

3.5.3. Comparaison des variantes d'implantation

Le tableau en page suivant compare les trois variantes selon différents critères techniques et environnementaux.

BORALEX
Projet d’implantation d’un parc photovoltaïque sur la commune de Cruis (04)
Etude d’impact - Rapport n°64817/A

Thème		Sous-thème	Variante 1 (Centre-Est)	Variante 2 (Centre-Ouest)	Variante 3 (Est-Ouest)
Critères techniques					
Puissance installée MWc			10.66	9.85	9.35.
Surface d’emprise (ha)			16.7	14.8	13.3
Facilité d’accès, pistes à créer			Accès facile Utilisation des chemins et pistes existants	Accès facile Utilisation des chemins et pistes existants	Accès facile Utilisation des chemins et pistes existants
Distance inter-zones (m)			100 m	150 m	500 m
Contraintes techniques / réglementaires (éloignement des riverains, captage, radars, servitudes aéronautique...)	Eloignement des riverains		Jas de Bertin à environ 130 m au sud	Le jas d'Aubert à environ 160 m au nord-ouest.	Jas de Bertin à environ 130 m au sud
	Servitudes		Zone soumise au régime forestier	Zone soumise au régime forestier	Zone soumise au régime forestier
			Projet en dehors de toute ligne électrique	Ligne électrique moyenne tension traversant la partie Ouest (éloignement de 3 m de la ligne et des pylônes)	Ligne électrique moyenne tension traversant la partie Ouest (éloignement de 3 m de la ligne et des pylônes)
			Une piste DFCI de deuxième catégorie traverse la zone Est	Seulement une piste DFCI hors catégorie est concernée par le projet	Une piste DFCI de deuxième catégorie traverse la zone Est
	Captage AEP		Implantation du parc en dehors de périmètres de protection de captages d'eau potable.	Implantation du parc en dehors de périmètres de protection de captages d'eau potable	Implantation du parc en dehors de périmètres de protection de captages d'eau potable
	Dossier de défrichement		Surface de déboisement importante nécessitant la réalisation d'un dossier de demande de défrichement.de 16.7 ha	Surface de déboisement importante nécessitant la réalisation d'un dossier de demande de défrichement 14.8 ha.	Surface de déboisement importante nécessitant la réalisation d'un dossier de demande de défrichement.13.3 ha
	Documents d’urbanisme		Projet en conformité avec les documents d'urbanisme de la commune de Cruis	Projet en conformité avec les documents d'urbanisme de la commune de Cruis	Projet en conformité avec les documents d'urbanisme de la commune de Cruis
	Terrassement		Pas de terrassement pour l’implantation des panneaux photovoltaïques (suivi de la topographie du site)	L'orientation de la pente, dans la partie ouest, n'étant pas dans la direction nord-sud, une implantation dans cette zone nécessitera un terrassement.	L'orientation de la pente, dans la partie ouest, n'étant pas dans la direction nord-sud, une implantation dans cette zone nécessitera un terrassement.
Critères environnementaux et humains					
Milieu physique	Risque naturel feu de forêt		Un incendie a touché la zone d'étude en 2004. La zone d'implantation est classée en aléa moyen à fort pour le risque feu de forêt	Un incendie a touché la zone d'étude en 2004. La zone d'implantation est classée en aléa moyen à fort pour le risque feu de forêt	Un incendie a touché la zone d'étude en 2004. La zone d'implantation est classée en aléa moyen à fort pour le risque feu de forêt
	Cours d'eau		Aucun cours d'eau notable ne passe à proximité du parc Présence seulement de petits cours d'eau temporaire (ravins) dans l'emprise de la zone d'étude	Aucun cours d'eau notable ne passe à proximité du parc Présence seulement de petits cours d'eau temporaire (ravins) dans l'emprise de la zone d'étude	Aucun cours d'eau notable ne passe à proximité du parc Présence seulement de petits cours d'eau temporaire (ravins) dans l'emprise de la zone d'étude
Milieu humain	Activité agricole/ emprise agricole		Zone d'emprise en majorité classée en zone inapte pour la mise en valeur agricole	Zone d'emprise en majorité classée en zone inapte pour la mise en valeur agricole	Zone d'emprise en majorité classée en zone inapte pour la mise en valeur agricole
	Activités touristiques/loisirs		Absence de chemin de randonnée balisée traversant les zones d'emprise (GRP à environ 1200 m à l'ouest) Pas de lieu touristique notable à proximité immédiate	Absence de chemin de randonnée balisée traversant les zones d'emprise (GRP à environ 800 m à l'ouest) Pas de lieu touristique notable à proximité immédiate	Absence de chemin de randonnée balisée traversant les zones d'emprise (GRP à environ 800 m à l'ouest) Pas de lieu touristique notable à proximité immédiate
	Risques technologiques		Absence d'exposition aux risques technologiques	Absence d'exposition aux risques technologiques	Absence d'exposition aux risques technologiques
	Réseau routier		Réseau routier articulé autour d'une route départementale (RD951) à 350 m au sud de la zone	Réseau routier articulé autour d'une route départementale (RD951) à 350 m au sud de la zone	Réseau routier articulé autour d'une route départementale (RD951) à 350 m au sud de la zone
Milieu naturel	Fonctionnalité écologique locale		Faible	Faible	Faible
	Habitats naturels et flore		Faible	Très faible	Faible
	Entomofaune protégée		Fort pour l'Arcyptère provençale	Fort pour l'Arcyptère provençale	Fort pour l'Arcyptère provençale
			Modéré pour la Zygène cendrée	Modéré pour la Zygène cendrée	Modéré pour la Zygène cendrée
			Modéré pour les espèces : Ascalaphe blanc, Azuré du Mélilot, Criquet des Ajoncs, Marbré de Lusitanie et Sténobothre cigalin.	Modéré pour les espèces : Ascalaphe blanc, Azuré du Mélilot, Criquet des Ajoncs, Marbré de Lusitanie et Sténobothre cigalin.	Modéré pour les espèces : Ascalaphe blanc, Azuré du Mélilot, Criquet des Ajoncs, Marbré de Lusitanie et Sténobothre cigalin.
	Amphibiens		Très faible	Très faible	Très faible
	Reptiles		Modéré pour la Psammodrome d'Edwards	Modéré pour la Psammodrome d'Edwards	Modéré pour la Psammodrome d'Edwards
	Avifaune		Fort pour le Bruant Ortolan	Fort pour le Bruant Ortolan	Faible pour le Bruant Ortolan
			Nul pour la Pie-grièche écorcheur	Modéré pour la Pie-grièche écorcheur	Modéré pour la Pie-grièche écorcheur
			Modéré pour les espèces : Fauvette pitchou, Linotte mélodieuse, Pipit rousseline	Modéré pour les espèces : Fauvette pitchou, Linotte mélodieuse, Pipit rousseline	Modéré pour les espèces : Fauvette pitchou, Linotte mélodieuse, Pipit rousseline
			Faible pour le Traquet motteux	Modéré pour le Traquet motteux	Modéré pour le Traquet motteux
	Chiroptère		Faible	Faible	Faible
	Mammifères (hors chiroptères)		Très faible	Très faible	Très faible

Thème	Sous-thème	Variante 1 (Centre-Est)	Variante 2 (Centre-Ouest)	Variante 3 (Est-Ouest)
Sites, patrimoine et paysage	Perception visuelle	Projet peu visible depuis les habitations « Le Château », le « Jas Gay » et le « Jas d'Aubert » Zone Est visible depuis le Jas de Bertin	Zone Ouest visible depuis les habitations « Le Château », le « Jas Gay » et le « Jas d'Aubert » Projet moins visible depuis le Jas de Bertin	Zone Ouest visible depuis les habitations « Le Château », le « Jas Gay » et le « Jas d'Aubert » Zone Est visible depuis le Jas de Bertin
	Patrimoine culturel et archéologique	Les terrains retenus pour l'implantation du projet sont en dehors des zones de présomption de prescriptions archéologiques. Absence de monument historique dans un rayon de 500 m autour des zones d'emprise	Les terrains retenus pour l'implantation du projet sont en dehors des zones de présomption de prescriptions archéologiques. Absence de monument historique dans un rayon de 500 m autour des zones d'emprise	Les terrains retenus pour l'implantation du projet sont en dehors des zones de présomption de prescriptions archéologiques. Absence de monument historique dans un rayon de 500 m autour des zones d'emprise
Nuisances acoustiques		170 m (distance minimale postes électriques – riverains : le Jas de Bertin).	250 m (distance minimale postes électriques – riverains : le Jas d'Aubert).	170 m (distance minimale postes électriques – riverains : le Jas de Bertin).
Critères socio-économiques				
Investissement (€) ¹		Environ 10 millions d'euros	Environ 8.8 millions d'euros	Environ 8.4 millions d'euros
Nombre de personnes équivalent en consommation d'électricité (hors chauffage)		environ 6000 foyers	Environ 5 500 foyers	Environ 5200 foyers
Concurrence avec les usages actuels du site		Impact faible sur les zones agricoles en raison de la faible aptitude des sols du projet à la mise en valeur agricole. Zone du projet non concernée par le pastoralisme	Impact faible sur les zones agricoles en raison de la faible aptitude des sols du projet à la mise en valeur agricole. Zone du projet non concernée par le pastoralisme	Impact faible sur les zones agricoles en raison de la faible aptitude des sols du projet à la mise en valeur agricole. Zone du projet non concernée par le pastoralisme
		Impact faible sur les zones boisées car zone peu fertile avec une faible productivité. Les terrains de la zone Est sont les moins fertiles et les moins végétalisés	Impact faible sur les zones boisées car zone peu fertile avec une faible productivité. Les terrains de la zone Est sont les moins fertiles et les moins végétalisés	Impact faible sur les zones boisées car zone peu fertile avec une faible productivité
Classement des variantes		1	2	3

Légende :

Impact fort ou atout faible

Impact modéré ou atout modéré

Impact faible ou atout fort

Impact nul/très faible

Tableau 21 : Comparaison des variantes d’implantation

¹ Environ 20% du montant correspondent à des retombées locales

N°	Variante	Atouts / points positifs	Faiblesses / points négatifs	Hiérarchisation des variantes
1	Puissance électrique installée 10.66 MWc sur une surface de 16.7 ha. Centre-Est	Production plus importante en comparaison de deux autres variantes Pas de terrassement global du site Evitement de la zone de l'euphorbe sillonée Evitement de la zone d'éboulis Evitement d'une des deux zones supposées de nidification du Bruant Ortolan Evitement du secteur de reproduction de l'Alexanor Evitement des secteurs favorables à la reproduction de la Proserpine Protection et préservation des vallons Les limites nord - sud imposées par les pistes La zone est et son boisement comme écran de végétation en devenir		1
2	Puissance électrique installée 9.85 MWc sur une surface de 14.8 ha. Centre-Ouest	Evitement de la zone de l'euphorbe sillonée Evitement de la zone d'éboulis Evitement d'une des deux zones supposées de nidification du Bruant Ortolan Evitement du secteur de reproduction de l'Alexanor Evitement des secteurs favorables à la reproduction de la Proserpine Protection et préservation des vallons Les limites nord - sud imposées par les pistes La zone est et son boisement comme écran de végétation en devenir	Terrassement nécessaire sur la zone Ouest Zones de cèdres à l'ouest. Zone de reproduction de la Zygène Cendrée (papillon protégé) dans le secteur ouest et présence de la plante hôte, la Badasse, en forte densité	2
3	Puissance électrique installée 9.35 MWc sur une surface de 13.3 ha. Est-Ouest	Evitement de la zone de l'euphorbe sillonée Evitement de la zone d'éboulis Evitement d'une des deux zones supposées de nidification du Bruant Ortolan Evitement du secteur de reproduction de l'Alexanor Evitement des secteurs favorables à la reproduction de la Proserpine Protection et préservation des vallons Les limites nord - sud imposées par les pistes La zone est et son boisement comme écran de végétation en devenir	Terrassement nécessaire sur la zone Ouest Zones de cèdres à l'ouest. Zone de reproduction de la Zygène Cendrée (papillon protégé) dans le secteur ouest et présence de la plante hôte, la Badasse, en forte densité	3

Tableau 22 : Hiérarchisation des variantes

3.5.4. Le projet retenu

La variante n°1 est celle respectant le mieux les enjeux environnementaux (utilisation des zones les moins fertiles à l'est), les contraintes techniques (pas de terrassement) avec la viabilité financière du projet.

Le projet tel qu'il est présenté dans ce dossier présente donc la meilleure conciliation entre les critères techniques, environnementaux et socio économiques. Il correspond à la variante n°1 présentée au paragraphe précédent.

3.6. Choix des équipements

Les choix technologiques principaux influençant le design d'un parc photovoltaïque sont le type des supports, des modules et des onduleurs. Ces choix sont réalisés en fonction de critères techniques, économiques, de terrain et/ou d'objectifs de production.

Dans le cas du site de Cruis, les modules solaires seront fixés sur des structures métalliques formant des rangées de 2,9 m de large (« table » composée de 22 modules en portrait sur la longueur et 2 sur la largeur), d'une hauteur maximum de 2,5 m et orientées est-ouest afin que la face principale des panneaux soit orientée vers le sud. Elles seront installées avec une inclinaison préférentielle de 30° par rapport à l'horizontal, afin de capter au maximum le rayonnement solaire.

Les modules photovoltaïques utilisant la technologie au silicium cristallin ont été choisis pour les raisons suivantes :

- des rendements énergétiques plus importants que la technologie à couche mince dans les conditions d'ensoleillement de Cruis,
- une meilleure garantie d'une optimisation de l'espace,
- une technologie éprouvée, sans polluant.

Concernant le choix de la mise en place des pieux vissés, il se justifie pour des raisons géotechniques. Compte tenu de la nature du projet et du contexte géotechnique du site, les nouvelles structures pourront être fondées sur des pieux courts ancrés dans le rocher. La solution consisterait à réaliser un préforage dans un diamètre légèrement inférieur aux pieux de fondation, et à mettre en œuvre des pieux vissés dans ce préforage. Les pieux vissés s'avèrent être une bonne solution capable d'assurer la stabilité des structures, de limiter les travaux de décapage du sol et d'éviter l'utilisation de béton.

L'ancrage des panneaux est prévu par pieux en acier, plutôt que des fondations béton (meilleure réversibilité du site, limitation des terres excavées).

4. Descriptif détaillé du projet

4.1. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU PROJET

Le parc solaire photovoltaïque de la commune de Cruis, présenté dans ce dossier, sera constitué :

- de **modules** (ou panneaux) photovoltaïques,
- de **structures supports fixés via des pieux en acier**,
- de **locaux techniques** (postes électriques de transformation et poste de livraison),
- de **câbles électriques**, reliant les panneaux, les postes de transformation et le poste de livraison,
- d'une **clôture grillagée** périphérique.

Sa puissance crête sera de l'ordre de 10,66 MWc ; il comportera :

- **881 tables de panneaux photovoltaïques**,
- **1 poste de livraison**, situé à l'entrée du parc, et **6 postes de transformation (skid)**, implantés de façon à minimiser les linéaires de câbles électriques, et donc les tranchées.

Le parc sera divisé en 2 zones d'implantation de panneaux photovoltaïques, une zone centrale et une zone à l'Est.

L'installation sera raccordée au réseau public d'électricité (poste ou ligne électrique) par une liaison souterraine. Les travaux seront réalisés sous la maîtrise d'œuvre du gestionnaire de réseau (ERDF), dans le cadre d'une convention de raccordement au réseau public.

L'accès au parc photovoltaïque se fera par la voie communale du Jas de Nordon, au Sud du parc, puis par les pistes DFCI. La circulation à l'intérieur du parc se fera par une piste périphérique interne et une piste principale reliant les postes de transformation.

La surface du parc représentera environ 16,7 ha.

Le parc photovoltaïque sera entouré par une clôture de 2 m de hauteur.

Le projet sera d'environ 10,66 MWc, sa production correspondante est d'environ 16 GWh/an, soit la consommation de 6000 foyers (la consommation électrique d'un foyer français, hors chauffage et eau chaude, est de 2700 kWh/an: source ADEME).



Figure 109 : Exemple de poste de transformation (parc solaire Avignonet-Lauragais-Boralex)



Figure 110 : Exemple de centrale photovoltaïque (Source : parc solaire des Cigarettes – Boralex)

BORALEX
 Projet d'implantation d'un parc photovoltaïque sur la commune de Cruis (04)
 Etude d'impact - Rapport n°64817/A

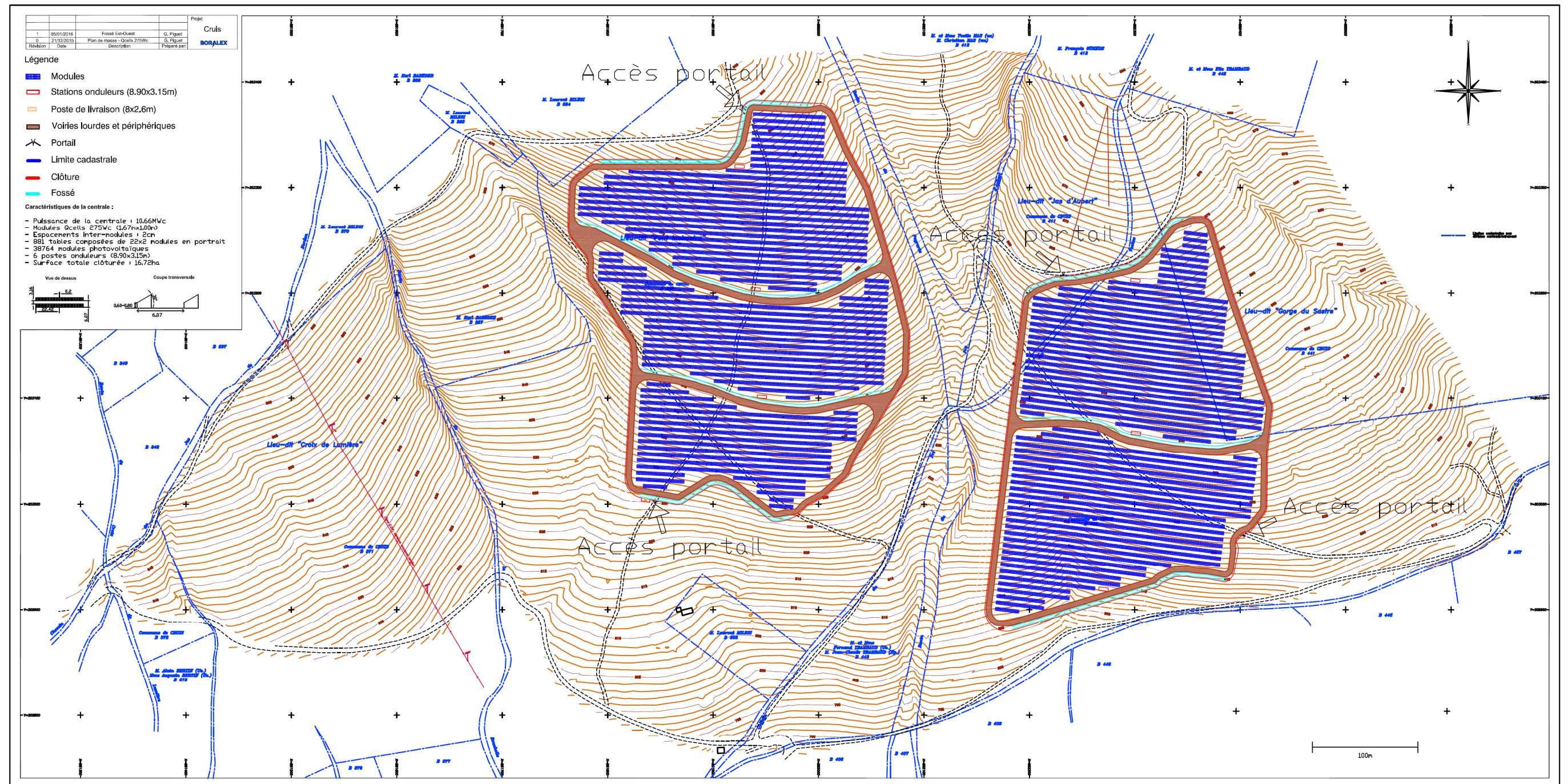


Figure 111 : Plan de masse du projet (source : Boralex)

4.1.1. Les rangées de modules photovoltaïques

4.1.1.1. La technologie retenue : les modules polycristallins

Deux grandes familles de technologie photovoltaïque existent aujourd’hui :

- celles à base de silicium cristallin,
- celles dites à « couches minces », parmi lesquelles se trouvent des technologies à base de métaux lourds.

