

EXEMPLE DE RENDU

Faisabilité d'ombrières photovoltaïques

Parc de stationnement assujéti à l'article 40 de la loi APER : superficie, implantation, sécurité, ombrage, productible, économie et calendrier.

Parc de stationnement du personnel d'un site industriel, France métropolitaine
Étude conduite sur un relevé 3D par drone (nuage LiDAR et orthophotographie) de février 2024

Exemple anonymisé et non contractuel : ni lieu ni maître d'ouvrage, coordonnées dans un repère local, abords masqués.
Économie en ordre de grandeur, sur ratios publics.

4 148 m²

de superficie assujéti

53,5 %

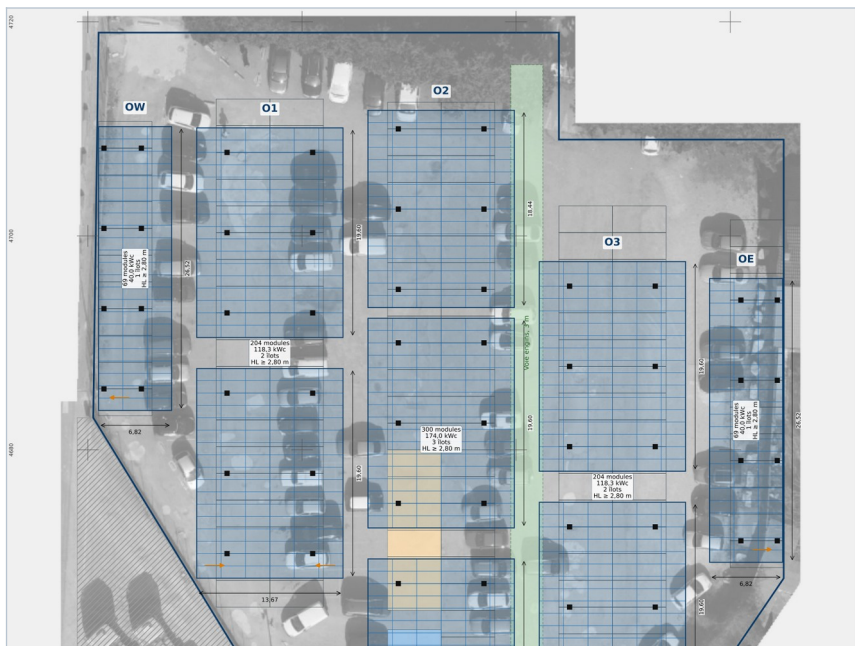
de la superficie sous ombrières

491 kWc

846 modules, 9 îlots

592 MWh

par an, P50



Extrait du plan d'implantation : ombrières en îlots, voie engins, places proposées.

1. Ce que montre cet exemple, et ce qu'il conclut

Ce dossier montre ce que DRONNIT remet au propriétaire ou au gestionnaire d'un parc de stationnement extérieur assujéti à l'obligation d'ombrières photovoltaïques : la superficie assujétie mesurée selon le décret, une implantation constructible et sûre, la production, l'économie en ordre de grandeur et le calendrier jusqu'à l'échéance.

Synthèse

- Superficie assujétie : 4 148 m², échéance au 1er juillet 2028. Il faut 2 074 m² d'ombrières ; l'implantation en couvre 2 221 m², soit 53,5 %, marge de 147 m².
- Puissance 491 kWc, production 592 MWh/an en valeur médiane (P50). Nouveau marquage de 150 places dont 132 couvertes, 4 places adaptées et 7 points de recharge.
- Point décisif : l'exclusion de l'espace logistique contigu. Sans elle, la couverture tombe à 42,1 % et il manque 415 m² d'ombrières.
- Pré-test économique d'exemption, indicatif : coût actualisé de l'énergie de 101 à 123 €/MWh, raccordement compris, pour un seuil de 106 €/MWh : critère à portée, à trancher sur devis.
- Avant engagement : attestation de l'exploitant sur l'espace logistique et arrêté préfectoral, étude géotechnique (G2), avis du service d'incendie et de secours sur le plan, lecture du zonage inondation par le service instructeur, choix d'un module éligible au report d'échéance et à l'appel d'offres.

