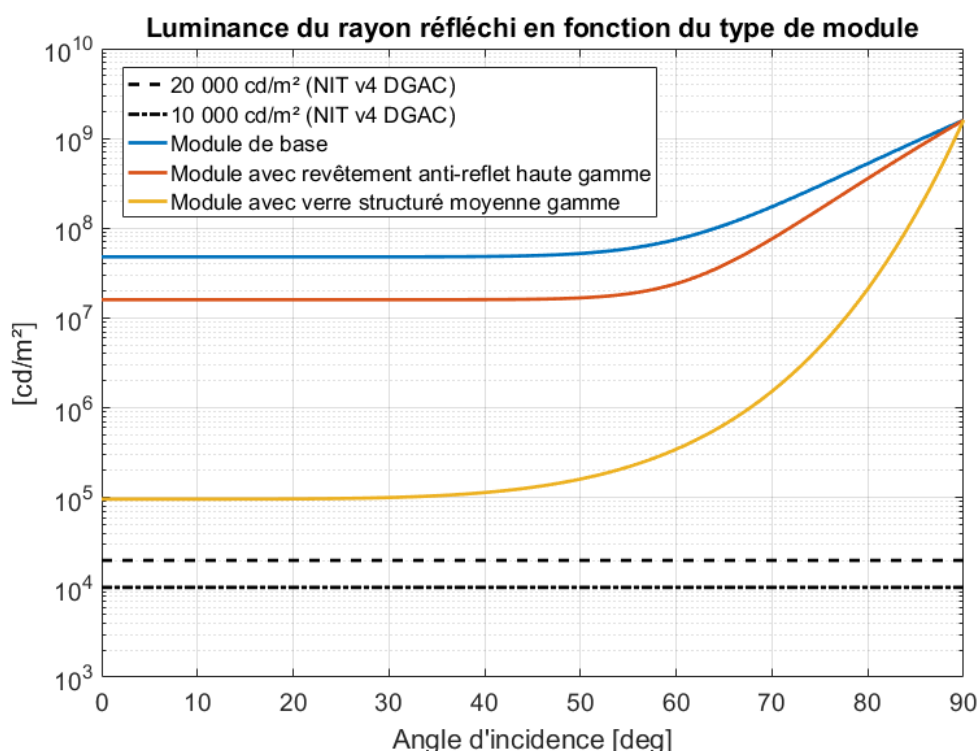


REMEDIATION – PROPRIÉTÉS ANTI-ÉBLOUISSEMENT DES MODULES

Une solution de remédiation à la sévérité de l'éblouissement (incapacité vs. inconfort) consiste à choisir des modules PV ayant de meilleures propriétés anti-éblouissement :

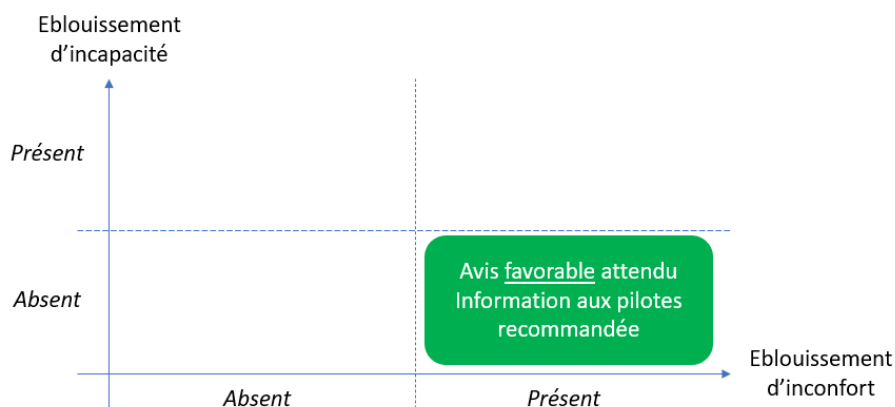
- Module « Anti-reflet » utilisant un revêtement anti-reflet (AR coating) de qualité permettant de réduire la luminance du rayon réfléchi ; leur profil est présenté en rouge dans la figure suivante, hypothèse faite d'un rayon incident de luminance $1,6 \cdot 10^9 \text{ cd/m}^2$;
- Module « Structuré » utilisant du verre structuré de moyenne gamme permettant de fortement réduire l'intensité du rayon réfléchi ; ; leur profil est présenté en orange.

La courbe en bleu correspond au profil du module utilisé précédemment dans l'étude.



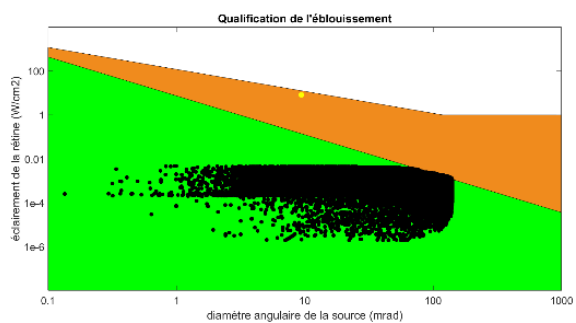
L'analyse montre que l'intégralité des occurrences d'éblouissement incapacitant sont supprimées avec ces deux types de modules, comme le montrent les figures suivantes, permettant ainsi l'obtention d'un avis favorable de la part de la DGAC :

- Avec un module « Anti-reflet » de qualité ou un module « Structuré », pour la zone SUD
- Avec un module « Structuré » uniquement, pour la zone EST



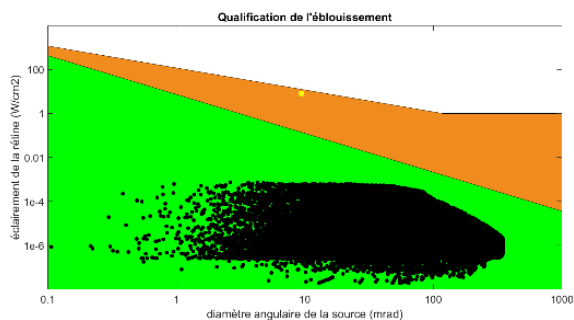
ZONE « EST » - APPROCHE RWY 07

Module « Anti-reflet » de qualité

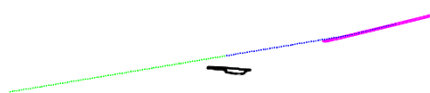
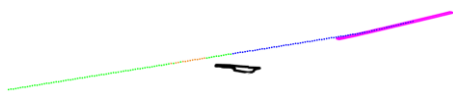


Éblouissement d'incapacité

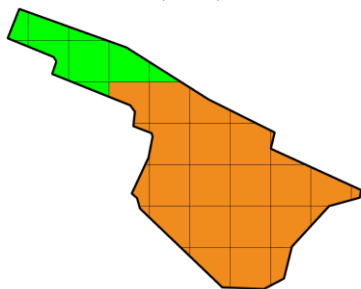
Module « Structuré »



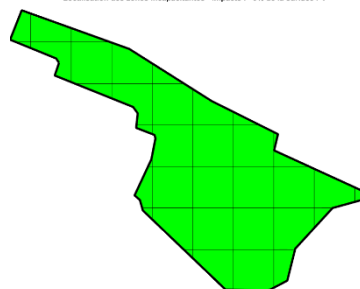
Éblouissement d'inconfort



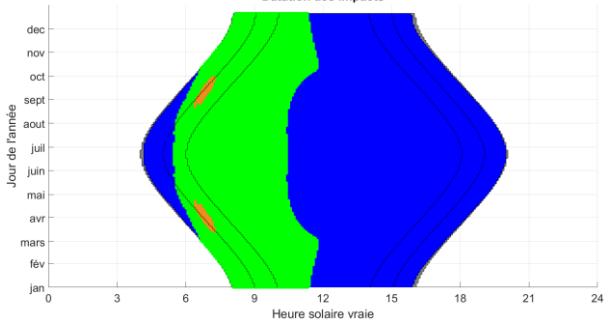
Localisation des zones incapacitantes - impacts : 82% de la surface PV



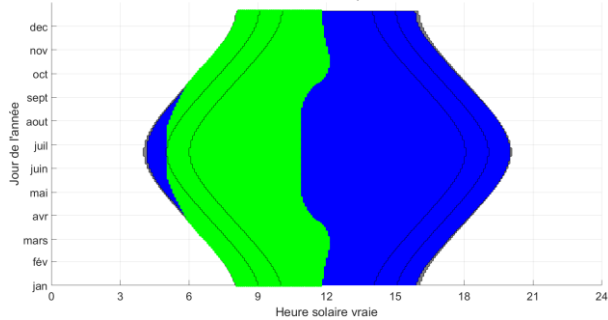
Localisation des zones incapacitantes - impacts : 0% de la surface PV



