CYTHELIA
La Maison ZEN, 350 route de la Traverse, 73000 Montagnole
Tel:+33(0)4 79 25 31 75 Fax:+33(0)4 79 25 33 09
SAS au capital de 165 000 € - RCS Chambéry B 393 290 937 - APE 7112 B
www.cythelia.fr

Évaluation du risque d'éblouissement par une centrale photovoltaïque au sol de l'aéroport Chalons Vatry

Cythelia Energy

Date : 02/02/2017 **Version :** 2	**Rédigé par :** Ismaël LOKHAT	**Validé par :** Benoît LELONG	**Modifications :** - Etude de sensibilité

Table des matières

Table des matières 2
I. Résumé 4
II. Méthodologie 6
II.1. Calcul du vecteur Réflexion 6
II.2. Rayons réfléchis par les modules 8
II.3. Relief/Topographie 9
II.4. Vérification réglementaire 9
II.5. Définition des zones 10
III. Analyse du risque d'éblouissement 13
III.1. Point A 14
III.1.1. Approche par l'Est (QFU 281°) 14
III.1.2. Approche par l'Ouest (QFU 101°) 14
III.2. Point B 16
III.2.1. Approche par l'Est (QFU 281°) 16
III.2.2. Approche par l'Ouest (QFU 101°) 16
III.3. Point C 18
III.3.1. Approche par l'Est (QFU 281°) 18
III.3.2. Approche par l'Ouest (QFU 101°) 18
III.4. Point D 20
III.4.1. Approche par l'Est (QFU 281°) 20
III.4.2. Approche par l'Ouest (QFU 101°) 20
III.5. Point E 21
III.5.1. Approche par l'Est (QFU 281°) 21
III.5.2. Approche par l'Ouest (QFU 101°) 23
III.6. Point F 24
III.6.1. Approche par l'Est (QFU 281°) 24
III.6.2. Approche par l'Ouest (QFU 101°) 26
III.7. Synthèse des risques d'éblouissement 26
IV. Tour de contrôle 27
IV.1. Définition zone de protection 27
IV.2. Analyse du risque d'éblouissement 28
V. Etude de sensibilité 29
V.1. Approche par l'Est (QFU 281°) 29

V.2. Approche par l'Ouest (QFU 101°) 30
V.3. Vérification complémentaire 31
VI. Annexes 35
VI.1. Procédures d'approches 35

I. Résumé

La société Eole Avenir souhaite réaliser une centrale photovoltaïque au sol, d'une puissance d'environ 4,9 MWc. Les modules seraient orientés 11° et inclinés à 20°. La centrale se situe à proximité de l'aéroport de Chalons-Vatry.

La note d'information technique (4ème édition du 27 juillet 2011) de la DGAC sur les projets d'installation de panneaux photovoltaïques stipule que « certaines réflexions du soleil sur les installations photovoltaïques situées à proximité des aérodromes sont susceptibles de gêner les pilotes dans les phases de vol proches du sol ou d'entraver le bon fonctionnement de la tour de contrôle ». En conséquence, il est nécessaire d'évaluer les risques d'éblouissement pour les pilotes atterrissant ou décollant.

La présente étude a pour objet d'identifier les moments critiques, où ce risque est présent.

***Responsabilité** : Ces informations ainsi que les avis techniques de CYTHELIA - qu'ils soient verbaux, écrits ou résultats expérimentaux - sont donnés en toute loyauté mais sans garantie. Ceci reste encore valable pour ce qui concerne la propriété intellectuelle de tiers dont il serait fait mention. Nos conseils ne vous délient pas de l'obligation de vérifier les informations fournies, plus spécialement les informations contenues dans les fiches de sécurité, dans les fiches techniques, ni de l'obligation de tester vous-mêmes l'adéquation des équipements, procédés et produits que nous recommandons à l'usage que vous entendez en faire. En particulier, l'usage et les applications des produits que vous auriez fabriqués sur la base de nos conseils techniques, s'ils sont au-delà de notre contrôle, restent sous votre entière responsabilité.*

- En fonction de l'approche, il existe toujours une partie de la centrale qui se situe en zone B.
- Le risque d'éblouissement a été étudié pour 6 points répartis sur la centrale. L'évaluation montre qu'il existe un risque d'éblouissement pour l'approche par l'Ouest (QFU 101°) au titre de la zone B. De même pour l'approche par l'Est (QFU 281°).

	Approche	Zone DGAC	Risque d'éblouissement	Jours concernés
Point A	Est (QFU 281°)	A	Non	
	Ouest (QFU 101°)	B	Oui	21-27 Fév /14-20 Oct
Point B	Est (QFU 281°)	A	Non	
	Ouest (QFU 101°)	B	Oui	21-27 Fév /14-20 Oct
Point C	Est (QFU 281°)	A	Non	
	Ouest (QFU 101°)	A	Oui	17 Oct
Point D	Est (QFU 281°)	A	Non	
	Ouest (QFU 101°)	A	Non	
Point E	Est (QFU 281°)	B	Oui	28-31 Mars
	Ouest (QFU 101°)	A	Non	
Point F	Est (QFU 281°)	B	Oui	28-31 Mars
	Ouest (QFU 101°)	A	Non	

- Avec une inclinaison de 27°, le risque d'éblouissement est éliminé pour l'approche par l'Est.
- Pour une inclinaison de 35°, le risque d'éblouissement est éliminé pour l'approche par l'Ouest.
- Sachant que la centrale est en 2 parties, la solution serait de réaliser deux implantations avec des inclinaisons différentes pour chaque partie. Le tableau ci-dessous résume les configurations possibles pour la réalisation de la centrale.

	Zone	Inclinaison sans risque d'éblouissement	Luminance max pour une inclinaison à 20° (cd/m²)
Partie Ouest	Point A -> Point B	35°	10 000
	Point B -> Point C	35°	20 000
Partie Est	Point D -> Point E	27°	20 000
	Point E -> Point F	27°	10 000

II. Méthodologie

Pour identifier les moments pendant lesquels un éblouissement est possible, nous adoptons la démarche suivante :

1. Calcul du vecteur Réflexion : pour chaque pas de temps (10 minutes) de chaque jour moyen de chaque mois, nous déterminerons les directions dans lesquelles les rayons du soleil sont réfléchis par les modules.
2. Modélisation 3D (sous SketchUp) des surfaces de réflexion et identification des intersections entre surfaces de réflexion et zones sensibles.
3. Contrôle de l'angle entre rayons réfléchis et l'axe du regard du pilote, le cas échéant

II.1. Calcul du vecteur Réflexion

Les coordonnées du site sont : 48°46'22.74"N, 4°11'39.64"E

Figure 1 : Localisation du projet de centrale

Grâce aux coordonnées géographiques du site il est possible de générer le diagramme solaire représenté en Figure 2. 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[1].

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

[1] Le jour moyen est défini comme étant le jour pour lequel la déclinaison est la plus proche de la déclinaison moyenne du mois considéré

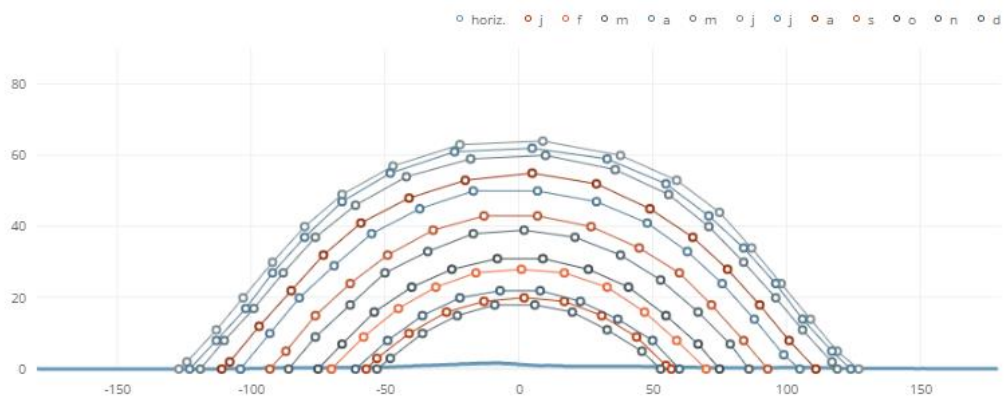


Figure 2 : Masque lointain sur le site

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 :

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

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 2 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/

La même figure permet de constater que le masque peut être négligé.

II.2. 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.

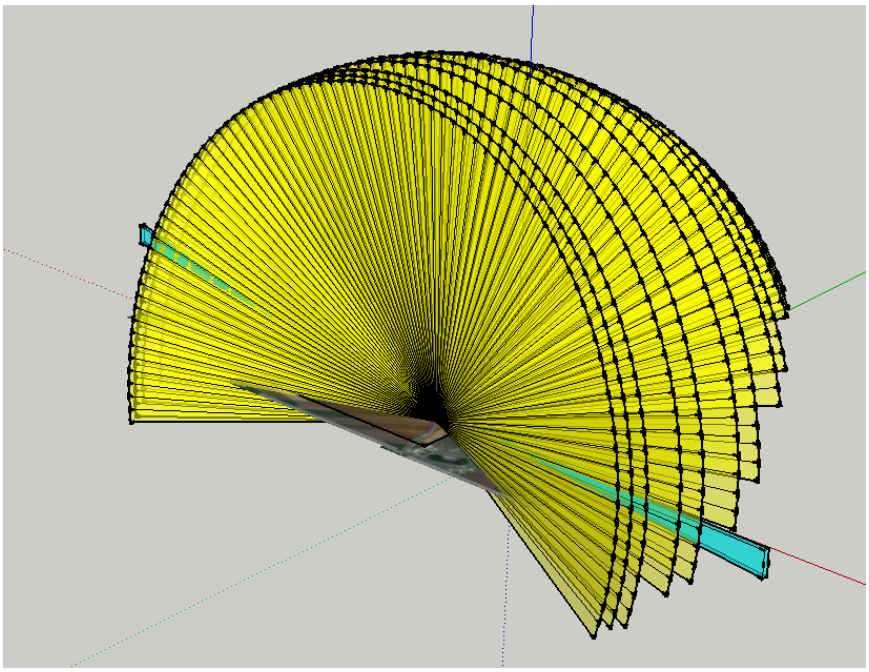


Figure 3 : Représentation 3D des rayons réfléchis sur 12 mois

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

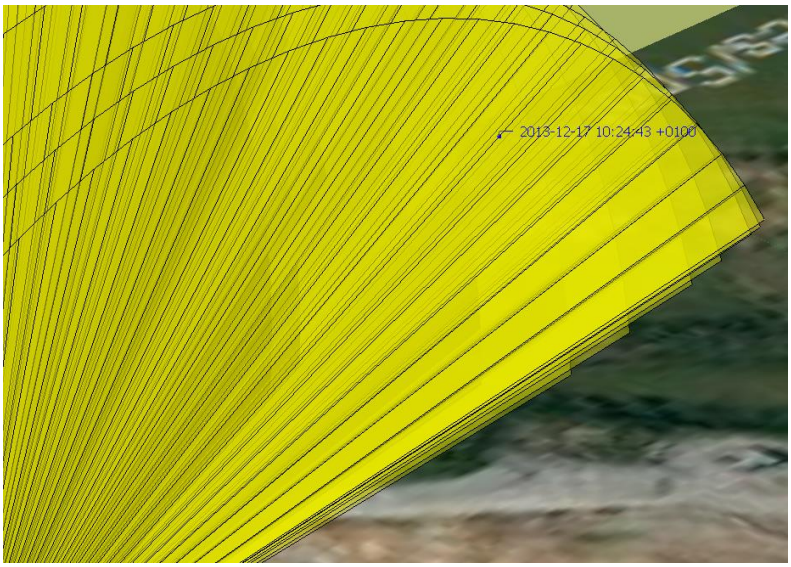


Figure 4 : Accès aux dates et heures de la représentation des rayons réfléchis

La longueur des rayons réfléchis qui sont représentés est de 3 km. Au-delà de cette distance, la note technique de la DGAC considère qu'il n'y a pas de risque d'éblouissement.

II.3. Relief/Topographie

La prise en compte de la topographie, c'est à dire le fait qu'un rayon réfléchi puisse être arrêté par le terrain, ne fait partie de l'analyse. Les dénivellations sont en effet très faibles.

II.4. Vérification réglementaire

Les modules seront installés sur des tables inclinées à 20° et orientées à 11° vers l'Ouest.

