

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES  
POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME  
D'INGÉNIEUR AGRONOME

Spécialisation Gestion de l'Eau, des Milieux cultivés et de l'Environnement

**Construction d'une démarche de gestion collective de l'eau dans le cadre de la lutte  
contre la salinité en Camargue Gardoise : cas du mas Le Pive**



Xavier Le Clanche  
Soutenu le 9 octobre 2015



MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES  
POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME  
D'INGÉNIEUR AGRONOME

Spécialisation Gestion de l'Eau, des Milieux cultivés et de l'Environnement

Construction d'une démarche de gestion collective de l'eau dans le cadre de la lutte contre la salinité  
en Camargue Gardoise : cas du mas Le Pive

Xavier Le Clanche  
Soutenu le 9 octobre 2015



En présence de :

Stéphane FOLLAIN Tuteur pédagogique  
Isabelle MASSAI Maître de stage chaire AgroSys  
Yves TINDON Maître de stage AdVini  
Elise BELLOT Maître de stage Jeanjean  
Edith BARTHELEMY LE CADRE Rapporteur académique  
Jean Claude MOURET Rapporteur externe

## Résumé

### **Construction d'une démarche de gestion collective de l'eau dans le cadre de la lutte contre la salinité en Camargue Gardoise : cas du mas Le Pive**

Les exploitations viticoles camarguaises font face à une augmentation des dépérissements liés à la salinité. Ceci a incité le groupe viti-vinicole AdVini à proposer à la chaire AgroSys une réflexion sur la gestion de la salinité en contexte littoral en se basant sur le site d'étude du mas Le Pive. La démarche proposée se décompose en une partie de diagnostic et en une discussion autour des solutions adaptées permettant d'agir sur la qualité des sols, la gestion des cultures et de l'eau. Une réflexion sur la gestion de l'eau en Camargue Gardoise permet d'intégrer cette étude aux démarches entreprises par le syndicat des vins des sables ou le Syndicat Mixte de la Camargue Gardoise.

Mots clés

Salinité – sol – Camargue – conductivité électrique – géophysique – gestion de l'eau – drainage

## Summary

### **Drawing up actions for water management in the context of the fight against salinity in Camargue: study case of the mas Le Pive**

Vineyards of Camargue are currently facing an increasing salinity-linked mortality. This observation was an incentive for the wine company AdVini to propose to invite the business chair AgroSys to launch a reflection on salinity management drawn upon the study case of mas Le Pive. The approach consists in a diagnosis phase and a discussion about the appropriate responses. The different action points are soil quality, crops and water management at the vineyard scale. A discussion is then proposed about water management in Camargue Gardoise aimed at integrating this study into the action plan envisaged by the wine union and the *Syndicat Mixte de la Camargue Gardoise*.

Key words

Salinity – soil – Camargue – electric conductivity – geophysics – water management

## Remerciements

Je tiens à remercier mes différents maîtres de stage, Isabelle Massaï, Yves Tindon et Elise Bellot qui ont dû composer avec le format particulier de ce stage et rester disponible à mes demandes.

Merci à Thierry Dumazet pour son accueil au mas Le Pive et sa présentation du problème. Nos échanges ont donné le vrai départ à ce travail.

Merci à tous ceux qui sont venus m'épauler sur le terrain, Pablo (ah mais oui !), François et David.

Merci aussi à tous les chercheurs de SupAgro, de l'IRD, de l'IRSTEA ou du CIRAD à qui j'ai pu poser mes nombreuses questions : Olivier Grünberger, Sami Bouarfa, Serge Marlet, Jean Claude Mouret, Edith Le Cadre, Philippe Lagacherie. Mais aussi Sandrine Negro qui m'a aidé dans la réalisation des mesures de conductivité au laboratoire.

Je tiens aussi à remercier Laurent Caner du laboratoire HydrASA pour l'identification des argiles.

Merci également à toute l'équipe de stagiaires Amine, Anna, Gabrielle pour les nombreuses discussions sans réponses ; aux doctorants du Lisah, Kévin, Jeanne, Marthe et Anne Sophie pour les parties de molkky parfois à rallonge, parfois extrêmement rapides. Un grand merci à Mylène pour les petites pauses café, la gestion logistique de mes allées et venues et la dose de bonne humeur quotidienne.

Merci enfin, à Stéphane Follain pour le suivi du stage, les nombreux conseils aussi bien dans la conduite du projet que dans la rédaction de ce rapport.

## Liste des abréviations utilisées dans le rapport

**ASA** Association Syndicale Autorisée

**BRL** Compagnie Nationale d'Aménagement du Bas Rhône Languedoc

**CE** Conductivité Électrique

**CEC** Capacité d'Échanges Cationiques

**ESR** Pourcentage de Sodium Échangeable

**LISAH** Laboratoire d'Etude des Interactions entre Sol-Agrosystème-Hydrosystème

**NGF** Nivellement Général de la France

**PAC** Politique Agricole Commune

**SAGE** Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux

**SAR** Pourcentage de Sodium Adsorbé

**SITEVI** Salon International des équipements et savoir-faire pour les productions vigne-vin, olive, fruits-légumes

**SMCG** Syndicat Mixte de la Camargue Gardoise

**USDA** Département de l'Agriculture des États Unis

## Table des matières

Résumé.....	3
Summary.....	3
Remerciements.....	4
Liste des abréviations utilisées dans le rapport.....	5
Introduction.....	8
1) Contexte de la production agricole en Camargue Gardoise.....	9
a) Un milieu façonné par l'homme.....	9
i) Les formations géologiques.....	9
ii) Réseaux hydrogéologiques.....	10
iii) Anthropisation du milieu.....	10
b) Organisation des filières agricoles.....	11
i) La filière viticole.....	11
ii) La filière rizicole.....	11
c) La salinité : définitions, exemples.....	12
i) Définitions générales.....	12
ii) Vulnérabilité du territoire camarguais.....	13
iii) Conséquences économiques de la salinité.....	13
iv) Moyens de lutte : exemples de gestion à l'étranger.....	14
2) Caractérisation de la pression saline : méthode et application.....	16
a) Outils de caractérisation de la pression saline.....	16
i) La conductivité électrique (CE).....	16
ii) Analyses chimiques et indicateurs de la pression saline.....	17
iii) Les mesures géophysiques.....	18
b) Présentation du mas Le Pive.....	18
i) Le sol, support de la production.....	20
ii) L'équipement hydraulique du domaine.....	20
iii) Historique d'aménagement et d'occupation des sols.....	21
c) Caractérisation de la salinité au mas Le Pive.....	21
i) Application des outils de caractérisation de la pression saline.....	21
ii) Conclusion.....	27
3) Inventaire et choix des mesures appropriées.....	28
a) Gestion des cultures.....	29
b) Gestion de la qualité des sols : le raisonnement du lessivage.....	31

i)	selon les propriétés chimiques de la parcelle.....	31
ii)	selon les propriétés physiques de la parcelle.....	32
iii)	selon la disponibilité de l'eau de lessivage.....	33
iv)	selon la qualité de l'eau et les infrastructures de drainage disponibles.....	34
c)	Gestion des eaux : irrigation, drainage et hauteur de la nappe.....	34
i)	Optimisation de la circulation des eaux sur le domaine.....	34
ii)	Amélioration de l'efficacité des structures hydrauliques.....	36
iii)	Renforcement de l'équipement de drainage.....	37
iv)	Mise en place d'un suivi de la hauteur et de la salinité de la nappe pour le pilotage de l'irrigation 38	
4)	Discussion sur la pertinence du projet et recommandations.....	40
a)	Opportunités et marges de manœuvre dans le cadre camarguais.....	40
b)	Nécessité et inconvénients d'une démarche collective.....	40
c)	Un besoin d'information de la filière agricole dans son ensemble.....	42
d)	Des perspectives pour une action de recherche régionale.....	42
	Conclusion.....	44
	Bibliographie.....	45
	Annexes.....	48

## Introduction

Le projet traité dans ce mémoire a été proposé par la chaire d'entreprises AgroSys (Montpellier SupAgro) sur une demande de l'entreprise AdVini. La chaire d'entreprise portée par la fondation de Montpellier SupAgro a été constituée dans le but de promouvoir des projets de durabilité des systèmes agricoles. Cinq entreprises sont membres de la chaire : AdVini, BASF, Bayer, Négoce Expansion et la Société du Canal de Provence. Dans le cadre des activités de la chaire, le choix d'une thématique de travail doit correspondre à un intérêt commun à chacun des membres. Le groupe viti-vinicole AdVini est une holding constituée par plusieurs « maisons » de production viticole. L'une de ces maisons, la maison Jeanjean est implantée dans le Languedoc Roussillon sur 5 sites, du Biterrois à la Camargue. Le site camarguais du domaine Le Pive est le site d'étude de ce mémoire. Ce site converti à l'agriculture biologique depuis 2008 revêt un enjeu stratégique pour la maison Jeanjean. Soumis au problème de la salinisation, le dépérissement des pieds de vigne a engendré des pertes de rendements importantes en dépit des pratiques de submersion et de l'installation d'un système d'irrigation localisé. En lien avec cette pression saline et la diminution des rendements, l'objectif de cette étude était donc de quantifier la salinité et de réfléchir aux méthodes possibles de lutte sur le domaine. Ce rapport présentera dans un premier temps l'environnement camarguais puis la méthode choisie pour la quantification de la pression saline et enfin les critères de choix pour les méthodes de lutte envisagées. Il se conclura par une réflexion sur la gestion de l'eau et de la salinité en Camargue.

# 1) Contexte de la production agricole en Camargue Gardoise

## a) Un milieu façonné par l'homme

La Camargue est une région naturelle et historique à cheval sur les régions Provence Alpes Côte d'Azur et Languedoc Roussillon et qui correspond au delta du Rhône. Par opposition à la partie bucco-rhodanienne appelée « Grande Camargue » où se situe le Parc Naturel Régional, la partie languedocienne est connue sous le nom de « Petite Camargue » ou de « Camargue Gardoise ». C'est aujourd'hui une région touristique qui repose sur une biodiversité remarquable (flamands roses) et sur une identité issue des activités agricoles qui s'y sont développées : la saulniculture, la riziculture, la viticulture et l'élevage.



Figure 1 Localisation de la région d'études à l'échelle de la France (issu de la base de données GEOFLA de l'IGN)

### i) Les formations géologiques

La Camargue est une plaine alluviale deltaïque composée de trois formations caractéristiques des zones de deltas (Montety, 2008) :

- En profondeur, une formation de cailloutis du Pléistocène ;
- Une formation d'argiles minéralogiques d'origine marine ;

- Des formations superficielles constituées d'alluvions récentes à l'origine de la couverture pédologique sablonneuse de surface.

Les évolutions du trait de côte à l'origine de la mise en place de ces formations sableuses (Annexes 01a et 01b) sont matérialisées sur les cartes géologiques et prennent l'aspect de quatre cordons littoraux (Bouteyre et Duclos, 1994). Aujourd'hui les cordons correspondent aux zones d'altitude les plus élevées. Les zones situées entre les anciens cordons littoraux sont quant à elles plus basses. Leur altitude est souvent voisine du 0 m NGF. Ces dépressions sont des zones d'accumulation de particules fines.

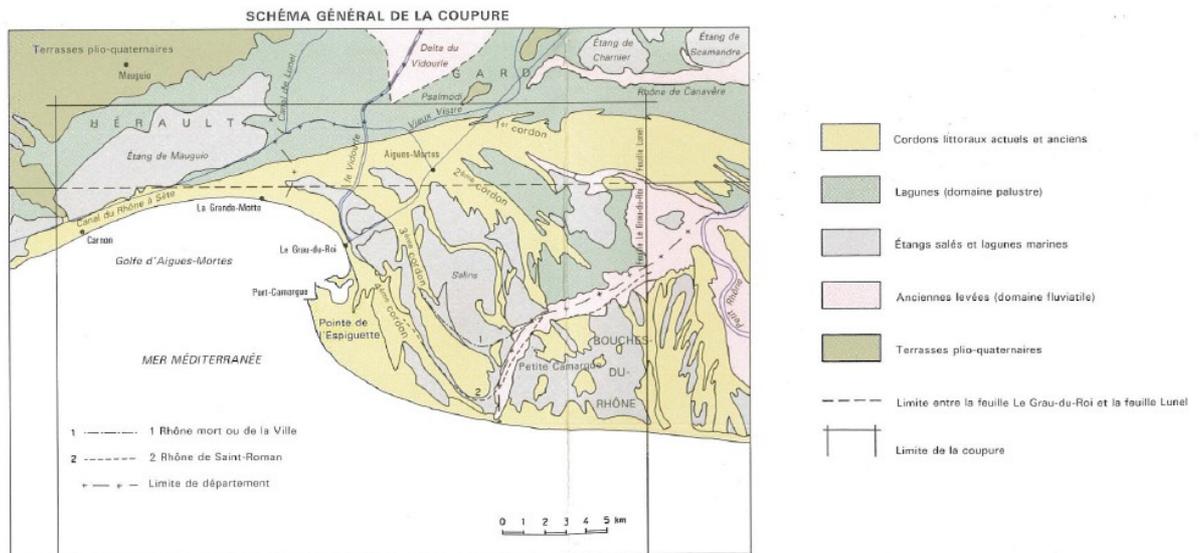


Figure 2 Schéma général de la carte géologique du Grau du Roi au 1/50 000° (L'Homer, 1993).

### ii) Réseaux hydrogéologiques

La formation des cailloutis constitue l'aquifère d'une nappe rendue captive par la présence de la formation d'argile saturée dont la conductivité hydraulique est très faible. On parle ici d'aquitard. Les échanges se font à une vitesse si réduite que la nappe est considérée comme captive. Une autre nappe superficielle se développe dans les horizons pédologiques de surface et plus particulièrement dans les bourrelets alluviaux.

La région a été longtemps sous l'influence des crues régulières du Rhône. Elles assuraient un lessivage des sols et une fertilisation naturelle. Mais sur des temps récents, la chenalisation du Rhône qui a permis aux habitants de s'affranchir du risque d'inondation a par là même coupé ces apports bénéfiques aux sols camarguais. Par ailleurs, l'assainissement des marais a permis la conquête de terres agricoles et l'implantation durable des filières viticoles et rizicoles que l'on connaît aujourd'hui. Enfin, la seconde moitié du XX<sup>ème</sup> siècle a vu l'agrandissement significatif des surfaces cultivées par la poursuite de l'assèchement des marais ainsi que par le remembrement d'un parcellaire jusque-là morcelé et dépendant des zones marécageuses.

### iii) Anthropisation du milieu

La gestion de l'eau sur ce territoire a été confiée à des associations syndicales autorisées (ASA). On ne compte pas moins de quatorze ASA entre le Grau du Roi et Beaucaire. Parfois issues de l'assainissement d'un territoire comme c'est le cas pour l'ASA de la Souteyranne qui s'occupe de

l'assainissement des anciens marais de la Souteyranne. Aujourd'hui, certaines ASA sont dédiées à l'assainissement (évacuation des eaux agricoles) ou à l'irrigation tandis que certaines s'occupent des deux. Leurs activités propres sont présentées dans la carte en Annexe 02. Les eaux de drainages exportées des domaines par des réseaux de roubines sont historiquement conduites vers les zones marécageuses où les roseaux effectuent un traitement naturel permettant le développement d'une certaine biodiversité, indicatrice de la qualité des eaux. Du fait du très faible dénivelé topographique du territoire, certaines ASA d'assainissement sont obligées de maintenir en permanence un pompage pour maintenir le niveau de la nappe suffisamment bas dans le profil de sol. En absence d'ASA d'irrigation, certaines parties du territoire ont été intégrées au réseau de la Compagnie Nationale d'Aménagement du Bas Rhône Languedoc (BRL).

