

St-Martial (23) 4,22 MWp

Étude d'Éblouissement



Projet PV d'Arc-sur-Tille
Autoroute A31
Départementale D70

9 juin 2026 – Version 1.1

Ecolucioles Bat. A1
955 route des Lucioles,
06560 Valbonne – France

solais.fr
+33 (0)4 83 88 02 90
contact@solais.fr



1. PRÉSENTATION GENERALE	3
1.1. Présentation du document	3
1.2. Présentation des intervenants.....	3
2. PRÉSENTATION DU PROJET ET DES ENTRÉES CONSIDÉRÉES.....	4
2.1. Présentation du projet photovoltaïque.....	4
2.2. Présentation des éléments modélisés	5
2.2.1. Le générateur photovoltaïque	5
2.2.2. Les trajectoires des véhicules	7
2.2.3. La topographie.....	10
2.2.4. Le profil de réflexion des modules	11
2.2.5. La luminance du soleil.....	12
2.2.6. La course du soleil.....	13
3. ANALYSE.....	14
3.1. Analyse 3D.....	14
3.1.1. Enveloppe des rayons réfléchis	15
3.1.1. Synthèse de l'analyse 3D	17
3.2. Caractérisation de l'éblouissement	18
3.2.1. Départementale D70	19
3.2.2. Autoroute A31 et échangeur (bretelles de sortie n°4 et accès au péage).....	23
4. CONCLUSION	34

1. PRÉSENTATION GENERALE

1.1. Présentation du document

Ce document présente l'étude d'éblouissement du projet photovoltaïque (PV) de la société ENOÉ ENERGIES localisé à Arc-sur-Tille (21 | Côte-d'Or), à proximité d'une autoroute et d'une départementale. 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 en fonction de la date et de l'heure ainsi que de caractériser le risque d'éblouissement pour les conducteurs.

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.

1.2. Présentation des intervenants

Donneur d'ordre



10, place de la Joliette
Atrium 10.2 Les Docks
13 002 Marseille

Contact :

M. Guillaume THORAVAL – guillaume.thoraval@enoe-energie.fr

Cabinet d'Ingénierie



955, route des Lucioles
06 560 Sophia Antipolis

Contact :

Mme Aina RAZANAJAO – aina.razanajao@solais.fr

2. PRÉSENTATION DU PROJET ET DES ENTRÉES CONSIDÉRÉES

2.1. Présentation du projet photovoltaïque

Le projet de la société ENOÉ ENERGIES consiste à réaliser une centrale PV au sol à Arc-sur-Tille (21 | Côte-d'Or), à proximité d'une route départementale (D70) et d'une autoroute (A31).

Intitulé	Latitude	Longitude
Centrale au sol fixe	47.345698°	5.160275°

La figure suivante présente la localisation du projet PV.



Image satellite Google Earth avec la localisation du projet PV

2.2. Présentation des éléments modélisés

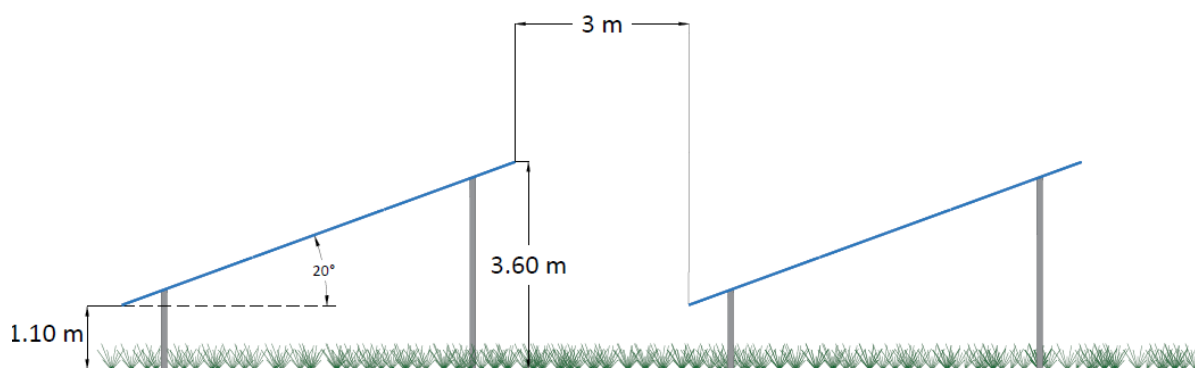
2.2.1. Le générateur photovoltaïque

La figure suivante présente le schéma d'implantation des modules PV et le plan de coupe des structures.



LEGENDE	
	Module PV 680 Wc (2382 x 1134 x 35mm)
	Table PV 3V27
	Table PV partielle 3V9
	Poste de livraison et de transformation
	Piste légère (l=4m)
	Piste existante à renforcer (l=5m)
	Piste lourde (l=4m)
	Portail (l=5m)
	Clôture
	Limite de propriété
	Réserve incendie (60 m²) et son aire d'aspiration
	Haies existantes
	Talus / merlon
	Enjeux environnementaux
	BESS
	Palissade

Extrait du plan de masse (Source : ENOÉ ENERGIES – 30.04.2026)



Extrait du plan de coupe (Source : ENOÉ ENERGIES)

Le tableau suivant détaille les caractéristiques du générateur photovoltaïque, la technologie de modules utilisés étant des modules rigides avec du verre en surface susceptible de réfléchir les rayons directs du soleil.

Intitulé	Azimut*	Inclinaison	Point bas des modules	Point haut des modules	Surface projetée
Centrale au sol fixe	180° (plein sud)	20°	1,10 m	3,6 m	~ 1,15 ha

* Suivant la convention sud = 180°

La figure suivante présente sur l'image satellite avec le plan de masse en transparence, la modélisation du générateur à partir d'un unique polygone (en rouge).



Image satellite Google Earth avec le projet PV (en rouge) et la localisation de l'A31 et de la D70 (en jaune)

2.2.2. Les trajectoires des véhicules

Les figures suivantes présentent les trajectoires considérées dans cette étude, soit respectivement :

- **Au niveau de la D70 :** pour les conducteurs provenant de l'est (en jaune) et de l'ouest (en magenta) ;
- **Au niveau de l'A31 :**
 - La trajectoire des conducteurs depuis le nord, ainsi que celle des conducteurs empruntant la bretelle de sortie n°4 vers le péage de Dijon - Arc-sur-Tille (en bleu),
 - La trajectoire des conducteurs provenant du sud, ainsi que celle des conducteurs empruntant la sortie n°4 (en cyan) ;
- **Au niveau de la section du péage de Dijon-Arc-sur-Tille :**
 - La trajectoire des véhicules provenant de l'ouest rejoignant l'A31 en direction de Lyon Besançon (en bleu),
 - La trajectoire depuis l'est rejoignant le rond-point en direction de la D70 (en cyan).

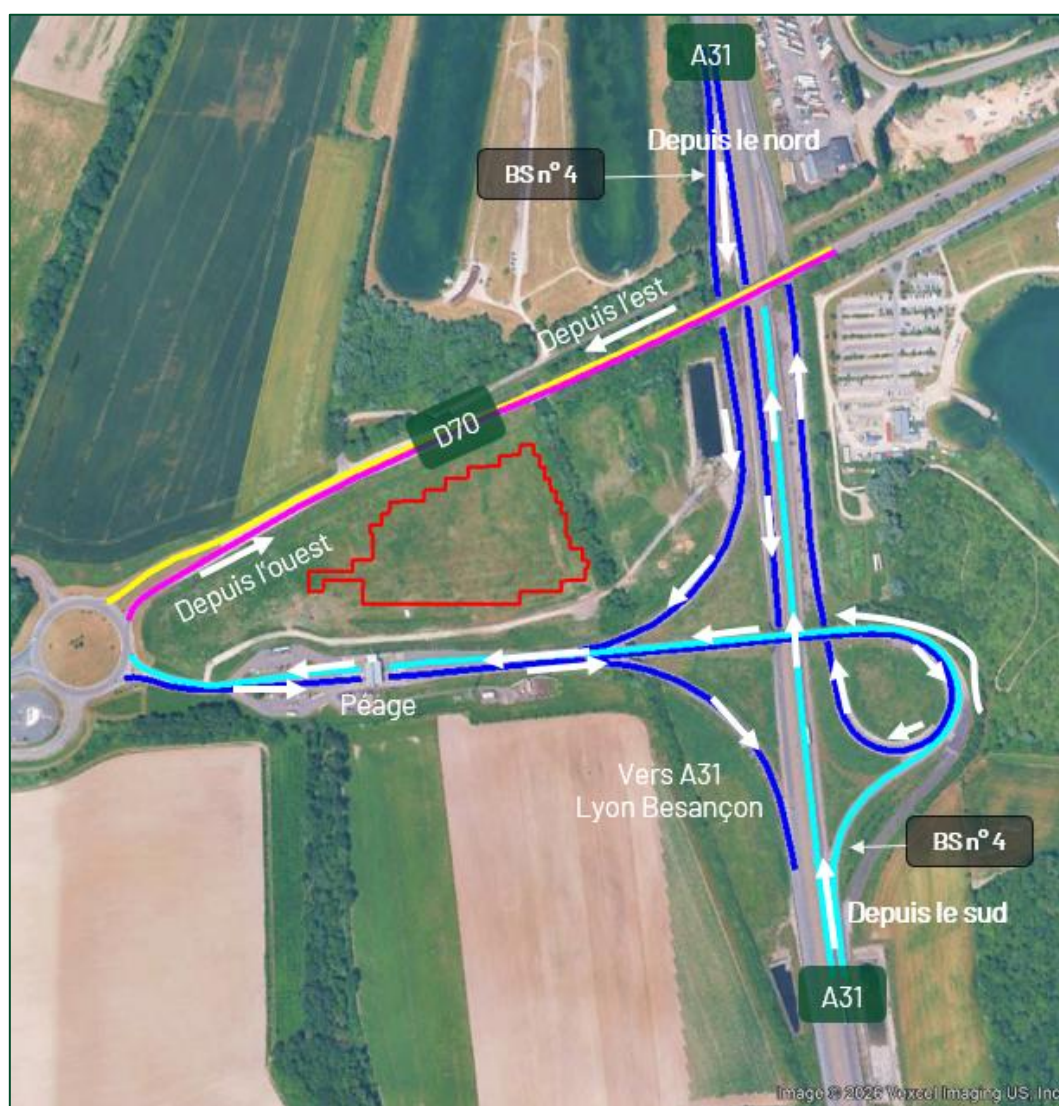


Image satellite avec la localisation du projet PV et des trajectoires étudiées

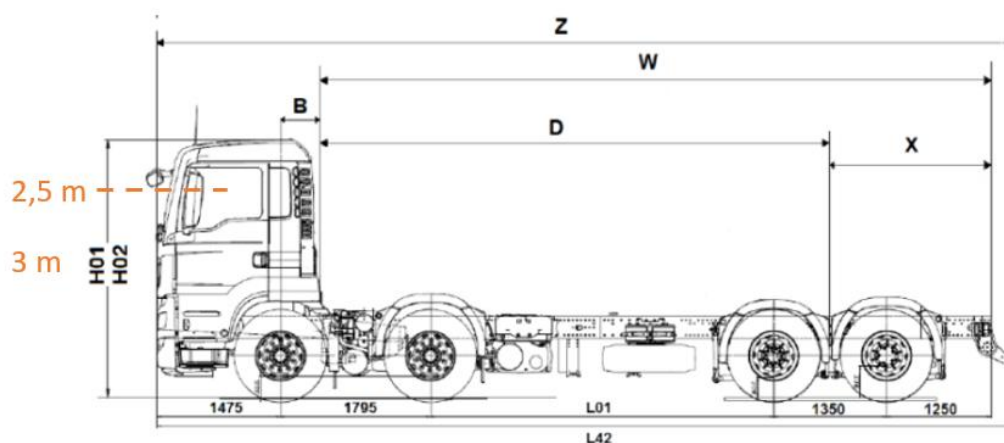
- Zoom sur les trajectoires depuis le nord sur l'A31 et les conducteurs direction A31 Lyon Besançon en passant par le péage de Dijon - Arc-sur-Tille.



- Zoom sur les trajectoires depuis le sud sur l'A31 et les conducteurs sortant de l'autoroute rejoignant l'agglomération par le péage de Dijon - Arc-sur-Tille.