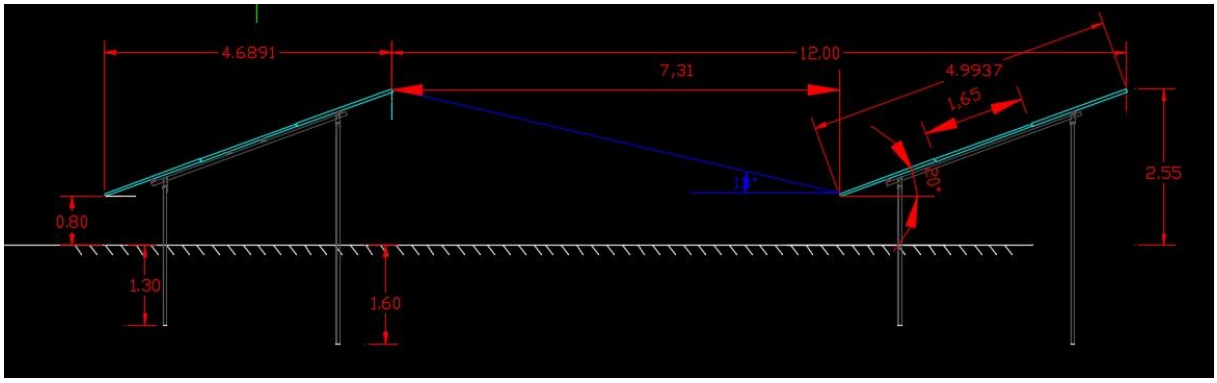


Figure 5 : Schéma des tables

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

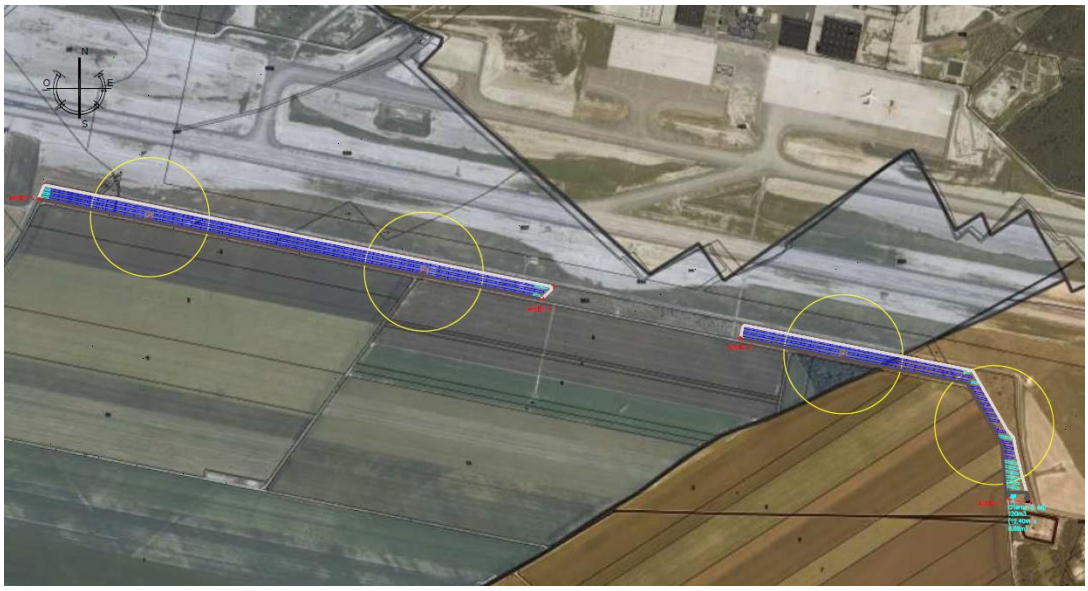


Figure 6 : Implantation des modules photovoltaïques

La centrale n'est pas positionnée dans la bande d'une piste, dans les aires de sécurité d'extrémité de piste ou dans les bandes de voies de circulations.

La centrale n'est donc pas située dans une zone d'implantation interdite.

II.5. Définition des zones

La centrale a une surface supérieure à 500 m² et est située dans un rayon inférieur à 3 km de la piste la plus proche. Il est donc nécessaire de démontrer l'absence de gêne visuelle des pilotes.

L'analyse conduit à considérer 3 zones (A, B et C) distinctes relatives à l'implantation du projet. Ces zones sont définies dans la note d'information technique de la DGAC (Révision 4, 27/07/2011).

L'aéroport dispose d'une piste revêtue, avec deux approches possibles[2] : QFU[3] 101° et QFU 281°.

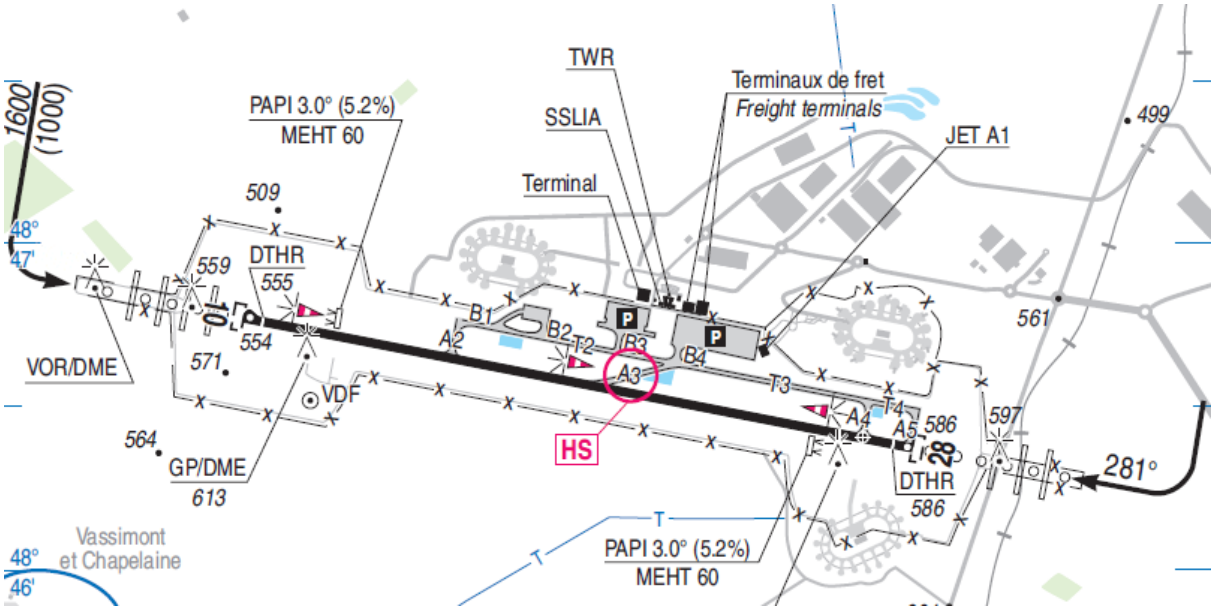


Figure 7 : Extrait de la carte VAC

Les figures suivantes montrent l'implantation de la centrale par rapport aux différentes zones liées à la piste et à l'approche.

[2] La fiche de la piste est reproduite en annexe

[3] QFU désigne l'orientation magnétique de la piste (en degrés) par rapport au nord magnétique en tournant dans le sens horaire

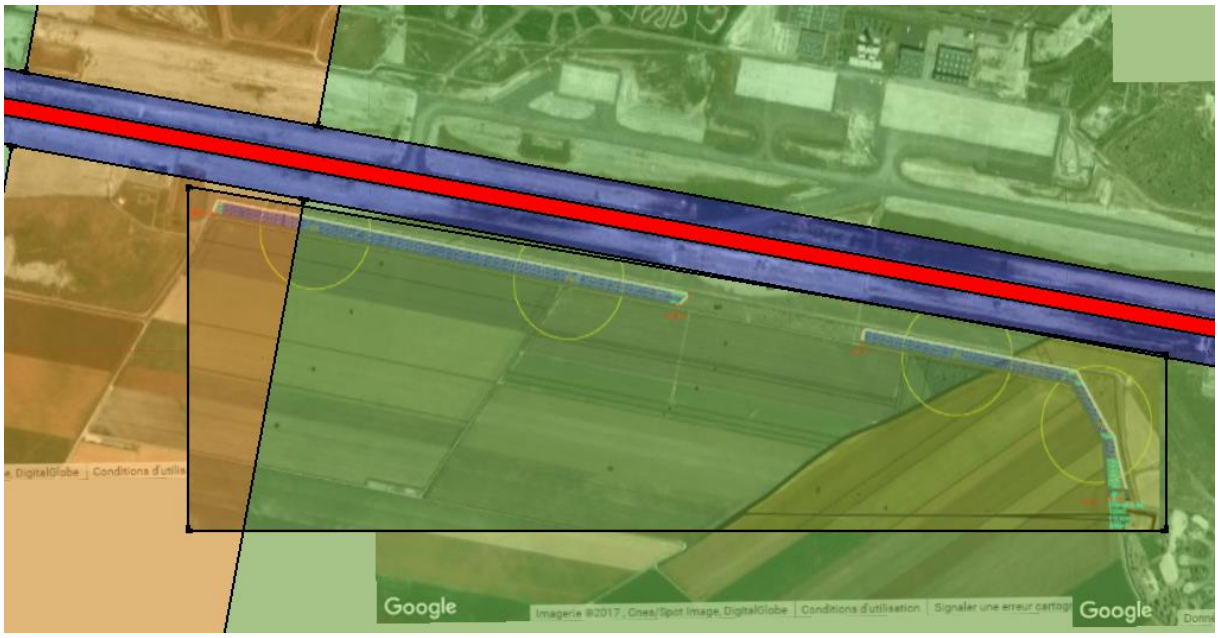


Figure 8 : Repérage des Zones A ( ), B ( ) et C ( ) approche par l'Ouest

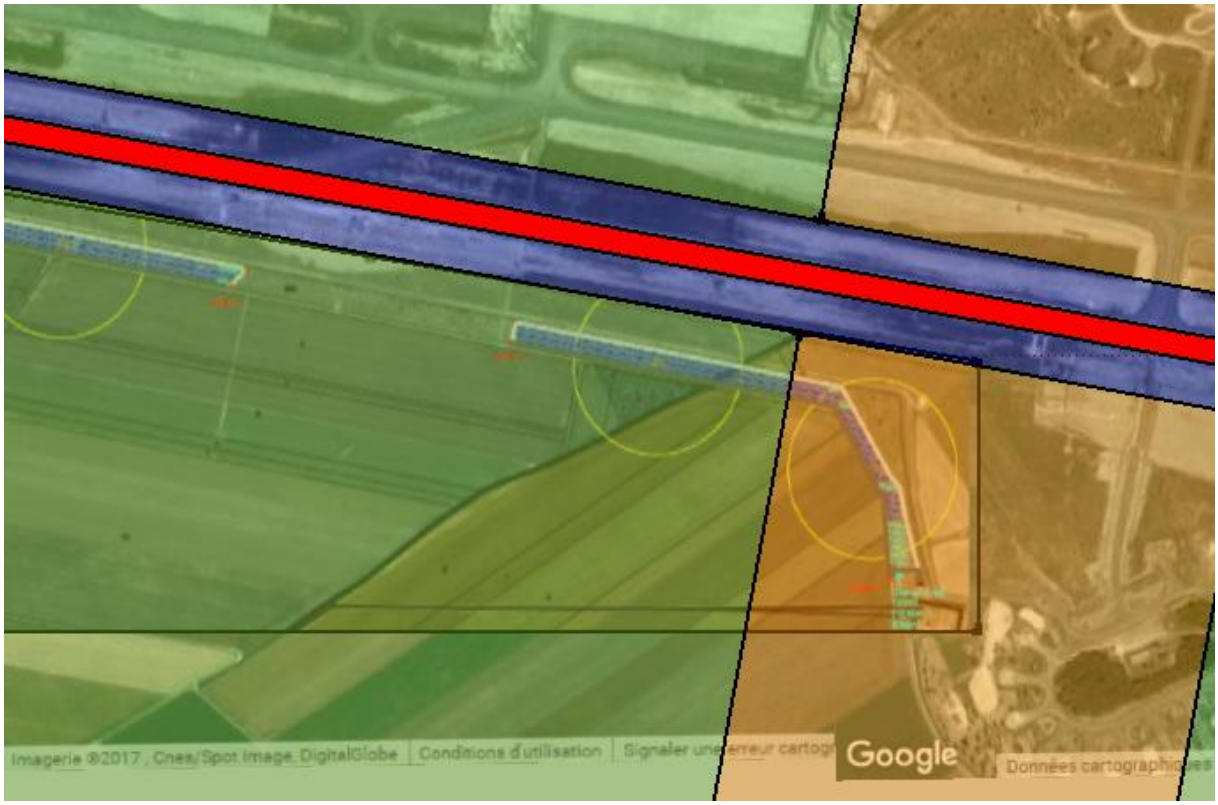


Figure 9 : Repérage des Zones A ( ), B ( ) et C ( ) approche par l'Est

Une partie de la centrale se situe dans la zone B et une partie se situe en zone A, pour une approche par l'Ouest (QFU 101°).

De même pour l'approche par l'Est (QFU 281°), **une partie de la centrale se situe dans la zone B et une partie se situe en zone A**

Extraits de la note technique :

*« **Zone A** :*
Pour tout projet situé dans cette zone, il y absence de gêne visuelle au titre de la zone A, pour un pilote, lui-même présent dans la zone A (aéronef aligné sur l'axe d'approche publié de la piste ou sur la piste au roulage), si l'une au moins des conditions suivantes est remplie :

- *comme indiqué au § 2.3.3.3, **la surface est inférieure à 500 m²** ;*
- *le porteur de projet a démontré qu'aucun faisceau lumineux n'éclaire le pilote en toute circonstance en le gênant visuellement.*

*Dans le cas d'un faisceau lumineux éclairant le pilote, il y a gêne visuelle au titre de la zone A pour toute réflexion en direction du pilote produisant une luminance supérieure à un seuil d'acceptabilité fixé à 20 000 cd/m2, **sous un angle de vision** (entre le rayon réfléchi et l'axe du regard vers la piste) **compris entre -30° et +30°** et à une distance inférieure à 3 000 m entre le pilote et les panneaux. »*

*« **Zone B :***
Pour tout projet situé dans cette zone, il y absence de gêne visuelle au titre de la zone B si au moins une des conditions suivantes est remplie :

- *le porteur de projet a démontré qu'aucun faisceau lumineux n'éclaire le pilote en le gênant visuellement, lorsque l'aéronef se trouve lui-même dans la zone B, sur son axe d'approche publié ;*
- *comme indiqué au § 2.3.3.3, **la surface est inférieure à 50 m2**.*

Dans le cas d'un faisceau lumineux éclairant le pilote, il y a gêne visuelle au titre de la zone B pour toute réflexion en direction du pilote produisant une luminance supérieure à un seuil d'acceptabilité fixé à
*10 000 cd/m2, **sous un angle de vision** (entre le rayon réfléchi et l'axe du regard vers la piste) **compris entre -90° et +90**, lorsque l'aéronef est lui-même à l'intérieur de la zone B. »*

Par ailleurs, cet aéroport dispose d'une tour de contrôle.