2. Cadre réglementaire

Textes relus dans leur version en vigueur au 8 octobre 2026. L'étude prépare le dossier, elle ne se substitue ni au service instructeur ni au dossier d'exemption.

Texte	Ce qu'il impose	Pour ce parc
Loi n° 2023-175 (APER), article 40, version issue de la loi n° 2025-1129 du 26 novembre 2025	Parcs extérieurs de plus de 1 500 m ² : ombrières intégrant un procédé d'énergie renouvelable sur la moitié de la superficie, ou ombrières sur 35 % de cette moitié complétées de végétalisation, ou procédé sans ombrière de production équivalente. Voies empruntées spécifiquement par des véhicules lourds déduites. Échéance au 1er juillet 2028 en deçà de 10 000 m ² ; parcs en concession ou délégation : à la conclusion ou au renouvellement du contrat. Le plan local d'urbanisme ne peut ni interdire ni limiter ces dispositifs (III bis). « Il appartient au propriétaire du parc de démontrer qu'il répond à ces critères ». Sanction annuelle jusqu'à 20 000 € en deçà de 10 000 m ² .	Assujéti, hors concession. Solution étudiée : ombrières sur plus de la moitié.
Décret n° 2026-842 du 7 septembre 2026	Report d'échéance : contrat avec acompte au plus tard le 30 juin 2027, commande avant le 31 décembre 2027, pose avant le 1er janvier 2030, avec des modules de rendement supérieur à 22 %, de dégradation inférieure à 0,4 % par an, de bilan carbone de 740 kgCO ₂ eq/kWc au plus, assemblés dans l'Espace économique européen.	Le module de référence ne remplit pas ces conditions (section 4).
Décret n° 2024-1023 du 13 novembre 2024, art. 1er ; arrêté du 4 décembre 2024	Superficie : emplacements, voies et cheminements entre entrées et sorties. Exclut : « les espaces verts, les espaces de repos, les zones de stockage, les espaces logistiques, de manutention, de chargement et de déchargement » (III 1°), et les parties à moins de 10 m d'une installation classée de certaines rubriques (1312, 1413, 1414, 1416, 1434 à 1436, 2160, 2260-1, 2311, 2410, 2565, 27XX sauf exceptions, 2925, 3260, 3460, 35XX, 3670, 4XXX).	Espace logistique exclu (section 3).
Décret n° 2024-1023, art. 4 à 9 et 11 ; arrêté du 5 mars 2024 modifié	Exemptions techniques, patrimoniales, économiques (coût actualisé de l'énergie sur 20 ans à 3 % supérieur à 1,2 fois le tarif de référence, ou coût des travaux supérieur à 10 % de la valeur vénale d'un parc existant), ou par les arbres (un arbre à canopée large pour trois places). Les exemptions techniques et économiques demandent une étude technico-économique d'une entreprise qualifiée (arrêté, art. 3).	Pré-test économique indicatif en section 7.

3. Superficie assujettie

La limite est tracée sur l'orthophotographie et contrôlée sur le modèle 3D (clôtures, bordures, haie). L'espace contigu au sud-ouest est séparé du parc par une clôture visible sur le relevé ; il accueille des tracteurs routiers et des semi-remorques. Il est exclu au titre du 1° du III de l'article 1er du décret (espaces logistiques, de manutention, de chargement et de déchargement), sous réserve que l'exploitant en atteste l'usage logistique.



Figure 1. Superficie du parc et espace logistique exclu. Les abords sont masqués.