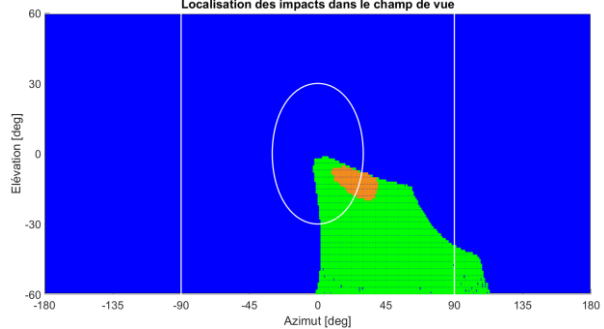
Datation des impacts



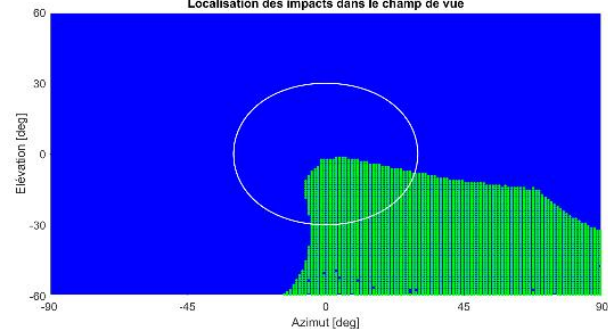
Datation des impacts

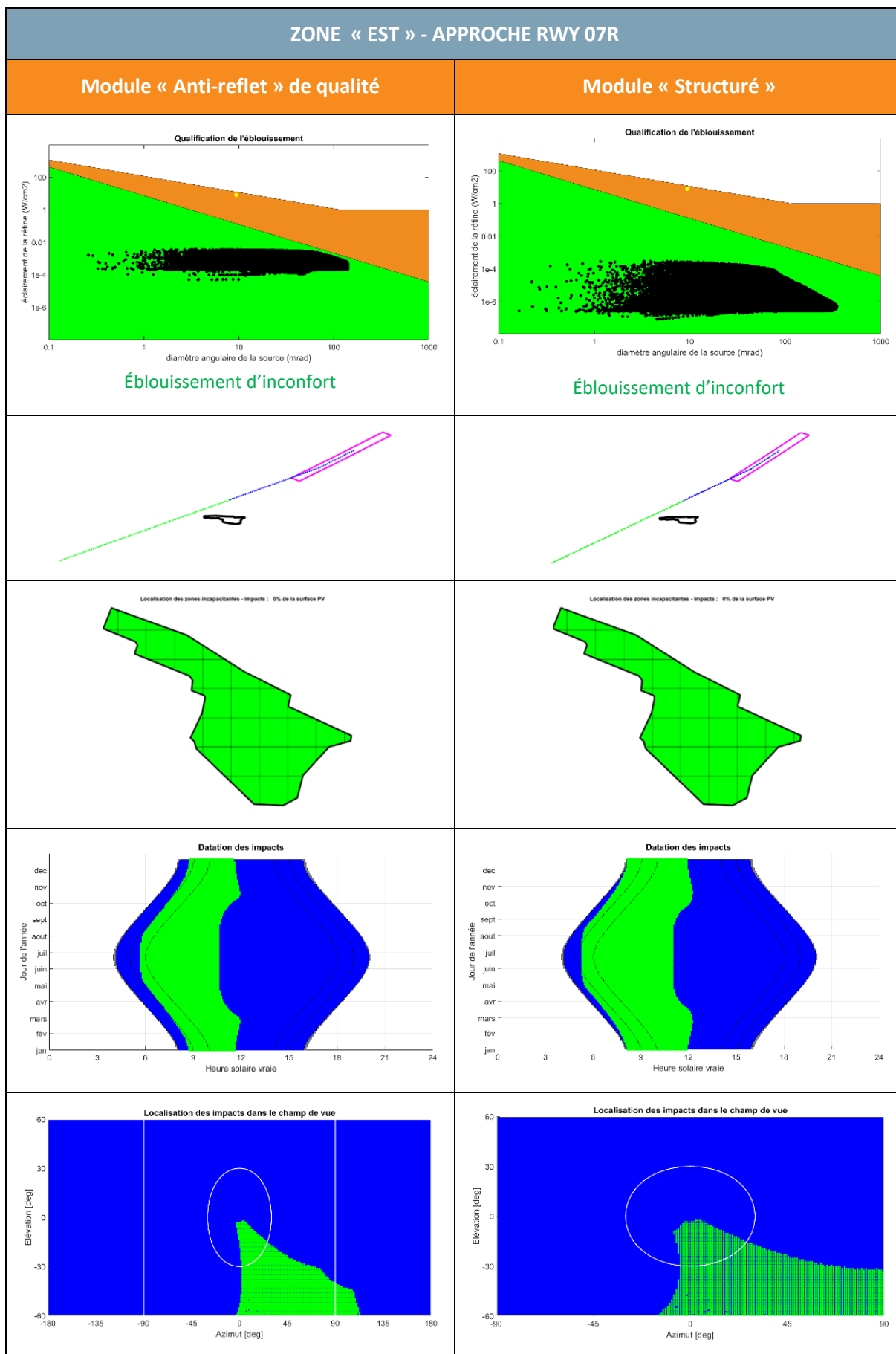


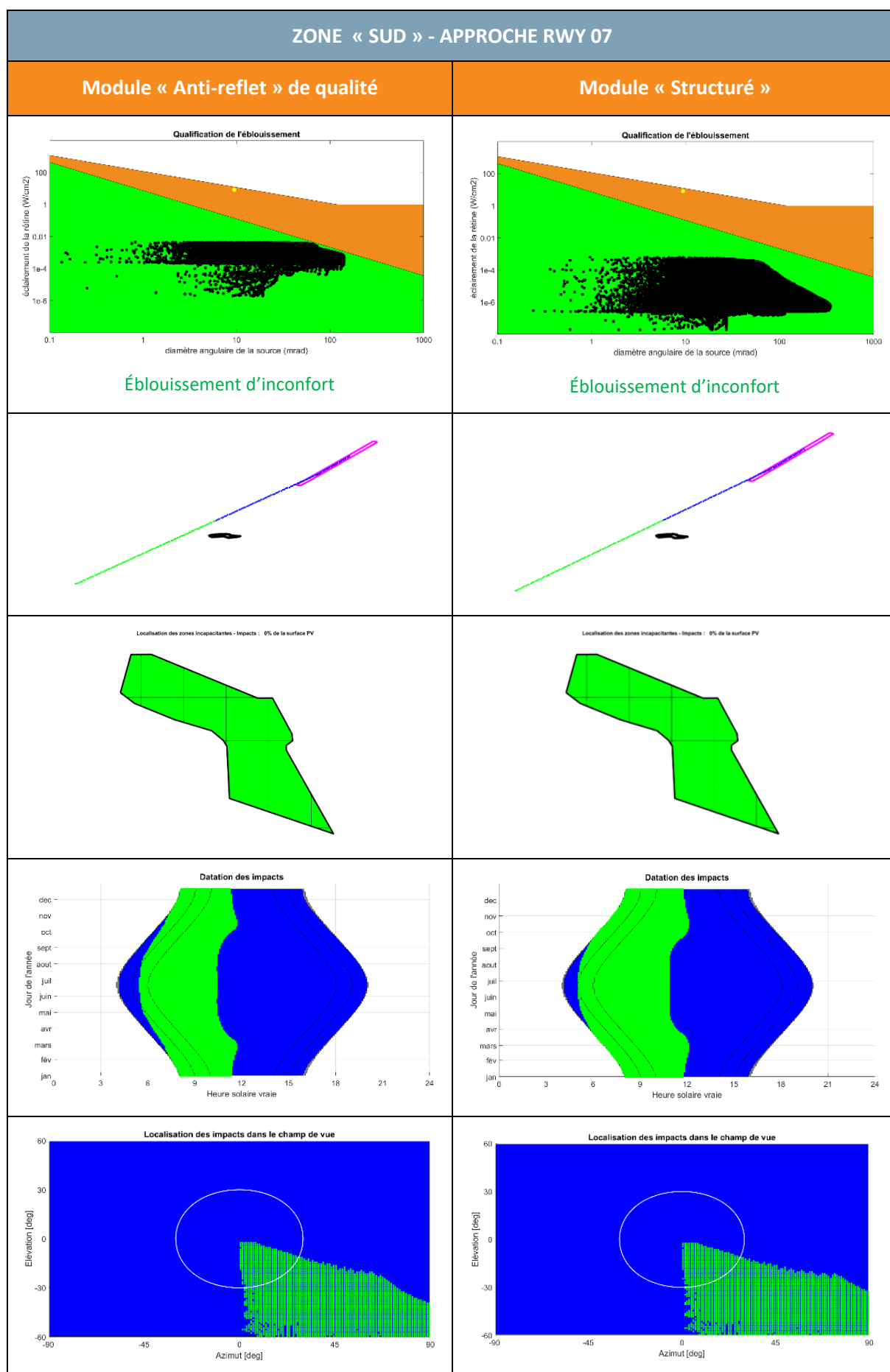
Localisation des impacts dans le champ de vue



Localisation des impacts dans le champ de vue





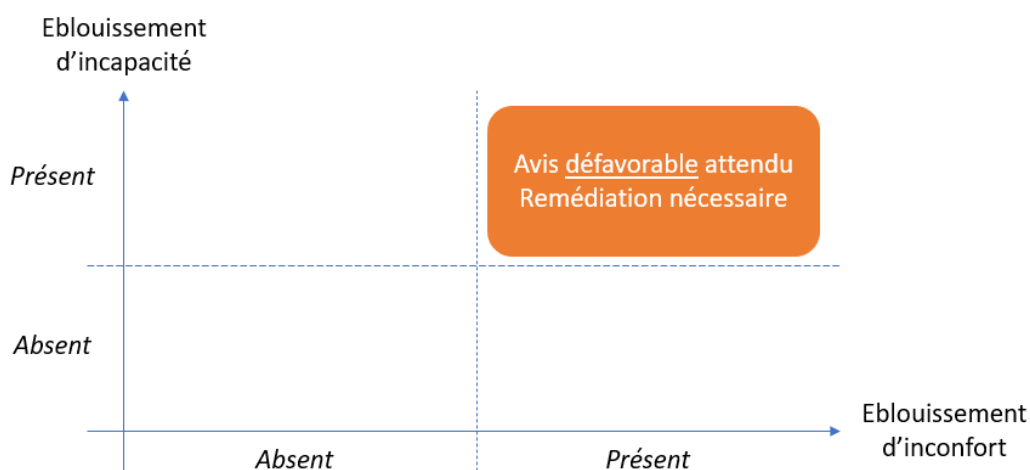


7. CONCLUSION

L'analyse montre qu'avec un module de base (sans propriété anti-éblouissement notable) :

- Les approches depuis le Nord-Est (RWY 25 et 25L) ainsi que la tour de contrôle ne sont jamais impactées par des rayons réfléchis si bien que le risque d'éblouissement est absent ;
- Les approches depuis le Sud-Est sont impactées :
 - Avec pour seul risque de l'éblouissement d'inconfort ne remettant pas en cause la sécurité aérienne (en provenance de la zone OUEST pour la RWY 07, et des zones OUEST et SUD pour la RWY 07R) ;
 - Avec un risque d'éblouissement incapacitant présent (en provenance de la zone EST pour les RWY 07 et 07R, et de la zone SUD pour la RWY 07) ; une remédiation est nécessaire.

En conclusion, la configuration de modules étudiée (azimut 180°, inclinaison 15°) ne répond pas aux exigences de la DGAC formulées dans la NIT version 5 en date du 10/11/2022, avec une présence de risque d'éblouissement incapacitant.



Solution de remédiation n°1 :

En gardant l'hypothèse d'utilisation de module de base i.e. sans propriété anti-éblouissement notable, des alternatives ont été recherchées afin de supprimer toutes les occurrences d'éblouissement incapacitant. Les plages suivantes ont été étudiées :

- Azimut des modules : 90 à 270° avec un pas de 10° ;
- Inclinaison des modules : 15° (configuration initiale).

Le tableau suivant présente le risque d'éblouissement associé à chaque configuration, ainsi que le pourcentage de surface PV à l'origine d'éblouissement incapacitant. L'étude concerne uniquement les deux zones critiques (EST et SUD), la zone OUEST ne présentant aucun risque d'éblouissement incapacitant.