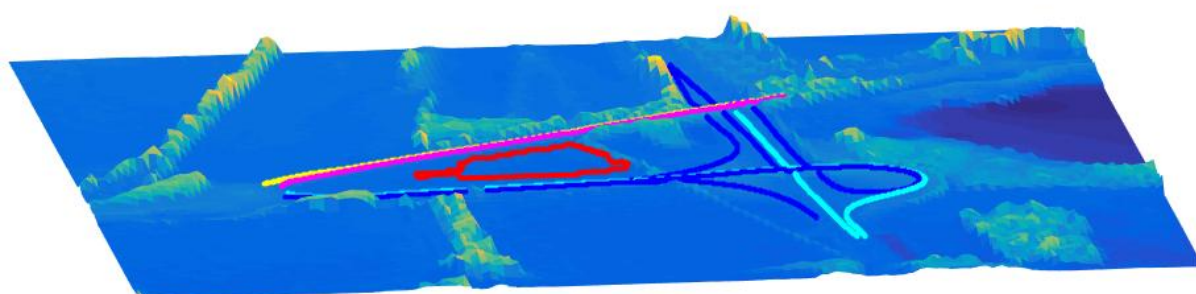
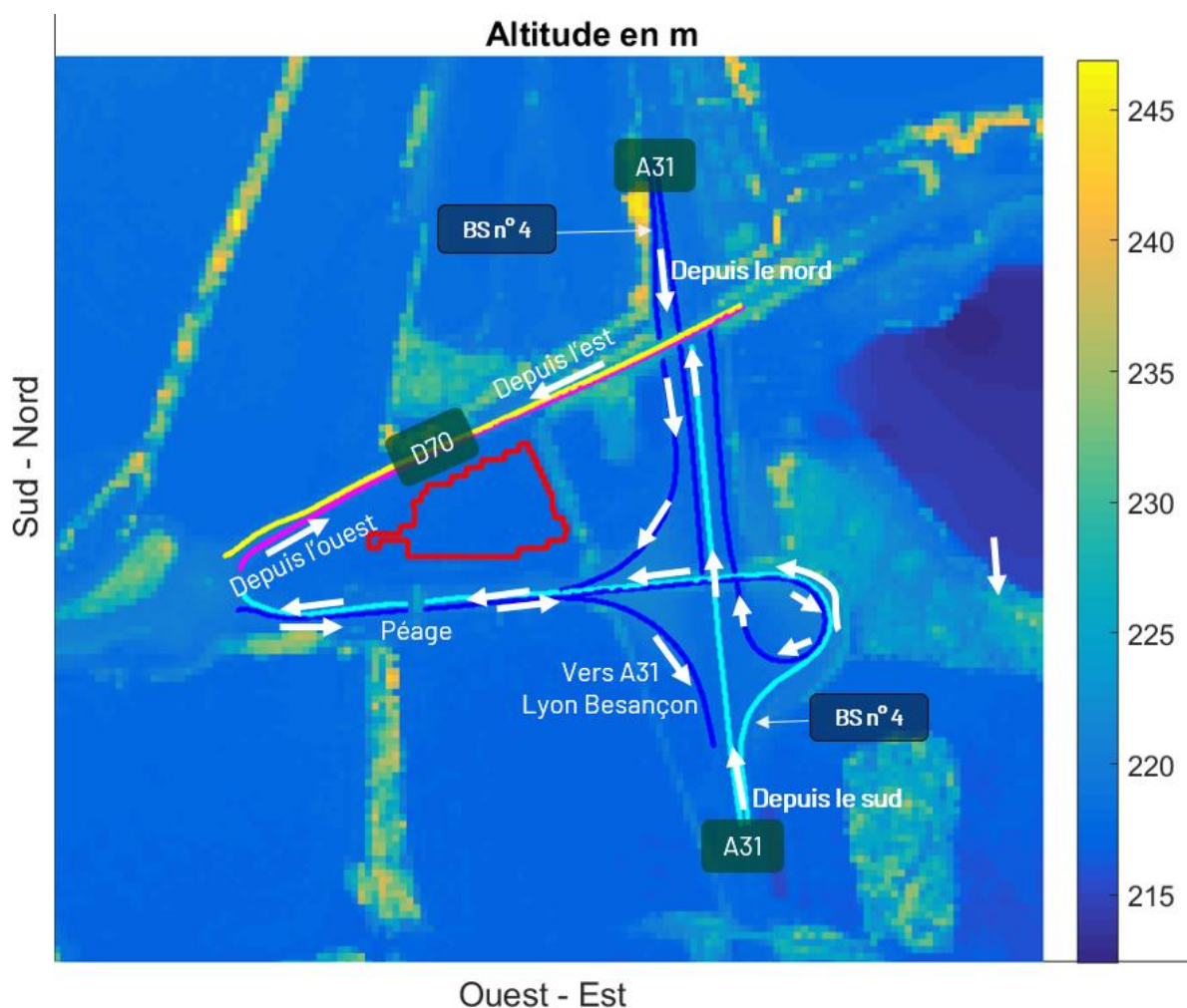


Une hauteur de 2,5 m au-dessus du sol a été considérée afin de prendre en compte les conducteurs des camions dans leur cabine comme l'illustre la figure suivante. Cette configuration est la plus défavorable en termes d'éblouissement et permet d'englober le cas moins contraignant des automobilistes dont le regard est situé à une hauteur moindre.



2.2.3. La topographie

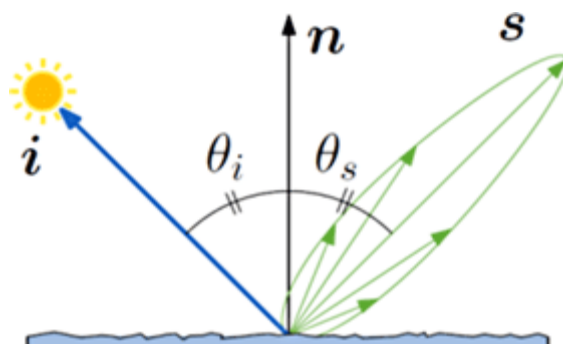
Un Modèle Numérique de Surface¹ (MNS), intégrant le terrain naturel ainsi que le sursol (végétation et constructions existantes) en tant que masque paysager, avec une maille de 5 m, a été utilisé pour cette étude. Le générateur est représenté en rouge, les trajectoires des conducteurs en bleu et cyan au niveau de l'A31 et des bretelles de sortie, en magenta et en jaune au niveau de la D70. Le dégradé de couleur correspond à l'altitude du terrain et du sursol en mètres.



¹ Source : IGN – MNS Correl (21 – Côte d'Or, 01-2024), licence Etalab

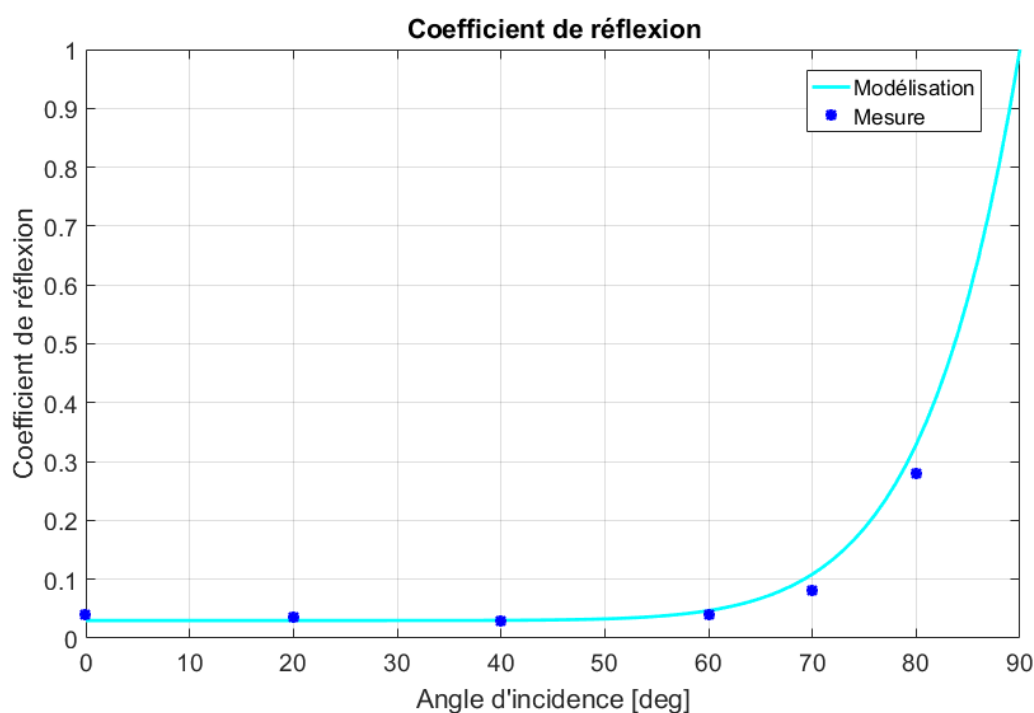
2.2.4. Le profil de réflexion des modules

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.*



Source : Simonot L., Boulenguez P.

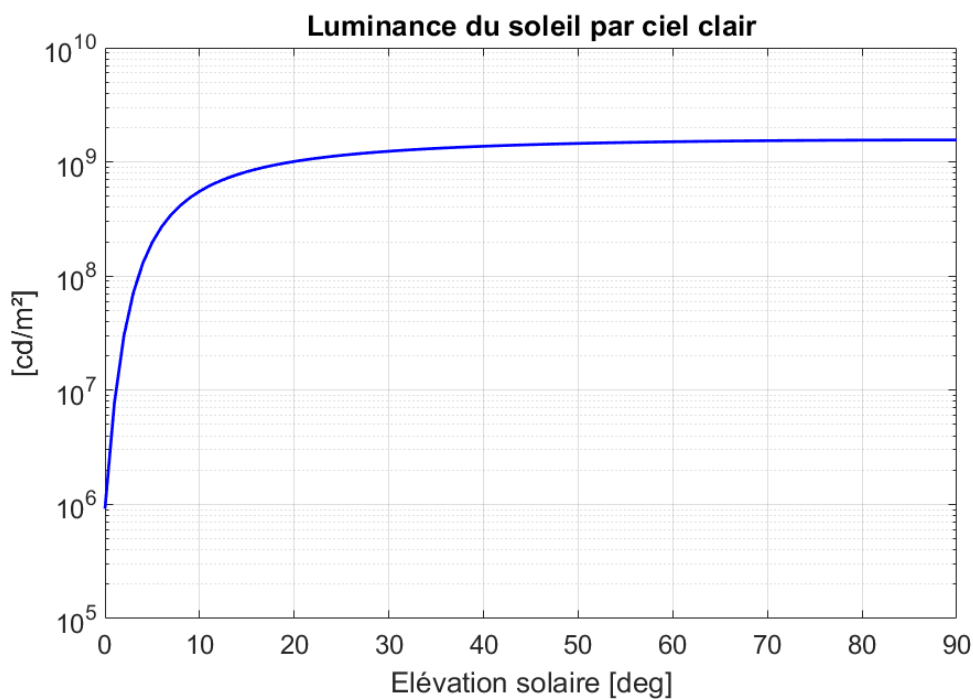
Un profil standard de coefficient de réflexion a été retenu pour cette étude ; il est issu d'une étude² du Sandia National Laboratories (Etats-Unis) qui a mesuré le profil de réflexion de plus de vingt modules PV.



² 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.