Notons que depuis 1993, le Syndicat Mixte de la Camargue Gardoise (SMCG) qui regroupe les communes d'Aigues-Mortes, Aimargues, Beauvoisin, Le Cailar, Le Grau du Roi, Saint Gilles, Saint Laurent d'Aigouze et de Vauvert a la charge de la rédaction d'un Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE).

## **b) Organisation des filières agricoles**

### **i) La filière viticole**

Avec la riziculture, la viticulture est aujourd'hui une des activités identitaires de la Camargue. De fait, la filière viticole est la plus développée en termes de surface. La première raison à cela est historique : les sols sableux étaient un refuge de la vigne lors de la crise du phylloxéra à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle et c'est d'ailleurs une des dernières régions en France où l'on trouve encore de la vigne franc-pied. La seconde raison est liée au succès de la production majoritairement centrée sur des vins rosés (rosés, gris, gris de gris) qui s'exporte facilement. Les producteurs se sont regroupés au sein d'une cave coopérative, « la cave des sablons » et du « syndicat des vins des sables » qui gère l'IGP « Sable de Camargue ». Le vignoble est historiquement morcelé et localisé sur les points les plus hauts (matériaux à dominante texturale sableuse). Les domaines viticoles sont alors constitués de surfaces cultivées et de marais qui permettent l'évacuation, le stockage et le traitement des eaux de drainage par des roselières. Le renouvellement des exploitations s'est souvent accompagné de remembrements mélangeant terres cultivables et incultes et l'assainissement des marais a permis l'augmentation de surfaces cultivées au détriment des zones humides. Le rôle des marais au sein des exploitations s'est perdu et ils sont parfois séparés du domaine ou vendus pour la chasse. Cette activité représente une pression supplémentaire sur la ressource en eau douce. Le maintien de ces surfaces en eau permet d'attirer le gibier à plumes mais c'est aussi un débouché des eaux de drainage qui disparaît (Lamazère, 2015).

### **ii) La filière rizicole**

La filière rizicole, autre culture identitaire de Camargue s'est implantée à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle dans le cadre de la lutte contre le phylloxéra. La culture de riz, qui nécessite une immersion prolongée des parcelles, avait un rôle d'assainissement des parcelles avant la plantation de la vigne. Plus tard, l'apparition des porte-greffes a fait perdre ce rôle à la riziculture qui se marginalise. Au lendemain de la Seconde Guerre Mondiale et avec l'indépendance de l'Indochine, le marché intérieur a dû trouver de nouvelles sources d'approvisionnement et la riziculture s'est

développée à nouveau en Camargue. À son apogée dans les années 1960, elle couvrait intégralement la demande française. À la création du marché commun, la concurrence avec les riziculteurs italiens de la plaine du Pô dont la superficie est dix fois plus importante, fut à l'origine d'un déclin de la riziculture camarguaise qui ne dut son maintien que grâce à son effet assainissant dans les rotations de cultures. À la fin des années 1980, les aides à la production de la PAC ont permis aux riziculteurs de se redévelopper. La production couvre aujourd'hui un quart de la demande française. Pour faire face au récent découplage des aides, la solution passe par un meilleur rendement. La recherche se concentre sur une amélioration variétale et sur une augmentation du taux de germination. La particularité de la culture du riz est la demande importante en eau d'avril à septembre avec un pic au mois de juillet. La riziculture est aujourd'hui associée au maraîchage et aux grandes cultures au travers de rotations. Les exploitations sont généralement équipées de pelles mécaniques et assurent l'entretien tous les cinq ans d'une ceinture de fossés autour de leurs parcelles ainsi qu'un nivellement parcellaire fin (Mouret, 2015).

### **c) La salinité : définitions, exemples**

#### **i) Définitions générales**

La gestion de la salinité en Camargue a fait l'objet de nombreuses études tout au long de la seconde moitié du XXème siècle mais la salinité est un phénomène mondial qui se décline sous plusieurs variantes. Une présentation détaillée de ce phénomène est nécessaire au développement de cette étude.

On parle de sols salés en présence de teneurs excessives en sels solubles ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Li}^+$ ,  $\text{NR}_4^+$ ,  $\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{CO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{HO}^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ). La solution du sol est un électrolyte dont la conductivité électrique (CE exprimée en siemens par m : S/m) dépend de la quantité d'ions dissous. C'est cette CE dont la mesure permet d'estimer la salinité du sol. Suivant la nature des ions dont on mesure la concentration, les effets sur les sols et les cultures diffèrent. On distingue donc la salinité, terme générique concernant la concentration en sels dissous, de la sodicité, laquelle fait référence à une concentration excessive de sodium. L'alcalinité, quant à elle, traduit l'abondance en carbonates dont une concentration trop élevée s'accompagne généralement d'un pH basique.

Une concentration saline trop élevée agit sur le potentiel osmotique de l'eau du sol. En augmentant la salinité, le potentiel osmotique diminue et l'extraction de l'eau du sol par les racines est rendue plus difficile. Hormis ce stress hydrique, les ions en excès ont des effets spécifiques :

- les ions sodium affectent la structure du sol ;
- les ions chlorure peuvent être source de toxicité pour les cultures.

On distingue la salinité selon son origine :

- salinité primaire lorsqu'elle est d'origine naturelle : les sels naturellement présents dans l'eau de mer sont apportés par des submersions (hautes eaux de tempête, marées) ; ils peuvent être transportés sous forme d'embruns arrachés à la mer (Richer de Forges et al., 2014) ; ils peuvent provenir du lessivage d'évaporites ; ils proviennent également de

certaines eaux souterraines, les nappes présentent un gradient croissant de salinité avec la profondeur mais du fait de la demande évaporatoire on peut avoir une accumulation des sels au niveau de la surface dans les zones de basse altitude. D'autre part la salinité des nappes peut augmenter avec leur proximité au trait de côte sous l'influence d'un biseau salé ; la dissolution de gaz volcaniques dans les cours d'eau peut être la source d'un excès de Bore (Servant, 1976) ;

- salinité secondaire lorsqu'elle est d'origine anthropique : l'utilisation d'une eau d'irrigation de mauvaise qualité, un système de drainage défaillant sont à l'origine de la concentration des sels dans une parcelle ; l'accumulation de sels peut aussi résulter d'apports d'engrais ou d'amendements.

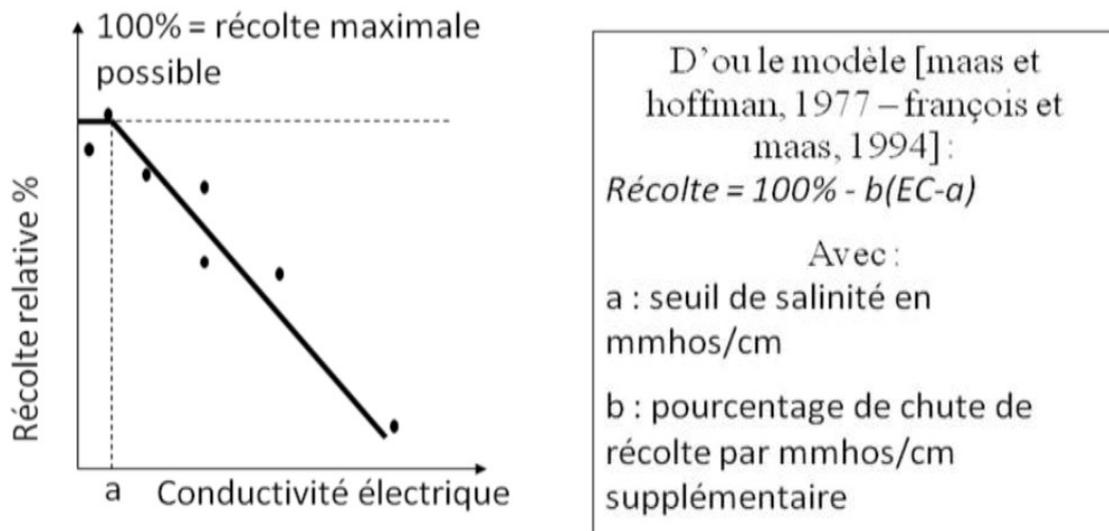
### **ii) Vulnérabilité du territoire camarguais**

La Camargue est une région sensible à la salinité de par sa formation en contexte marin, sa faible altitude qui favorise l'arrivée des embruns et les submersions marines et sa proximité à la mer. D'autre part la canalisation du cours du Rhône a fait disparaître les crues et donc le lessivage naturel et régulier qu'elles engendraient. De par son développement au-dessus d'un horizon formé en milieu marin et les apports marins, la nappe superficielle présente dans les sols camarguais est naturellement saline. Les exploitations se sont donc développées dans un premier temps sur les points les plus hauts. La riziculture par son itinéraire de culture particulier permet d'assainir les horizons superficiels et favorise le développement de la culture suivante. La longue période immergée permet d'entraîner les sels en profondeur. La pratique de la submersion hivernale en viticulture vise à reproduire cet effet. Historiquement, les parcelles agricoles sont équipées de canaux et de roubines sur un modèle de double ceinture. La première, intérieure, contrôle la hauteur d'eau douce, la seconde plus profonde et plus extérieure sert à l'évacuation des eaux drainées. Ce canal d'évacuation, ou roubine est connecté à un marais voisin où l'eau de drainage est exportée. Le modèle a été poussé plus loin au domaine de l'Espiguette (ENTAV-INRA) où la tranchée centrale permet le contrôle de la hauteur de la nappe. L'irrigation localisée permet le maintien d'une lentille d'eau douce en surface et les bords de parcelle sont imperméabilisés par des murs de béton pour limiter les variations de hauteur de nappe. Lors des remembrements de parcelles, cette logique de double ceinture n'est pas conservée. On lui préfère de grandes tranchées d'évacuation et des parcelles plus grandes.

Aujourd'hui, la viticulture gagne aussi sur les terrains marécageux de plus faible altitude. Dans ces conditions, l'évacuation des eaux de drainage est plus difficile et est associée à une diminution de la fonction épuratrice des marais. Le pilotage de la hauteur de nappe devient plus difficile. Le risque associé est que les variations de la nappe n'entraînent lors de la remontée l'asphyxie des racines qui ont progressé dans l'espace libéré lors du mouvement descendant. L'irrigation localisée se développe dans cette optique de lutte contre la salinité.

### **iii) Conséquences économiques de la salinité**

Les conséquences de la salinité sur les rendements ont été mises en évidence. Au-delà d'un seuil propre à la culture, la récolte chute linéairement avec la salinité.



*Lien entre salinité appréciée par la conductivité électrique et productivité pour une plante déterminée.*

Figure 3 Relation entre la salinité mesurée par la conductivité électrique et le rendement. Les paramètres a et b sont propres à chaque culture (Legros, 2009)

Si la tolérance des cultures à la salinité est variable, la vigne se classe parmi les cultures moyennement sensibles. Une CE de 10 dS/m mesurée sur l'extrait de pâte saturée correspond à des pertes de rendement de 50 % (Maas, 1984). Parmi les surfaces des adhérents de la cave des sablons, 10 % des terres auraient été rendues incultes par le sel (Guiraud, 2015). En plus des pertes de rendement, les difficultés de gestion de ce problème sont un frein au renouvellement des exploitations qui hésitent à replanter sur un terroir hostile. En Camargue, en plus d'un sol formé en milieu marin, l'altitude faible ou négative facilite l'entrée des sels par les embruns et les submersions marines. Si on estime que la salinité touche dans le monde près de 30 millions d'hectares et coûte chaque année 10 milliards de dollars (USD) aux agriculteurs (Bouarfa, 2012), dans le cadre d'une région littorale française viticole comparable à la Camargue Gardoise, les pertes économiques seraient comprises entre 4 % et 12 % de la valeur ajoutée créée sur la zone selon une étude menée dans la région de Sérignan par des étudiants de Montpellier SupAgro (Castex et al., 2013).

#### iv) Moyens de lutte : exemples de gestion à l'étranger

La gestion de la salinité dans les régions littorales a pris des formes différentes.

- La poldérisation aux Pays Bas (Raats, 2014)

Les problèmes recensés aux Pays Bas sont des problèmes de salinité et de sodicité liés aux inondations et submersions marines. Volontaires lors des guerres du XXème siècle ou naturelles, elles font de bons sujets d'études pour les chercheurs hollandais. Hissink expérimente les apports de gypse dès 1923 suite à la submersion d'un polder. Les forts apports de sodium de ces inondations constituaient un risque de battance en cas de lessivage par une eau douce comme c'est le cas avec l'eau de pluie. Lors de la Seconde Guerre Mondiale, des inondations sur près de 80 000 ha ont été provoquées par le bombardement des digues. La réhabilitation des sols a été menée au travers de lessivages accompagnés ou non d'apports de gypse. La richesse en sulfates de

l'environnement marin dans lequel se sont formés les sols, associée à la présence de calcite a conduit à la formation de gypse rendant inutile un amendement supplémentaire dans certains cas. Les premières diminutions de taux de germination et ralentissements de la croissance sont identifiés.

- Les « chotts » nord africains (Legros, 2009)

L'organisation des cultures dans les oasis dépend de leur tolérance au sel. Entre les rangées de palmiers, les cultures intercalaires les plus sensibles sont situées sur les parcelles les plus hautes. Les arbres fruitiers sont ainsi les premiers à recevoir l'eau des foggaras. À mi-pente, on trouve le fourrage et le maraîchage, moins sensibles tandis que seuls les palmiers se retrouvent dans les parcelles basses. Ce sont les plus tolérants et ils reçoivent une eau concentrée en sels par les prélèvements des cultures en amont. L'eau non prélevée par les cultures forme un chott dont les sels se concentrent avec la forte évaporation.

- Les « évaporation ponds » en Californie (Legros, 2009)

Le développement de l'agriculture dans la Coachella Valley à la frontière entre la Californie et le Mexique a été possible grâce à l'eau du Colorado prélevée et conduite par le « All-American Canal ». Les eaux drainées des surfaces cultivées ont été exportées dans ce qui forme aujourd'hui le « Salton Sea », le plus grand lac californien. Les sols formés en contexte marin sont naturellement salés et sont à l'origine de la qualité de ces eaux de drainage et du nom du lac. La salinité y est plus élevée que dans le proche océan Pacifique. La solution privilégiée aujourd'hui est aussi observable par les photos aériennes. Il s'agit de petites rétentions d'eau en bordure des parcelles où l'évaporation naturelle permet d'éliminer les eaux usées. C'est l'ancienne méthode camarguaise de gestion des eaux usées remplaçant les marais par ces mares plus petites, plus nombreuses et incluses dans la parcelle cultivée.

