

# Compléments n°4 à la demande de permis de construire n° PC 030 056 20 R0009

*Centrale Photovoltaïque au sol*

**Lieu-dit « Les Bois d'en Bas »**

**Commune de La Bruguière (30580)**

*Mai 2023*

---

## NOMENCLATURE DES DOCUMENTS DU DOSSIER

### **PRÉAMBULE**

---

### **ETUDE D'EBLOUISSEMENT MISE A JOUR**

---

Evaluation du risque d'éblouissement par des modules photovoltaïques – Aéroport d'Uzès – mise à jour du 11/05/2023

A3

### **ANNEXES**

---

Annexe 1 – Avis de la DGAC du 21/04/2023

A3

Annexe 2 – Avis de la DGAC du 16/05/2023

A3

Urba 123<sup>U</sup>

# PRÉAMBULE

## **Introduction**

La société URBA 123, filiale à 100 % du groupe URBASOLAR, développe un projet de parc photovoltaïque au sol au lieu-dit « Les Bois d'En Bas », sur la commune de La Bruguière (30580).

La demande de permis de construire a été déposée le 21/12/2020 sous le numéro PC 030 056 20 R0009. Au fil de l'instruction, trois compléments au dossier ont été déposés par le maître d'ouvrage (respectivement le 08/04/2021, le 17/09/2021 et le 03/05/2023), ainsi qu'une réponse à l'avis des services instructeurs (le 25/11/2022).

Le présent document constitue le quatrième complément à la demande de permis de construire précitée.

## **Compléments apportés au dossier**

L'étude d'éblouissement incluse dans le complément n°3 déposé le 03/05/2023 avait été précédemment déposée au guichet unique de la DGAC le 20/04/2023. La DGAC a émis un avis défavorable en date du 21/04/2023, que l'on trouvera en annexe 1 au présent complément.

Suite à cet avis, des échanges ont eu lieu avec la DGAC, conduisant à une mise à jour de l'étude d'éblouissement le 11/05/2023, intégrant les remarques du service instructeur.

Un nouvel avis, favorable cette fois, a été émis par la DGAC en date du 16/05/2023. On trouvera cet avis en annexe 2.

On trouvera dans les pages qui suivent l'étude d'éblouissement mise à jour, qui annule et remplace l'étude précédemment transmise dans le complément n°3. Cette mise à jour n'entraîne aucune autre modification du dossier de demande de permis de construire.

**Evaluation du risque d'éblouissement par des modules photovoltaïques – Aéroport d'Uzès**  
**Mise à jour du 11/05/2023**

---

# Évaluation du risque d'éblouissement par des modules photovoltaïques

## Aérodrome d'Uzès

**urba 123**

**Cythelia Energy**

### Table des matières

I. Résumé .....	3
II. Méthodologie .....	4
II.1. Présentation générale .....	4
II.2. Calcul du vecteur Réflexion .....	6
II.3. Rayons réfléchis par les modules .....	8
II.4. Topographie .....	9
II.5. Vérification réglementaire .....	9
II.6. Nécessité d'argumentation d'absence d'éblouissement d'incapacité .....	11
II.6.1. Pistes .....	11
III. Analyse du risque d'éblouissement .....	14
III.1. Secteur n°1 .....	14
III.1.1. Piste 17-35 .....	14
III.1.2. Piste FATO .....	16
III.1.3. Conclusion - Secteur n°1 .....	19
III.2. Secteur n°2 .....	20
III.2.1. Piste 17-35 .....	20
III.2.2. Piste FATO .....	21
III.2.3. Conclusion - Secteur n°2 .....	21
III.3. Secteur n°3 .....	22
III.3.1. Piste 17-35 .....	22
III.3.2. Piste FATO .....	25
III.3.3. Conclusion - Secteur n°3 .....	25
IV. Annexes .....	26
IV.1. Carte VAC .....	26
IV.2. Hypothèses du calcul détaillé .....	27
V. Références .....	29

<b>Date :</b> 11/05/2023 <b>Version :</b> 3	<b>Rédigé par :</b> Clément GREGOIRE	<b>Validé par :</b> Leonardo VALENTE	<b>Modifications :</b> Suppression références à la NIT2011
--	---	---	---

## I. Résumé

La société URBA 123 souhaite réaliser une centrale photovoltaïque au sol d'une puissance d'environ 23 MWc, sur une parcelle située à La Bruguière, à proximité de l'aérodrome d'Uzès.

Une étude préliminaire a permis d'identifier les configurations (orientations et inclinaisons pour chaque secteur étudié) ne présentant pas de risque d'éblouissement incapacitant. Pour chaque secteur, les inclinaisons de 10° à 30° ont été étudiées par pas de 5°. Les orientations allant de -50° à +50° ont été étudiées par pas de 10° ainsi que les orientations -90° et +90°.

A l'issue de cette étude préliminaire de sensibilité, la configuration ne présentant pas de risque et décrite dans le Tableau 1 a été retenue par le client.

Secteur	Orientations (0° = Sud, -90°=Est, 90°=Ouest)	Inclinaison
1	-40°	20°
2	0°	20°
3	0°	20°

Tableau 1 : Configuration sans risque d'éblouissement incapacitant retenue par le client

Le présent rapport constitue l'argumentation d'absence d'éblouissement d'incapacité demandée dans la note d'information technique (NIT) de la DGAC (5<sup>ème</sup> édition du 10 novembre 2022) portant sur les dispositions relatives aux avis de la DGAC sur les projets d'installations de panneaux photovoltaïques à proximité des aérodromes.

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

Piste	Approche	Secteur	Ori°	Inc°	Zone	Risque (Eblouissement d'incapacité)	Commentaires
Piste 17-35	Sud	Secteur n°1	-40°	20°	Elargie	NON	Pas d'interception
		Secteur n°2	0°	20°	Elargie	NON	Pas d'interception
		Secteur n°3	0°	20°	Elargie	NON	Présence d'un éblouissement d'inconfort Cas le plus critique: Eclairage rétinien de 0.0115 W/cm <sup>2</sup> et angle de vue de 2.1°
	Nord	Secteur n°1	-40°	20°	Elargie	NON	Pas d'interception
		Secteur n°2	0°	20°	Elargie	NON	Pas d'interception
		Secteur n°3	0°	20°	Elargie	NON	Pas d'interception
FATO	Sud	Secteur n°1	-40°	20°	Elargie	NON	Présence d'un éblouissement d'inconfort Cas le plus critique: Eclairage rétinien de 0.0008 W/cm <sup>2</sup> et angle de vue de 2.3°
		Secteur n°2	0°	20°	Hors Zone	NON	Hors zone
		Secteur n°3	0°	20°	Hors Zone	NON	Hors zone
	Nord	Secteur n°1	-40°	20°	Elargie	NON	Pas d'interception
		Secteur n°2	0°	20°	Hors Zone	NON	Hors zone
		Secteur n°3	0°	20°	Hors Zone	NON	Hors zone

Tableau 2 : synthèse de l'analyse

**Quelles que soient la piste et l'approche considérées, la centrale ne présente pas de risque d'éblouissement pour les pilotes en phase d'approche.**

## II. Méthodologie

### II.1. Présentation générale

Une analyse graphique permet d'identifier les circonstances pendant lesquelles un risque d'éblouissement est possible. Cette approche permet de conclure très simplement, à la présence ou l'absence évidentes de risque d'éblouissement.

- Calcul du vecteur Réflexion : pour chaque pas de temps (10 minutes) de chaque jour moyen de chaque mois<sup>1</sup>, à l'exception des mois de Juin et Décembre, pour lesquels les jours de solstices sont considérés, les directions dans lesquelles les rayons du soleil sont réfléchis par les modules sont déterminées.
- Modélisation 3D (sous SketchUp) des surfaces de réflexion et identification des intersections entre surfaces de réflexion et zones sensibles.

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

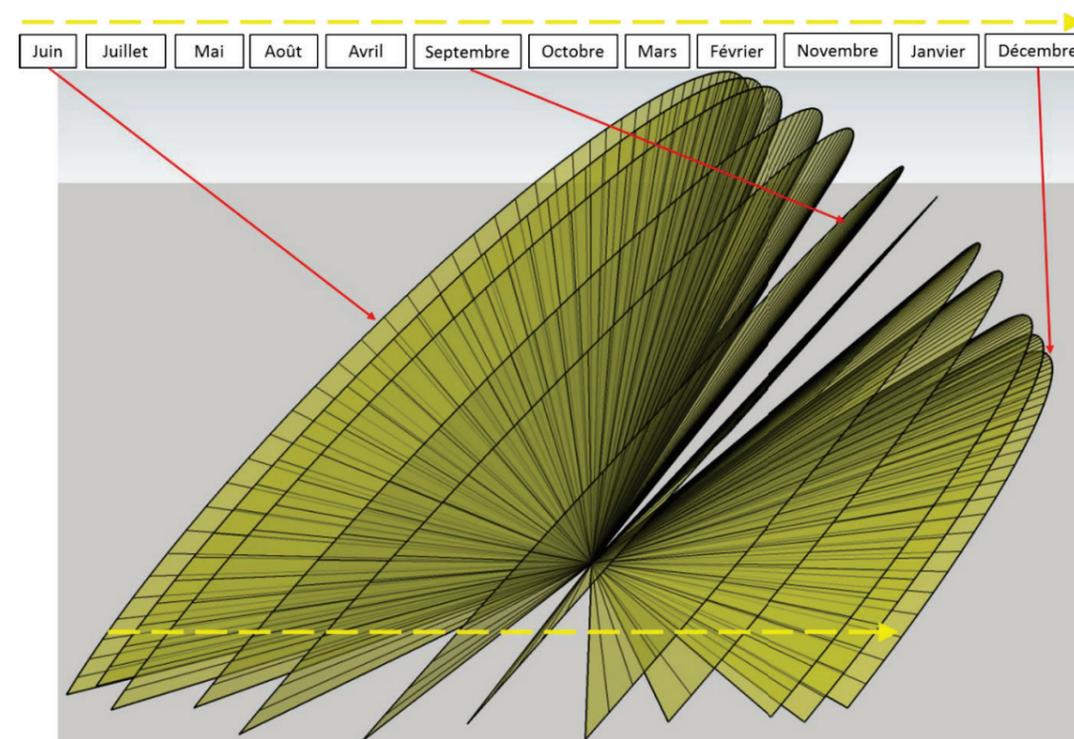


Figure 1 : Surfaces de rayons réfléchis (exemple)

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

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

L'analyse graphique considère ainsi toutes les positions prises par le soleil au-dessus de l'horizon à tout instant du jour et de l'année.

3. Contrôle de l'angle<sup>2</sup> entre rayons réfléchis et l'axe du regard du pilote, le cas échéant.  
Pour s'assurer de l'absence d'un éblouissement d'incapacité, cet angle doit être supérieur à 30° (sauf dans la phase finale d'approche où cet angle doit être supérieur à 90°)

Lorsque l'analyse graphique ne permet pas d'écarter très clairement le risque d'éblouissement, un calcul détaillé des angles d'interception au cours de la période à risque est réalisé. Ce calcul se fait non plus seulement sur les jours moyens, mais sur l'ensemble des jours et heures a priori concernés par le risque.

