

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'angle² entre rayons réfléchis et l'axe du regard du pilote, le cas échéant. Les angles retenus pour déterminer l'absence ou non d'un éblouissement d'incapacité sont ceux qui figurent dans la précédente NIT (v4) :
 - Pour un projet en zone A, l'angle doit être supérieur à 30° ;
 - Pour un projet en zone B ou C, l'angle doit être supérieur à 90°, quand l'aéronef est en zone B ou C. Si l'aéronef est en zone A, l'angle doit être supérieur à 30° ;

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. § V.2).

III.2. Calcul du vecteur Réflexion

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

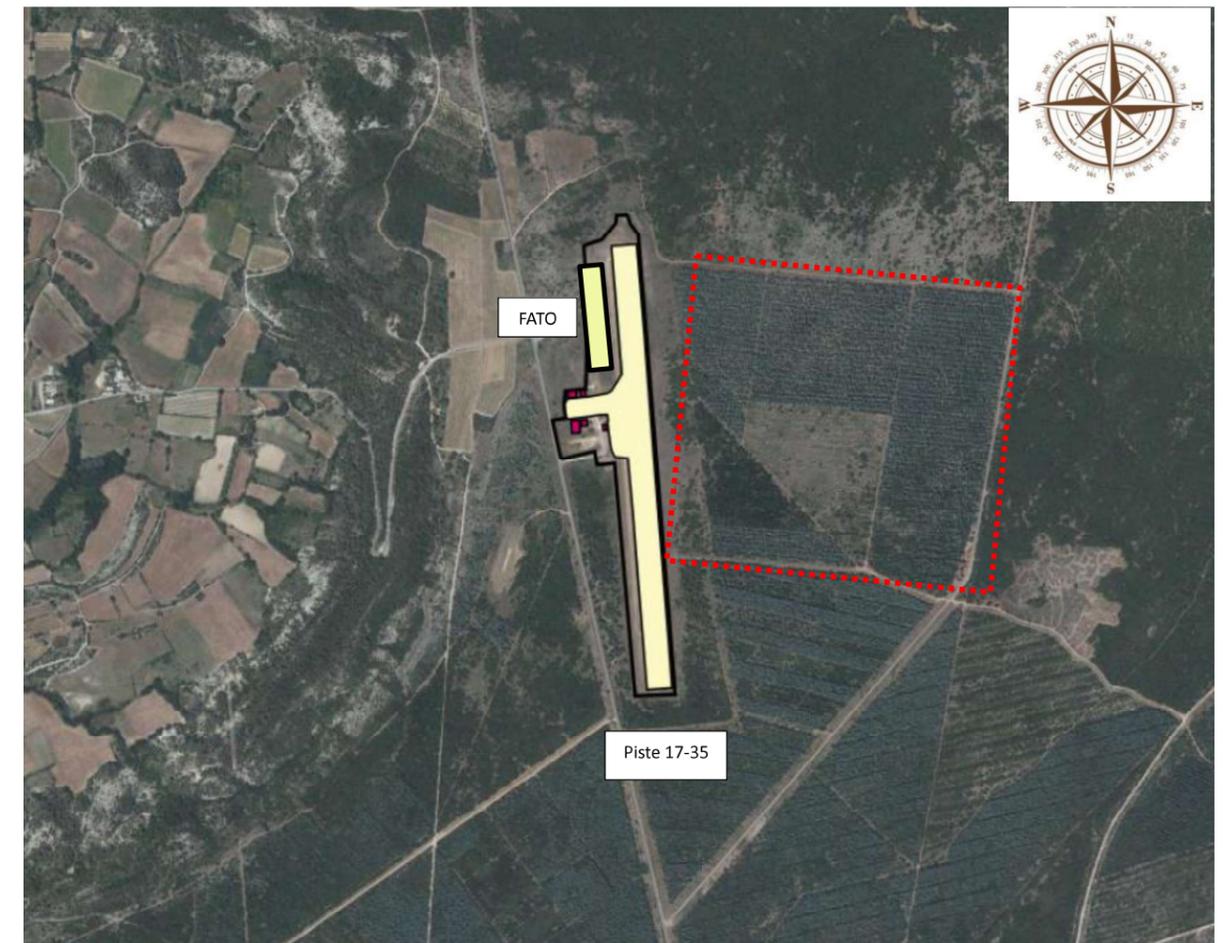


Figure 2 : Localisation des pistes (Piste 17-35 et FATO) par rapport au projet

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.