2.2.5. La luminance du soleil

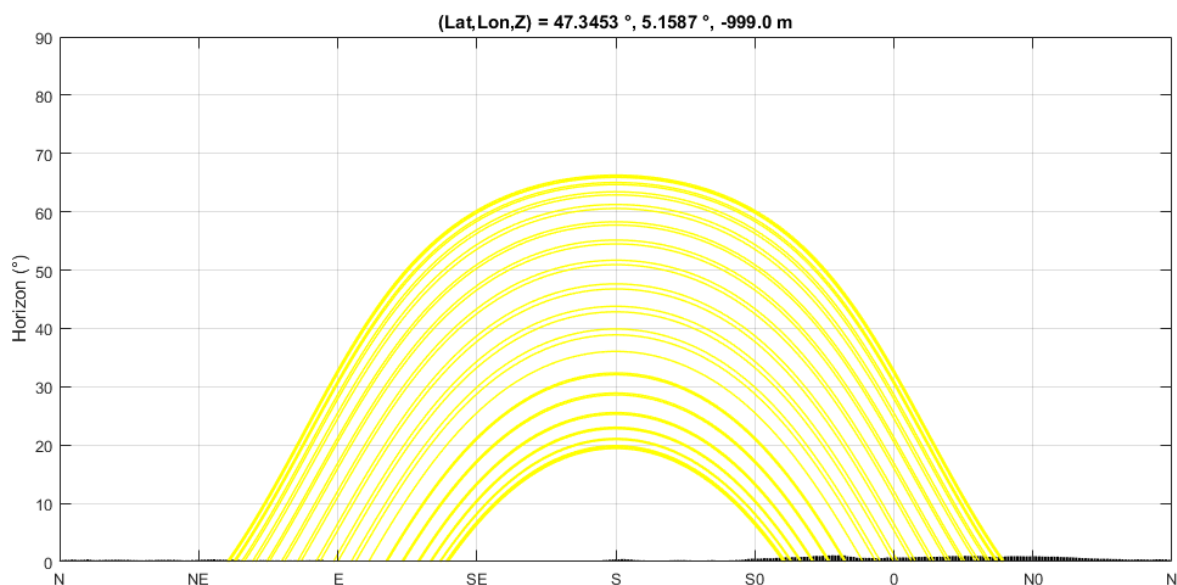
La figure suivante présente le profil de luminance (en candela par m², cd/m²) des rayons directs du soleil avec une hypothèse de ciel parfaitement clair, et ce en fonction de l'élévation du soleil. Il est à noter que la luminance est d'environ 900 000 cd/m² au lever du soleil et culmine à 1,6 milliards de cd/m² lorsque le soleil est au zénith.



2.2.6. La 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 d'éblouissement car il peut cacher les rayons directs du soleil et donc réduire les impacts identifiés.



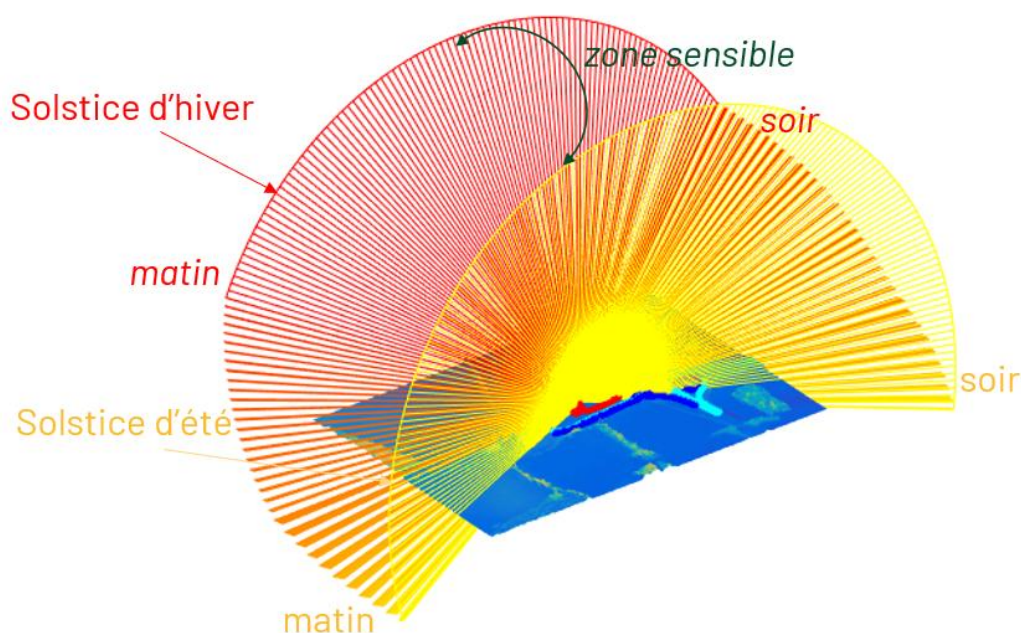
Il est à noter que le relief lointain observé à l'emplacement de l'installation photovoltaïque est négligeable.

3. ANALYSE

3.1. 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.

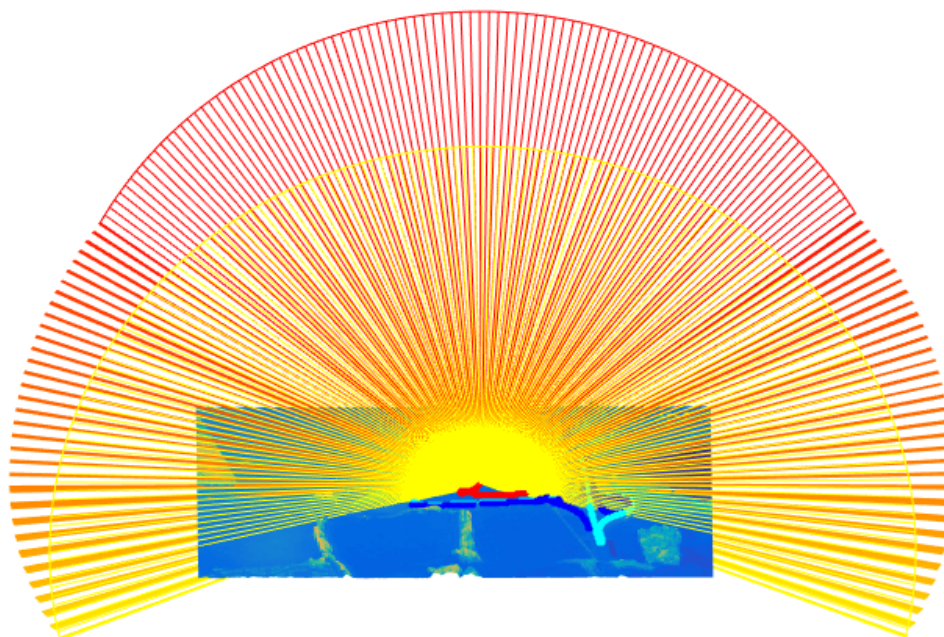
Pour une configuration de modules donnée (orientation et inclinaison) et une localisation de modules donnée, la localisation des rayons réfléchis est présentée à travers l'enveloppe des rayons réfléchis délimitée par les réflexions survenant tout au long du solstice d'été (21 juin) et du solstice d'hiver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



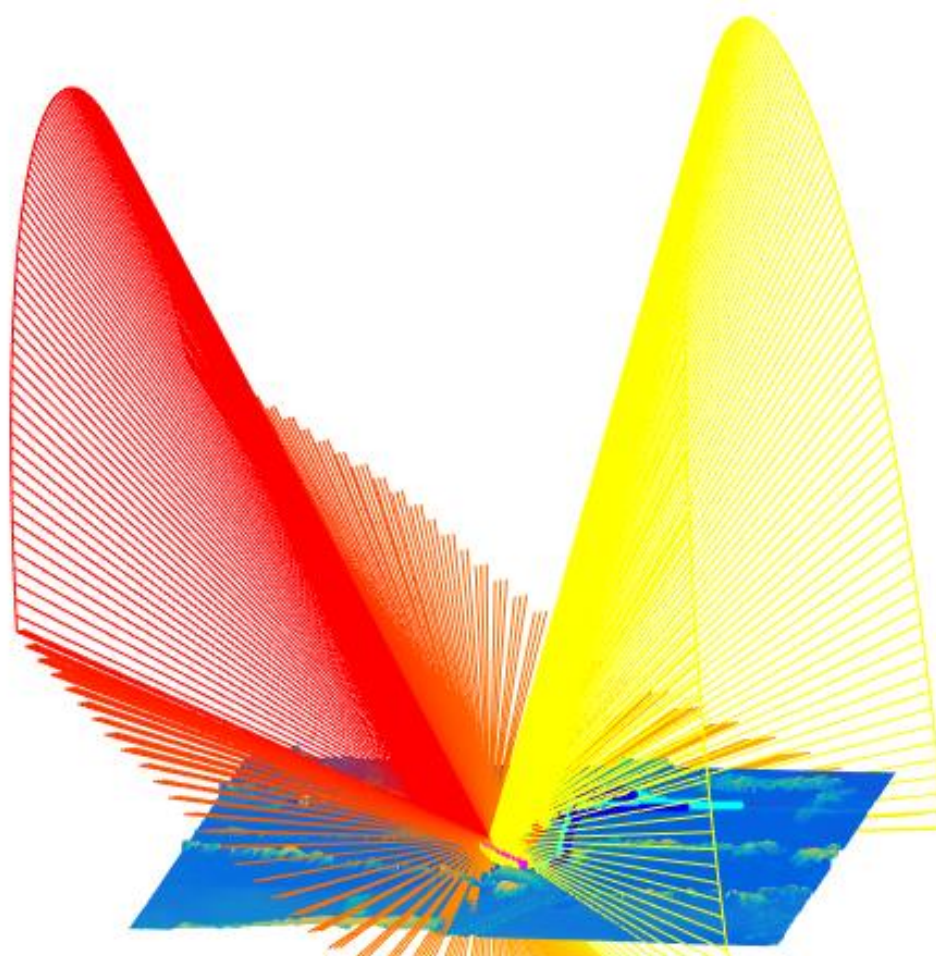
Les visuels suivants présentent le générateur en rouge, les trajectoires des véhicules en bleu, en cyan, en magenta et en jaune, les enveloppes des rayons réfléchis pour le solstice d'été (jaune) et le solstice d'hiver (rouge), et ce pour un unique point de réflexion unique au niveau de la zone étudiée.