Le tableau suivant présente le risque d'éblouissement associé à chaque configuration, ainsi que le pourcentage de surface PV à l'origine d'éblouissement incapacitant.

Aucun risque d'éblouissement incapacitant		
Risque d'éblouissement incapacitant (<50%)		
Risque d'éblouissement incapacitant (>50%)		
Azimut / ZONE	EST	SUD
90°	100%	
100°		100%
110°		
120°		
130°		
140°		40%
150°		59%
160°		81%
170°		100 %
180°	Configuration initiale	
190°	100%	100 %
200°	88%	65%
210°	82%	41%
220°		
230°		
240°	71%	
250°	70%	
260°	63%	
270°		

Les alternatives recherchées montrent les résultats suivants :

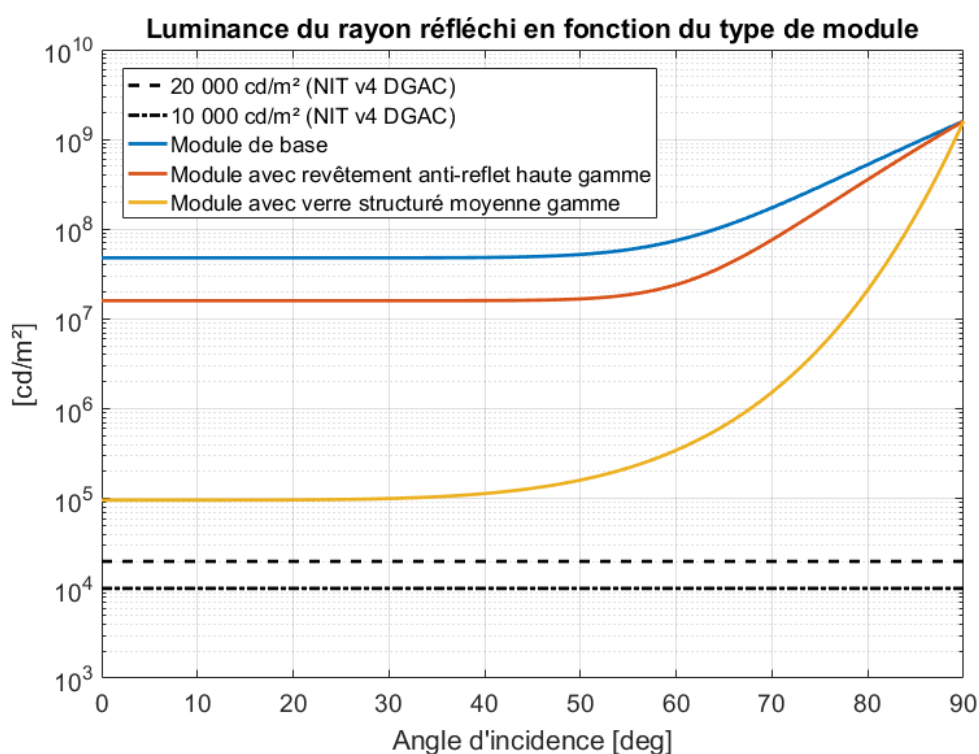
- Concernant la zone EST, aucune configuration ne permet de supprimer les risques d'éblouissement incapacitant.
- Concernant la zone SUD, il est possible de supprimer les occurrences d'éblouissement incapacitant en provenance de la centrale au sol à partir des orientations suivantes :
 - Une orientation à 90° (plein Est) ;
 - Des orientations de 240 à 270° (plein Ouest).

Solution de remédiation n°2

Une deuxième solution de remédiation à la sévérité de l'éblouissement (incapacité vs. inconfort) consiste à choisir des modules PV ayant de meilleures propriétés anti-éblouissement :

- Module « Anti-reflet » utilisant un revêtement anti-reflet (AR coating) de qualité permettant de réduire la luminance du rayon réfléchi ; leur profil est présenté en rouge dans la figure suivante, hypothèse faite d'un rayon incident de luminance $1,6 \cdot 10^9 \text{ cd/m}^2$;
- Module « Structuré » utilisant du verre structuré de moyenne gamme permettant de fortement réduire l'intensité du rayon réfléchi ; ; leur profil est présenté en orange.

La courbe en bleu correspond au profil du module utilisé initialement dans l'étude.



L'analyse montre que l'intégralité des occurrences d'éblouissement incapacitant sont supprimées avec ces deux types de modules, comme le montrent les figures suivantes, permettant ainsi l'obtention d'un avis favorable de la part de la DGAC :

- Avec un module « Anti-reflet » de qualité ou un module « Structuré », pour la zone SUD ;
- Avec un module « Structuré » uniquement, pour la zone EST.

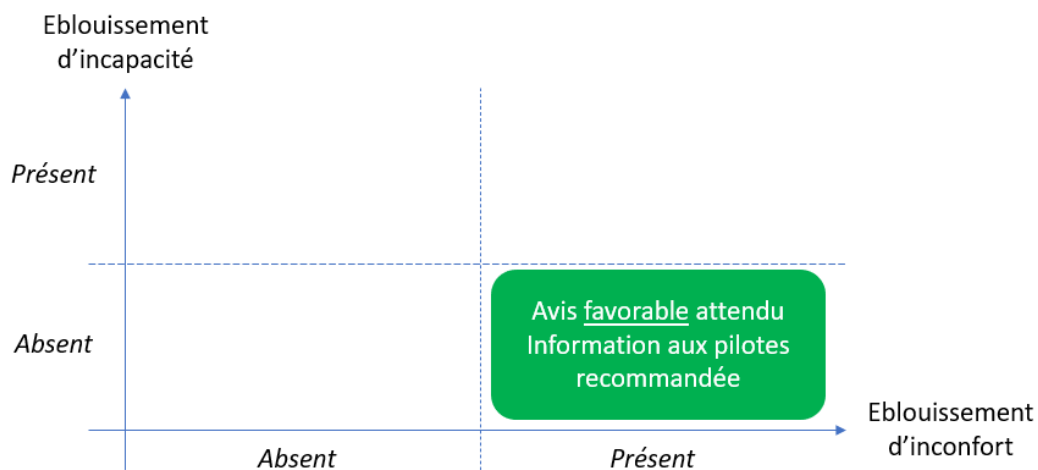
Le tableau suivant présente le risque d'éblouissement associé à chaque configuration.

Présence d'éblouissement d'inconfort → Information aux pilotes recommandée
Présence d'éblouissement d'incapacité → Remédiation nécessaire
Simulations non réalisées

	RWY 07			RWY 25
Config PV	Module de base	Module « anti-reflet » de qualité	Module « Structuré »	Tous types de modules
OUEST				Aucun risque d'éblouissement
EST				
SUD				

	RWY 07R			RWY 25L
Config PV	Module de base	Module « anti-reflet » de qualité	Module « Structuré »	Tous types de modules
OUEST				Aucun risque d'éblouissement
EST				
SUD				

Config PV	TWR
OUEST	Aucun risque d'éblouissement
EST	
SUD	



8. ANNEXES

- Lexique
- Carte aéronautique de l'aérodrome Reims – Prunay (code OACI : LFQA)
- Note technique DGAC v5 (10/11/2022)

LEXIQUE

DGAC : Direction générale de l'aviation civile

DTHR : *Displaced runway threshold* (seuil de piste décalé)

FATO : *Final approach and take-off area* (aire d'approche finale et de décollage des hélicoptères)

LDA : *Landing distance available* (longueur de piste disponible pour un aéronef)

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

PV : Photovoltaïque

OACI : Organisation de l'aviation civile internationale

QFU : Désigne l'orientation magnétique de la piste en degré par rapport au nord magnétique en tournant dans le sens horaire

RWY : *Runway* (piste)

THR : *Threshold runway* (seuil, bout de piste)

TOUCH : Point du toucher de roues théorique des aéronefs

TRACKER : dispositif motorisé de suivi du soleil permettant à des panneaux photovoltaïques d'optimiser leur production électrique

TWR : *Traffic Control Tower* (tour de contrôle des aérodromes)

ATERRISSAGE A VUE

Visual landing

Ouvert à la CAP
Public air traffic

02 DEC 21

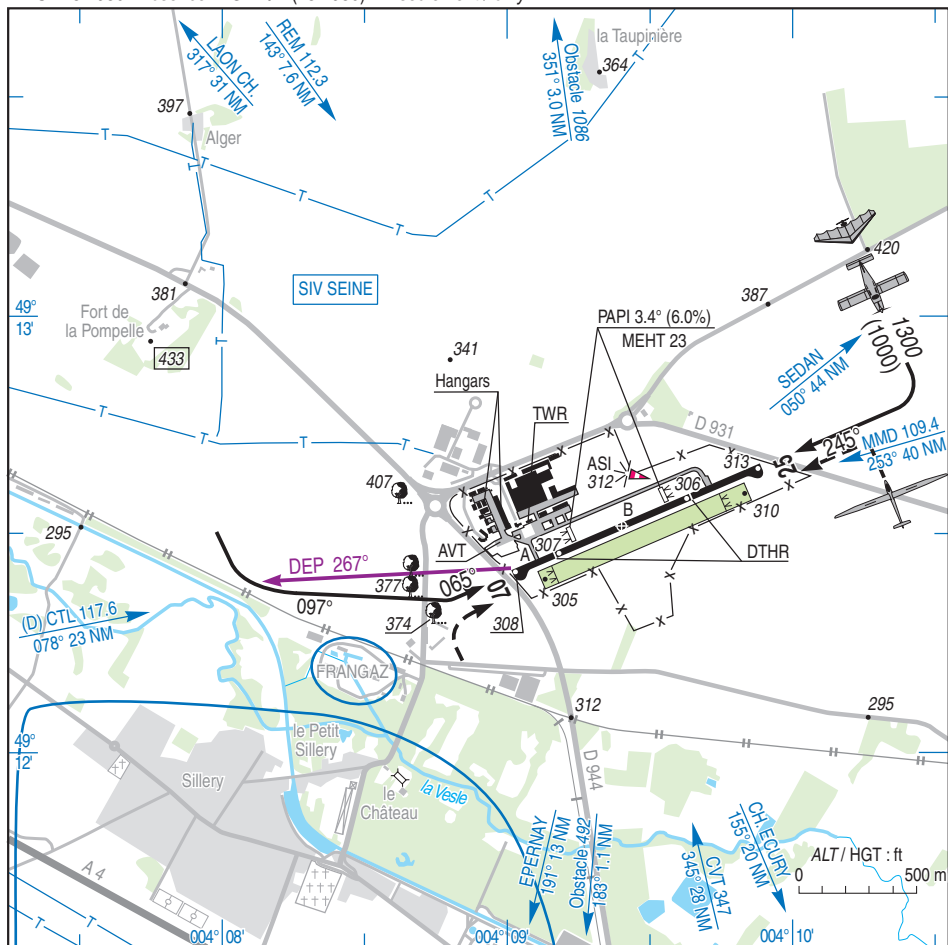
REIMS PRUNAY
AD 2 LFQA ATT 01

	ALT AD : 313 (12 hPa) LAT : 49 12 31 N LONG : 004 09 24 E	LFQA VAR : 2°E (20)
--	--	-------------------------------

APP : NIL

TWR : NIL

AFIS : 134.930. Absence ATS : **A/A** (134.930) FR seulement / only.