Le tableau ci-après récapitule les performances des différentes technologies actuellement disponibles, et leurs implications en matière foncière. **Il met en évidence l'intérêt des technologies à silicium cristallin, qui offrent un meilleur rendement à l'hectare que les autres**, en garantissant un ratio minimum de 2 ha pour 1 MWc.

	Couches minces			Silicium cristallin	
	Silicium amorphe (a-Si)	Tellurure de Cadmium (CdTe)	Cuivre Indium Sélénium (CIS)	Mono-cristallin	Poly-cristallin
Rendement des modules	6-7%	8-10%	10-11%	13-17%	12-15%
Surface requise par kWc	15m²	11m²	10m²	7m²	8m²
Puissance potentielle par hectare (MWc)	0,27 MWc	0,36 MWc	0,40 MWc	0,57 MWc	0,5 MWc
Surface nécessaire pour développer 1 MWc (ha)	3,75 ha	2,75 ha	2,50 ha	1,75 ha	2,00 ha

Source : Epia, Solar generation IV- 2007

Tableau 23 : tableau des performances des différentes technologies disponibles

Le parc de Cruis sera donc doté de modules à base de silicium cristallin, technologie éprouvée, sans polluant, constituant la meilleure garantie d’une optimisation de l’espace. Environ 95% des parcs photovoltaïques à travers le monde sont équipés de cette technologie.



Figure 112 : Modules en silicium polycristallin (parc solaire Avignonet-Lauragais - Boralex)

4.1.1.2. Les modules

L'élément principal d'un parc solaire est le module photovoltaïque, constitué :

- de cellules photovoltaïques à base de silicium cristallin, interconnectées en série et/ou en parallèle,
- d'une couche en verre trempé sur la face avant, protégeant les cellules des intempéries,
- d'une feuille de tedlar, sur la face arrière, matériau qui résiste particulièrement bien aux agressions extérieures (UV, variations de température, atmosphères corrosives, ...), à l'abrasion ainsi qu'aux produits chimiques.

L'ensemble étant maintenu par un cadre en aluminium.

Les modules utilisés par Boralex satisfont pleinement aux spécifications des essais ESTI (laboratoire Européen) et aux normes internationales CEI 61215 et IECQ. Conformément aux normes CEI 61212 et 61646, chaque module porte clairement et de façon indélébile, les indications suivantes : identification du fabricant, référence du modèle, numéro de série et caractéristiques électriques principales.

La puissance généralement indiquée pour un panneau, ou un parc photovoltaïque, est la **puissance crête**, qui correspond à la puissance délivrée dans des conditions bien spécifiques (puissance solaire incidente de 1 000 W/m², température de 25°C). **Le projet présenté intègre des modules de puissance unitaire moyenne de 270 Wc.** Il s'agit d'une hypothèse de conception qui pourrait évoluer en phase de réalisation (amélioration continue des technologies utilisées). Les caractéristiques des modules utilisés resteront toutefois de même ordre de grandeur, afin de garantir la réalisation du projet dans des conditions équivalentes à celles présentées dans cette étude.

A titre indicatif, l'ordre de grandeur des dimensions d'un panneau photovoltaïque (cadre inclus) seront les suivantes :

- Longueur : 1670 mm
- Largeur : 1000 mm
- Epaisseur : 35 mm
- Poids : 19 kg

Ces panneaux sont susceptibles d'évoluer en fonction des contraintes techniques et environnementales.

Les caractéristiques des panneaux sont données en annexe 6.

L'interconnexion de panneaux entre eux - en série et/ou en parallèle - pour obtenir une puissance encore plus grande, définit la notion de champ photovoltaïque.

Les panneaux seront assemblés par 22 sur la longueur et par 2 sur la largeur pour former une « table ».

Les tables seront positionnées sur un axe Nord/Sud. Elles seront inclinées de 30° sur l'axe Est-Ouest.

4.1.1.3. Les structures support

Le système de support sera composé de profils simples en aluminium et acier galvanisé. L'ensemble « panneaux + support » aura une hauteur maximale d'environ 2,50 m, ce qui limite leur impact dans le paysage.

4.1.1.4. Ancrage au sol

Le système de support sera composé de profils simples en aluminium et acier galvanisé montés sur des pieux en acier (une rangée de pieux par structure) enfoncés dans le sol sans fondation.

Pour préciser l'ancrage au sol, une expertise géotechnique spécifique a été menée en novembre 2015 par la société Fondasol pour le compte de Boralex (cf. rapport en Annexe 9).

Compte tenu de la nature du projet et du contexte géotechnique du site, les structures pourront être fondées sur des pieux courts ancrés dans le rocher. La solution envisagée consiste à réaliser un préforage dans un diamètre légèrement inférieur aux pieux de fondation, et à mettre en œuvre des pieux vissés dans ce préforage.

Les tables photovoltaïques seront donc fondées sur des micropieux courts ancrés dans le calcaire.

La technique utilisée correspond à un micropieu foré simple.

Les pieux seront ancrés d'au moins 50 cm dans les calcaires rencontrés à partir de 0,7m à 2,3 m selon les sondages (la profondeur du toit des calcaires varie entre les sondages). Il est donc prévu des pieux de 1,2m minimum de longueur (fiche dans le sol) et plus si nécessaire pour la reprise des efforts (en compression et en traction).

4.1.1.5. Adaptation au relief

Les pieux seront munis de têtes pivotantes permettant à la structure recevant les panneaux de s'adapter à l'ondulation du sol localement. Les structures peuvent être implantés sur des terrains ayant des pentes jusqu'à 15 % à 20 %, et ce dans toutes les directions. Ils présenteront l'avantage de s'adapter à la topographie du site de Cruis et d'éviter des terrassements lourds.



Figure 113 : Châssis s'adaptant à la topographie (Source internet)

4.1.1.6. Distances inter-rangées

L'implantation des tables a été étudiée afin d'optimiser l'espace disponible, en limitant notamment l'ombre portée d'une table de modules sur celle qui la précède. Cela se traduit par la détermination d'une distance inter-rangées, qui varie selon la topographie et la hauteur des modules.

Les tables seront distantes d'environ 3,10 m.

Des espacements de 2 cm de large seront laissés entre les modules afin de favoriser l'écoulement des eaux de pluie, la diffusion de la lumière sous le panneau et la circulation d'air.



Figure 114 : Distance inter-rangée entre chaque table de module (Source internet)

4.1.1.7. Perception des panneaux

Lorsque l'on regarde un champ de panneaux photovoltaïques, deux facteurs interviennent : l'orientation et la hauteur, qui accompagnées de la distance, modifient notre perception.

Avec l'éloignement et la hauteur, notre œil retiendra l'effet de masse et l'illusion d'un champ bleu que l'on peut associer à une étendue d'eau (impression de la présence d'un seul élément en silhouette globale).

L'apparence d'une centrale photovoltaïque dans un paysage peut être totalement différente selon la position de l'observateur par rapport aux panneaux.

Selon un même point de vue, l'apparence du parc ne sera pas la même tout au long de la journée :

- depuis le Nord et le Sud, vu de profil, on remarquera la tranche inclinée des tables et les pieds positionnés perpendiculairement au sol,
- depuis l'Est et l'Ouest, on observera :
 - o soit la surface des capteurs en verre changeant de couleur en fonction de l'intensité du soleil, donc suivant les saisons, les heures de la journée et la météo (variation des bleus),
 - o soit la face arrière des modules avec les structures porteuses.

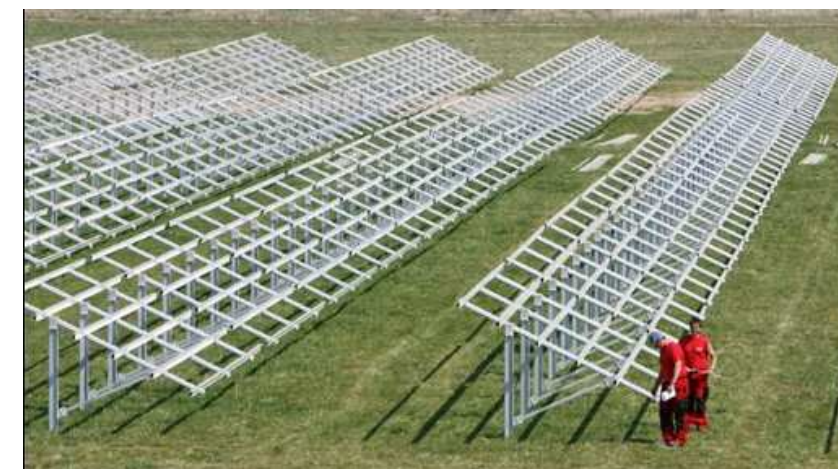


Figure 115 : Vue de profil d'un parc avant la mise en place des panneaux (Source internet)



Figure 116 : Vue de la face avant des modules (parc solaire Avignonet-Lauragais - Boralex)

4.1.2. Les équipements électriques

4.1.2.1. Poste de transformation

Les onduleurs, les transformateurs et les organes de protections électriques dédiés seront regroupés dans des locaux, formant ainsi des sous-stations électriques ou « skids ».

Le projet prévoit la mise en place de 6 skids (3 pour la zone centrale et 3 pour la zone Est), dont les dimensions extérieures sont les suivantes :

- Longueur : 8,9 m
- Largeur : 3,15 m
- Hauteur : 2.50 m

Il s'agira de locaux préfabriqués, de dimensions standards.

Chaque poste de transformation se composera ainsi d'un assemblage de structures modulaires telles que :

- deux ou trois onduleurs qui convertissent le courant continu produit par les modules en courant alternatif,
- un ou deux transformateur(s) qui élève(nt) la tension à 20 kV (moyenne tension).

Ils seront équipés de systèmes de protection de découplage très performants en cas de dysfonctionnement.

Un onduleur de type 1000 MV sera préférentiellement retenu par tranche de projet de 1 MW. Les principales caractéristiques des onduleurs sont détaillées en annexe 7.

Les **postes de transformation seront répartis de façon équilibrée**, de manière à limiter le linéaire de câbles et donc les pertes électriques.

Aucune opération de terrassement, ni de gros œuvre ne sont prévus pour la mise en place de ces postes.

4.1.2.2. Poste de livraison

Un poste électrique de livraison préfabriqué centralisera la quantité d'électricité provenant des skids de la centrale photovoltaïque et assurera le départ du courant produit par la centrale en moyenne tension à 20 kV (HTA) vers le réseau de distribution national d'électricité via un poste de raccordement ERDF.

Il s'agira d'un local préfabriqué de 8 m de long sur 2,6 m de large, pour une hauteur hors-sol de 2,50 m (caractéristiques en annexe 8).

Il sera constitué de trois parties séparées par des cloisons : une partie réservée au local électrique dit local HTA, une autre partie dite local SCADA servant à assurer la supervision de l'installation, une dernière partie qui abritera le matériel d'exploitation. L'accès au local SCADA ne nécessitera pas d'habilitation électrique, requise pour l'accès au local HTA. Le poste sera muni d'un détecteur incendie.

L'aire d'exploitation dédiée au poste de livraison comprendra un dispositif de commande de l'alimentation électrique du réseau et un dispositif de centralisation du système de détection intrusion.

Le poste de livraison sera aménagé à l'entrée Sud de la zone centrale du parc, en limite de propriété, afin qu'il soit accessible par le gestionnaire du réseau public d'électricité.



Figure 117: poste de transformation (parc solaire Avignonet-Lauragais- Boralex)



Figure 118 : Intérieur d'un poste de transformation (Source internet)

4.1.2.3. Le câblage

La majeure partie du câblage des tables sera réalisée par cheminement aérien sous les panneaux, jusqu'aux boîtes de jonction fixées sur les pieux des tables.



Figure 119 : Exemples de câblages sous panneau (Gauche) et de boîte de jonction (droite) (source Internet)

Les tranchées d'enfouissement de ces câbles, d'une profondeur de 80 cm et de 60 cm de large, seront conformes aux normes en vigueur. Les câbles seront placés sur 10 cm de sable. Les tranchées sont réalisées entre les rangées de structures.

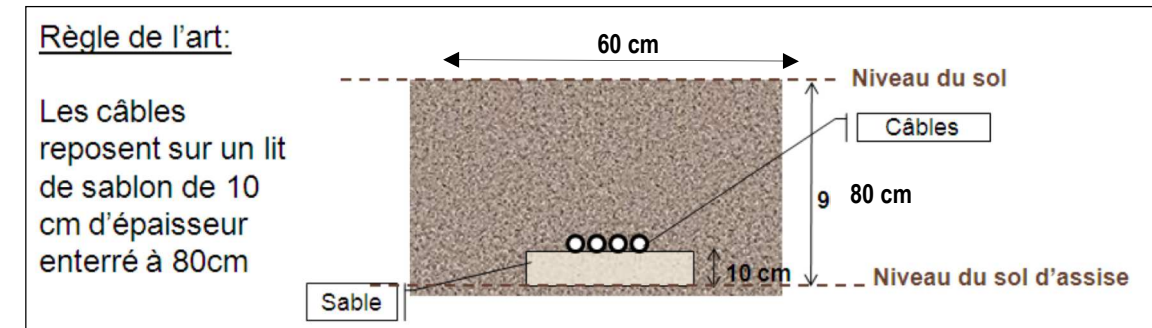


Figure 120: Coupe type de tranchée au sein du projet (Source internet)



Figure 121 : Exemples de câblages au sol par tranchée (Source internet)

Les câbles seront ensuite enterrés en tranchées, jusqu'aux postes de transformation puis au poste de livraison.

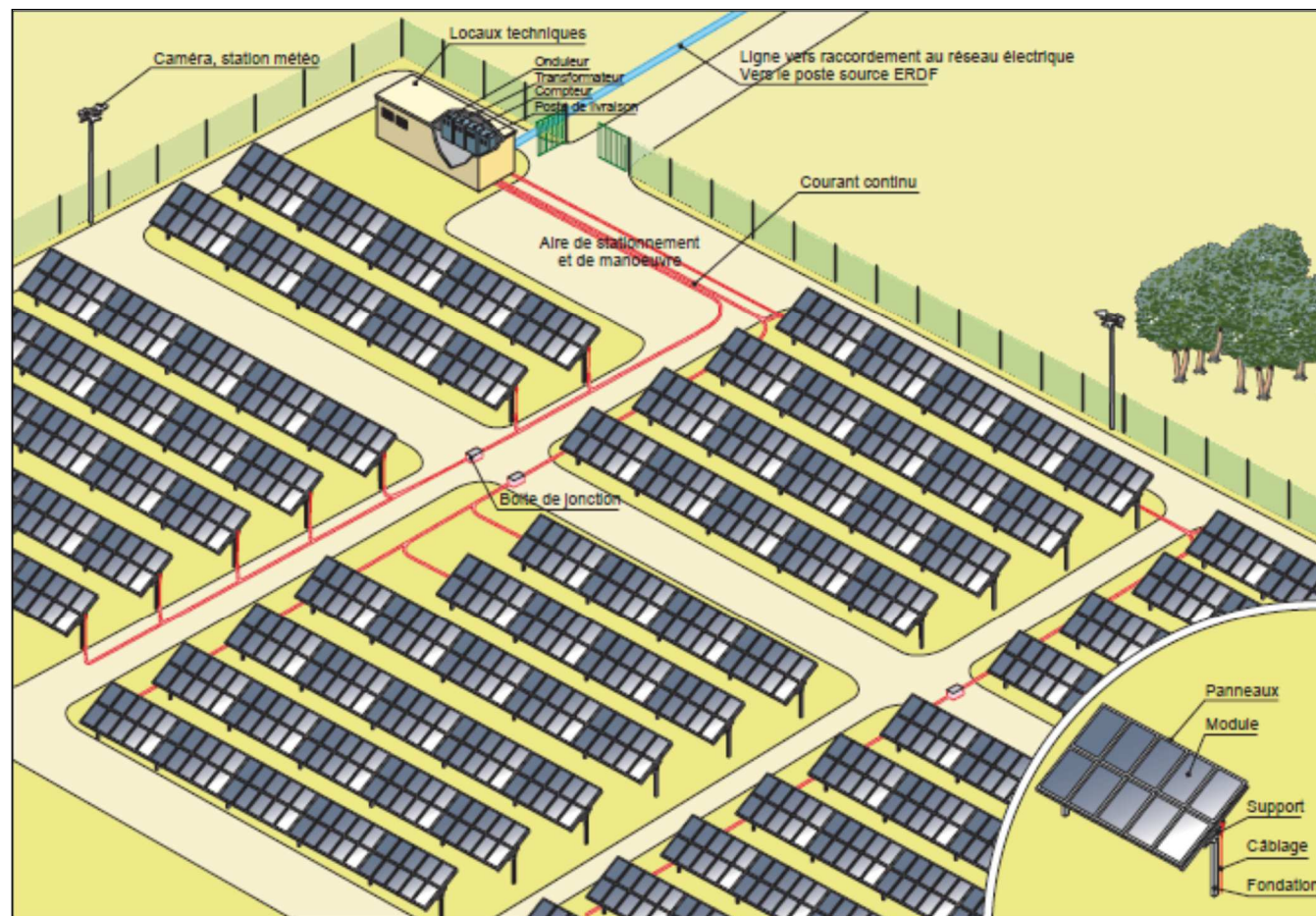


Figure 122 : Schéma de principe d'une installation photovoltaïque – type. Source : Installations photovoltaïques au sol, Guide de l'étude d'impact du MEDDE

4.1.3. Raccordement au réseau public d'électricité

Le parc photovoltaïque devra être raccordé au réseau public d'électricité pour :

- injecter l'électricité produite sur le réseau, afin qu'elle puisse être consommée,
- assurer le fonctionnement de certains éléments du parc (éclairage intérieur des postes, clôture électrifiée, ...) lorsque le parc ne produit pas (la nuit par exemple).