3.1.1. Enveloppe des rayons réfléchis

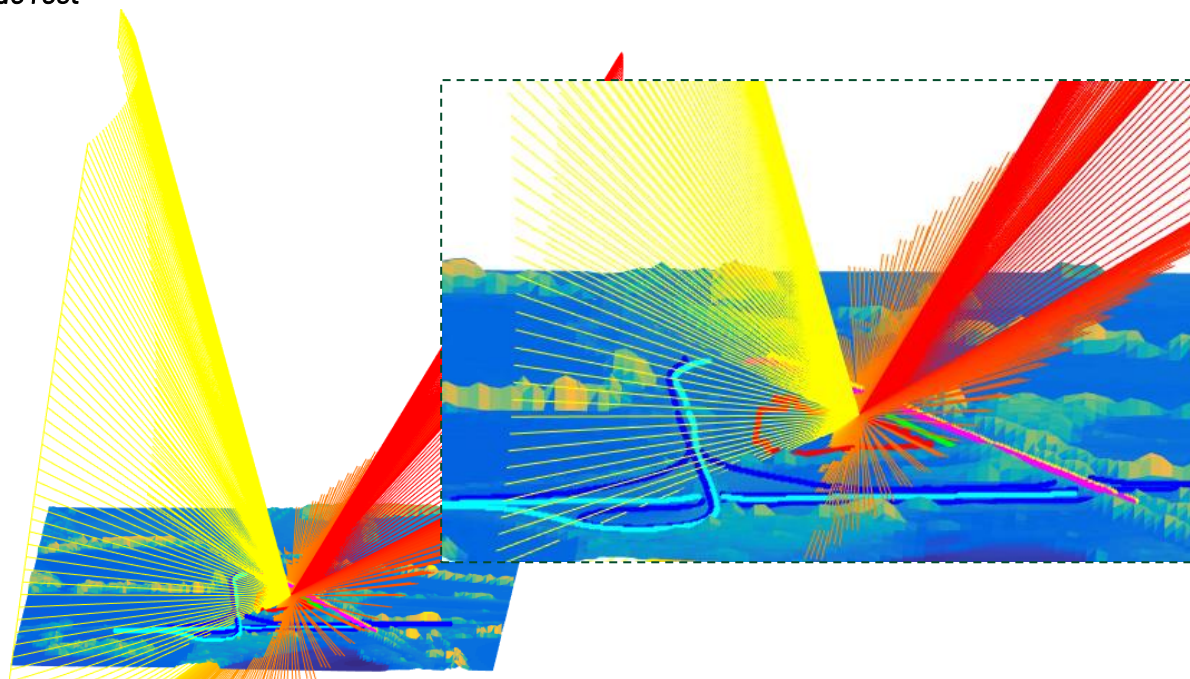
Vue du sud



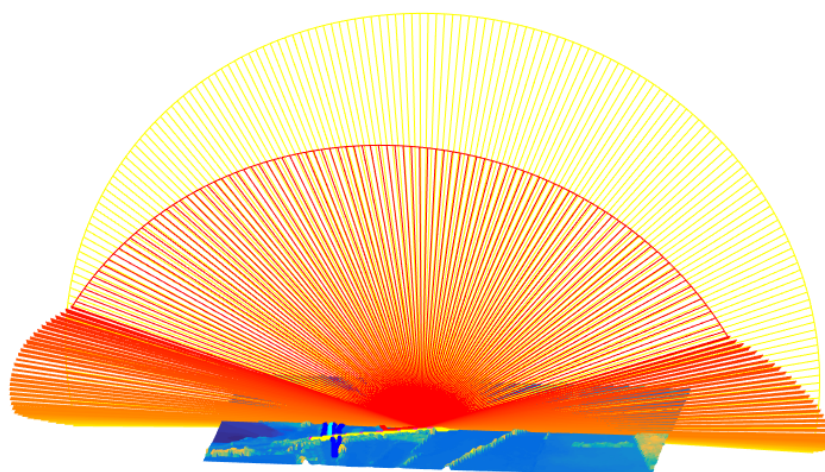
Vue de l'ouest



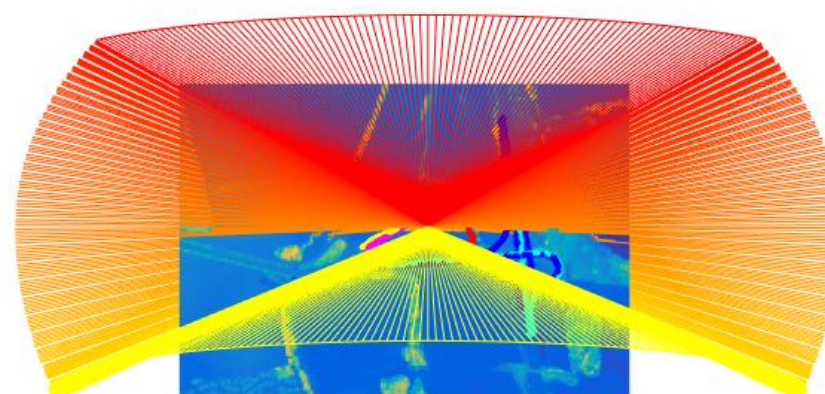
Vue de l'est



Vue du nord



Vue de haut



3.1.1. Synthèse de l'analyse 3D

L'analyse 3D effectuée montre que :

- Les conducteurs au niveau de l'axe principal de l'A31 (dans les deux sens de la circulation), ne semblent jamais impactés par des rayons réfléchis, qui semblent arriver dans leur dos, si bien que le risque d'éblouissement est absent ;
- Les conducteurs depuis l'ouest au niveau de la D70, ainsi que ceux à l'approche et en partance du péage de Dijon-Arc-sur-Tille semblent impactés par des rayons réfléchis.

Il convient de confirmer la présence ou l'absence d'impacts dans la mesure où la topographie, l'horizon lointain, le champ de vue impacté, etc. ne sont pas pris en compte dans cette analyse 3D et, le cas échéant, de caractériser l'éblouissement, cf. la section suivante.

3.2. Caractérisation de l'éblouissement

Cette section présente les résultats des simulations effectuées à partir des entrées présentées précédemment ainsi que de l'hypothèse d'un ciel parfaitement clair, i.e. d'une couverture nuageuse nulle.

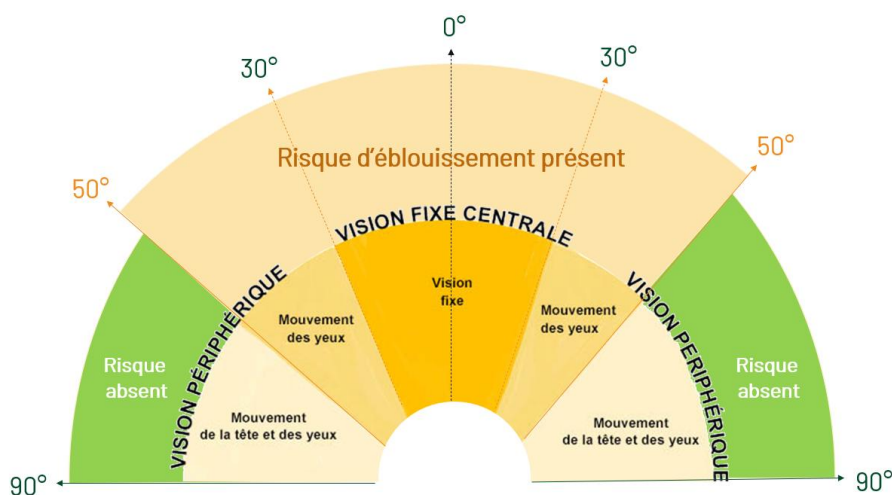
Pour chaque simulation, des visuels permettent de caractériser les rayons réfléchis potentiellement perçus par les conducteurs :

- Localisation des trajectoires impactées par des rayons réfléchis ;
- Localisation des zones du générateur photovoltaïque à l'origine de ces rayons réfléchis ;
- Datation dans l'année des impacts identifiés ;
- Localisation des rayons réfléchis dans le champ de vision des conducteurs ;
- Comparaison de la luminance des rayons réfléchis et du soleil.

A l'exception du dernier point, un même code couleur est utilisé pour chaque visuel : plus la couleur est claire, plus l'occurrence des impacts est élevée, l'occurrence étant définie comme le nombre d'impacts identifiés par la simulation. Une occurrence nulle (i.e. absence d'impact) est indiquée en bleu.



Le risque d'éblouissement des conducteurs est caractérisé à partir de la localisation des occurrences d'éblouissement dans le champ de vision de ces derniers, comme indiqué dans la figure suivante.

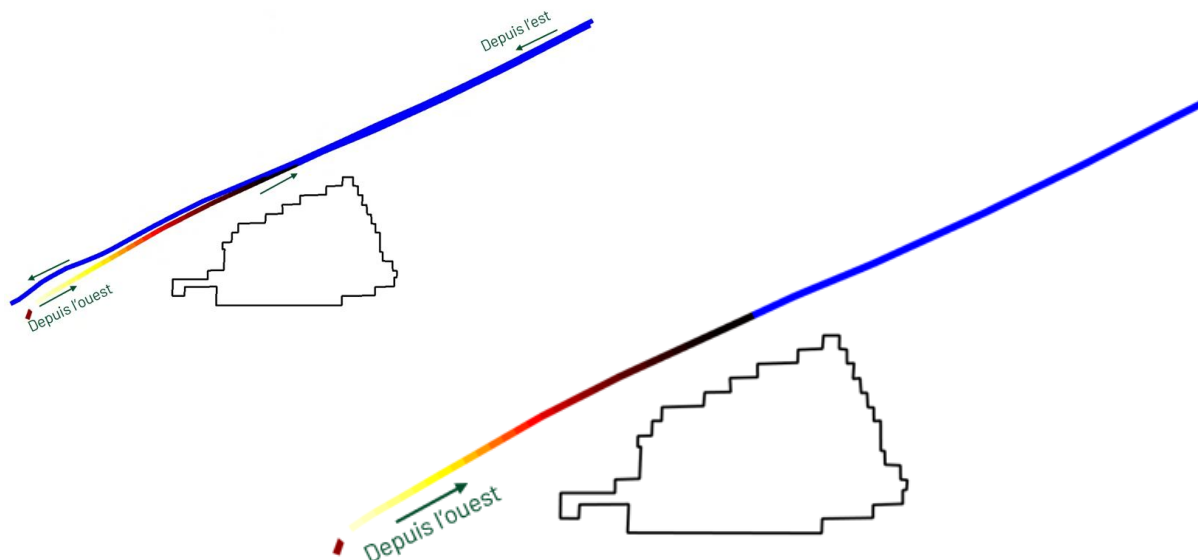


Le risque d'éblouissement est présent lorsque l'angle entre la trajectoire et les rayons réfléchis du soleil est inférieur à 50°, ce seuil correspondant au champ de vision de l'œil humain. Au-delà de 50°, le risque d'éblouissement est absent dans la mesure où l'utilisateur devra bouger la tête et les yeux pour percevoir un quelconque rayon réfléchi. Au-delà de 90°, les rayons réfléchis surviennent dans le dos de l'utilisateur.

Il est à noter que les rayons réfléchis survenant au-delà de 50° ont donc été filtrés.

3.2.1. Départementale D70

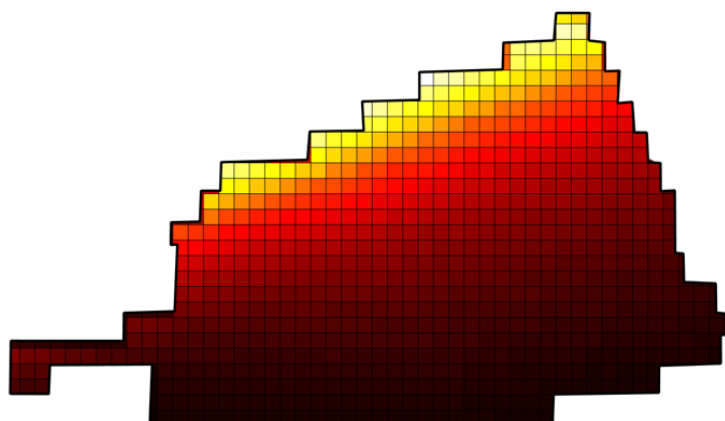
Les figures suivantes identifient pour les conducteurs circulant sur la D70 dans les deux sens de la circulation, les éléments de chaque trajectoire qui seront impactés par des rayons réfléchis (sont exclus les rayons réfléchis au-delà de 50° qui sont hors du champ de vision).



L'analyse montre que les conducteurs circulant sur la D70 **depuis l'est ne sont jamais impactés**. Les **conducteurs circulant depuis l'ouest sont impactés**, principalement sur un tronçon à l'approche de la **centrale** (en orange sur les images ci-dessous), sur une distance totale de 300 mètres soit environ 16 secondes à 70 km/h.



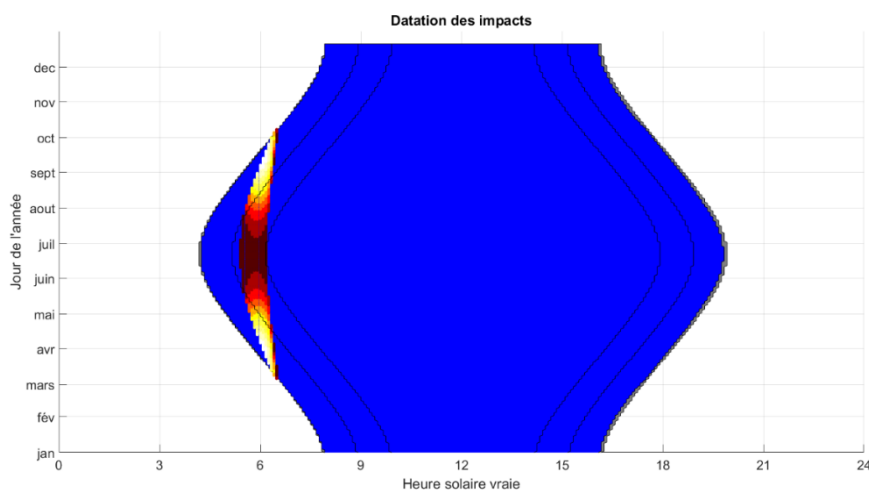
La figure suivante identifie, la localisation des modules qui vont générer les rayons réfléchis impactant les conducteurs circulant sur la D70 depuis l'ouest.



L'analyse montre que l'intégralité de la zone PV est à l'origine de ces impacts.

La figure suivante présente tout au long de l'année la datation des impacts identifiés :

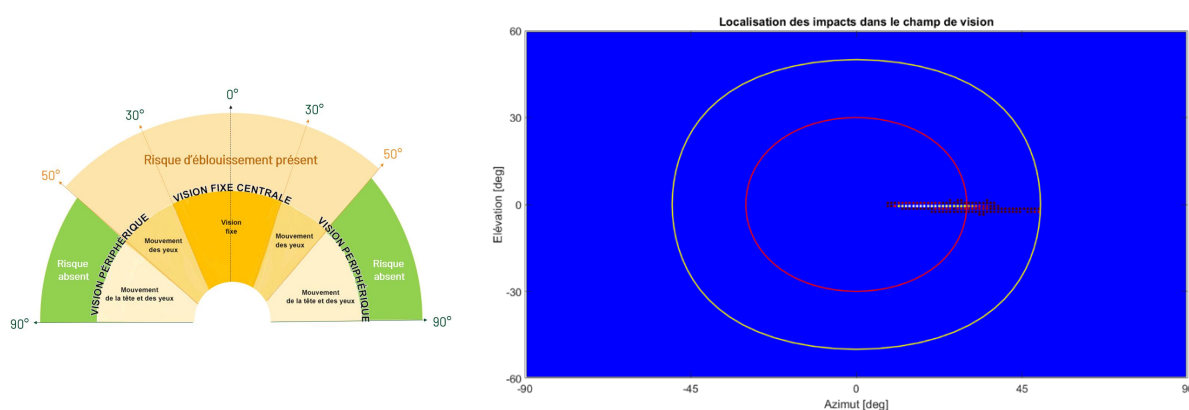
- En abscisse, l'heure solaire vraie (soleil au zénith à midi) et en ordonnée, le jour de l'année ;
- Les bords de la zone bleue correspondent aux lever et coucher du soleil, la forme rebondie traduisant le fait que la durée du jour est plus longue en été qu'en hiver ;
- En gris est représenté le masque lointain généré par l'horizon au lever et/ou coucher du soleil ;
- Plus la couleur est claire, plus le nombre d'impacts est élevé ; une absence d'impact est indiquée en bleu.