III. Analyse du risque d'éblouissement

Nous avons considéré pour les trajectoires d'approche un angle compris entre 1° et 5°, jusqu'à une distance de 3 km.

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

Nous analysons le risque d'éblouissement pour chaque approche et pour chaque point ci-dessous.

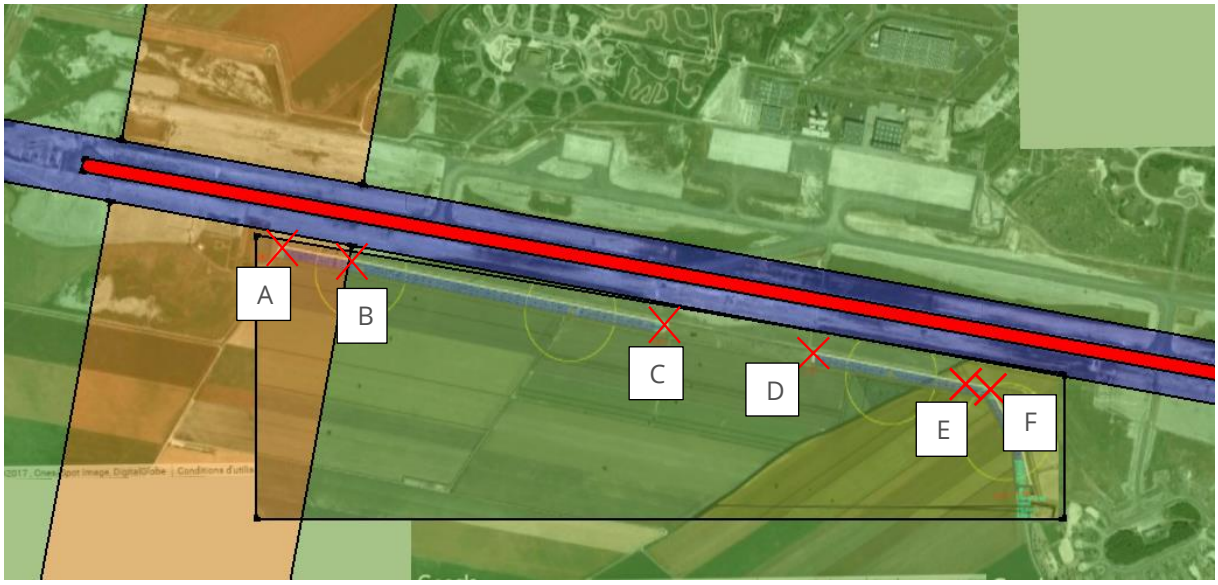


Figure 10 : Emplacement des points étudiés – Approche par l'Ouest

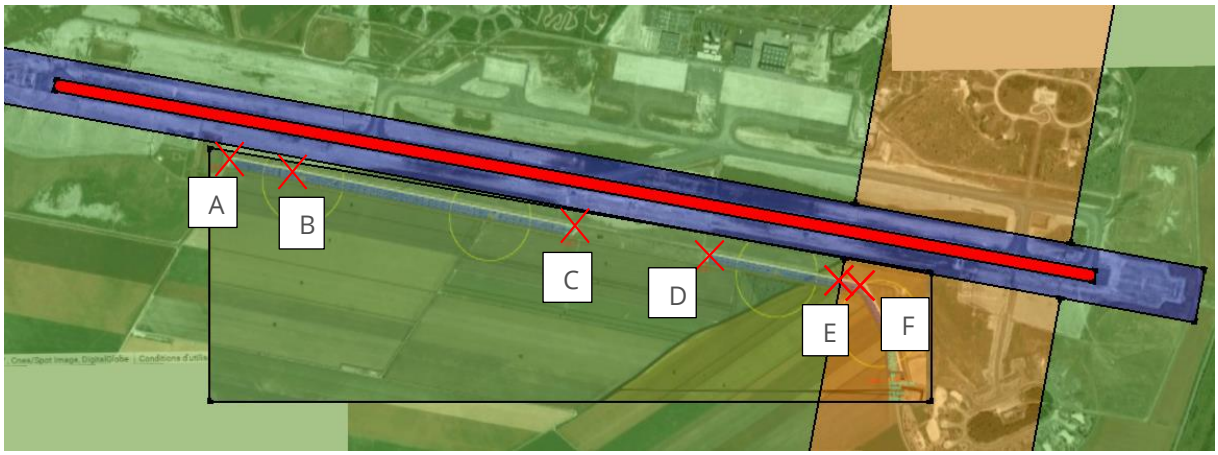


Figure 11 : Emplacement des points étudiés - Approche par l'Est

III.1. Point A

III.1.1. Approche par l'Est (QFU 281°)

Le point A est situé dans la zone A en approche par l'Est.

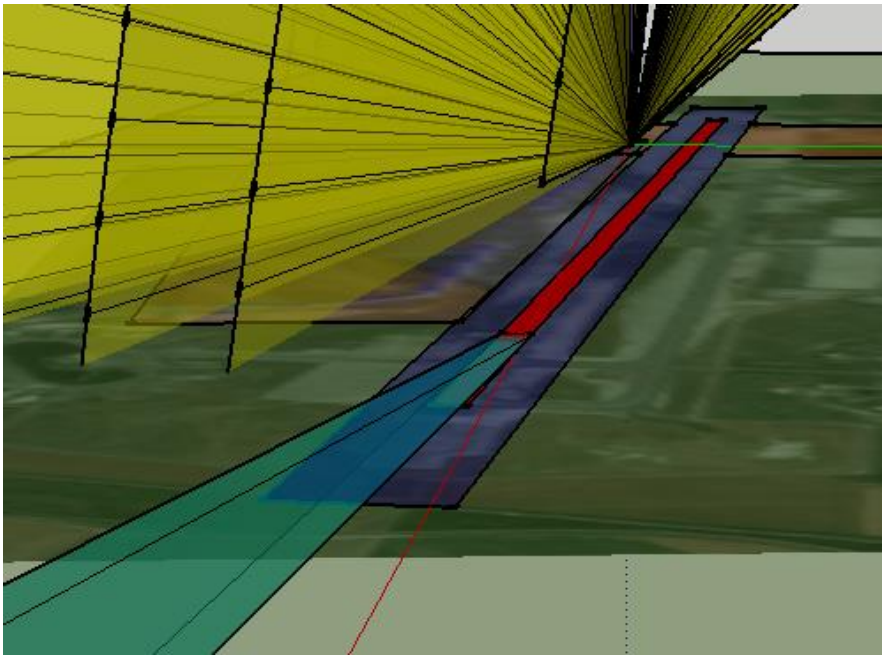


Figure 12 : Rayons réfléchis au point A - Approche par l'Est

Les rayons réfléchis au point A n'interceptent pas la trajectoire d'approche par l'Est.

Pour l'approche par l'Est, au point A il n'existe aucun risque d'éblouissement au titre de la zone A.

III.1.2. Approche par l'Ouest (QFU 101°)

Le point A est situé dans la zone B en approche par l'Ouest.

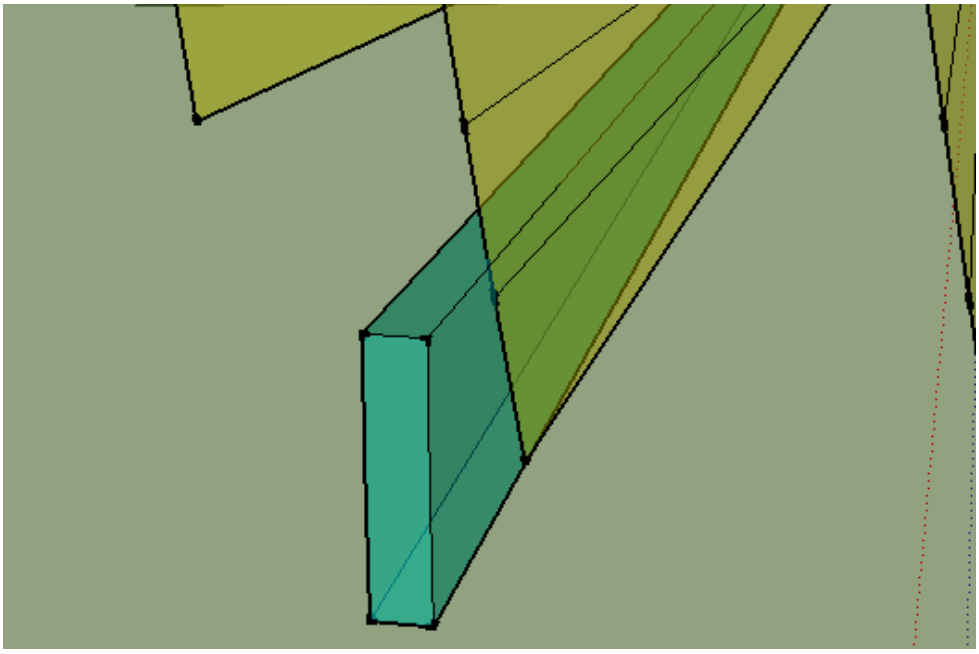


Figure 13 : Rayons réfléchis au point A - Approche par l'Ouest

Les rayons interceptent la trajectoire d'approche. Afin de confirmer qu'il y a bien interception entre les rayons réfléchis et la trajectoire d'approche nous affinons donc le résultat en modélisant les rayons réfléchis pour des jours particuliers, dans ce cas précis ceux du 18 octobre.

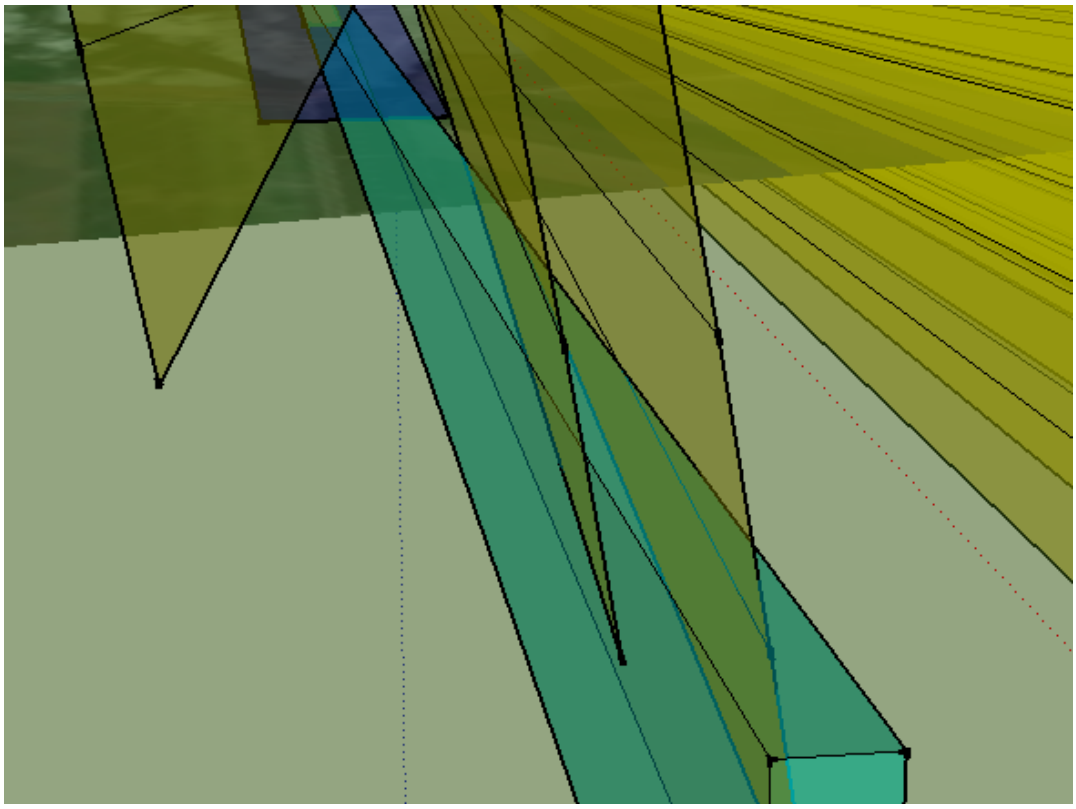


Figure 14 : Rayons réfléchis affinés au point A - Approche par l'Ouest

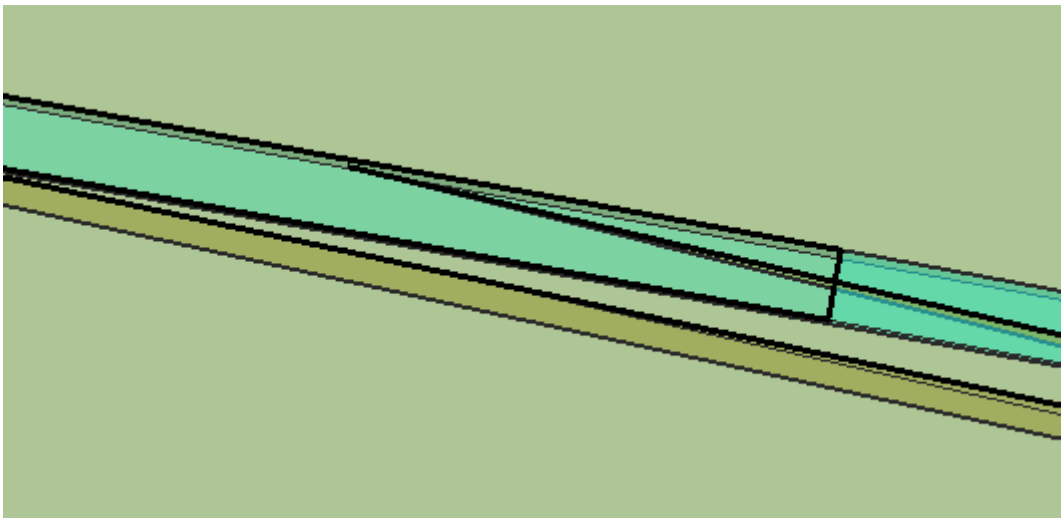


Figure 15 : Coupe des rayons réfléchis affinés au point A - Approche par l'Ouest

L'angle d'interception étant compris entre -90° et +90°, il existe donc un risque d'éblouissement.