La gestion de la salinité revêt donc plusieurs formes selon les régions mais dans chaque cas, les sels sont exportés du système de production par un drainage efficace. Chaque exemple montre un mode d'action différent basé sur la maîtrise du support de culture, l'organisation et le choix des cultures en fonction de leur tolérance, et la gestion des eaux de drainage. Comment sont-ils transposables dans le contexte d'une exploitation viticole camarguaise ?

## 2) Caractérisation de la pression saline : méthode et application

### a) Outils de caractérisation de la pression saline

#### i) La conductivité électrique (CE)

Compte tenu de la variabilité saisonnière de la dynamique des sels, la mise en évidence de la salinité dans une perte de rendements, quelle que soit la culture, passe par des mesures de CE répétées à plusieurs moments de l'année hydrologique. La répétition de mesures supérieures au seuil de tolérance de la culture concernée est le seul moyen d'attribuer à la salinité des pertes de rendement ou un symptôme de stress hydrique.

Les mesures de CE, exprimées en mS/m, peuvent être effectuées sur la solution du sol, ou bien directement dans l'eau de la nappe si elle est accessible. Elles sont normées par l'AFNOR : la mesure de la conductivité électrique d'un échantillon de sol est encadrée par la norme NF ISO 11 265. Les seuils de tolérance des cultures ont été définis par rapport à la mesure de la pâte saturée. Cependant il est possible de considérer que la mesure effectuée dans la nappe se rapproche des conditions dans lesquelles se retrouve un échantillon dans l'analyse de la pâte saturée. À défaut de la mesure de pâte saturée, la corrélation qui existe entre la conductivité d'un échantillon dilué et celle d'un extrait de pâte saturée est bonne. Il convient cependant de connaître la relation qui varie suivant l'environnement donné. Souvent, la connaissance de cette relation permet d'effectuer la mesure sur un échantillon dilué au 1/5<sup>e</sup>, ce qui est plus pratique à réaliser dans le cadre d'un suivi de la salinité (Montoroi, 1997).



Figure 4 Mesure de la conductivité électrique sur échantillons dilués au 1/5e.

## ii) Analyses chimiques et indicateurs de la pression saline

L'analyse chimique d'échantillons de sols doit permettre d'identifier les ions à l'origine de la salinité et de définir le type de salinité présente. On dose le plus souvent  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{--}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{--}$  et  $\text{NO}_3^-$ .

Deux indices calculés à partir de ces analyses vont déterminer si il s'agit de sodicité. Le Sodium Adsorption Ratio (SAR) estime la proportion de sodium de la solution du sol qui va pouvoir se fixer sur le complexe d'échanges. Défini par l'USDA au début des années 1950, il a été très utilisé depuis dans la gestion de la salinité en agriculture, principalement pour caractériser la qualité des eaux d'irrigation. Il suppose qu'un équilibre s'établit entre le sodium libre dans la solution du sol et celui fixé sur les complexes adsorbants. Il en est de même des principaux autres ions présents dans les sols salés : le calcium et le magnésium. La proportion de sodium dans la solution du sol, corrigée de la valence propre à chacun des ions conduit à la proportion de sodium fixé sur le complexe d'échanges, et donc au risque de sodicité.

$$\text{S.A.R.} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{1}{2}(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})}}$$

Cette formule a été critiquée à cause de l'absence du potassium, mais aussi par les travaux de Schofield et Quirk (1955) sur les seuils de concentration des ions en solution. Ils ont mesuré les concentrations des ions en solution et les variations de ces indicateurs suite à une perte de perméabilité de 10 à 15 %. Les effets de la sodicité sur la structure du sol se traduisant par une perte de perméabilité. La seule constante face aux mêmes pertes de perméabilité est la concentration en calcium. Elle doit être supérieure à  $3 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$  afin d'éviter toute diminution significative de la perméabilité (Bourrié, 2014). Cela pourrait s'expliquer par l'absence d'équilibre de l'échange entre calcium et sodium au niveau du complexe adsorbant n'existe pas. Les sites de fixation sont propres au calcium et au sodium. Ainsi, la fixation du calcium au niveau d'un feuillet argileux modifie la configuration du site de fixation du sodium et le chasse du complexe d'échanges. L'interaction latérale entre les sites d'échange est à l'origine de ce phénomène de démixtion (Glaeser et Méring, 1954 ; Bourrié, 2014).

Le pourcentage de sodium échangeable (ESP) traduit la garniture en sodium du complexe d'échanges et donc la sodicité du sol (Legros, 2007). Il s'exprime par le rapport entre la quantité de sodium adsorbé et la capacité d'échanges cationiques (CEC). Le seuil de sodicité est fixé à 15 %, mais, selon les situations, on peut considérer des seuils plus faibles.

$$ESP = \frac{\text{Na}^{+i}}{CEC}$$

Les résultats d'analyses permettent donc de classer les situations suivantes :

Tableau 1 Caractérisation de la salinité selon la composition chimique du sol

<b>Absence de salinité :</b> CE < t ESP < 15 % ou $Ca^{2+} < 3,10^{-4}$ mol/L	<b>Sodicité :</b> CE < t ESP > 15 % ou $Ca^{2+} > 3,10^{-4}$ mol/L
<b>Salinité :</b> CE > t ESP < 15 % ou $Ca^{2+} < 3,10^{-4}$ mol/L	<b>Salinité et Sodicité :</b> CE > t ESP > 15 % ou $Ca^{2+} > 3,10^{-4}$ mol/L

### iii) Les mesures géophysiques

Les méthodes présentées précédemment permettent de caractériser la pression saline de manière précise. Cependant plus le site étudié est étendu, plus le nombre de mesures augmente. Le temps et les coûts nécessaires à l'étude suivent la même tendance. Des mesures moins directes dites de « proxy détection » permettent d'acquérir l'information de manière plus rapide.

C'est le cas de la géophysique de subsurface. La mesure de la conductivité électromagnétique (CEM) des horizons de surface du sol, exprimée elle aussi en mS/m, permet d'estimer la variation de la conductivité électrique de la solution du sol. Le principe mis en œuvre dans cette approche est l'étude de la variation subie par un signal électromagnétique émis par deux bobines. Un appareil fréquemment utilisé dans ces mesures est l'EM 38. Suivant la position de l'appareil, horizontale ou verticale par rapport à la surface du sol, les bobines inductrices sont, respectivement, verticales ou horizontales. Le champ magnétique induit traverse ainsi une épaisseur de sol plus ou moins importante. Cependant cette méthode non destructrice intègre de nombreux paramètres. Le signal est affecté, entre autres, par la conductivité électrique de la solution du sol, mais aussi par sa structure, sa texture, son humidité relative ou encore sa température. Bien qu'on estime qu'elle atteigne 1,5 m lorsque l'appareil est en position verticale, et 75 cm lorsqu'il est en position horizontale, la profondeur d'investigation varie selon ces paramètres. L'interprétation du signal dépend donc de la variabilité des autres paramètres au moment de la mesure et sur la zone concernée.

L'analyse des résultats de géophysique nécessite l'utilisation d'un logiciel de géostatistiques afin de réaliser une interpolation des mesures et une cartographie de la pression saline. Parmi les logiciels disponibles, on peut citer GeoFis ou Vesper. Une fois le travail d'interpolation des données réalisé, la visualisation et la présentation des résultats peuvent se faire via les logiciels de cartographie ArcGIS ou Qgis.

La présentation de la carte d'interpolation sous ArcGIS ou Qgis peut être un raster présentant une valeur en tout point du site ou un vecteur donnant les lignes d'isovaleurs de conductivité.

## b) Présentation du mas Le Pive

Le mas Le Pive est une exploitation viticole située sur la commune de Vauvert (Gard) au hameau de Montcalm. Il s'agit d'un domaine de 48 ha répartis en 17 parcelles plantées entre 1988 et 2011. Il est bordé au nord par un canal d'eau douce de l'ASA de la Souteyranne qui constitue une source d'eau pour le domaine, à l'ouest par un étang et par le hameau de Montcalm, au sud par la route, et à l'est par d'autres exploitations viticoles.

En 2010, seules deux parcelles présentaient des pertes de rendement attribuées à la salinité : celles de cabernet lac et de merlot lac. En 2015, les pertes de rendement ont été localisées sur quatre autres parcelles présentées sur la carte suivante : deux secteurs de la parcelle de roussane, un secteur de la parcelle de merlot route voisine, une zone restreinte de la parcelle de viognier, et la parcelle de merlot chapelle.

Pour les besoins de l'étude, seules les parcelles de roussane et de cabernet lac ont été retenues. Ce sont celles qui présentent le plus de dépérissement. Une parcelle saine a été choisie comme témoin, la parcelle de merlot nord.

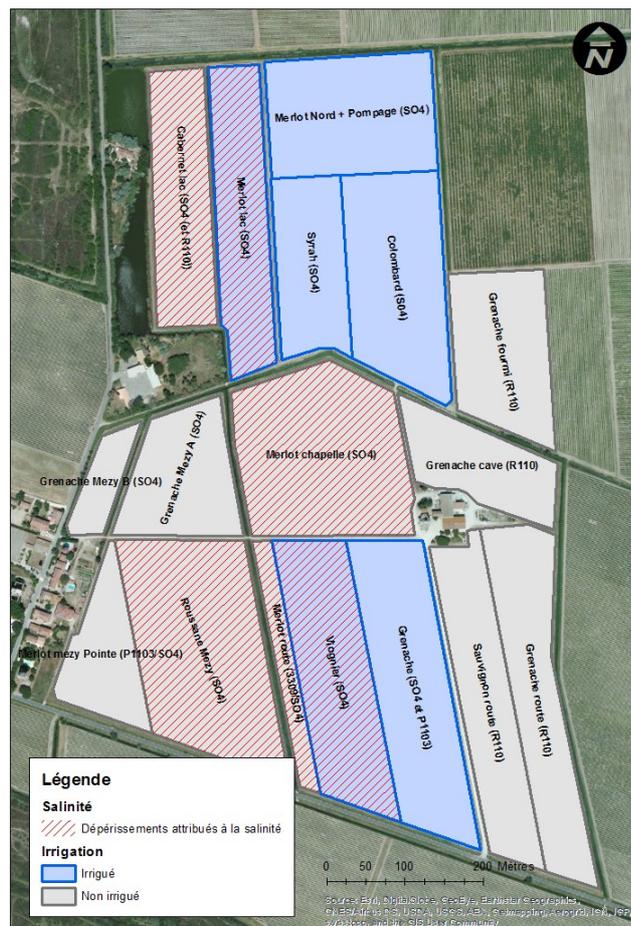


Figure 5 Parcellaire du mas Le Pive : cépages, porte greffes, irrigation et problèmes de salinité (données AdVini)

### i) Le sol, support de la production

Le domaine de Pive se situe intégralement sur l'ancien cordon littoral dit « de Montcalm » que la carte pédologique présente comme une formation de sols sableux calcaires, localement nivelés par l'homme pour le développement de l'agriculture. On y remarque de petites inclusions de sols limono argileux et argileux à proximité de l'étang.

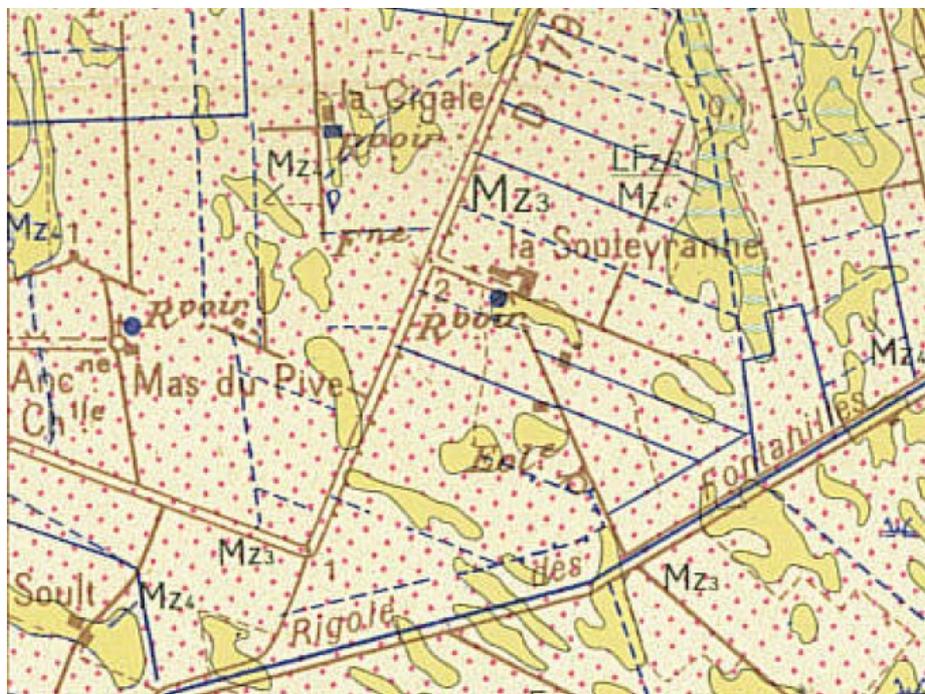


Figure 1 Extrait de la carte géologique d'Arles au 1/50 000° (Bouteyre et Duclos, 1994).

Une mesure de l'altitude fine a été réalisée par l'association SIG LR et est disponible sur le site Géoportail. On y retrouve les variations au sein de la parcelle de roussane, qui se sont traduites dans la toponymie. La partie « basse » est composée de deux sous parties : une, centrale, dont l'altitude moyenne est de 75 cm et l'autre, au bord de la route qui est à plus de 90 cm. La partie « haute » présente une butte symétrique par rapport à l'axe de la roubine comblée à plus de 90 cm d'altitude puis redescend légèrement en bordure sud de parcelle (80 cm).

La parcelle de cabernet lac est plus plane et d'une altitude moyenne de 65 cm. Elle constitue donc un point bas du domaine.

La parcelle témoin présente une pente orientée est-ouest comprise entre 90 cm à l'ouest et 120 cm à l'est.

### ii) L'équipement hydraulique du domaine

Le domaine est parcouru par un réseau de roubines orientées N-S et E-O. Un exutoire traverse la route au sud par une buse. La communication entre les différentes sections du réseau est souvent difficile.

Les parcelles de cabernet et merlot lac présentent la particularité de mal drainer l'eau. Après une pluie, il faut attendre plusieurs jours avant de pouvoir retourner dans la parcelle avec un engin.

### iii) Historique d'aménagement et d'occupation des sols

L'historique disponible au domaine date de l'acquisition du domaine par la maison Jeanjean, au début des années 1990. Elle a donné lieu à la restructuration de la parcelle de roussane avec le comblement de la roubine qui la traversait. On remarque qu'elle traversait la zone actuellement touchée de RN en son milieu. La partie « basse » de la parcelle de roussane présentait une roubine comblée en 1993, avant sa replantation en une parcelle unique.