Hypothèse	Superficie	Couverture par l'implantation
Implantation retenue, limite tracée	4 148 m ²	53,5 %
Limite tracée trop serrée de 0,5 m / 1 m	4 280 / 4 415 m ²	51,9 % / 50,3 %
Limite tracée trop large de 0,5 m / 1 m	4 017 / 3 888 m ²	55,3 % / 57,1 %
Espace logistique réintégré	5 272 m ²	42,1 %, il manque 415 m ²
Bande de 10 m d'un bâtiment contigu, s'il abrite une rubrique visée	3 819 m ²	53,8 %

L'exclusion se prouve par l'attestation de l'exploitant et le plan de circulation du site. Le stationnement de véhicules de plus de 3,5 tonnes relève par ailleurs d'une exemption propre (art. 4, II, 2° du décret) dont l'arrêté d'application reste à vérifier. Si l'espace était réintégré, il faudrait deux îlots de plus, au gabarit des poids lourds.

4. Implantation

Le parc n'a pas de marquage au sol : l'étude en propose un, 150 places en bataille de 2,50 × 5,00 m le long d'allées de 6 m, dont 4 places adaptées de 3,30 m, au-delà des 3 exigées (une par tranche de cinquante places, arrêté du 27 juin 1994, art. 5) et 7 points de recharge installés : l'article L. 113-13 du code de la construction impose aux bâtiments non résidentiels dont le parc dépasse vingt places un point de recharge sur une place accessible depuis le 1er janvier 2025, puis un point par tranche de vingt places supplémentaires, sauf exceptions de l'article L. 113-14.

Ombrière	Type	Îlots	Modules	kWc	Emprise	HL sous chéneau	Hauteur max.
OW	simple, mono-pente	1 (181 m ² max.)	69	40,0	181 m ²	2,80 m	5,16 m
O1	double, papillon	2 (268 m ² max.)	204	118,3	536 m ²	2,80 m	4,87 m
O2	double, papillon	3 (268 m ² max.)	300	174,0	788 m ²	2,80 m	4,96 m
O3	double, papillon	2 (268 m ² max.)	204	118,3	536 m ²	2,80 m	4,92 m
OE	simple, mono-pente	1 (181 m ² max.)	69	40,0	181 m ²	2,80 m	5,18 m
Total		9	846	490,7	2 221 m²		

- **Formes** : sur les doubles rangs, ombrières « papillon », deux demi-pentes de 7° vers l'axe des places, rives hautes au-dessus des allées ; sur les rangs simples, mono-pentes dont la rive basse est au fond des places.
- **Portiques** : deux poteaux à 1 m de l'allée, sur les lignes de séparation des places, tous les 7,50 m, soit trois places (« entraxe standard des portiques 7,50 m », fiche Moduland, 2025). Consoles latérales de 2,92 m au plus (« débords de toiture jusqu'à 3,00 m », même fiche), consoles d'extrémité de 1,7 à 2,3 m. 58 poteaux, butées de protection à prévoir.
- **Îlots** : 300 m² et 30 m au plus, séparés de 1 m (doctrine du SDIS compétent, par exemple les chartes départementales de 2023 pour les installations classées soumises à autorisation) ; de 18,4 à 26,5 m de long, 268 m² au plus.
- **Chéneau** : les demi-pentes des papillons ramènent l'eau et les salissures vers l'axe, au-dessus de l'avant des véhicules ; un chéneau central de 20 cm (hypothèse) les recueille, avec des descentes aux extrémités de chaque îlot raccordées au réseau d'eaux pluviales. Sur les mono-pentes, le chéneau longe la rive basse, au fond des places.
- **Hauteurs** : 2,80 m au moins sous le chéneau, au point bas, chaque îlot étant calé sur son propre terrain. Épaisseur de structure prise à 0,80 m sous les modules (hypothèse : arbalétrier IPE 450, de 450 mm de haut, panne de 250 mm et rails ; 0,70 à 0,90 m selon la note de calcul) ; hauteur maximale au-dessus du sol 5,2 m, à porter à la déclaration préalable.
- **Allées et secours** : aucune ombrière ne couvre deux rangs en vis-à-vis. Dans chaque allée de 6 m, les consoles couvrent 1,8 m de part et d'autre, à 3,42 m au moins sous structure ; une bande centrale de 2,2 à 2,3 m reste découverte. La voie engins de 3 m suit l'allée centrale ; au droit de ses bords, les îlots qui la longent sont relevés de 3 cm au plus pour garantir 3,50 m sous structure. Plan à soumettre au service d'incendie.
- **Module de référence** : JinkoSolar Tiger Neo JKM580N-72HL4-BDV, 2 278 × 1 134 mm, 580 Wc, 22,45 %. Assemblé hors de l'Espace économique européen et garanti à 0,40 % de dégradation par an, il n'ouvre pas droit au report d'échéance ; un module du même format éligible est à retenir à la consultation.
- **Étanchéité** : couverture à joints ouverts, non étanche ; des gouttières sous joints réduiraient la hauteur libre d'une dizaine de centimètres. Le gain de la face arrière n'est pas compté.
- **Obstacles** : un mât d'éclairage de 10 m dans l'îlot OW.1, à déposer ; le houppier d'un arbre en limite est et des branches de la haie nord surplombent OE et O2, à élaguer. La haie couvre environ 162 m² du nord du parc, laissé sans ombrière ; aucun arbre n'est planté dans le parc.

