



PRÉFET DE LA HAUTE-MARNE

Liberté
Égalité
Fraternité

ANNEXE 2 - CAHIER DES CHARGES POUR LES ANALYSES DE SOL

Le monde professionnel agricole haut-marnais a convenu ensemble que la possibilité d'implanter un parc photovoltaïque au sol sur un espace agricole nécessiterait notamment une analyse des caractéristiques du sol couplée à une analyse chimique.

Afin de déterminer si le site envisagé pour un projet photovoltaïque respecte les conditions déterminées par la charte, le porteur de projet devra réaliser les analyses nécessaires répondant au cahier des charges suivant, notamment en analysant en premier lieu **le profil de sol de la parcelle**, puis en analysant **la richesse chimique du sol** afin de compléter l'analyse du profil.

I – CARACTÉRISER LE LIEU D'IMPLANTATION

Réaliser des plans du site des présentants :	Situation générale : altitude, orientation, localisation dans le département, petite région agricole, etc.
	Topographie (nivellement du terrain, indication de la pente générale, etc.)
	Surface utile disponible pour le projet PVS.
Caractériser l'environnement pédologique et agronomique :	Occupation du sol : terres arables, prairies, forêts, zones urbaines...
	Types de cultures présentes sur le site.
	Types de sols. Rendements potentiels : établis à partir des référentiels de la région naturelle pour le type de sol. Ils pourront être complétés par des informations sur les rendements détenues par l'exploitant, sous réserve de la fiabilité de ces données.

N.B. : Pour faciliter les observations, vous pourrez utiliser prochainement le référentiel régional Grand Est des sols (« Typterras »). Il définira le type de sol et donnera une indication sur sa richesse et le potentiel de rendement, ses particularités, etc.

II – DÉTERMINER LA MÉTHODOLOGIE D'ÉCHANTILLONNAGE DU SITE

L'échantillonnage du site nécessitera au préalable un découpage en différentes zones homogènes d'après les critères suivants :

- Cultures identiques ;
- Précédent cultural identique ;
- Types de sol homogènes ;
- Relief homogène.

Les analyses chimiques demandées dans l'étude devront s'appuyer sur ce zonage (cf. III).

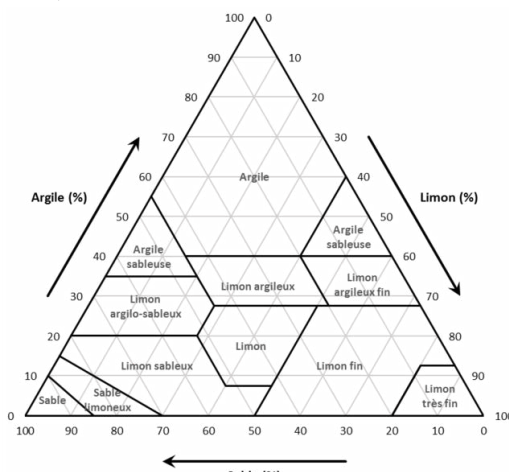
Une fois le zonage finalisé, il conviendra de réaliser un plan d'échantillonnage pour la caractérisation des profils de sol (observations de terrain). Ce dernier devra impliquer un ratio d'un carottage qui dépend de la surface du site d'implantation :

- Surface inférieure à 15 ha : au minimum 15 carottages ;
 - Surface comprise entre 15 et 50 ha : au minimum 1 carottage par hectare ;
 - Surface supérieure à 50 ha : au minimum 1 carottage par hectare et demi.
- Une cartographie du zonage et du plan d'échantillonnage sera fournie dans le rapport.