RWY	QFU	Dimensions Dimension	Nature Surface	Résistance Strength	TODA	ASDA	LDA
07 25	065 245	1150 x 30	Revêtu Paved	16 F/C/W/T	1110 (1) 1110 (1)	1110 (1) 1110 (1)	945 (1) 795 (1)
07R 25L	065 245	996 x 78	Non revêtu Unpaved	-	996 996	996 996	935 834

(1) Voir / see TXT 01

Aides lumineuses :

RWY 07/25 : BI

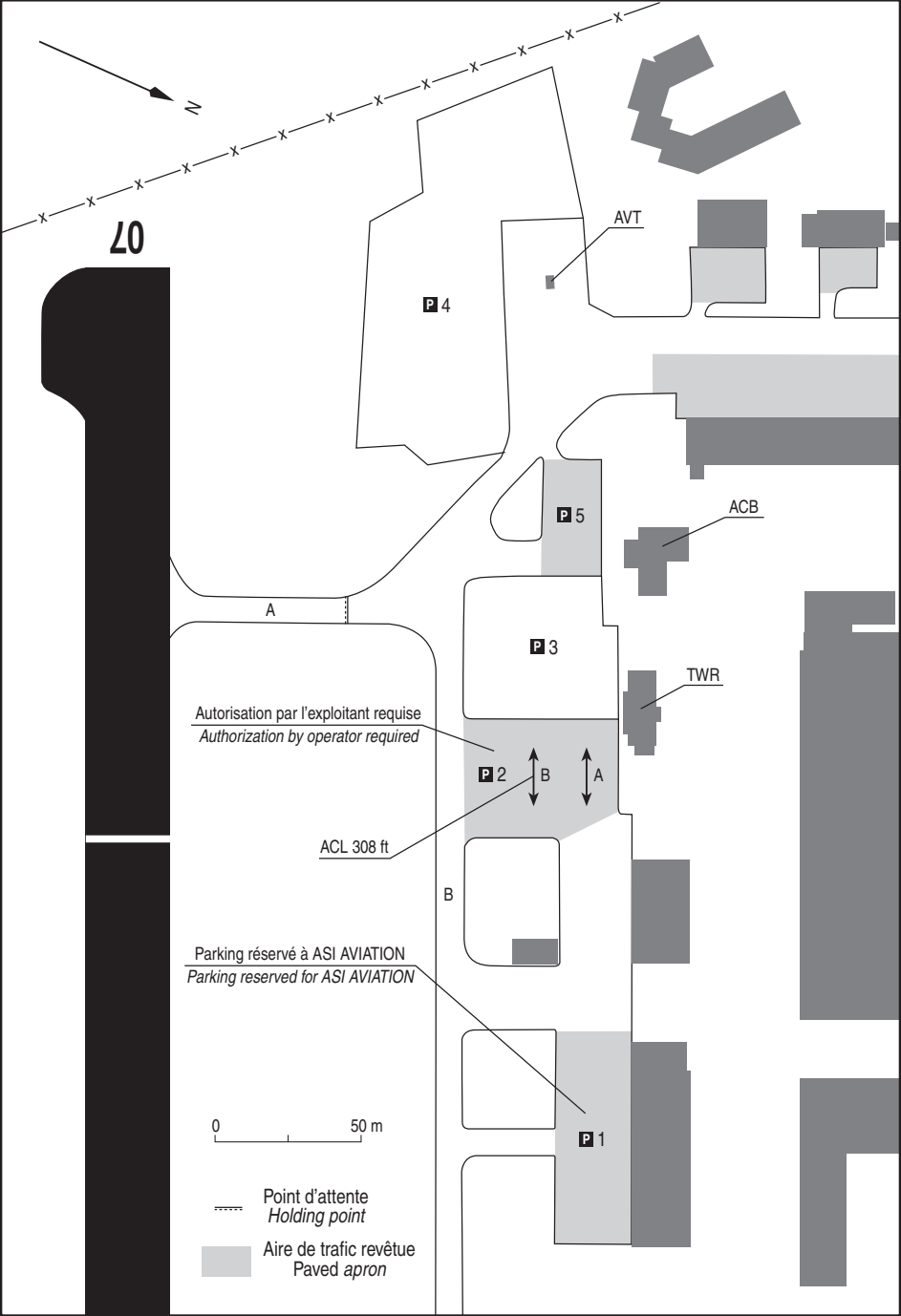
PCL

Lighting aids :

RWY 07/25 : LIL

PCL

02 DEC 21



REIMS PRUNAY

Consignes particulières / Special instructions**Conditions d'utilisation de l'AD**

AD réservé aux ACFT munis de radio.

Activité IFR possible.

Utilisation simultanée des 2 RWY interdite.

Distances déclarées réduites en raison de la présence des routes D 944 et D 931.

Arrivées IFR de nuit : prévoir un dégagement vers un AD accessible et dont le balisage est conforme car le balisage est sur une seule boucle.

Dangers à la navigation aérienne

Après des pluies prolongées, utiliser la piste non revêtue avec précautions.

Risque de confusion avec l'ancien AD de REIMS-CHAMPAGNE inutilisable situé dans le 324°/7,6 NM de l'ARP (RWY 07/25).

Procédures et consignes particulières

Après TKOF QFU 245°, prendre le cap 267° et éviter le survol du site FRANGAZ, les villages de Sillery et de Puisieux.

PPR obligatoire auprès de l'AFIS pour les ACFT équipés de turboréacteurs.

Tout TKOF ou LDG d'avions est suspendu si un planeur est immobilisé sur la RWY non revêtue à moins de 40 m de la limite commune.

Circuits basse hauteur : Côté circuit ACFT, hauteur MNM 500 ft AAL et instructeur à bord.

← TWY B inutilisable par les ACFT dont la largeur de train d'atterrissage est supérieure ou égale à 4,5 m.

← Emplacement A sur PRKG P 2 réservé aux ACFT de catégorie A.

TWY Nord entre les hangars réservé aux aéronefs de code A ou basés.

Accès à la station AVGAS limité aux aéronefs de code A sauf s'ils sont guidés.

VFR de nuit

← Le seul cheminement utilisable de nuit est le TWY A .

Equipements AD

ACL : emplacement B parking P2 = 308 ft.

PCL : de SS+30 à SR-30.

AD operating conditions

AD reserved to radio-equipped ACFT.

Possible IFR operations.

Simultaneous use of both RWY is prohibited.

Declared distances reduced due to the roads D 944 and D 931.

IFR arrival at night : plan an alternate AD with homologated lighting because lighting is on a single loop.

Air navigation hazards

Unpaved RWY to be used with caution after heavy rainfalls.

Risk of mix up with the former and unusable REIMS-CHAMPAGNE AD located 324°/7.6 NM from ARP (RWY 07/25).

Procedures and special instructions

After TKOF QFU 245°, proceed heading 267° and avoid over flying of FRANGAZ site, towns of Sillery and Puisieux.

PPR to AFIS is mandatory requested for turbo-jet engine equipped airplanes.

All ACFT TKOF or LDG are suspended if a glider is immobilized on unpaved RWY within 40 m from common side.

Low height traffic patterns : Same side than ACFT pattern, at 500 ft AAL MNM and with pilot instructor on board.

TWY B not available for ACFT whose gear width is greater or equal to 4.5 m.

Location A on PRKG P 2 reserved for CAT A ACFT.

North TWY between hangars reserved for code A or based ACFT.

Access to AVGAS station limited to code A ACFT except if they are guided.

Night VFR

The only way available at night is TWY A .

AD Equipment

ACL : stand B parking P2 = 308 ft.

PCL : from SS+30 to SR-30.

REIMS PRUNAY

Activités diverses

Activité de voltige (N° 6111) : A 800 mètres RDL 066° de l'ARP.

Axe 067°/247° 500 m de part et d'autre de 49°12'41"N-004°10'00"E.

1500 ASFC / 5300 AMSL - HOR AFIS.

Activité réservée aux ACFT à moteur à piston.

Activité de parachutage sur AD (N° 602) : SFC-FL105, HOR AFIS PRUNAY, activité selon protocole.

Activité réelle connue de PARIS INFO, SEINE INFO et PRUNAY INFO.

Special activities

Aerobatics (NR 6111) : At 800 metres RDL 066° from ARP.

067°/247° axis 500 m on either side of 49°12'41"N-004°10'00"E.

1500 ASFC / 5300 AMSL - AFIS SKED.

Activity reserved for piston engine ACFT.

Parachuting on AD (NR 602) : SFC-FL105, AFIS PRUNAY SKED, activity according to protocole.

Actual activity known by PARIS INFO, SEINE INFO and PRUNAY INFO.

