

Client : HELIOPTIM
Etude préliminaire au dossier de sécurité – parc photovoltaïque
THOUARS



5.2 ETUDE D'EBLOUISSEMENT

L'étude d'éblouissement comprend 3 volets complémentaires :

- **Astronomique** : consiste à déterminer la course du soleil pour la latitude longitude et hauteur de site projet, pour en déduire les rayons incidents,
- **Optique** : consiste à déterminer les réflexions spéculaires selon l'inclinaison et l'orientation des modules,
- **Géométrique** : consiste à déterminer s'il existe des réflexions « redoutées » dans les volumes et surfaces définis par les servitudes (identifiées dans la première partie, analyse réglementaire) et caractériser ces réflexions dans le champ visuel du contrôleur ou du pilote selon les différentes procédures d'approche.

○ Il s'agit en premier lieu de déterminer la course du soleil et sa projection aux périodes d'équinoxe en termes d'azimut et de hauteur. Pour un lieu et une date donnés, cette course prend l'allure de la figure suivante :

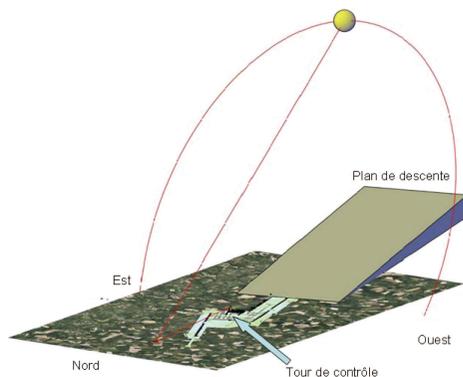


Figure 7 course solaire

Référence : CIA/C2473
10/12/2010

Version 1.1
page 24

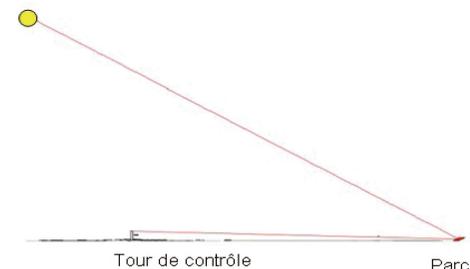
Client : HELIOPTIM
Etude préliminaire au dossier de sécurité – parc photovoltaïque
THOUARS



On a représenté schématiquement les principaux éléments à étudier :

- Le terrain : L'illustration de terrain ci-dessus est basée sur un cas réel. Le terrain semble plat à cette échelle de reproduction mais le MNT importé (modèle numérique de terrain) révèle des différences sensibles d'élévation. Aussi il faut prendre en compte les différences d'élévation entre le parc et les zones à étudier (hauteur relative de la vigie de la tour). Dans l'exemple ci-dessus et selon le modèle numérique de terrain, on a observé une différence de 23 m entre la base du parc (fictif) et le pied de tour.
- Le parc, face au sud : dans le cas général c'est un polygone. Selon la distance par rapport à la tour et les servitudes, plusieurs points de réflexion (« largeur » et « hauteur » apparentes) sont potentiellement éligibles. Si l'on ne considère qu'un seul point, on démontrera que les angles apparents sont négligeables.
- Positionnement de la ou des tours, avec leurs caractéristiques (élévation).
- Positionnement des pistes et volumes dépendants à étudier (dans la figure, un seul volume est représenté : un plan de descente sur la piste côté ouest en approche vers le nord). Le nombre de configurations à étudier dépend du système appliqué par la DSNA pour chaque aéroport. Il conviendrait d'étudier des arrivées face au sud, et de même les plans de départ.
- course du soleil : l'étude doit considérer plusieurs hauteurs et azimut selon les périodes de l'année. Une situation type est représentée ci-dessus, ou la hauteur du soleil est de l'ordre de 60°, susceptible d'engendrer un rayon réfléchi positif de quelques degrés au dessus du terrain et pour une inclinaison de miroir de l'ordre de 30°.
- Les rayons incidents et réfléchis : Dans notre exemple, il y a interception de la tour et du plan de descente.

La figure suivante est un agrandissement de la figure précédente, illustrant l'interception d'un rayon réfléchi par la vigie en coupe face à l'ouest :



Référence : CIA/C2473
10/12/2010

Version 1.1
page 25

Client : HELIOPTIM

Etude préliminaire au dossier de sécurité – parc photovoltaïque THOUARS



Figure 8 Réflexion redoutée

Par ailleurs, dans notre exemple, lorsque le rayon réfléchi se trouve en coïncidence avec le plan de descente lui-même, le pilote sera constamment dans cet axe tout au long de l'approche finale, ce qui constitue le cas le plus défavorable.

○ La note de la DGAC exige une démonstration « considérant toutes les positions prises par le Soleil au dessus de l'horizon à tout instant du jour et de l'année. La prise en compte de l'éventuel masquage créé par un relief naturel est acceptable, sous réserve de la pérennité de ce relief (par exemple, le masquage par une montagne peut être pris en compte mais le masquage par un groupe d'arbres ne devrait pas être pris en compte) ».

L'étude de masquage éventuel est abordée en exploitant le modèle numérique de terrain créé dans la phase précédente.

