

1 La méthodologie utilisée

Afin de compléter les études déjà réalisées sur une partie du parcellaire proposé à l'épandage, Th. BEUCHET (pédologue de la chambre d'agriculture) est intervenu sur les parcelles n'ayant jamais fait l'objet d'une description par un pédologue afin d'en déterminer l'aptitude à l'épandage.

1.1 Prospection, observation et description des sols

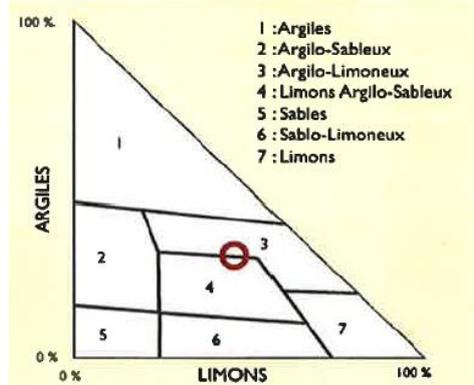
La caractérisation des parcelles a pour but d'évaluer l'aptitude des sols à recevoir des épandages d'effluents organique type effluents d'élevage ou digestats de méthanisation. Cette opération consiste donc à identifier et à zoner les différentes catégories de sols et pour chacune d'elles à évaluer leur pouvoir épurateur. Ce pouvoir épurateur dépend de trois grandes caractéristiques :

- la capacité du sol à minéraliser la matière organique qu'on lui apporte,
- son aptitude à développer un couvert végétal suffisamment dynamique pour mobiliser les éléments minéraux issus de la matière organique dégradée,
- sa résistance aux contraintes physiques liées aux passages des matériels utilisés pour pratiquer l'épandage.

La détermination des catégories de sols résulte des observations de **profils pédologiques** réalisés à l'aide d'une tarière manuelle. Pour chaque sondage sont relevées :

- la **texture** et la profondeur des deux principaux horizons,
- la profondeur et la nature du **sous-sol**,
- l'intensité et la profondeur d'apparition de l'**hydromorphie**,
- la présence de calcaire détectée grâce au test d'**effervescence**,
- la **pierrosité** de surface évaluée par comparaison visuelle avec des photographies étalons sur les parcelles cultivées uniquement.

La texture d'un sol est la composition granulométrique exprimée en pourcentage d'argile, de limon et de sable. Sa codification respecte le triangle des textures employées pour les sols de Franche-Comté.



La texture est appréciée au toucher et en pratiquant le test de l'anneau.

Les sous-sols identifiés par l'arrêt de la pénétration de la tarière sont classés en trois catégories :

- **C** : cailloux, roche de nature quelconque non différenciée (calcaire, grès, schiste, etc...)
- **M** : Roche de tendance marneuse ou argileuse imperméable offrant une faible résistance à la tarière.
- **T** : Matériaux tassés à la texture indifférenciée qu'il est impossible de pénétrer à la tarière.

La profondeur d'apparition du sous-sol est notée en centimètre après la lettre de code avec une précision décimétrique.

Le statut hydrique du sol est ordonné selon quatre niveaux d'intensité de l'hydromorphie dans ce tableau :

Niveau	Code	Critères de détermination
Sain	S	Aucun signe d'arrêt temporaire ou permanent de la circulation de l'air et de l'eau
Légère hydromorphie	LH	Présence diffuse de tâches d'oxydo-réduction (tâches ou ponctuations rouilles)
Hydromorphie moyenne	MH	Nombreuses tâches rouilles surtout concentrées autour des racines
Forte hydromorphie	FH	Trace d'engorgement permanent du sol par l'eau. Tâches bleutées verdâtres type de milieu réduit

La profondeur d'apparition d'hydromorphie est notée en centimètre après les deux lettres du code avec une précision décimétrique.

Le test de l'effervescence à l'acide chlorhydrique permet de détecter la présence de calcaire à un taux supérieur à 1,5%. L'application au compte-goutte d'acide chlorhydrique diluée à 10% sur de la terre fine sans cailloux mais contenant de fines particules de calcaire provoque une effervescence, c'est-à-dire une apparition de bulles accompagnées d'un léger crépitement. Quand cette réaction est atténuée, et surtout retardée, l'effervescence est qualifiée de légère et codée « LE ». A l'inverse, une réaction immédiate et violente (grosses bulles), est notée FE (forte effervescence).

Pour réaliser une cartographie au 1/10 000^e, il est recommandé d'effectuer un profil à la tarière tous les 1 à 2 ha. Le positionnement des profils se répartit selon des transects ajustés au micro-relief de la parcelle étudiée.

1.2 Dénomination des sols

L'ensemble des observations réalisées sur chaque profil permet de déterminer et de classer les sols selon une grille de dénomination mise au point à l'échelle régionale par l'ensemble des Chambres d'agriculture de Franche-Comté.