REIMS PRUNAY

Informations diverses / Miscellaneous

Horaires sauf indication contraire / *Timetables unless otherwise specified*
UTC HIV ; HOR ETE : - 1 HR / UTC WIN ; SUM SKED : - 1 HR

- 1 - **Situation / Location** : 10 km ESE de Reims (Marne - 51).
- 2 - **ATS** : AFIS : ETE / SUM : 0700-1030, 1200-1700. HIV / WIN : 0800-1130, 1300 - SS + 30 (MAX 1800).
En dehors de ces HOR PPR PN avant 1500 / *Outside these SKED PPR PN before 1500.*
TEL : 03 26 49 10 12 - Exploitant.
- 3 - **VFR de nuit / Night VFR** : Agréé (voir aides lumineuses).
Approved (see lighting aids).
- 4 - **Exploitant d'aérodrome / AD operator** : EDEIS Aéroport Reims
Aérodrome de Reims Prunay
51360 Prunay
TEL : 03 26 49 10 92 - FAX : 03 68 38 92 10.
E-mail : reims.aeroport@edeis.com
- ← 5 - **CAA** : DSAC Nord-Est (voir / see GEN VAC).
- ← 6 - **BRIA** : BORDEAUX (voir / see GEN VAC).
- ← 7 - **Préparation du vol / Flight preparation** : Acheminement FPL VFR / *Addressing VFR FPL* : voir / see GEN VAC .
- 8 - **MET** : VFR : voir / see GEN VAC ; IFR : voir / see AIP GEN 3.5 ; Station : NIL.
- 9 - **Douanes, Police / Customs, Police** : NIL.
- 10 - **AVT** : Carburants / *Fuel* : JET A1 - 100LL. Lubrifiants / *Lubricant* : NIL.
ETE : JET A1 : HOR ATS.
HIV : AVGAS : H24 carte bancaire ou HOR ATS autres paiements.
TEL : Exploitant.
En dehors de ces HOR, PPR PN avant 1400 par TEL / FAX / E-mail Exploitant.
Paiement : VISA, MASTERCARD, AMERICAN EXPRESS, WFS, COLT, AVCARD, MULTISERVICE, UVAIR, AEG FUEL, BONS ENAC ou CASH.
SUM : JET A1 : ATS SKED.
WIN : AVGAS : H24 bank card or ATS SKED others payments.
TEL : Operator.
Outside these SKED, PPR PN before 1400 via TEL / FAX / E-mail Operator.
Payment : VISA, MASTERCARD, AMERICAN EXPRESS, WFS, COLT, AVCARD, MULTISERVICE, UVAIR, AEG FUEL, BONS ENAC or CASH.
- ← 11 - **RFFS** : Niveau 2 / *Level 2* :
HOR ATS / ATS SKED
En dehors de ces HOR / *Outside these SKED PPR avant / before 1400 par / by* TEL / FAX / E-mail Exploitant / *Operator.*
- 12 - **Péril animalier / Wildlife strike hazard** : Occasionnel HOR ATS / *Random ATS SKED.*
- 13 - **Hangars pour aéronefs de passage / Transient aircraft hangars** : NIL.
- 14 - **Réparations / Repairs** : AMAGE : 03 26 02 35 76.
- 15 - **ACB** : de Champagne - TEL : 03 26 49 11 05.
Reims Planeurs - TEL : 03 26 49 11 42.
Reims Voltige Association - TEL : 03 26 91 10 99.
Reims Champagne ULM - TEL : 06 12 13 33 84.
Aéroclub CRNA EST - TEL : 03 26 07 28 24.
Fly and Fun - TEL : 06 76 27 56 83.
- 16 - **Transports** : Taxis sur demande / *Taxis on request.*
- 17 - **Hotels, restaurants** : Sur / *At* AD - TEL : 03 26 85 50 67.
- 18 - **GRF** : Service d'évaluation et de report de l'état de surface de piste / *Global Reporting Format* :
HOR ATS / ATS SKED.



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



*Direction générale de l'aviation civile
Direction de la sécurité de l'aviation civile
Direction technique aéroports et navigation aérienne*

Réf. : 22-252 DSAC

NOTE D'INFORMATION TECHNIQUE

Dispositions relatives aux avis de la DGAC
sur les projets d'installations de panneaux
photovoltaïques à proximité des aéroports

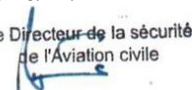
DIRECTION GENERALE DE L'AVIATION CIVILE	NOTE D'INFORMATION TECHNIQUE : DISPOSITIONS RELATIVES AUX AVIS DE LA DGAC SUR LES PROJETS D'INSTALLATIONS DE PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES A PROXIMITE DES AERODROMES	Rév : 5	Page : 2 / 17 10/11/2022
---	--	---------	-----------------------------

LISTE DES MODIFICATIONS

Le tableau suivant identifie les modifications apportées dans la présente note d'information technique concernant les dispositions relatives aux avis de la DGAC sur les projets d'installations de panneaux photovoltaïques à proximité des aérodrômes.

N° Rév	Date	Raison de la modification	Pages modifiées
1	30/07/10	Création document	Toutes
2	31/08/10	Insertion des dispositions relatives aux hélistations et précisions apportées aux zones A, B et C, Modalités d'acceptation des panneaux à faible luminance, modification des seuils, Prise en compte de la gêne des personnels AFIS	Toutes
3 & 4	30/06/11	Coordonnées des Directions interrégionales de l'aviation civile Précisions réglementaires Dispositions supplémentaires relatives aux zones des aérodrômes et des hélistations	3, 6, 9 à 14
5	26/09/2022	Clarification des attendus en termes de conformité et de sécurité, en prenant en compte l'évolution de la réglementation depuis 2011. Suppression des niveaux de luminances de 10000 et 20000 cd/m ² en raison notamment de l'arrêt de production d'un certain type de verres. Référence aux éblouissements d'inconfort et d'incapacité. Regroupement des différentes procédures hélicoptères (dégagée, ponctuelle et à trouée unique). Responsabilisation des porteurs de projet quant à l'absence d'impact de leur projet en termes de sécurité aéronautique. Guichet unique SNIA pour les dossiers de demande.	Toutes

APPROBATION DU DOCUMENT

AUTORITE	NOM	DATE ET SIGNATURE
Rédaction Le chef de division équipement du STAC Le chef du pôle Aéroports L'adjoint au chef du pôle Aéroports	Romain BUFFRY Ludovic MARECHAL François DUBUISSON	Le 10/11/2022   
Vérification La directrice technique aéroports et navigation aérienne, pilote du processus R3(certifier et surveiller les exploitants d'aérodrome) Le pilote du processus R2 (contribution aux missions régaliennes pour le compte de la DTA)	Naïma LAGDAA Nicolas DUBOIS	Le 10/11/2022  
Approbation Le directeur de la direction de la sécurité de l'aviation civile	Patrick CIPRIANI	Le 10/11/22  Patrick CIPRIANI

DIRECTION GENERALE DE L'AVIATION CIVILE	<u>NOTE D'INFORMATION TECHNIQUE :</u> DISPOSITIONS RELATIVES AUX AVIS DE LA DGAC SUR LES PROJETS D'INSTALLATIONS DE PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES A PROXIMITE DES AERODROMES	Rév : 5	Page : 3 / 17 10/11/2022
---	---	---------	-----------------------------

Afin de s'assurer que ce document est bien la dernière version à jour de la note d'information technique, il est possible de consulter cette note d'information technique sur le site internet du ministère en charge de l'aviation civile (www.ecologie.gouv.fr Accueil → Politiques publiques / de A à Z → Aviation civile → Aéroports → Certification, sécurité et réglementation des aéroports).

1 Considérations générales

1.1 CONTEXTE DE LA REVISION DE 2022 : UNE EVOLUTION NECESSAIRE APRES PLUS DE DIX ANS D'EXPERIENCE

La note d'information technique (NIT) de la direction de la sécurité de l'aviation civile (DSAC) dans sa version de 2011 traitait des enjeux de sécurité de l'aviation en se concentrant plus particulièrement sur l'enjeu de gêne visuelle pour autoriser les installations de panneaux photovoltaïques à proximité des aérodromes. Après plus de dix ans de retour d'expérience, la présente NIT abroge celle de 2011 et précise le contenu des dossiers qui doivent être déposés à la DGAC pour faciliter leur constitution par les porteurs de projet et leur analyse par les services instructeurs.

La notion de gêne visuelle et les seuils de luminance associés disparaissent de la présente NIT. L'enjeu de sécurité associé à l'éblouissement reste néanmoins un impératif à intégrer dans les projets. Des précisions relatives à l'éblouissement sont jointes en annexe du présent document. Ces éléments ont vocation à être expérimentés dès la publication de la présente NIT avec le concours de certains porteurs de projets, et sous le pilotage du Service Technique de l'Aviation Civile (STAC). Le retour d'expérience de ces expérimentations permettra d'affiner cette annexe, et de publier *in fine* une nouvelle version de la présente NIT dans un futur proche.

1.2 INTRODUCTION

Conformément à l'article L. 1612 du code des transports pour tous les aérodromes et aux paragraphes ADR.OPS.B.075 et ADR.OR.B.040 du règlement européen (UE) n°139/2014 pour les aérodromes détenteurs d'un certificat européen, tout projet d'installation de panneaux photovoltaïques, quelle que soit sa taille ou sa localisation géographique en France (métropole + départements d'outre-mer (DOM) + pays et territoires d'outre-mer (PTOM)), doit faire l'objet d'un dossier adressé à la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC), avant l'engagement des travaux.

Ce dossier préalable à l'engagement des travaux doit :

- Être déposé auprès du Guichet unique à l'adresse suivante : <https://guichet-unique-obstacles.aviation-civile.gouv.fr/>;

Nota : pour les PTOM, le porteur de projet doit se rapprocher de l'autorité de l'aviation civile territorialement compétente pour connaître les modalités locales de dépôt et d'analyse de dossier.

- Respecter les éléments indiqués dans la présente note ;
- Être approuvé par la DGAC avant la mise en œuvre des travaux.

En fonction des suites données au dossier déposé sur le Guichet unique, la DSAC pourra exiger de l'exploitant d'aérodrome concerné qu'il notifie un changement sur METEOR.

DIRECTION GENERALE DE L'AVIATION CIVILE	NOTE D'INFORMATION TECHNIQUE : DISPOSITIONS RELATIVES AUX AVIS DE LA DGAC SUR LES PROJETS D'INSTALLATIONS DE PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES A PROXIMITE DES AERODROMES	Rév : 5	Page : 5 / 17 10/11/2022
---	---	---------	-----------------------------

Dans la suite de la présente note, le « porteur du projet » est l'entité qui dépose un dossier portant sur l'installation de panneaux photovoltaïques via le guichet unique.

Dans la suite de la présente note, il est proposé de distinguer dans le **dossier** du porteur de projet **deux parties** : une partie relative à la **conformité**, dénommée « étude de conformité », et une partie relative à la **sécurité**, dénommée « étude de sécurité ». Ces parties doivent étudier les phases pérennes et transitoires des projets, et notamment intégrer la partie travaux.

Chaque dossier est **constitué et déposé par le porteur de projet**. Si le projet est situé à proximité d'un **aérodrome**, ce dossier nécessite d'avoir été coordonné en amont par le porteur de projet avec les diverses parties prenantes concernées (exploitant d'aérodrome, personne dont relève l'aérodrome ...).