Lorsque les angles d'interception sont inférieurs aux seuils définis plus haut, on considère qu'un risque d'éblouissement existe, et le calcul est complété par une évaluation du type d'éblouissement : d'inconfort ou d'incapacité.

Un éblouissement d'incapacité se traduit par la possibilité d'apparition d'une image rémanente sur la rétine, qui affecte la capacité à percevoir les objets. Lorsque cette possibilité est faible, l'éblouissement sera dit d'inconfort, et n'affecte pas la capacité à percevoir les objets.

Les hypothèses de ce calcul sont détaillées en annexe (cf. § IV.2).

## II.2. Calcul du vecteur Réflexion

Les coordonnées du site sont : 44,0844825256343 ;4,40172779914867

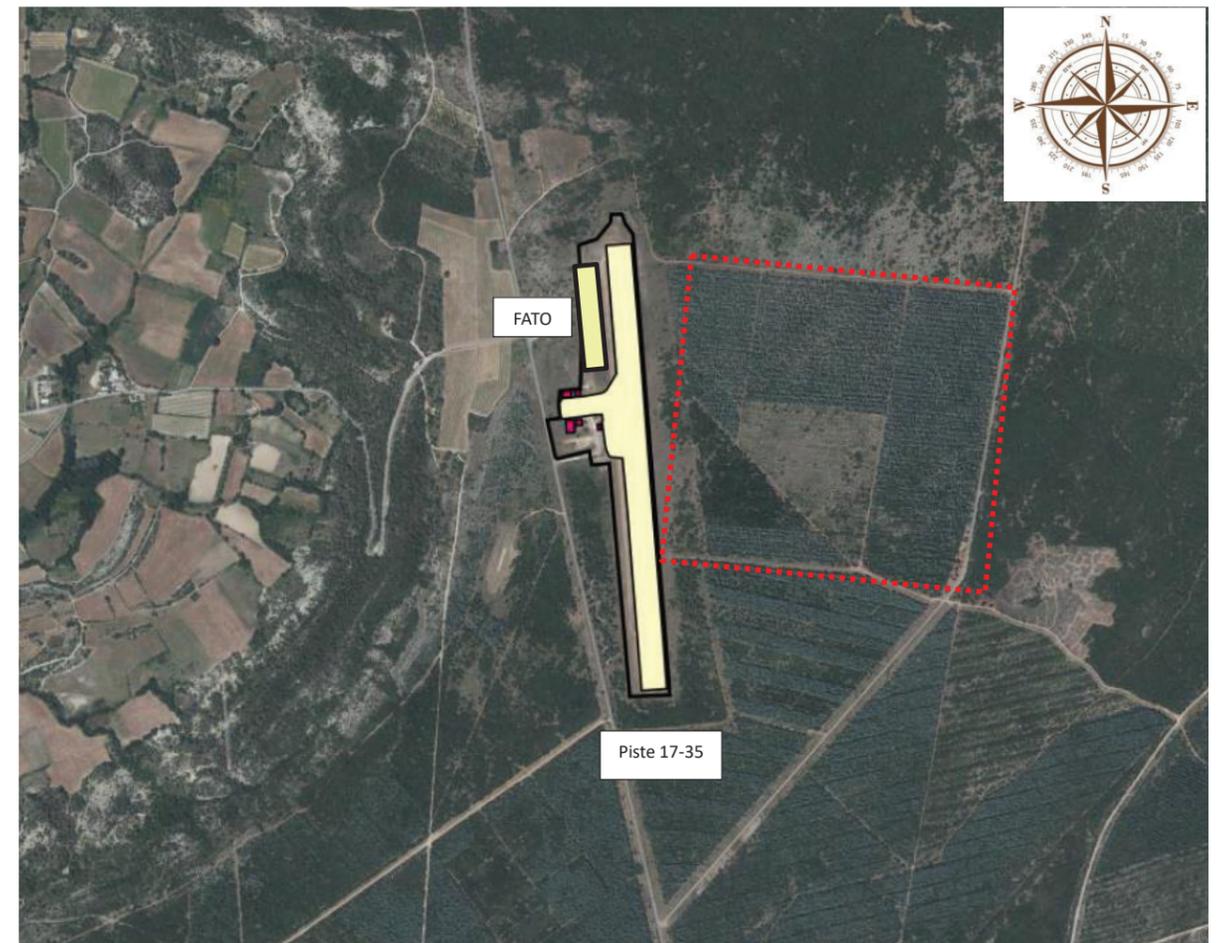


Figure 2 : Localisation des pistes (Piste 17-35 et FATO) par rapport au projet

Grâce aux coordonnées géographiques du site il est possible de générer le diagramme solaire représenté en Figure 3. Dans ce diagramme, les azimuts ont pour origine le Sud et sont comptés positivement vers l'Ouest et négativement vers l'Est. Ce diagramme est donné pour des jours moyens de chaque mois.

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

<sup>2</sup> Le contrôle de l'angle se fait dans les 3 dimensions. L'angle minimum admis est ainsi le même dans le plan azimutal et le plan vertical



Figure 3 : Masque lointain sur le site

Nous définissons un système de coordonnées orthonormé ayant pour origine le centre d'un des modules. L'axe des X est orienté vers l'Est, celui des Y vers le Nord, et l'axe des Z caractérise l'élévation.

On peut donc calculer le vecteur définissant la position du soleil,  $\vec{V}_{inc}$

Il est possible de calculer le vecteur réflexion  $\vec{V}_{réf}$  au moyen de la relation :

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

$\vec{n}$  : vecteur normal au plan des modules

Nous calculons les vecteurs « réflexion » pour chaque jour moyen du mois, toutes les 10 minutes.

Le vecteur incident, et donc le vecteur réfléchi, sont nuls lorsque la hauteur du soleil est inférieure à la hauteur du masque (pour l'azimut du soleil).

La Figure 3 permet également de visualiser le **masque lointain** constitué par le relief alentour. Les données utilisées pour le calcul du masque lointain sont issues des données SRTM diffusées par la NASA, disponibles sur ce site : <http://srtm.csi.cgiar.org/>

Le masque lointain est pris en compte dans l'analyse. Aucun rayon n'est donc réfléchi quand le soleil masqué par le relief.

### II.3. Rayons réfléchis par les modules

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

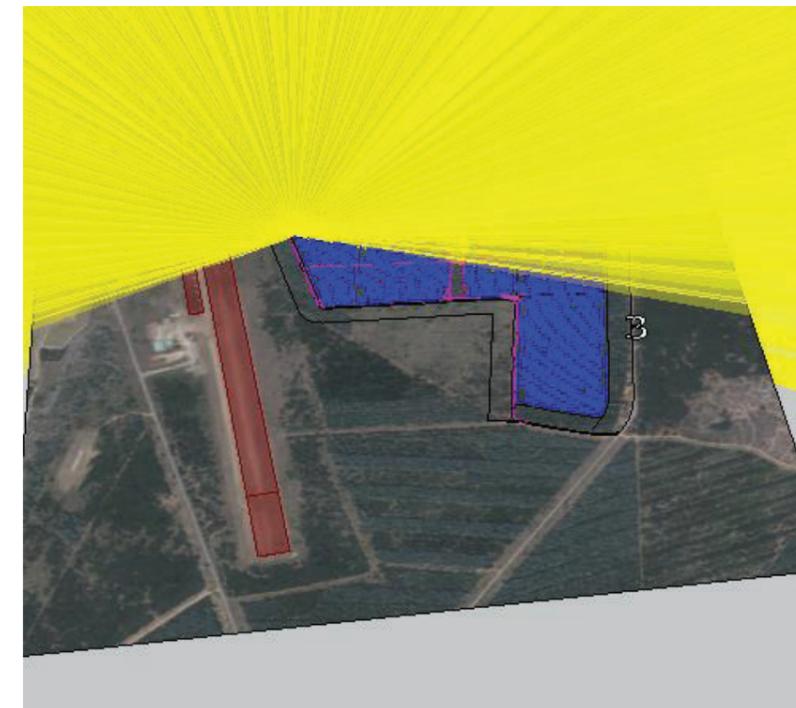


Figure 4 : Représentation 3D des rayons réfléchis sur 12 mois

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

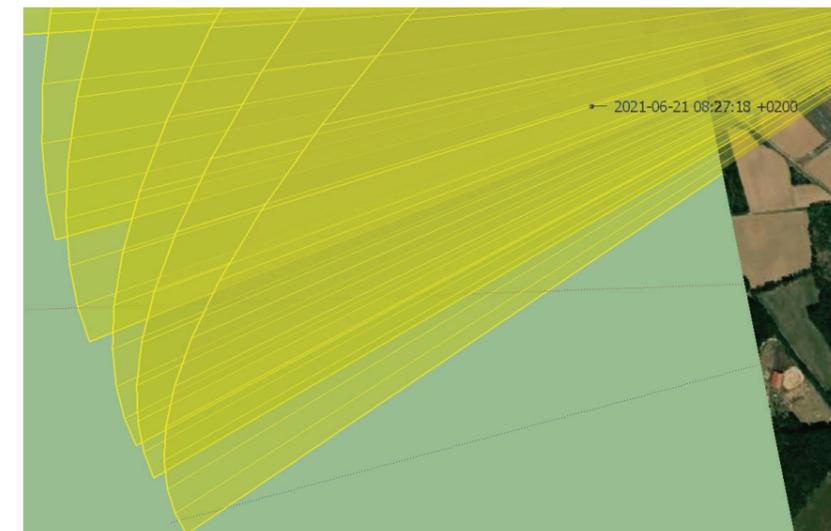


Figure 5 : Accès aux dates et heures de la représentation des rayons réfléchis

#### II.4. Topographie

La topographie entre la centrale et les pistes n'est pas prise en compte, les rayons réfléchis ne sont donc pas arrêtés par le terrain. Les dénivellations sont en effet négligeables.

#### II.5. Vérification réglementaire

L'installation est prévue sur un terrain d'environ 23,4 ha, elle est composée de 41 301 modules photovoltaïques qui représentent une puissance approximative de 22.7 MWc.