Pour l'approche par l'Ouest, au point A il existe un risque d'éblouissement au titre de la zone B.

III.2. Point B

III.2.1. Approche par l'Est (QFU 281°)

Le point B est situé en zone A en approche par l'Est.

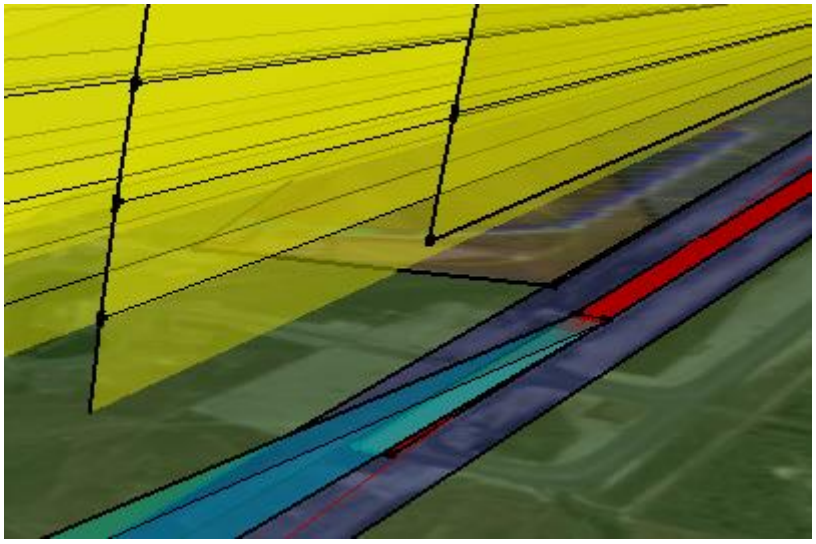


Figure 16 : Rayons réfléchis au point B - Approche par l'Est

Les rayons réfléchis au point B n'interceptent pas la trajectoire d'approche par l'Est.

Pour l'approche par l'Est, au point B il n'existe aucun risque d'éblouissement au titre de la zone A.

III.2.2. Approche par l'Ouest (QFU 101°)

Le point B est situé en zone B en approche par l'Ouest.

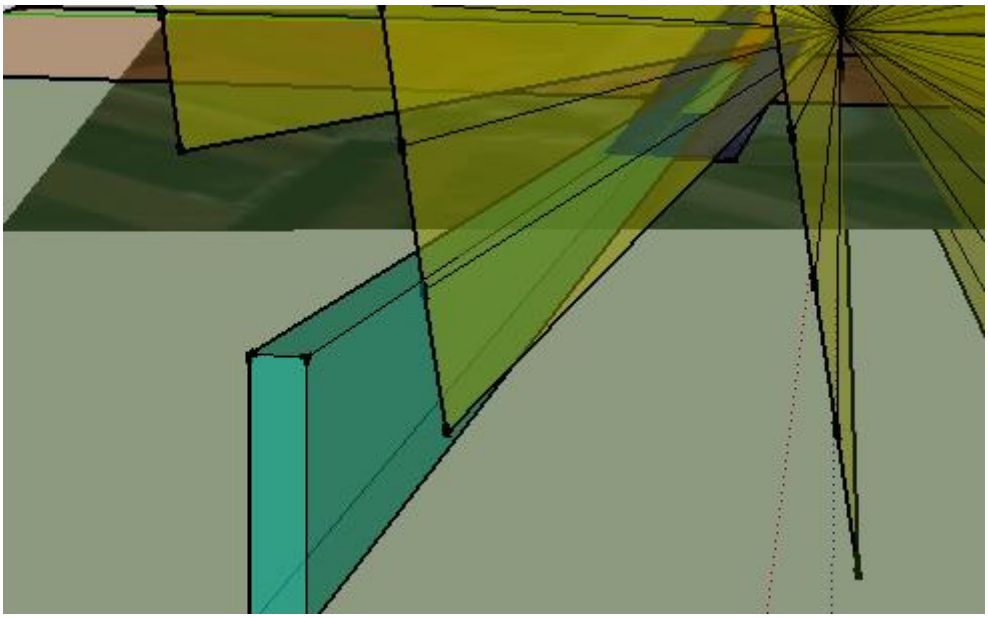


Figure 17 : Rayons réfléchis au point B - Approche par l'Ouest

Les rayons interceptent la trajectoire d'approche. Afin d'affirmer qu'il y a bien interception entre les rayons réfléchis et la trajectoire d'approche nous affinons donc le résultat en modélisant les rayons réfléchis pour des jours particuliers, dans ce cas précis ceux du 18 octobre.

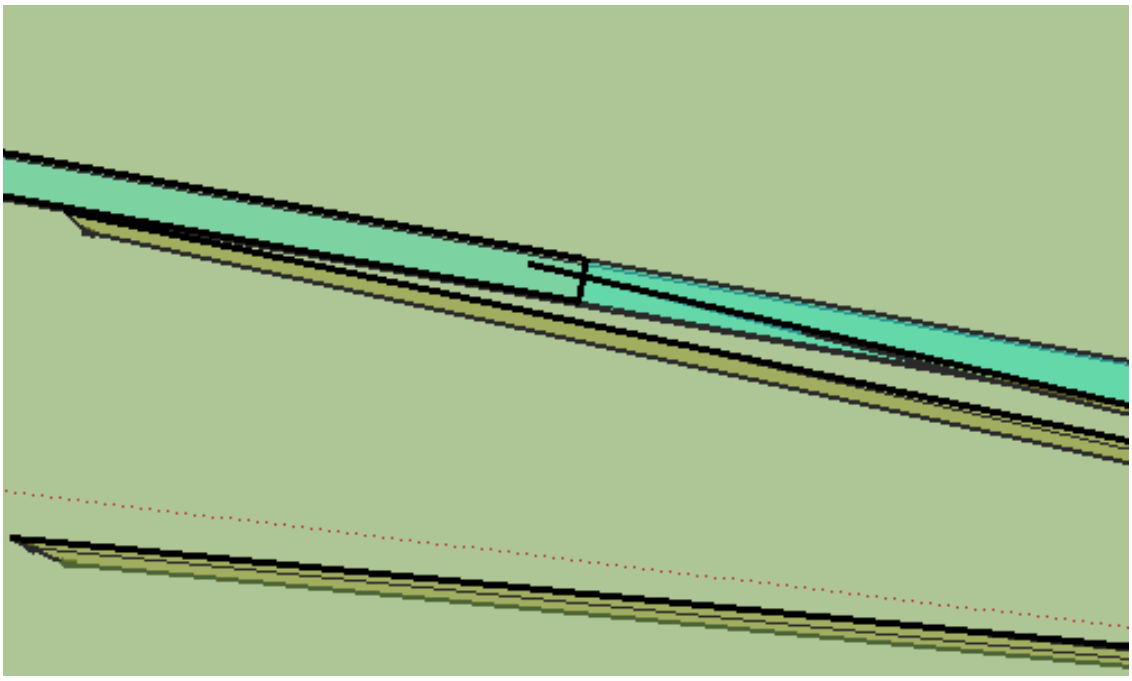


Figure 18 : Coupe des rayons réfléchis au point B - Approche par l'Ouest

L'angle d'interception étant compris entre -90° et +90°, il existe donc un risque d'éblouissement.

Pour l'approche par l'Ouest, au point B il existe un risque d'éblouissement au titre de la zone B.

III.3. Point C

III.3.1. Approche par l'Est (QFU 281°)

Le point C se situe en zone A en approche par l'Est.

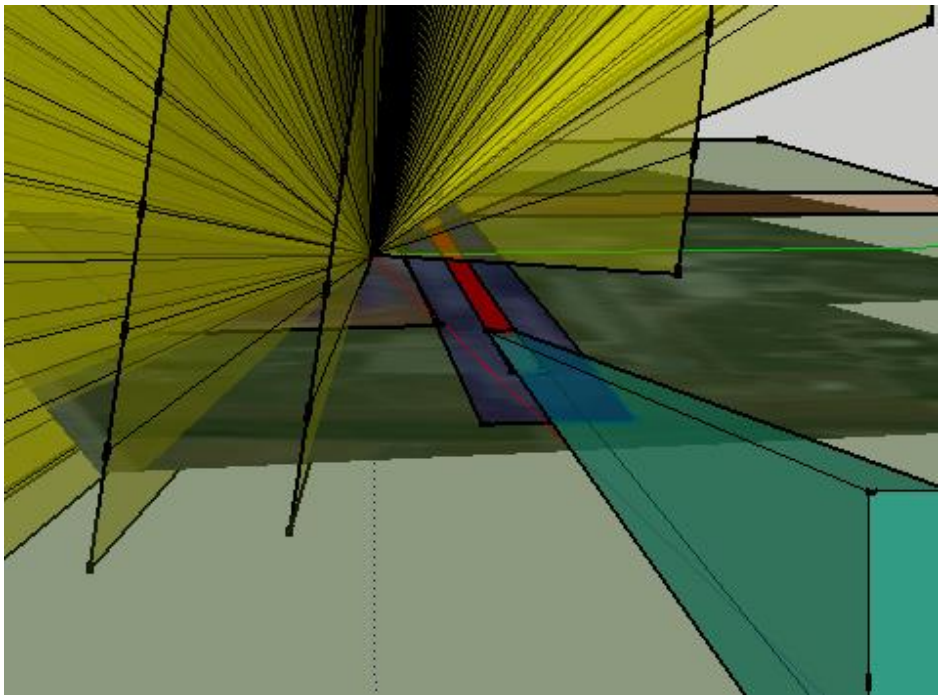


Figure 19 : Rayons réfléchis au point C - Approche par l'Est

Les rayons réfléchis au point C n'interceptent pas la trajectoire d'approche par l'Est.

Pour l'approche par l'Est, au point C il n'existe aucun risque d'éblouissement au titre de la zone A.

III.3.2. Approche par l'Ouest (QFU 101°)

Le point C est situé en zone A en approche par l'Ouest.

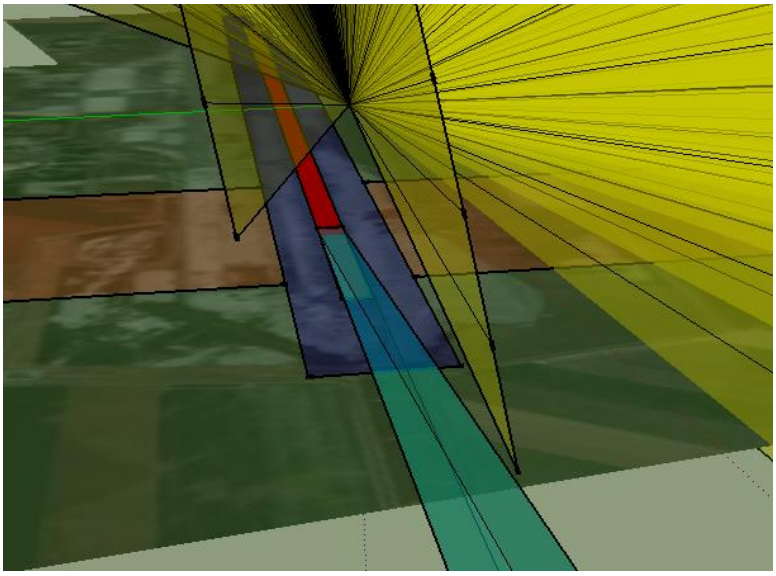


Figure 20 : Rayons réfléchis au point C - Approche par l'Ouest

Le résultat de la modélisation ne nous permet pas d'affirmer avec certitude qu'il n'y a pas d'interception entre les rayons réfléchis et la trajectoire d'approche. Nous affinons donc le résultat en modélisant les rayons réfléchis en réduisant le pas des rayons réfléchis à 2 min, pour des jours particuliers, dans ce cas entre le 16/10 et le 18/10.

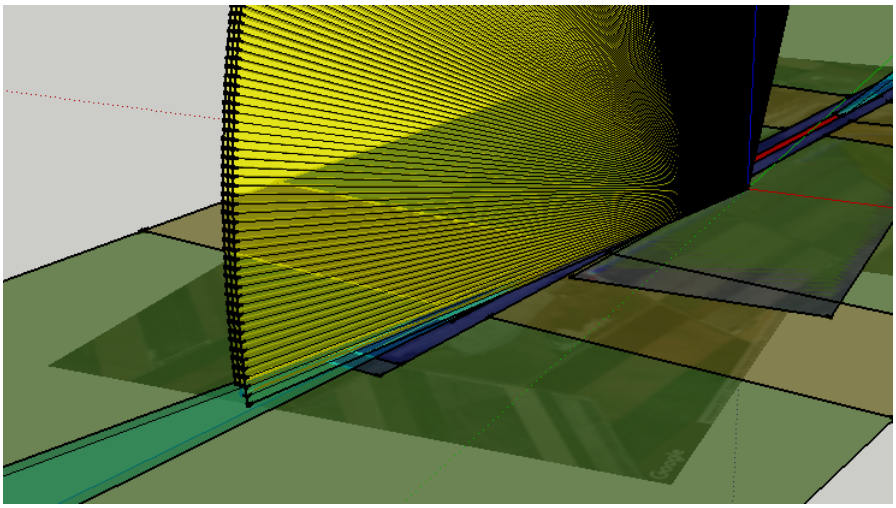


Figure 21 : Rayons réfléchis du 16/10 au 18/10 au point C - Approche par l'Ouest

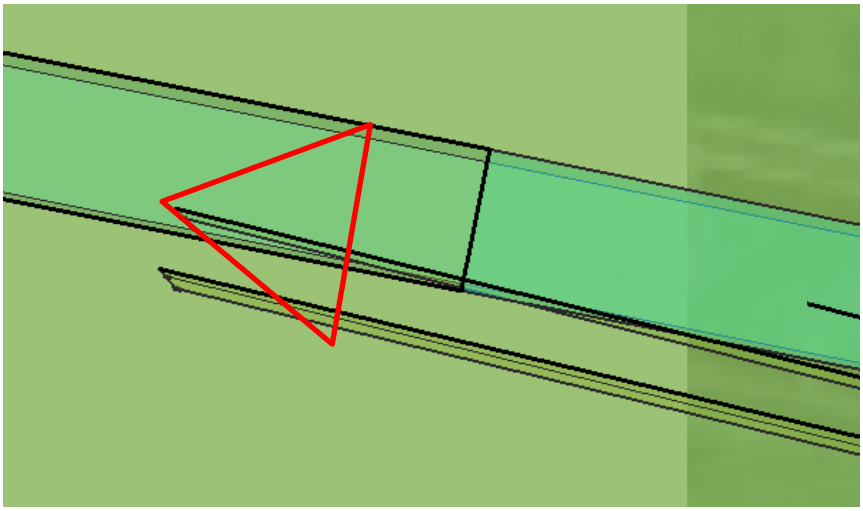


Figure 22 : Coupe des rayons réfléchis du 16/10 au 18/10 au point C - Approche par l'Ouest

Le triangle équilatéral (donc avec des angles de 60°) représenté en rouge permet de voir directement si l'angle entre le rayon réfléchi et l'axe du regard du pilote est supérieur ou inférieur à 30°.