De manière complémentaire à la présente NIT, il est rappelé que deux guides sont disponibles aux adresses suivantes :

- https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Guide_EI_Installations-photovolt-au-sol_DEF_19-04-11.pdf
- <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Guide%20instruction%20demandes%20autorisation%20urbanisme%20-%20PV%20au%20sol.pdf>

1.3 RAPPEL DES PRINCIPES REGLEMENTAIRES

Les panneaux photovoltaïques ou autres systèmes similaires doivent respecter de nombreuses exigences. Parmi ces exigences, il y a notamment les servitudes aéronautiques et les servitudes radioélectriques établies pour la protection contre les obstacles et perturbations électromagnétiques des stations de radiocommunication et de radionavigation installées pour les besoins de la navigation aérienne *[annexe 14 de l'OACI ; décrets et arrêtés des servitudes aéronautiques et servitudes radioélectriques établis localement]*.

Les panneaux photovoltaïques ou autres systèmes similaires doivent également respecter les surfaces de dégagements aéronautiques correspondant au mode actuel de l'exploitation de la piste *[Pour les aérodromes détenant un certificat européen : règlement (UE) n° 139/2014 ; pour les autres aérodromes : arrêté du 28 août modifié relatif aux conditions d'homologation et aux procédures d'exploitation des aérodromes et arrêté du 10 juillet 2006 relatif aux caractéristiques techniques de certains aérodromes terrestres utilisés par les aéronefs à voilure fixe]*.

Ils ne peuvent pas être installés dans les aires opérationnelles situées à proximité des pistes et des voies de circulation d'aérodromes telles que : bande de piste, aire de sécurité d'extrémité de piste (RESA), bande de voie de circulation, prolongement d'arrêt, prolongement dégagé, aires en amont du seuil ou après l'extrémité des pistes avec approche de précision *[Règlement (UE) n° 139/2014 ; arrêté relatif aux conditions d'homologation et aux procédures d'exploitation des aérodromes, arrêté relatif aux caractéristiques techniques de certains aérodromes terrestres utilisés par les aéronefs à voilure fixe]*.

En effet, il est considéré que ces équipements ne sont pas des « *objets, installations ou matériels utilisés pour les besoins de la navigation aérienne* », et que leurs fonctions n'imposent pas une implantation dans des zones opérationnelles pour les besoins des opérations aériennes.

DIRECTION GENERALE DE L'AVIATION CIVILE	NOTE D'INFORMATION TECHNIQUE : DISPOSITIONS RELATIVES AUX AVIS DE LA DGAC SUR LES PROJETS D'INSTALLATIONS DE PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES A PROXIMITE DES AERODROMES	Rév : 5	Page : 6 / 17 10/11/2022
--	---	----------------	-------------------------------------

En outre, leur installation ne doit pas gêner :

- ☒ le bon fonctionnement des aides à la navigation aérienne ;
- ☒ les services rendus par le prestataire de la navigation aérienne ;
- ☒ la circulation aérienne ;
- ☒ l'exploitation de l'aire de mouvement par l'exploitant d'aérodrome ;
- ☒ les pilotes lors de la circulation des aéronefs au sol.

[Règlement (UE) n° 139/2014, code de l'aviation civile, code des Transports, arrêté relatif aux règles et procédures pour les services de la circulation aérienne rendus aux aéronefs évoluant selon les règles de la circulation aérienne générale, arrêté relatif aux conditions d'homologation et aux procédures d'exploitation des aérodromes, arrêté relatif aux caractéristiques techniques de certains aérodromes terrestres utilisés par les aéronefs à voilure fixe, arrêté relatif aux normes techniques applicables au service de sauvetage et de lutte contre l'incendie des aéronefs sur les aérodromes de Mayotte, des îles Wallis et Futuna, de Polynésie française et de Nouvelle-Calédonie, décret n° 2007-relatif aux normes techniques applicables au service de sauvetage et de lutte contre l'incendie des aéronefs sur les aérodromes de Mayotte, des îles Wallis et Futuna, de Polynésie française et de Nouvelle-Calédonie ainsi qu'à la prévention du péril animalier sur les aérodromes, arrêté relatif à la prévention du péril animalier sur les aérodromes, Arrêté relatif aux inspections de l'aire de mouvement d'un aérodrome, ...].

1.4 CONSTITUTION ET INSTRUCTION D'UN DOSSIER

Tout dossier doit être constitué de manière préliminaire par un porteur de projet.

Ce dossier préliminaire étudie partiellement les aspects relatifs à la conformité et à la sécurité.

Il est ensuite amélioré et enrichi grâce aux échanges avec les parties concernées le cas échéant (exploitants d'aérodromes, personne dont relève l'aérodrome, ...), à l'initiative du porteur de projet.

Lorsque le dossier est jugé complet par le porteur de projet, au regard des exigences décrites dans la suite de ce document, il est déposé sur le guichet unique de la DGAC par le porteur de projet.

Ce dossier est alors analysé par la DGAC. Des itérations avec le porteur de projet peuvent avoir lieu afin d'apporter, le cas échéant, les compléments nécessaires et rendre acceptable le projet. Ces itérations peuvent nécessiter des échanges avec les parties prenantes.

In fine, la DGAC peut émettre un avis favorable ou défavorable sur un projet au titre de ses compétences en matière de sécurité aérienne.

Cet avis de la DGAC est nécessaire pour mener à bien le projet, mais non suffisant. En effet, d'autres autorisations devront être obtenues auprès des autres autorités compétentes. Le présent document ne traite pas de ces autres autorisations.

DIRECTION GENERALE DE L'AVIATION CIVILE	NOTE D'INFORMATION TECHNIQUE : DISPOSITIONS RELATIVES AUX AVIS DE LA DGAC SUR LES PROJETS D'INSTALLATIONS DE PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES A PROXIMITE DES AERODROMES	Rév : 5	Page : 7 / 17 10/11/2022
---	---	---------	-----------------------------

2 Dispositions relatives à la partie conformité du dossier

Le référentiel applicable est disponible [sur le site du ministère chargé de l'aviation civile, page certification et surveillance des aérodromes](#). Ce document, compilant l'ensemble du référentiel en vigueur, permet d'identifier les règles applicables selon la typologie d'aérodrome. Il convient en outre de prendre en compte les dispositions locales (arrêtés de police, mesures particulières d'application, etc.).

Les éléments suivants sont *a minima* attendus dans l'étude de conformité :

- OBJECTIF CONFORMITE 1 : Non-perturbation des équipements de navigation aérienne :
 - i. Respect des servitudes radioélectriques, en particulier : pas d'impact sur les équipements de radionavigation, de météorologie et de radiocommunication.

Nota : L'impact sur les services rendus par le prestataire de services de la navigation aérienne (visibilité sur l'aire de mouvement non altérée, maintenance des équipements sous sa responsabilité non compromise, etc.) sera, elle, évaluée par le Guichet unique. Il n'est donc pas attendu que le dossier relatif à la partie conformité intègre ce point.

- OBJECTIF CONFORMITE 2 : Non-création d'obstacle dangereux pour la circulation aérienne :
 - i. Respect des servitudes aéronautiques ;
 - ii. Respect des surfaces de dégagement aéronautiques ;
 - iii. Non implantation sur l'aire de mouvement ou aux abords directs.

En particulier, les projets ne doivent pas être situés dans la bande de piste, dans les aires de sécurité d'extrémité de piste, dans les aires de sécurité des hélistations, dans les prolongements dégagés, dans les prolongements d'arrêt, dans les bandes de voie de circulation, dans les aires en amont du seuil (pour les pistes équipées avec approche de précision le cas échéant). La prise en compte des marges de bout d'ailes devra en outre être vérifiée (sans oublier le cas particulier des infrastructures recevant des planeurs).

- OBJECTIF CONFORMITE 3 : Maintien des autres conditions d'homologation et d'exploitation :
 - i. Pas d'impact sur le niveau de service offert, en particulier concernant :
 - L'exploitation de l'aire de mouvement (ex : les services de secours et de lutte anti-incendie et la maintenance des équipements critiques, dont radionavigation, radiocommunication, météo, balisage...) ;
 - L'alimentation électrique des différentes composantes sécurité de l'aérodrome si le choix est fait d'alimenter tout ou partie de l'aérodrome à travers les panneaux déployés ;
 - ii. Pas d'impact pour les pilotes lors de la circulation des aéronefs au sol au regard des règles établies localement.

DIRECTION GENERALE DE L'AVIATION CIVILE	<u>NOTE D'INFORMATION TECHNIQUE :</u> DISPOSITIONS RELATIVES AUX AVIS DE LA DGAC SUR LES PROJETS D'INSTALLATIONS DE PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES A PROXIMITE DES AERODROMES	Rév : 5	Page : 8 / 17 10/11/2022
---	---	---------	-----------------------------

Nota : Pour les projets situés à proximité des aéroports détenteurs d'un certificat au titre de la réglementation européenne, cette liste constitue une trame des éléments principaux à ne pas oublier. Cette trame doit être complétée par une analyse plus fine de toutes les exigences réglementaires et les CS impactées par le projet.

3 Dispositions relatives à la partie sécurité du dossier

L'objectif global est de ne pas dégrader le niveau de sécurité sur la plateforme et à ses abords.

Référentiel : code des transports, L. 1612-1, 2 et 4, et le règlement (UE) 139/2014

L'étude de sécurité doit donc démontrer que l'exploitation de l'aérodrome ne présentera pas de risques particuliers pour la sécurité des usagers et des populations riveraines du fait de l'installation des panneaux photovoltaïques.

Nota 1 : Pour les aérodromes détenteurs d'un certificat au titre de la réglementation européenne, les objectifs suivants constituent une trame des éléments principaux à ne pas oublier. Cette trame doit être complétée par une analyse plus fine des dangers associés au projet, en phase provisoire et pérenne.

Nota 2 : Selon les caractéristiques des projets et le contenu des dossiers déposés, la DGAC se réserve le droit de demander des compléments aux porteurs de projets et à l'ensemble des acteurs concernés, en vue d'approuver les projets. Des modifications des projets pourront être demandées afin de garantir un niveau acceptable de sécurité.

Les éléments suivants sont *a minima* attendus dans l'étude de sécurité :

- OBJECTIF SECURITE 1 : Maîtrise de l'éblouissement
 - i. pour les pilotes, en particulier lors des manœuvres critiques
 - ii. pour les personnels du prestataire de service de navigation aérienne

Nota : selon l'éloignement des pistes et la surface des projets, certains projets peuvent être exonérés de cette partie (voir annexe).