Les principaux sols haut-saônois sont dénommés et codifiés suivant ce tableau :

Abréviation	Unité typologique du sol
APP	Aéré Profond de Plateau
APV	Aéré Profond de Vallée
ASP	Aéré Superficiel de Plateau
ASV	Aéré Superficiel de Vallée
ATSP	Aéré Très Superficiel de Plateau
ATSV	Aéré Très Superficiel de Vallée
MHP	Modérément Hydromorphe de Plateau
MHV	Modérément Hydromorphe de Vallée
FHP	Fortement Hydromorphe de Plateau
FHV	Fortement Hydromorphe de Vallée
SHP	Superficiel Hydromorphe de Plateau
SHV	Superficiel Hydromorphe de Vallée

1.3 Détermination des aptitudes à l'épandage

La détermination des aptitudes s'obtient en subdivisant un certain nombre d'unités typologiques de sols en sous-classes définies en fonction de leur texture, profondeur et hydromorphie.

S'agissant de déterminer la capacité d'un sol et de la culture implantée à valoriser un épandage de digestat de méthanisation, et non l'établissement d'une carte de sol, l'aptitude à l'épandage majoritairement présente sur une parcelle lui est affectée. Dans le cas où plusieurs types de sol sont présents au sein d'une parcelle, l'aptitude affectée prend en compte la découpe culturale de l'îlot et l'aptitude la plus contraignante.

Les propriétés de chacune de ces classes d'aptitude sont décrites dans le tableau suivant avec la couleur prise en compte pour leur représentation cartographique

LEGENDE	VALORISATION*		Description	
VERT	<p>Situations d'excellence :</p> <p>Epandage possible toute l'année en dehors des périodes d'interdiction réglementaire. Pas d'épandage en automne et en hiver si l'interculture est longue pour les parcelles drainées.</p>		<p>Sols aérés profonds de plateaux (APP) / de vallée (APV) ou modérément hydromorphes de plateaux (MHP) / de vallée (MHV) dont la profondeur est suffisante et la praticabilité généralement bonne :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Risque faible à élevé de circulation verticale - Risque faible à moyen de ruissellement - Risque faible à moyen de lessivage hivernal (attention aux sols hydromorphes drainés) - Risque faible à moyen de circulation latérale <p>→ Pouvoir épurateur bon → Attention au ressuyage en sortie d'hiver et au printemps pour les parcelles à sols modérément hydromorphes</p>	
ORANGE	<p>Situations sous conditions</p> <p>Bonne valorisation à certaines périodes de l'année</p>		<p>Sols fortement hydromorphes de plateaux (FHP) / de vallée (FHV), à démarrage tardif et à praticabilité délicate en sortie d'hiver :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Risque faible à moyen de circulation verticale - Risque moyen à élevé de ruissellement - Risque élevé de lessivage hivernal (sol engorgé) - Risque moyen à élevé de circulation latérale <p>→ Pouvoir épurateur faible à inopérant</p>	
JAUNE			Préférer les épandages dès la reprise de végétation jusqu'au début de l'été au plus près du semis	<p>Sols aérés superficiels de plateaux (ASP) / de vallée (ASV) présentant une bonne praticabilité en toute saison, un démarrage précoce de la végétation mais un arrêt de la végétation en période sèche :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Risque élevé de circulation verticale - Risque faible à fort de ruissellement - Risque élevé de lessivage hivernal <p>→ Pouvoir épurateur faible</p>
VIOLET			Préférer les épandages durant la période de végétation, voire au plus près du semis	<p><i>Sols superficiels de plateaux (SHP) / de vallée (SHV) posés sur des substrats géologiques imperméables tels que affleurement de marnes ou bancs de grès peu fissurés qui sont séchants en été et ressuient mal en hiver :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Risque faible à moyen de circulation verticale - Risque faible à moyen de ruissellement - Risque moyen de lessivage hivernal - Risque faible de circulation latérale <p>→ Pouvoir épurateur moyen</p>
ROUGE	<p>Epandages exclus toute l'année pour des raisons de proximité réglementaire ou contexte géologique sensible, de situations pédologiques dont le pouvoir épurateur est trop faible ou inopérant ou de parcelles inadaptées.</p>		<p>L'épandage sera interdit :</p> <ul style="list-style-type: none"> - à moins de 35 m des cours d'eau et des berges, à moins de 10 m des fossés - à proximité de sources temporaires - à moins de 15 m (phase solides) ou 50 m (phase liquide) des habitations <p>Certains sols très superficiels (ATSP / ATSV) peuvent se retrouver totalement exclu à l'épandage ou seulement exclus pour les produits liquides selon leur profondeur et leur position dans le paysage.</p>	

2 Les unités géologiques

L'ensemble des parcelles étudiées se localisent sur 30 communes réparties de façon dissymétrique autour de l'unité de méthanisation sur des axes qui s'étirent sur 21 km au nord-ouest, 12 km au nord et au sud et seulement 6 km à l'est.