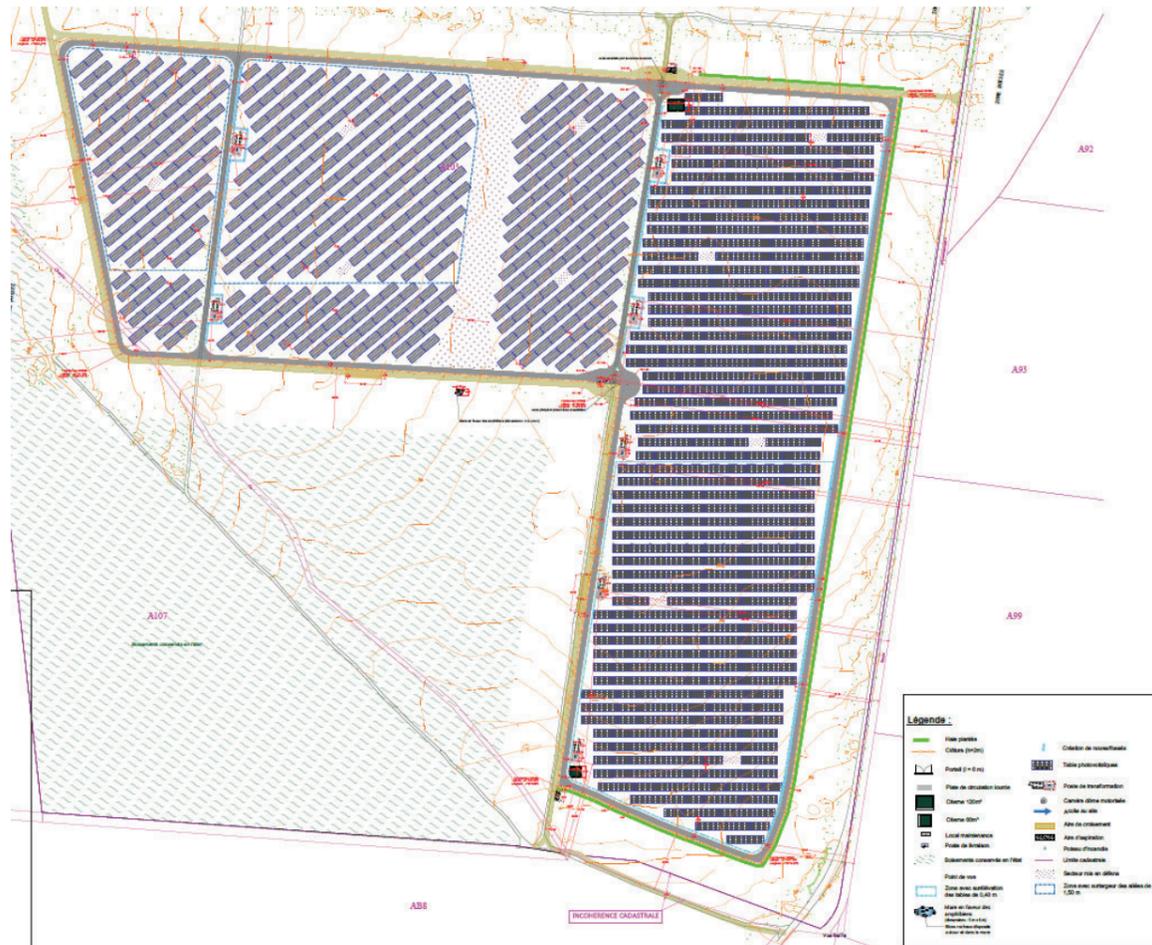


Figure 6 : implantation des modules

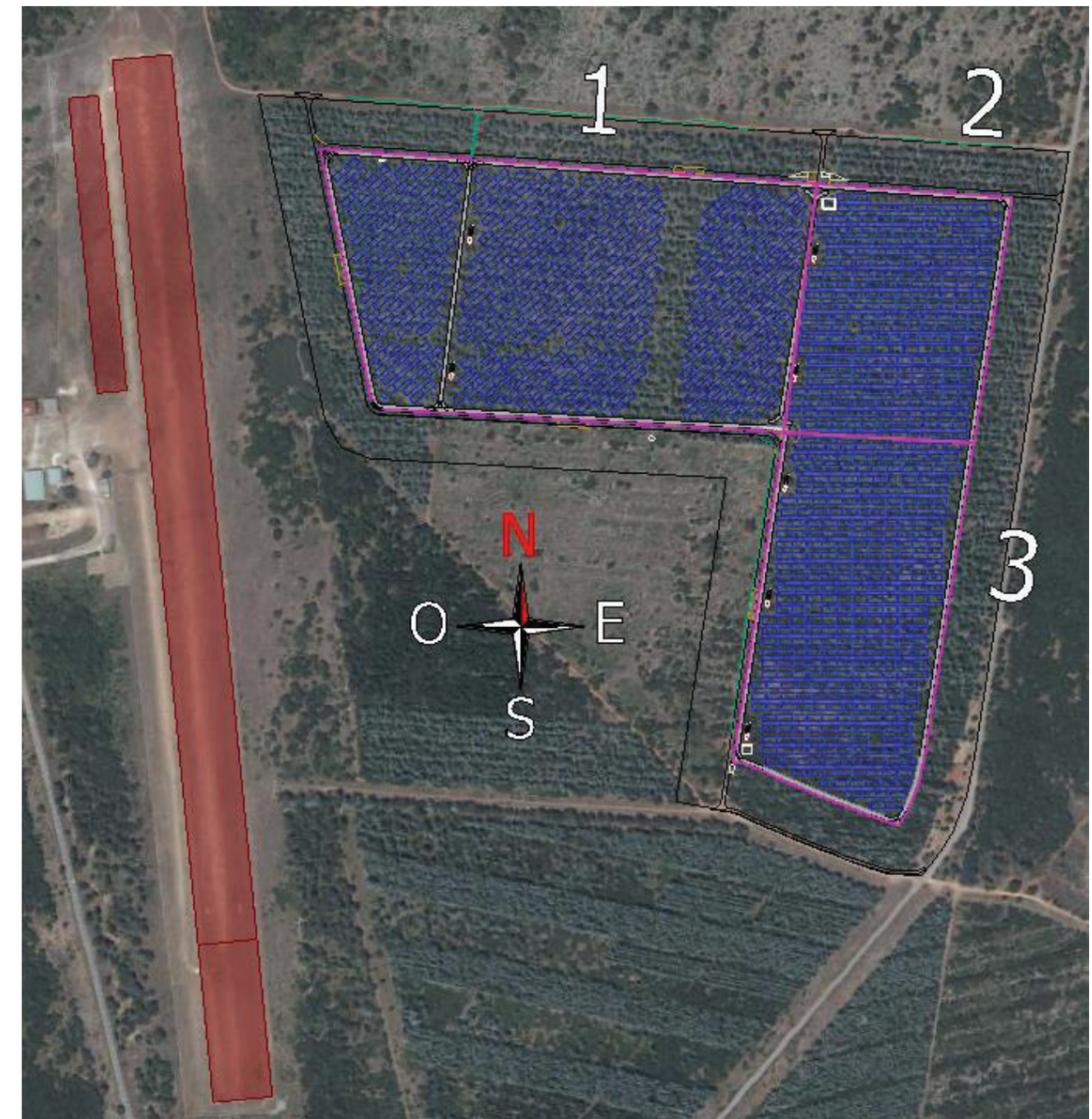


Figure 7 : implantation des modules par rapport à la piste

La centrale présente plusieurs couples d'orientation et d'inclinaison des modules.

- Secteur n°1 avec une inclinaison de 20° et une orientation de -40° (tourné vers l'Est)
- Secteur n°2 avec une inclinaison de 20° et une orientation de 0°
- Secteur n°3 avec une inclinaison de 20° et une orientation de 0°

La première étape consiste à une vérification de la zone d'emplacement de la centrale PV par rapport aux pistes. L'implantation des modules est telle que les modules les plus proches sont situés environ 150m de la piste la plus proche

La centrale étant située à moins de 3 km de l'aérodrome, la production d'un dossier portant sur le premier objectif de l'étude de sécurité (« Maîtrise de l'éblouissement ») est donc nécessaire.

**II.6. Nécessité d'argumentation d'absence d'éblouissement d'incapacité**

**II.6.1. Pistes**

L'aérodrome d'Uzès dispose d'une piste, indiquée sur la carte VAC dont un extrait est reproduit en Figure 8.

La carte VAC indique également que cet aérodrome dispose d'une « Zone hélicoptère (300 x 30 m) au nord-ouest du terrain réservée aux hélicoptères de l'État, de la Sécurité Civile et des Services d'Urgence. ». Cette « Zone Hélicoptère » est également positionnée sur la Figure 8. Comme cette « Zone Hélicoptère » n'est pas une héliport classique (avec une fiche VAC dédiée), nous avons contacté la DGAC via <https://guichet-unique-obstacles.aviation-civile.gouv.fr> afin de savoir si cette « Zone Hélicoptère » devait être prise en compte pour l'étude d'éblouissement comme une FATO classique. Un retour de la DGAC en date du 12/01/2023 nous a confirmé que c'était effectivement le cas

Cet aérodrome a donc 2 pistes à prendre en compte pour cette étude d'éblouissement :

- Piste 17-35 avec une approche Nord ( QFU : 174° ) et une approche Sud ( QFU : 354° )
- FATO avec une approche Nord ( QFU : 174° ) et une approche Sud ( QFU : 354° )

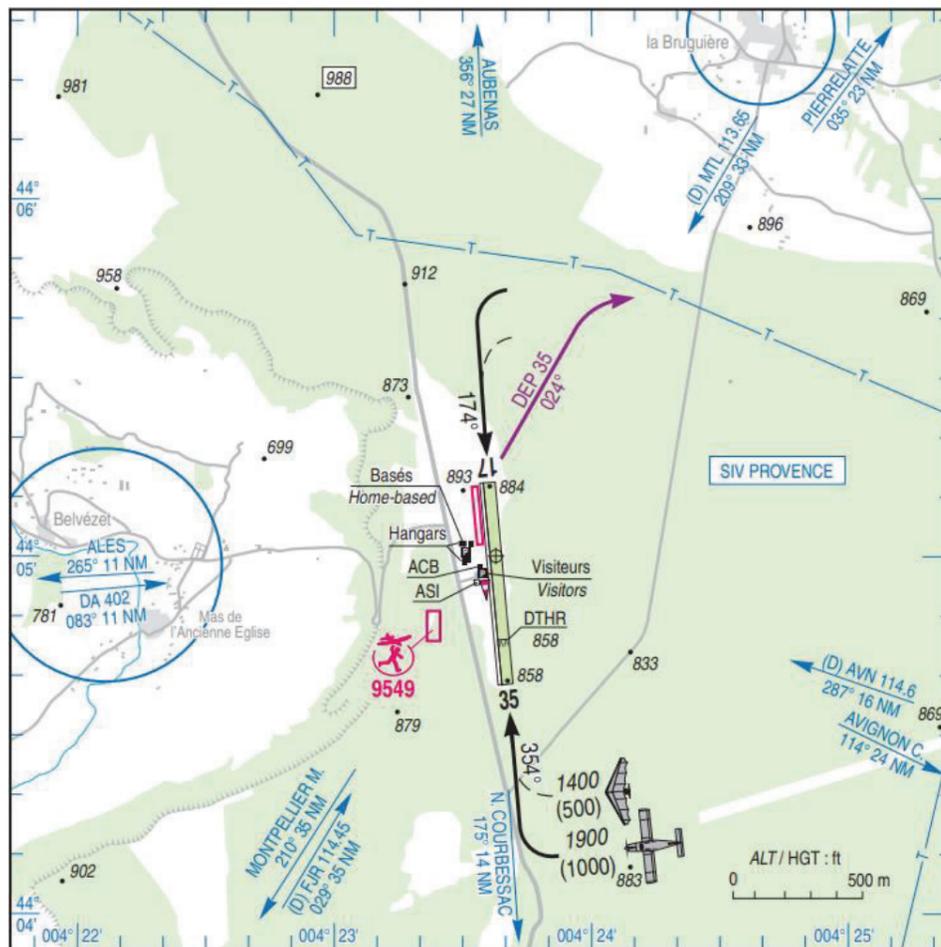


Figure 8 : extrait carte VAC

Les figures suivantes présentent la localisation de la centrale par rapport aux zones définies au § 4.3.4.3 de la NIT v5.