III – RÉALISER LES OBSERVATIONS DE TERRAIN

L'échantillonnage permettra de réaliser des observations de l'hétérogénéité des profils de sol sur le terrain. Pour chaque profil distinct, on attendra une description par horizon selon les critères suivants :

Pour chaque horizon décrire

Profondeur (cm)		
Cailloux et blocs	<u>Quantité</u>	inf à 20 % = quelques cailloux
		20 à 50 % = caillouteux
		sup. à 50 % = très caillouteux
	<u>Couleur (cassure)</u>	blanc, gris, jaune, gris-bleu, beige...
	<u>Nature (si possible)</u>	calcaire à grain fin, grenu à débris de fossiles, marneux...
Terre fine	<u>Couleur</u>	1) Préciser si l'observation concerne l'état humide ou sec, 2) Ne pas juger en plein soleil ni à la lumière artificielle, 3) Déterminer la couleur à l'aide du référentiel « Munsell Soil Color »
	<u>Texture</u>	Triangle des textures à utiliser dans les sols non calcaires (CaCO_3 total < 20%). Granulométrie obtenue avec décarbonatation.
		 <p>Dans les sols calcaires (CaCO_3 total > 20%), l'information de la granulométrie sera peu utile.</p>
	<u>Traces d'hydromorphie</u>	Si présentes, décrire la couleur et l'abondance des taches d'oxydation (en pourcentage approximatif). Présence d'une fraction organique de surface attribuable à l'existence de conditions anaérobies.
	<u>Racines</u>	Présence de racines, traces d'anciennes racines, obstacles à la pénétration des racines.
	<u>Appréciations supplémentaires</u>	Poids de terre fine exploitable par les racines, teneur en argile, présence de calcaire (réaction à l'acide).
Préciser la profondeur limite de prélèvement ainsi que la cause de :		Absence totale de terre au-delà de cette limite (dalles, roches, laves ou blocs bien ajustés).
		Présence insignifiante de terre entre les cailloux et graviers (5 à 10 %) au-delà de cette limite.
		Profondeur importante de cet horizon amenant un classement immédiat dans le groupe G3 (présence de terre non négligeable jusqu'à plus de 40 cm).

Précisions sur l'évaluation du caractère hydromorphe des profils de sol

Les sols hydromorphes sont des sols présentant des caractères attribuables à un excès d'eau. D'après le Référentiel Pédologique (AFES, 2008), « sur le plan agronomique, la saturation du sol par l'eau peut être à l'origine de contraintes liées au déficit en oxygène, lequel peut gêner le développement des plantes cultivées, ou liées aux modifications des propriétés mécaniques du sol, susceptibles quant à elles d'affecter le déroulement des façons culturales. »

Dans l'étude, la caractérisation des sols hydromorphes pourra être réalisée d'après deux critères (Référentiel Pédologique, AFES 2008) :

- *les traces de la ségrégation du fer*, repérables par la présence d'horizons rédoxiques ou réductiques. Les premiers sont repérables par des taches de couleur rouille (brun-rouge, jaune-rouge) ; les seconds sont identifiables par une couleur dominante grise et une répartition du fer homogène.
- *la présence de composantes organiques de surface attribuables à des conditions anaérobies prolongées*. Ces composantes sont caractérisées par une couleur gris-noir, avec d'éventuelles traces de ségrégation du fer. La structure est fine à massive, selon la durée des conditions anaérobies.

◆ **Évaluation de la potentialité agronomique des profils de sol et du revenu potentiel**

Pour chaque profil de sol distinct, il sera attendu une caractérisation de la potentialité agronomique, selon la définition qui en est établie dans la brochure « Terres à Cailloux » des plateaux calcaires du Barrois et de Bourgogne (Chambre d'agriculture de la Haute-Marne, Chambre régionale de Bourgogne, S.A.F.E., INRA, chambre d'agriculture de la Meuse).

3 groupes de potentialités sont définis pour les sols des plateaux calcaires du Barrois :

- Le groupe de potentialité G1 dit « Petites terres à cailloux » dont le rendement moyen en blé d'hiver est de l'ordre de 45 quintaux/ha (35 à 65 qx/ha selon les années) et apparaît inférieur de 30 % à la moyenne départementale (65 qx/ha entre 2008 et 2018 selon l'observatoire Rendement du CERFRANCE).