*Les rayons réfléchis surviennent **entre avril et mi-septembre**, en début de matinée (entre 5h25 et 6h30, ± 15 min – heure solaire vraie), sur une durée journalière inférieure à 50 minutes.*

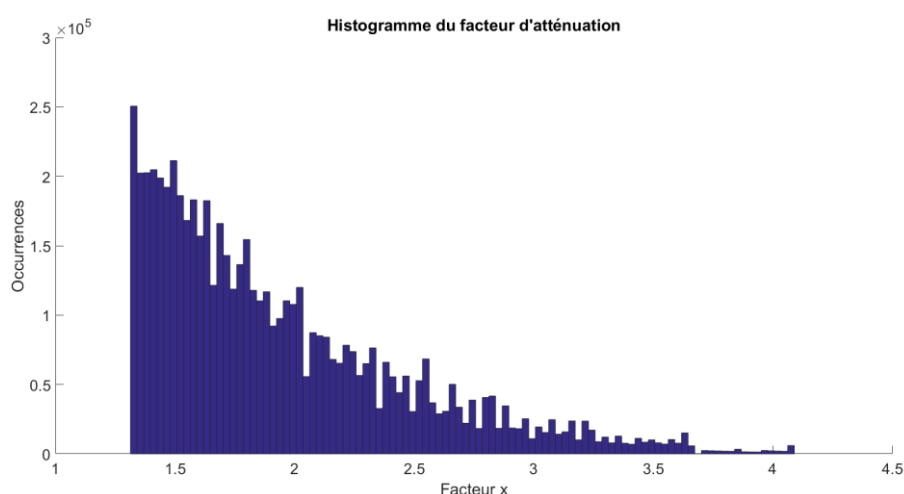
La figure suivante présente la localisation des rayons réfléchis dans le champ de vision des conducteurs (les impacts au-delà de 50° ont été filtrés) :

- 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).
- Les cercles rouge et jaune correspondent respectivement aux angles de 30° et 50°, ce dernier seuil délimitant l'absence ou la présence de risque d'éblouissement ;
- Plus la couleur est claire, plus le nombre d'impacts est élevé ; une absence d'impact est indiquée en bleu.



L'analyse montre que les rayons arriveront partiellement dans le champ de vision des conducteurs (< 50°) si bien que le risque d'éblouissement est ponctuellement présent. Les conducteurs pourraient ainsi percevoir les rayons réfléchis sans avoir à bouger la tête.

La figure suivante présente pour l'intégralité des occurrences identifiées, l'histogramme du facteur d'atténuation de la luminance du rayon réfléchi par rapport au rayon direct du soleil.

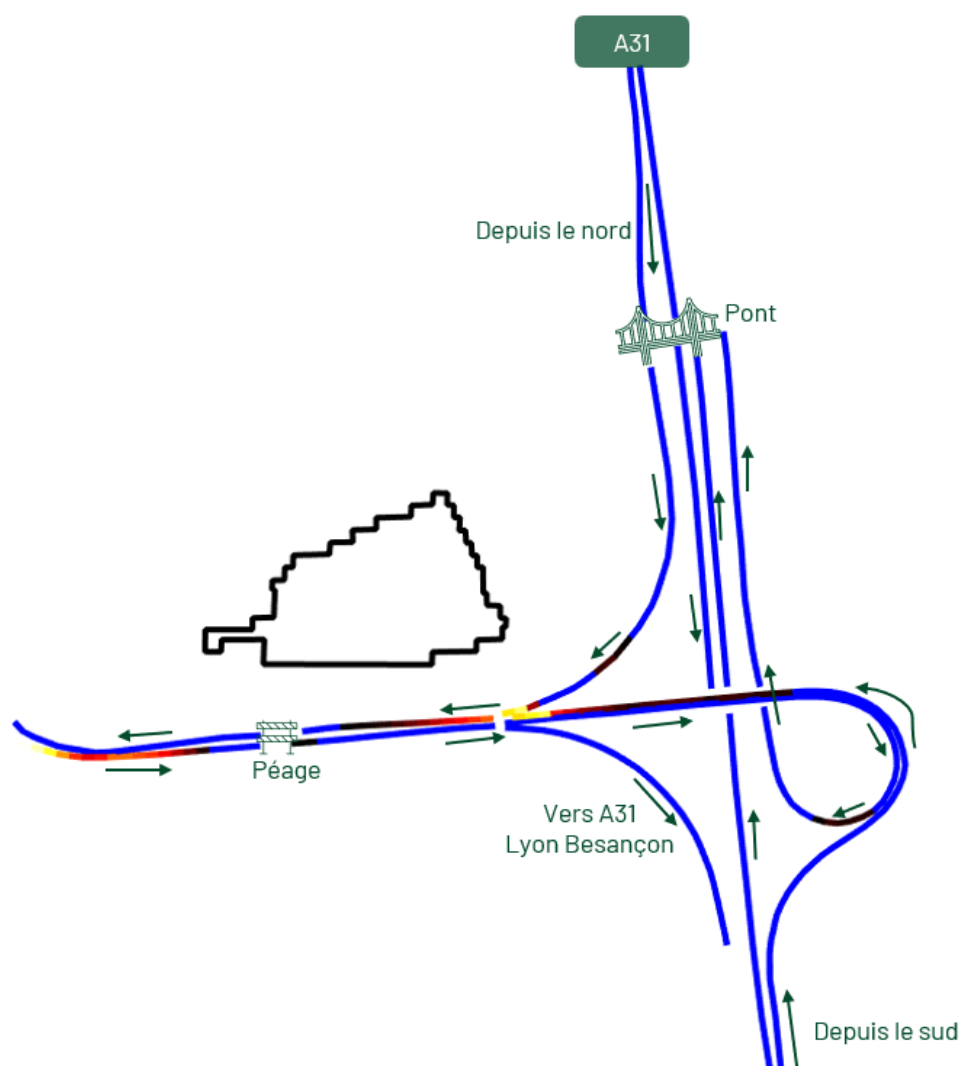


*L'analyse montre que l'intensité des rayons réfléchis est **1,3 à 4,1 fois plus faible** que celle des rayons directs du soleil.*

SYNTHESE DU CAS ETUDIE		
Config PV	Centrale au sol fixe Azimut 180°, Tilt 20°	
Trajectoire étudiée	D70 – Depuis l'ouest	D70– Depuis l'est
Zone PV impactante	100 % de la surface PV	Aucun risque d'éblouissement
Période	Entre mars et début octobre	
Heure solaire vraie	Entre [5h25 – 6h30] ±15 min En début de matinée	
Durée journalière	< 50 minutes	
Élévation solaire	[0 – 19°]	
Angle trajectoire / rayons	> 9° Vision centrale et périphérique	
Conclusion	Angle < 50° → Risque d'éblouissement	
Intensité des rayons réfléchis	1,3 à 4,1 fois plus faibles que les rayons du soleil	

3.2.2. Autoroute A31 et échangeur (bretelles de sortie n°4 et accès au péage)

Les figures suivantes identifient pour les conducteurs circulant sur l'A31 dans les deux sens de la circulation, les éléments de chaque trajectoire qui seront impactés par des rayons réfléchis (sont exclus les rayons réfléchis au-delà de 50° qui sont hors du champ de vision).

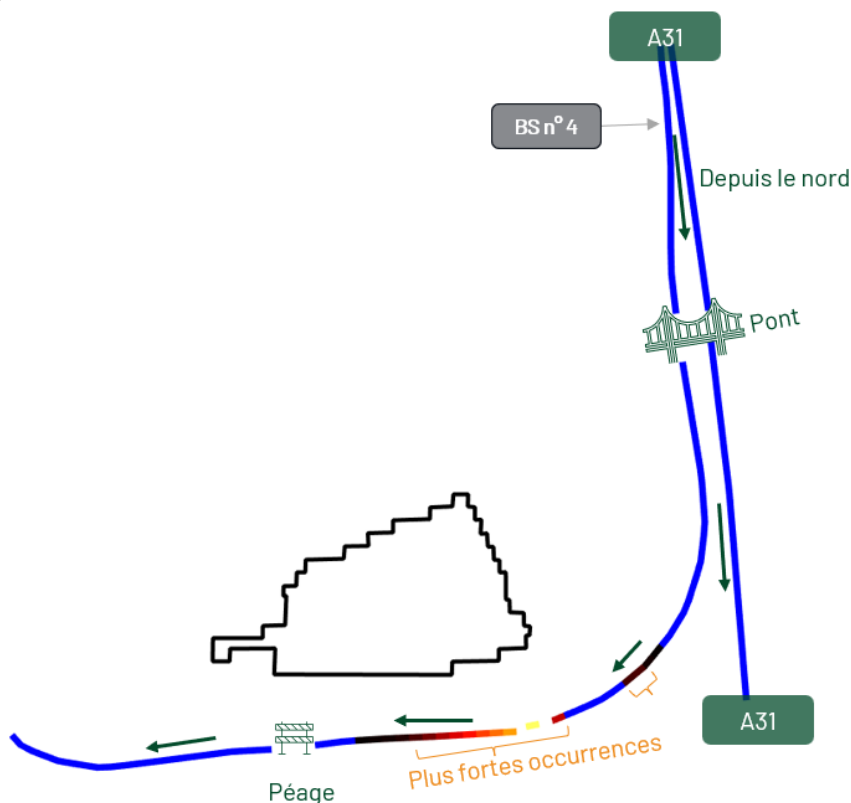


L'analyse montre :

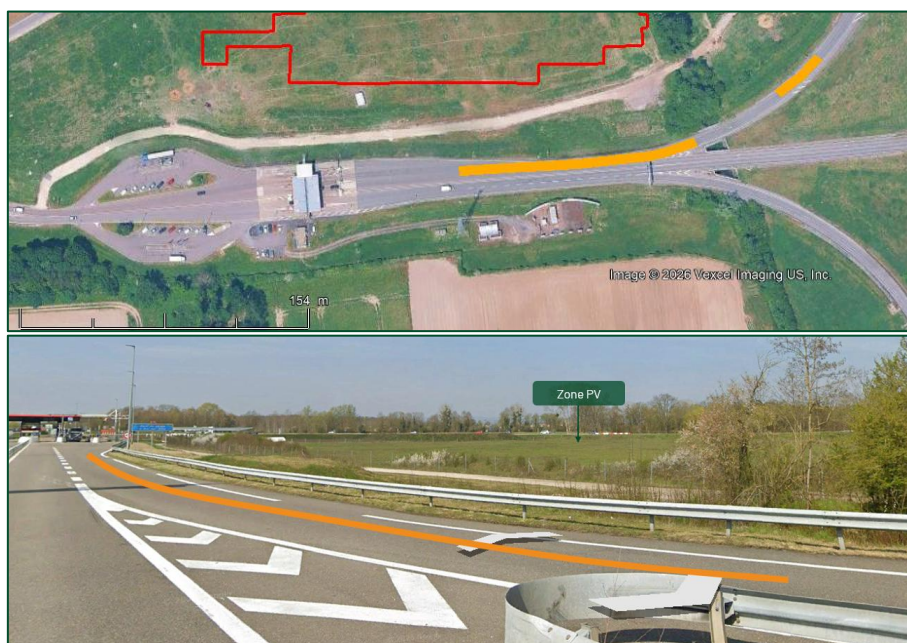
- L'**absence d'éblouissement** pour les conducteurs circulant sur l'**axe principal de l'autoroute A31**, dans les deux sens de la circulation (nord-sud et sud-nord) ;
- La **présence d'impacts**, uniquement localisés au niveau des **trajectoires sur les sections à l'approche du péage de Dijon – Arc-sur-Tille**, pour les usagers circulant dans les deux sens de la circulation (est-ouest et ouest-est).