## c) Caractérisation de la salinité au mas Le Pive

### i) Application des outils de caractérisation de la pression saline

- Caractérisation des sols du mas Le Pive

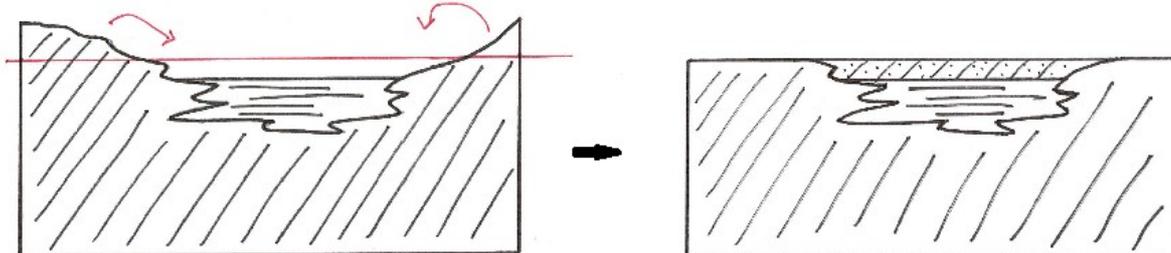
Des sondages ont été réalisés dans les parcelles choisies. Ceux-ci ont révélé une certaine homogénéité de texture entre les parcelles, à l'exception de la parcelle de cabernet. Si la plupart des sols sont à dominante sableuse, certains sondages menés dans la parcelle de cabernet lac ont présenté une richesse importante en particules plus fines (argiles et limons). Les sols sableux étant peu structurés, les sondages sont généralement très homogènes tout le long du profil. Les formations particulières observées dans la parcelle de cabernet se situent en profondeur, généralement entre 60 et 80 cm. Elles présentent des traces d'oxydation et les formations plus profondes sont très réduites, d'une couleur bleu vif traduisant une stagnation d'eau.

Le recours aux photos aériennes historiques disponibles sur le site Géoportail a permis de retracer l'évolution de l'occupation de la parcelle de cabernet lac. Une photo prise en juin 1970 montre la future parcelle en travaux d'aplanissement. Une photo antérieure montre le même endroit à l'état de marécage, traversé par une dune sableuse. La topographie relevée s'accorde bien avec le statut d'ancien marécage de la parcelle.



Figure 1 Travaux d'aplanissement réalisés sur le mas de Pive représentés par des photos aériennes de 1954, 1970 et 1975 (de g. à d.). La parcelle de Cabernet lac est symbolisée par le rectangle noir.

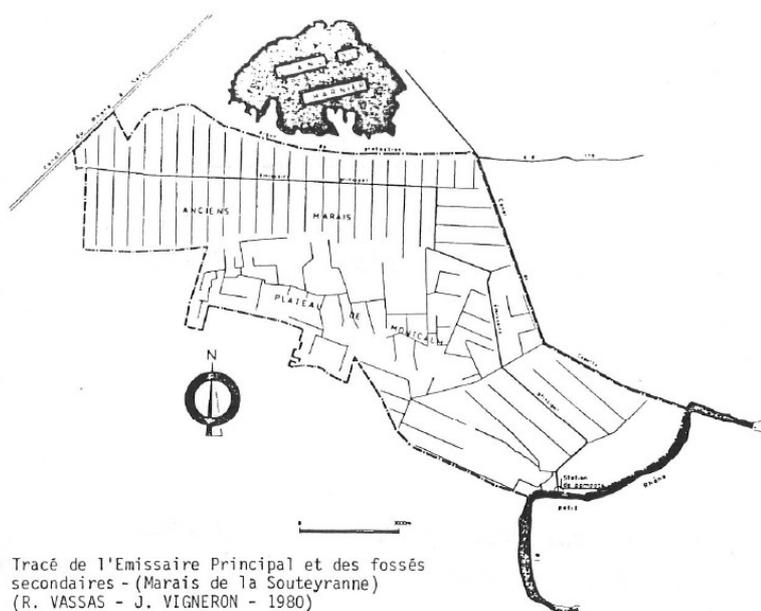
La présence de matériau particulièrement fin en profondeur s'explique donc par le mécanisme suivant. Il s'agit d'une dépression limono-argileuse, comme on en observe sur la carte pédologique, qui a été comblée par des matériaux plus grossiers.



**Figure 6 Coupe transversale schématisant les travaux d'aplanissement de la parcelle**

Les travaux d'aménagement de la parcelle de cabernet s'inscrivent dans une période d'assainissements des marais de la région et de développement des surfaces cultivables. Les années 1960 sont celles de l'accroissement de la production agricole en Camargue, avec notamment le développement de la riziculture. Des aides de l'État et du département permettent la mise en place de structures hydrauliques, avec l'assainissement des marais de la Souteyranne et la création d'un réseau de fossés, de stations d'exhaure et de pompage, et d'un système de drainage souterrain. Le réseau, long de 110 km de fossés secondaires permettant l'évacuation de l'eau usée des parcelles, est décrit dès 1982 comme mal entretenu, en partie comblé, et encombré par la végétation. Les fossés de 2,50 m de large au sommet et de 1,20 m de profondeur avaient alors perdu entre 10 et 30 cm de profondeur (Vaquié, 1982).

Sur l'ensemble du domaine, les photos aériennes n'ont pas permis d'identifier une autre culture que la vigne sur le domaine.



**Fig. 5 : Tracé de l'Emissaire Principal et des fossés secondaires - (Marais de la Souteyranne) (R. VASSAS - J. VIGNERON - 1980)**

**Figure 7 Réseau de drainage de l'ASA de la Souteyranne construit dans les années 1960 (Vaquié, 1982)**

- Dynamique des sels sur le domaine de Pive

La stratégie choisie pour caractériser la salinité des sols est d'associer des mesures de conductivités électriques ponctuelles à une campagne de mesures de géophysique. La connaissance de la structure et de la texture des sols permet de relier plus facilement les valeurs relevées à l'EM 38 à la conductivité de la solution du sol.

La campagne d'acquisition de données de géophysique a été réalisée dans le courant du mois d'avril 2015. Les mesures sont réalisées tous les deux piquets (soit tous les 10 m), un rang sur deux. Les résultats sont présentés dans les cartes suivantes :

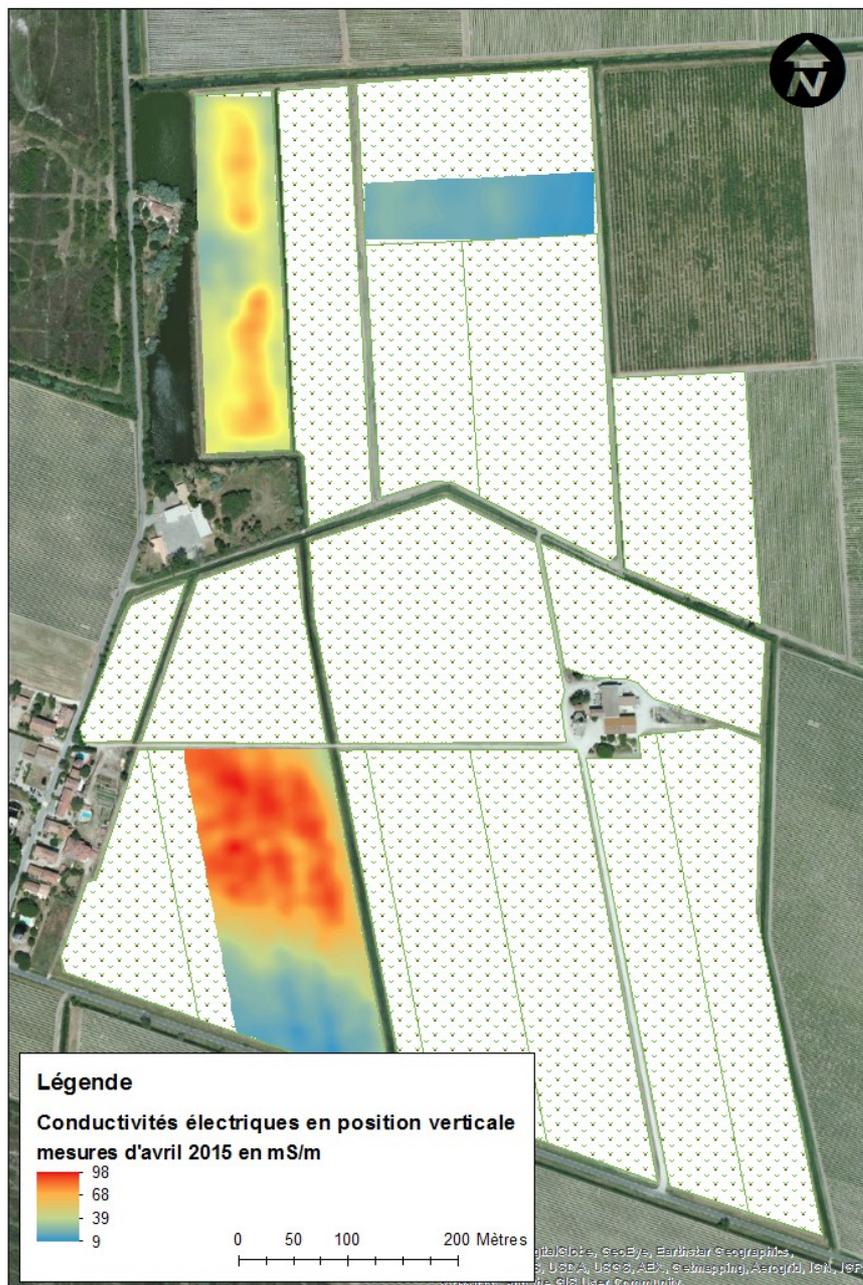


Figure 8 Représentation spatiale des mesures de géophysique réalisées à l'EM 38 réalisées sur le domaine du mas Le Pive (position verticale)



Figure 9 Représentation spatiale des mesures de géophysique réalisées à l'EM 38 réalisées sur le domaine du mas Le Pive (position horizontale)

Les mesures réalisées dans la parcelle de merlot confirment la pertinence de son choix comme parcelle témoin. Les valeurs sont faibles et varient peu. La variation du signal semble cependant suivre la variation d'altitude mesurée entre l'est et l'ouest de la parcelle.

S'agissant de la parcelle de cabernet lac, on constate que les conductivités les plus élevées (jusqu'à 90 mS/m en position verticale) correspondent aux inclusions limono argileuses mentionnées sur la carte pédologique. Les variations du signal électromagnétique correspondent ici à des variations connues de la texture du sol qu'il est donc difficile d'attribuer à une variation de la conductivité électrique de la solution du sol.

En ce qui concerne la parcelle de roussane, on remarque que seule la partie basse présente de fortes conductivités (de l'ordre de 100 mS/m en position verticale). La zone présentée comme touchée dans la partie « haute » présente des conductivités comparables à celles de la parcelle témoin (de l'ordre de 20 mS/m). Dans ce cas, les variations du signal électromagnétique ne correspondent pas à des variations de texture mais semblent être corrélées aux variations topographiques.

La corrélation supposée entre la valeur de CEM et la topographie peut s'expliquer de la façon suivante : en absence d'autres paramètres influençant le signal électromagnétique, plus l'altitude diminue, plus la nappe est proche de la surface, et mieux elle est interceptée par le signal émis par l'EM 38.

La réalisation d'analyses chimiques devient nécessaire pour trancher.

Le prélèvement d'échantillons en vue de la mesure de la conductivité électrique et du dosage des ions en présence a été effectué également dans le courant du mois d'avril 2015 afin de les comparer aux résultats de la géophysique. Ces mesures permettent de distinguer cinq unités. La parcelle de roussane est divisée en deux : sa partie nord (RN), qui présente de fortes conductivités, est à distinguer de sa partie sud (RS). De même, dans la parcelle de cabernet lac, on distingue la partie caractérisée par des noyaux de conductivités élevées (CN) des bords de la parcelle (CB). La cinquième unité est constituée par la parcelle de merlot nord (MT).

Des échantillons ont été prélevés à la fois pour la mesure de l'humidité relative et pour les analyses chimiques. La description des sondages se trouve en Annexe 03.

Compte tenu des délais impartis, du temps dévolu à l'étude, et de celui nécessaire à la réalisation des analyses, les prélèvements ont été réalisés fin mai à trois profondeurs distinctes (0 – 20 cm ; 50 – 70 cm ; 100 – 120 cm), et ce dans chaque unité. La salinité se répand suivant une composante horizontale à travers le ruissellement, la diffusion et suivant une composante verticale à travers la percolation. Le gradient de salinité des nappes salées croît avec la profondeur. Il est important de conserver cette dimension verticale dans les analyses et de faire des mesures à différentes profondeurs. La nappe superficielle est alors haute, la demande évaporatoire estivale ne s'étant pas encore exercée sur l'eau du sol. On a donc des ions encore relativement peu concentrés.

La mesure de la conductivité électrique de la solution de l'échantillon de sol (ECw dans le tableau) a été réalisée au Lisah suivant la norme NF ISO 11 265. Une correction des valeurs obtenues a été réalisée à partir de la mesure de l'humidité relative de l'échantillon pour obtenir la conductivité électrique de la solution de sol (ECs dans le tableau) selon la méthode Mac Neal et al. (Montoroi, 1997). Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 2** Tableau synthétique des mesures de conductivités réalisées suivant la norme ISO 11 265. Hs est l'humidité relative de l'échantillon. L'intermédiaire de calcul de la formule de Savatier est présenté dans l'avant dernière ligne.

	CN			CB		
Prof.	0 - 20	50 - 70	100 - 120	0 - 20	50 - 70	100 - 120
ECw (dS/m)	0,345	0,397	0,552	0,231	0,319	0,295
Hs (%)	6	6	9	5	12	7
(He/Hs) <sup>1/c</sup>	17,70	17,70	12,13	21,04	9,35	15,31
ECs (dS/m)	6,1	7,0	6,7	4,9	3,0	4,5
	RN			RS		
Prof.	0 - 20	50 - 70	100 - 120	0 - 20	50 - 70	100 - 120
ECw (dS/m)	0,205	0,303	0,545	0,207	0,182	0,193
Hs (%)	3	12	13	4	14	15
(He/Hs) <sup>1/c</sup>	34,41	9,35	8,70	26,05	8,15	7,68
ECs (dS/m)	7,1	2,8	4,7	5,4	1,5	1,5
	MT					
Prof.	0 - 20	50 - 70	100 - 120			
ECw (dS/m)	0,183	0,183	0,18			
Hs (%)	3	3	10			
(He/Hs) <sup>1/c</sup>	34,41	34,41	11,02			
ECs (dS/m)	6,3	6,3	2,0			

On est en présence de sols sableux de pH supérieur à 8,5 ce qui est particulièrement élevé. Le taux de matière organique est très faible (inférieur à 10 g/kg) excepté en surface où il est un peu plus consistant (proche de 20 g/kg) grâce au maintien de l'inter-rang enherbé et aux amendements de matière organique. La capacité d'échange cationique est portée essentiellement par cette matière organique, la quantité d'argiles dans le sol étant très faible (inférieure à 5 %). Les argiles présentes ont été identifiées par le laboratoire IC2MP HYdrASA de l'université de Poitiers Annexe 04. Après dispersion dans l'eau et décantation, la réalisation d'une lame orientée sur une aliquote soumise à la diffraction de rayons X a mis en évidence des argiles de type 2/1 (illites et smectites) en faible quantité. Les smectites sont des argiles aux propriétés gonflantes qui pourraient expliquer une certaine imperméabilité lors des événements pluvieux. Cependant, leur quantité reste faible.