Ces sols sont pauvres en terres fines c'est-à-dire avec moins de 1 900 tonnes/ha en raison :

- soit de leur grande superficialité (moins de 18 cm de profondeur),
 - soit de leur faible profondeur (18 à 25 cm) et de leur richesse en cailloux (plus de 50 % d'éléments de plus de 2 cm).
- Le groupe de potentialités G2 ou « Terres à cailloux » présentant un potentiel de rendement en blé d'hiver moyen de 55 qx (40 à 70 qx/ha selon les années) corrélé à un tonnage de terres fines de 1 900 à 2 900 tonnes/ha.
 - Le groupe de potentialités G3 ou « Terres à cailloux profondes » qui présente un potentiel minimal de 65 qx/ha de céréales d'hiver, car l'éventuelle charge en cailloux est compensée par la profondeur du sol, supérieure à 40 cm.

→ **Un pourcentage de représentation des différents groupes de potentialité devra être calculé.** Les valeurs de potentialité pourront par ailleurs être confrontées aux rendements potentiels décrits en I.

→ Pour chaque culture, une **détermination du revenu potentiel devra également être effectuée.** Elle reposera sur le calcul des paramètres présentés ci-dessous. Pour le calcul chiffre d'affaires, on pourra se référer directement aux informations communiquées par l'exploitant.

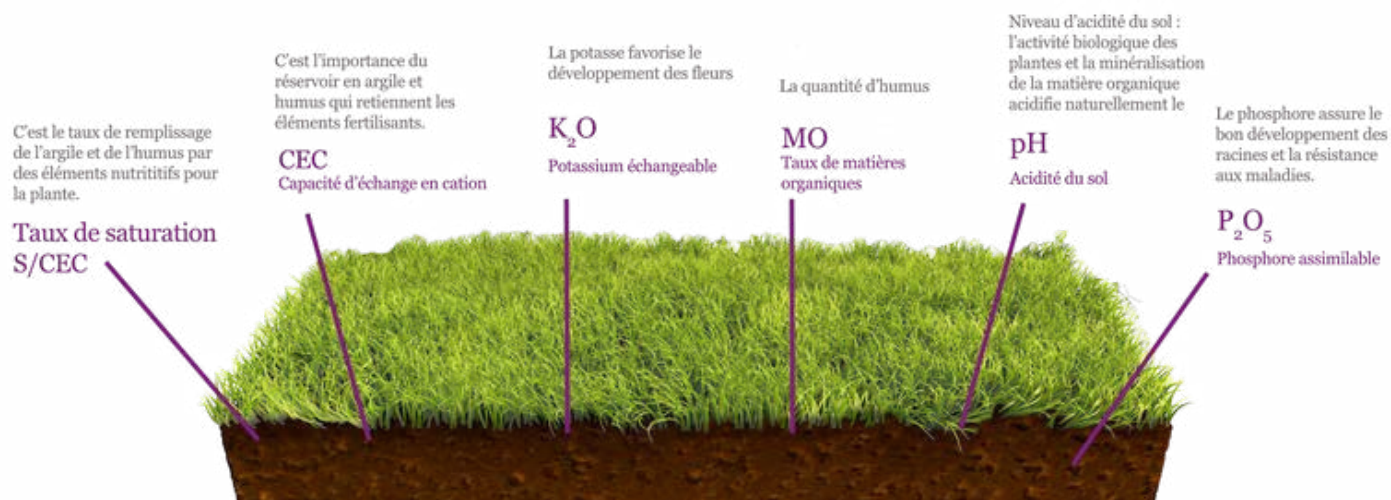
	Rendement	Prix moyen	Chiffre d'affaires/ha de culture	Pourcentage de la SAU	Chiffre d'affaires/ha de la SAU
Culture 1					
Culture 2					
Culture 3					

◆ **Caractérisation des solums via la nature du couvert végétal**

Une observation de la flore présente sur les différentes zones homogènes de la parcelle sera réalisée. On décrira en priorité les espèces permettant de mettre en évidence des traits caractéristiques : hydromorphie, tassement ou pollution.