L'alimentation des auxiliaires ne nécessitera pas de raccordement spécifique : l'énergie nécessaire est obtenue par soutirage sur la ligne d'injection.

Les conditions de raccordement des installations de production d'électricité au réseau public seront définies par les gestionnaires du réseau public d'électricité, qu'il s'agisse d'ErDF, de RTE ou de régies d'électricité. Si Boralex étudie les hypothèses de raccordement avant de s'engager dans le développement d'un parc solaire, il n'est pas possible de connaître avec assurance le raccordement qui sera proposé (tracé, point de raccordement).

En effet, la demande de raccordement ne peut être émise que lorsque le Permis de Construire est obtenu.

Le raccordement sera fait dans le cadre d'un contrat avec le gestionnaire du réseau d'électricité, qui définira les conditions techniques, juridiques et financières de l'injection de l'énergie produite par le parc sur le Réseau Public, ainsi que du soutirage. Le calcul de l'énergie injectée sur le réseau est net de l'énergie consommée.

Selon les études menées actuellement, le raccordement au réseau est prévu au niveau du poste de Limans situé à environ 13 km du projet. Au 9 décembre 2015, sur le poste de Limans, la puissance EnR raccordée est de 12,9 MW et la puissance des projets EnR en file d'attente est de 0.2 MW. La capacité d'accueil réservée au titre du S3EnR qui reste à affecter est de 34.5.MW.

Le potentiel de raccordement est défini comme la puissance supplémentaire maximale acceptable par le réseau sans nécessité de développement d'ouvrages. Le Potentiel de Raccordement (PR) du poste de Limans est de 0 MW. La capacité théorique d'accueil en production de la transformation HTB/HTA correspond à la puissance restant disponible sur le ou les transformateurs HTB/HTA pour faire passer dans ses enroulements de la production. La capacité théorique d'accueil en production de la transformation HTB/HTA est de 20 MW sur le poste de Limans.

Dans le cadre du S3REnR, sur le poste de Limans, des travaux liés à l'ajout d'un transformateur HTB/HTA (63/20 kV) sont prévus, permettant un surplus de capacité réservée dégagée de 6MW. Le délai moyen de réalisation est d'environ 2,5 ans, une fois le S3REnR validé (S3REnR approuvé le 25 novembre 2014).

4.1.4. Sécurisation du site

4.1.4.1. Fermeture de l'enceinte et système de surveillance

Afin de lutter contre les actes de malveillance, les intrusions et les vols, le site du parc solaire sera entièrement fermé par une clôture d'une hauteur de 2 mètres. Le site sera équipé d'un système anti intrusion. L'accès au site sera équipé d'un portail coulissant, d'une largeur de 5 mètres.



Figure 123 : Portail et clôture (parc solaire Avignonet-Lauragais - Boralex)

4.1.4.2. Sécurité incendie

Des pistes périphériques, d'une largeur de 5 m, longeront la clôture à l'intérieur des zones d'emprise.

De plus, le parc sera aussi ceinturé par une bande, dite « zone coupe-feu » d'une largeur de 5 mètres au minimum, au-delà de la clôture, afin de limiter la propagation d'un feu de forêt vers les panneaux solaires.

Ainsi, le projet disposera d'une voie d'accès de 5 mètres de large stabilisée et débroussaillée de part et d'autre de la clôture.

Une zone sera débroussaillée sur une largeur de 50 m au-delà de la clôture.

L'alimentation en eau incendie proviendra de la citerne incendie de 60 m³ déjà existante en bordure du projet ainsi que d'une citerne complémentaire de 60 m³ rajoutée par Boralex lors de la construction du parc.



Figure 124 : Exemple de bande coupe-feu (Source Internet)

4.1.4.3. *Risque de foudre*

Le parc solaire sera protégé contre les surtensions atmosphériques (foudre) par un double système :

- l'ensemble des éléments du champ solaire (modules, structures de support, boîtes de jonction, postes de transformation et de livraison) seront mis à la terre par des câbles de terre en cuivre,
- le site sera entouré par un câble périphérique en cuivre assurant la mise à l'équipotentialité du terrain. Ceci permettra d'éviter les écarts de potentiel électrique dans le sol, susceptibles d'attirer la foudre.

4.1.5. *Voirie et réseaux divers*

4.1.5.1. *Accès au site et voies de circulation intérieure*

L'accès au parc se fera par la voie communale du Jas de Nordon au Sud du site puis par les pistes DFCI. Seules les pistes périphériques préconisées pour la sécurité incendie (largeur 5 m) et les pistes d'accès aux postes de transformation seront aménagées. Elles seront réalisées de façon à être carrossables en tout temps. Des sur-largeurs seront appliquées dans les courbes de faible rayon pour permettre la giration des véhicules.

4.1.5.2. *Raccordements aux réseaux*

Le parc ne nécessitera pas d'éclairage extérieur. Les locaux techniques disposeront d'un éclairage intérieur (pour les interventions de maintenance).

Aucun raccordement au réseau d'eau potable ou au réseau d'eaux usées n'est nécessaire.

Le site sera raccordé au réseau téléphonique depuis le réseau existant le plus proche. Ce raccordement sera réalisé sous maîtrise d'œuvre Orange. En cas de panne du réseau, la communication avec le parc sera maintenue grâce à une parabole installée sur le poste de livraison.

4.2. La phase de construction du projet

La phase travaux peut être découpée en plusieurs étapes :

- **Préparation du site** : défrichement, aménagements des pistes et préparation du sol pour permettre l'installation des pieux vissés,
- **Montage des structures photovoltaïques** : mise en place des structures, raccordements des réseaux basse tension, pose des modules,

- **Raccordement électrique des différentes installations du parc** : câblage des modules, onduleurs, postes électriques de transformation et de livraison.

La durée du chantier est fonction de la ressource humaine mobilisable. Elle est estimée à environ 5 à 6 mois.

Le raccordement au réseau électrique s'effectuera en parallèle des travaux des installations, après obtention des autorisations.

Le maître d'ouvrage pourra faire appel à des entreprises locales pour les travaux forestiers, la pose des structures, des panneaux photovoltaïques et des équipements annexes (clôture, surveillance et gardiennage par des agents agréés, enfouissement des câbles électriques,...).

Les prescriptions générales de Sécurité et d'Environnement sur les chantiers Boralex sont présentées en annexe 11.

➤ Emprise de la centrale

Les travaux de préparation de terrain seront limités autant que possible.

Une autorisation de défrichement a été demandée pour 16,7 hectares de boisements.

Les principales opérations de préparation de terrain prévues sont les suivantes :

- débroussaillage, abattage des arbres et retrait des souches dans l'emprise de la zone à défricher,
- terrassements et opérations de compactages localisés en fonction des besoins.

➤ Pistes

Des pistes d'environ 5 m de large, dites pistes "portantes" (en graviers), sont prévues en périphérie des zones d'emprise et permettront l'accès aux skids et au poste de livraison.

Pour l'exploitation et pour des raisons de sécurité, n'importe quel panneau de la centrale photovoltaïque doit être à la portée d'un véhicule utilitaire. Selon la nature du sol, des travaux d'aménagement de pistes légères peuvent s'avérer nécessaires, mais en général, les pistes légères formées par les allées et venues des engins entre les rangées de panneaux en phase chantier suffisent.

➤ Locaux électriques

Les locaux électriques (postes de transformation et poste de livraison) seront installés conformément aux préconisations définies dans l'étude géotechnique.

➤ Produits

Les produits susceptibles d'être introduits sur le chantier sont le fioul et l'huile des engins. Ces produits seront entreposés sur une rétention de capacité suffisante.

➤ Plateforme de stockage

Le chantier prévoit l'utilisation temporaire d'une plateforme de stockage d'environ 3 500 m². Elle accueillera les camions de transport du matériel, leur déchargement, leur stockage, ainsi que les bennes à déchets et les bungalows de chantier avec vide sanitaire (environ 90 m²) abritant vestiaire, réfectoire, sanitaires (toilette chimique) et salle de réunion. Cette plateforme sera recouverte d'un géotextile imperméable garantissant une protection du sol vis-à-vis du matériel stocké (majoritairement des matériaux inertes). Ce géotextile sera retiré à l'issue du chantier.

➤ Plateforme de levage

Afin de procéder au déchargement de chaque poste électrique, le projet prévoit l'aménagement temporaire d'une plateforme de levage dégagée de tout obstacle, d'environ 150 m².

Le sol devra être ferme et horizontal aux positions de stabilisation de la grue automotrice. L'ensemble articulé devra pouvoir se placer parallèlement contre la grue ou dans son alignement.

➤ Matériel utilisé

Le type d'engins utilisés, leur nombre et leur durée d'utilisation dépendent de différents facteurs tels que leur disponibilité et le planning des travaux.

D'après le retour d'expérience acquis par Boralex sur les différents chantiers d'implantation de centrales photovoltaïques, les engins prévus seront du type mini-pelle, mini-chargeur, pelle sur pneu, tarière et manitou.

➤ Transport du matériel

Le matériel nécessaire à la construction de la centrale photovoltaïque sera amené par route. Si possible, l'approvisionnement se fera auprès d'entreprises locales afin de diminuer les coûts de transport.

Le trafic prévu dans le cadre du projet est le suivant :

- Transport des éléments de structure: 53 camions, soit moins de 1 camion par jour ;
- Transport des modules : 60 camions, soit moins de 1 camion par jour ;
- Locaux : 8 convois exceptionnels ;
- Evacuation des déchets : 2 à 3 bennes par semaine pendant la durée du chantier.

Pour l'ensemble du chantier, une moyenne d'environ 2 camions par jour a été estimée.

Les véhicules devront respecter le Code de la route et les consignes définies sur le chantier.

➤ Chemins d'accès

L'organisation des accès au chantier repose sur l'utilisation maximale des chemins et voies existants. Pour le site de Cruis, les camions et engins emprunteront la RD 951 puis les voies communales dites « Chemin St Pierre » et « Jas de Nordon » et les pistes DFCI pour accéder au site.

➤ Raccordement externe

Le mode opératoire mis en œuvre par le gestionnaire du réseau pour les raccordements consiste à enfouir le câble le long des routes par le plus court chemin entre le poste de livraison de la centrale et le point de raccordement au réseau pour limiter au maximum les impacts sur la faune, la flore et le paysage.

Le câble de raccordement sera enterré sur tout son tracé, grâce à un engin tel que présenté sur la photo ci-après, qui creusera une tranchée sur une profondeur d'environ un mètre, posera le câble et rebouchera la tranchée.



Figure 125 : Exemple de travaux d'enfouissement du réseau de raccordement (source Internet)

La partie de réseau entre le poste de livraison et le réseau public, appelé réseau externe ou raccordement, sera réalisé sous maîtrise d'ouvrage du distributeur ERDF. Le parc photovoltaïque devrait être raccordé au poste source RTE de Limans. Actuellement, trois possibilités de tracé pour le raccordement au poste de Limans ont été retenues par BORALEX. Ces tracés suivent les principales voies de communication routières et chemins agricoles.

La proposition de raccordement définitive (poste source et tracé de raccordement) sera produite par ERDF après l'obtention du permis de construire du parc photovoltaïque à la recherche du meilleur parti économique via la mise en place d'une PTF (Proposition Technique et Financière). Les câbles posés seront des câbles HTA pour des courants de tension 20 000 Volts en aluminium ou en cuivre suivant la puissance maximale transmissible et la distance à parcourir.

Les travaux de réalisation du raccordement impliquent le même type d'engin que les réseaux internes du parc.

Le plan suivant montre les 3 tracés actuellement retenus.

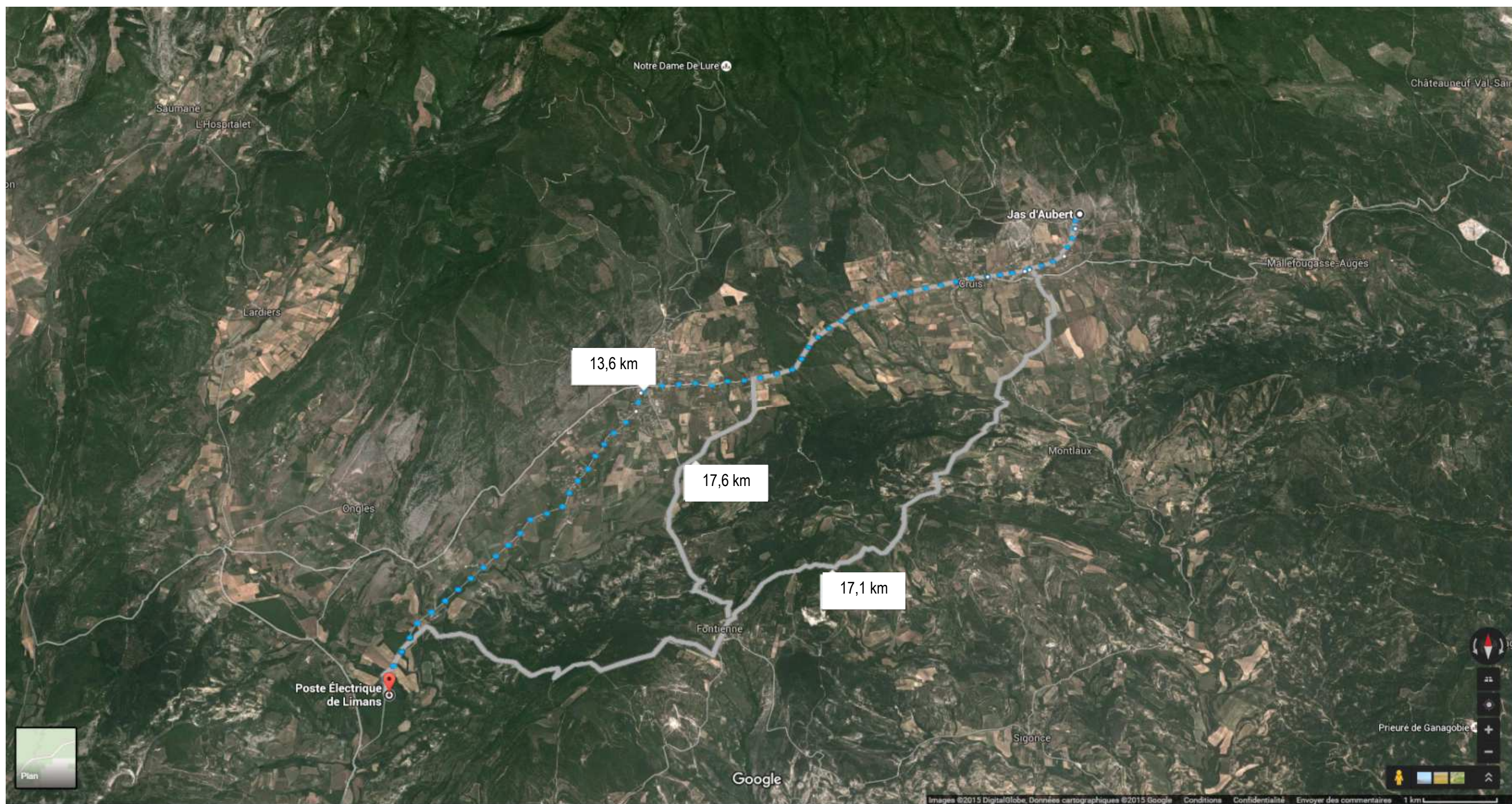


Figure 126 : Les 3 tracés possibles pour le raccordement du parc photovoltaïque au poste RTE de Limans

4.2.1. Une démarche environnementale systématique

Pour Boralex, un parc solaire est avant tout un projet dont l'insertion dans l'environnement doit être exemplaire afin de mériter pleinement le qualificatif de « durable ».

Les enjeux énergétiques ne peuvent plus, de nos jours, être dissociés des enjeux écologiques. Boralex conçoit ainsi l'ensemble de ses projets de parcs solaires, dès leur naissance, dans une démarche systématique de prise en compte de l'environnement.

Les grands objectifs pour la préservation de l'environnement sont, au-delà d'agir en conformité avec la législation et la réglementation environnementale applicable, d'opter pour une amélioration continue des performances afin de :

- diminuer les impacts environnementaux négatifs jugés significatifs et mettre en place, en cas d'impacts persistants, des mesures de compensation,
- préserver les ressources, et rationaliser la consommation d'énergie.

A ce titre, Boralex s'engage à intégrer l'environnement dans toutes ses composantes durant l'ensemble des phases du développement et de la construction de ses parcs :

- la conception du parc solaire en prenant en compte les problématiques d'éco-conception,
- le choix des techniques et des partenaires pour minimiser l'empreinte carbone,
- le suivi et l'amélioration des performances environnementales du chantier,
- l'exemplarité environnementale de l'exploitation et la préparation du démantèlement.