L'identification des ions du complexe d'échanges a été réalisée comme le reste des analyses par le laboratoire de la SADEF dont les résultats sont présentés en Annexe 05. Les valeurs d'ESP sont très élevées et augmentent avec la profondeur. Selon ces analyses, seuls les horizons de surface des unités CB, RN, RS et MT ne sont pas en situation sodique. Cependant, ces résultats sont à nuancer du fait de la méthode employée. Les faibles valeurs de la CEC peuvent conduire à des erreurs dans le calcul de la composition du complexe argilo-humique. La méthode employée passe par la mesure des quantités de Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup> et K<sup>+</sup> pour calculer la quantité de Ca<sup>2+</sup> (la somme des quatre éléments étant supposée égale à la CEC). Ceci entraîne des valeurs aberrantes pour les horizons les plus profonds. Une méthode de mesure comme celle utilisant la cobaltihexammine est

mieux adaptée à ces échantillons très basiques car elle se fait au pH du sol. La méthode Metson employée se fait à pH neutre et modifie les équilibres ioniques.

## ii) Conclusion

Afin de rassembler toutes les informations obtenues, un schéma bilan résume la situation des parcelles de cabernet et de roussane. On remarque le faible volume de prospection disponible pour les racines dans la parcelle de cabernet. De plus, les écoulements sont difficiles dans cette parcelle. Le flaquage prolongé que l'on y observe suite aux précipitations est probablement lié à sa texture particulière. La percolation est par contre aisée au centre de la parcelle, car on retrouve une structure plus grossière. Le lessivage y est donc plus facile, et les conductivités mesurées plus faibles. Les travaux d'aplanissement n'ont fait que recouvrir une formation particulière maintenant une hétérogénéité de structure dans la parcelle, qui se répercute sur la circulation de l'eau dans le sol. Une répétition de ces mesures est nécessaire pour confirmer ces premiers résultats. Les analyses précédentes réalisées (Annexe 06) montrent des conductivités plus faibles, mais il faudrait connaître la période de l'année pour pouvoir affirmer qu'il y a une augmentation de la pression saline sur le domaine Le Pive.

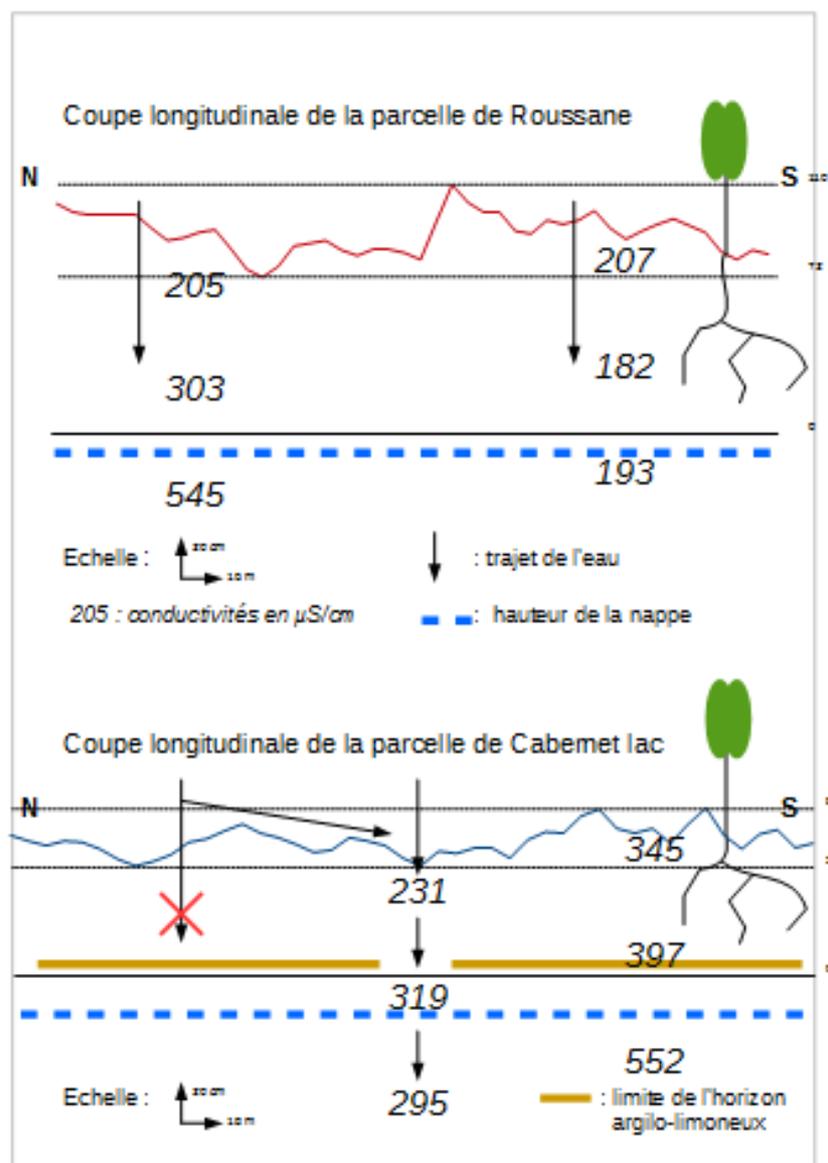


Figure 10 Coupes schématiques des parcelles de roussane et de cabernet lac

On peut donc proposer de structurer la démarche de diagnostic de la façon suivante :

Schéma décisionnel bilan de la phase de diagnostic

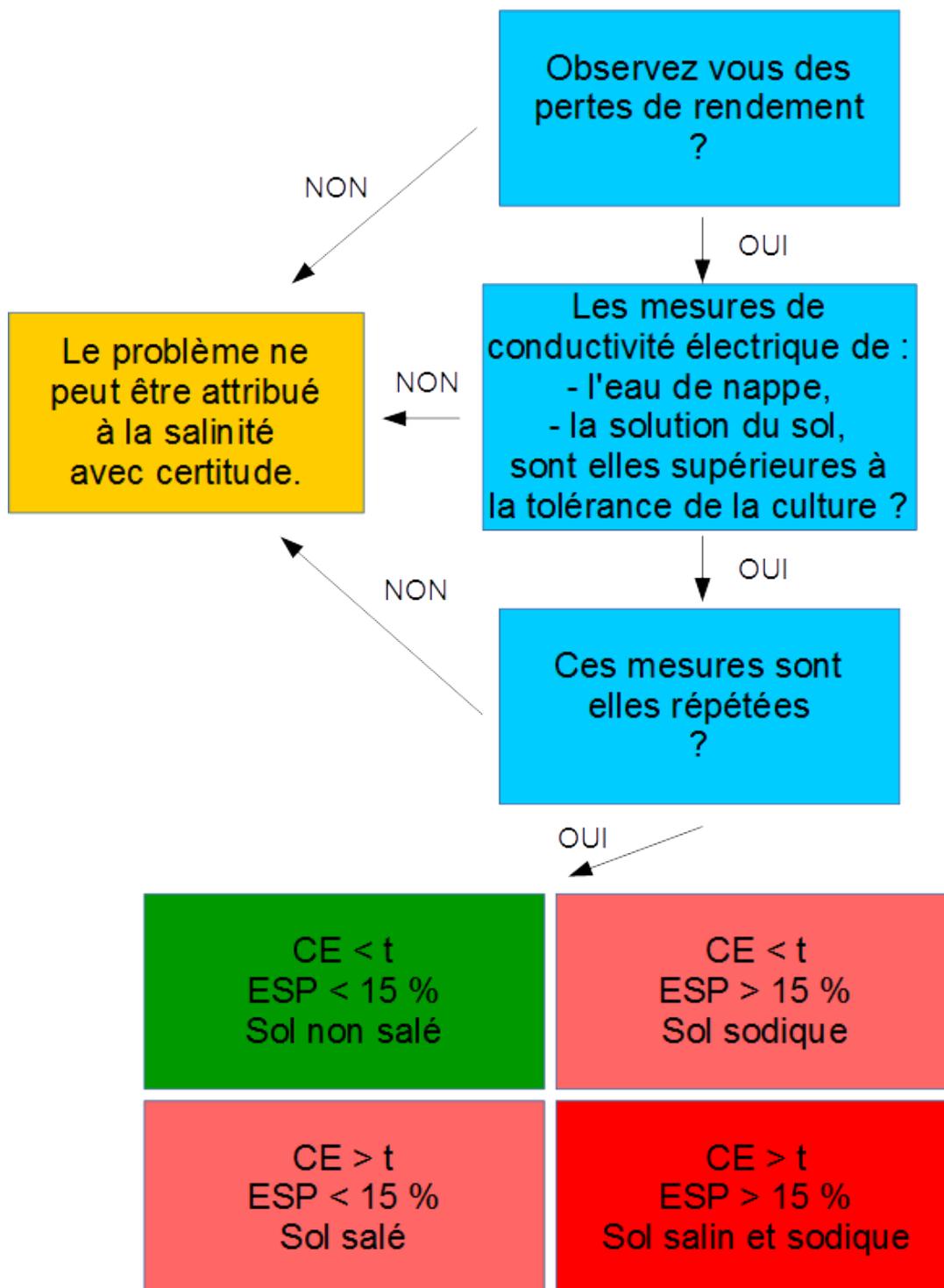


Figure 11: Arbre de décisions pour le diagnostic de la salinité

### 3) Inventaire et choix des mesures appropriées

Dans cette partie, à travers l'étude des conditions de production, nous verrons comment transposer les solutions observées aux Pays Bas, en Californie ou en Afrique du nord à la situation de l'exploitation viticole camarguaise. Les leviers mobilisés sont : la gestion des cultures, celle de la qualité des sols, et celle des eaux de drainage. Sont-ils toujours réalisables et pertinents ?

#### a) Gestion des cultures

L'organisation des cultures dans les oasis nord-africaines montre que la gestion de la salinité passe par un raisonnement sur la tolérance des cultures et leur agencement spatial en fonction de la qualité de l'eau, qui peut être repris dans tout contexte.

En dehors des plantes halophytes, qui représentent rarement un intérêt pour la production, les cultures les plus répandues ont des comportements différents vis-à-vis du sel. La FAO classe les plantes en les qualifiant de sensibles, modérément sensibles, modérément tolérantes ou tolérantes (Ayers, 1985). Sur les valeurs de CE mesurées sur un extrait de pâte saturée ( $EC_e$ ), les pertes de rendement peuvent atteindre 50 % dès :

- 5 dS/m pour les cultures les plus sensibles (arbres fruitiers, haricot, carotte, radis) ;
- 10 dS/m pour les cultures moyennement sensibles (maïs, pomme de terre, canne à sucre, vigne) ;
- 15 dS/m pour les cultures moyennement tolérantes (olivier, blé, soja) ;
- 20 dS/m pour les cultures les plus tolérantes (asperge, orge, coton, dattier).

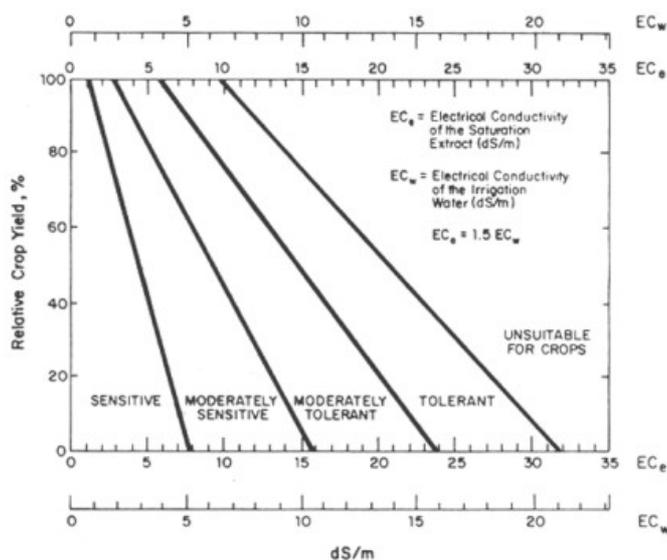


Figure 12 Les différentes sensibilités des cultures à la salinité

Le changement au profit de cultures plus tolérantes est plus aisé lorsqu'il s'agit de cultures annuelles que lorsqu'il s'agit de cultures pérennes. D'un point de vue technique, le délai avant le début de la production est plus long, et cela peut signifier, selon la gravité des dépérissements liés à la salinité, de sacrifier ce qu'il reste de productif. Le choix de variétés plus tolérantes d'une même culture a l'avantage de ne pas affecter une filière de distribution en place. Cela suppose qu'une activité de recherche est en capacité de proposer ces variétés. Le choix de porte-greffes tolérants (Tee et al., 2003) dans le cas de la viticulture permet de s'adapter à des conditions salines sans changement d'activité. La marge de manœuvre quant au choix des cépages est beaucoup plus limitée.

*La vigne fait partie des cultures considérées par la FAO comme moyennement sensibles au sel. Cependant cette sensibilité est variable suivant le porte-greffe choisi. Les porte-greffes Richter 110 et SO4 sont moyennement sensibles à la salinité (moins que le 3309 Couderc présent sur la parcelle de merlot route) mais il en existe de plus résistants. Le 1103 Paulsen (présent sur les parcelles de grenache route de la chapelle et de merlot mezy pointe) est très résistant mais plus sensible à un sol calcaire. Un porte-greffe comme le Ruggieri 140 répandu en Languedoc Roussillon présente une bonne tolérance à la fois à la salinité et au calcaire.*

La tolérance variable des cultures permet de proposer des rotations comme mesure correctrices, principalement dans le cas de cultures annuelles. Celles-ci dépendent du type de pression saline identifié. Certaines cultures, comme le riz, présentent des itinéraires techniques dont un effet secondaire est de contenir la salinité en profondeur. Cette caractéristique est même à l'origine de son introduction en Camargue et de son maintien après l'ouverture du marché européen et le début de la concurrence des producteurs italiens (Mouret, 2015). Cependant, l'apport de grosses quantités d'eau peut aussi contribuer à faire remonter la nappe. Si sa proximité avec la surface est un problème, on peut préférer introduire dans les rotations des cultures très tolérantes et fortement consommatrices d'eau. L'abaissement du toit de la nappe permet de faire redescendre la pression saline. Dans le cas particulier de la réhabilitation des sols abandonnés, la FAO préconise la plantation de réglisse afin d'abaisser le niveau de la nappe et de rendre cultivable les deux premiers mètres de sol (Kushiev et al, 2005).

La quantité de sel mobilisée dans les parties aériennes des plantes est généralement négligeable, surtout si la culture est laissée sur place, auquel cas le sel retourne au sol. Les effets assainissants des cultures sur la salinité reposent plus souvent sur les conséquences de l'itinéraire technique suivi ou sur les variations de la hauteur de la nappe dues à la transpiration.