L'angle d'interception étant compris dans la plage -30°/+30°, il existe un risque d'éblouissement.

Pour l'approche par l'Ouest, au point C il existe un risque d'éblouissement au titre de la zone A.

III.4. Point D

III.4.1. Approche par l'Est (QFU 281°)

Le point D est situé dans la zone A en approche par l'Est.

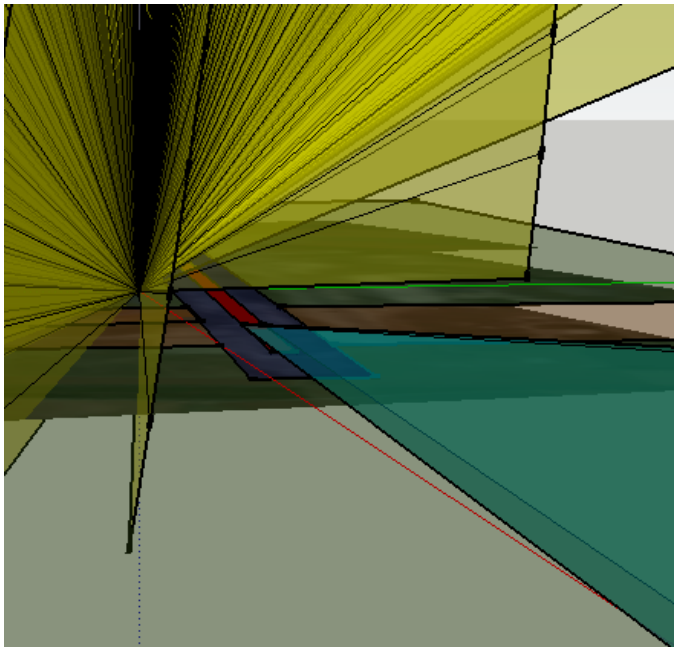


Figure 23 : Rayons réfléchis au point D - Approche par l'Est

Les rayons réfléchis au point D n'interceptent pas la trajectoire d'approche par l'Est.

Pour l'approche par l'Est, au point D il n'existe aucun risque d'éblouissement au titre de la zone A.

III.4.2. Approche par l'Ouest (QFU 101°)

Le point D est situé dans la zone A en approche par l'Ouest.

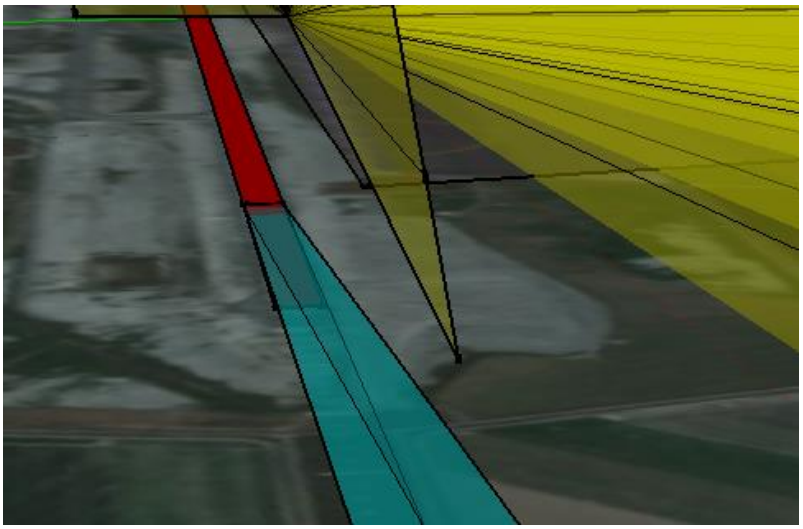


Figure 24 : Rayons réfléchis au point D - Approche par l'Ouest

Les rayons réfléchis au point D n'interceptent pas la trajectoire d'approche par l'Ouest.

Pour l'approche par l'Ouest, au point D il n'existe aucun risque d'éblouissement au titre de la zone A.

III.5. Point E

III.5.1. Approche par l'Est (QFU 281°)

Le point E est situé dans la zone B en approche par l'Est.

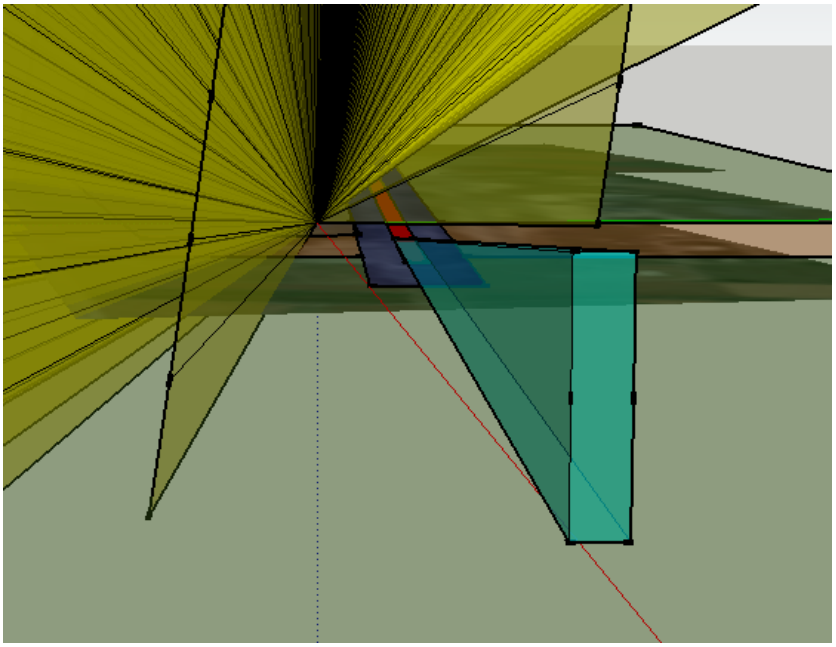


Figure 25 : Rayons réfléchis au point E - Approche par l'Est

Le résultat ne nous permet pas d'affirmer qu'il n'y a pas d'interception entre les rayons réfléchis et la trajectoire d'approche nous affinons donc le résultat en modélisant les rayons réfléchis pour des jours particuliers, dans ce cas nous modélisons les rayons réfléchis entre le 28 mars et le 2 avril.

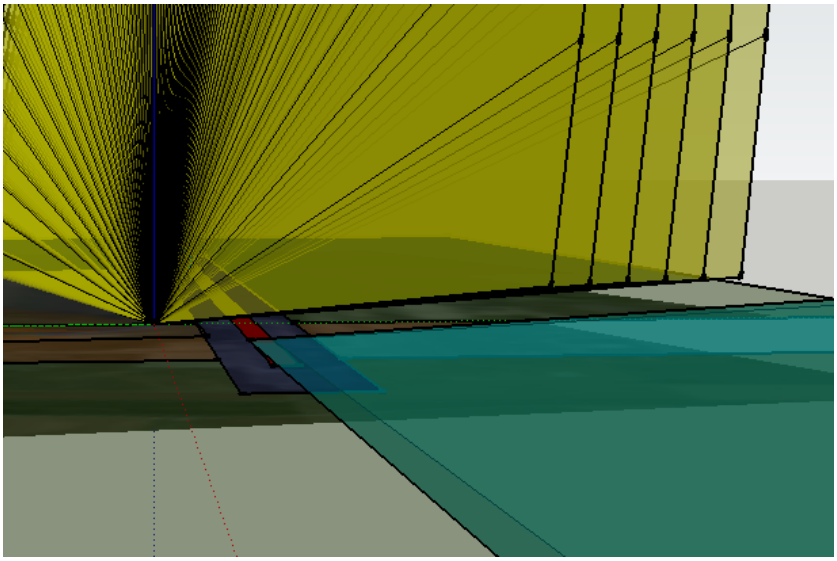


Figure 26 : Rayons réfléchis jour par jour au point E - Approche par l'Est

Le résultat étant imprécis nous réduisons le pas de modélisation des rayons réfléchis à 2 min.

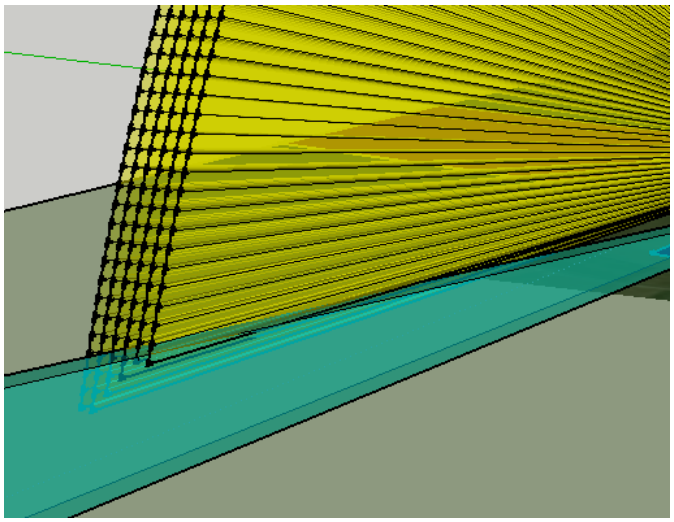


Figure 27 : Rayons réfléchis du 28/03 au 02/04 au pas 2 min au point E - Approche par l'Est

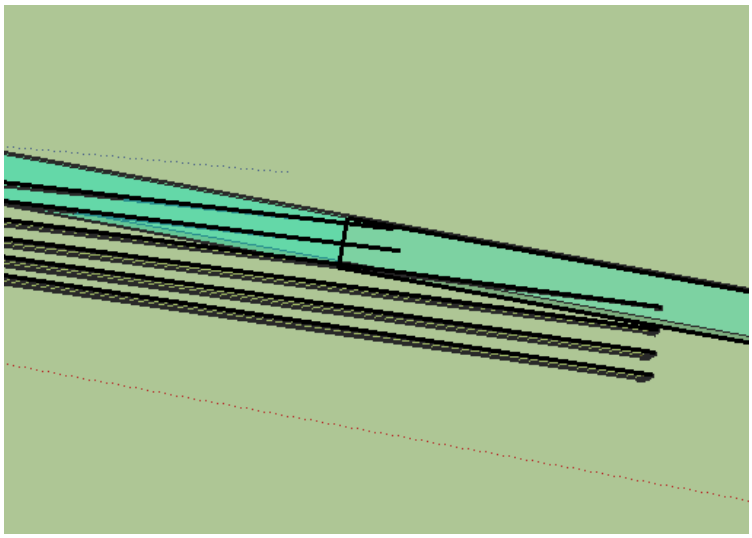


Figure 28 : Coupe des rayons réfléchis du 28/03 au 02/04 au pas 2 minutes pour le point E - Approche par l'Est

Pour l'approche par l'Est, au point E il existe un risque d'éblouissement au titre de la zone B.

III.5.2. Approche par l'Ouest (QFU 101°)

Le point E est situé dans la zone A en approche par l'Ouest.

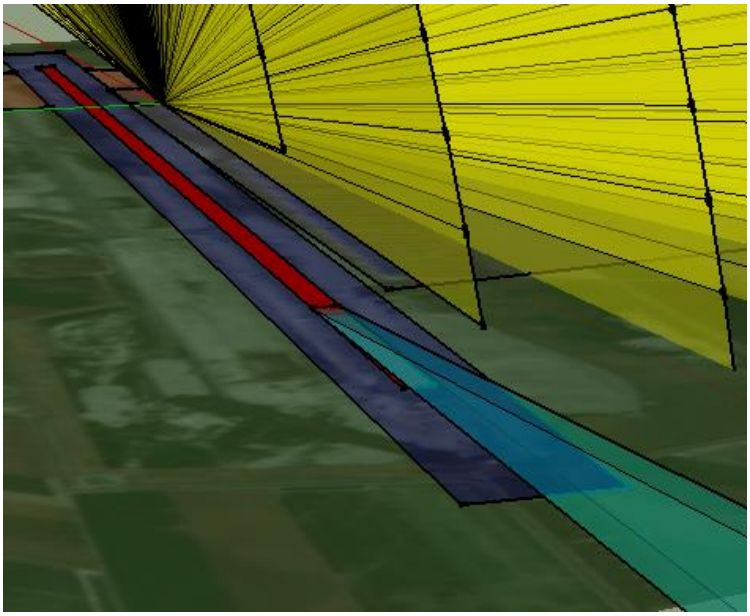


Figure 29 : Rayons réfléchis au point E - Approche par l'Ouest

Les rayons réfléchis au point E n'interceptent pas la trajectoire d'approche par l'Ouest.