- OBJECTIF SECURITE 2 : Prise en compte de l'ensemble des enjeux de sécurité associés à l'exploitation aéroportuaire
 - i. consultation de l'exploitant d'aérodrome et avis préalable rendu
 - ii. impact sur les services de secours et les plans d'urgence (notamment les possibilités d'accès et d'intervention en sécurité sur des équipements sous tension)
 - iii. impact sur les risques associés au péril animalier

Nota 1 : si le projet est situé à plus de 3 km d'un aérodrome, alors le projet peut être exonéré de cette partie.

Nota 2 : le cas échéant, le projet devra prévoir l'information aux usagers des futures caractéristiques de la plateforme.

DIRECTION GENERALE DE L'AVIATION CIVILE	<u>NOTE D'INFORMATION TECHNIQUE :</u> DISPOSITIONS RELATIVES AUX AVIS DE LA DGAC SUR LES PROJETS D'INSTALLATIONS DE PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES A PROXIMITE DES AERODROMES	Rév : 5	Page : 10 / 17 10/11/2022
---	---	---------	------------------------------

- OBJECTIF SECURITE 3 : Maîtrise du niveau de sécurité tout au long du projet
 - i. Maîtrise des risques associés aux travaux
 - ii. Maîtrise des risques associés à la maintenance des panneaux photovoltaïques
 - iii. Maîtrise des risques associés aux évolutions du projet, notamment les éventuels agrandissements et dépose le cas échéant

Nota : si le projet est situé à plus de 3 km d'un aéroport, alors le projet peut être exonéré de cette partie.

Les éléments proposés dans le dossier déposé doivent pouvoir démontrer que les objectifs précités ont été considérés.

4 ANNEXE : Recommandations pour la constitution du dossier

4.1 OBJET ET DESTINATAIRES DE L'ANNEXE

Que contient cette annexe ?

Cette annexe contient des recommandations visant à aider en particulier les porteurs de projet dans la constitution de leurs dossiers.

A qui s'adressent ces recommandations ?

Ces recommandations s'adressent aux porteurs de projets, et également aux exploitants d'aérodromes (qu'ils soient à l'initiative des projets ou non) pour la poursuite des activités sur les aérodromes en toute sécurité, en tenant compte des nouvelles installations.

Que vont devenir ces recommandations ?

Les recommandations, en particulier celles ayant trait à l'éblouissement, ont vocation à être expérimentées avec le concours de certains porteurs de projets, et sous le pilotage du Service Technique de l'Aviation Civile (STAC). Le retour d'expérience de ces expérimentations permettra d'affiner cette annexe, et de publier in fine une nouvelle version de la NIT dans un futur proche.

4.2 RECOMMANDATIONS SUR LA PARTIE « ETUDE DE CONFORMITE »

4.2.1 Maintien du niveau de sécurité sur l'exploitation dans la durée

Pour les projets situés à moins de 3km d'un aérodrome, s'il s'avère a posteriori que le projet s'est révélé dangereux pour la circulation aérienne, alors la décision d'homologation ou le certificat de sécurité aéroportuaire (le cas échéant) pourront être suspendus, restreints ou retirés.

Référentiel : code de l'aviation civile, article D. 212-1

Recommandation : Il est recommandé que l'exploitant et/ou la personne dont relève l'aérodrome intègrent ce risque lors de l'élaboration des projets concernant leur aérodrome.

DIRECTION GENERALE DE L'AVIATION CIVILE	NOTE D'INFORMATION TECHNIQUE : DISPOSITIONS RELATIVES AUX AVIS DE LA DGAC SUR LES PROJETS D'INSTALLATIONS DE PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES A PROXIMITE DES AERODROMES	Rév : 5	Page : 12 / 17 10/11/2022
---	--	---------	------------------------------

4.2.2 Prise en compte des autres enjeux, notamment associés au développement durable

D'autres autorisations et avis en provenance d'autres autorités compétentes sont des prérequis nécessaires avant le démarrage des travaux. Le présent document ne traite pas de ces autorisations et avis.

Recommandation : Il est recommandé aux porteurs de projet de prioriser l'installation des projets sur des zones déjà artificialisées. En effet, les prairies, en particulier celles situées sur les abords des pistes, constituent des réserves reconnues de biodiversité. Ces prairies contribuent aux enjeux de zéro artificialisation¹, de continuités écologiques, de préservation des sols, de pollinisation, et également de réduction des émissions de l'aviation par l'effet de captage CO2.

4.2.3 Guide sur les changements pour les aérodromes certifiés UE

Pour les aérodromes détenteurs d'un certificat au titre de la réglementation européenne, les principes du guide changement s'appliquent. [Il est disponible via la communication METEOR publique #12100.](#)

¹ Cf. chapitre III de la loi du 22 août 2021 *portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets*.

DIRECTION GENERALE DE L'AVIATION CIVILE	NOTE D'INFORMATION TECHNIQUE : DISPOSITIONS RELATIVES AUX AVIS DE LA DGAC SUR LES PROJETS D'INSTALLATIONS DE PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES A PROXIMITE DES AERODROMES	Rév : 5	Page : 13 / 17 10/11/2022
---	--	---------	------------------------------

4.3 RECOMMANDATIONS SUR LA PARTIE « ETUDE DE SECURITE »

Ces recommandations portent sur l'objectif intitulé « SECURITE 1 : Objectif de maîtrise de l'éblouissement ».

4.3.1 Généralités :

Dans le cas où un éblouissement **incapacitant** les pilotes ou les contrôleurs ou personnels AFIS est constaté après installation des panneaux photovoltaïques, les actions correctives ou de mitigation à mettre en place incombent à l'exploitant de l'installation.

En cas d'éblouissement **n'engendrant pas** un éblouissement incapacitant, l'exploitant d'aérodrome devrait être amené à proposer des mesures d'atténuation et a minima à préciser la gêne dans l'information aéronautique.

4.3.2 Projets situés à plus de 3 km de l'aérodrome

Il est estimé que seuls les projets d'implantation de panneaux photovoltaïques situés à moins de 3 km d'un aérodrome ou d'une tour de contrôle devraient faire l'objet d'une analyse préalable spécifique dans le cadre de l'étude de sécurité du dossier.

Cette distance correspond à la protection moyenne pour un tour de piste. Il est considéré que l'éblouissement des pilotes et des personnels du prestataire de service de la navigation aérienne² (PSNA) n'est pas dimensionnant au-delà de cette limite.

Aussi, le service compétent de l'aviation civile saisi devrait donner un avis favorable relativement à l'éblouissement à tout projet situé à plus de 3 km d'un aérodrome ou d'une tour de contrôle.

4.3.3 Projets situés à moins de 3 km de l'aérodrome

Principes de l'analyse :

Pour tout projet situé à moins de 3 km de l'aérodrome, le dossier proposé devrait comprendre a minima les éléments suivants :

- ☒ les caractéristiques de l'installation : position, altitude, orientation, inclinaison, surface ;
- ☒ suivant l'emplacement et la surface de l'installation, une argumentation d'absence d'éblouissement d'incapacité pour les pilotes ou pour le personnel du PSNA ;

² Définition issue de l'article 2 du règlement d'exécution (UE) 2017/373 : « toute personne morale ou physique fournissant des fonctions ou services d'ATM/ANS tels que définis à l'article 3, point q), du règlement (CE) n° 216/2008 ou d'autres fonctions de réseau ATM, soit individuellement, soit regroupés pour la circulation aérienne générale ».

DIRECTION GENERALE DE L'AVIATION CIVILE	NOTE D'INFORMATION TECHNIQUE : DISPOSITIONS RELATIVES AUX AVIS DE LA DGAC SUR LES PROJETS D'INSTALLATIONS DE PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES A PROXIMITE DES AERODROMES	Rév : 5	Page : 14 / 17 10/11/2022
---	--	---------	------------------------------

- ☒ un document signé attestant de cette absence d'éblouissement d'incapacité pour les personnels du PSNA et pilotes et précisant son engagement à mettre en œuvre d'éventuelles actions d'atténuation en cas d'éblouissement d'incapacité observé après installation.

4.3.4 Analyse de l'éblouissement

4.3.4.1 Éléments sur l'éblouissement et définitions

Les définitions présentes dans cette section proviennent de la commission internationale de l'éclairage.

L'éblouissement est fonction a minima de la position (distance et position angulaire) de la source lumineuse par rapport à l'œil, de sa surface apparente, de sa luminance, de la luminance de fond et de la visibilité. On distingue l'éblouissement d'inconfort et l'éblouissement d'incapacité.

L'éblouissement d'inconfort dégrade les conditions visuelles mais n'empêche pas d'effectuer une tâche. Il est ainsi primordial que le porteur de projet communique à l'exploitant d'aérodrome les éléments nécessaires à l'information des pilotes au travers de la publication aéronautique.

L'éblouissement d'incapacité provoque une réelle déficience physique à percevoir les personnes, les objets ou l'environnement alentour. Ce type d'éblouissement peut, par exemple, générer une perte de repères visuels pour les pilotes ou un non-repérage d'un aéronef par les personnels PSNA.

Un éblouissement d'incapacité n'est pas acceptable mais un éblouissement d'inconfort peut être toléré s'il est signalé aux pilotes et personnels des PSNA.

4.3.4.2 Paramètres de l'analyse

L'analyse consiste à s'assurer de l'absence d'éblouissement d'incapacité pour les pilotes et/ou les personnels du PSNA.

Selon la localisation et la taille du projet, une argumentation justifiant l'absence d'éblouissement d'incapacité peut être requise.

L'analyse des caractéristiques devrait tenir compte des paramètres suivants :

- ☒ Elle porte sur chaque ensemble de panneaux solaires homogènes ayant des caractéristiques de position et hauteur proches, et d'inclinaison et d'orientation identiques (par exemple, l'analyse d'un toit à deux pentes sera réalisée pour chacune des pentes indépendamment) ;
- ☒ En cas de présence d'autres installations similaires (même azimuth et même inclinaison) dans l'environnement proche, la surface à considérer est celle de l'ensemble des projets ou installations.