*Dans le cas de cultures pérennes, à défaut de rotations, l'association de cultures, ou l'agroforesterie, peuvent jouer le même rôle (Kijne et al., 1998). C'est le cas de la luzerne, qui est cependant à éviter en association avec la vigne car elle favorise l'apparition du botrytis. De plus, la matière organique que forment ces cultures auxiliaires contribue à fixer les ions solubles du sol dans le complexe argilo-humique. En Camargue, l'orge est traditionnellement associée à la vigne pour prévenir l'érosion éolienne. Cette pratique, alliée au pâturage, permet de diminuer la pression saline par enrichissement du sol en matières organiques.*

## b) Gestion de la qualité des sols : le raisonnement du lessivage

On peut agir sur les volumes de sols dans la parcelle. Une pratique courante dans les oasis nord-africaines consiste à augmenter le volume de prospection racinaire en apportant du sable. Le support de culture est rehaussé et la pression saline diminue (Marlet, 2015). Par ailleurs, à l'échelle de la parcelle, l'aplanissement du sol permet de limiter la vulnérabilité des points bas où la nappe est plus proche de la surface et donc de la culture. Il peut être réalisé à l'aide d'une lame niveleuse guidée par laser (Legros, 2007). Cependant, ces recours sont à usage unique et une solution plus courante agit sur la qualité du sol : le lessivage.

Le lessivage doit être adapté au contexte salin. Réalisé sur un sol sodique avec une eau de très bonne qualité, il risque de conduire à l'imperméabilisation complète du sol et d'aggraver ainsi les problèmes de structures déjà engendrés par la salinité. Il convient donc de vérifier plusieurs paramètres avant de décider du lessivage d'une parcelle :

- la sodicité de la parcelle ;
- la perméabilité du sol ;
- la disponibilité de l'eau de lessivage ;
- la qualité de l'eau de lessivage ;
- les possibilités d'évacuation des eaux de drainage.

Pour éviter de se retrouver avec un volume d'eau de drainage à gérer trop important, il existe une formule permettant de déterminer la dose de lessivage. En se basant sur les conductivités électriques, on calcule le volume d'eau douce nécessaire afin que les entrées de sel soient inférieures ou égales aux sorties. Le volume nécessaire au lessivage du sel s'exprime en pourcentage des besoins en eau qu'auraient ces plantes dans un sol non salé.

La fraction de lessivage :

$$FL = CE_{\text{eau}} / CE_{\text{seuil de tolérance}} * 100$$

dépend donc de la qualité d'eau utilisée. Le corollaire est que l'on peut lessiver un sol avec une eau saline si l'on en dispose en quantité et que le milieu permet son application (dans les limites de la tolérance de la culture en place).

*Dans la région camarguaise, les apports d'eau ne sont pas pilotés par rapport au besoin des plantes mais dans le souci de maintenir la pression saline au plus bas. Cependant, l'application d'un bilan hydrique peut permettre de calculer la fraction de lessivage.*

### i) selon les propriétés chimiques de la parcelle

Lorsque les complexes argilo-humiques sont saturés de sodium, le lessivage ne doit pas seulement chasser le sodium des sites d'échanges, mais aussi le remplacer par un ou plusieurs autres cations, afin de conserver la structure des argiles. Un lessivage d'eau douce chasserait les

ions  $\text{Na}^+$  et provoquerait un effondrement des feuillets, détruisant toute la porosité du sol. Le corollaire de cette proposition est que, dans le cas de sols dépourvus de structure, comme les sols sableux ou ceux dont la capacité d'échanges cationique est très faible, le lessivage de la sodicité à l'eau douce est réalisable. En dehors de ces cas particuliers, le remplacement des ions sodium est le plus souvent obtenu grâce aux ions calcium. C'est ce qu'ont observé les chercheurs hollandais lors de leurs recherches pour la réhabilitation des terres inondées par l'eau de mer. L'apport de gypse ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) permet une restauration de la structure et un assainissement du sol plus rapide. La quantité de gypse conseillée est donnée par la formule suivante en milliéquivalents pour 100 g de sol (Legros, 2007) :

$$\text{bgy} = (\text{Na}_{\text{sol}} \% - \text{Na}_{\text{seuil}}\%) * \text{CEC} / 100$$

L'apport de matière organique peut être couplé à celui de gypse afin de renforcer la structure du sol (Sidi et Pansu, 1990). Il contribuera de plus à fixer les ions solubles de la solution du sol. Dans le cas de sols gypseux, l'apport est superflu. En effet, dans le cas des Pays-Bas, le sol est riche en calcite. Celle-ci a formé du gypse en réagissant avec les sulfates présents dans l'eau de mer. L'inondation a ainsi apporté à la fois l'élément perturbateur et son remède. La mobilisation des ions calcium de la calcite dans les sols néerlandais a été facilitée par la présence d'acide sulfurique (issu de l'abondance de sulfates dans l'eau de mer et des protons du sol). L'apport d'acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) est donc un moyen efficace pour la dissolution de la calcite, mais son emploi est à proscrire en raison de ses effets sur la faune du sol.

*Dans le cas du domaine Le Pive, en l'absence de structure du sol et face à une CEC faible, l'apport de gypse est inutile.*

#### **ii) selon les propriétés physiques de la parcelle**

La perméabilité du sol (débit pouvant s'écouler au travers du sol) est nécessaire à la bonne circulation de l'eau, et par conséquent aux échanges entre la solution salée du sol et l'eau de lessivage moins concentrée. Les sols salés ont généralement une bonne perméabilité, la floculation des argiles étant favorisée par une concentration saline élevée. Cependant, en cas de sodicité, les risques pesant sur la structure du sol ont tendance à diminuer la perméabilité. Le lessivage d'un sol sodique non gypseux par les précipitations diminue la porosité, et donc la perméabilité. Plus le complexe d'échanges est riche en sodium, plus l'instabilité structurale augmente, et plus la perméabilité est faible (Bresler et al., 1982). On peut estimer la perméabilité d'un sol à partir de sa composition granulométrique (Savatier, 1999) mais il est préférable de confirmer cette estimation par une mesure sur le terrain, notamment un essai de conductivité hydraulique (méthode de Porchet, par exemple) ou de percolation (méthode des anneaux de Müntz). Dans le cas d'une perméabilité insuffisante, il existe des moyens de restauration. Le maintien d'un certain enherbement (les inter-rangs en viticulture (Gontier et al., 2013)), l'apport de BRF (Gilli, 2012), la diminution des passages d'engins, et la submersion prolongée des parcelles pouvant aller jusqu'à plusieurs semaines (Legros, 2007) rétablissent la circulation de l'eau dans le sol. Dans le cas de la submersion prolongée, le développement des herbes aquatiques recrée de la porosité dans le sol.

*La granulométrie a permis d'estimer la perméabilité du sol des parcelles du domaine Le Pive (Savatier, 1999). La formule utilisée est celle de Savatier, dérivée de celle de Kozeny. La formule de Hazen n'était pas applicable dans tous les cas. Toutes les unités présentent*

une bonne perméabilité, stable avec la profondeur, à l'exception de CN dont les deux premiers horizons (0 – 20 et 50 – 70) sont plus riches en argiles. La perméabilité chute donc comme le montre le graphique suivant.

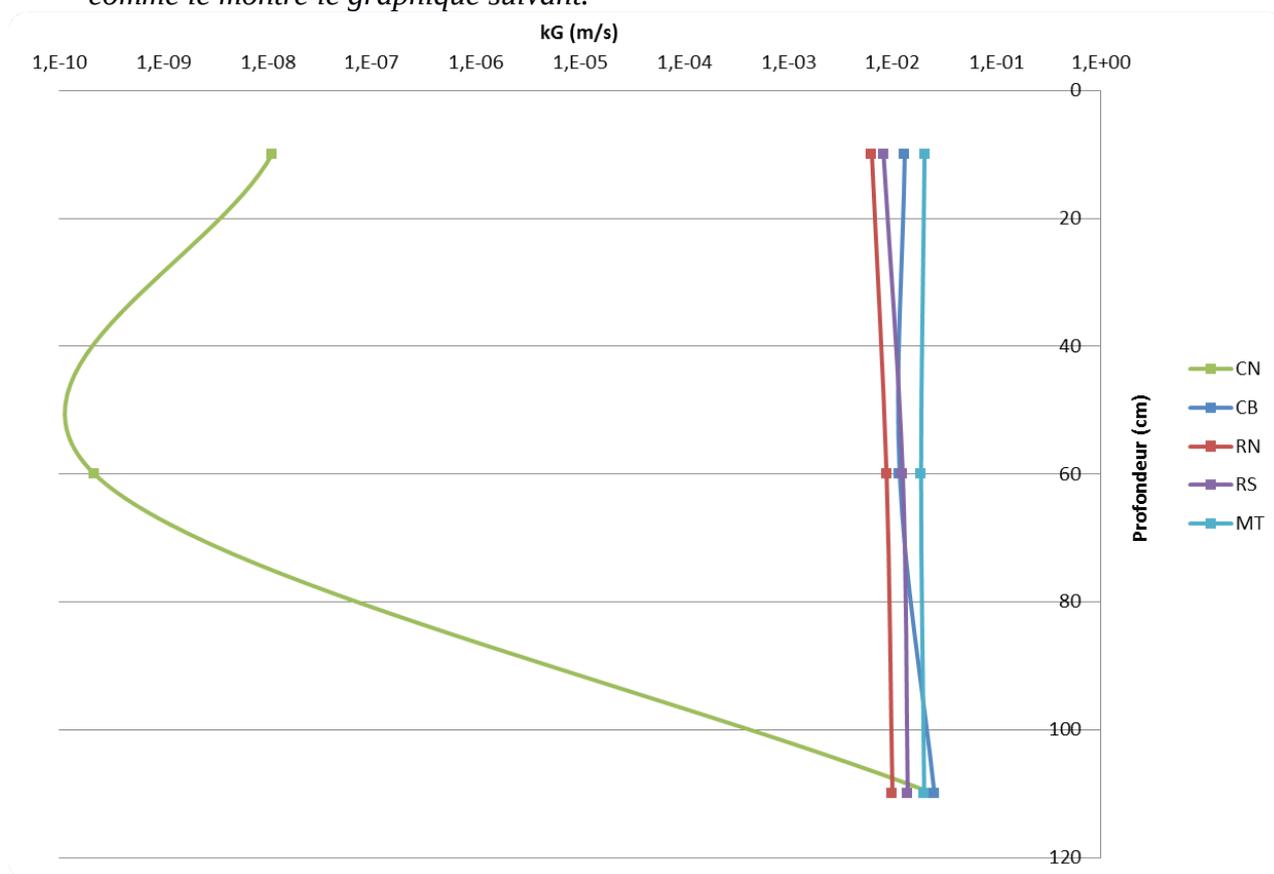


Figure 13 Estimation de la perméabilité des parcelles du domaine Le Pive par la formule de Savatier

L'association de cultures à la vigne dans cette parcelle est recommandée pour retrouver une circulation plus facile de l'eau. Un décompactage peut être envisagé. Le retour à une bonne perméabilité est indispensable au succès du lessivage.

### iii) selon la disponibilité de l'eau de lessivage

Le manque d'eau douce peut être un frein à la lutte contre la salinité. En cas de polyculture, on peut penser à lessiver en premier les cultures les plus sensibles, puis réutiliser l'eau pour le lessivage des cultures les plus tolérantes. Il peut être judicieux de trouver de nouvelles sources d'eau sur le site ou sur un territoire plus étendu. La réutilisation des eaux usées ou leur recyclage peut apporter une réponse durable au besoin en eau. Dans le cas d'un nombre suffisant d'acteurs impliqués, la construction de structures de stockage (retenues d'eau, barrages) est possible ; elle suppose aussi une démarche collective. La réallocation de la ressource vers les zones les plus touchées (en diminuant la surface irriguée) peut être une solution temporaire.

Le besoin d'eau pour la submersion s'est traduit par l'amenée d'eau depuis la rigole des Fontanilles dans les fossés secondaires du réseau de drainage de l'ASA de la Souteyranne. De l'eau douce est donc disponible en quantité pour la submersion des parcelles.

### iv) selon la qualité de l'eau et les infrastructures de drainage disponibles

La question de la qualité de l'eau d'irrigation est primordiale. Dans la mesure où celle-ci reste dans la parcelle, les apports d'eau saline sont une entrée de sel dans le système. La mesure

de la CE de l'eau d'irrigation est une première information qui peut être complétée par le calcul du SAR après analyses.

Le lessivage avec une eau saline est possible, mais à la condition d'un système de drainage efficace. Cela pose la question du devenir des eaux de drainage. L'évacuation des eaux salines hors du système ne doit pas être un moyen de déplacer le problème sur une autre exploitation. La salinité est rarement un phénomène local. Il faut le plus souvent penser à une action collective pour traiter ce problème. La création d'un lac de récupération des eaux salines permet de stocker les sels hors d'un site de production agricole. Elle a été mise en œuvre dans le cas des étangs camarguais ou dans les « évaporation ponds » californiens. Ces solutions sont gourmandes en espace. Le stockage des eaux de drainage est donc limité, d'où la nécessité d'un lessivage efficace et économe en eau.

*La salinité de l'eau utilisée pour la submersion a été mesurée le 9 avril 2015 à 0,2 g/L, ce qui la classe parmi les eaux douces adaptées à l'irrigation de la vigne. Cependant, lors de la submersion de la parcelle de cabernet lac, l'apport de 1 800 m<sup>3</sup> d'eau correspond à une entrée de 360 kg de sel. La mauvaise perméabilité du sol limite le lessivage et favorise le ruissellement de surface. Il faut donc restaurer une perméabilité du sol et assurer l'évacuation des eaux afin que ce sel ne reste pas dans le sol. L'export des eaux de drainage hors du système de production est impératif pour ne pas créer de source secondaire de sels, interne au domaine.*

## **a) Gestion des eaux : irrigation, drainage et hauteur de la nappe**

### **i) Optimisation de la circulation des eaux sur le domaine**

L'export, ou à défaut le stockage et le traitement des eaux de drainage, doivent être prévus dans l'équipement hydraulique des exploitations. La stagnation d'une eau saumâtre dans les fossés de drainage (ou roubines) constitue une source de sel. L'évaporation de l'eau accentue le problème en concentrant la salinité. On parle alors de salinité secondaire.

Historiquement, les marais étaient intégrés au fonctionnement des exploitations camarguaises et assuraient ces fonctions. Cette association a tendance à disparaître du fait des enjeux multiples associés aux zones humides (protection de la biodiversité, chasse). Toutefois, l'exemple californien montre que le système peut être amélioré et que des mares d'évaporation peuvent être installées au sein de l'exploitation.