4.2.2. La conception des parcs : un processus d'amélioration continue

Au-delà du choix d'un site adapté, de l'application des mesures environnementales identifiées dans l'étude d'impact, des procédés spécifiques de construction visant à atténuer l'impact environnemental des parcs solaires ont été développés par Boralex dès la conception de son premier site en France en 2011 (Avignonet-Lauragais en Midi-Pyrénées), notamment :

- choix de matériaux facilitant le démantèlement et le recyclage de l'installation en fin d'exploitation, tels que des vis en acier et des structures en aluminium,
- absence de fondation en béton dans l'enceinte du parc.
- Respect de la topographie des sites : l'utilisation de fixations inclinables permet d'adapter les rangées de panneaux aux courbes du relief, limitant ainsi l'impact sur le sol et la topographie, et facilitant la remise en état du site à l'issue du démantèlement,
- Limitation des emballages inutiles pour diminuer la quantité de déchets générés (emballage des panneaux solaires par palettes et non plus individuel).
- prise en compte de la préservation des paysages, de la faune et de la flore,
- maîtrise des processus pour éviter au maximum les pollutions accidentelles (fuites hydrauliques par exemple),
- une gestion optimale des déchets.

4.2.3. Le choix des partenaires et matériaux : la recherche de la performance et de l'engagement environnemental

Les techniques, les matériaux et nos partenaires ont été choisis en prenant précisément en compte leurs performances et engagements environnementaux.

L'éco-conception des parcs doit en effet se concrétiser par la mise en œuvre de procédés et le choix de matériaux en totale cohérence. Boralex raisonne ainsi dans une optique double :

- prévoir dès l'origine la déconstruction ultérieure du parc en choisissant des matériaux parfaitement démontables et recyclables :
 - fondation par vis/pieux en acier galvanisé,
 - structure portante en aluminium ou acier,
 - panneaux solaires en silicium polycristallin,
 - câbles en aluminium et cuivre,
 - postes électriques en métal et en préfabriqué recyclable,
- s'entourer de professionnels renommés dans le monde du photovoltaïque ayant fait leurs preuves dans la maîtrise de l'environnement.

Cette préoccupation se traduit dans les documents de consultation des entreprises établis par Boralex par la place accordée au critère de la performance environnementale de l'entreprise, constituant le deuxième critère de sélection dans la pondération finale.

Boralex fera appel à des fabricants :

- de matériels électriques disposant d'une certification ISO 9001 ou équivalent et engagés dans une démarche de certification ISO 14001 pour la fabrication des matériels dédiés à la conversion de l'énergie assurant la transformation du courant continu en courant alternatif et l'élévation de la tension,
- de modules disposant d'une certification ISO 9001 ou équivalent et engagés dans une démarche de certification ISO 14001,
- de système de suivi de la course du soleil disposant d'une certification ISO 9001 ou équivalent et engagés dans une démarche de certification ISO 14001.

4.3. La phase d'exploitation du parc photovoltaïque

L'exploitation de la centrale recouvrira les tâches suivantes :

- la conduite à distance de l'installation 24h/24 et 7j/7 (notamment la conduite des onduleurs et l'ouverture ou la fermeture du disjoncteur du poste de livraison pour isoler ou coupler l'installation au réseau public d'électricité),
- un système d'astreinte permettant l'intervention sur site 24h/24 et 7j/7 pour mise en sécurité des installations dans le cas où les défauts ne peuvent être résolus à distance par télécommande,
- la télésurveillance du site grâce à des caméras,
- la gestion des accès sur le site,
- les relations avec le gestionnaire de réseau public d'électricité (ERDF).

La promesse de bail signée prévoit une mise à disposition des terrains sur 30 ans, construction et démantèlement compris. L'exploitation du parc solaire se fera donc sur environ 25 ans (ou au-delà).

4.3.1. Système d'enregistrement et de suivi des données du parc solaire

Sur le parc solaire, différents paramètres seront mesurés afin de disposer d'information en temps réel sur la production du parc et de faciliter la maintenance :

- mesures de performance des équipements (panneaux, onduleurs, etc.) :
 - contrôle de la production de l'installation (historique de production),
 - facilitation de la maintenance (mesures instantanées et historique des pannes),
- mesures de l'environnement immédiat (ensoleillement, température, etc.).

Les valeurs instantanées et cumulées seront visualisables sur place ou à distance.

Il s'agira d'une véritable plate-forme SCADA (Supervision, Control & Data Acquisition) qui permettra à l'opérateur de virtuellement contrôler le fonctionnement de la centrale à distance.

4.3.2. Entretien et maintenance

Afin de limiter les interventions sur le site et de pouvoir assurer la meilleure intégration du projet dans son environnement, une attention particulière doit être apportée aux éléments suivants :

- le choix des onduleurs : le recours à des onduleurs centralisés d'au moins 500 kVA permettra par exemple de limiter la maintenance des équipements,
- le parti d'aménagement et le traitement végétal du site permettent de contrôler la croissance de la végétation et de limiter les travaux d'entretien du site.

En phase d'exploitation, l'entretien de l'installation est minimal, les panneaux ne nécessitant pas d'entretien au quotidien. Il consiste essentiellement à :

- faucher au besoin la végétation sous les panneaux de façon à en contrôler le développement,
- remplacer les éléments éventuellement défectueux de structure,
- remplacer ponctuellement les éléments électriques à mesure de leur vieillissement.

L'encrassement des modules par la poussière, le pollen ou la fiente d'oiseaux peut en général porter préjudice au rendement. Les propriétés anti-salissures des surfaces des modules et l'inclinaison d'environ 30° permettent un auto-nettoyage des installations photovoltaïques par l'eau de pluie. Les installations photovoltaïques au sol en exploitation étudiées n'ont pas eu besoin d'un nettoyage manuel de grande envergure. Il est prévu, au besoin et si nécessaire, un nettoyage manuel 1 fois par an. Aucun produit phytosanitaire, ni aucun produit de nettoyage pour les panneaux ne seront utilisés sur le site.

Les installations photovoltaïques au sol font l'objet d'un plan de maintenance préventif pour toute la durée de vie du parc.

Pour les équipements électriques, dans le cadre d'un fonctionnement normal, il faut en général compter une opération de maintenance par an et une ronde d'inspection par trimestre. Les inspections annuelles sont d'envergure différente en fonction de l'âge des équipements, avec des opérations plus approfondies tous les trois ans (maintenance des organes de coupure) et une maintenance complète tous les 7 ans (maintenance des onduleurs).

Pour les espaces verts, l'entretien est plus fréquent en début de vie du parc puis devient après deux ou trois saisons beaucoup plus restreint compte-tenu de l'aménagement végétal réalisé.

4.4. Démantèlement et recyclage des éléments du parc photovoltaïque

Le bail emphytéotique prévoit le démantèlement des installations en fin de bail. La réversibilité du site pourra être garantie par :

- l'adéquation au site retenu,
- des travaux de génie civil limités et l'utilisation de techniques peu impactantes, telles que l'ancrage des panneaux par pieux en acier, plutôt que des fondations béton.

Les garanties de réversibilité du site seront renforcées, d'une part, avec un engagement contractuel, dans les modalités de location du site, de démantèlement du site en fin d'exploitation du parc, et d'autre part, avec la constitution d'un fond de réserve pour le démantèlement des structures.

L'existence de filières de recyclage adaptées permettra de s'assurer du faible impact du démantèlement.

Pour un parc de 12 MWc, les masses approximatives des principaux composants (hors câbles électriques) sont les suivantes :

- Modules photovoltaïques : 1 200 tonnes (verre, tedlar, silicium, aluminium),
- Châssis de support modules : 600 tonnes (aluminium),
- Locaux techniques pour 280 tonnes (béton, cuivre, appareillage électrique).

Les châssis de support en aluminium (ou en acier) ainsi que les locaux techniques sont couverts par la réglementation relative aux déchets des équipements électriques et au recyclage de l'aluminium. A ce titre, les filières de retraitement sont clairement identifiées et leur recyclage sera assuré en conséquence.

Le 24 juillet 2012 a été publiée au Journal Officiel de l'Union Européenne la nouvelle Directive 2012/19/UE relative aux Déchets d'Équipements Électriques et Électroniques. Les panneaux photovoltaïques en fin de vie entrent désormais dans le champ d'application de cette directive. Ils doivent ainsi être collectés séparément et recyclés selon les taux de collecte et les objectifs de recyclage imposés par la directive. Le décret 2014-928 du 19 août 2014 relatif au Déchets d'Équipements Électriques et Électroniques (DEEE ou D3E) et aux équipements électriques et électroniques usagés qui codifie en droit français la directive européenne DEEE 2012/19/UE, a été publié au Journal Officiel le 22 août 2014.

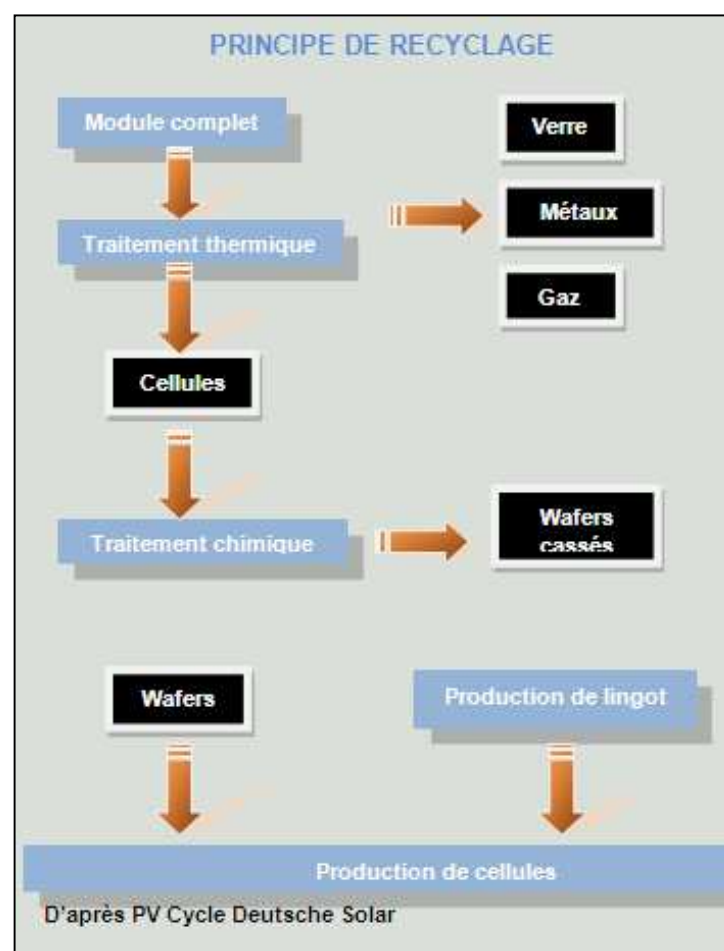


Figure 127 : Principe de recyclage (Source PV Cycle)

La technologie du recyclage des modules à proprement parler est déjà opérationnelle. Depuis 2003, le fabricant Deutsche Solar, filiale de SolarWorld, fait fonctionner une unité pilote de recyclage pouvant traiter les modules de silicium cristallin usagés.

Boralex est membre de « PV Cycle », association européenne qui rassemble des industriels engagés en faveur d'un programme volontaire de reprise et de recyclage des modules photovoltaïques en fin de vie.

Le processus de démantèlement des modules fait d'abord intervenir un traitement thermique, qui permet notamment de séparer le verre et les cellules. Après avoir été détachées individuellement, les cellules sont ensuite décapées chimiquement pour ôter les contacts.



Figure 128 : Cycle de vie des modules en silicium cristallin (Source PV Cycle)

Une fois ces opérations terminées, l'aluminium, le verre et les métaux – qui constituent à eux seuls 85% de la masse du produit – pourront facilement être revendu.

Les plaquettes de silicium, elles, pourront être réutilisées à l'intérieur d'un module à la place d'une plaquette neuve car, même après 20 ou 30 ans, la qualité du silicium reste identique.

Ce projet s'inscrit dans un plan de collecte et de recyclage sur l'ensemble du cycle de vie de ses produits, dans le cadre d'un système volontaire de reprise et de retraitement des modules en fin de vie.

5. Analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents, positifs et négatifs du projet sur l'environnement et la santé

5.1. Préambule

Les impacts d'un projet de parc photovoltaïque au sol sont à la fois liés à la **phase de construction de l'installation** (phase chantier), à la **nature même de l'installation et à son exploitation** et à la **remise en état du site après exploitation** (phase chantier).

Ce chapitre a pour objectif d'analyser les différents types d'effets envisageables des futurs aménagements, sur l'environnement et la santé en se basant sur :

- les sensibilités environnementales relevées lors de l'état initial,
- les caractéristiques des infrastructures et aménagements prévus.

Pour chacun des impacts identifiés, le maître d'ouvrage propose des **mesures d'évitement, de réduction et de compensation, visant à minimiser les incidences du projet**. Ces mesures sont développées dans un chapitre spécifique (Chapitre 8).

L'analyse des effets cumulés avec d'autres projets connus hors site est développée spécifiquement au Chapitre 6.

Pour une meilleure compréhension, la compatibilité aux plans, programmes et schémas ayant une incidence notable sur l'environnement est développée dans chaque thématique. Au besoin, le Chapitre 7 résume les parties concernées.

De même, l'addition et l'interaction des effets entre eux sont étudiés quand cela est nécessaire dans chaque partie.

5.2. Impact sur le milieu physique

5.2.1. Impact sur la qualité de l'air

☞ En phase chantier

Les principaux impacts potentiels de la phase travaux sur la qualité de l'air concernent les émissions de polluants dans l'air liées à l'évolution des engins et véhicules de chantier (poussières, gaz d'échappement,...).

Mesures de réduction

L'émission de polluants liée au fonctionnement des engins de travaux sera limitée grâce à l'utilisation de matériel en bon état de fonctionnement et répondant aux exigences réglementaires en vigueur.

Les flux de gaz d'échappement des camions et engins de chantier seront limités par le nombre de véhicules intervenant quotidiennement sur le site (en moyenne 2 camions par jour) et resteront moins élevés que ceux des véhicules empruntant les voies routières proches : 854 véhicules/jour sur la RD 951.

La mise en suspension des poussières du sol par le passage des engins sera réduite par l'utilisation préférentielle des pistes aménagées (pistes DFCL déjà existantes autour du projet et au sein de la zone d'emprise permettant un accès facilité) et leur éventuel arrosage. L'envol de particules de terre sera limité à l'emprise du site, de par la faible quantité de terre manipulée (pas de terrassement, petites tranchées éventuelles).

→ **Effets négatifs négligeables (temporaire)**

☞ En phase d'exploitation

Selon l'ADEME, pour la France, les parcs photovoltaïques permettent d'éviter l'émission de 120 g de CO₂/kWh produit.

La centrale photovoltaïque de Cruis, avec une production estimée à 16 000 000 kWh/an, permettra donc d'éviter chaque année, l'émission de 1 920 tonnes de CO₂.

Concernant les émissions de CO₂ émises pour la production des panneaux photovoltaïques, le guide de facteur d'émission issu du rapport HESPUL (juillet 2009) fournit le chiffre de 35 g eq CO₂ émis par kWh photovoltaïque en France (pour un parc situé au sud de l'Europe fournissant de l'électricité en Europe). L'ensemble des études se fonde sur une durée de vie de 30 ans. Comme il n'y a pas d'émissions pendant l'utilisation, les émissions totales correspondent aux émissions initiales utilisées pour la fabrication (les autres phases sont négligées). Donc une unité produisant 1kWh/an a dû nécessiter 35 x 30 = 1050 g eq CO₂ pour sa fabrication.

Pour le parc photovoltaïque de Cruis, produisant 16 000 000 kWh/an, cela conduit à une émission de 16 800 tonnes de CO₂ pour sa fabrication.

Le temps de retour carbone sera d'environ 9 ans.

Ainsi ce projet apporte une contribution significative à la limitation des émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère et à l'atteinte des objectifs européens et nationaux découlant du protocole de Kyoto.

Ce bilan est donc largement positif et démontre que l'installation photovoltaïque constitue une économie importante de carbone. Les effets climatiques pour le présent projet sont donc considérés comme très positifs.

→ **Effets positifs forts (pérennes)**

5.2.2. Position du projet vis-à-vis du SRCAE PACA

De quoi parle-t-on ?

La loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010, dite « loi Grenelle II », a institué les schémas régionaux du climat de l'air et de l'énergie (SRCAE).

Arrêtés par le Préfet de Région après approbation du conseil régional, ils fixent pour chaque région administrative des objectifs quantitatifs et qualitatifs de développement de la production d'énergie renouvelable à l'horizon 2020.

Le SRCAE de Provence-Alpes-Côte d'Azur a été approuvé par l'assemblée régionale le 28 juin 2013 et arrêté par le préfet de région le 17 juillet 2013.

Concernant les énergies renouvelables, les objectifs du SRCAE PACA sont les suivantes :

- Développer l'ensemble des énergies renouvelables et optimiser au maximum chaque filière, en conciliant la limitation des impacts environnementaux et paysagers et le développement de l'emploi local
- Développer la filière éolienne
- Développer les filières géothermie et thalassothermie
- Conforter la dynamique de développement de l'énergie solaire en privilégiant les installations sur toiture, le solaire thermique pour l'eau chaude sanitaire et le chauffage, ainsi que les centrales au sol en préservant les espaces naturels et agricoles
- Développer des réseaux de chaleur privilégiant les énergies renouvelables et de récupération
- Développer et améliorer les conditions d'utilisation du bois énergie dans l'habitat et le tertiaire
- Préserver et optimiser le productible hydroélectrique régional tout en prenant en compte les impacts environnementaux (milieux, populations, ...)
- Améliorer l'accompagnement des projets d'énergies renouvelables

L'ambition régionale affichée dans le SRCAE est d'atteindre une puissance installée de 6 295 MW en 2020 pour l'ensemble des installations de production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable, répartis de la manière suivante :

- 545 MW de production éolienne terrestre ;
- 100 MW de production éolienne offshore ;
- 3 255 MW de production hydraulique ;
- 1 150 MW de production photovoltaïque au sol ;
- 1 150 MW de production photovoltaïque sur bâti ;
- 95 MW de production biogaz-méthanisation.