Focus sur les impacts depuis le nord jusqu'au péage d'est en ouest

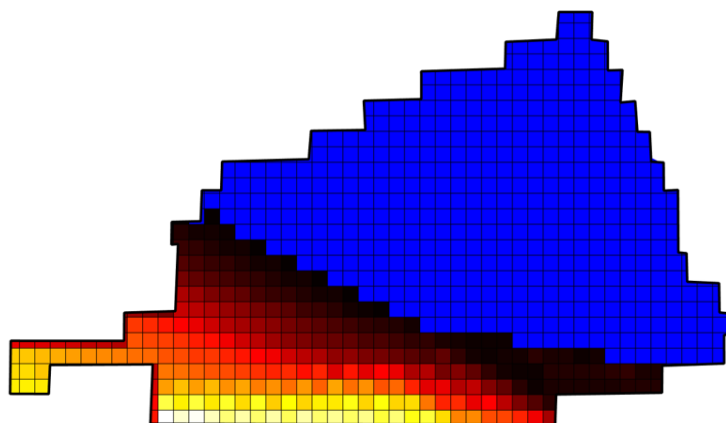
L'analyse confirme l'absence d'impacts au niveau de l'axe principale de l'A31, ainsi que la bretelle de sortie n°4 (depuis le nord).



Les **impacts** les plus importants (en orange sur les images ci-dessous) concernent principalement **deux tronçons à l'approche du péage de Dijon – Arc-sur-Tille**, sur une distance totale d'environ 160 m soit environ 8 secondes à 70 km/h.



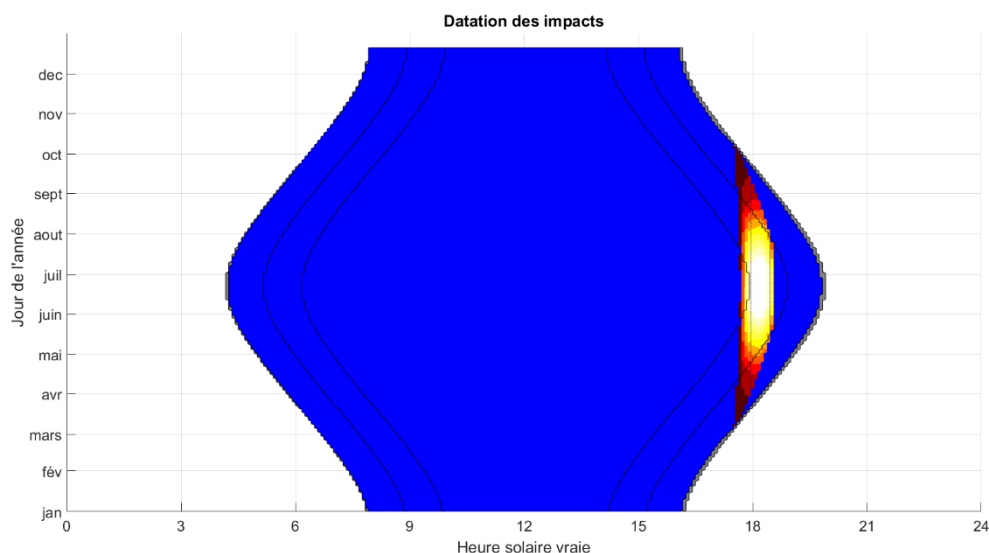
La figure suivante identifie, la localisation des modules qui vont générer les rayons réfléchis impactant ces conducteurs.



L'analyse montre que **38 % de la zone PV** est à l'origine de ces impacts.

La figure suivante présente tout au long de l'année la datation des impacts identifiés :

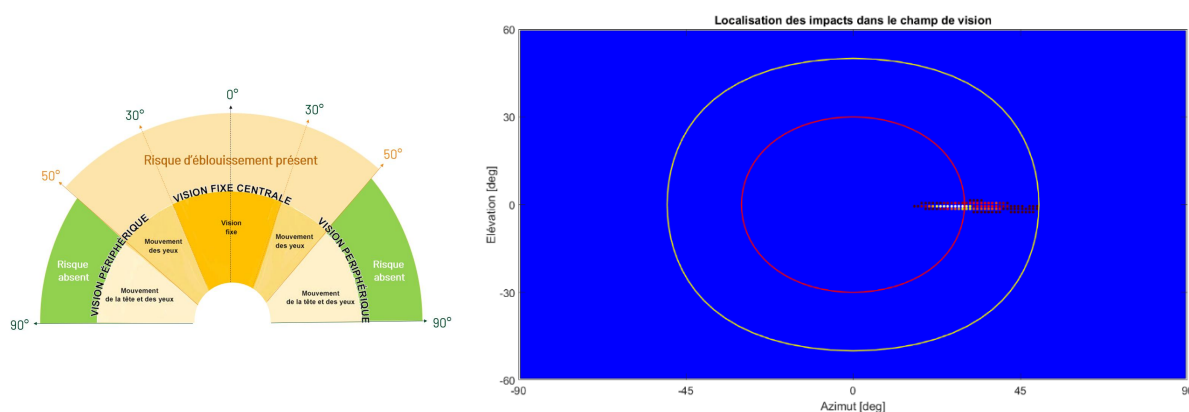
- En abscisse, l'heure solaire vraie (soleil au zénith à midi) et en ordonnée, le jour de l'année ;
- Les bords de la zone bleue correspondent aux lever et coucher du soleil, la forme rebondie traduisant le fait que la durée du jour est plus longue en été qu'en hiver ;
- En gris est représenté le masque lointain généré par l'horizon au lever et/ou coucher du soleil ;
- Plus la couleur est claire, plus le nombre d'impacts est élevé ; une absence d'impact est indiquée en bleu.



Les rayons réfléchis surviennent **entre mars et début octobre, en fin de journée** (entre 17h35 et 18h30 ± 15mn – heure solaire vraie), **sur une durée journalière inférieure à 55 minutes.**

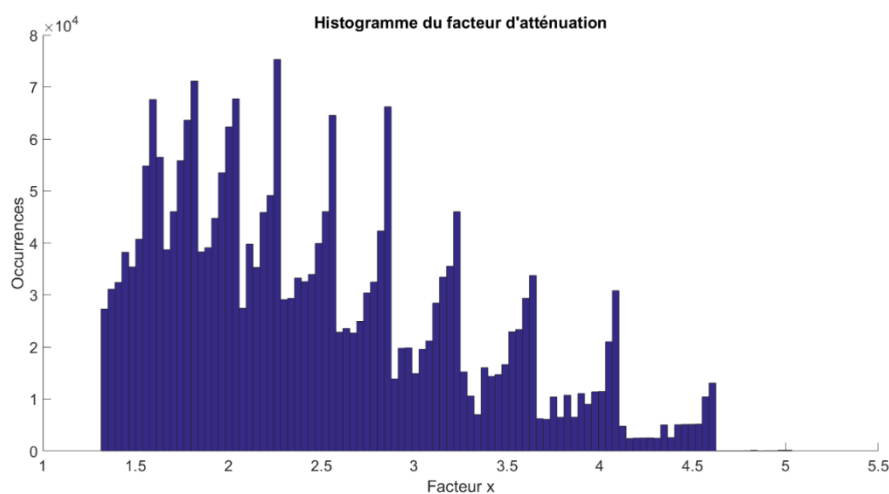
La figure suivante présente la localisation des rayons réfléchis dans le champ de vision des conducteurs (les impacts au-delà de 50° ont été filtrés) :

- 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).
- Les cercles rouge et jaune correspondent respectivement aux angles de 30° et 50°, ce dernier seuil délimitant l'absence ou la présence de risque d'éblouissement ;
- Plus la couleur est claire, plus le nombre d'impacts est élevé ; une absence d'impact est indiquée en bleu.



L'analyse montre que les rayons arriveront partiellement dans le champ de vision des conducteurs (< 50°), en vision centrale et périphérique droite, si bien que le risque d'éblouissement est ponctuellement présent. Les conducteurs pourraient ainsi percevoir les rayons réfléchis sans avoir à bouger la tête et les yeux.

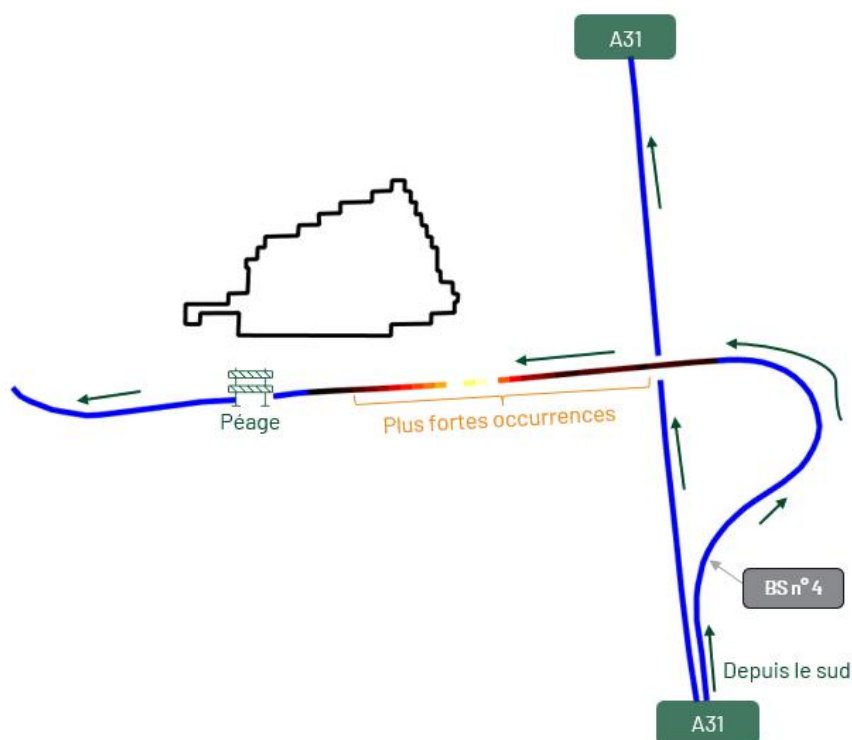
La figure suivante présente pour l'intégralité des occurrences identifiées, l'histogramme du facteur d'atténuation de la luminance du rayon réfléchi par rapport au rayon direct du soleil.



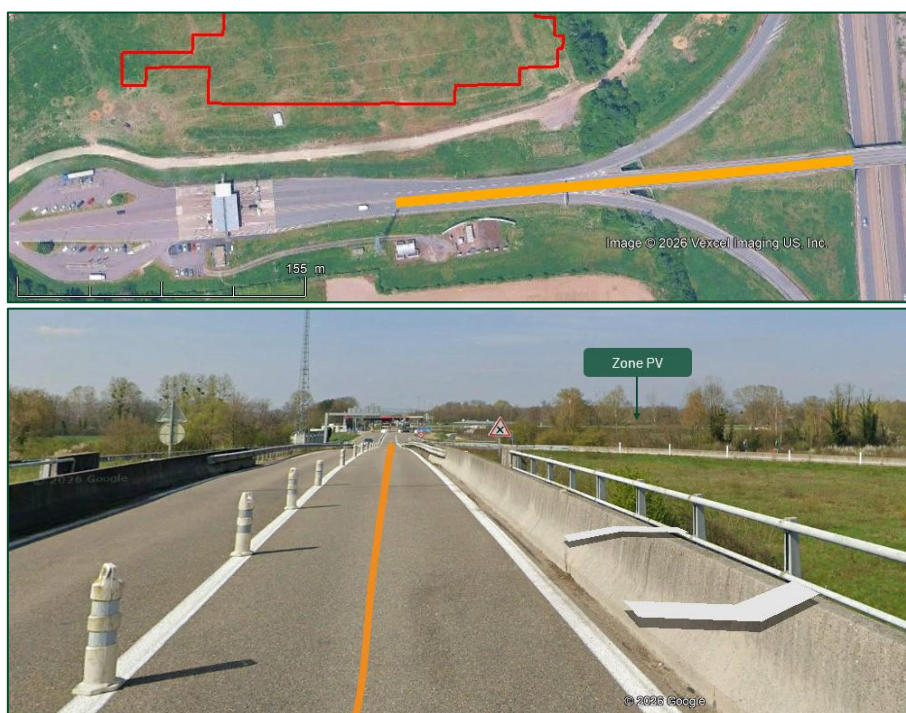
*L'analyse montre que l'intensité des rayons réfléchis est **1,3 à 5 fois plus faible** que celle des rayons directs du soleil.*

Focus sur les impacts depuis le sud jusqu'au péage d'est en ouest

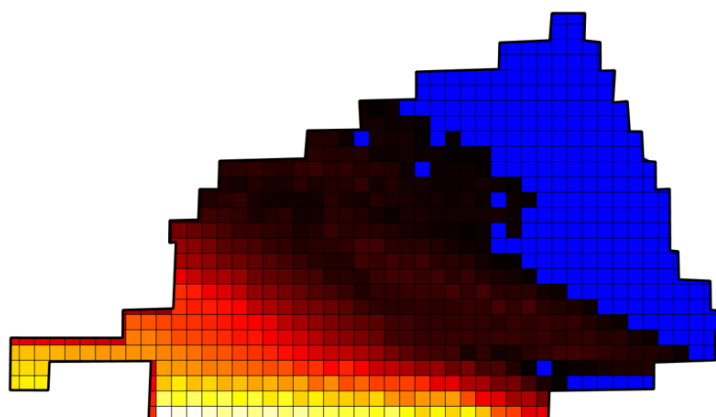
L'analyse confirme l'**absence d'impacts au niveau de l'axe principale**, ainsi que **la bretelle de sortie n°4 (depuis le sud)**.