Pour l'approche par l'Ouest, au point E il n'existe aucun risque d'éblouissement au titre de la zone A.

III.6. Point F

III.6.1. Approche par l'Est (QFU 281°)

Le point F est situé dans la zone B en approche par l'Est.

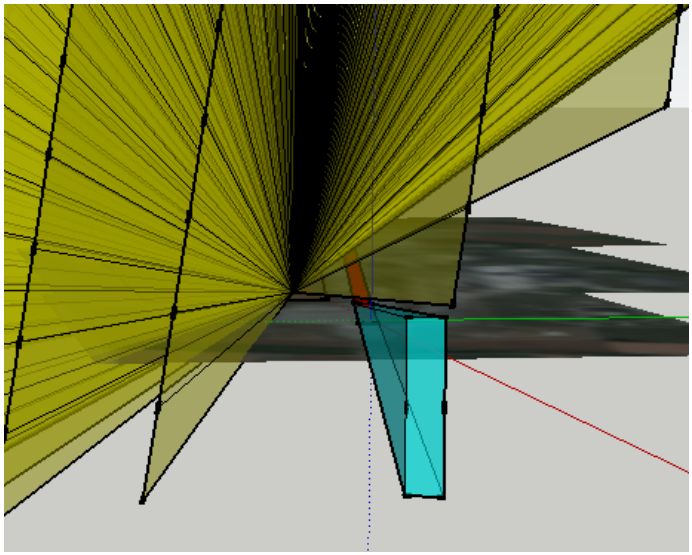


Figure 30 : Rayons réfléchis au point F - Approche par l'Est

Le résultat ne nous permet pas d'affirmer qu'il n'y a pas d'interception entre les rayons réfléchis et la trajectoire d'approche. Nous affinons donc la modélisation des rayons réfléchis pour des jours particuliers, dans ce cas entre le 28 mars et le 2 avril.

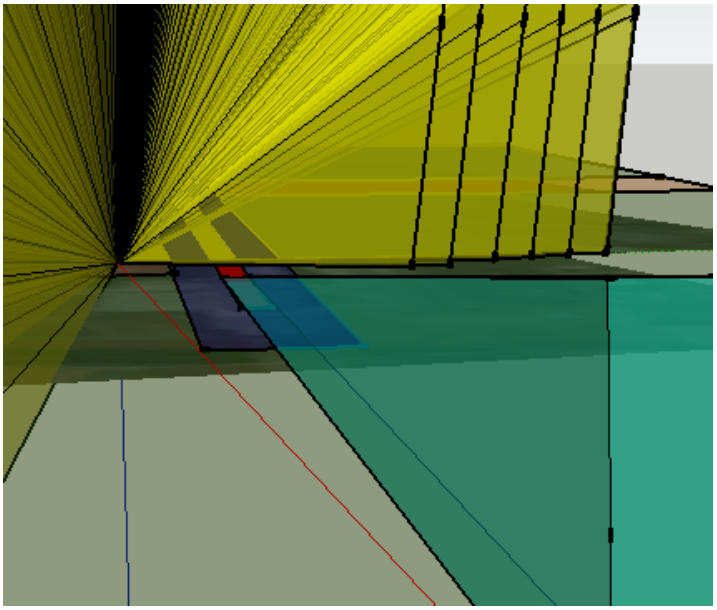


Figure 31 : Rayons réfléchis du 28/03 au 02/04 au point F - Approche par l'Est

Le résultat étant imprécis nous réduisons le pas de modélisation des rayons réfléchis à 2 min.

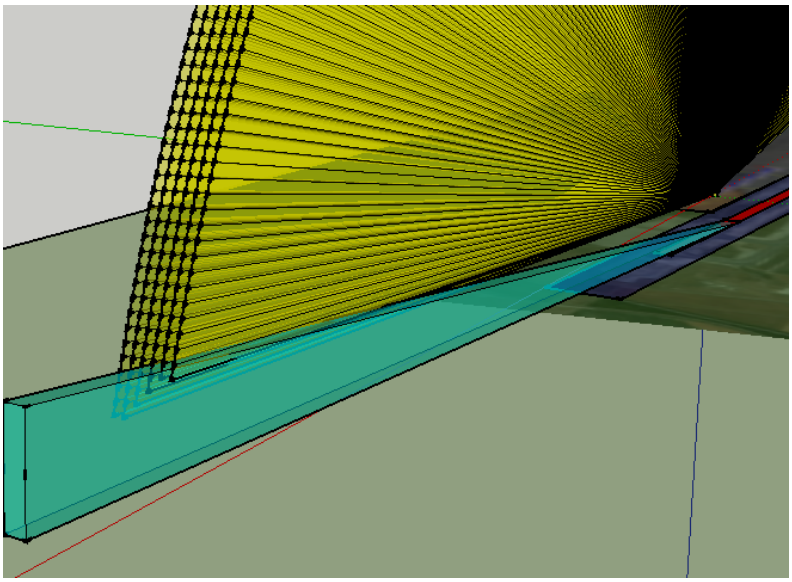


Figure 32 : Rayons réfléchis du 28/03 au 02/04 au pas 2 min au point F - Approche par l'Est

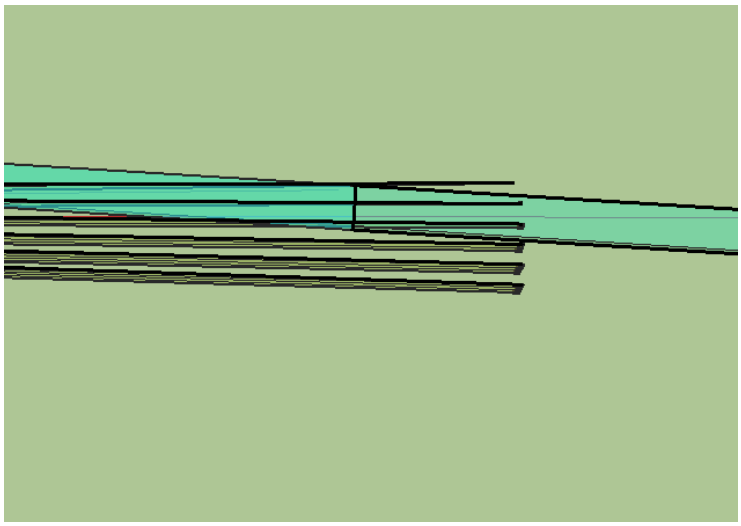


Figure 33 : Coupe des rayons réfléchis du 28/03 au 02/04 au pas 2 minutes pour le point F - Approche par l'Est

L'angle d'interception étant compris entre -90° et +90°, il existe donc un risque d'éblouissement.

Pour l'approche par l'Est, au point F il existe un risque d'éblouissement au titre de la zone B.

III.6.2. Approche par l'Ouest (QFU 101°)

Le point F est situé dans la zone A en approche par l'Ouest.

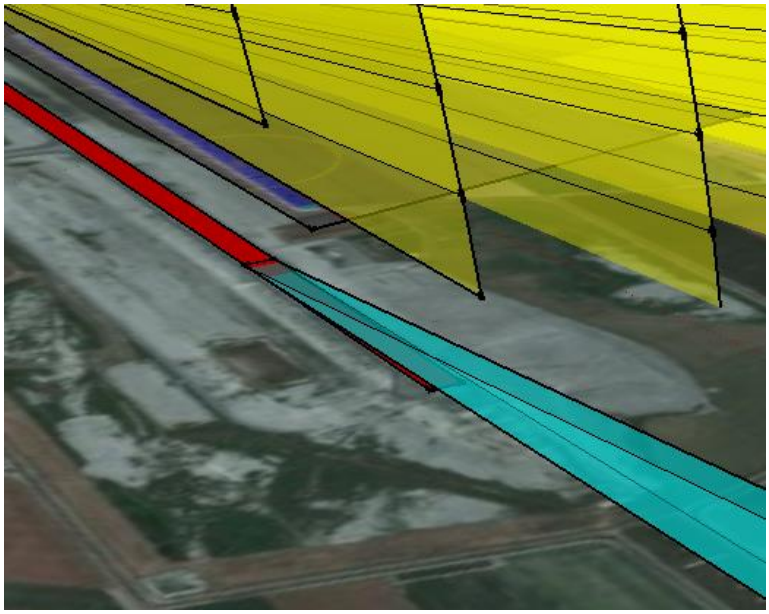


Figure 34 : Rayons Réfléchis au point F - Approche par l'Ouest

Les rayons réfléchis au point F n'interceptent pas la trajectoire d'approche par l'Ouest

Pour l'approche par l'Ouest, au point F il n'existe aucun risque d'éblouissement au titre de la zone A.

III.7. Synthèse des risques d'éblouissement

	Approche	Zone DGAC	Risque d'éblouissement	Jours concernés
Point A	Est (QFU 281°)	A	Non	
	Ouest (QFU 101°)	B	Oui	21-27 Fév /14-20 Oct
Point B	Est (QFU 281°)	A	Non	
	Ouest (QFU 101°)	B	Oui	21-27 Fév /14-20 Oct
Point C	Est (QFU 281°)	A	Non	
	Ouest (QFU 101°)	A	Oui	17 Oct
Point D	Est (QFU 281°)	A	Non	
	Ouest (QFU 101°)	A	Non	
Point E	Est (QFU 281°)	B	Oui	28-31 Mars
	Ouest (QFU 101°)	A	Non	
Point F	Est (QFU 281°)	B	Oui	28-31 Mars
	Ouest (QFU 101°)	A	Non	

L'ensemble des risques d'éblouissement sont au titre de la zone B sauf pour le point C où le risque est au titre de la zone A.

IV. Tour de contrôle

IV.1. Définition zone de protection

La figure suivante montre l'implantation de la centrale par rapport à la zone de protection (en blanc transparent) de la tour de contrôle comme définit par la DGAC.

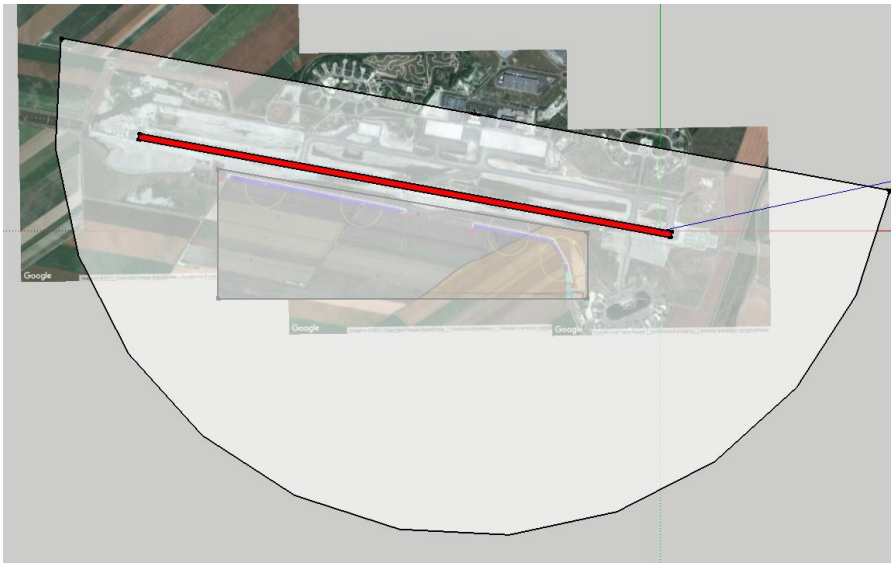


Figure 35 : Zone de protection Tour de contrôle

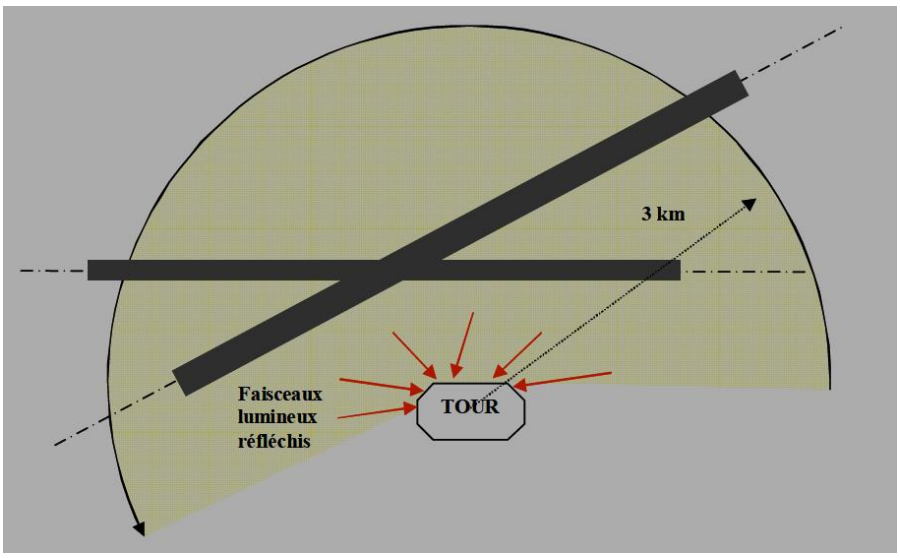


Figure 36 : zone de protection de la tour de contrôle (extrait de la note technique DGAC)

La centrale se situe dans la zone de protection de la tour de contrôle, nous analysons le risque d'éblouissement.

IV.2. Analyse du risque d’éblouissement

Les rayons réfléchis n’interceptent pas la tour de contrôle.