La position du projet vis-à-vis des orientations du SRCAE régional a été étudiée (cf. tableau suivant). **Il ressort que le développement des énergies renouvelables, en particulier la filière solaire photovoltaïque, fait partie des enjeux prioritaires de ce schéma.**

Orientations du SRCAE PACA – Version 2013	Position du projet
<p>100 MWc/an, soit 140 ha de terrains mobilisés annuellement. Ces objectifs visent à exploiter plus de 40% du potentiel à 2030.</p> <p>Le scénario proposé pour les installations au sol correspond à la réalisation, sur la seule région Provence-Alpes-Côte d'Azur, de 50% à plus de 60% de l'objectif national de puissance installée pour les grosses installations au sol et en toiture.</p> <p>Compte tenu des projets en service ou en file d'attente au 02/10/2014, les volumes de production renouvelable restant à raccorder, pour le photovoltaïque au sol pour 2020, est de 344 MW (objectif de 1 150 MW pour 2020 et 2 200 MW en 2030)</p> <p>Deux des orientations spécifiques développées dans le SRCAE concernent les photovoltaïque au sol :</p> <p>ENR1 – Développer l'ensemble des énergies renouvelables et optimiser au maximum chaque filière, en conciliant la limitation des impacts environnementaux et paysagers et le développement de l'emploi local.</p> <p>ENR4 : Conforter la dynamique de développement de l'énergie solaire en privilégiant les installations sur toiture, le solaire thermique pour l'eau chaude sanitaire et le chauffage, ainsi que les centrales au sol en préservant les espaces naturels et agricoles.</p> <p>La filière solaire est très dynamique en Provence-Alpes-Côte d'Azur, à ce jour première région française en termes de puissance photovoltaïque installée.</p> <p>Les centrales solaires au sol sont à privilégier sur les surfaces où il y a peu de concurrence avec les autres usages, et dans le respect des espaces naturels et agricoles. Il s'agit en effet de préserver, autant que faire se peut, les espaces agricoles, évitant ainsi les conflits d'usage des sols, et les espaces naturels où des enjeux environnementaux particuliers pourraient être impactés par ce type d'installation. Le développement des filières solaires doit également être moteur en termes d'économie et d'emploi local.</p>	<p>Municipal le 12 octobre 2015. Les critères de choix du site par la commune furent les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Terrains en pente faible pour éviter les terrassements, • Exposition au sud pour optimiser l'ensoleillement, • Terrains accessibles pour ne pas avoir à créer de nouvelles pistes d'accès, • Préservation des zones agricoles, • Préservation des espaces forestiers les plus productifs, • Limitation de l'impact paysager, • Préservation de terrains à enjeux environnementaux forts, • Priorité aux terrains communaux. <p>Cette volonté communale constitue une assise solide pour mettre en place le projet.</p> <p>Le secteur d'implantation retenu a fait l'objet d'un important incendie en 2004, brûlant 110 ha de forêt. Le site n'a jamais été utilisé à des fins agricoles. Il s'agit de terrains non irrigués et n'ayant pas fait l'objet d'aménagement foncier. La zone du projet n'est pas concernée par le pastoralisme.</p> <p>L'utilisation des terrains pour l'implantation du projet ne rentre pas en concurrence avec d'autres usages.</p> <p>Les terrains retenus sont entièrement communaux.</p> <p>La zone d'étude a fait l'objet de nombreuses prospections faune/flore afin de déterminer les emprises les moins impactantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evitement de la zone d'éboulis • Evitement d'une des deux zones supposées de nidification du Bruan Ortolant • Evitement du secteur de reproduction de l'Alexanor • Evitement des secteurs favorables à la reproduction de la Proserpine • Evitement de la zone de l'euphorbe sillonée <p>Les emprises retenues permettent aussi d'éviter un terrassement global du site.</p> <p>Le projet a été conçu de manière à répondre aux servitudes techniques et aux enjeux environnementaux.</p> <p>Aucune contrainte d'urbanisme particulière ne s'oppose au projet.</p>

Tableau 24 : Position du projet vis-à-vis du SRCAE de la région PACA

Le projet de parc photovoltaïque de Cruis (puissance de 10.66 MW) est compatible avec les objectifs définis dans le SRCAE.

Orientations du SRCAE PACA – Version 2013	Position du projet
<p>3.2.2 - La filière solaire photovoltaïque</p> <p>La filière photovoltaïque au sol dispose aussi d'un potentiel de développement très important et se trouve aussi dans une dynamique de forte croissance. Les objectifs de développement retenus pour cette filière sont une puissance installée annuellement, en moyenne sur la période 2009 – 2030 de</p>	<p>Le projet de parc photovoltaïque a été initié par la commune de Cruis afin de contribuer à l'effort national de production d'énergie renouvelable.</p> <p>Le conseil municipal a approuvé le projet par délibération en date du 22/10/2009 et la révision simplifiée du PLU pour le rendre compatible avec le projet a été votée par le Conseil</p>

5.2.3. Impact sur la topographie et les sols

Le site est localisé en contrebas du versant sud de la Montagne de Lure.
La topographie de la zone d'étude est constituée de larges zones présentant des ondulations est-ouest avec une pente régulière de l'ordre de 10° orientée vers le sud et entrecoupées de talwegs, de ravins, de petits reliefs.
La zone d'étude est essentiellement constituée de calcaires à silex du Bédoulien.

En phase chantier

Les principaux impacts potentiels de la phase travaux sur les sols concernent la modification des structures superficielles du sol (par le tassement des accès de la zone de chantier, la pose des supports des structures, l'évolution des engins, ...).
Des fossés seront également créés le long des pistes est-ouest pour récolter les eaux et les diriger vers les ravins. Il est aussi prévu des traverses le long de la piste périphérique.

De légers tassements des sols sont attendus sur la totalité de l'emprise du chantier du fait du passage des engins. Toutefois ces derniers sont liés au type d'engins du type pelleteuse et manitou, relativement légers par rapport à d'autres chantiers, ce qui limitera ces phénomènes. Les engins utiliseront préférentiellement les pistes existantes (pistes DFCI déjà existantes autour du projet et au sein de la zone d'emprise permettant un accès facilité).



Figure 129 : Engins susceptibles de participer au chantier (source Internet)

La profondeur des pieux vissés en acier sera d'environ 1,5 à 2 m (absence de fondation béton). Cette solution permet d'éviter l'utilisation de fondation béton pour le support de la structure. Les pieux sont munis de têtes pivotantes permettant à la structure recevant les panneaux de s'adapter à l'ondulation du sol localement
La déclivité des terrains retenus pour l'implantation de la centrale est variable. De légers nivellements seront donc effectués localement sur les zones principalement où les pentes dépassent 15%.

Pour les tranchées réalisées pour le passage enterré des réseaux électriques au sein de l'installation, la profondeur sera de l'ordre 80 cm.
Les dalles béton des skids et le poste de livraison seront posés sur le sol. Le terrassement des fondations des locaux électriques pourra nécessiter l'usage du brise roche hydraulique pour assurer un fond de forme plat et horizontal, et pour créer les bèches périphériques.

Les poteaux de clôture seront maintenus par des blocs béton enterrés à 50 cm dans le sol.

Des pistes d'environ 5 m de large, dites pistes "portantes" (en graviers), feront le tour des zones d'emprise, à l'intérieur et à l'extérieur de la clôture et permettront de relier le poste de livraison et les skids afin d'en permettre l'accès pour l'exploitation et la maintenance.

Le tableau suivant présente les déplacements et les tassements pouvant être attendus en phase chantier.

Type d'équipement/ infrastructure	% de la superficie totale (16,7 ha)	Déplacements de terre	Tassements
Zone panneaux (56 208 m²)	33,5 % (5,6 ha)	Pas de terrassement généralisé du site, quelques nivellements ponctuels Déplacements localisés pour la mise place des tranchées pour les câbles (maximum 80 cm de	Tassements légers (engins et ouvriers)
Pistes portantes	9,73 % (16 553 m²)	Nivellement localisé	Compactages localisés
Création de voies provisoires	Non	Non	Non
Skids, poste de livraison (6 skids: 6 x 8,9 x 3,15 = 168,2 m² (1 poste de livraison : 8 x 2,6 = 20,8 m²	0,1 % (189 m²)	Nivellement au droit des équipements	Oui, localisés au droit des équipements
Plateforme de levage : 150 m² autour des postes électriques, soit 6 x 150 = 900 m²	0,54 % (900 m²)	Non	Tassements possibles selon la portance du sol
Plateforme de stockage (1 plateforme de 3 500 m²)	1,9 % (3 500 m²)	Non	Tassements possibles selon la portance du sol
Clôture	Linéaire de 2 533 m	Déplacements localisés pour la mise place des fondations à 50 cm de profondeur	Tassements légers (engins et ouvriers)

Tableau 25 : Synthèse des déplacements et tassements attendus en phase chantier

En l'absence d'excavation notable et de modification de la structure profonde du sol, le chantier n'aura pas d'impact significatif sur les sols en place.
Les éventuels nivellements qui resteront localisés, les tranchées internes, les aménagements annexes dont la surface sera restreinte (skids, poste de livraison, plateformes de chantier, etc.) et les tassements superficiels liés à la circulation des engins, induiront des effets négatifs faibles et temporaires.
Les terrassements restent modestes (pas de fondation). Il n'y aura pas d'incidence notable sur la topographie locale.

Mesures de réduction

Aucune modification profonde significative de la topographie du site n'est prévue (pas de terrassement généralisé du site). En effet, grâce à l'adaptabilité des structures supportant les panneaux, il est tout à fait possible de les disposer sur un sol irrégulier. **De plus, le choix de la variante n°1 permet d'éviter des opérations de terrassement généralisées qui étaient nécessaires pour la zone Ouest.**

Afin de réduire l'étendue des tassements générés par la circulation des engins, les voies de circulation et les pistes dans l'emprise du projet photovoltaïque, seront aménagées dès le début du chantier et seront empruntées préférentiellement pour la circulation sur les zones de travaux. Une piste d'enceinte d'environ 5 m de large fera le tour de l'installation de chaque zone d'emprise (intérieur et extérieur de la clôture). Elle permettra aux engins et véhicules de rejoindre leur zone de travail.

Un balisage des zones de chantier sera mis en place pour éviter toute circulation en dehors des zones prévues à cet effet.

Les constructions annexes au parc sont réduites au minimum : 6 postes de transformation et 1 poste de livraison. Ces derniers seront posés sur radier directement sur les terrains en place. Une estimation des tassements sous radier a été réalisée dans l'étude géotechnique de décembre 2015 (cf. Annexe 9). Il ressort que les tassements seront quasi-nuls et inférieurs à un demi-centimètre.

La mise en place des postes de transformation et de livraison nécessitera l'utilisation d'une grue. Une attention particulière sera portée en phase chantier pour son positionnement.

→ Effets négatifs faibles (temporaires à permanents)☞ En phase d'exploitation

La principale incidence de l'installation photovoltaïque, vis-à-vis du milieu physique, concerne la capacité du sol en place à supporter un tel aménagement.

Afin de préciser les fondations, une expertise géotechnique a été menée en novembre 2015 par la société Fondasol pour le compte de Boralex. Cette étude indique que les tables photovoltaïques devront être fondées sur des micropieux courts ancrés dans le calcaire.

La technique utilisée correspond à un micropieu foré simple. Les pieux seront ancrés d'au moins 50 cm dans les calcaires rencontrés à partir de 0,7m à 2,3 m selon les sondages (la profondeur du toit des calcaires varie entre les sondages). Il est donc prévu des pieux de 1,2m minimum de longueur (fiche dans le sol) et plus si nécessaire pour la reprise des efforts (en compression et en traction). La profondeur d'ancrage réelle des micropieux devra être déterminée en fonction des descentes de charges réelles et des variations des horizons géologiques.

Il n'y aura donc pas de fondation béton pour le support de la structure.

Mesures de réduction

L'expertise géotechnique a permis d'orienter le choix des solutions d'ancrage avec la nature des sols en place sur le site. Cette solution d'ancrage envisagée permet de rendre le projet de centrale photovoltaïque compatible avec les contraintes géotechniques du site. Grâce à ces mesures, les installations prévues ne seront pas de nature à perturber la structure des sols en place au droit du projet.

La clôture du parc présentera des fondations par plots béton peu profondes (50 cm) pour les piquets de clôtures. Il n'est pas prévu de massifs continus en pied de clôture destinés à éviter le franchissement du grillage par le dessous. Cette installation ne sera pas de nature à perturber la structure des sols en place sur le long terme.

→ Effets négatifs faibles (permanents)5.2.4. Imperméabilisation, impact sur le ruissellement et érosion des sols

Le projet aura pour effet d'augmenter légèrement les ruissellements par une imperméabilisation des terrains (aménagement de pistes et de postes électriques) et par le défrichement modéré de certaines zones actuellement faiblement végétalisées qui participent au ralentissement des ruissellements.

Il est à noter cependant que ce territoire fortement marqué par un incendie en 2004, est confronté depuis à de grandes difficultés de reboisement en dépit des efforts consacrés et se présente encore aujourd'hui en grande majorité comme un espace nu ou à végétation très clairsemée.

En termes de prise en compte du risque érosion, il est à noter que les visites de terrain n'ont pas permis d'identifier de phénomènes particuliers de ce type sur le site. Par ailleurs, la quasi exclusivité des aménagements sera conduite selon des structures perpendiculaires à la pente, limitant ainsi le risque d'érosion.

☞ En phase chantier

Le défrichement préalable du site d'implantation de la centrale entraînera temporairement une érosion des sols et une modification des écoulements superficiels. Ces impacts ne seront présents que temporairement, la recolonisation végétale des terrains étant attendue à terme.

Mesure de réduction

Pour les secteurs au sol sensibles au ruissellement, il sera possible d'envisager la récupération d'une partie des matériaux de broyage des secteurs à végétation dense et/ou avec des pins de grande taille. Le maintien d'un tapis de matériaux de broyage d'environ 5 cm sera suffisant et le surplus pourra donc être utilisé pour recouvrir les zones de sol nu. Cet apport de matériaux est aussi susceptible d'apporter des semences de plantes locales qui pourront germer sous la couche de broyat.

Au vu de la nature des sols au droit du site (calcaire) l'infiltration des eaux de pluies restera possible.

Le décapage temporaire des terrains induit par les allées et venues des engins et camions sera limité par la mise en place des pistes d'accès dès le début du chantier (piste non revêtue d'enrobé) et l'utilisation des pistes DFCI déjà existantes et passantes autour du projet. L'aménagement de ces chemins d'accès n'engendrera aucune imperméabilisation.

D'après l'étude effectuée par l'ONF en 2013 (Analyse et diagnostic forestier en parcelles 60 et 61 de la forêt communale de Cruis en vue d'un défrichement), du point de vue de la protection des sols, le secteur, en pente faible et couvert de matériaux plutôt grossiers, est stable. Si la végétation forestière, de par le système racinaire présentera toujours un avantage dans le maintien des sols et en particulier des éléments les plus fins, le risque d'érosion reste limité.

L'intensité des impacts du défrichement est considéré comme faible.

→ Effets négatifs faibles (permanents)

L'imperméabilisation liée aux plateformes de levage et de stockage représentera environ 2,5 % de la surface totale du site. Elle sera donc négligeable.

→ Effets négatifs négligeables (temporaires)☞ En phase d'exploitation

Le projet de centrale solaire consiste en la pose de modules photovoltaïques "hors sol" et disjoints sur des structures métalliques sans fondations sur pieux en acier, mais également d'équipements électriques d'exploitation (skids et poste de livraison).

En phase exploitation, une imperméabilisation du site sera induite essentiellement par les skids et le poste de livraison. En effet, les accès et voies de circulation internes seront constitués de pistes non imperméabilisées, constituées de graviers laissant infiltrer l'eau.

Les modules seront installés avec un espacement de 2 cm entre eux. L'espacement entre les lignes de structures sera d'environ 3 à 6 mètres (axe nord – sud) en fonction de la pente locale du terrain. La surface cumulée des panneaux n'engendrera pas de "déplacement" ou "d'interception" notable des eaux pluviales puisque les modules et les structures seront suffisamment espacés.

Lors d'épisodes pluvieux, l'eau tombant sur chaque panneau s'écoulera dans le sens d'inclinaison de ce dernier vers le sol. Cet écoulement se fera au niveau de l'espacement entre chaque module de la structure.

La concentration des eaux de ruissellement ne se fera qu'à l'échelle de la superficie d'un module (de l'ordre de 1,67 m²) et restera donc minime : de ce fait elle ne sera à l'origine d'aucun phénomène d'érosion en pied de structure.

Le seul phénomène d'imperméabilisation pérenne sera donc lié aux équipements électriques couvrant une superficie totale de 189 m², soit 0,1 % des 16,7 hectares du projet, ce qui reste très faible.

Au vu de la nature des sols au droit du site (calcaire argiles) l'infiltration des eaux de pluies continuera à s'effectuer. Aucune modification significative des régimes d'écoulements des eaux de ruissellement actuels sur le site n'est attendue. La recolonisation végétale progressive des terrains contribuera également à limiter ces ruissellements.

Mesures de réduction

Afin de limiter les phénomènes de ruissellement et de lutter contre les espèces invasives, il est recommandé de s'assurer de la végétalisation du sol.

Les modules seront installés à une hauteur minimum de 60 cm par rapport au sol et les lignes de panneaux espacées de plusieurs mètres. Ces dispositions permettront de limiter le recouvrement du sol, favoriseront le développement d'une strate herbacée et limiteront ainsi les variations locales de température.

Les zones d'emprises ont été conçues de manière à ce qu'elles n'empiètent pas sur les largeurs d'expansion des ruissellements autour des talwegs pour la crue centennale, tout en respectant les prescriptions du document d'urbanisme : un recul de 10 mètres par rapport au haut des berges actuelles des ravins doit être respecté afin d'y pouvoir circuler (entretien, protection des berges). **Le recul minimum prévu est d'environ 15 m de large autour des talwegs.**

Le projet aura pour effet d'augmenter légèrement les ruissellements par une modification de la nature des terrains (aménagement de pistes et de postes électriques) et par le défrichement modéré de certaines zones actuellement faiblement végétalisées.

Les écoulements supplémentaires générés par le projet seront pris en charge par un dispositif de gestion des eaux pluviales essentiellement basé sur des fossés et noues de rétention à ciel ouvert dont le dimensionnement suit les valeurs guide du département des Alpes-de-Haute-Provence (pluie de période de **retour décennale** et débit maximal de fuite de **20 litres par seconde et par hectare**).