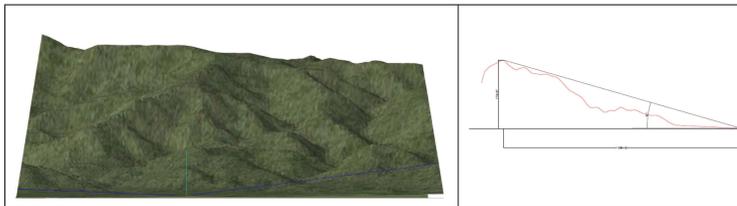


Figure 9 Extraction MNT (vue vers l'ouest) et masquage par le relief (vue de vers le nord)

Le calcul de rayon réfléchi sera fait selon les hypothèses suivantes :

- les panneaux du parc sont assimilés à des miroirs plans (les calculs d'intensité lumineuse réfléchi sont effectués dans la phase suivante), dont la position (latitude, longitude, hauteur du terrain) et l'orientation sont données,
- les données pistes sont issues de la documentation du site de l'information aéronautique (SIA)
- Le calcul se fait à l'aide d'un logiciel développé par Egis Avia. Ce logiciel exploite des modules de calcul d'éphémérides disponibles en source sous licence GPL. Les rayons réfléchis sont calculés selon les lois de Descartes dans un module spécifique.
- Les données d'azimut et de hauteur sont exportées dans une table pour exploitation dans Autocad.

La figure suivante représente selon 2 perspectives différentes les courbes calculées aux solstices avec le logiciel :

Client : HELIOPTIM

Etude préliminaire au dossier de sécurité – parc photovoltaïque THOUARS

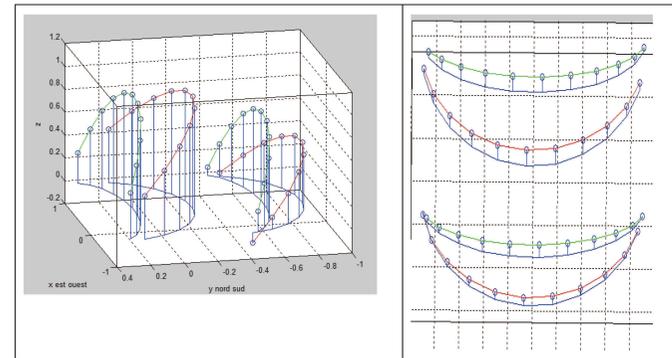


Figure 10 Course du soleil aux solstices

En rouge, la course du soleil pour les solstices, en vert, les rayons réfléchis par un panneau orienté plein sud. Les points représentent la position d'heure en heure.

L'examen des extrêmes permet ainsi de localiser la possibilité d'un risque intermédiaire au cours de l'année.

L'ensemble des positions du soleil et rayons réfléchis donne ainsi une famille de courbes à l'allure suivante :

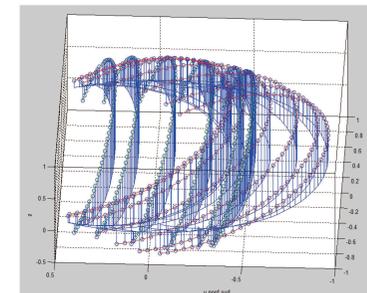


Figure 11 course solaire annuelle et réflexions

Après examen de ces courbes, la fourchette de calcul est affinée en fonction de l'étendue du risque potentiel afin de caractériser les occurrences. Dans l'exemple suivant, les événements redoutés se produisent le matin de juin à septembre :

Client : HELIOPTIM
 Etude préliminaire au dossier de sécurité – parc photovoltaïque
 THOUARS



Client : HELIOPTIM
 Etude préliminaire au dossier de sécurité – parc photovoltaïque
 THOUARS

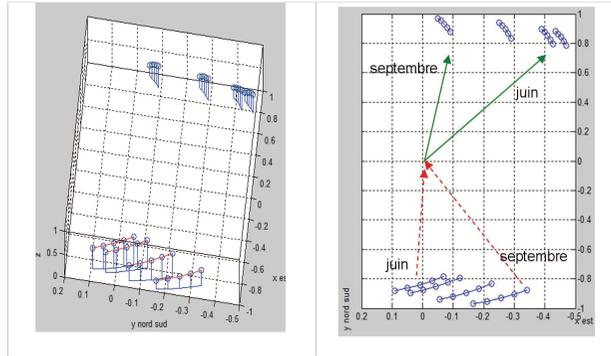


Figure 12 Recherche d'évènements redoutés

Cette information est ensuite confrontée avec les différentes trajectoires d'aéronefs, afin d'analyser les caractéristiques d'une interception éventuelle de rayons réfléchis, notamment les angles apparents dans le champ visuel.

**** fin du document ****

L'examen détaillé permet ainsi d'identifier la présence éventuelle de rayons réfléchis dans les azimuts à protéger. La figure suivante illustre une vue de la hauteur des rayons réfléchis sur quelques degrés (en vert) et une vue de dessus mettant en évidence les azimuts concernés.

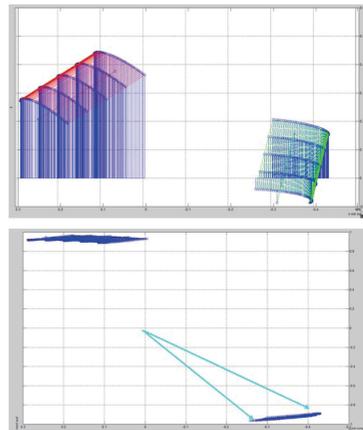


Figure 13 Enveloppe des évènements redoutés