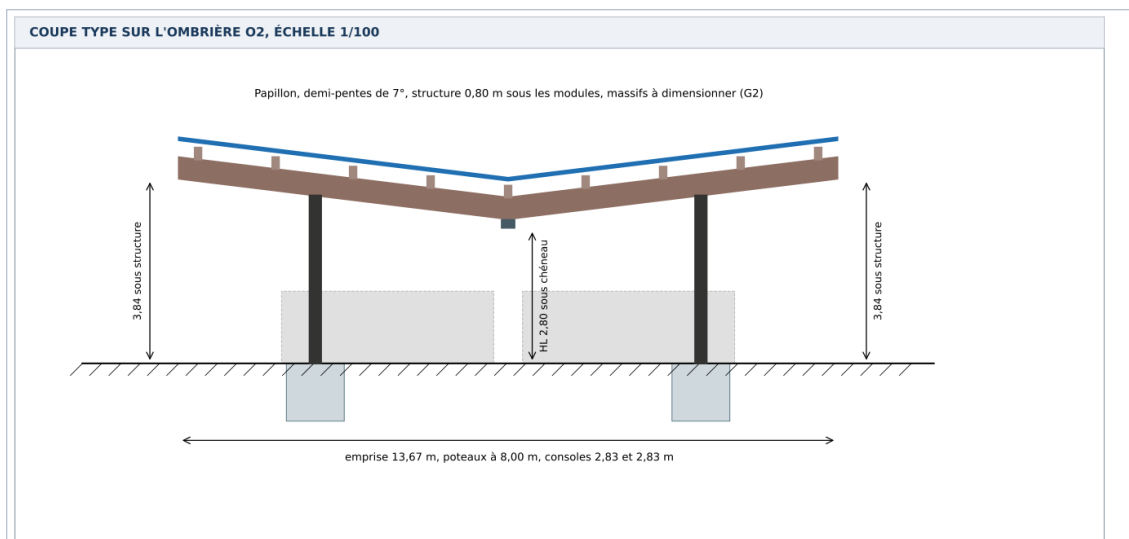


Figure 2. Coupe type au 1/100 sur l'ombrière O2 : papillon, chéneau central, poteaux à 1 m de l'allée, arbalétrier, pannes, massifs ; véhicules en arrière-plan, entre deux portiques.

5. Ombrage et productible

Pour chaque heure de l'année type où le soleil éclaire, six rayons partent de chaque module, deux par sous-chaîne de cellules, au travers du modèle 3D tiré du nuage, ombrières comprises ; le diffus est réduit de la part de ciel masquée. La perte électrique du module tient compte des diodes de dérivation : 2,1 % sur le parc, pour 2,0 % de perte d'éclairement. C'est une borne basse : sur OE, que l'arbre de limite ombrage, elle vaut 8,5 % et peut atteindre 22,6 % si chaque chaîne de 18 modules est bridée par son module le plus ombré ; des optimiseurs s'y justifient.