Tenant compte de la topographie générale du site, il est envisagé pour la gestion des eaux pluviales du site :

- de gérer et réguler les eaux du site par sous-secteurs correspondants à un ensemble de panneaux photovoltaïques limité par des pistes et associé à un poste onduleur. En l'occurrence, il y a 3 sous-secteurs dans la zone centre (C2 à C4) et 2 sous-secteurs dans la zone est (E2,E3) ;
- Les pistes amont de chaque zone sont associées à un fossé amont qui gère les eaux propres à la piste et les ruissellements associés aux petits bassins versants amont (C1 et E1). Les fossés en amont des sites interceptent les eaux de ruissellement issues de l'amont,
- Les pistes transversales (est-ouest) sont réalisées selon un profil transversal à contre pente de façon à être drainées par les fossés positionnés en amont immédiat,
- Les pistes nord-sud, globalement dans le sens de la pente, sont en gestion directe vers le milieu naturel avec des exutoires régulièrement répartis (tous les 30 m environ),
- Les fossés sont des structures larges (2,5 m) et peu profondes (0,5 m) qui en général suivent grossièrement les courbes de niveau avec une pente longitudinale de l'ordre de 1 %. Selon la topographie générale du site, ces fossés présentent un point haut avec une double orientation vers l'est et l'ouest en direction des talwegs (sur la zone centre). Par contre sur la zone est la pente des fossés est uniquement orientée vers l'ouest. Les exutoires de ces fossés seront contrôlés par des busages (diamètre 100 à 250 mm) sous les pistes nord-sud, permettant l'évacuation vers le milieu naturel

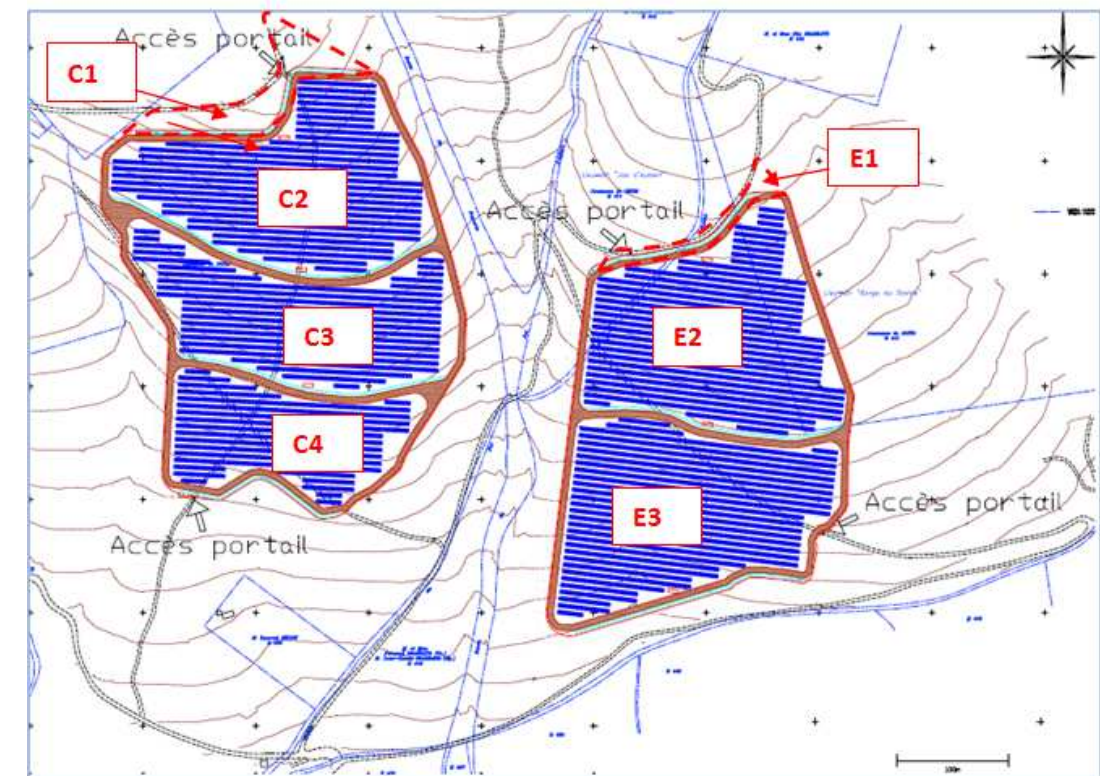


Figure 130 : Découpage du site en sous-secteurs pour la gestion des eaux pluviales (Source : Antea Group)

La capacité des fossés mis en œuvre est largement supérieure aux volumes de ruissellement journaliers complémentaires associés à l'aménagement du site. Les fossés mis en œuvre pourront assurer le stockage des différents volumes de rétention nécessaires. Ainsi pour l'essentiel du site, le transit par ces fossés, des eaux de ruissellement assurent leur rétention et leur rejet à débit contrôlé au milieu naturel.

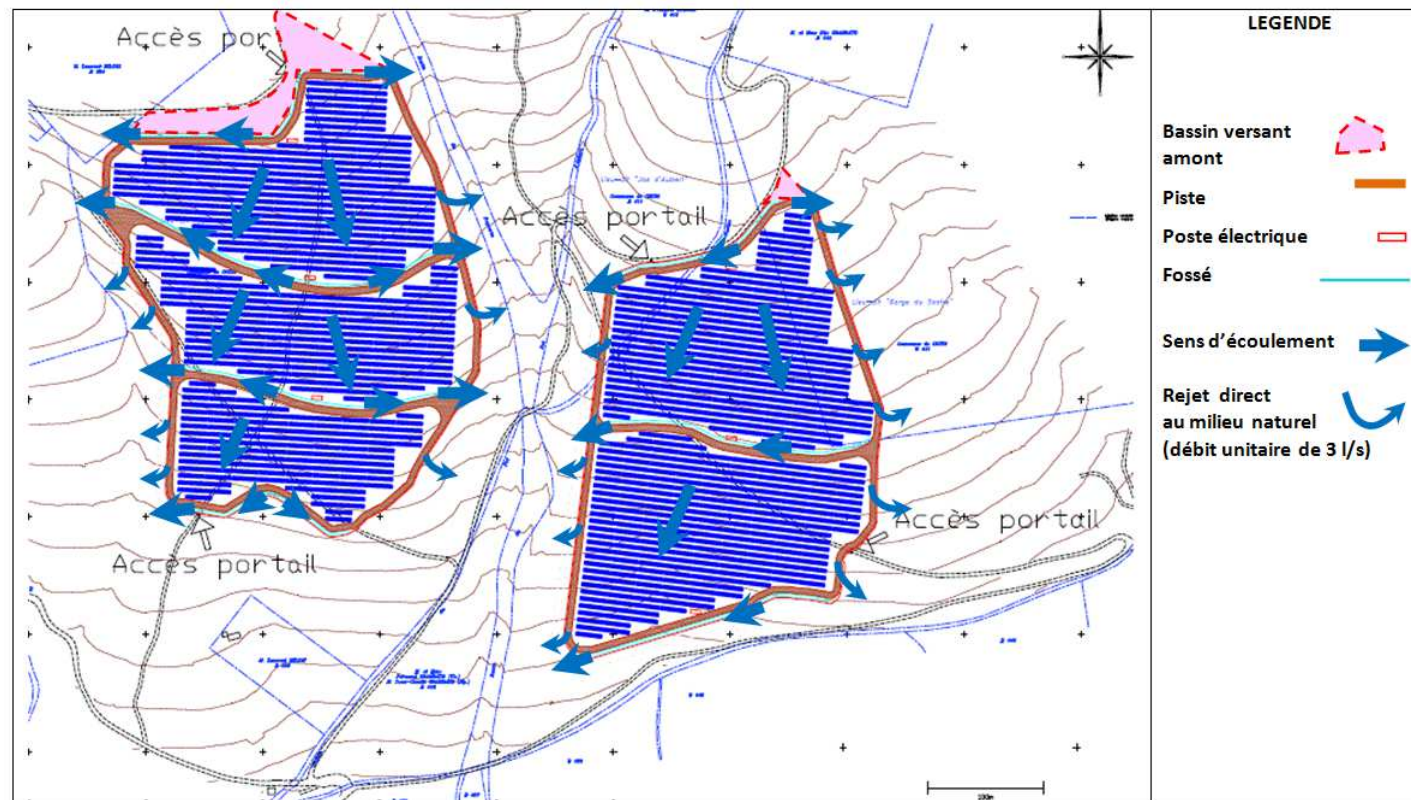


Figure 131 : Schéma de gestion des eaux pluviales du parc photovoltaïque de Cruis (Source : Antea Group)

La mise en œuvre de fossés assurant un découpage du site en sous-secteurs de quelques ha, suivant grossièrement les courbes de niveau et interceptant ainsi les ruissellements, assurent la rétention des débits de pointes et entraînent un impact positif du projet (débits de pointe après aménagement inférieurs aux débits de pointe initiaux).

Seules les pistes périphériques Nord-Sud qui par leur implantation sont pratiquement dans le sens de la pente naturelle ne sont pas associées à ces systèmes de rétentions. Leur superficie relative sur l'ensemble du projet (< 6 %) et leur drainage régulièrement réparti par unités de quelques centaines de m², assurent des débits unitaires de rejet de l'ordre de 3 l/s, qui n'auront pas d'incidence notable sur le milieu naturel.

Les opérations de vérification du bon état de fonctionnement seront particulièrement importantes en période pluvieuses, périodes pendant lesquelles tous les ouvrages hydrauliques devront être en parfait état de marche. Suite aux opérations éventuelles de curage, les décantations et les flottants seront récupérés et exportés vers une filière de traitement conforme aux normes en vigueur.

En cas de pollution accidentelle, les busages situés à l'exutoire des différents fossés pourront être facilement obstrués de façon à assurer le confinement de la pollution. Les effluents seront ensuite pompés, les terres contaminées seront enlevées et envoyées vers un site de traitement approprié, conformément à la réglementation en vigueur.

L'étude hydraulique complète est en annexe 10 (dossier de déclaration au titre de la loi sur l'eau).

→ **Absence d'effet**

5.2.5. Impact sur les eaux souterraines et superficielles

Le projet est implanté au sein du flanc sud du massif karstifié de la montagne de Lure. L'infiltration et la circulation souterraine des eaux sont rapides. Il existe néanmoins des émergences temporaires importantes en provenance du karst de la Montagne de Lure qui alimentent de petits cours d'eau dont le Lauzon, affluent de la Durance. A environ 1,2 km au sud-ouest du projet, une source sert à l'alimentation en eau potable de la commune de Cruis. **Le projet n'est pas concerné par les périmètres de protection de ce captage.**

Aucun cours d'eau permanent ne s'écoule à proximité du projet. Le Lauzon passe à environ 2,5 km au sud-ouest du projet et La Laye à environ 5 km au sud-ouest. Cependant, la zone d'implantation est traversée par plusieurs ravins, à secs la plupart du temps, et pouvant avoir un régime torrentiel en période de pluie. Ces ravins se jettent dans la Laye, le Lauzon ou s'écoulent sur le flanc de Lure et dans les reliefs marneux pour rejoindre le petit ruisseau du Riou.

Comme imposé par le PLU de la commune de Cruis, un recul de 10 mètres par rapport au haut des berges actuelles des ravins sera respecté. L'extrémité sud-est de la zone d'étude est classée en zone inondable, aucun panneau n'est prévu dans cette zone.

5.2.5.1. En phase chantier

Le chantier ne prévoit pas de prélèvement d'eau, de rejet dans le milieu ou de modification de cours d'eau ou de ruisseau.

→ **Absence d'effet**

Les principaux impacts potentiels de la phase travaux sur les eaux superficielles et souterraines concernent :

- le risque de pollution du sol, du sous-sol : le risque potentiel de pollution de la nappe superficielle par déversement accidentel d'huiles, de lubrifiants ou de solvants reste toutefois faible au vu des volumes en jeu (quelques litres),
- le risque d'altération de la qualité des eaux superficielles, par apport de matières en suspension du fait du ruissellement des eaux sur la zone de chantier.

Les principaux produits introduits sur le chantier seront le fioul pour les engins de chantier.

Le risque de pollution, résultat d'un mauvais entretien des véhicules ou matériels (fuites d'hydrocarbures, d'huiles, de circuits hydrauliques,...), d'une mauvaise manœuvre (renversement d'un engin) ne peut être totalement écarté. Toutefois, le caractère accidentel des événements ainsi que les faibles quantités de produits mises en jeu induisent une probabilité de survenue d'une pollution significative relativement faible.

Mesures de réduction

- Organisation du chantier

Les plans délimitant les différentes zones de chantier et précisant les modalités d'organisation seront mis au point lors de la phase préparatoire du chantier. Ils respecteront les prescriptions de l'étude d'impact. Ainsi, seront identifiés et délimités les secteurs dédiés :

- au stationnement des véhicules du personnel et des véhicules et engins de chantier.
- aux cantonnements ou base de vie (vestiaires, réfectoires, lavabos, WC, douches, bureaux, salle de réunion,...),
- aux aires de manœuvre des engins de levage,
- aux aires de tri et stockage des déchets.

- **Cahier Des Charges Environnemental**

Afin de limiter tout risque de pollution chimique, Boralex va élaborer un Cahier des Charges environnemental que les différentes entreprises travaillant sur le chantier s'engagent à respecter (annexe de leur contrat). Celui-ci imposera notamment :

- la mise en place de zones spécifiques au sein de l'aire d'implantation de la centrale (par exemple la plateforme de stockage), en dehors de toute zone à enjeu, afin de permettre le stationnement des véhicules, etc.
- ces zones seront équipées de matériel anti-pollution (bacs de rétention, kits anti-pollution, absorbants, bennes pour le tri des déchets, extincteurs, etc.).
- par ailleurs, le brûlage de matériaux ou végétaux sera strictement interdit sur le chantier.

Aucun stockage de carburant ne sera effectué sur le site. Le ravitaillement des engins sera réalisé en dehors du parc photovoltaïque.

Des pénalités financières seront prévues en cas de non-respect de ces exigences. Par ailleurs une réunion de sensibilisation Environnement/Sécurité est systématiquement organisée à l'ouverture du chantier, et un suivi sur le terrain est assuré par le Chargé d'Affaires Réalisation, le Maître d'œuvre ou le Responsable Environnement.

Concernant les huiles, graisses et hydrocarbures, les préconisations seront les suivantes :

- maintenance préventive du matériel et des engins (étanchéité des réservoirs et circuits de carburants, lubrifiants et fluides hydrauliques) ;
- interdiction de tout entretien ou réparation mécanique dans l'enceinte du chantier. Aucune vidange ou maintenance des véhicules ne sera autorisée dans l'enceinte du chantier. Par conséquent, il n'y aura pas d'impact lié à la manipulation des huiles et des liquides d'entretien pour la maintenance courante des engins ;
- interdiction de laver les camions-toupie (support clôture) sur le chantier ;
- ravitaillement des engins par camion-citerne en dehors de l'emprise de la centrale,
- localisation des installations de chantier (aires spécifiques au ravitaillement, cabine de chantier pour le poste de contrôle, les sanitaires et lieux de vie des ouvriers) à l'écart des zones sensibles ;
- collecte et évacuation des déchets du chantier (y compris éventuellement les terres souillées par les hydrocarbures) selon les filières agréées.

- **Moyens de lutte contre une éventuelle fuite accidentelle**

En cas de fuite accidentelle de produits polluants identifiés précédemment (mauvaise manipulation, rupture de flexible sur les engins, etc.), le maître d'œuvre devra avoir les moyens de circonscrire rapidement la pollution générée, par exemple par la présence de kits d'absorbants dans les véhicules de chantier et sur la base vie. Les mesures citées ci-dessous ne sont pas exhaustives et il reviendra au maître d'œuvre, assisté des coordonnateurs SPS (Sécurité et Protection de la Santé) et Environnement, d'en arrêter les modalités :

- par épandage de produits absorbants (sable),
- raclage du sol en surface et transport des sols pollués vers des sites de traitement agréés,
- et/ou par utilisation de kits anti-pollution équipant tous les engins.



Figure 132 : Kit d'absorbants (source Internet)

Le transport des produits souillés sera mené conformément aux procédures communiquées par le fournisseur. Compte tenu de la taille réduite des contenants de produits, de la présence humaine lors des travaux, et des mesures de prévention et d'intervention, une éventuelle fuite ou déversement serait rapidement maîtrisé et l'impact sur le milieu physique serait ainsi de faible ampleur.

La mise en suspension effective des poussières du sol par le passage des engins pourra être réduite par l'utilisation préférentielle des pistes portantes en gravier et un éventuel arrosage des pistes, voire de la voie communale.

- **Gestion des eaux sanitaires**

Les aires de chantier ne seront pas reliées au réseau de collecte des eaux usées. En conséquence, ces aires seront équipées de sanitaires (douches, WC) autonomes munies de cuves de stockage des effluents. Ces cuves seront régulièrement vidangées par une société gestionnaire.

→ **Effets négatifs négligeables (temporaires)**

5.2.5.2. En phase d'exploitation

En phase exploitation, deux origines sont envisageables pour un impact sur la qualité des eaux superficielles et des eaux souterraines :

- une infiltration d'eaux pluviales contaminées (ruissellement sur les zones de stockage de produits, ruissellement sur les panneaux),
- une pollution plus ou moins accidentelle (déversement ou fuite de produits, utilisation de produits nettoyants ayant un impact sur l'environnement) lors des opérations d'entretien de la centrale.

Concernant les infiltrations d'eaux pluviales contaminées, le stockage de tout produit sera strictement interdit au sein de la centrale photovoltaïque.

A noter que le comportement en cas de pluie des substances et matériaux constituant les panneaux photovoltaïques a été étudié par le CNRS à la demande du MEDD. Il ressort de cette étude que, quel que soit l'état de surface des panneaux (panneaux intacts ou endommagés par un impact, fissuration du revêtement), aucun entraînement de substance n'a été détecté. La fabrication par emprisonnement intime des couches métalliques semi-conductrices entre deux feuilles de verre garantit une absence de mobilité des substances utilisées. Aucun impact n'est donc retenu.

→ **Absence d'effet**

Concernant les éléments de structure métallique des tables, comme toute installation anthropique, quelques ions métalliques (exemple les ions zinc des revêtements anticorrosion) pourront éventuellement être entraînés par les eaux pluviales et fixés par la végétation en place, Il n'y aura pas d'impact significatif sur les eaux. La bonne tenue des structures est assurée par le constructeur.

Enfin, les postes électriques sont conçus avec une enceinte étanche (avec bac de rétention du diélectrique) et ne peuvent générer de pollution, même accidentelle, vers les eaux souterraines.

De par la présence de personnel au sein de la centrale limitée au strict nécessaire et la nature légère des opérations d'entretien des éléments physiques de la centrale (remplacement d'éléments électriques ponctuels) la probabilité que ces interventions soient à l'origine d'une pollution accidentelle est quasi-nulle.

Mesures de réduction

Le lavage des panneaux s'effectuera principalement par l'eau de pluie (qui glissera sur les panneaux grâce à leur inclinaison et ne sera pas retenue en raison de l'absence d'encadrement). L'entretien des panneaux (une à deux fois par an) sera réalisé à l'eau, sans adjonction de produits nettoyants. Il s'agit de panneaux en verre sur lequel il n'y a pas besoin d'un quelconque produit pour enlever la fine couche de poussières qui pourrait se déposer. Il est à noter que pour toutes ces raisons, et grâce à l'effet d'échauffement des panneaux lors de leur fonctionnement, la neige ne stagnera pas sur les panneaux.

