

## GT FONDATION DES PANNEAUX PHOTOVOLTAIQUES POSES AU SOL COMPTE-RENDU DE LA REUNION N°1 DU 10/12/2021 – 09H00 > 11H00

### Les participants :

Société	Nom, Prénom	Mail		Tél
GEOTEC	LAFOURCADE Arnaud	<a href="mailto:arnaud.lafourcade@geotec.fr">arnaud.lafourcade@geotec.fr</a>	X	06 88 94 81 14
GEOTEC	Pascal AGUADO Pascal	<a href="mailto:pascal.aguado@geotec.fr">pascal.aguado@geotec.fr</a>	X	06 80 17 84 73
GEOTEC	BARNOUD Olivier	<a href="mailto:olivier.barnoud@geotec.fr">olivier.barnoud@geotec.fr</a>		06 19 41 09 65
ALIOS	BOURNE Gilles	<a href="mailto:gilles.bourne@alios.fr">gilles.bourne@alios.fr</a>	X	
ANTEA	FORTUNEL Mikael	<a href="mailto:mikael.fortunel@anteagroup.fr">mikael.fortunel@anteagroup.fr</a>	X	06 19 16 51 97
ANTEA	ANTOINET Eric	<a href="mailto:eric.antoinet@anteagroup.fr">eric.antoinet@anteagroup.fr</a>	X	
FONDASOL	DAMOUR Benjamin	<a href="mailto:benjamin.damour@groupefondasol.com">benjamin.damour@groupefondasol.com</a>	X	06 10 83 43 00
FONDASOL	ZERHOUNI Moulay	<a href="mailto:moulay.zerhouni@groupefondasol.com">moulay.zerhouni@groupefondasol.com</a>	X	
TERRASOL	YAHIA-AISSA Mourad	<a href="mailto:mourad.yahia-aissa@setec.com">mourad.yahia-aissa@setec.com</a>	X	
BUREAU VERITAS	NAYRAND Nicolas	<a href="mailto:nicolas.nayrand@bureauveritas.com">nicolas.nayrand@bureauveritas.com</a>	E	06 84 48 29 02
SOCOTEC	GOURRIN Gaël	<a href="mailto:gael.gourrin@socotec.com">gael.gourrin@socotec.com</a>	X	06 28 11 37 26
SOCOTEC	ESPITALLIER Mathieu	<a href="mailto:mathieu.espitallier@socotec.com">mathieu.espitallier@socotec.com</a>	X	06 03 29 04 56
ALPES CONTRÔLE	LEFOL Pierig	<a href="mailto:plefol@alpes-contrôles.fr">plefol@alpes-contrôles.fr</a>	X	07 86 95 22 38
APAVE	BORIE Nathalie	<a href="mailto:nathalie.borie@apave.com">nathalie.borie@apave.com</a>	X	07 62 82 55 78

### Les sujets abordés en réunion :

#### 1. Tour de table

#### 2. État des lieux plus ou moins rapide du marché métropolitain :

Les fermes solaires photovoltaïques sont des projets de très grande ampleur. En effet, il faut penser que sur 505 m<sup>2</sup> on fait entrer 266 panneaux solaires environ, soit 100 kWc (kilowatt crête) de puissance d'installation. Un projet d'un hectare ou 10 000 m<sup>2</sup>, implique la mise en place de 5000 panneaux environ.

Une ferme photovoltaïque est constituée de plusieurs éléments :

- Des panneaux solaires qui reçoivent les rayons du soleil et produisent un courant continu ;
- D'un onduleur qui convertit le courant continu en courant alternatif ;
- D'un transformateur qui augmente la tension du courant produit avant l'injection sur le réseau national d'électricité.

En général, on les retrouve sur des terrains ne pouvant servir à un usage agricole. Il peut s'agir :

- De surfaces polluées ;
- D'anciennes friches industrielles ;
- Des carrières épuisées.