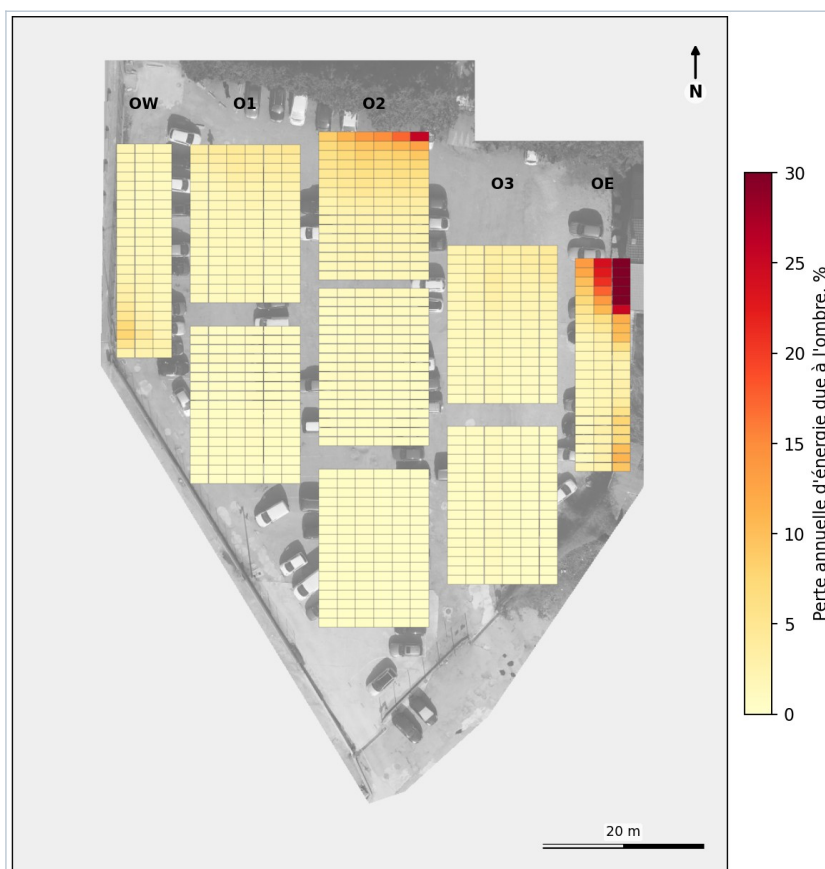


Figure 3. Perte annuelle d'énergie due à l'ombre, module par module.

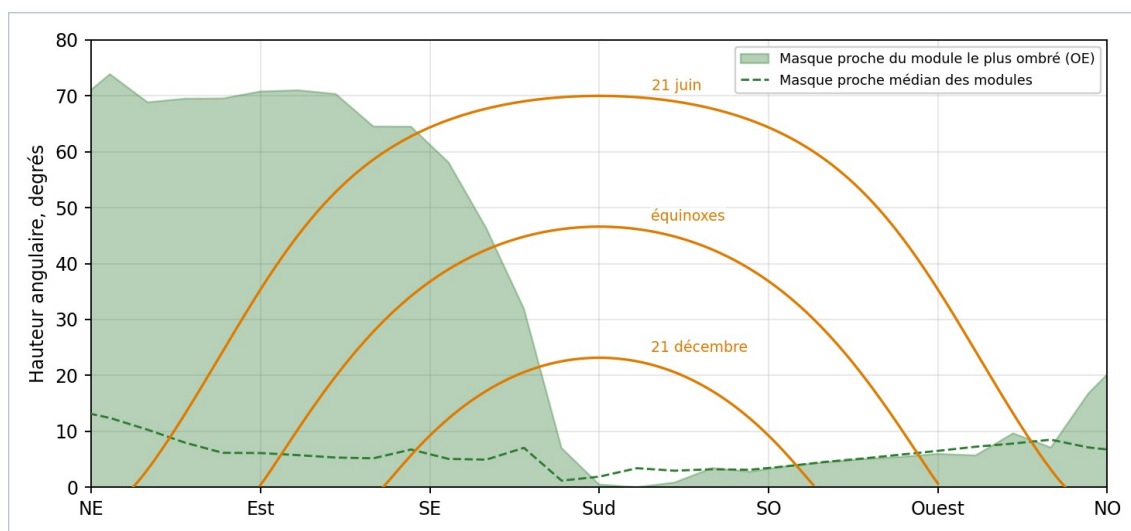


Figure 4. Diagramme solaire et masques proches tirés du nuage. Le secteur nord, sans soleil utile, n'est pas représenté.