Aucun produit phytocide ne sera utilisé dans le cadre de l'entretien de la végétation du site, au profit d'un fauchage mécanique. En cas d'égouttures d'hydrocarbures issues des réservoirs des matériels de fauche, le prestataire aura l'obligation d'utiliser des absorbants et de nettoyer au plus vite les zones impactées. Les quantités d'hydrocarbures en jeu resteront faibles.

→ Effets négatifs négligeables (pérennes)

5.2.6. Position du projet vis-à-vis de la réglementation sur l'eau

5.2.6.1. Classement Loi sur l'eau

Le projet de centrale photovoltaïque entre dans le cadre de la rubrique suivante de la nomenclature définie à l'article R 214-1 du Code de l'Environnement :

Rubrique		Régime
n°	Intitulé	
2.1.5.0	Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet	Autorisation : Supérieure ou égale à 20 ha Déclaration : Supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha

Compte tenu de la topographie générale du secteur et de l'existence de pistes DFCI bordées de fossés en amont du projet, une très forte majorité des bassins versants amont est drainée naturellement vers les talwegs existants et seuls les secteurs en amont immédiat du site et en contrebas des pistes existantes sont susceptibles de voir leur eaux de ruissellement transiter par le site. La superficie correspondante est de l'ordre de 0,6 ha. La superficie globale collectée correspond ainsi à environ 17,3 ha.

Le projet est ainsi soumis à un régime de déclaration (superficie globale collectée inférieure à 20 ha) au titre des articles L214.1 et suivants du Code de l'Environnement

→ Absence d'effet

5.2.6.2. Position du projet vis-à-vis des orientations du SDAGE Rhône-Méditerranée-

Le secteur d'étude du projet est concerné par le SDAGE 2016-2021 du bassin Rhône-Méditerranée, territoire « Rive gauche du Rhône aval », en vigueur depuis le 21 décembre 2015.

Le tableau suivant étudie la compatibilité du projet avec le SDAGE Rhône-Méditerranée (2016-2021).

Orientations du SDAGE	Eléments de compatibilité du projet vis-à-vis de ces orientations
OF 0 S'adapter aux effets du changement climatique	Le projet participe à la lutte contre les émissions de gaz à effet de serre via la production d'énergie renouvelable
OF 1 Privilégier la prévention et les interventions à la source pour plus d'efficacité	<u>En phase chantier</u> Afin de limiter le risque accidentel de pollution, l'entretien sur place des engins de chantier et le lavage des camions-toupies sera interdit (béton pour support clôture). Aucun stockage de carburant ne sera effectué sur le site. Le ravitaillement des engins sera réalisé en dehors du parc photovoltaïque. Les aires de chantier ne seront pas reliées au réseau de collecte des eaux usées. Le maître d'œuvre mettra des sanitaires (douches, WC) autonomes munies de cuves de stockage des effluents (toilettes chimiques). Il n'est donc pas prévu de fosse septique ou de création d'un réseau d'assainissement spécifique au chantier du projet. <u>En phase exploitation</u> Stockage de produits dangereux interdit sur le site. Pas d'emploi de phytosanitaires ni de produits pour nettoyer les panneaux en phase exploitation de la centrale. En cas d'égouttures d'hydrocarbures issues des réservoirs des matériels de fauche, le prestataire aura l'obligation d'utiliser des absorbants et de nettoyer au plus vite les zones impactées. Les quantités d'hydrocarbures en jeu resteront faibles. Pas de production d'eaux usées sanitaires.
OF 2 Concrétiser la mise en œuvre du principe de non dégradation des milieux aquatiques	Afin de limiter tout risque de pollution chimique, BORALEX élaborera un Cahier Des Charges Environnemental que les différentes entreprises travaillant sur le chantier s'engageront à respecter (avec pénalités financières prévues). Le coordonnateur Environnement du chantier veillera à la prévention des pollutions.
OF 3 Prendre en compte les enjeux économiques et sociaux des politiques de l'eau et assurer une gestion durable des services publics d'eau et d'assainissement	Sans objet.
OF 4 Renforcer la gestion de l'eau par bassin versant et assurer la cohérence entre aménagement du territoire et gestion de l'eau	Les aménagements prévus sont : - des fossés le long des pistes est-ouest pour récolter les eaux et les diriger vers les ravins, -des pistes transversales (est-ouest) réalisées selon un profil transversal à contre pente de façon à être drainées par les fossés positionnés en amont immédiat -des pistes nord-sud, globalement dans le sens de la pente, en gestion directe vers le milieu naturel avec des exutoires régulièrement répartis (tous les 30 m environ).

Orientations du SDAGE	Eléments de compatibilité du projet vis-à-vis de ces orientations
OF 5 Lutter contre les pollutions, en mettant la priorité sur les pollutions par les substances dangereuses et la protection de la santé <ul style="list-style-type: none">OF 5A Poursuivre les efforts de lutte contre les pollutions d'origine domestique et industrielleOF 5B Lutter contre l'eutrophisation des milieux aquatiquesOF 5C Lutter contre les pollutions par les substances dangereusesOF 5D Lutter contre la pollution par les pesticides par des changements conséquents dans les pratiques actuellesOF 5E Evaluer, prévenir et maîtriser les risques pour la santé humaine	Cf mesures énoncées pour les orientations OF1 et OF2
OF 6 Préserver et restaurer le fonctionnement naturel des milieux aquatiques et des zones humides <ul style="list-style-type: none">OF 6A Agir sur la morphologie et le décloisonnement pour préserver et restaurer les milieux aquatiquesOF 6B Préserver, restaurer et gérer les zones humidesOF 6C Intégrer la gestion des espèces de la faune et de la flore dans les politiques de gestion de l'eau	Absence de mare ou point d'eau sur la zone du projet Absence d'impact sur des zones humides Préservation des berges des ravins
OF 7 Atteindre l'équilibre quantitatif en améliorant le partage de la ressource en eau et en anticipant l'avenir	Le projet ne prévoit pas la réalisation de prélèvement d'eau direct dans un ruisseau ou une nappe souterraine. En phase exploitation de la centrale aucune consommation d'eau n'est prévue. Seule la base vie, présente en phase chantier, sera alimentée en eau potable. La consommation d'eau en phase chantier restera limitée (besoins estimés à 3 litres d'eau par jour et par personne).
OF 8 Augmenter la sécurité des populations exposées aux inondations en tenant compte du fonctionnement naturel des milieux aquatiques	Seule l'extrémité est de la zone d'étude est classée en zone inondable. Concernant le risque d'inondation torrentielle, un recul de 10 mètres est imposé dans le PLU par rapport au haut des berges actuelles des ravins afin d'y pouvoir circuler (entretien, protection des berges). Les contraintes liées au risque inondation seront respectées (recul de 10 m par rapport au haut des berges des ravins et pas de panneaux dans la zone inondable)

Tableau 26 : Compatibilité du projet avec les recommandations du SDAGE Rhône-Alpes Méditerranée (2016-2021).

Le projet porté par BORALEX est compatible avec les recommandations du SDAGE Rhône Méditerranée (2016-2021).

Concernant les eaux souterraines, la zone d'étude est localisée au sein de l'entité hydrogéologique composée par la masse d'eau souterraine affleurante des « Calcaires urogoniens du plateau de Vaucluse + Montagne de Lure » (code FRDG130). L'état chimique et l'état quantitatif de la masse d'eau FRDG130 sont classés en bon état en 2009 avec un objectif de conservation du bon état pour 2015. Le tableau suivant, issu du Programme de mesure du SDAGE, liste les problèmes et mesures complémentaires associés à cette masse d'eau.

Libellé problème	Libellé mesure	Description mesure
Gestion locale à instaurer ou développer	Mettre en place un dispositif de gestion concertée	La mise en place une démarche de gestion concertée sur le périmètre pertinent est ciblée sur les secteurs identifiés à enjeux, afin d'améliorer l'organisation des acteurs de l'eau, de développer un partenariat local ou supra local voire transfrontalier, de prendre en charge certains transferts de gestion (ex. Domaine Public Maritime). L'efficacité de cette mesure repose sur la mise en place d'une structure de gestion et d'une équipe d'animation, ou le cas échéant, sur des démarches ou structures en place autres que les SAGE et contrats de milieu
Pollution agricole : azote, phosphore et matières organiques	Réduire les apports d'azote organique et minéraux	La mesure comprend : <ul style="list-style-type: none">l'acquisition de matériels d'épandage des déjections animales performants par les exploitations ;la suppression des rejets de serres hors-sol dans le milieu. Les actions de gestion de l'irrigation seront à mener en cohérence avec les apports de fertilisation.
Pollution agricole : azote, phosphore et matières organiques	Acquérir des connaissances sur les pollutions et les pressions de pollution en général (nature, source, impact sur le milieu, qualité du milieu, ...)	Mesure commune à l'ensemble des volets du programme de mesures qui peut concerner l'acquisition de connaissance sur la nature ou les sources de pollutions ainsi que sur leur impact sur le milieu, la qualité du milieu, ...
Pollution par les pesticides	Acquérir des connaissances sur les pollutions et les pressions de pollution en général (nature, source, impact sur le milieu, qualité du milieu, ...)	Mesure commune à l'ensemble des volets du programme de mesures qui peut concerner l'acquisition de connaissance sur la nature ou les sources de pollutions ainsi que sur leur impact sur le milieu, la qualité du milieu, ...
Risque pour la santé	Délimiter les ressources faisant l'objet d'objectifs plus stricts et/ou à préserver en vue de leur utilisation futur pour l'alimentation en eau potable	Cette mesure comprend : <ul style="list-style-type: none">l'identification et la caractérisation de la ressource ;une planification des actions de préservation ou de restauration à mettre en œuvre sur le secteur de masse d'eau concerné
Déséquilibre quantitatif	Contrôler les prélèvements, réviser et mettre en conformité les autorisations	Cette mesure est à appliquer notamment à la suite des études d'estimation des volumes prélevables globaux (EVPG) lorsque la connaissance sur la disponibilité de la ressource et les valeurs des débits de référence réglementaires sont disponibles.

Tableau 27 : Problèmes et mesures complémentaires associés à la masse d'eau FRDG130

Pour les eaux souterraines, le projet de parc photovoltaïque est compatible avec le SDAGE Rhône-Méditerranée car il n'est pas de nature à entraver la tenue des objectifs précités.

Concernant les eaux superficielles, le secteur d'étude fait parti du sous-bassin DU_13_01 : « Affluents Moyenne Durance aval ». Aucun cours d'eau permanent ne s'écoule à proximité de la zone d'étude. Le Lauzon passe à environ 2,5 km au sud-ouest du projet et La Laye à environ 5 km au sud-ouest. D'après les données de l'Agence de l'eau Rhône-Alpes Méditerranée, l'état écologique du Lauzon est moyen en 2009 avec un objectif de bon état pour 2021 à cause de pollution par les pesticides, une altération de la continuité biologique et un déséquilibre quantitatif. L'état chimique est bon en 2009. Le tableau suivant étudie la compatibilité du projet avec les problématiques définies par l'Agence de l'eau pour le cours d'eau Lauzon.

Problématique	Application au contexte du projet de parc photovoltaïque de Cruis
Pollution par les pesticides	Pas d'emploi de phytosanitaires ni de produits pour nettoyer les panneaux en phase exploitation de la centrale
Altération de la continuité biologique	Le projet n'engendrera pas de perturbation de la continuité écologique d'un cours d'eau
Déséquilibre quantitatif	Le projet ne prévoit pas la réalisation de prélèvement d'eau direct dans le ruisseau en phase travaux et en phase d'exploitation

Tableau 28 : Compatibilité du projet avec les problématiques du cours d'eau Lauzon

Le projet porté par BORALEX est compatible avec les recommandations du SDAGE pour Le Lauzon.

Les principales orientations ou prescriptions sont suivies ou respectées par le projet.

→ Absence d'effet

5.2.7. Le projet et les risques majeurs

Pour rappel, les terrains du projet sont principalement concernés par le risque de feux de forêt et le risque inondation à proximité des ravins. Dans une moindre mesure, le risque sismique, les vents forts et la foudre doivent être pris en compte conformément aux normes en vigueur.

5.2.7.1. Les risques subis par le projet

Feux de forêt : en cas d'incendie de forêt, les panneaux se trouvant à proximité des lisières boisées pourraient être endommagés. Cependant, Les règles de débroussaillage en vigueur dans le département et reprises par le SDIS dans son avis technique seront appliquées. La centrale sera ainsi ceinturée par une piste d'enceinte périphérique de 5 m de large. De plus, le parc sera aussi ceinturée par une bande, dite « zone coupe-feu » d'une largeur de 5 m, au-delà de la clôture, afin de limiter la propagation d'un feu de forêt vers les panneaux solaires. Un rayon de 50 mètres autour du site devra être régulièrement débroussaillé. Plusieurs pistes DFCI sont présentes autour de la zone d'implantation du parc photovoltaïque et une réserve incendie enterrée de 60 m³ est présente en limite sud du projet. Afin de répondre aux exigences du SDIS 04, Boralex prévoit la mise en place d'une citerne d'eau incendie complémentaire de 60 m³.

De plus, les structures métalliques et les panneaux constitués principalement de matériaux non combustibles, ne serviront pas de matériaux de propagation de feu. Les dégâts seront limités aux bordures du site.

Risque sismique : la centrale sera construite selon les normes en vigueur pour un zonage sismique de type 4 (moyen).

Risque inondation : Seule l'extrémité Est de la zone d'étude est classée en zone inondable. Aucun panneau ne sera donc implanté dans cette zone. Concernant le risque d'inondation torrentielle, un recul de 10 mètres est imposé dans le PLU par rapport au haut des berges actuelles des ravins afin de pouvoir y circuler (entretien, protection des berges). Les contraintes liées au risque inondation seront respectées. Aucun panneau ne sera implanté à moins de 10 m des ravins.

Vents forts : Les vents proviennent principalement du nord/nord-ouest (environ 32,6 %) et la rafale de vents la plus forte a été enregistrée le 28 décembre 1999 à 34 m/s (122,4 km/h). Les panneaux solaires, orientés face vers le sud, recevront les vents les plus forts de derrière dans le sens inverse de leur inclinaison. Ils sont conçus pour résister à des rafales de 130 km/h.

La foudre : La foudre est un élément extérieur susceptible de générer un incendie. Afin d'éviter cet événement, la centrale sera protégée par des parafoudres conformes à la norme NF EN 61643-11, installés sur les installations de production d'électricité. Ces installations de protection contre la foudre seront contrôlées annuellement dans le planning de maintenance préventive du service Opérations & Maintenance de Boralex. Les onduleurs intègrent souvent des dispositifs de protection contre les surtensions. Ces dispositifs sont considérés comme remplissant la fonction parafoudre lorsqu'ils respectent les exigences du guide UTE C 61-740-51. Dans le cas contraire, la protection est assurée par des parafoudres externes.

Retour d'expérience : Impact de la foudre sur la centrale de Gabardan dans les Landes (40). La foudre a impacté la centrale photovoltaïque de Gabardan en mai 2010. Environ 20 panneaux ont été touchés par l'impact principal et une trentaine d'autres par ses ricochets. Les câbles reliant les panneaux aux boîtes de jonction n'ont pas été affectés par l'impact de la foudre. En revanche, les boîtes de jonction des modules frappés directement par la foudre ont brûlé. Le parafoudre a fonctionné correctement et s'est déclenché. Aucun départ de feu n'a été associé à cet impact de la foudre. Les modules ainsi que les fusibles et boîte de jonction abîmés par l'impact ont ensuite été remplacés.



Figure 133 : Impact de la foudre sur la centrale photovoltaïque de Gabardan (Landes)

5.2.7.2. Risques technologiques induits par le projet

☞ En phase chantier

L'installation d'un chantier durant plusieurs mois peut constituer une source potentielle de départs de feu sur les équipements : d'une part, par l'utilisation du matériel (étincelles provoquées par un appareil défectueux, approvisionnement en fioul des engins,...) et d'autre part au travers des activités de vie des ouvriers (cigarette,...).

Ainsi, en présence d'éléments boisés à proximité immédiate, une propagation potentielle d'incendie à l'extérieur du site est envisageable.

Mesures de réduction

La coordination et le pilotage du chantier relèvent spécifiquement des missions du maître d'œuvre. Dans le cas d'un chantier tel que celui étudié ici, le maître d'œuvre veillera à s'entourer :

- d'un coordonnateur Sécurité et Protection de la Santé (SPS) : ce dernier aura en charge l'analyse des risques d'un chantier sur la sécurité et la santé, établira le Plan Général de Coordination SPS, précisera l'installation du chantier, les modalités d'intervention en cas de pollution et mènera une surveillance en continu sur la coordination entre les différentes entreprises ;

- d'un coordonnateur Environnement : il sera destinataire de prescriptions subordonnées à l'obtention de l'autorisation des travaux et des dossiers réglementaires amont lui permettant d'avoir connaissance des enjeux pré-identifiés concernant aussi bien la préservation des eaux superficielles et souterraines, du milieu naturel (habitats, station d'espèces végétales à conserver),...et facilite le travail de définition de l'installation du chantier par le coordonnateur SPS. Il veillera aussi tout au long du chantier au respect des prescriptions environnementales.

Ainsi, un coordonnateur SPS participera à l'organisation du chantier et veillera à son bon déroulement afin de minimiser les risques d'incendies (par exemple, interdiction de fumer sur l'enceinte du chantier). Il s'assurera que les matériels de lutte incendie sont présents en nombre suffisant, sont disponibles tout au long de la phase chantier et que les moyens de communication pour l'appel des secours externes (pompiers) sont bien mis en place.

Les petits départs de feu éventuellement observés (courts-circuits par exemple) devront être rapidement maîtrisés par le personnel de chantier en place (utilisation des extincteurs dans les engins). Il sera interdit de fumer sur le chantier. Le coordonnateur SPS veillera à ce respect.

→ **Effets négatifs négligeables (temporaires)**

☞ En phase d'exploitation

Incendie / feu de forêt : Le projet peut être à l'origine d'un départ d'incendie. Les différentes sources de départ de feu possibles concernent principalement les unités de transformation de l'électricité : les onduleurs, transformant le courant continu produit par les modules en courant alternatif, le transformateur qui augmente la tension produite jusqu'à une valeur compatible avec son transport et le poste de livraison, qui évacue l'électricité produite.