**• Piste 17-35**



Figure 9 : Repérage des zones « restreinte » (orange) et « élargie » (yellow) – Piste 17-35

• FATO

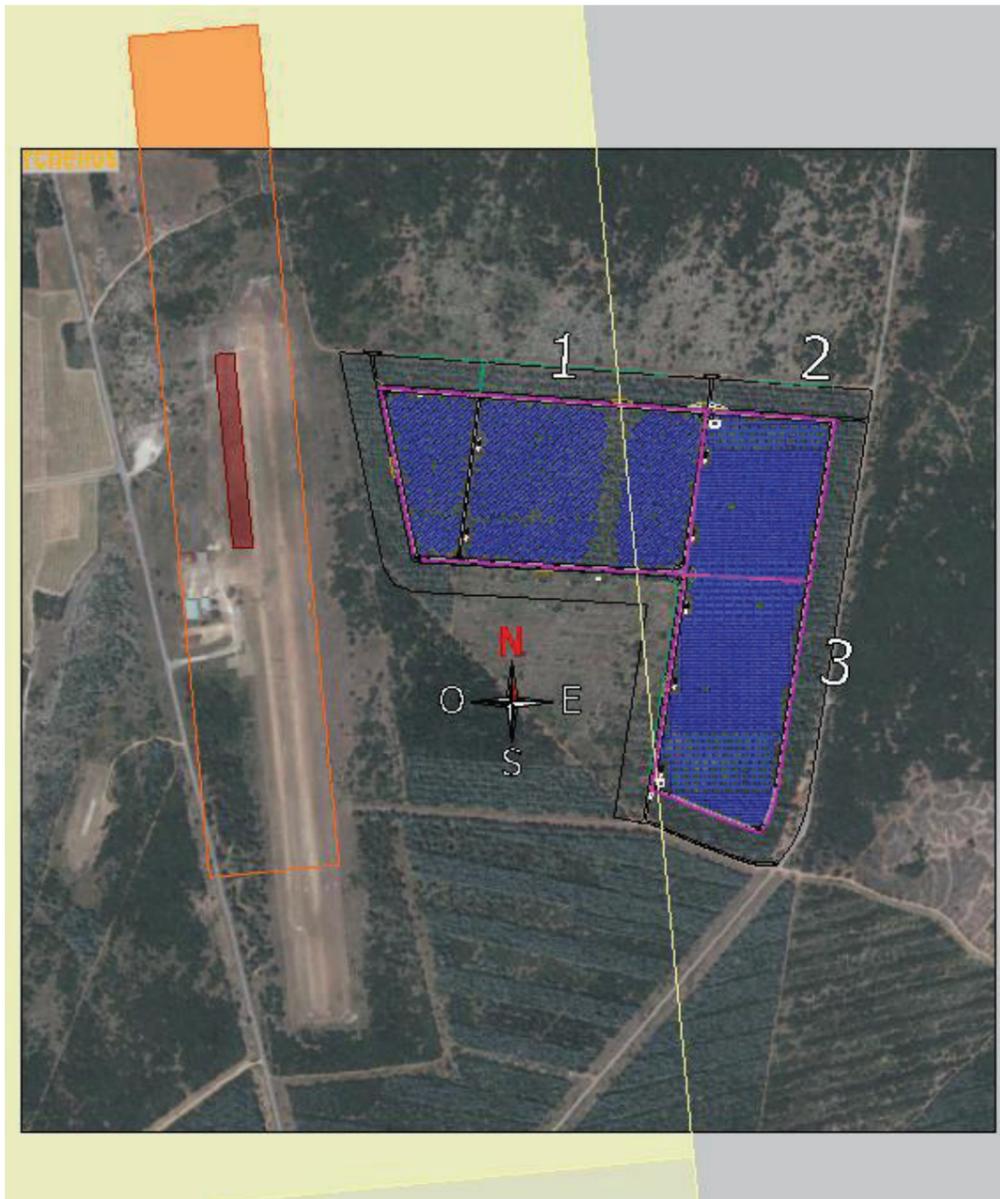


Figure 10 : Repérage des zones « restreinte » (orange) et « élargie » (yellow) – Piste FATO

La centrale, d'une surface de plus de 110 000 m<sup>2</sup> de panneaux PV (supérieure à 500 m<sup>2</sup>), est située dans la zone « élargie », une argumentation d'absence d'éblouissement d'incapacité est donc nécessaire.

### III. Analyse du risque d'éblouissement

Nous étudions le cas des rayons réfléchis par les modules pour chaque piste et approche.

Pour la Piste 17-35 : Nous considérons pour les trajectoires d'approche, conformément au § 4.3.4.4 de la NIT, une pente de 3°, depuis une distance de 3 km, jusqu'au seuil de piste

Pour la piste FATO : Nous considérons pour les trajectoires d'approche, conformément au § 4.3.4.4 de la NIT, des pentes comprises entre 2° et 8°, depuis une distance de 3 km, jusqu'au début de la FATO

Sur les vues suivantes, les zones en bleu ciel correspondent aux trajectoires d'approche ainsi modélisées

#### III.1. Secteur n°1

##### III.1.1. Piste 17-35

- Approche Nord ( QFU : 174° )

Les modules du secteur n°1 se situent en zone élargie pour l'approche Nord de la Piste 17-35.

La figure ci-dessous montre que les rayons réfléchis par les modules du secteur n°1 n'interceptent pas la trajectoire Nord de la Piste 17-35

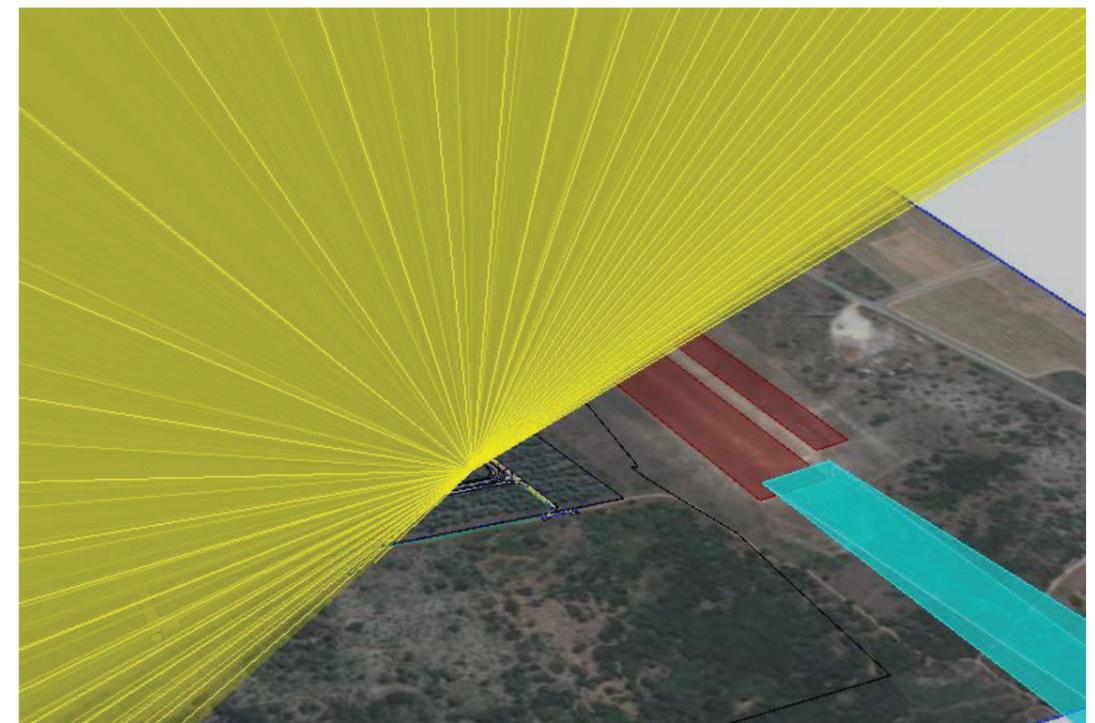


Figure 11 : Rayons réfléchis Piste 17-35 : Nord - Secteur n°1

• Approche Sud ( QFU : 354° )

Les modules du secteur n°1 se situent en zone élargie pour l'approche Sud de la Piste 17-35.

La figure ci-dessous montre que les rayons réfléchis par les modules du secteur n°1 n'interceptent pas la trajectoire Sud de la Piste 17-35

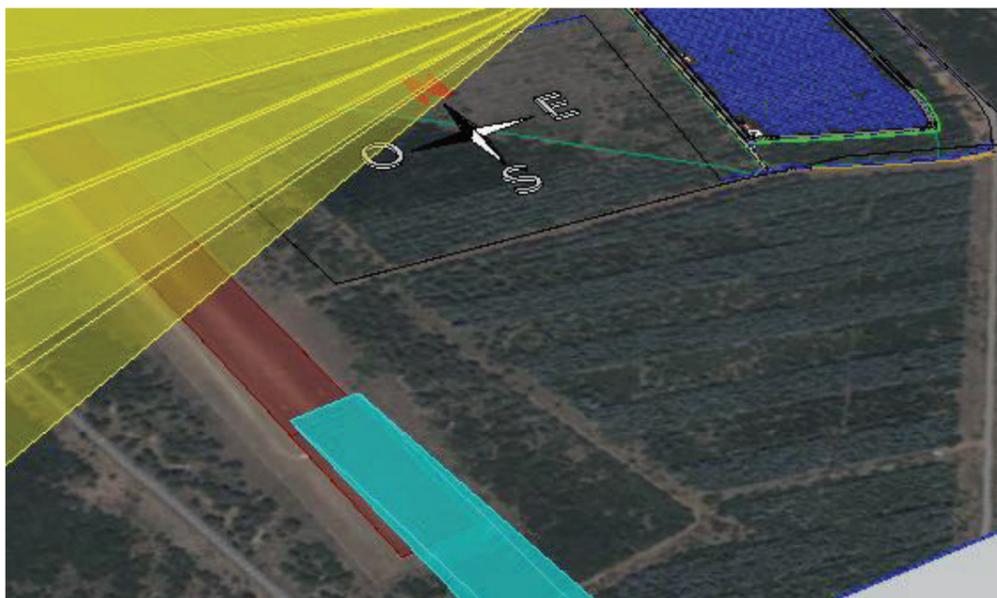


Figure 12 : Rayons réfléchis Piste 17-35 : Sud - Secteur n°1

III.1.2. Piste FATO

• Approche Nord ( QFU : 174° )

Les modules du secteur n°1 se situent en zone élargie pour l'approche Nord de la piste FATO.