Aujourd'hui, la puissance du parc solaire s'élève à 12,6 GW à fin juin 2021. Évidemment, cette puissance est due à une pluralité d'infrastructures. Selon l'Observatoire de l'énergie solaire photovoltaïque en France, cette puissance est répartie ainsi :

- Le segment « installations de plus de 1 MW », les grandes fermes solaires, correspond à 49% du volume total raccordé de l'Hexagone ;
- Les « grandes et très grandes toitures » représentent 16% du volume total raccordé ;
- Le « résidentiel et moyennes toitures » équivaut à 35 % du volume total raccordé.

En termes géographiques, les régions Nouvelle-Aquitaine, Occitanie, Grand-Est, Auvergne-Rhône-Alpes et Provence-Alpes-Côte d'Azur totalisent 69 % de la puissance nouvellement raccordée sur le territoire au premier semestre 2021. Il s'agit aussi des régions disposant des capacités installées les plus élevées, représentant 67 % de la puissance totale raccordée en France à la fin du premier semestre 2021.

Répartition des installations photovoltaïques raccordées par tranche de puissance

Tranches de puissance	Parc au 30 juin 2021			Nouvelles installations de l'année 2021		
	Nombre d'installations	Puissance (en MW)	dont métropole	Nombre d'installations	Puissance (en MW)	dont métropole
≤ 3 KW	356 480	953	945	14 031	37	36
> 3 et ≤ 9 KW	115 697	711	707	10 444	57	56
> 9 et ≤ 36 KW	23 381	572	533	1 317	33	32
> 36 et ≤ 100 KW	24 283	2 047	2 004	2 950	261	258
> 100 et ≤ 250 KW	8 141	1 490	1 439	405	81	81
> 250 KW	2 279	6 800	6 504	241	899	895
<b>Total</b>	<b>530 261</b>	<b>12 573</b>	<b>12 133</b>	<b>29 388</b>	<b>1 367</b>	<b>1 358</b>

Le parc inclut également les installations raccordées au réseau d'Enedis sans convention d'injection.

Champ: métropole et DROM.

Source: SDES d'après Enedis, RTE, EDF-SEI et la CRE

### 3. Echanges entre les participants sur les difficultés rencontrés, état des lieux :

Arnaud Lafourcade (AL) : fréquence des problèmes géotechniques, défauts de référentiels adaptés. A chaque chantier, on recommence tout à zéro. Les interlocuteurs ne sont pas forcément « des techniciens ». Les terrains d'installation sont particulièrement mauvais (ancienne décharge, mauvais remblais, terrains où l'on ne construirait pas un bâtiment classique). Les techniques de mise en œuvre sont « innovantes ». Les niveaux d'assises sont très superficiels (1m50 max). Sur chantier, les gens ne sont pas du BTP donc la communication est difficile.

Pierig Le Fol (PLF) : le sujet est limité aux fermes au sol. Les ombrières de parking sont gérés différemment (et plutôt mieux car les fondations sont plus classiques). Les fermes au sol sont de plusieurs types de structure : panneaux sur monopode, ou portique.

Moulay Zerhouni (MZ) : les ombrières sont surtout des installations sur parking déjà existant : d'autres problématiques arrivent, si la technique de fondation est classique il n'y a pas de problème. Le dialogue est plus compliqué avec des équipementiers utilisant des techniques non classiques, procédés hors pieu normalisé. Les surfaces de parking peuvent être très importantes et les terrains peuvent aussi être très mauvais. On peut intégrer les 2 types d'installation.

Gilles Bourne (GB) : concernant les essais de traction, la procédure est problématique dans le cadre de la G4. La façon de faire ces essais doit être encadrée.

Mikael Fortunel (MF) : le cadre normatif est flou, il n'y a pas de norme spécifique à ce type d'ouvrage

Eric Antoinet (EA) : Problème d'entreprise européenne qui transposent des pratiques locales qui ne sont pas les mêmes que le référentiel normatif français. Il faut recadrer. quid de la pathologie ?

Gaël Gourrin (GG) : il n'y a pas encore de sinistre

AL : sinistralité : peu de sinistres en fondation car ça lâche en superstructure avant. La problématique principale : si l'entreprise accepte de faire des essais ça va mieux. Il faudrait un cdc qui définisse le minima à demander et à faire sur chantier.