Le poste de livraison et les skids sont conçus selon la norme NF C 13-200 des installations électriques à haute tension. Leurs parois présentent une résistance au feu de 120 minutes. De plus, un dispositif de mise hors tension du transformateur est mis en place.

Les structures portantes des panneaux sont métalliques et donc incombustibles.

Les modules photovoltaïques sont conçus pour ne pas présenter de risque d'inflammation du système. Ainsi, la conformité aux normes assure la prévention contre les chocs électriques et les risques de feu dans la conception intrinsèque du panneau. Même exposés à une température de 1100°C pendant plusieurs heures, les modules photovoltaïques ne brûlent pas mais fondent. Ils ne constituent donc pas un combustible susceptible d'alimenter un feu déjà existant.

Les câbles électriques seront au minimum de type C2 (non propagateur de flamme) et choisis parmi ceux ayant une température admissible sur l'âme d'au moins 90 °C en régime permanent.

Tous ces équipements seront contrôlés annuellement par le service exploitation et maintenance de Boralex selon les préconisations du guide pratique UTE C15-712-1.

La centrale photovoltaïque sera protégée contre la foudre (installation de parafoudres spécifiques).

Les pistes DFCI de première et deuxième catégorie des parties sud et ouest pourront être empruntées par les engins de secours et une réserve incendie enterrée de 60 m³ est déjà présente en limite sud du projet. Actuellement, une piste DFCI de deuxième catégorie traverse la zone Est du projet et des pistes DFCI hors catégorie passent au sein de la zone centrale. Une partie de ces pistes ne pourra pas être conservée.

Cependant, Boralex veillera à maintenir la continuité de la piste DFCI de catégorie 2 (interceptée par la zone Est) dans les conditions techniques équivalentes.

Ainsi, Boralex prévoit la mise en place de pistes périphériques de 5 m de large de part et d'autre de la clôture des emprises du projet. Ces pistes de circulation permettront de faire le tour des emprises du projet à l'intérieur et à l'extérieur de la clôture.

Boralex prévoit également, l'installation d'une citerne d'eau incendie complémentaire de 60 m³. La position de la citerne sera définie en concertation avec la mairie et le SDIS. A ce jour Boralex prévoit d'installer la nouvelle citerne à côté de l'existante.

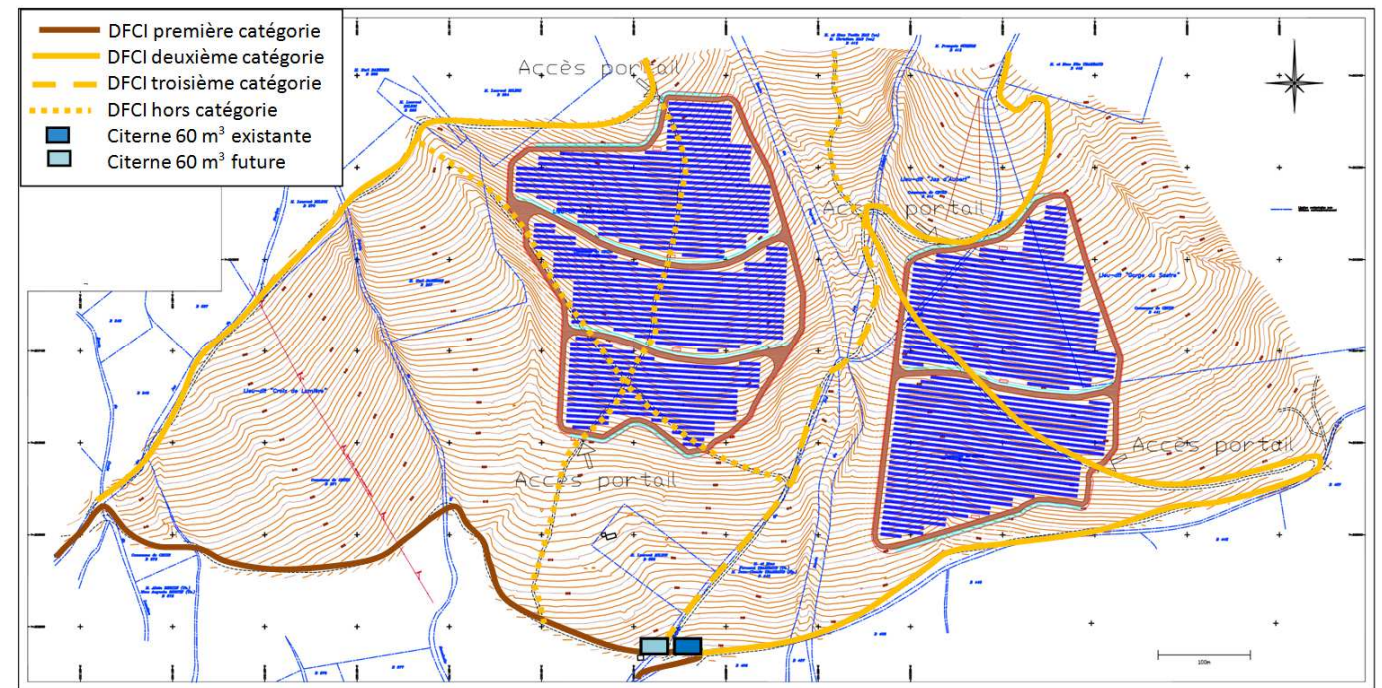


Figure 134 : Pistes DFCI et citernes d'eau incendie

Un ETARE (ETAbissements REpertoriés) sera rédigé en collaboration avec le SDIS. Il intégrera notamment les consignes et procédures d'intervention réciproque. Il définira la conduite à tenir des sapeurs-pompiers pour :

- l'extinction d'un feu d'herbe sous les panneaux,
- l'extinction d'un feu d'origine électrique, boîte de jonction, cheminement de câbles, locaux techniques,
- l'extinction d'un feu concernant un matériel extérieur au site, (véhicule, machines, etc.),
- le secours à personne en tout lieu du site.

Le plan du site, les coordonnées des techniciens qualifiés d'astreinte, les procédures d'intervention et règles de sécurité seront transmises préalablement au démarrage de l'exploitation au SDIS. De plus, un représentant du SDIS sera invité à une visite de reconnaissance des lieux. Un exercice de sécurité sera réalisé en collaboration avec le SDIS dans le premier mois d'exploitation.

Mesures de réduction

- Equipements électrique

Afin de prévenir tout dysfonctionnement électrique résultant soit d'une cause naturelle (foudre) soit d'une cause technique, la conception de la centrale photovoltaïque prévoit que :

- le raccordement au réseau public se fera par une ligne enterrée. Cette mesure participera ainsi à minimiser les effets directs de la foudre sur les installations électriques. Ces installations électriques seront conformes à la norme NFC 15-100 (décembre 2002) ;
- des para-surtenseurs, protections indirectes contre la foudre, permettront de mettre en sécurité les équipements techniques dans le cas où cette dernière se propagerait dans le sol à proximité. Les panneaux et les éléments électriques seront ainsi dotés d'un système de protection contre la foudre et les surtensions conforme à la norme internationale IEC 61024 faisant référence en la matière au niveau international ;
- de deux ensembles complets d'équipement de protection individuel (EPI) sous forme de valises d'électro secours seront mises à l'entrée du site pour permettre une intervention des pompiers liée au risque électrique ;
- des moyens d'extinction adaptés et suffisants pour l'extinction d'un feu d'origine électrique seront mis en place à proximité des locaux électriques (extincteurs à CO2 (2 par local) et réserves de sables). Ces matériels seront accessibles aux services de secours et de lutte contre l'incendie,
- installation, au plus près des modules de façon particulièrement visible et accessible, d'un système « coup de poing » permettant une coupure par ligne de module au plus près du panneau ;
- installation d'une coupure générale électrique unique pour l'ensemble du site. Cette coupure sera visible et identifiée par la mention « COUPURE RESEAU PHOTOVOLTAIQUE – ATTENTION PANNEAU ENCORE SOUS TENSION » en lettres blanches sur fond rouge.

Ces disposition permettront de réduire fortement les conséquences d'un impact de foudre au niveau de la centrale photovoltaïque et participeront ainsi à la prévention du risque électrique.

- Risque incendie

Compte-tenu de l'implantation de la centrale à proximité de vastes espaces boisés et pour répondre aux demandes du Service Départemental d'Incendie et de Secours 04 (SDIS), le maître d'ouvrage a intégré en phase de conception les éléments suivants pour la lutte contre l'incendie :

- les câbles électriques seront au minimum de type C2 (non propagateur de flamme) ;
- le choix d'équipements électriques respectant des normes techniques strictes permettant de limiter la probabilité de départ d'incendie d'origine électrique (poste de livraison et skids conçus selon la norme NF C 13-200 avec parois présentant une résistance au feu minimale de 120 minutes et dispositif de mise hors tension du transformateur) ;
- deux pistes périphériques d'environ 5 m de large chacune feront le tour de l'installation (une à l'intérieur et une à l'extérieur de la clôture) ;
- à l'intérieur du site des voies de circulation d'une largeur de 5 mètres permettront :
 - o de quadriller le site
 - o d'accéder en permanence à chaque construction (locaux onduleurs, transformateurs, poste de livraison, locaux techniques),
 - o d'accéder aux éléments de défense incendie,
 - o d'atteindre à moins de 100 mètres, tous points des divers aménagements.

- des aires de retournement seront réalisées pour les voies en impasse supérieures à 60 mètres.
- le site sera sous un système de vidéosurveillance permanent avec coupure à distance possible de l'installation ;
- le portail d'entrée au site sera équipé d'un dispositif permettant son déverrouillage par les services de secours ;
- affichage en lettres blanches sur fond rouge des consignes de sécurité, des dangers de l'installation et le numéro de téléphone à prévenir en cas de danger.
- un rayon de 50 mètres autour du site sera régulièrement débroussaillé.
- les boîtes de jonction seront en matériaux non-conducteur de la flamme et situées à une distance supérieure ou égale à 50 mètres du couvert végétal,
- une citerne incendie de capacité 60 m³ sera installée à proximité de la citerne existante, le long de la piste DFCI ;
- la centrale sera par ailleurs entretenue (fauche de la végétation) pour limiter la propagation d'un éventuel départ de feu ;
- les distances entre les rangées de structures permettront aux véhicules d'incendie et de secours de circuler dans l'enceinte de la centrale le cas échéant.

- Acte de malveillance

L'ensemble de la centrale photovoltaïque sera clôturé et un système de télésurveillance est prévu. Cela aura pour effet de limiter au maximum les intrusions sur le site, non seulement par rapport à d'éventuels actes de vandalisme, mais aussi de limiter tout risque d'accident vis-à-vis des installations électriques.

Seul le personnel habilité à l'entretien et la gestion du site sera autorisé à y accéder.

En résumé :

- grâce à sa conception conforme aux normes en vigueur, il est peu probable que la centrale photovoltaïque soit à l'origine d'un départ de feu,
- en raison de la très faible quantité d'éléments combustibles qui la composent, des qualités anti-propagation de flamme des câbles, et des mesures d'entretien (débroussaillage) et de contrôle, la centrale photovoltaïque limiterait la progression d'un incendie qui se déclencherait à proximité,
- la centrale est conçue de façon à faciliter l'intervention des services d'incendie et de secours (accès engins, plan d'intervention, citernes incendie en bordure du site).

→ **Effets négatifs négligeables (temporaires)**

5.3. Impacts sur le milieu naturel

Les cartes suivantes présentent l'emprise du projet pour les trois variantes étudiées. Nous avons également fait figurer sur ces cartes l'emprise de la zone coupe-feu (également appelée débroussaillage) qui est obligatoire pour ce type de projet (arrêté préfectoral de 2007 relatif à la prévention des incendies de forêts et des espaces naturels dans le département des Alpes-de-Haute-Provence). Elle correspond à une bande de 50 m au-delà des limites de projet.

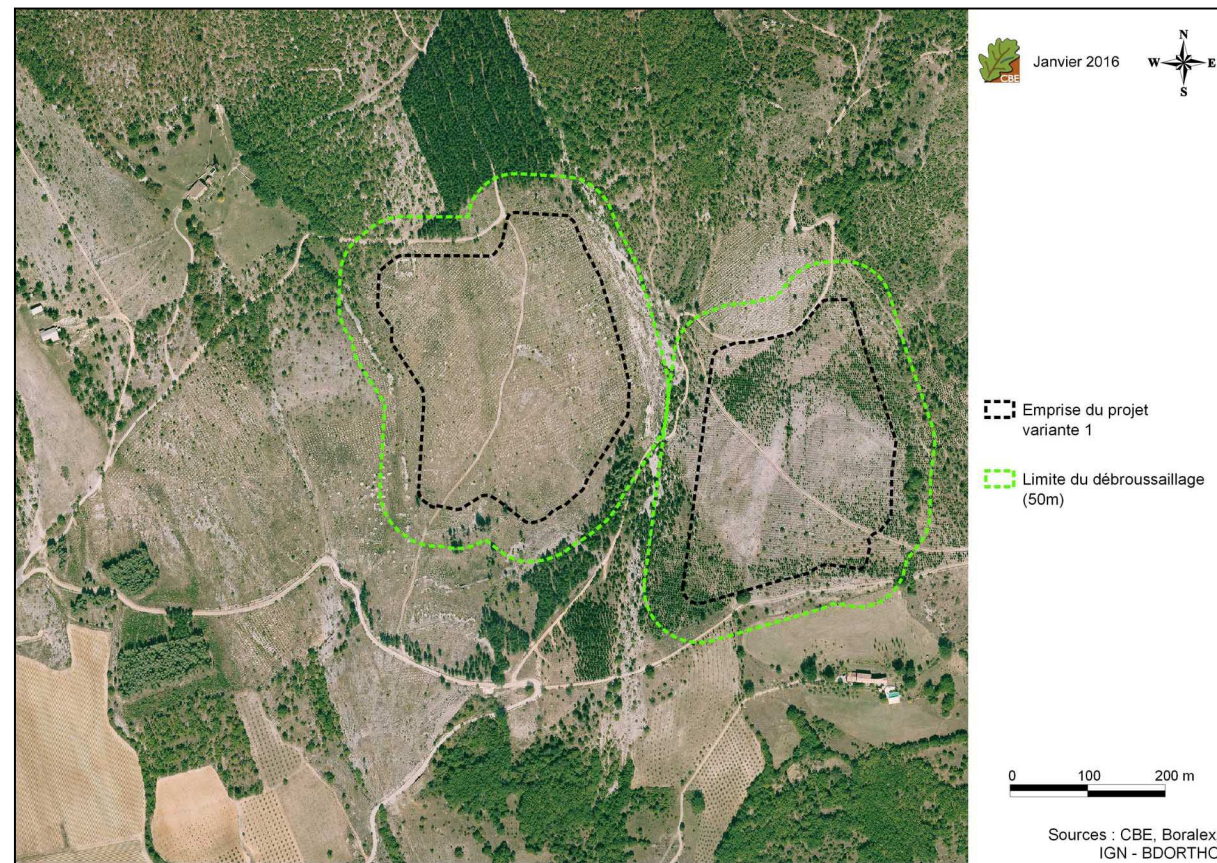


Figure 135 : Emprise du projet pour la variante 1

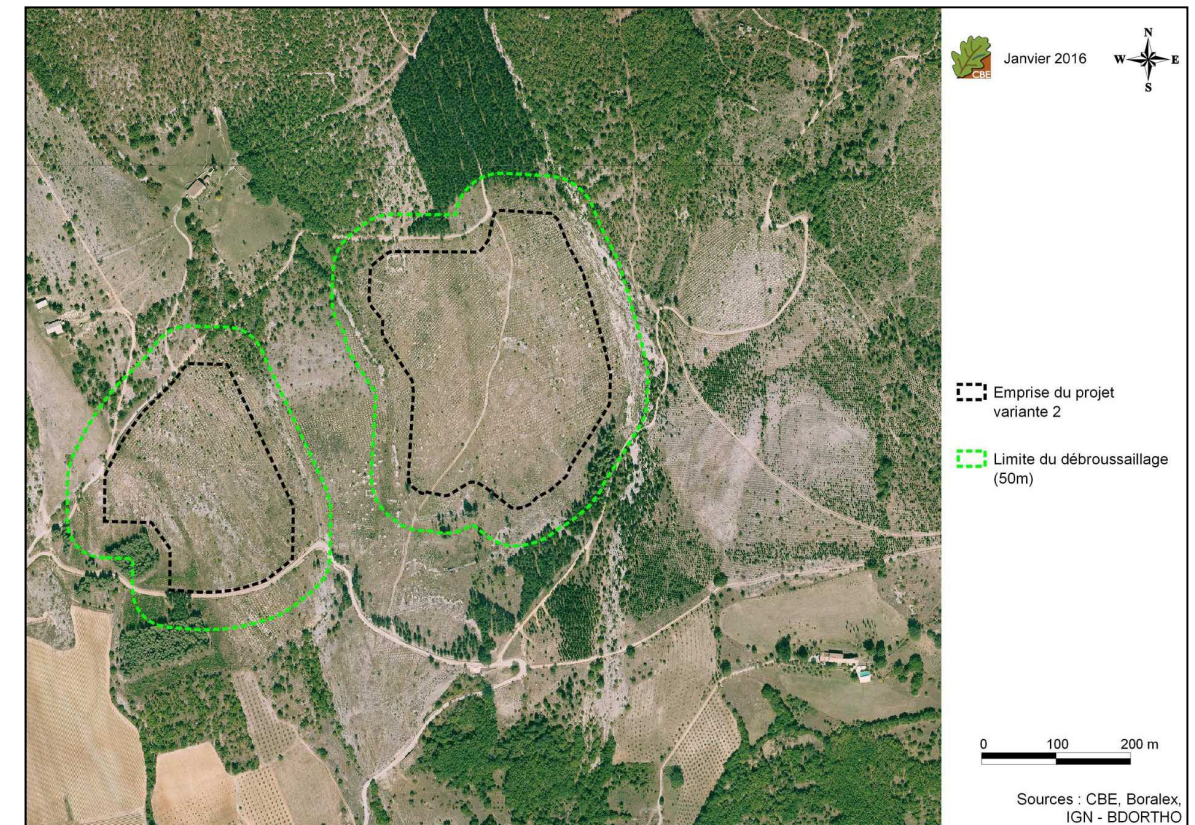


Figure 136 : Emprise du projet pour la variante 2



Figure 137 : Emprise du projet pour la variante 3