Les impacts les plus importants concernent également le **tronçon à l'approche du péage de Dijon – Arc-sur-Tille** importants (en orange sur les images ci-dessous), sur une distance totale de 250 m soit environ 13 secondes à 70 km/h.



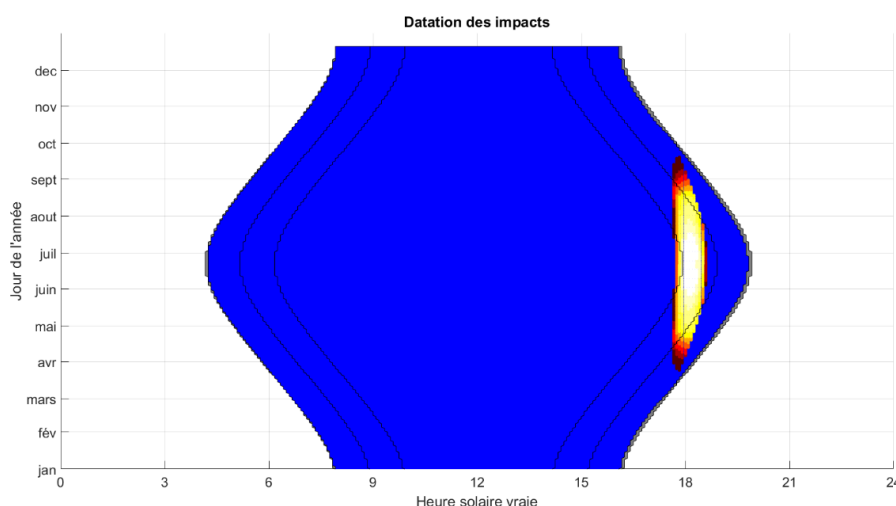
La figure suivante identifie, la localisation des modules qui vont générer les rayons réfléchis impactant ces conducteurs.



L'analyse montre que **69 % de la zone PV** est à l'origine de ces impacts.

La figure suivante présente tout au long de l'année la datation des impacts identifiés :

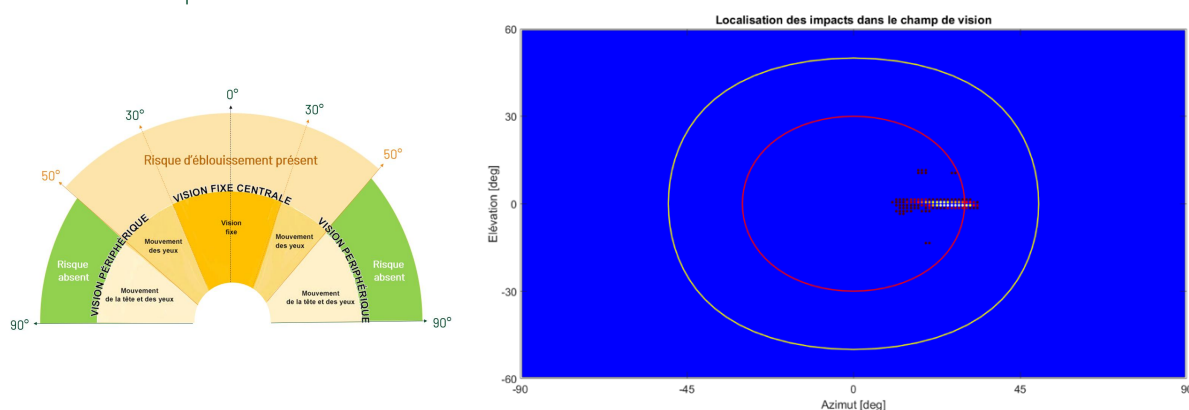
- En abscisse, l'heure solaire vraie (soleil au zénith à midi) et en ordonnée, le jour de l'année ;
- Les bords de la zone bleue correspondent aux lever et coucher du soleil, la forme rebondie traduisant le fait que la durée du jour est plus longue en été qu'en hiver ;
- En gris est représenté le masque lointain généré par l'horizon au lever et/ou coucher du soleil ;
- Plus la couleur est claire, plus le nombre d'impacts est élevé ; une absence d'impact est indiquée en bleu.



Les rayons réfléchis surviennent **entre fin mars et mi-septembre, en fin de journée** (entre 17h40 et 18h35 $\pm$ 15mn – heure solaire vraie), **sur une durée journalière inférieure à 55 minutes.**

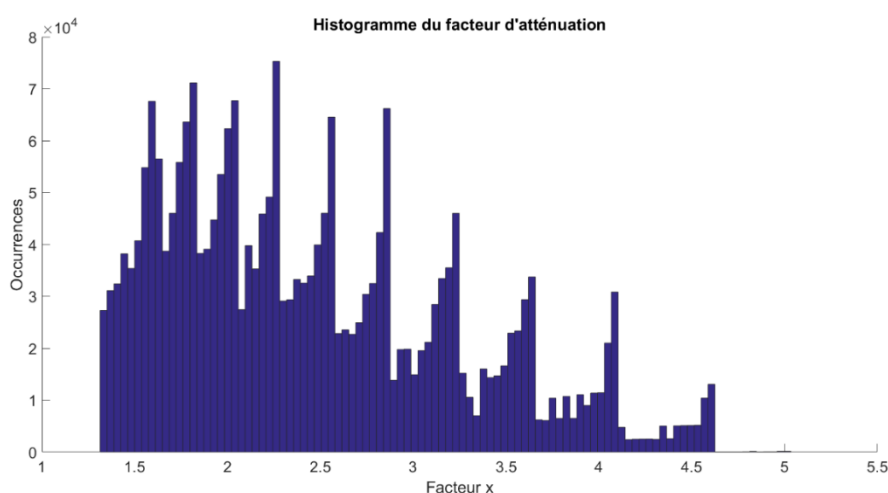
La figure suivante présente la localisation des rayons réfléchis dans le champ de vision des conducteurs (les impacts au-delà de 50° ont été filtrés) :

- 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).
- Les cercles rouge et jaune correspondent respectivement aux angles de 30° et 50°, ce dernier seuil délimitant l'absence ou la présence de risque d'éblouissement ;
- Plus la couleur est claire, plus le nombre d'impacts est élevé ; une absence d'impact est indiquée en bleu.



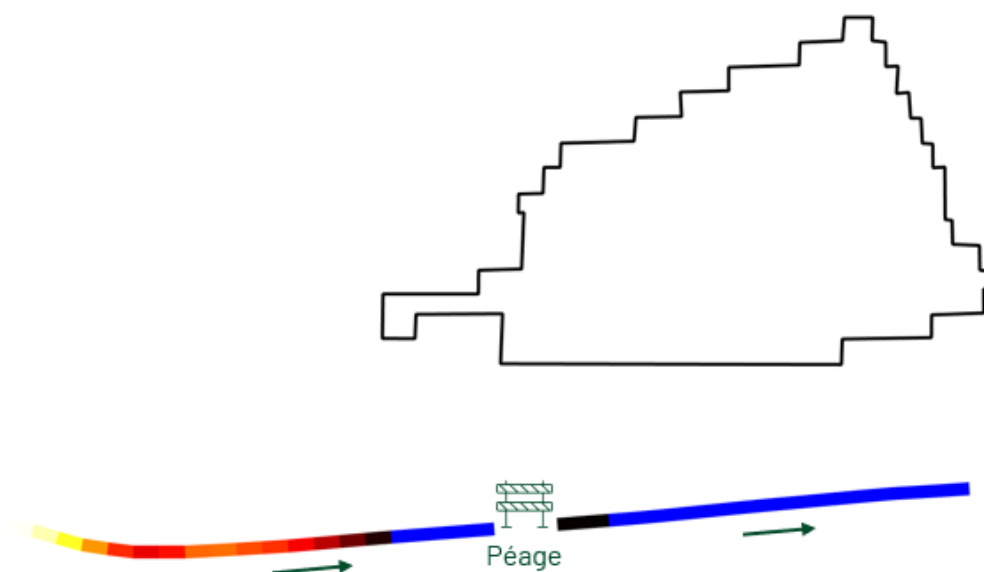
L'analyse montre que les rayons arriveront partiellement dans le champ de vision des conducteurs (< 50°), en vision centrale et périphérique droite, si bien que le risque d'éblouissement est ponctuellement présent. Les conducteurs pourraient ainsi percevoir les rayons réfléchis sans avoir à bouger la tête et les yeux.

La figure suivante présente pour l'intégralité des occurrences identifiées, l'histogramme du facteur d'atténuation de la luminance du rayon réfléchi par rapport au rayon direct du soleil.



L'analyse montre que l'intensité des rayons réfléchis est 1,3 à 5 fois plus faible que celle des rayons directs du soleil.

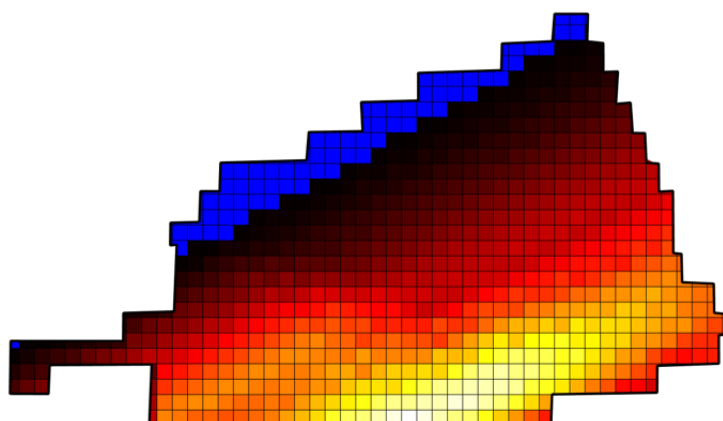
Focus sur les impacts à l'approche du péage – d'ouest en est



Les impacts les plus importants concernent également un **tronçon à l'approche du péage de Dijon – Arc-sur-Tille** et un **court tronçon en partant du péage** importants (en orange sur les images ci-dessous), sur une distance totale d'environ 160 m, soit environ 12 secondes à 50 km/h.



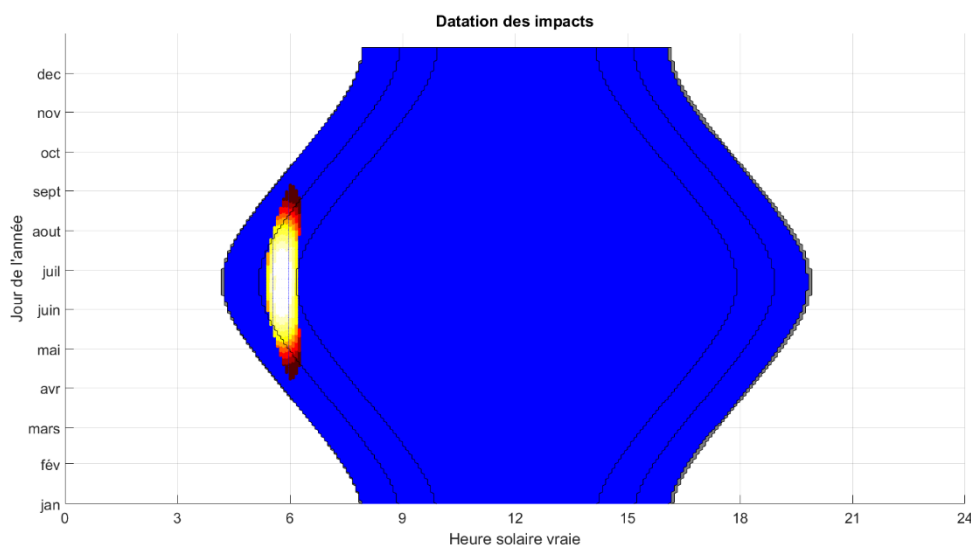
La figure suivante identifie, la localisation des modules qui vont générer les rayons réfléchis impactant ces conducteurs.