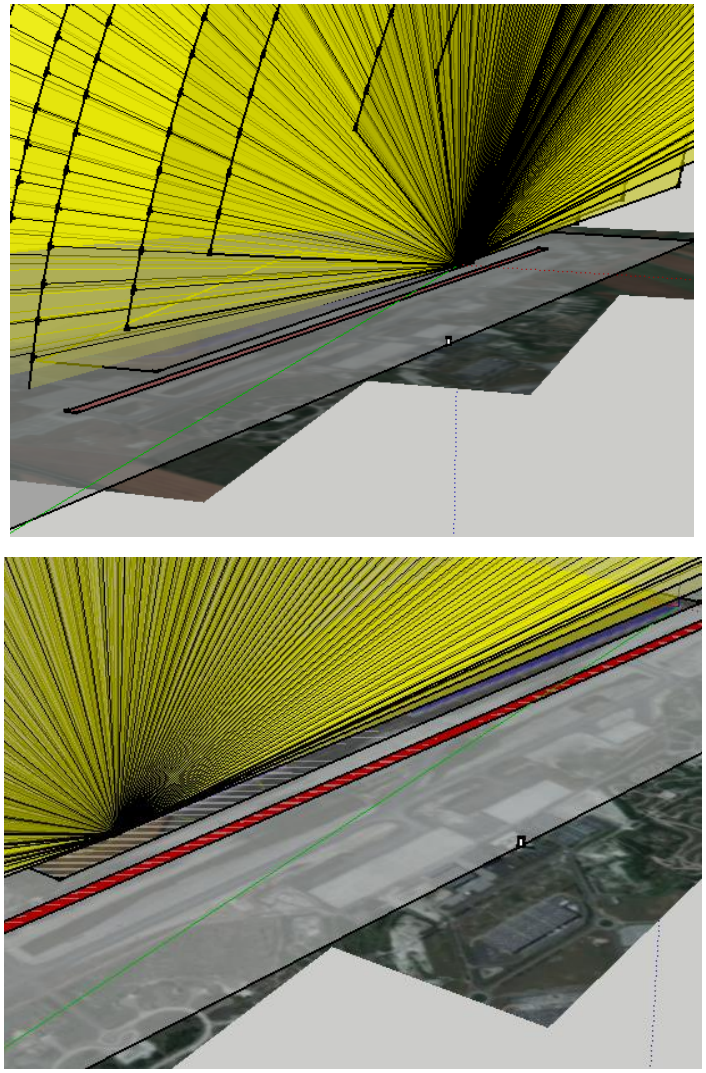


Figure 37 : Rayons Réfléchis des modules

Pour la tour de contrôle, il n’existe aucun risque d’éblouissement.

V. Etude de sensibilité

L'objectif de l'étude de sensibilité est d'identifier une configuration (inclinaison et le cas échéant orientation) qui permette d'éviter tout risque d'éblouissement.

V.1. Approche par l'Est (QFU 281°)

Plusieurs inclinaisons seront étudiées, tout en conservant la même orientation de 11°, afin d'en trouver une qui permettrait d'éliminer le risque d'éblouissement pour l'approche par l'Est (QFU 281°).

Pour chaque inclinaison étudiée, nous affinerons la modélisation des rayons réfléchis (image à droite) au pas 2 minutes pour les jours les plus critiques, dans ce cas précis ceux du 13 au 17 septembre.

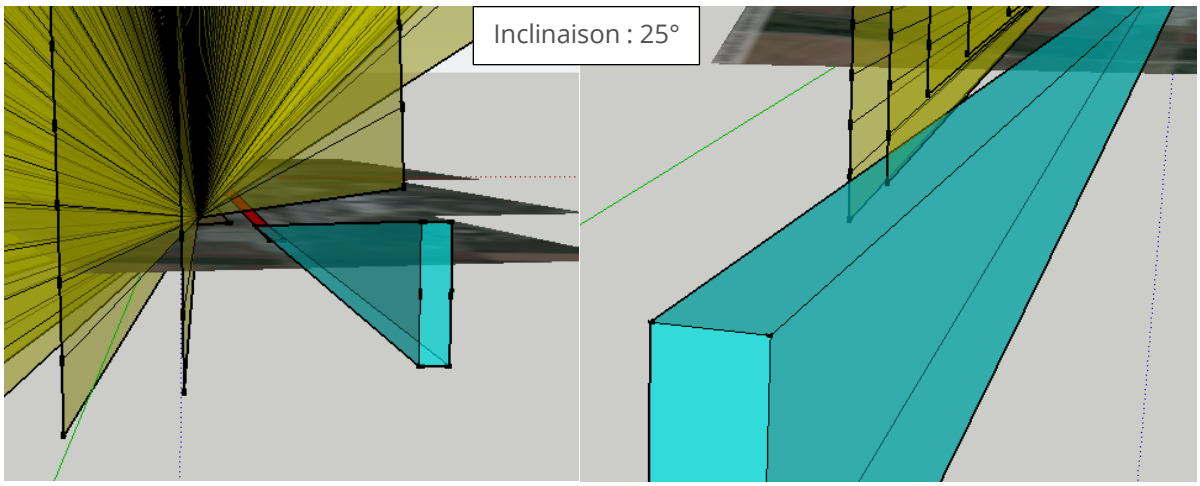


Figure 38 : Rayons réfléchis au point F pour une inclinaison de 25°

Pour une inclinaison de 25°, les rayons réfléchis interceptent la trajectoire d'approche par l'Est et l'angle d'interception est compris entre -90°/+90°. Il y a donc un risque d'éblouissement.

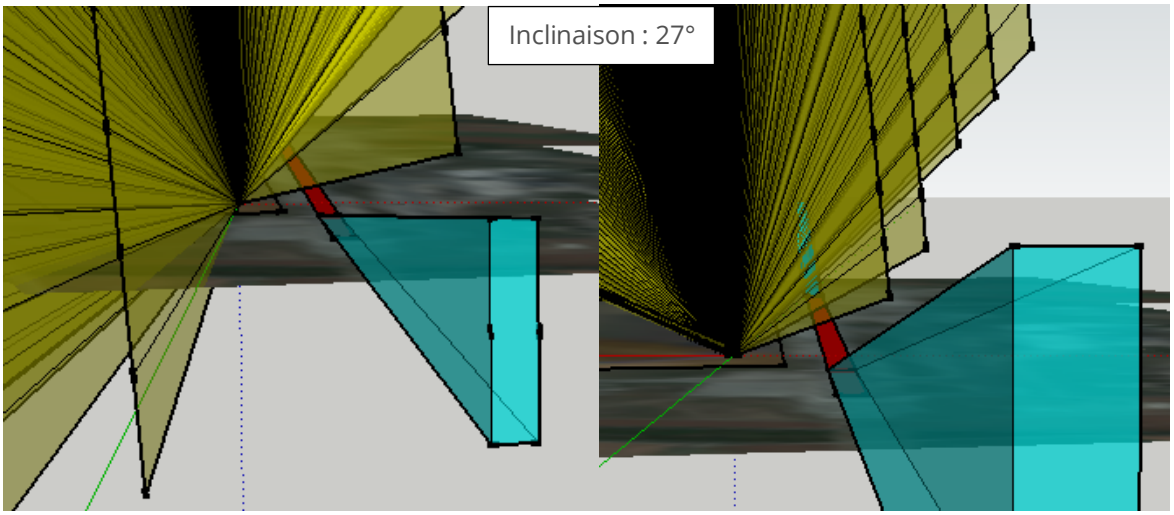


Figure 39 : Rayons réfléchis au point F pour une inclinaison de 27°

Pour une inclinaison à 27°, les rayons réfléchis n'interceptent pas la trajectoire d'approche par l'Est. Il n'y a donc pas de risque d'éblouissement en approche par l'Est si les modules sont inclinés à 27°.

V.2. Approche par l'Ouest (QFU 101°)

La même méthodologie est adoptée pour l'approche par l'Ouest (QFU 101°).

Pour chaque inclinaison étudiée, nous affinerons la modélisation des rayons réfléchis au pas 2 minutes pour les jours les plus critiques, dans ce cas précis ceux du 18 au 22 octobre (illustrations de droite).

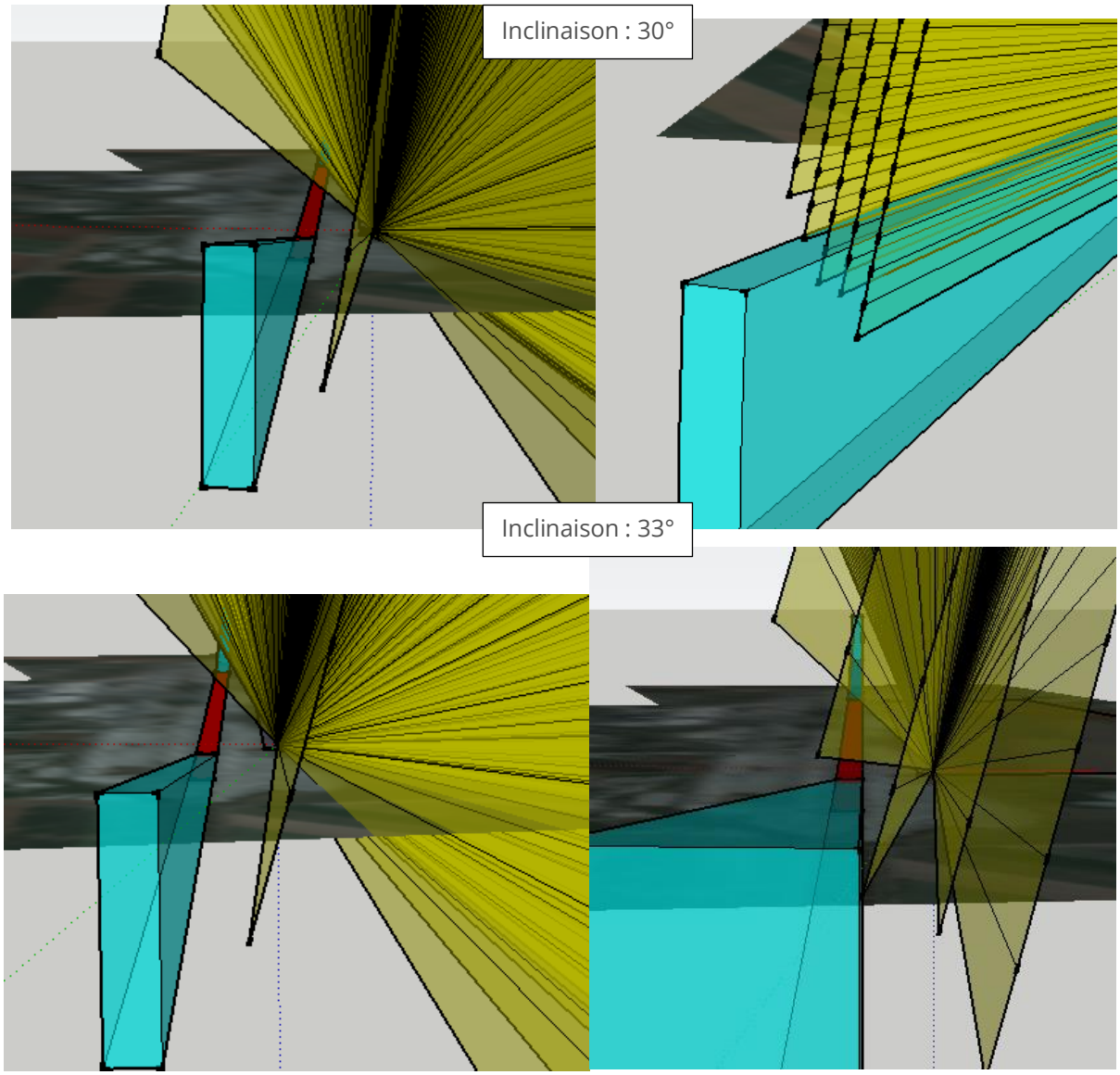


Figure 40 : Rayons réfléchis au point A pour une inclinaison de 30° et 33°

Pour une inclinaison de 30°, les rayons réfléchis interceptent la trajectoire d'approche par l'Ouest et l'angle d'interception est compris entre -90°/+90°. Il y a donc un risque d'éblouissement.

Pour une inclinaison de 33°, les rayons n'interceptent pas la trajectoire d'approche par l'Ouest. Cependant, par sécurité, et pour augmenter les chances d'obtenir un avis favorable de la DGAC, nous préconisons d'adopter une inclinaison de 35°.

V.3. Vérification complémentaire

Nous préconisons de réaliser deux configurations séparées avec une inclinaison différente pour chaque partie de la centrale : partie Ouest à 35° et partie Est à 27°.

Figure 41 : Répartition de la centrale

Nous analyserons le risque éblouissement pour tous les points définis aux figures **Figure** 10 et **Figure** 11 et pour chaque approche.