DIRECTION GENERALE DE L'AVIATION CIVILE	NOTE D'INFORMATION TECHNIQUE : DISPOSITIONS RELATIVES AUX AVIS DE LA DGAC SUR LES PROJETS D'INSTALLATIONS DE PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES A PROXIMITE DES AERODROMES	Rév : 5	Page : 15 / 17 10/11/2022
---	--	---------	------------------------------

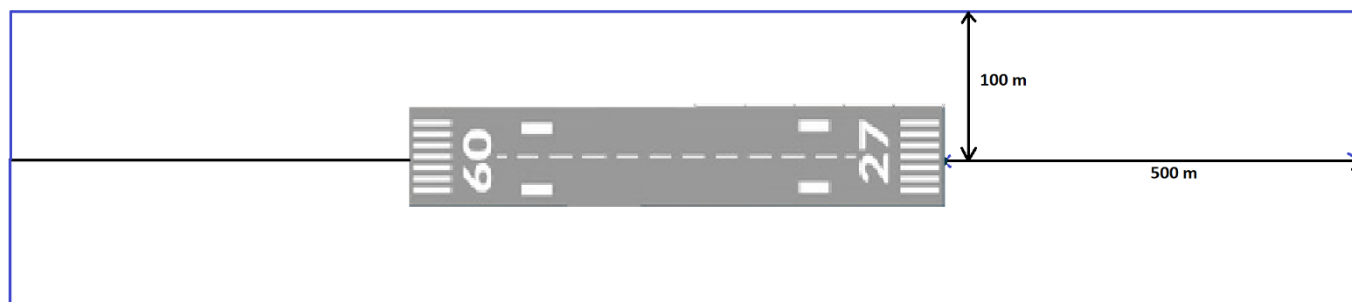
4.3.4.3 Cas ne nécessitant pas d'argumentation d'absence d'éblouissement d'incapacité

4.3.4.3.1 Surface inférieure à 500 m²

Les petites surfaces ne sont pas considérées comme dimensionnantes car l'éblouissement est de très courte durée et/ou de faible intensité. Ainsi, un avis favorable sans demande d'argumentation devrait être donné pour la partie éblouissement à toute installation dont la surface est inférieure à 500 m² et située en dehors des surfaces suivantes :

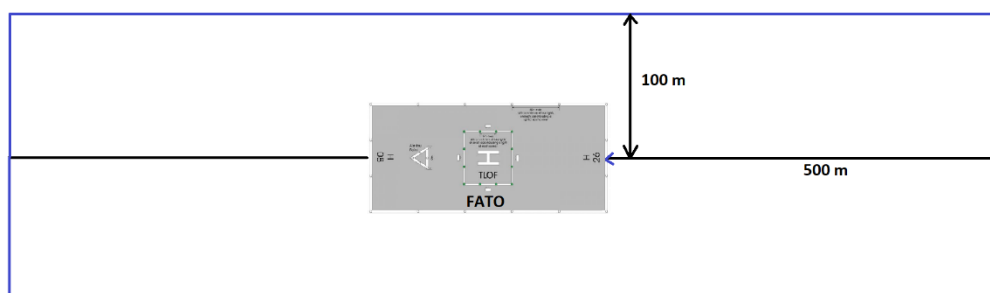
☒ Zone rectangulaire suivante à proximité d'une piste :

- longueur : 500 m avant le seuil d'atterrissage + longueur de piste disponible à l'atterrissage + 500 m après l'extrémité de la piste;
- largeur : 100 m de part et d'autre de l'axe de piste ou la largeur de la bande de piste si elle est plus contraignante.



☒ Zone rectangulaire suivante à proximité d'une FATO :

- longueur : 500 m en amont de la FATO + longueur de la FATO + 500 m après l'extrémité de la FATO ;
- largeur : 100 m de part et d'autre de l'axe d'approche.



4.3.4.3.2 Zones non gênantes pour la tour de contrôle et les approches finales

Un avis favorable sans demande d'argumentation devrait être donné pour la partie éblouissement à toute installation située en dehors des surfaces suivantes :

DIRECTION GENERALE DE L'AVIATION CIVILE	NOTE D'INFORMATION TECHNIQUE : DISPOSITIONS RELATIVES AUX AVIS DE LA DGAC SUR LES PROJETS D'INSTALLATIONS DE PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES A PROXIMITE DES AERODROMES	Rév : 5	Page : 16 / 17 10/11/2022
---	--	---------	------------------------------

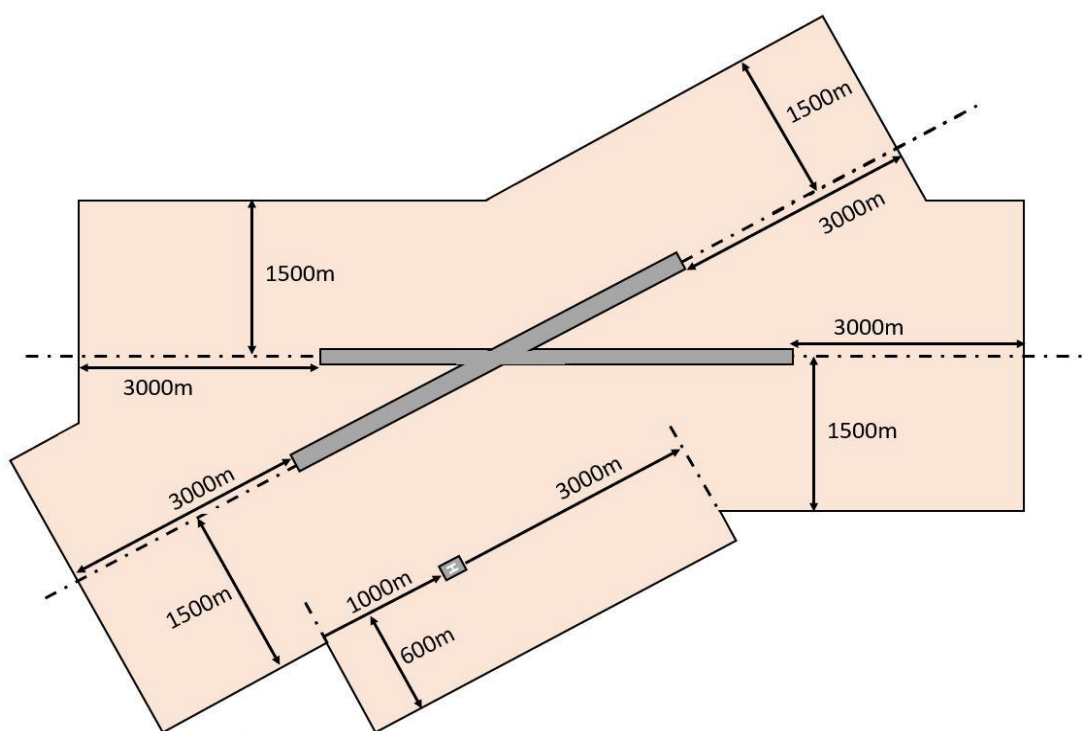
☒ Zone rectangulaire suivante à proximité d'une piste :

- Longueur : 3000 m en amont du seuil de piste + longueur de piste disponible à l'atterrissage + 3000 m après l'extrémité de la piste ;
- Largeur : 1500 m de part et d'autre de l'axe d'approche ;

☒ Zone rectangulaire suivante à proximité d'une FATO :

- Longueur : 1000 m en amont de la FATO + longueur de la FATO + 3000 m après la FATO ;
- Largeur : 600 m de part et d'autre de l'axe d'approche ;

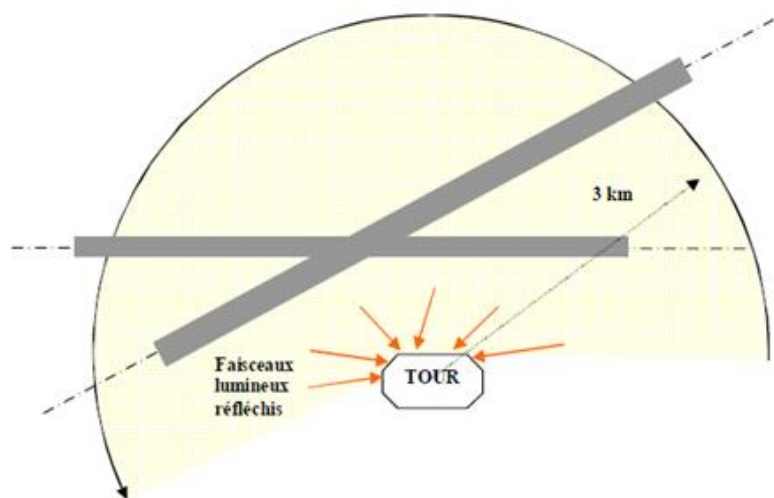
Par exemple : dans une configuration « complexe » comportant deux pistes et une FATO avec trouée unique orientée au N-E, la figure ci-dessous matérialise les limites des zones au-delà desquelles une argumentation n'est pas nécessaire.



☒ Zone en forme de secteur de cercle, comprenant la circulation aux abords des pistes / FATO, caractérisée par les éléments suivants :

- Centre : la tour de contrôle ;
- Rayon : 3000 m ;
- Parallèles aux piste/FATO passant par la tour

DIRECTION GENERALE DE L'AVIATION CIVILE	NOTE D'INFORMATION TECHNIQUE : DISPOSITIONS RELATIVES AUX AVIS DE LA DGAC SUR LES PROJETS D'INSTALLATIONS DE PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES A PROXIMITE DES AERODROMES	Rév : 5	Page : 17 / 17 10/11/2022
---	---	---------	------------------------------



4.3.4.4 Cas nécessitant une argumentation d'absence d'éblouissement d'incapacité

En dehors des cas cités précédemment, un avis favorable ne pourra être émis pour la partie éblouissement que **pour les projets argumentant d'une absence d'éblouissement d'incapacité pour les pilotes et les personnels du PSNA.**

L'argumentation peut comporter des éléments théoriques et/ou pratiques. Il convient de noter qu'aucun logiciel de simulation particulier n'est imposé pour une argumentation théorique.

Les trajectoires qui devraient être prises en compte pour le risque d'éblouissement des pilotes sont les trajectoires nominales, spécifiques à l'aérodrome, de l'aéronef à l'approche :

- Pour les avions : approches finales depuis une distance 3000 m jusqu'au seuil de piste (en général suivant une pente de 3° pour chaque sens d'utilisation de la piste (QFU))
- Pour les hélicoptères, approches finales depuis une distance de 3000 m jusqu'au début de la FATO (pente comprise entre 2° et 8°), selon les axes d'approche publiés sur les cartes aéronautiques (souvent 2 trouées à 180° l'une de l'autre).

Les matériels installés devraient chercher à réduire le rayonnement spéculaire en produisant un rayonnement diffus et ainsi réduire le risque d'éblouissement d'incapacité. Les performances de ces matériels, au regard du risque d'éblouissement d'incapacité, devraient être garanties dans le temps.



Illustration des deux types de réflexion :

spéculaire

diffuse