Poste	Valeur	Commentaire
Productible PVGIS 5.3, pose libre, 7°	1 273 est, 1 270 ouest	kWh/kWc, base PVGIS-SARAH3, 2005 à 2023, masque lointain compris
dont pertes système	14 %	câbles, onduleur, dispersion, vieillissement moyen sur 20 ans
Salissure	3 %	hypothèse : faible pente, sol stabilisé non revêtu
Ombrage proche, électrique	2,1 %	calcul sur le nuage, module par module
Productible retenu (P50)	1 207 kWh/kWc	592 MWh/an
P90 interannuel	573 MWh/an	écart-type interannuel de PVGIS

Pente et orientation. Les rangées sont orientées nord-sud : les demi-pentes regardent l'est et l'ouest, qui donnent ici le même productible à 0,2 % près. La pente de 7° coûte 0,2 % par rapport à 5° et favorise l'autonettoyage ; 10° coûterait 0,7 % et relèverait les rives hautes de 0,4 m.

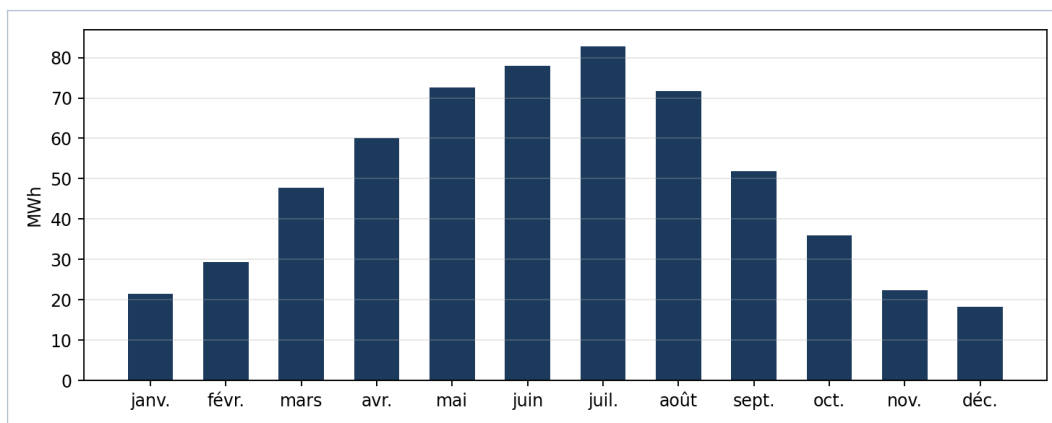


Figure 5. Production mensuelle (P50).

6. Raccordement et régime de soutien

- **Puissance** : 491 kWc, 409 kVA d'onduleurs pour un rapport de 1,2. Au-delà de 250 kVA, raccordement en haute tension avec poste de livraison privé et protection de découplage, et quote-part du schéma régional de raccordement. Alternative : deux points de livraison en basse tension de 250 kVA au plus.
- **Soutien** : sous 500 kWc, appel d'offres simplifié de 100 à 500 kWc de la CRE (prix moyen pondéré 88,73 €/MWh à la 1^{re} période), complément de rémunération sur 20 ans, avec des critères de bilan carbone et de résilience à vérifier sur le module. Au-delà de 500 kWc, appel d'offres « bâtiment » (82,98 €/MWh à la 12^e période).
- **Autoconsommation** : la courbe de charge du site au pas de 10 ou 30 minutes et la puissance souscrite permettent de dimensionner une part autoconsommée, mieux valorisée que la vente.