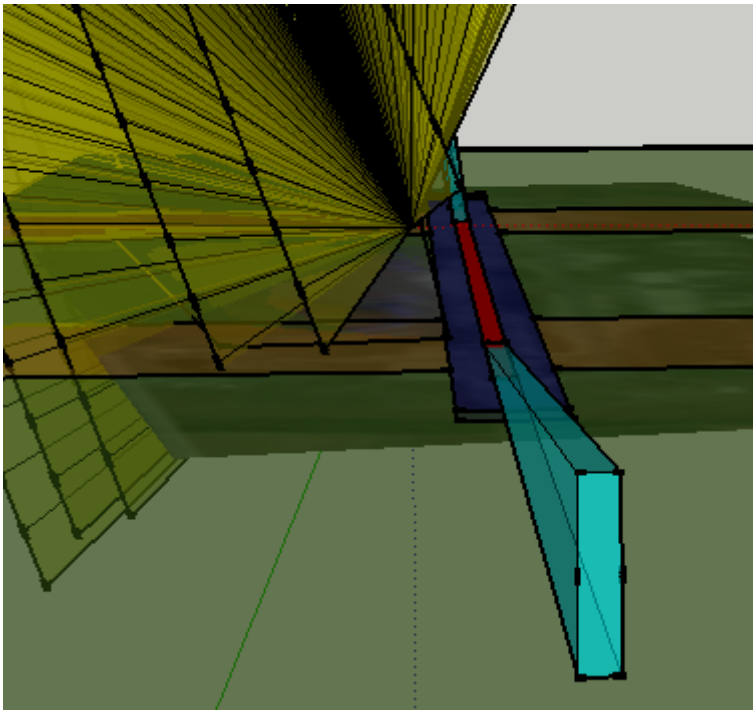


Figure 42: Rayons réfléchis pour un module à 35° au point A - Partie Ouest - approche par l'Est

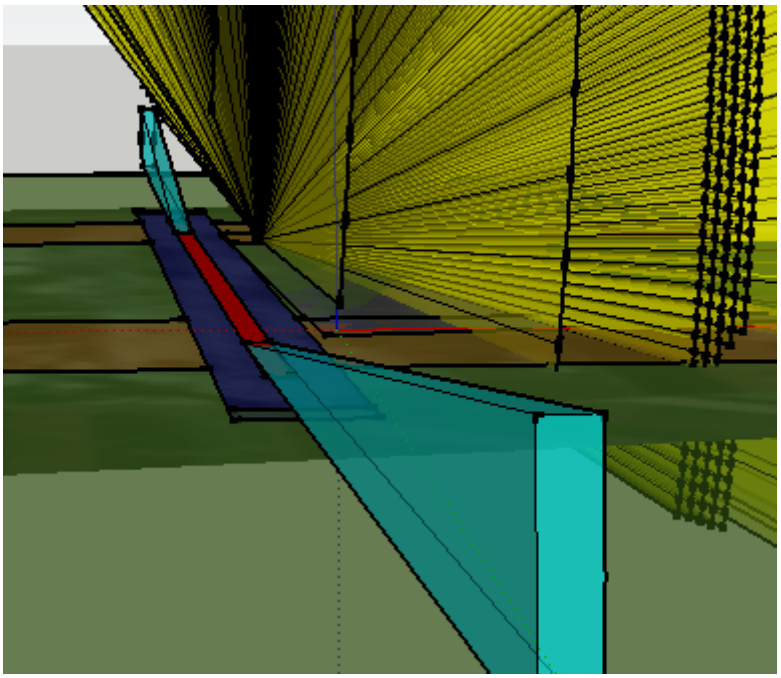
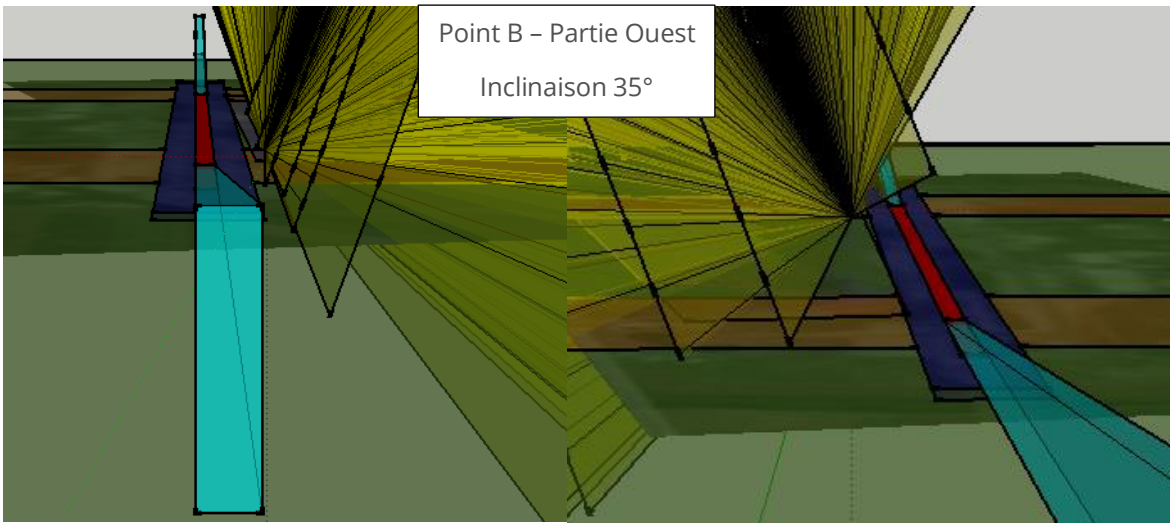


Figure 43: Rayons réfléchis pour un module incliné à 27° au point F – Partie Est - approche par l'Ouest

Afin de visualiser précisément s'il y a un risque d'éblouissement nous avons affiné la modélisation des rayons au pas 2 minutes pour les jours les plus critiques :

- Du 13 au 17 septembre pour les points de la partie Est
- Du 18 au 22 octobre pour les points de la partie Ouest



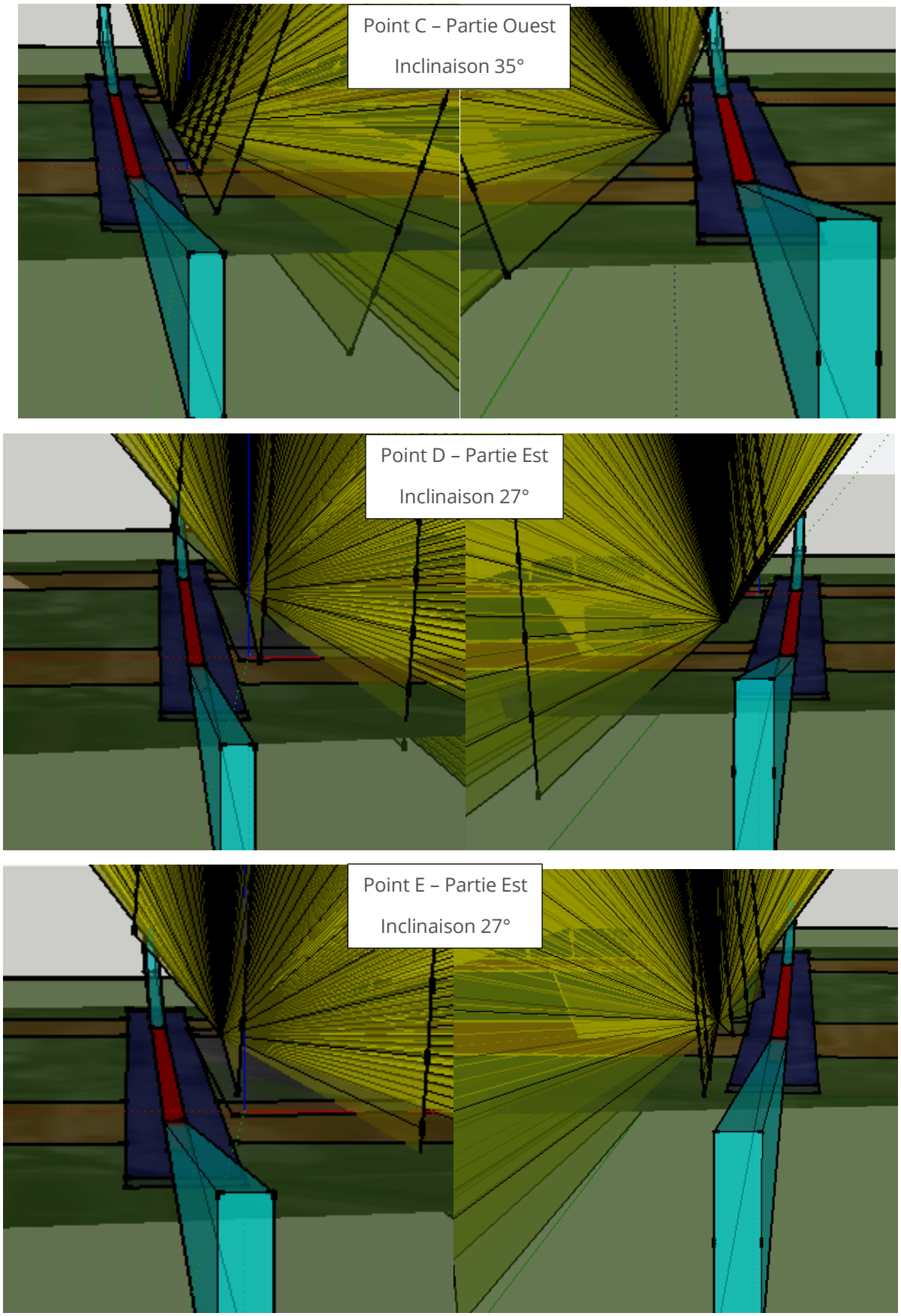


Figure 44 : Rayons réfléchis pour différents points - pour chaque approche (Ouest à gauche, Est à droite)

En conclusion, pour éliminer tout risque d'éblouissement :

- Les modules situés dans la partie Ouest doivent être inclinés à 35°.
- Ceux situés dans la partie Est doivent être inclinés à 27°.
- L'ensemble des modules peuvent également être inclinés à 35°.

Nous résumons dans le tableau ci-dessous différentes configurations possibles :

	Zone	Inclinaison sans risque d'éblouissement	Luminance max pour une inclinaison à 20° (cd/m²)
Partie Ouest	Point A -> Point B	35°	10 000
	Point B -> Point C	35°	20 000
Partie Est	Point D -> Point E	27°	20 000
	Point E -> Point F	27°	10 000

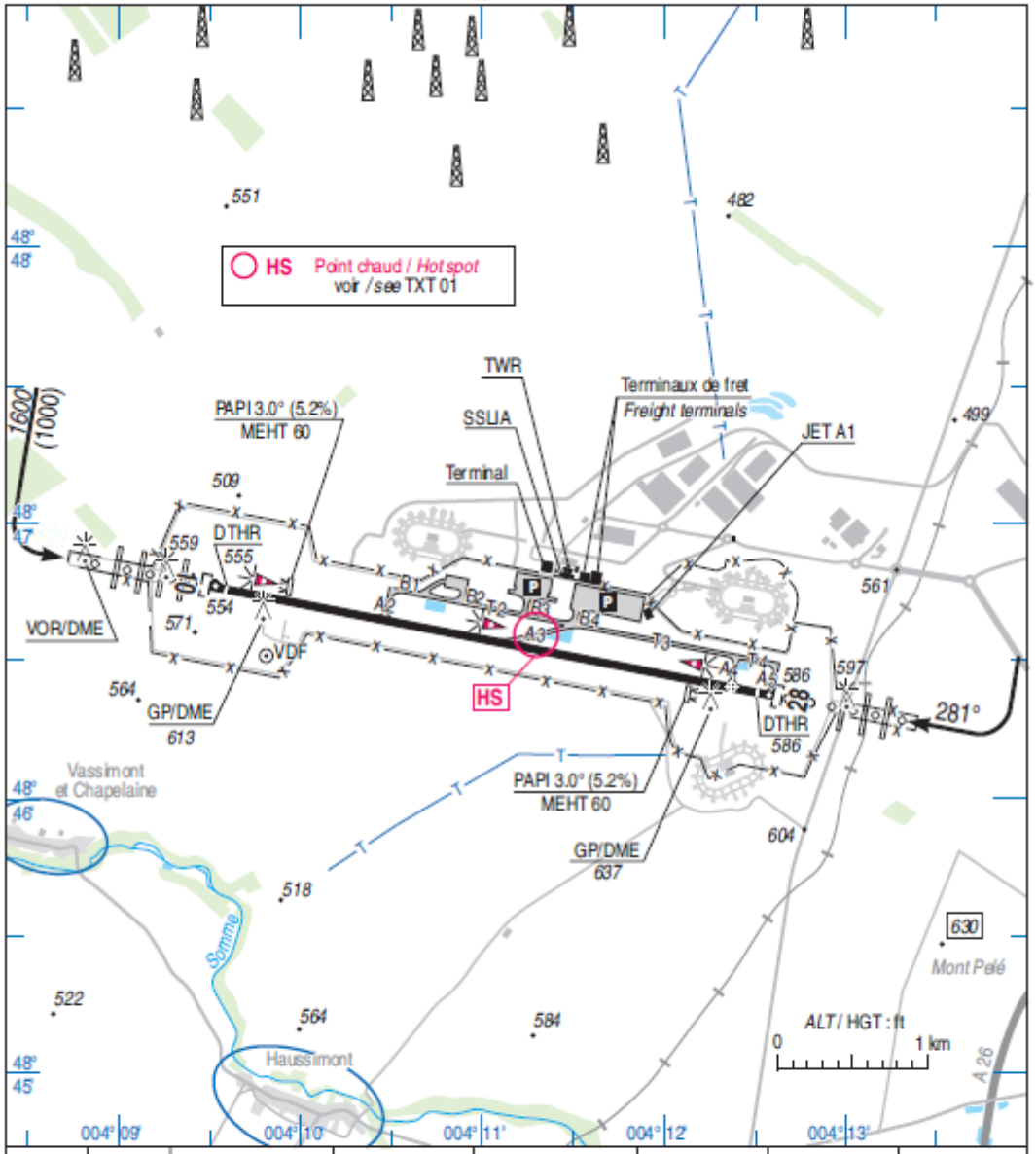
VI. Annexes

VI.1. Procédures d'approches

CHALONS **VATRY**
AD 2 LFOK ATT 01

ATTERRISSAGE A VUE
Visual landing

03 MAR 16



RWY	QFU	Dimensions *Dimension*	Nature *Surface*	Résistance *Strength*	TODA	ASDA	LDA
10 28	101 281	3860 x 45	Revêtue *Paved*	66 F/A/W/T	3920 3920	3860 3860	3750 3750

Aides lumineuses :

HI ligne APCH RWY 10 et RWY 28
HI/BI RWY 10/28

Lighting aids :

LIH APCH line RWY 10 and RWY 28
LIH/LIL RWY 10/28

SERVICE DE L'INFORMATION AERONAUTIQUE

AMDT 04/16 **CHG :** Hot spot, Infrastructure.

© SIA