IV – ANALYSER LES CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES DES SOLS

Sur chaque zone homogène identifiée du site d'étude, il devra être effectué au minimum une analyse de sol renseignant les paramètres décrits dans le tableau ci-dessous (cf. zonage en II.). Pour s'affranchir au maximum des hétérogénéités locales, on prendra soin de constituer chaque échantillon d'analyse à partir d'un mélange de 5 carottages effectués dans un périmètre de 25 m².



La Capacité d'échange cationique (CEC)	Elle indique la capacité du sol à retenir tous les cations (Ca ⁺⁺ , Mg ⁺⁺ , K ⁺ , Na ⁺ , H ⁺ , etc.) et donne donc une indication sur la réserve nutritive du sol (« taille du réservoir »). Plus les teneurs en argile et en matières organiques sont élevées, plus la CEC est élevée.
Le taux de saturation de la CEC (S/CEC)	Il indique quels cations (+) occupent le réservoir du sol. Son calcul correspond au rapport entre la place disponible dans le réservoir (CEC) et la place occupée par les cations (hors H ⁺). Il donne une indication sur le niveau de remplissage du « réservoir ».
Le taux de calcaire total (CaCO ₃)	Il correspond à la quantité totale de calcaire présent dans le sol. Ce paramètre caractérise le type de sol (calcaire ou non) et son fonctionnement (disponibilité des éléments fertilisants tels que le phosphore par exemple).
Le pH (potentiel Hydrogène)	Il correspond à la quantité d'ions H ⁺ contenus dans la solution du sol. Le pH influence la disponibilité des éléments fertilisants (blocages, carences...). Les laboratoires mesurent le pH eau (qui indique l'acidité actuelle de la solution du sol) et le pH KCl (qui indique l'acidité potentielle, c'est-à-dire le pH que pourrait atteindre le sol en l'absence de chaulage).
La teneur en matières organiques (MO)	Les matières organiques influencent les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol (réserve utile, stabilité structurale, activité biologique, fertilité chimique...). Il n'existe pas de norme unique pour une teneur en MO optimale dans les sols. La norme habituellement utilisée dans les rapports d'analyses courantes donne une indication sur les propriétés physiques des sols (stabilité structurale), mais des laboratoires proposent aujourd'hui d'autres indicateurs d'évaluation des MO du sol (en particulier vis-à-vis de la biologie du sol).
La teneur en phosphore (P ₂ O ₅)	Le phosphore est indispensable à la vie végétale, surtout en début de végétation et dans les organes jeunes. C'est un élément constitutif des tissus ; il joue aussi un rôle important dans la synthèse et le métabolisme des glucides. La majeure partie du phosphore du phosphore absorbé est transférée dans les fruits et les graines pendant les étapes de la reproduction des végétaux.
La teneur en potassium (K ₂ O)	Le potassium est un élément indispensable à la croissance et au développement des plantes. Il participe aux fonctions de synthèses dans les cellules, de transport entre cellules végétales, à la régulation de l'eau dans la plante, à la résistance aux stress, ... Par contre, c'est le seul élément majeur qui n'intervient pas dans les fonctions structurales ou plastiques du végétal.
La teneur en magnésium (MgO)	Tout comme le calcium, le magnésium a des effets indispensables pour le végétal (constituant de la chlorophylle, rôles métaboliques, ...) mais aussi des effets sur le fonctionnement du sol (pH, structure, salinité, ...)

RÉCAPITULATIF DES ÉLÉMENTS ATTENDUS DANS L'ÉTUDE PÉDOLOGIQUE

A minima, l'étude pédologique devra donc comprendre :

- Des plans du site décrivant la situation générale, la topographie ainsi que la surface d'implantation du projet.
- Une caractérisation de l'environnement agronomique et pédologique du site
- Une cartographie du zonage réalisé et du plan d'échantillonnage
- Un récapitulatif des observations de terrain sur les profils de sol, d'après les critères mentionnés en III. Une caractérisation de la potentialité agronomique des sols et du revenu potentiel est attendue.

CONTACT

Direction départementale des territoires de la Haute-Marne
Service Économie Agricole

ddt-sea@haute-marne.gouv.fr – 03 51 55 60 11