La figure ci-dessous montre que les rayons réfléchis par les modules du secteur n°1 n'interceptent pas la trajectoire Nord de la piste FATO

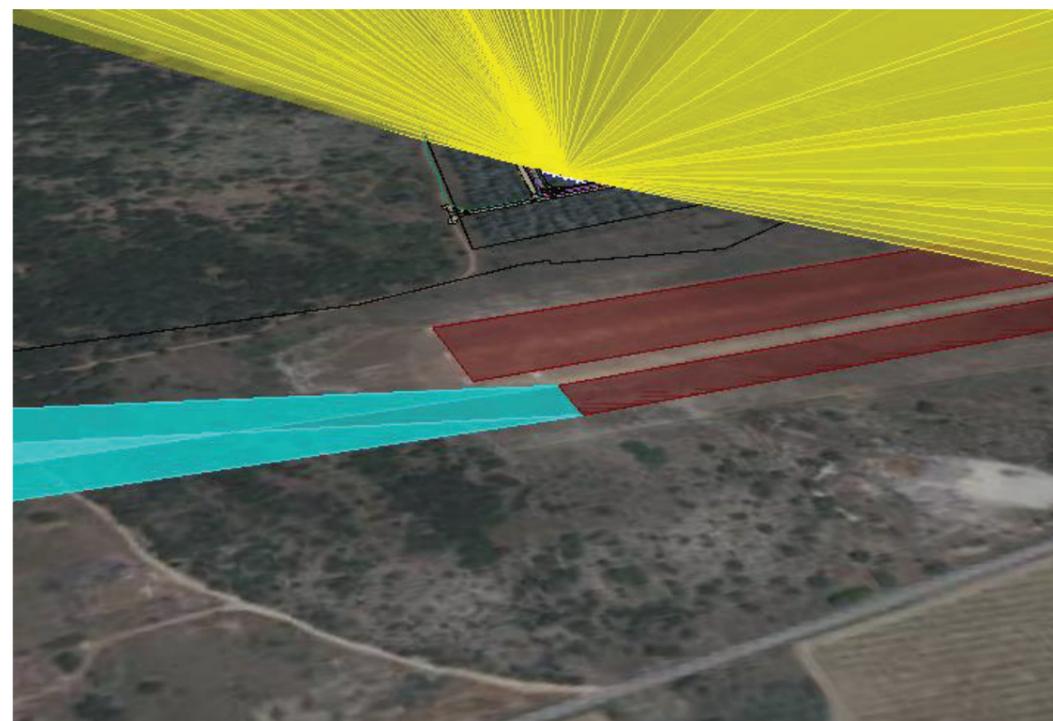


Figure 13 : Rayons réfléchis FATO : Nord - Secteur n°1

• Approche Sud ( QFU : 354° )

Les modules du secteur n°1 se situent en zone élargie pour l'approche Sud de la piste FATO.

La surface des modules du secteur n°1 est de 118 000 m<sup>2</sup>. Elle est supérieure à la limite de 50 m<sup>2</sup> définie par la DGAC dans le cas présent. La vérification de l'absence de gêne est donc nécessaire.

La figure ci-dessous montre que les rayons réfléchis par les modules du secteur n°1 interceptent les aéronefs pour l'approche Sud de la piste FATO

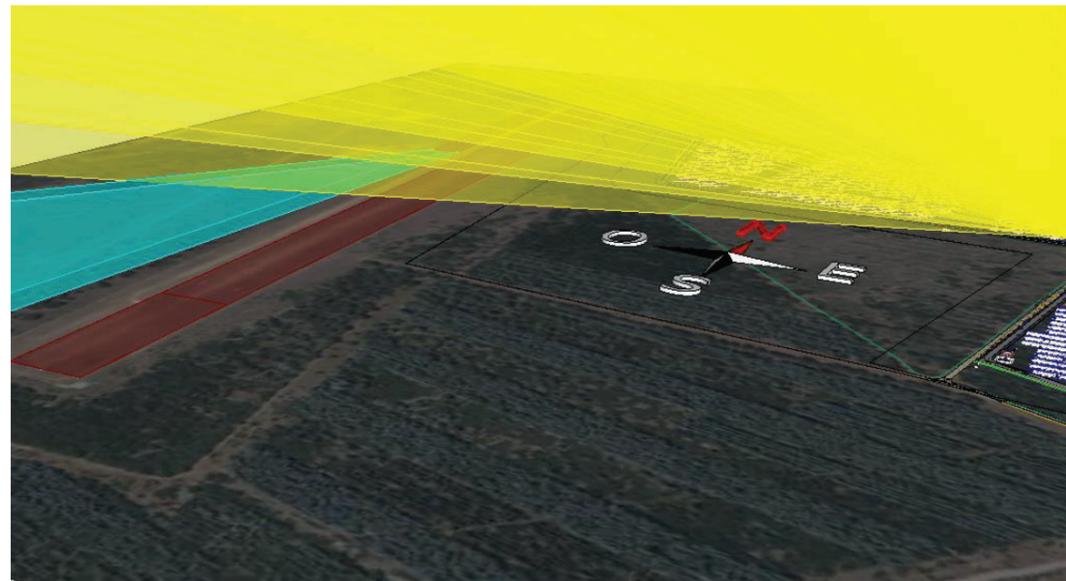


Figure 14 : Rayons réfléchis FATO : Sud - Secteur n°1

Un calcul détaillé, réalisé pour tous les jours de l'année, montre que les rayons réfléchis interceptant les aéronefs n'induisent pas d'éblouissement d'incapacité pour les pilotes dans cette approche.

Les figures et le tableau ci-dessous exposent les résultats de ces calculs.

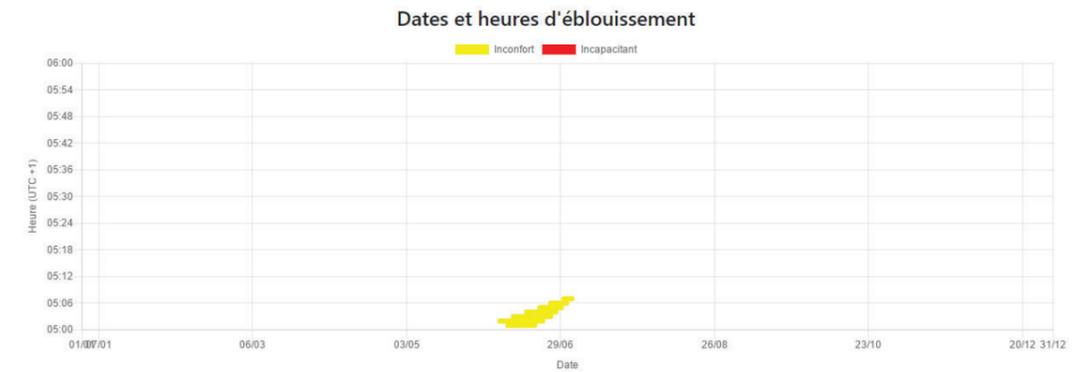


Figure 15 : Dates et heures d'éblouissement - FATO : Sud - Secteur n°1

Les éblouissements d'inconfort sont observés entre 05h00 et 05:06

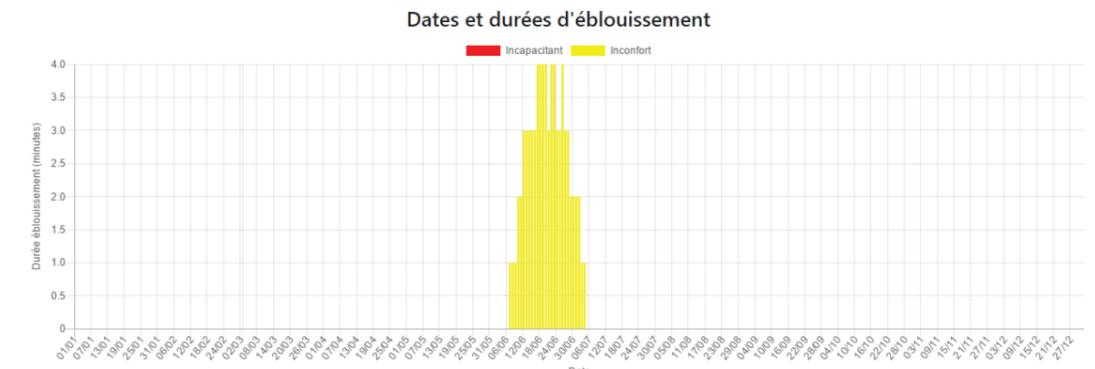


Figure 16 : Dates et durées journalières d'éblouissement - FATO : Sud - Secteur n°1

Durée éblouissement (minutes)		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Année
Cumul	Inconfort	0	0	0	0	0	69	6	0	0	0	0	0	75
	Incapacitant	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	0	0	0	0	0	69	6	0	0	0	0	0	75
Moyenne journalière	Inconfort	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	2
	Incapacitant	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	2

Tableau 3 : Durées (cumuls et moyennes) d'éblouissement (en minutes) - FATO : Sud - Secteur n°1

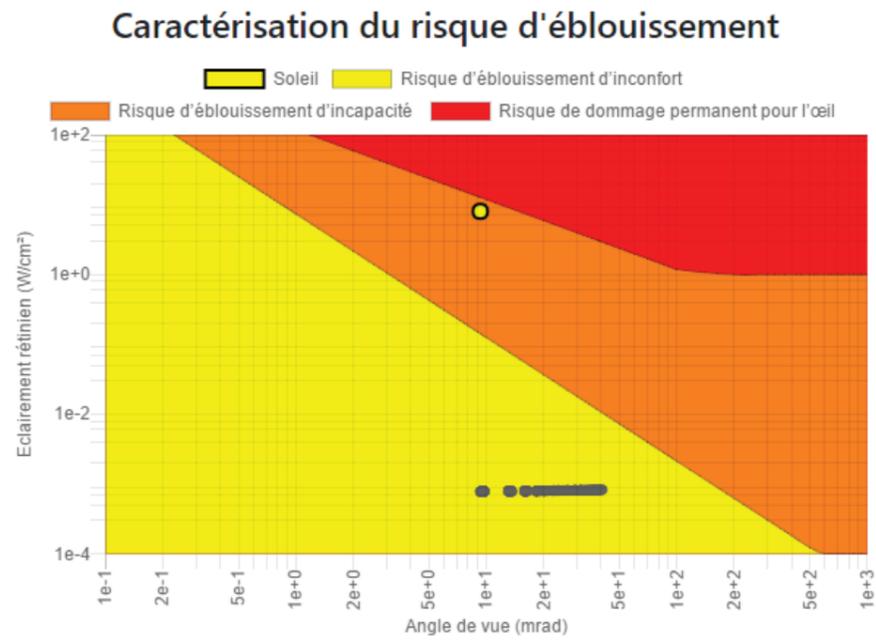


Figure 17 : Diagramme d'impact oculaire permettant de caractériser le risque d'éblouissement - FATO : Sud - Secteur n°1

III.1.3. Conclusion - Secteur n°1

Le secteur n°1 ne présente donc pas de risque d'éblouissement

III.2. Secteur n°2

III.2.1. Piste 17-35

- Approche Nord ( QFU : 174° )

Les modules du secteur n°2 se situent en zone élargie pour l'approche Nord de la Piste 17-35.