Compte tenu de cette répartition spatiale, les géologies rencontrées sont très diversifiées. Les 30 communes sont concernées par les trois unités géologiques suivantes :

- La base et les premiers contreforts du piedmont vosgien, appartenant au TRIAS inférieur et moyen composés de faciès marneux et sur de nombreux grès.
- Le synclinal de l'Ognon, principalement recouvert de pacages fluvioglaciaires, de composition essentiellement siliceuse.
- Les formations plus récentes à l'ouest des dépressions péri-vosgiennes du TRIAS supérieur où apparaissent les faciès calcaires

2.1 Le TRIAS inférieur et moyen du piedmont vosgien

Ces étages géologiques donnent naissance à une grande variété de sols qui ont en point commun d'être à tendance acide et avec des textures assez limoneuses à limono-sableuses. Les dalles de grès et les fréquentes couches argileuses génèrent des conditions souvent imperméables qui rendent les sols hydromorphes.

Cette géologie se rencontre sur les communes de Frédéric-Fontaine, Lomont, Palante, Andornay, Lyoffans, Moffans, Magny-Jobert, Frotez-les-Lure, Senargent, Villafans

2.2 Les dépôts fluvioglaciaires du synclinal de l'Ognon

Ils sont aussi à l'origine de sols acides marqués par des textures majoritairement sableuses et parfois limono-sableuse. Les structures squelettiques sont fréquentes et réduisent considérablement les capacités de rétention de ces sols qui sont très séchants. Cette géologie se rencontre sur les communes de Lantenot, Rignovelle, Melisey, Saint-Germain, Froideterre, Longeville, La Côte, Roye, Lure, Magny-Vernoy, Val-de-Gouhenans, Vy-les-Lure et les Aynans ; Ainsi que Baudoncourt, à l'écart, dans la vallée du Breuchin.

2.3 Le TRIAS supérieur des plateaux de Haute Saône

Ce faciès nettement moins siliceux, comporte une grande variabilité de roches telles que les marnes à gypse, les dolomies calco-magnésiennes et les calcaires.

Cette géologie se rencontre sur les communes de Amblans, Adelans, Bouhans les Lure, Citers, Quers

3 Contexte pédologique

Compte tenu des caractéristiques topographies du périmètre d'étude, et de la présence de 3 unités de substrat géologique, 4 types de sol ont été rencontrés.

3.1 Les sols limoneux ou limono sableux

Ils sont fréquents dans l'unité géologique gréseuse du piedmont vosgien. Ils ont une texture très limoneuse. Dans les dépressions du relief, ils peuvent devenir un peu plus argileux. Ils sont toujours accompagnés d'éléments plus grossiers tels que graviers érodés ou de morceaux de grès résiduel.

Leur texture légère leur donne une bonne aération, et leur profondeur une bonne réserve hydrique. Ils ont par conséquent un très bon pouvoir épurateur, et une très large période d'épandage.

Ils sont classés en aptitude d'épandage verte et font partie des sols APP (aéré profond de plateau).

Fiche à consulter n°15

En position dépressionnaire ou au niveau des affleurements d'argile, ces mêmes sols peuvent posséder des horizons profonds plus argileux qui vont limiter la circulation verticale de l'eau. Ces sols peuvent donc acquérir des caractéristiques hydromorphes qui affaiblissent leur pouvoir épurateur, et surtout réduisent leur plage de praticabilité. Dans ce cas, ces sols sont de type FHP (Fortement Hydromorphe de plateau) et classés en aptitude orange.

Fiche à consulter n°115

Quand cet engorgement en eau n'est marqué qu'en profondeur ces sols sont de type MHP (Modérément Hydromorphe de plateau) et restent classés en aptitude verte.

Fiche à consulter n°8

Les sols plus ou moins hydromorphes sont les plus présents dans ce périmètre d'étude car sur 430 sondages pédologiques réalisés pour l'extension de ce plan d'épandage, 60 % ont permis d'identifier ces sols.

3.2 Les sols alluvio-morainiques :

Ils sont situés sur des terrasses alluviales anciennes, légèrement plus élevées que le fond de vallée ou accrochées aux reliefs constitués par les moraines glaciaires. Ils ont une texture marquée par la forte présence de sable.

Quand ils sont pauvres en sable grossier et galets, ils sont de type APV avec un pouvoir épurateur des plus dynamiques et une large plage de praticabilité importante. Ils sont classés en aptitude verte.

Fiche à consulter n°2

Quand ils sont riches en sable grossier et galets, ils sont de type ASV ; squelettique avec un pouvoir épurateur encore dynamique mais seulement en période douce et humide. Ils possèdent aussi une large plage de praticabilité. Ils sont classés en aptitude jaune.