Fig. 6 : Exemple de parcelle aménagée (R. VASSAS - J. VIGNERON) 1980

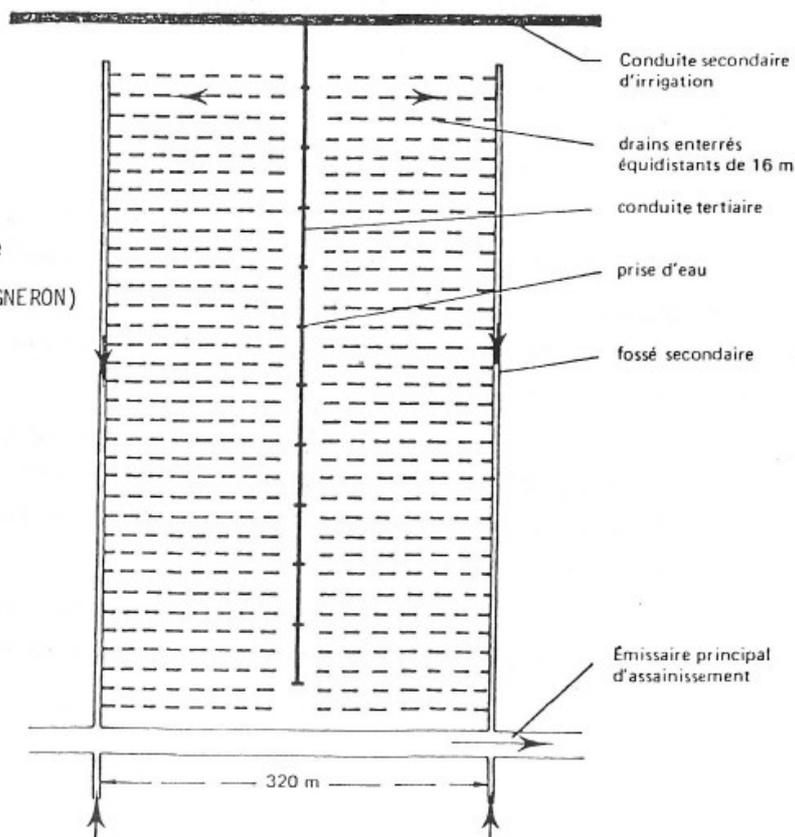


Figure 14 Structure de drainage installée lors de l'assainissement du marais de la Souteyranne. Les arrivées et les sorties d'eau à l'échelle de la parcelle sont dissociées (Vaquié, 1982)

Actuellement, les canaux de drainage de l'ASA de la Souteyranne sont utilisés par l'ASA de Capette pour l'apport d'eau sur le plateau de Montcalm. Ce double usage de la structure, créée, avec le temps, un conflit fonctionnel. L'export des eaux de drainage du domaine Le Pive hors du site de production n'est plus assuré. Le seul exutoire restant sur le domaine est celui situé au sud de la parcelle de Roussane. Cet exutoire pose problème car il est surélevé par rapport au niveau de la roubine et donc peu efficace. De plus, il déverse les eaux dans un canal directement connecté à la rigole des Fontailles qui est la source d'eau douce du domaine. Le risque lié à l'utilisation du seul exutoire présent sur le domaine est donc celui d'un mélange entre les eaux de bonne qualité apportées sur les parcelles du domaine et celles de mauvaise qualité qui en sont exportées. Les facilités de stockage et de traitement de l'eau n'étant pas prévues sur le domaine, l'eau stagne dans les roubines et atteint des concentrations dangereuses pour la vigne (mesure du 9 avril 2015 dans la roubine située entre les parcelles de cabernet et de merlot lac au niveau de l'intersection au sud de la parcelle : 3 g/L).

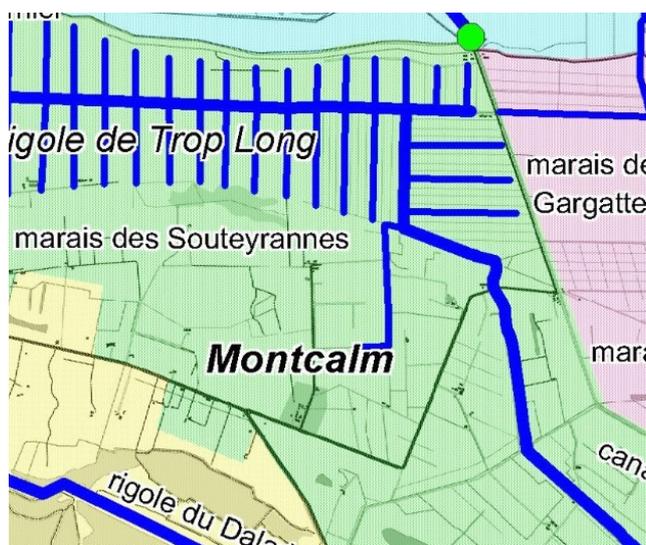


Figure 15 Extrait de la carte des ASA de Camargue Gardoise établie par BRLi et le SMCG (Annexe 03). Le canal de drainage figuré en bleu est actuellement utilisé pour l'apport d'eau douce.

Plusieurs choix s'offrent au domaine Le Pive :

- *convertir l'étang en espace de stockage des eaux de drainage et conserver la double fonction des canaux. L'étang est proche du canal de drainage de l'ASA de la Souteyranne et connecté avec le réseau de roubines du domaine. Il peut donc permettre de stocker les eaux de lessivage le temps que le canal qui a apporté l'eau douce pour la submersion retrouve sa fonction de drainage. Cela implique une organisation collective autour des fossés secondaires du plateau de Montcalm et une synchronisation des utilisateurs lors de la pratique de la submersion.*
- *Rendre aux fossés secondaires leur seule fonction de drainage et se priver d'une source d'eau de qualité pour la submersion au bénéfice d'une structure de drainage efficace. La seule source d'eau restante est celle de BRL qui rend sans doute le coût de la submersion plus important.*

## ii) Amélioration de l'efficacité des structures hydrauliques

Dans le cas d'une topographie plane où les écoulements sont difficiles, le développement de structures d'évacuation des eaux s'avère utile. Celles-ci permettent de limiter la hauteur de la nappe, de maintenir un volume suffisant au développement racinaire, et de drainer efficacement ce volume lors d'un lessivage. Le mauvais entretien des canaux de drainage se traduit par un comblement et par le développement de la végétation. Dans les deux cas, une des fonctions du réseau de drainage s'en trouve affectée. Le comblement diminue la section de la roubine et sa capacité à intercepter le toit de la nappe. Et, de même que la végétation, il affecte la rugosité des canaux et la nécessaire pente du fond de la structure qui ne permet plus un écoulement efficace des eaux.

*Sur le domaine de Pive, les intersections des roubines sont comblées pour maintenir l'eau dans les parcelles lors de la pratique de la submersion. Cela favorise d'une part la dégradation de la structure de drainage. D'autre part, la stagnation de l'eau dans les canaux pendant le lessivage exerce une pression hydraulique contraire à la sortie de l'eau*

de la parcelle. Deux actions semblent plus pertinentes : créer une levée de terre ou d'andains à la manière des casiers rizicoles pour que l'eau stagne sur la parcelle plutôt que dans la roubine, sans freiner le lessivage ; et privilégier l'installation de martelières sur le domaine pour la gestion des eaux afin de ne pas risquer de combler le réseau. Le curage des canaux de drainages peut être réalisé à l'aide d'une pelle mécanique ou en faisant appel à une société de travaux agricoles. La démarche rentre dans le cadre d'une mesure agro-environnementale et climatique (opération LINEA 6) dont l'application en Camargue Gardoise est associée à la protection de la cistude d'Europe. Il s'agit d'un contrat, qui a notamment été souscrit par trois viticulteurs en 2015, qui engage à la réalisation d'un entretien annuel et mécanique en dehors des périodes de reproduction des tortues. En contrepartie, des aides sont versées pour la réalisation des opérations d'entretien. Ces mesures sont aujourd'hui restreintes à des secteurs d'intervention prioritaires qui ne comprennent pas le domaine de Pive mais dont la carte (Annexe 08) peut évoluer (Bonton, 2015).

Après entretien avec le président de l'ASA de la Souteyranne, l'entretien des fossés en bleu sur la carte IGN est à la charge de l'ASA, ce qui est le cas de la plupart des fossés de Pive.

### iii) Renforcement de l'équipement de drainage

La perméabilité des sols, nécessaire à un lessivage efficace peut être rétablie par la pose de drains enterrés. Cependant, les cultures pérennes sont dès lors à nouveau confrontées la limite que constitue la perte de la culture en place. Le coût de l'installation est de l'ordre de 4 000 €/ha (Castex et al., 2014).

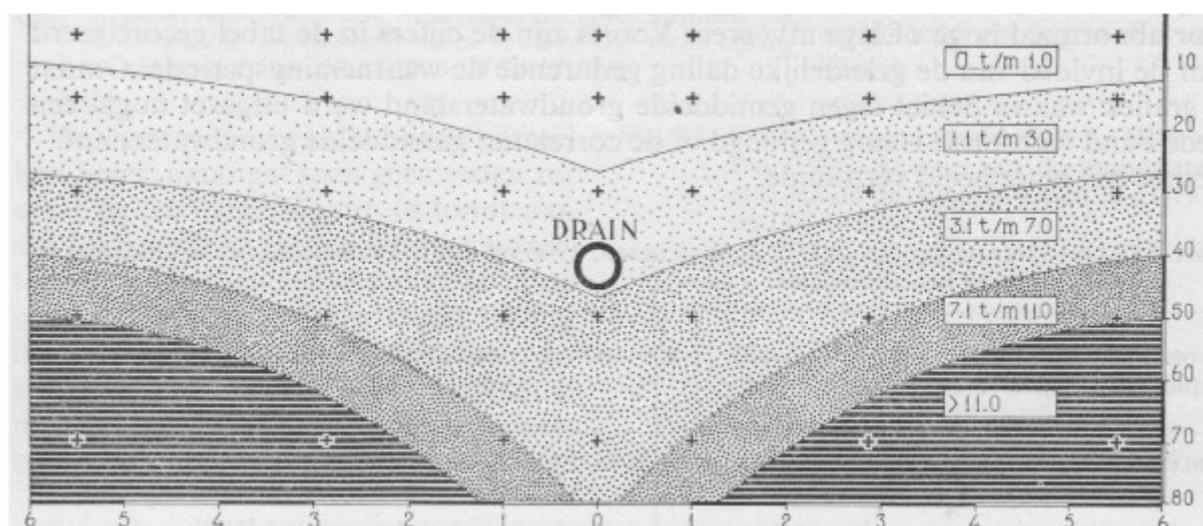


Figure 16 Effet du drain sur l'eau du sol (Raats, 2014)

Les parcelles du domaine Le Pive ne sont pas équipées de drains enterrés. Ce type de complément peut être pertinent pour la parcelle de cabernet lac, car c'est la seule à présenter une conductivité hydraulique très faible parmi les parcelles suivies. Cependant, d'autres pratiques peuvent contribuer à l'amélioration de la percolation : l'enherbement, la culture de l'inter-rang, le BRF, un décompactage, une submersion, etc. Ces dernières sont sans doute moins coûteuses et n'imposent pas d'arracher les pieds restants.

#### iv) Mise en place d'un suivi de la hauteur et de la salinité de la nappe pour le pilotage de l'irrigation

L'installation de l'irrigation localisée permet, dans le cas d'une nappe salée, de maintenir superposée à celle-ci une lentille d'eau douce. L'environnement racinaire est alors sain. Toutefois, il reste soumis aux fluctuations du niveau de la nappe. Une remontée de son niveau risque de noyer les racines et d'asphyxier la culture. Sa redescente permet, au contraire, le développement d'un chevelu racinaire plus profond soumis au risque d'asphyxie si la nappe retrouve son niveau initial. Les apports d'eau importants peuvent jouer sur ce niveau de nappe, d'autant plus lorsque plusieurs domaines situés au-dessus d'une même nappe apportent de l'eau, ou en pompent, à la même période. Le suivi de la piézométrie permet d'apporter ou de prélever de l'eau tout en maintenant un niveau stable. Au sud-est de l'Australie, dans le bassin des rivières Murray et Darling, des piézomètres permettent de suivre en temps réel les mouvements de nappe.

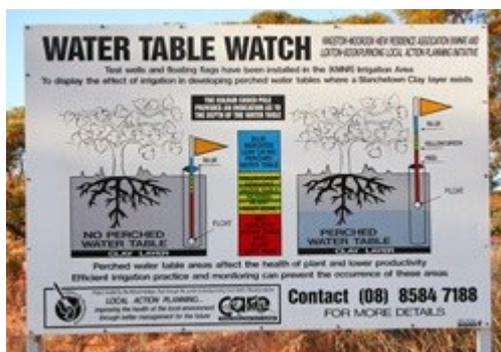


Figure 17 Panneau d'information du fonctionnement des piézomètres du bassin des rivières Murray et Darling (source Murray Darling Basin Authority)

*Parmi les parcelles du domaine Le Pive, six sont équipées pour l'irrigation d'un total de 19 ha dont 10 en goutte à goutte et le reste en micro-asperseurs. Les parcelles équipées ne sont pas toujours celles qui présentent des problèmes de salinité. Il s'agit parfois de plantiers. L'équipement des parcelles touchées permettrait de maintenir une lentille d'eau douce entre la nappe et l'espace d'enracinement. Pour piloter ces apports, des piézomètres ont été installés dans les unités CN, RN et MT. Ils permettent de mesurer la hauteur de la nappe superficielle, mais aussi la salinité de l'eau de nappe. Certaines sondes piézométriques peuvent réaliser ces mesures (Annexe 09). Le doublage des piézomètres à la pose avec un piézomètre court et un long dans la parcelle de cabernet lac, a pour objectif de détecter la formation d'une lentille d'eau douce perchée sur la couche argileuse suite à des précipitations. Elle peut jouer le même rôle que si elle était perchée directement sur la nappe.*



Figure 18 Forage pour la pose d'un piézomètre sur le domaine Le Pive

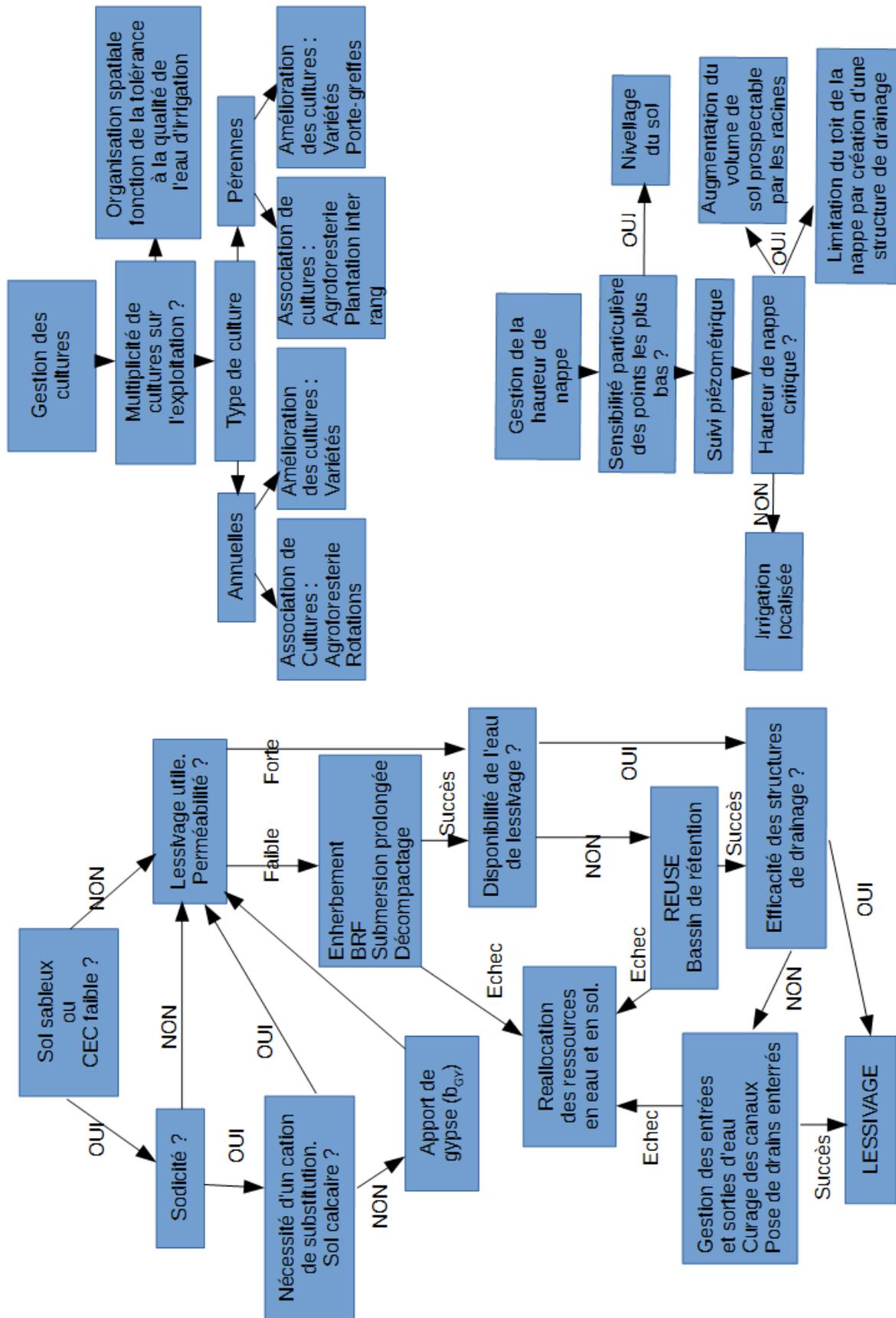


Figure 19: Arbres de décision de la phase de solutions

## 4) Discussion sur la pertinence du projet et recommandations

### a) Opportunités et marges de manœuvre dans le cadre camarguais

L'élevage, la riziculture et la viticulture, qui forgent l'identité camarguaise, sont à la fois des atouts commerciaux dont jouent les filières associées, mais aussi des contraintes. Une entreprise ancrée dans une activité viti-vinicole recouvrant non seulement la viticulture, mais aussi la vinification et la distribution sera moins encline à changer de production et à se priver de la reconnaissance médiatique de la culture.