La figure ci-dessous montre que les rayons réfléchis par les modules du secteur n°2 n'interceptent pas la trajectoire Nord de la Piste 17-35.

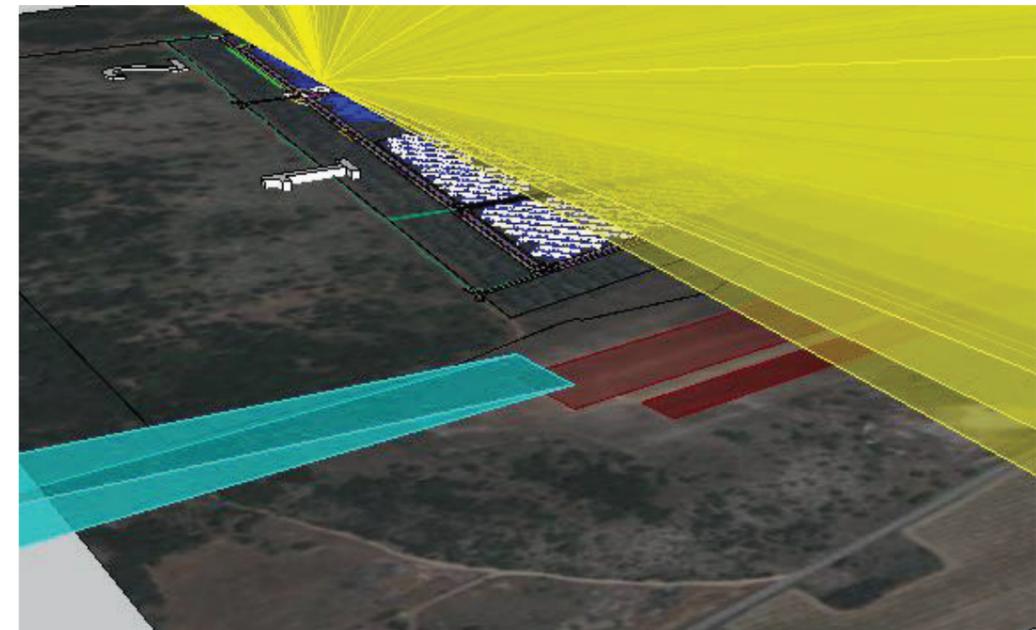


Figure 18 : Rayons réfléchis Piste 17-35 : Nord - Secteur n°2

- Approche Sud ( QFU : 354° )

Les modules du secteur n°2 se situent en zone élargie pour l'approche Sud de la Piste 17-35.

La figure ci-dessous montre que les rayons réfléchis par les modules du secteur n°2 n'interceptent pas la trajectoire Sud de la Piste 17-35.

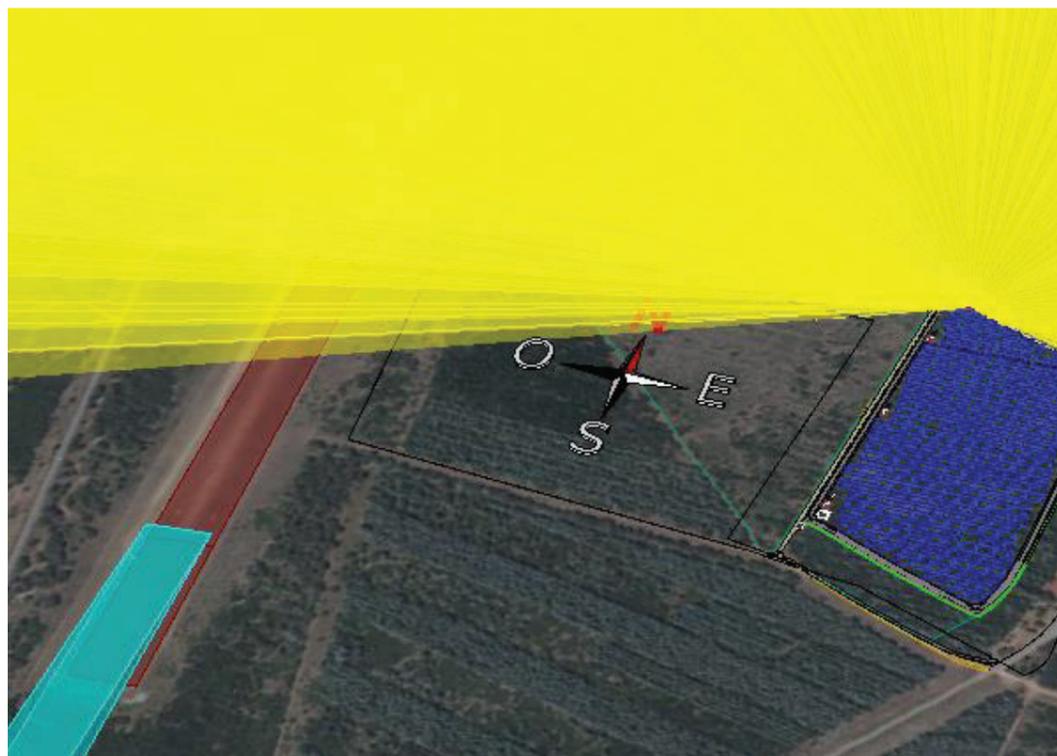


Figure 19 : Rayons réfléchis Piste 17-35 : Sud - Secteur n°2

### III.2.2. Piste FATO

Les modules du secteur n°2 se situent en dehors de toute zone (voir sur la Figure 10 : Repérage des zones « restreinte » (orange) et « élargie » (jaune) – Piste FATO) pour les approches Nord et Sud de la piste FATO : il n'y a donc pas de risque d'éblouissement.

### III.2.3. Conclusion - Secteur n°2

**Le secteur n°2 ne présente donc pas de risque d'éblouissement**

### III.3. Secteur n°3

#### III.3.1. Piste 17-35

- Approche Nord ( QFU : 174° )

Les modules du secteur n°3 se situent en zone élargie pour l'approche Nord de la Piste 17-35.

La figure ci-dessous montre que les rayons réfléchis par les modules du secteur n°3 n'interceptent pas la trajectoire Nord de la Piste 17-35

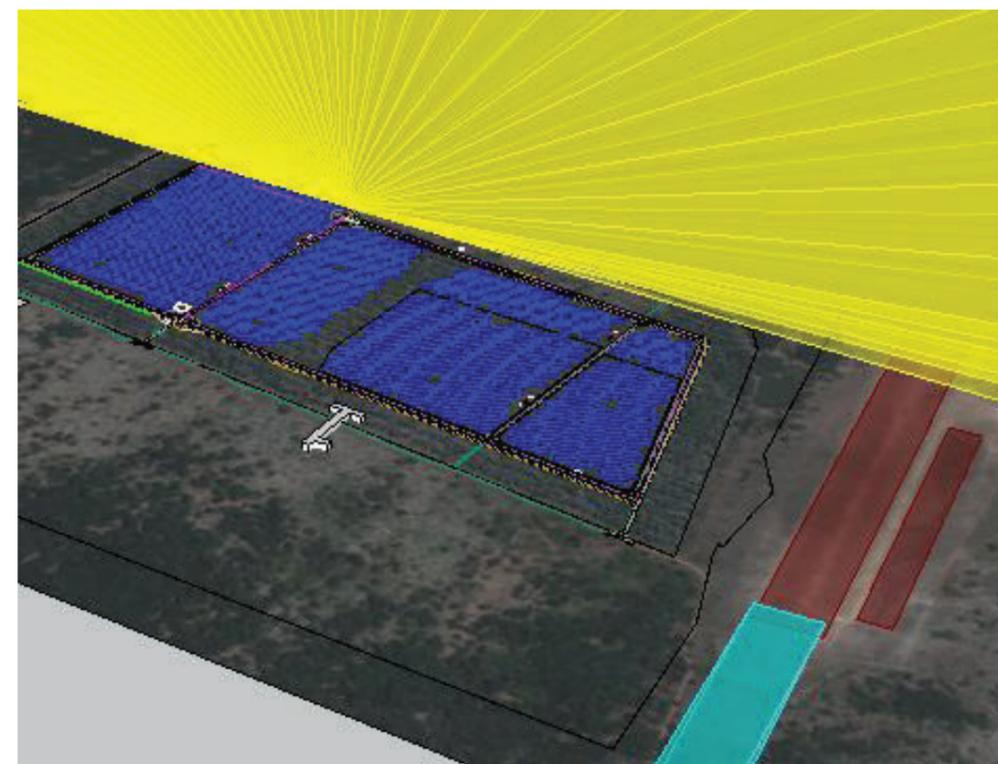


Figure 20 : Rayons réfléchis Piste 17-35 : Nord - Secteur n°3

• Approche Sud ( QFU : 354° )

Les modules du secteur n°3 se situent en zone élargie pour l'approche Sud de la Piste 17-35.

La surface des modules du secteur n°3 est de plus de 70 000 m<sup>2</sup>. Elle est supérieure à la limite de 50 m<sup>2</sup> définie par la DGAC dans le cas présent. La vérification de l'absence de gêne est donc nécessaire.

La figure ci-dessous montre que les rayons réfléchis par les modules du secteur n°3 interceptent les aéronefs pour l'approche Sud de la Piste 17-35

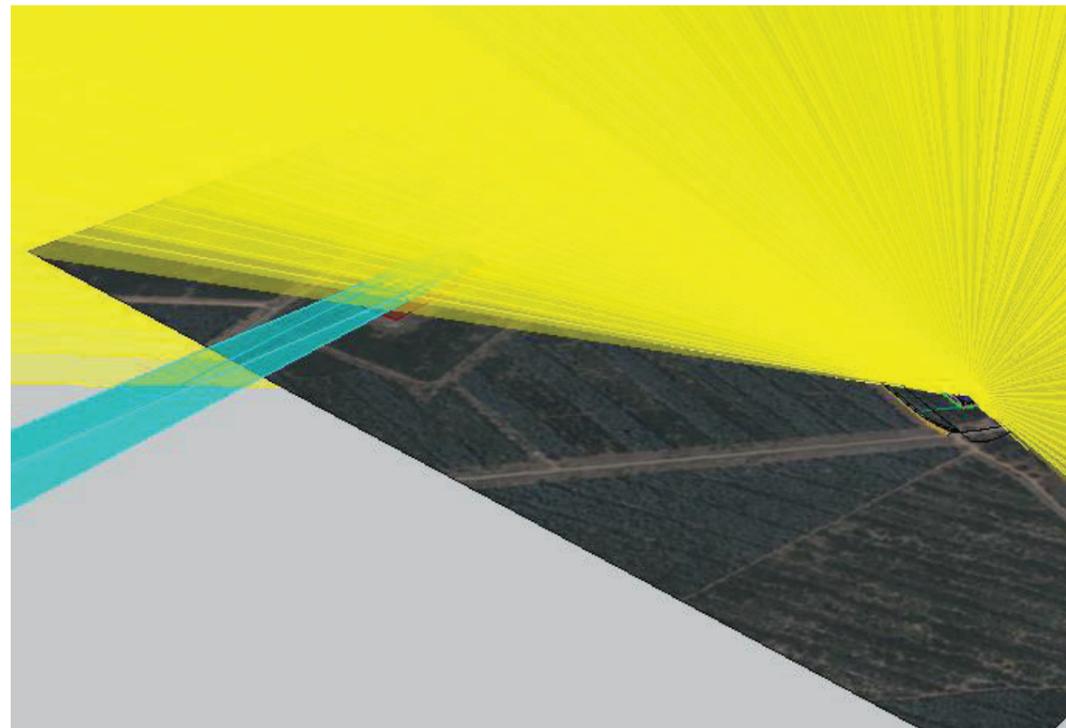


Figure 21 : Rayons réfléchis Piste 17-35 : Sud - Secteur n°3

Un calcul détaillé, réalisé pour tous les jours de l'année, montre que les rayons réfléchis interceptant les aéronefs n'induisent pas d'éblouissement d'incapacité pour les pilotes dans cette approche.