Fiche à consulter n°3

Ces mêmes sols graveleux, quand ils connaissent des périodes plus ou moins prolongées d'engorgement en eau, ils perdent encore un peu plus de pouvoir épurateur. De plus, leur plage de praticabilité est rétrécie. Dans ce cas, ils sont de type SHV et sont classés en aptitude violette.

Fiche à consulter n°135

3.3 Les sols des plateaux calcaires :

Dans les aires dépourvues de placage limoneux où peuvent affleurer les calcaires à tubulures ou les calcaires lacustres, des roches assez tendres se localisent les sols argilo-calcaires aérés. De textures argileuses à argilo-limoneuse, ils peuvent aussi présenter une charge en cailloux importante surtout quand ils ont une faible profondeur. Quand ils ont une profondeur inférieure à 35 cm, ils sont séchants et offrent des potentiels de production limités. Ils sont sensibles aux lessivages hivernaux et ont une activité biologique quasiment bloquée par manque d'eau pendant l'été et le début de l'automne. Leurs pouvoirs épurateurs sont donc limités, par contre ils permettent des périodes d'épandage de longue durée. Leur pH est toujours voisin de 7,5
Ils sont de type ASP et classés en aptitude jaune.

Fiche à consulter n°5, K

Avec des profondeurs plus importantes, les sols argilocalcaires présentent une fertilité intéressante. Les vitesses de ressuyage ne sont pas les meilleures mais les épandages hivernaux sont encore possibles. Seulement, la difficulté à travailler ces sols fait qu'ils sont souvent labourés en début d'hiver et donc moins disponibles pour des épandages avec du matériel lourd. Ils possèdent toujours des pH largement supérieurs à 7.
Ils sont de type APP et sont classés en aptitude verte.

Fiche à consulter n°1R

3.4 Synthèse

L'étude de sol réalisée en 2021 qui a porté sur environ 1 260 hectares a nécessité la réalisation de 430 sondages pédologiques à la tarière à main qui ont permis d'identifier 10 types de sols dont les fréquences d'apparition sont les suivantes :

type de sol	Nombre de sondages	fréquence en %
APP	59	14%
APV	19	4%
ASP	24	6%
ASV	69	16%
FHP	99	23%
FHV	28	7%
MHP	99	23%
MHV	26	6%
SHP	3	1%
SHV	4	1%
Total général	430	100%

Même si en moyenne un sondage a été réalisé tous les 2,9 ha, leur densité spatiale n'a pas été identique sur toute les surfaces diagnostiquées. Les sondages ont été rapprochés dans les zones à forte hétérogénéité et espacés dans les secteurs homogènes. Par conséquent, les fréquences d'apparition des sols ne peuvent pas être directement reliées à la surface des étendues spatiale de chacun des sols.

La majorité des sols identifiés sont positionnés en zone de plateau, 72 % contre 28 % en vallée.

Le périmètre d'étude est fortement marqué par la présence de sols hydromorphes qui représentent 60% des sondages qui se distribuent à 47 % en zone de plateau et 13 % en vallée. Cette particularité est à bien prendre en compte dans les calculs d'autonomie de stockage des digestats et dans le choix du matériel d'épandage.

3.5 Analyses de sol

Afin de caractériser les sols, 28 analyses ont été réalisées. Elles ont été réparties sur les communes ayant les surfaces d'épandage les plus importantes et de façon aussi à avoir au moins une analyse par type de sol.

La répartition finale est la suivante :

communes	type de sol selon la codification Franc-Comtoise								Total général
	APP	APV	ASP	ASV	FHP	FHV	MHP	MHV	
ADELANS-ET-LE-VAL-DE-BITHAINE					2				2
AMBLANS-ET-VELOTTÉ							1		1
ANDORNAY					1				1
BAUDONCOURT		1							1
BOUHANS-LES-LURE	1								1
FROTEY-LES-LURE					1		1		2
LANTENOT					1		1		2
LE VAL-DE-GOUHENANS						1			1
LES AYNANS					1				1
LOMONT					1				1
LURE				1					1
LYOFFANS					1				1
MAGNY-VERNOIS								1	1
MOFFANS-ET-VACHERESSE	2								2
PALANTE					1		1		2
QUERS			1						1
ROYE				1		1			2
SAINT-GERMAIN				1					1
VILLAFANS							1		1
VOUHENANS					1			1	2
VY-LES-LURE							1		1
nombre total d'analyses	3	1	1	3	10	2	6	2	28

8 des types de sols ont été analysés. Seuls, les sols SHV et SHP n'ont pas été mesurés ; ils ne représentent que 4 îlots au total.

Les résultats d'analyses sont joints en annexe.

RAPPELS RÉGLEMENTAIRES