*L'analyse montre que **91 % de la zone PV** est à l'origine de ces impacts.*

La figure suivante présente tout au long de l'année la datation des impacts identifiés :

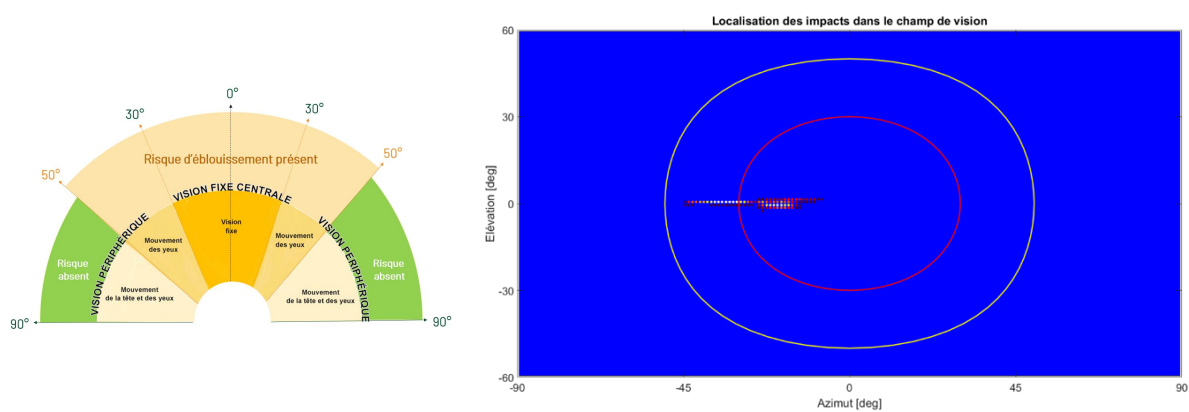
- En abscisse, l'heure solaire vraie (soleil au zénith à midi) et en ordonnée, le jour de l'année ;
- Les bords de la zone bleue correspondent aux lever et coucher du soleil, la forme rebondie traduisant le fait que la durée du jour est plus longue en été qu'en hiver ;
- En gris est représenté le masque lointain généré par l'horizon au lever et/ou coucher du soleil ;
- Plus la couleur est claire, plus le nombre d'impacts est élevé ; une absence d'impact est indiquée en bleu.



*Les rayons réfléchis surviennent **entre avril et début septembre, en début de matinée** (entre 5h25 et 6h45, $\pm$ 15mn – heure solaire vraie), **sur une durée journalière inférieure à 50 minutes.***

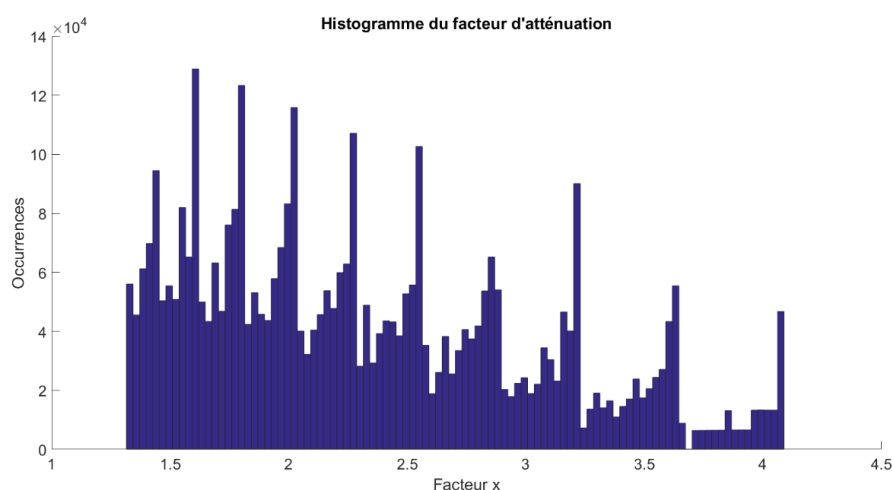
La figure suivante présente la localisation des rayons réfléchis dans le champ de vision des conducteurs (les impacts au-delà de 50° ont été filtrés) :

- 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).
- Les cercles rouge et jaune correspondent respectivement aux angles de 30° et 50°, ce dernier seuil délimitant l'absence ou la présence de risque d'éblouissement ;
- Plus la couleur est claire, plus le nombre d'impacts est élevé ; une absence d'impact est indiquée en bleu.



L'analyse montre que les rayons arriveront partiellement dans le champ de vision des conducteurs (< 50°), en vision centrale et périphérique gauche, si bien que le risque d'éblouissement est ponctuellement présent. Les conducteurs pourraient ainsi percevoir les rayons réfléchis sans avoir à bouger la tête et les yeux.

La figure suivante présente pour l'intégralité des occurrences identifiées, l'histogramme du facteur d'atténuation de la luminance du rayon réfléchi par rapport au rayon direct du soleil.



*L'analyse montre que l'intensité des rayons réfléchis est **1,3 à 4,1 fois plus faible** que celle des rayons directs du soleil.*

Synthèse des cas étudiés

Les trajectoires des conducteurs au niveau de l'axe principal de l'A31, depuis le nord et depuis le sud, ainsi que celles des conducteurs empruntant les bretelles de sortie n°4 vers le péage de Dijon – Arc-sur-Tille ne présentent aucun risque d'éblouissement.

Config PV	Centrale au sol fixe Azimut 180°, Tilt 20°	
Trajectoire étudiée	A31 depuis le nord et bretelles de sortie n°4	A31 depuis le sud et bretelles de sortie n°4
Zone PV impactante	Aucun risque d'éblouissement	

Un risque d'éblouissement est observé une fois que les véhicules sont au niveau de la section du péage de Dijon-Arc-sur-Tille, et cela dans les deux sens de la circulation.

Config PV	Centrale au sol fixe Azimut 180°, Tilt 20°		
Trajectoire étudiée	Conducteurs venant de l'A31 depuis le nord – sur le tronçon arrivant sur le péage d'est en ouest	Conducteurs venant de l'A31 depuis le sud – sur le tronçon arrivant sur le péage d'est en ouest	Tronçon arrivant sur le péage d'ouest en est
Zone PV impactante	38% de la surface PV	69% de la surface PV	91 % de la surface PV
Période	Entre mars et début octobre	Entre fin mars et mi-septembre	Entre avril et début septembre
Heure solaire vraie	Entre [17h35 – 18h30] ±15 min En fin de journée	Entre [17h40 – 18h35] ±15 min En fin de journée	Entre [5h25 – 6h45] ±15 min En début de matinée
Durée journalière	< 55 minutes		< 50 minutes
Élévation solaire	[1 – 20°]	[2 – 19°]	[5 – 19°]
Angle trajectoire / rayons	>17° Vision centrale	[11 – 34°] Vision centrale	[8 – 45°] Vision centrale et périphérique
Conclusion	Angle < 50° → Risque d'éblouissement		
Intensité des rayons réfléchis	1,3 à 5 fois plus faibles que les rayons du soleil	1,3 à 4,8 fois plus faibles que les rayons du soleil	1,3 à 4,1 fois plus faibles que les rayons du soleil

4. CONCLUSION

Les figures suivantes présentent les trajectoires considérées dans cette étude, soit respectivement :

- **Au niveau de la D70 :** pour les conducteurs provenant de l'est (en jaune) et de l'ouest (en magenta) ;
- **Au niveau de l'A31 :**
 - La trajectoire des conducteurs depuis le nord, ainsi que celle des conducteurs empruntant la bretelle de sortie n°4 vers le péage de Dijon – Arc-sur-Tille (en bleu),
 - La trajectoire des conducteurs provenant du sud, ainsi que celle des conducteurs empruntant la sortie n°4 (en cyan) ;
- **Au niveau de la section du péage de Dijon-Arc-sur-Tille :**
 - La trajectoire des véhicules provenant de l'ouest rejoignant l'A31 en direction de Lyon Besançon (en bleu),
 - La trajectoire depuis l'est rejoignant le rond-point en direction de la D70 (en cyan).

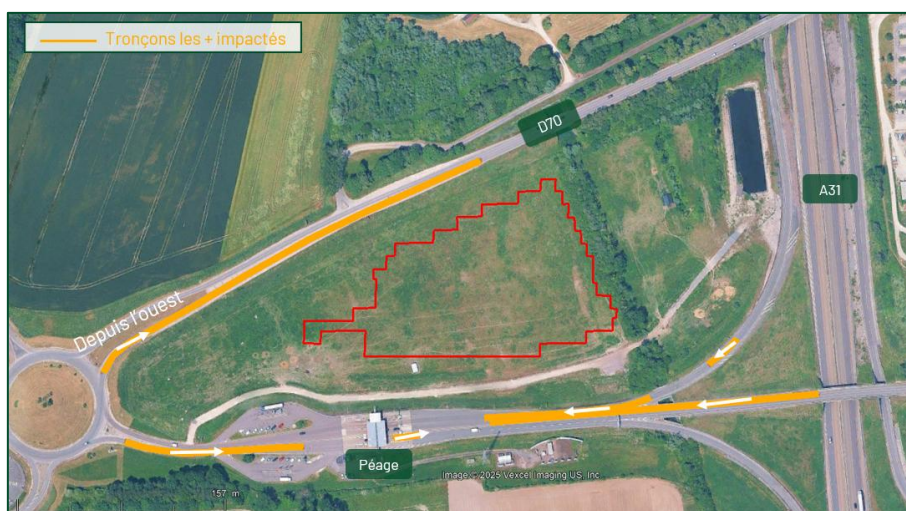


Image satellite avec la localisation du projet PV et des trajectoires étudiées

L'analyse montre que :

- Le risque d'éblouissement est absent pour les conducteurs au niveau de l'axe principal de l'A31 et ceux empruntant les bretelles de sortie, dans les deux sens de la circulation.
- Seuls les conducteurs depuis l'ouest au niveau de la D70, ainsi que ceux à l'approche et en partance du péage de Dijon-Arc-sur-Tille (dans les deux sens de la circulation) pourront percevoir des rayons réfléchis. Ceux-ci arriveront dans leur champ de vision ($< 50^\circ$) si bien que le risque d'éblouissement est présent pour ces usagers.

<i>D70 – Depuis l'ouest</i>	<i>A31 et bretelles de sortie Depuis le nord</i>	<i>Péage (ouest-est)</i>
Risque d'éblouissement présent	Risque d'éblouissement absent	Risque d'éblouissement présent
Risque d'éblouissement absent		
<i>D70 – Depuis l'est</i>	<i>A31 et bretelles de sortie Depuis le sud</i>	<i>Péage (sens est-ouest)</i>



Toutefois, il est à noter que :

- La probabilité d'occurrence de l'éblouissement est faible dans la mesure où :
 - La durée est limitée dans l'année (mars à début octobre) et dans la journée avec des impacts survenant pendant un laps de temps inférieur à 55 minutes au regard d'une journée de durée supérieure à 12 heures ;
 - L'analyse a été réalisée avec des conditions de ciel parfaitement clair, ce qui est loin d'être toujours le cas.
- La sévérité de l'éblouissement est faible dans la mesure où :
 - Les rayons réfléchis sont entre 1,3 et 4 fois plus faibles que les rayons du soleil déjà perçus à ces mêmes instants en l'absence de générateur PV.

Par ailleurs, concernant l'éblouissement au niveau de la D70 depuis l'ouest certains aménagements existants ou projetés aux abords du site peuvent constituer des masques visuels partiels, notamment :

- Des merlons d'environ 2 m de hauteur à l'ouest du site, associés à des plantations de haies directement sur le merlon, ainsi qu'une station de recharge ;
- Une palissade d'environ 3 m de hauteur en limite nord, complétée par des haies paysagères.



Ces éléments sont susceptibles de limiter localement la perception de la centrale photovoltaïque, comme le montre les figures suivantes.