² 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}_{ref} au moyen de la relation :

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

\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.

III.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.

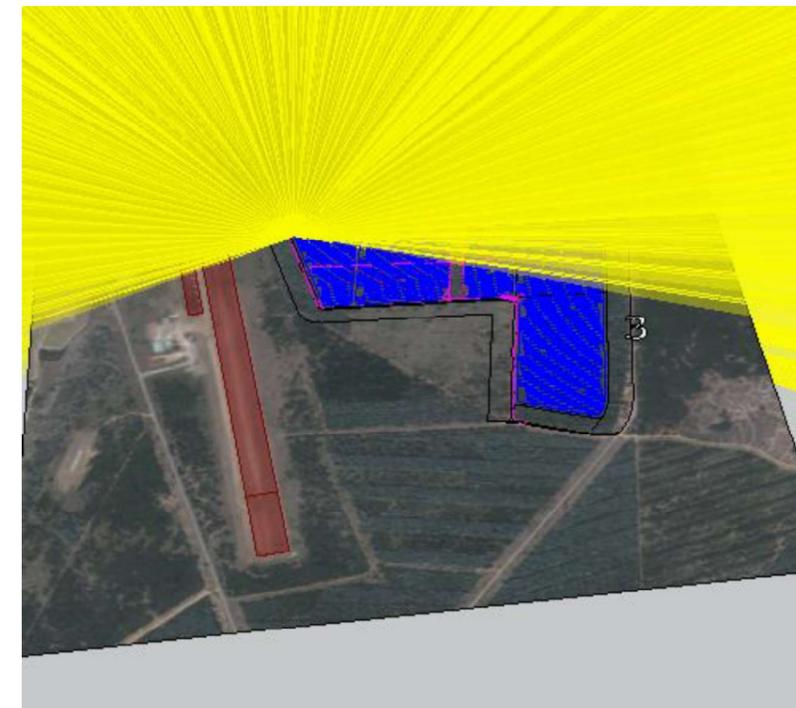


Figure 4 : Représentation 3D des rayons réfléchis sur 12 mois

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.

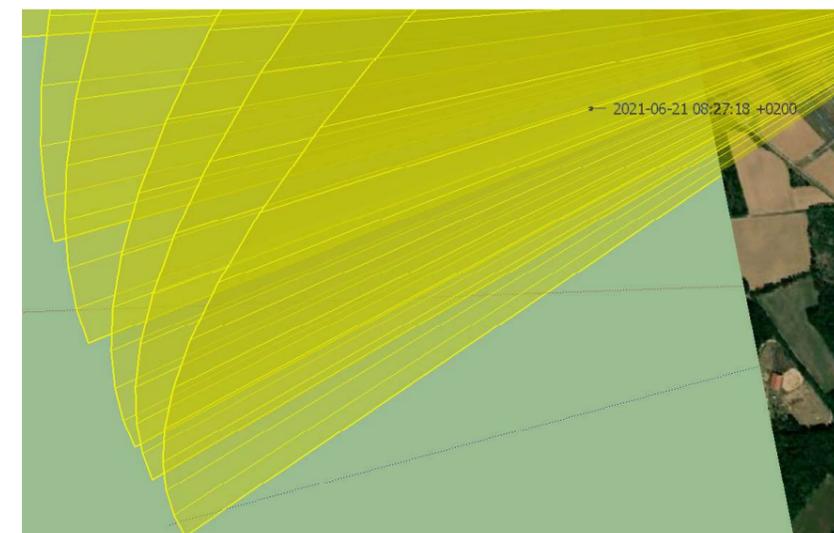


Figure 5 : Accès aux dates et heures de la représentation des rayons réfléchis

III.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.