Nathalie Borie (NB) : en résumé, besoin de définir une procédure d'essai et définir les coefficients de sécurité par rapport à ces essais (type d'essais, durée, nombre, charges, taux d'acceptabilité des déplacements, appareils pour faire les essais, précisions)

MZ : a eu un exemple de chantier qui s'est bien passé avec des essais bien menés et l'application du référentiel français et de la sécurité suffisante.

PLF : il faut arriver à trouver des infos sur les enjeux en termes de responsabilité des entreprises. La mise au réseau de l'installation nécessite une attestation d'un bureau de contrôle (sans s'intéresser aux résultats de cette mission).

Mathieu Espitallier (ME) : l'enjeu du maître d'ouvrage est d'avoir un rapport final permettant le raccordement et la production.

L'Eurocode est adapté à un ouvrage « bâtiment ». Les conditions de réalisation des pieux ne sont pas adaptées à ce qui est réalisé en panneaux photovoltaïques. Il n'y a pas de chantier sans essai à la rupture. Les entreprises sont majoritairement espagnoles, allemandes et belge : ils ont tous leur protocole de test. Ils font les tests pour définir le type de pieu. Mais il n'y a pas de phase conception au bureau, tout se joue dans les premiers temps sur chantier.

Les espagnols : définissent des coefficients de frottement à partir des essais de traction pour établir les dimensionnements.

Les belges : font des calculs plus traditionnels à partir du rapport de sol, les essais permettent de confirmer sur site le dimensionnement.

Marché très concurrentiel, il y a peu de français. L'enjeu est en amont, lors de la consultation.

MZ : Une des difficultés d'exécution est la gestion des arrêts de battages prématurés.

Il faut faire un dimensionnement à partir d'essais à la rupture, le nombre d'essais est à discuter.

Mourad Yahia-Aissa (MYA) : travaille depuis 2012 sur ce type de projet. Sur tous les projets : application de l'eurocode et de la norme française pour le pré-dimensionnement.

Les problèmes concernent le pré-forage avec remplissage. Le battage avec préforage et remplissage en matériaux d'apports => les essais ont montré des résistances 4 fois plus faibles du fait de la qualité des matériaux d'apport.

Les maîtres d'ouvrage veulent se décharger des problématiques de dimensionnement et veulent donner les éléments de base au constructeur pour les responsabiliser dans le dimensionnement des fondations (longueur de fiche).

PLF : il faut réduire l'aléa avec des prescriptions minimum, mais est ce que cela sera appliqué sur le terrain par les donneurs d'ordre ?

ME : les gros contractants ont déjà un cadre prédéfini de ce qu'ils attendent des essais, ... Mais ils ne définissent pas les profondeurs d'ancrage. Ce sont les entreprises qui font les essais pour définir la profondeur et donc leur prix.

EA : dans l'éolien, des recommandations ont été établies et publiées en 2011. Aujourd'hui tout le monde fait référence à ces recommandations, même si au début non. Même les assureurs s'en servent.

ME : en Allemagne il y a des règles professionnelles sur le sujet

PA : il faut élargir la table avec les moa

MZ : il faut faire une feuille de route et contacter des donneurs d'ordre

AL : il faut contacter ceux qui font bien, les moa qui travaillent correctement

ME : a des contacts avec des gros donneurs d'ordre.

Si on définit les attendus suffisamment en amont, il n'y a plus de débat avec les moa. Il faut avoir une position homogène.

L'expérience prime sur la technique dans ce domaine.

PA : des règles internes et méthodologie existent dans chaque BE, on pourrait les partager.

ME: il faut parler avec le langage utilisé par les donneurs d'ordre : pas en essai/ha mais en essai /MW 1MW pour 0,8Ha

MG : faut-il faire des G2 AVP ou G2 PRO ?

GG : faut-il rester sur le fond, que doit contenir l'étude de sol ?

PLF / NB : il faut que le risque soit géré, à minima il faut définir un zonage géotechnique sur la base d'investigations géotechniques et établir une synthèse géotechnique ; puis réaliser des essais de pieux en amont en conception, ces essais sont à suivre dans le cadre de la mission de supervision géotechnique (G4 mais en conception)

ME : le contenu des missions seront à affiner mais il faudra G2 AVP et G4

NB : les marchés sont plutôt de type conception-construction, la mission de supervision géotechnique (G4) doit démarrer pendant que l'entreprise fait ses essais de conception/dimensionnement.