Les figures et le tableau ci-dessous exposent les résultats de ces calculs.

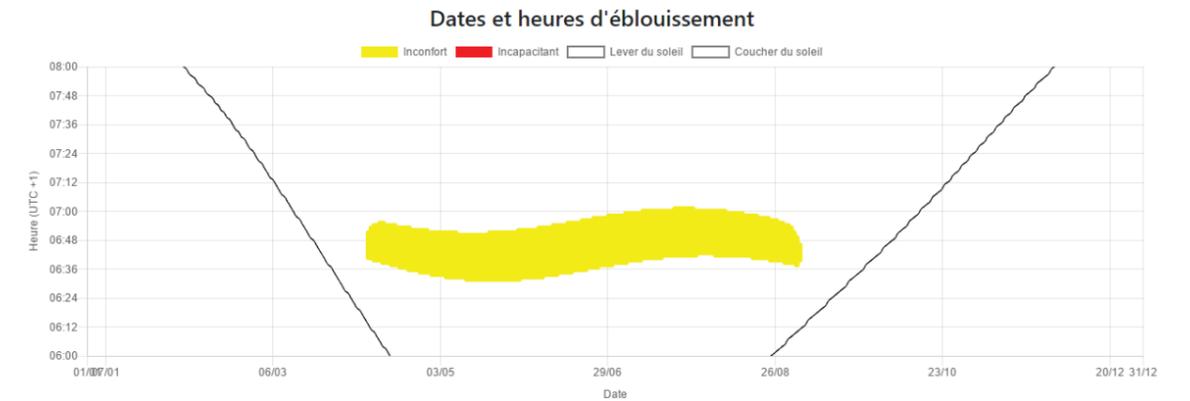


Figure 22 : Dates et heures d'éblouissement - Piste 17-35 : Sud - Secteur n°3

Les éblouissements d'inconfort sont observés entre 06h31 et 07:00.

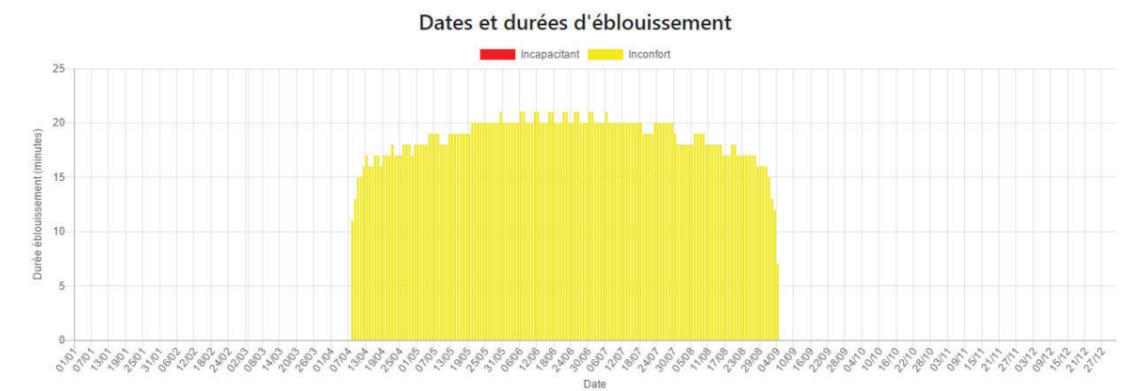


Figure 23 : Dates et durées journalières d'éblouissement - Piste 17-35 : Sud - Secteur n°3

Durée éblouissement (minutes)		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Année
Cumul	Inconfort	0	0	0	378	595	611	615	544	47	0	0	0	2790
	Incapacitant	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Total</b>	0	0	0	378	595	611	615	544	47	0	0	0	2790
Moyenne journalière	Inconfort	0	0	0	16	19	20	19	17	11	0	0	0	18
	Incapacitant	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Total</b>	0	0	0	16	19	20	19	17	11	0	0	0	18

Tableau 4 : Durées (cumuls et moyennes) d'éblouissement (en minutes) - Piste 17-35 : Sud - Secteur n°3

### Caractérisation du risque d'éblouissement

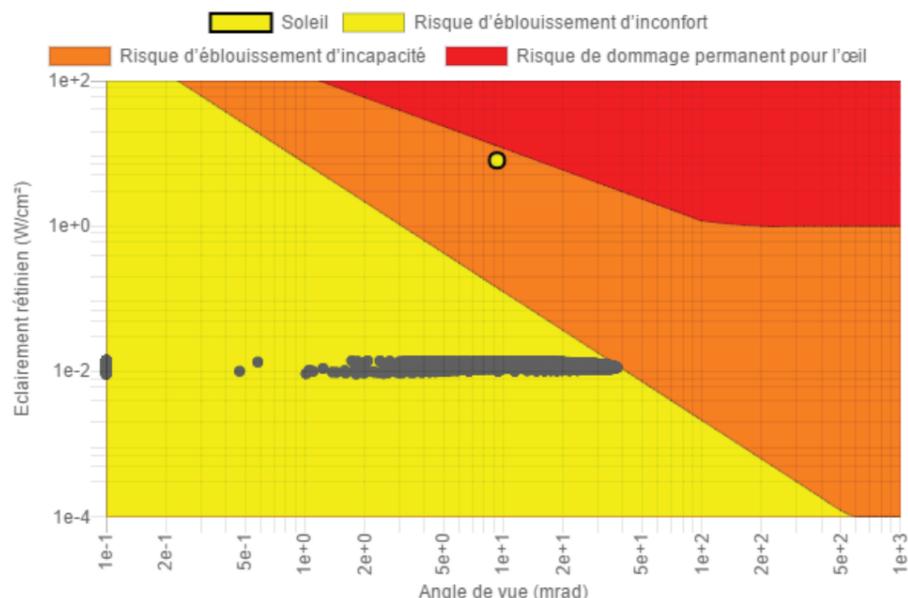


Figure 24 : Diagramme d'impact oculaire permettant de caractériser le risque d'éblouissement - Piste 17-35 : Sud - Secteur n°3

#### III.3.2. Piste FATO

Les modules du secteur n°3 se situent en dehors de toute zone (voir sur la Figure 10 : Repérage des zones « restreinte » (orange) et « élargie » (jaune) – Piste FATO) pour les approches Nord et Sud de la piste FATO : il n'y a donc pas de risque d'éblouissement.

#### III.3.3. Conclusion - Secteur n°3

Le secteur n°3 ne présente donc pas de risque d'éblouissement

### IV. Annexes

#### IV.1. Carte VAC

**ATTERRISSAGE A VUE**  
*Visual landing*

Usage restreint  
 Restricted use  
 09 SEP 2021

**UZES**  
 AD 2 LFNU ATT 01

	<b>ALT AD : 884 (32 hPa)</b> LAT : 44 05 01 N LONG : 004 23 38 E	<b>LFNU</b> VAR : 2° E (20)
--	--	--------------------------------

APP : NIL  
 TWR : NIL  
 A/A : 123.500



RWY	QFU	Dimensions Dimension	Nature Surface	Résistance Strength	TODA	ASDA	LDA
17	174	1060 x 60	Non revêtue Unpaved	-	900 (1)	1060	1060
35	354	1060 x 60	Non revêtue Unpaved	-	1060	1060	900

(1) Voir/See TXT 01  
 Aides lumineuses : NIL

Lighting aids : NIL

### IV.2. Hypothèses du calcul détaillé

Le calcul est réalisé pour tous les jours de l'année, toutes les minutes de l'heure de lever du soleil à son coucher.

La trajectoire d'approche est définie selon le type d'aéronef, comme :

- pour les avions : un segment d'une longueur de 3 km ayant pour origine un point situé à 15 mètres au-dessus du seuil de piste et dont l'angle avec le plan horizontal est de 3° (sauf mention contraire).
- pour les hélicoptères : plusieurs segments d'une longueur de 3 km ayant pour origine le début de la FATO et dont les angles avec le plan horizontal sont compris entre 2° et 8°, tous les degrés d'angle, soit 7 trajectoires d'approche.

La vérification de l'interception est faite tous les 2 m sur ce(s) segment(s).

Le rayon réfléchi à un instant t est modélisé par un cône dont l'ouverture est de 87,9 mrad. Cette valeur correspond à ce que donne [1] pour un module doté d'un verre non texturé sans couche anti-reflet. C'est une hypothèse conservatrice.

Lorsqu'une interception sous un angle inférieur à 30° ou 90° (selon la localisation de la centrale et de l'avion), un risque d'éblouissement est identifié. La distinction entre éblouissement d'inconfort et d'incapacité est alors réalisée selon la méthodologie décrite dans [1] et [2]. Elle consiste à calculer l'éclairement rétinien et l'angle de vue de la source (l'installation photovoltaïque) et à les positionner sur un diagramme de risque reproduit sur la figure ci-dessous.

Si le point est situé dans la zone de « low potential for after-image » (en vert), l'éblouissement sera dit d'inconfort et s'il est dans la zone de « potential for after-image » (en jaune), il sera dit d'incapacité (« potential for after-image »).