III.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.

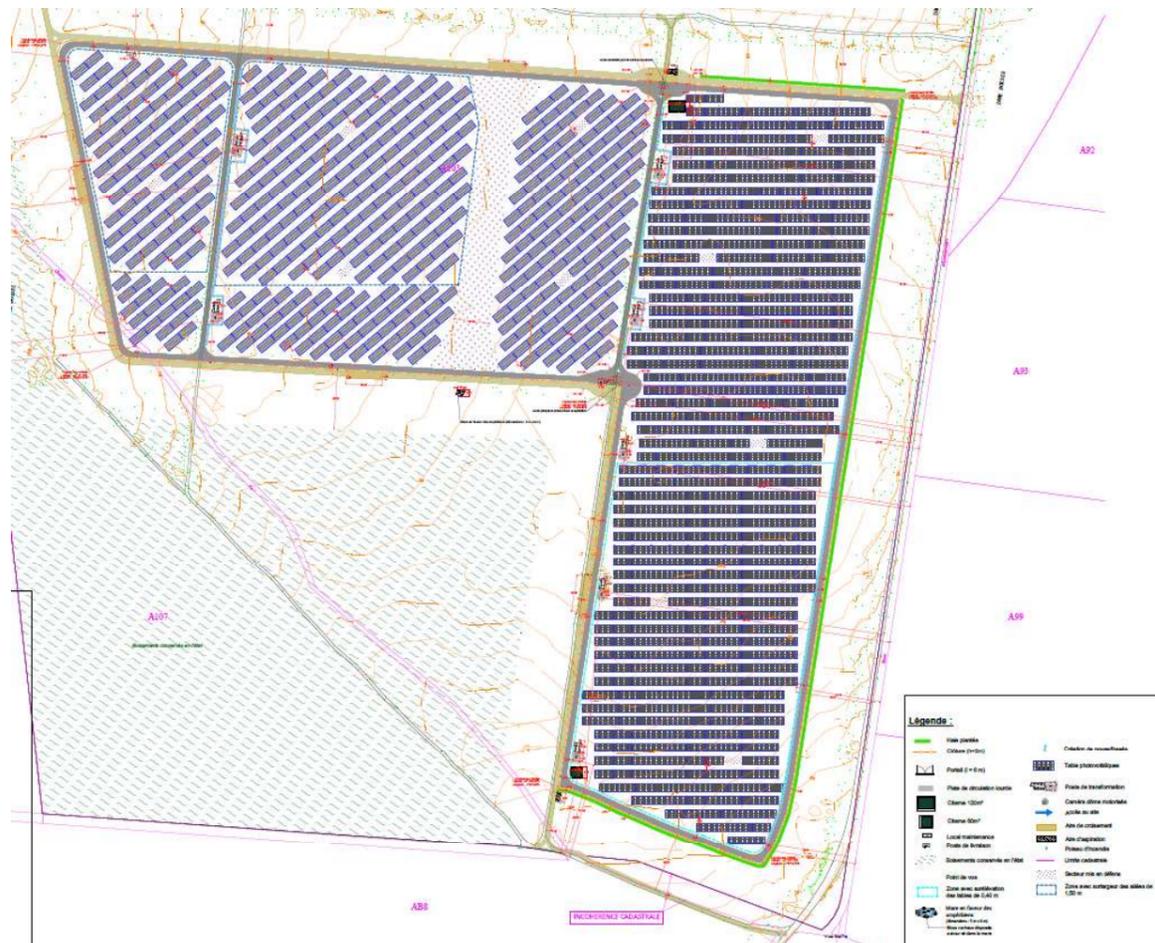


Figure 6 : implantation des modules

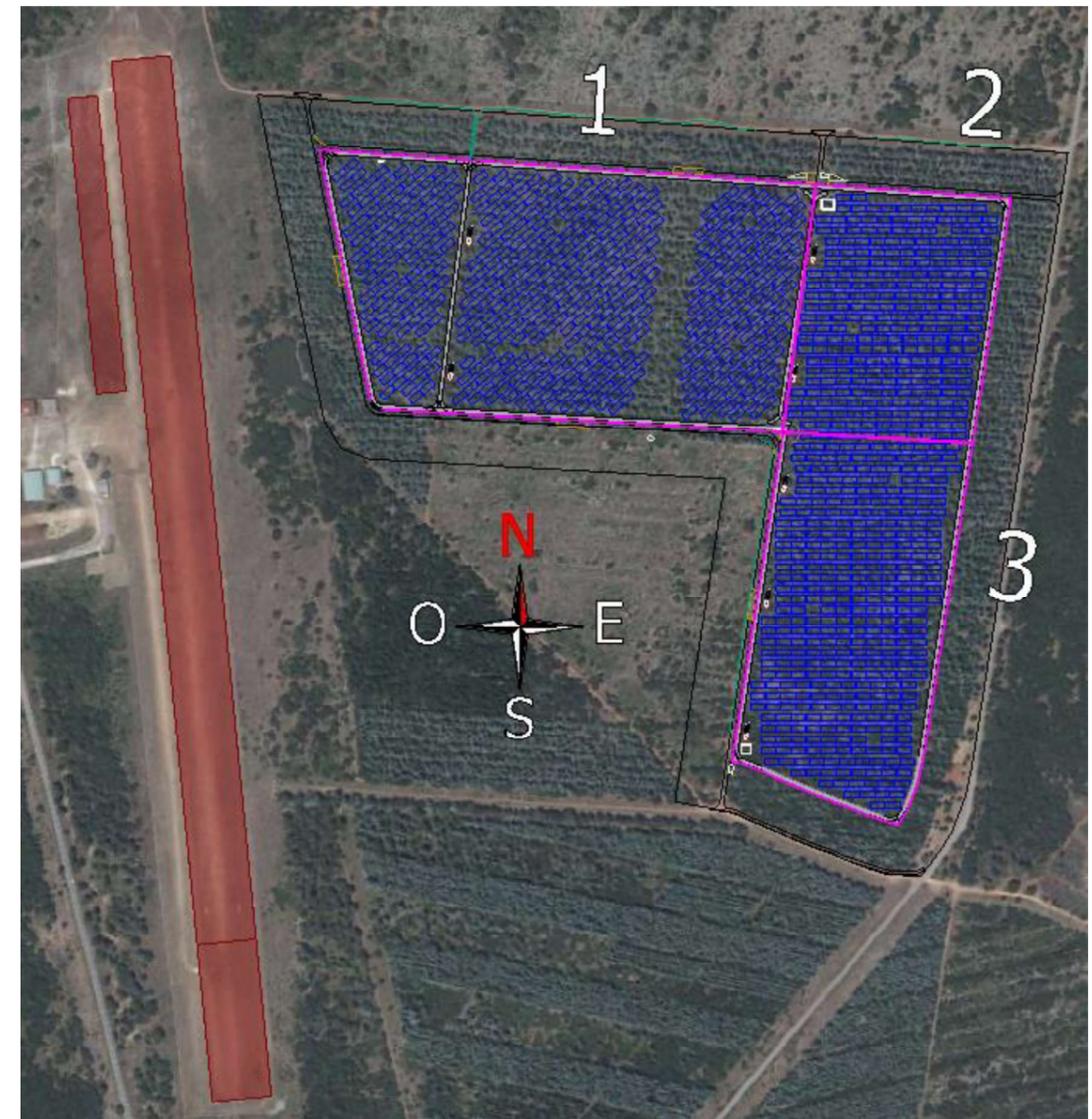


Figure 7 : implantation des modules par rapport à la piste

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.

III.6. Nécessité d'argumentation d'absence d'éblouissement d'incapacité

III.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