EE : il faut rester dans le cadre de la norme 94-500.

Il faut que la profession sache ce qui se fait pour ce type d'ouvrage et comment travailler

MF : le zonage géotechnique est important est doit être porté à la connaissance de l'entreprise qui répond à la conception.

Benjamin Damour (BD) : la mission G1-PGC répond au zonage géotechnique. La conception dépend du fonctionnement des opérations en conception-réalisation. Il faut aussi gérer le cas où la conception reste chez le maître d'ouvrage. Il faudra que les essais préalables soient réalisés par l'entreprise d'exécution ou avec les mêmes techniques de mise en œuvre.

MZ : l'enchaînement des missions peut fonctionner ici. Schéma type conception – réalisation.

Il faut définir un minimum d'investigation, un ratio en fonction des MW.

Il faut positionner dans le temps le niveau de précision des reconnaissances et des études, la progression à différentes étapes. La progression géotechnique doit être définie (les étapes).

EA : il faut se référer à cette norme qui est très importantes pour les responsabilités des géotechniciens, qui est connu et reconnu par les différents intervenants, et les assureurs en particulier. Il faut un socle commun à la profession.

#### **4. Construction d'un sommaire au texte à établir**

Le document couvrira la conception, le dimensionnement, l'exécution et le contrôle des fondations de fermes photovoltaïques.

chap 1 : généralités constat – cadre – limites du domaine d'application – référentiel (adapté ?) – durée de vie + étude bibliographique

chap 2 : type de sollicitation, type de structure, type de fondation, mode de dimensionnement sur la base d'essai à la rupture (préalable)

- cas particulier des vis sous Avis Technique (TechnoPieux)

chap 3 : 94 500 enchaînement des missions G1 PGC > G2 AVP ... G4, la G3 de l'entreprise

chap 4 : Contenu des missions géotechniques : type d'investigation, nombre d'essais

chap 5 : dimensionnement GEO (coefficients de sécurité – conditions climatiques), interprétation des résultats d'essais préalables (type d'essais, nombre, quand, ...)

- neutralisation en tête de 50cm / 70cm en montagne (pour le vertical)

- prise en compte de la contrainte topographique de site, ruissellement, déblais/remblais

chap 6 : procédure d'essais (rupture /contrôle) – charge d'essais, durée des paliers, seuils de déplacement, charge vertical/ horizontal, critère de réception,

chap 7 : dimensionnement STR : corrosion, galvanisation

chap 8 : exécution : prise en compte de l'aléa refus de battage, PAQ, tolérance verticalité, autocontrôle de l'entreprise, contrôle réception - dessouchage

chap 9 : cas particulier ferme fondée superficiellement (longrine ou semelles préfa posée sur le sol) : absence de reconnaissance profonde (mais bibliographie donnant la connaissance du contexte), gel, déformation (sur des sols évolutives) différentiel, structure adaptée au risque déformation

chap 10 : ouvrages annexes : fondation des postes de transformation, pistes

Cas particulier des ombrières : faut-il l'ajouter au sommaire ?

#### **5. Actions à mener par le groupe :**

Proposer au CFMS la création d'un groupe de travail pour faire un appel à volontaire et élargir les membres :

La prochaine CST se tiendra le 10 janvier : Pascal Aguado, Nathalie Borie et Nicolas Nayrand y participeront. Ils peuvent relayer la demande du groupe de création d'un GT et proposer une feuille de route.

Il faut intégrer des donneurs d'ordre au GT, une fois que le contenu sera avancé. Chacun a la charge de contacter les personnes qui pourraient participer à ce groupe. Il sera établi un fichier partagé pour que chacun note les contacts pris (éviter les doublons).

Gaël Gourrin propose de créer un espace de partage de documents : partage de biblio, ...

Agenda : date de la prochaine réunion 28/01/2021 9H30 (ou éventuellement en cas de plusieurs indisponibilités : le 27/01 9h30 sans P Aguado)

OdJ de la prochaine réunion : retour de la CST, accueillir des donneurs d'ordre, analyser la biblio mise en commun, établir un sommaire détaillé