7. Économie, en ordre de grandeur

Ratios publics, en fourchette. L'investissement comprend la quote-part de raccordement et le poste de livraison en haute tension ; il exclut l'adaptation du parc (marquage, éclairage, réseaux). Le productible de PVGIS intègre le vieillissement moyen sur 20 ans : aucune dégradation n'est ajoutée.

Poste	Projet, 491 kWc	Source
Ombrières et équipements, €/Wc	1,3 à 1,6	photovoltaïque.info (Hespul), « Coûts d'investissement », page du 12/05/2026, prix constatés en 2023, tranche 100 à 500 kWc
Ombrières et équipements	638 k€ à 785 k€	
Quote-part de raccordement	17 k€ à 35 k€	photovoltaïque.info, quote-part S3REnR, carte au 01/02/2026, avant réfaction
Poste de livraison	50 k€ au moins	Énergie Partagée, guide ombrières photovoltaïques, juin 2021 (transformateur HTA : 50 000 € au moins)
Investissement	705 k€ à 870 k€	
Exploitation, par an	12 k€ à 15 k€	CRE 2026-01 (20 à 25 €/kWc), IFER, comptage
Coût actualisé de l'énergie, 20 ans à 3 %	101 à 123 €/MWh	arrêté du 5/03/2024 modifié, art. 2
Recette en vente totale, par an	53 k€	CRE, délibération n° 2025-237 du 29/10/2025 (appel d'offres simplifié 100 à 500 kWc)
Temps de retour simple, vente totale	17 à 23 ans	
Temps de retour simple, tout autoconsommé	9 à 15 ans	SDES 2025 (moyenne 148,8 €/MWh vérifiée ; 124 à 161 par tranche, non vérifié)

Pré-test indicatif de l'exemption économique

- Critère de l'article 6 du décret : coût actualisé de l'énergie sur 20 ans à 3 % supérieur à 1,2 fois le tarif de référence (88,73 €/MWh, prix moyen pondéré de la dernière période publiée). Ici 101 à 123 €/MWh pour un seuil de 106 €/MWh : critère à portée, à trancher sur devis. Chaque tranche de 50 k€ d'investissement ajoute 5,7 €/MWh.
- Au coût constaté d'études de faisabilité publiées de 2021 à 2024 pour des ombrières de 118 à 476 kWc (1,95 à 2,28 € HT/Wc), pris comme investissement total sans raccordement ajouté, le coût actualisé serait de 129 à 152 €/MWh : le critère serait atteint. Le ratio de photovoltaïque.info reste la base affichée.
- Le seuil change avec les résultats de chaque nouvelle période de l'appel d'offres, et le coût réel avec les devis et la proposition de raccordement : la conclusion se tranche sur ces pièces.
- Critère de l'article 8 : coût des travaux supérieur à 10 % de la valeur vénale du parc existant. La valeur vénale n'est pas connue de l'étude : critère non évalué.
- Le dossier d'exemption est établi par une entreprise qualifiée au sens de l'arrêté du 5 mars 2024 modifié (art. 3), sur devis réels. Ce pré-test n'en tient pas lieu.

8. Sécurité incendie

- **Régime** : l'établissement est soumis à autorisation selon la base publique des installations classées, à confirmer par l'arrêté préfectoral. S'applique alors la section V de l'arrêté du 4 octobre 2010 : porter à connaissance du préfet avant réalisation, coupure d'urgence regroupée et accessible en toutes circonstances, onduleurs EI 60 ou isolés REI 60 des zones à risque de l'étude de dangers, plans et pictogrammes pour les secours.
- **Doctrine du SDIS compétent** : îlots, voie engins et coupures, appliqués au plan ; à confirmer sur le plan.
- **Réaction au feu et tenue** : structure R15 à R30 et couverture d0 recommandées par l'Ineris (11 mars 2025) pour les feux de véhicules sous ombrière ; les demi-pentes de 7° évacuent les fumées vers les rives hautes.
- **Recharge des véhicules** : bornes et ombrière sur des circuits distincts, coupures signalées.