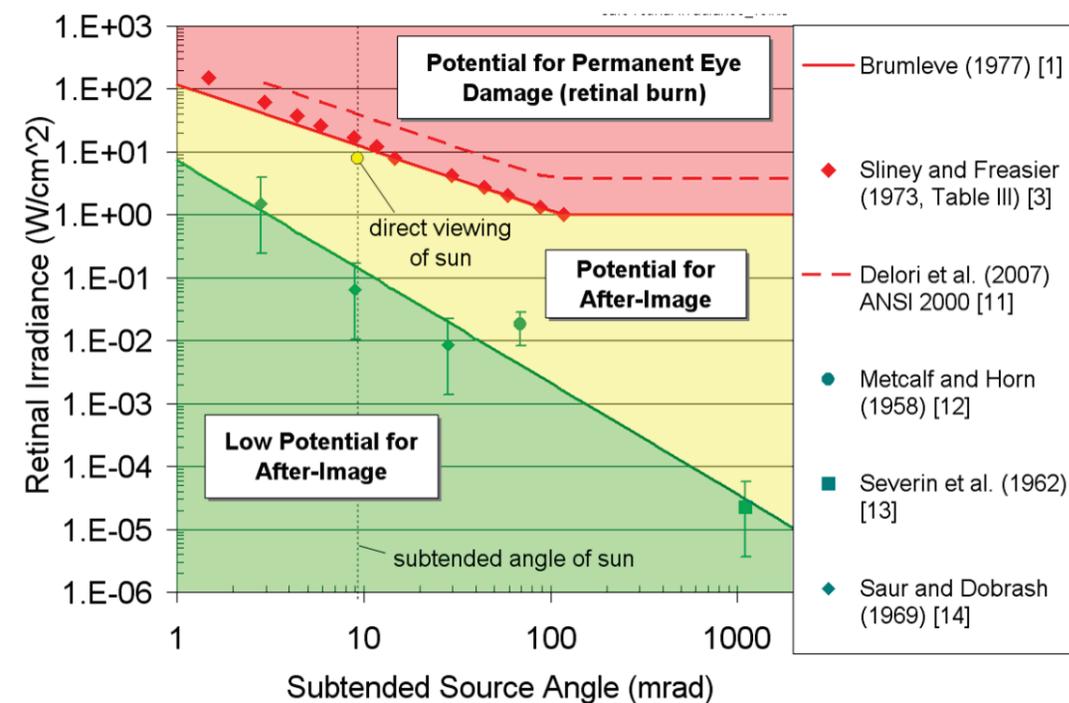


Figure 25 : diagramme de risque, issu de [2]

La vision directe du soleil est en zone jaune. Dans le cas d'une installation photovoltaïque, exempte de concentration optique, il est donc impossible de se situer dans la zone rouge.

Les différences notables avec le calcul décrit dans [1] sont les suivantes :

- L'algorithme permettant de calculer la position du soleil est celui du NREL : Solar Position Algorithm [3]
- Le calcul du DNI, à partir duquel est calculé l'éclairement rétinien, est réalisé grâce au modèle SMARTS2 [4], avec les paramètres suivants :
  - Climat : « mid latitude »
  - Zone : « rural »

Concernant les caractéristiques de réflexion des modules, comme indiqué précédemment, l'hypothèse conservatrice d'un module doté d'un verre non texturé sans couche anti-reflet a été retenue. Le coefficient de réflexion, fonction de l'angle d'incidence, donné dans [1], est reproduit ci-dessous.

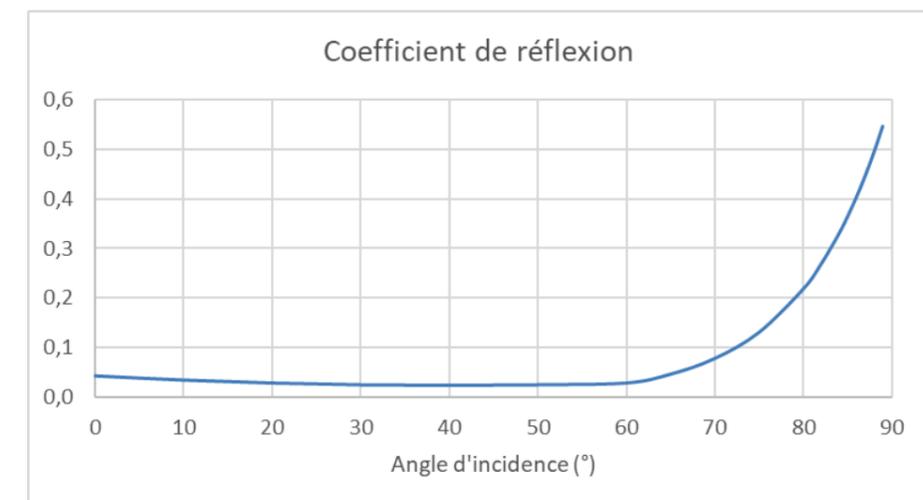


Figure 26 : coefficient de réflexion en fonction de l'angle d'incidence pour un verre non texturé sans couche anti-reflet (d'après [1])

## V. Références

- [1] Solar Glare Hazard Analysis Tool (SGHAT) Technical Reference Manual, March 2015
- [2] Ho et al, Methodology to Assess Potential Glint and Glare Hazards From Concentrating Solar Power Plants : Analytical Models and Experimental Validation, Journal of Solar Energy Engineering, August 2011, Vol. 133
- [3] Reda, I. and Andreas, A. Solar Position Algorithm for Solar Radiation Applications. NREL Report No. TP-560-34302. Revised January 2008
- [4] Gueymard, C., SMARTS2, A Simple Model of the Atmospheric Radiative Transfer of Sunshine: Algorithms and performance assessment, December 1995

## ANNEXES

**ANNEXE 1 – Avis de la DGAC du 21/04/2023**

---

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

Considérant que l'argumentaire fourni dans le dossier de demande repose sur une étude d'éblouissement établie selon les critères énoncés dans la version n°4 de la NIT du 27/07/2011, or ces critères ne sont plus valables depuis le 10/11/2022 date de la version n°5 de cette dernière qui stipule que tout projet d'une superficie supérieure à 500 m<sup>2</sup> dans un rayon de 3 km autour d'une plateforme (aérodrome ou héliport) doit faire la preuve d'une absence d'éblouissement incapacitant.

J'émet donc un avis défavorable à cette demande.

Cet avis pourra être rendu favorable à réception d'un argumentaire conforme à ce qui est demandé dans la NIT V5 du 10/11/2022.

Je vous prie d'agréer, Madame, Monsieur, l'assurance de ma considération distinguée.

**Christian  
BERASTEGUI-  
VIDALLE**  
christian.berastegui-  
vidalle.dgac  
Signature numérique de  
Christian BERASTEGUI-  
VIDALLE  
christian.berastegui-  
vidalle.dgac  
Date : 2023.04.25  
17:59:06 +02'00'

**Direction générale de l'Aviation civile**

Mérignac, le 21 avril 2023.

**Service national d'Ingénierie aéroportuaire**  
« Construire ensemble, durablement »

**SNIA Sud-Ouest**  
Bureau Instruction des Servitudes Aéronautiques

URBA 123

**Réf. : N° 20079**  
**Affaire suivie par :** Raphaëlle INSA  
[snia-ds-bordeaux-bf@aviation-civile.gouv.fr](mailto:snia-ds-bordeaux-bf@aviation-civile.gouv.fr)  
Tél. : 06 27 29 22 22

Via la plateforme internet Guichet  
Unique Urbanisme et Obstacles pour  
la circulation aérienne

**Objet :** Projet Photovoltaïque – La Bruguière (30).

Madame, Monsieur,

Par demande citée en référence, vous sollicitez un avis concernant un projet dont vous trouverez un récapitulatif ci-dessous :

type	photovoltaïque				
statut	Permis de construire				
numero_eventuel	PC 030 056 20 R0009 - La Bruguière (30580) lieu-dit "Les Bois d'en Bas"				
surface_totale_projet	238000				
latitude	44°5'3.910"N				
longitude	4°24'2.190"E				
alt. Sol (m NGF)	265				
haut. obs. (m)	3,8				
alt. Sommet (m NGF)	268,8				
commune	LA BRUGUIERE 30				

Le projet est concerné par le plan de dégagement de l'aérodrome (PDA) d'Uzès.

Après analyse, il ressort que le projet respecte les contraintes de hauteur imposées par le PDA sus-visé.

Par ailleurs, étant situé à moins de 3 km de cet aérodrome il convient de prendre en compte les dispositions relatives aux avis de la DGAC sur les projets d'installations de panneaux photovoltaïques à proximité des aérodromes issus de la note d'information technique du 10 novembre 2022. Cette note est accessible sur le site du ministère de la Transition Écologique :

[https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/3\\_2\\_NIT\\_Photovoltaïque\\_V5\\_signee\\_10nov2022.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/3_2_NIT_Photovoltaïque_V5_signee_10nov2022.pdf)

Cette nouvelle note précise qu'il convient de fournir :

- **une argumentation d'absence d'éblouissement d'incapacité pour les pilotes ;**

.../...

**ANNEXE 2 – Avis de la DGAC du 16/05/2023**

---

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

Considérant que l'argumentaire fourni en date du 11/05/2023 est conforme aux exigences de la NIT V5 du 10/11/2022.

J'émet un avis favorable à cette demande.

Je vous prie d'agréer, Madame, Monsieur, l'assurance de ma considération distinguée.

**Direction générale de l'Aviation civile**

**Service national d'Ingénierie aéroportuaire**  
« Construire ensemble, durablement »

SNIA Sud-Ouest  
Bureau Instruction des Servitudes Aéronautiques

URBA 123

poubeau.romain@urbasolar.com

Réf. : N° 20079-2

Affaire suivie par : Raphaëlle INSA  
[snia-ds-bordeaux-bf@aviation-civile.gouv.fr](mailto:snia-ds-bordeaux-bf@aviation-civile.gouv.fr)  
Tél. : 06 27 29 22 22

Christian  
BERASTEGUI-  
VIDALLE  
christian.beraste  
gui-vidalle.dgac

Signature numérique  
de Christian  
BERASTEGUI-VIDALLE  
christian.berastegui-  
vidalle.dgac  
Date : 2023.05.16  
17:28:06 +02'00'

**Objet** : Projet Photovoltaïque – La Bruguière (30).

Madame, Monsieur,

Par demande citée en référence, et suite à notre avis défavorable du 21/04/2023, vous sollicitez un nouvel avis concernant un projet dont vous trouverez un récapitulatif ci-dessous :

type	photovoltaïque				
statut	Permis de construire				
numero_eventuel	PC 030 056 20 R0009 - La Bruguière (30580) lieu-dit "Les Bois d'en Bas"				
surface_totale_projet	238000				
latitude	44°5'3.910"N				
longitude	4°24'2.190"E				
alt. Sol (m NGF)	265				
haut. obs. (m)	3,8				
alt. Sommet (m NGF)	268,8				
commune	LA BRUGUIERE 30				

Le projet est concerné par le plan de dégagement de l'aérodrome (PDA) d'Uzès.

Après analyse, il ressort que le projet respecte les contraintes de hauteur imposées par le PDA sus-visé.

Par ailleurs, étant situé à moins de 3 km de cet aérodrome il convient de prendre en compte les dispositions relatives aux avis de la DGAC sur les projets d'installations de panneaux photovoltaïques à proximité des aérodromes issus de la note d'information technique du 10 novembre 2022. Cette note est accessible sur le site du ministère de la Transition Écologique :

[https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/3\\_2\\_NIT\\_Photovoltaïque\\_V5\\_signee\\_10nov2022.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/3_2_NIT_Photovoltaïque_V5_signee_10nov2022.pdf)

Cette nouvelle note précise qu'il convient de fournir :

- **une argumentation d'absence d'éblouissement d'incapacité pour les pilotes ;**

.../...