9. Structure, fondations et géotechnique

- Portiques à deux poteaux tous les 7,50 m, consoles de 3 m au plus en travers et de 2,5 m au plus en long ; modules de 32 kg, soit 12,4 kg/m². Charges de neige et de vent selon l'Eurocode 1 et la zone du site, à établir ; l'épaisseur de structure (0,70 à 0,90 m) se fixe à la note de calcul.
- Fondations par massifs ou pieux, dimensionnées sur une étude géotechnique de conception (missions G1 et G2 de la norme NF P 94-500) ; aléas de retrait-gonflement des argiles, de mouvements de terrain et sismique à vérifier sur Géorisques au droit du parc.
- Le relevé date de février 2024 : une vérification sur place précède la déclaration préalable.

10. Contraintes du site

Thème	Constat	Conséquence
Urbanisme	Zone d'activités ; déclaration préalable (ombrières de 3 kWc à 3 MWc, code de l'urbanisme, art. R. 421-9). Le règlement exclut les ombrières de l'emprise au sol.	Déclaration préalable.
Inondation	Zonage de prescription inondation du PLU sur le parc : constructions soumises à une étude préalable.	Le III bis de l'article 40 interdit au PLU de limiter les ombrières, mais la sécurité publique (art. R. 111-2) reste opposable ; si le risque ne peut être levé, l'exemption pour aggravation d'un risque (art. 4, I, 2° du décret) devient mobilisable. Délai non maîtrisé par le propriétaire.
Patrimoine	Aucune servitude patrimoniale dans un rayon de 500 m.	Aucune.
Servitudes et aviation	Servitudes aéronautiques et radioélectriques à vérifier ; aérodrome à plus de 5 km.	Hors du champ de la note technique de l'aviation civile.
Raccordement	Capacité d'accueil du poste source à vérifier sur Caparéseau à la demande.	Demande de raccordement à déposer tôt (section 11).

11. Calendrier jusqu'à l'échéance du 1er juillet 2028

Jalon	Délai indicatif	Au plus tard
Attestation de l'exploitant, arrêté préfectoral, étude G2, avis du SDIS	2 à 3 mois	fin 2026
Déclaration préalable et porter à connaissance du préfet	1 à 3 mois	printemps 2027
Candidature à l'appel d'offres de la CRE, demande de raccordement	selon les périodes, 2 à 3 mois	mi-2027
Contrat avec acompte (condition du report)		30 juin 2027
Fabrication de la structure, travaux, raccordement en haute tension	3 mois et 6 mois environ	1er juillet 2028

Délais indicatifs du guide « ombrières photovoltaïques » d'Énergie Partagée (2021). Le report au 1er janvier 2030 suppose les conditions du décret n° 2026-842.

12. Données à fournir, limites et livrables

- **À fournir** : arrêté préfectoral et plan des installations, attestation sur l'usage de l'espace logistique, valeur vénale du parc, courbe de charge et puissance souscrite, plan des réseaux enterrés.
- **Données** : relevé 3D par drone (nuage LiDAR et orthophotographie) ; environ 140 points au m², classé sol et sursol ; orthophotographie à 5 cm ; modèles au pas de 0,25 m. Outils libres : PDAL, pvlib, Shapely, ezdxf, GeoPackage ; PVGIS 5.3.

- **Limites** : désadaptation entre modules d'une même chaîne bornée, non modélisée ; structure et fondations à dimensionner par le constructeur ; économie sur ratios publics, à remplacer par des devis.

Livrable	Contenu
Plan d'implantation, PDF A2 au 1/250	Îlots, modules, portiques, places proposées, places adaptées, points de recharge, voie engins, cotes, coupe type au 1/100, bilan
Plan d'implantation, DXF	Calques PARC_SUPERFICIE, ZONE_EXCLUE, ILOTS, MODULES, POTEAUX, PLACES, PLACES_PMR, PLACES_RECHARGE, VOIE_ENGINS, COTES, COUPE, TEXTES, CARTOUCHE
GeoPackage, repère local	Parc, zone exclue, îlots, modules (perte d'ombrage), poteaux, places, voie
Bilan par ombrière, CSV	Îlots, modules, kWc, emprise, hauteurs, ombrage, productible