Par ailleurs, les enjeux liés à l'eau en Camargue sont multiples et non pas uniquement liés au secteur agricole.

L'urbanisation des terres agricoles est à l'origine de l'imperméabilisation des sols et de la violence des inondations. Dans ce contexte, les équipements hydrauliques des ASA servent aussi à lutter contre les inondations (Lamazère, 2015).

Les zones humides sont aussi des refuges pour la biodiversité dont témoignent les mesures de protection autour de la cistude d'Europe et les trois sites Natura 2000. Les flamands roses qui peuplent les marais du littoral, symboles emblématiques de l'écosystème camarguais, figurent en bonne place sur le logo du syndicat des sables. Un autre hôte, indésirable cette fois prolifère dans les canaux : la jussie. Cette plante envahissante d'origine sud-américaine, s'est acclimatée à tout le littoral méditerranéen. Un des moyens permettant de limiter son développement consiste à faire circuler des eaux salines auxquelles elle est sensible.

Le SAGE en cours de rédaction est l'opportunité pour les différents acteurs, dont les producteurs de vin, de réorganiser la gestion de l'eau afin qu'elle puisse répondre à la problématique de la salinité.

### b) Nécessité et inconvénients d'une démarche collective

Comme l'ont montré les différentes actions pour la gestion de la salinité, une réflexion collective est nécessaire.

La distribution aussi bien que l'évacuation de l'eau sont des systèmes organisés en série. La qualité de l'eau arrivant sur l'exploitation dépend de l'utilisation qui en est faite par les autres producteurs en amont. Elle doit prendre en compte les besoins des acteurs situés en aval. L'apport d'eau douce sur le plateau de Montcalm est fait au détriment de l'évacuation des eaux de drainage mais répond à une demande des producteurs.

Le territoire camarguais est contraint par des activités agricoles multiples, ayant chacune un usage différent de la ressource en eau. La chasse impose de maintenir les terrains inondés pour attirer les canards. La riziculture demande jusqu'à près de 800 mm d'eau en juillet, mois de pointe (Bouteyre et al., 1994). La vigne exige, quant à elle, une consommation d'eau estivale qui s'étend

de la fin du mois de juin jusqu'au 15 août. Tous les agriculteurs exercent une pression simultanée sur la nappe en été. Par ailleurs, la pratique de la submersion hivernale des parcelles peut représenter un apport conséquent d'eau à la nappe en l'absence de structure de drainage ; ce risque est multiplié par le nombre d'agriculteurs. Les différents usages de l'eau peuvent être concomitants et le nombre des exploitations en accentue l'incidence sur le niveau de la nappe.

Une difficulté particulière réside dans les différentes sensibilités à la hauteur de nappe suivant les cultures présentes sur le territoire. Ainsi, le maraîchage, dont la profondeur d'enracinement ne varie qu'entre 30 et 60 cm, sera moins sensible que la vigne dont les racines colonisent entre 1 et 2,5 m de sol (Ollier et Poirée, 1983). Il convient de sensibiliser tout à la fois les viticulteurs, les maraîchers, les riziculteurs et les chasseurs pour assurer l'efficacité de ce suivi.

En Australie, l'agence de gestion des bassins des rivières Murray et Darling a mis en place un suivi en ligne de plusieurs paramètres liés à la salinité. Chacune des stations de mesure du bassin versant informe sur les précipitations, la conductivité de l'eau, la température de l'eau ou la hauteur d'eau en un point précis du bassin.

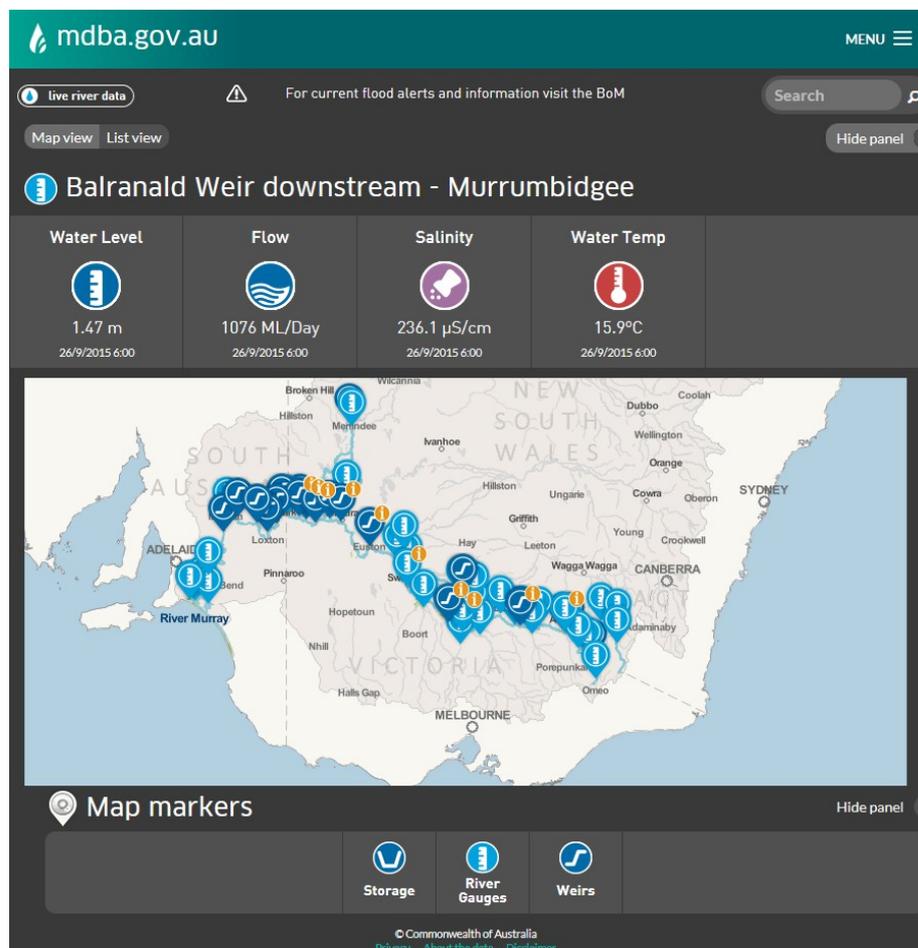


Figure 20 Capture d'écran du site de suivi de la qualité de l'eau du Murray Darling River Basin en Australie <http://livedata.mdba.gov.au/> (consulté le 26 septembre 2015)

### c) Un besoin d'information de la filière agricole dans son ensemble

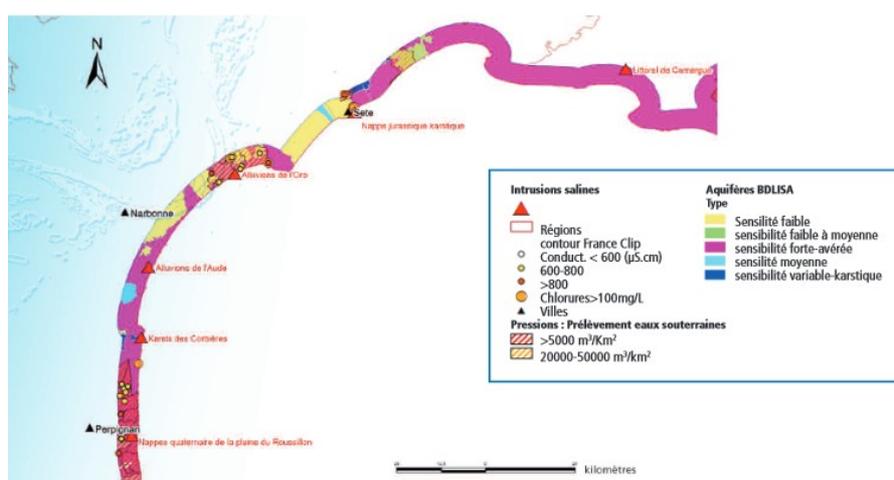
De nombreux acteurs de la filière agricole sont concernés par cette problématique. Si les producteurs sont les premiers touchés, les distributeurs d'eau doivent aussi faire face à une demande plus importante pour l'assainissement du sol dans un contexte où les droits de prélèvement des ASA diminuent. Les entreprises de l'agrofourmiture, les négoce agricoles et les structures de conseil comme les chambres d'agriculture ou certaines associations sont également sollicités pour faire face à cette pression sur les récoltes.

La salinité n'est pas un problème uniquement camarguais, d'autres régions littorales étant également soumises à la remontée d'un biseau salé ou à de fréquentes submersions marines. Il y a donc un besoin d'information claire pour tous les acteurs du milieu agricole. C'est ce qui a incité la chaire AgroSys à proposer ce stage de fin d'études et l'organisation du Sitevi 2015 à proposer une intervention sur le sujet.

### d) Des perspectives pour une action de recherche régionale

De nombreux acteurs se sont engagés dans la recherche de solutions pratiques à ce problème en Languedoc Roussillon : des caves coopératives comme à Aigues-Mortes ou à Sérignan, la chambre d'agriculture de l'Hérault, des syndicats mixtes (le syndicat mixte du val d'Orbieu et du Libron dans le Biterrois, le SMCG en Camargue), mais aussi des communes ou des agglomérations comme celle de Béziers, le conservatoire du littoral et des universitaires.

C'est une perspective réelle, au vu du nombre d'acteurs mobilisés et de l'enjeu du maintien d'une activité de production agricole dans les régions littorales peut être la création d'un projet de recherche venant en appui des initiatives locales des syndicats viticoles ou d'autres associations de producteurs.



## Conclusion

La maîtrise des écoulements du Rhône a fait de la Camargue un milieu fortement anthropisé, la privant d'une fertilisation et d'un lessivage naturels des sols. Les problèmes de salinité que l'on y observe tiennent à des facteurs naturels dits « primaires » (proximité avec la mer, faible altitude) mais aussi secondaires, liés à une mauvaise gestion de l'eau. Les pertes de rendements constituent une réelle préoccupation quant au maintien de la production viticole dans cette région littorale.

Des mesures de conductivité électrique, de géophysiques et des analyses de sol permettent de poser un diagnostic quant au type de salinité et à son importance. La confirmation par un suivi de ces mesures permettra de comprendre l'évolution du phénomène.

Des propositions de gestion de la culture (choix de porte-greffes, association de culture, amendements organiques), de la qualité des sols (par le lessivage) et des eaux d'irrigation et de drainage sur le domaine permettent de mettre en place une démarche individuelle de lutte contre la salinité. Toutefois, il y a une nécessité de concertation autour de la gestion de la ressource en eau avec les autres usagers et les organismes en charge de la gestion de l'eau sur le territoire.

La ressource en eau fait face à des enjeux qui ne sont pas seulement agricoles. La protection d'une aire urbaine grossissante vis-à-vis des inondations ou la sauvegarde de la biodiversité sont à prendre en compte dans les usages de l'eau en Camargue et dans le cadre de la lutte contre la salinité.

## Bibliographie

- AMEZKETA E., ARAGÜES R., 1995. *Hydraulic conductivity, dispersion and osmotic explosion in arid-zone soils leached with electrolyte solutions*. Journal of Soil Science, 159, pages : 287-295.
- AYERS R.S., WESTCOT D.W., 1985. Water quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage paper 29 Rev. 1
- BONTON N., PAGES S., 2015. Chargé de mission Natura 2000 et chargée de mission SAGE au SMCG. Gallician. Entretien le 04/08/2015.
- BOIVIN P., HACHICHA M., JOB J.O., LOYER J.Y., 1989. *Une méthode de cartographie de la salinité des sols. Conductivité électromagnétique et interpolation par krigeage*. Science du sol, 27 (1), pages : 69-72.
- BOUARFA S., 2015. Directeur Adjoint Scientifique au Département Eaux IRSTEA Montpellier. Entretien le 30/07/2015
- BOUARFA S., 2012. Drainage et salinité en agriculture irriguée. Montpellier : IRSTEA UMR G-EAU 12/12/2012. 79 p.
- BOURFA S., MARLET S., DOUAOUI A., HARTANI T., MEKKI I., GHAZOUANI W., BEN AISSA I., VINCENT B., HASSANI F., KUPER M., 2009. *Salinity patterns in irrigation systems, a threat to be demystified, a constraint to be managed: field evidence from Algeria and Tunisia*. Irrigation and Drainage, 58, pages : 279-284.
- BOURRIE G., 2014. *Swelling clays and salt-affected soils: demixing of Na / Ca clays as the rationale for discouraging the use of sodium adsorption ratio (SAR)*. Eurasian Journal of Soil Science.
- BOUTEYRE G., DUCLOS G., 1994. Carte pédologique de France à 1/100 000. Feuille d'Arles. INRA
- BRESLER E., MCNEAL B.L., CARTER D.L., 1982. *Saline and sodic soils. Principles-Dynamics-Modeling*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New-York.
- CASTEX A., KANY C., PETTON E., 2013. *Etude agro-économique des territoires proches de l'embouchure de l'Orb*. Projet d'élèves ingénieurs n° 2. Montpellier SupAgro. 50
- COMBE P., 2015. Président de la cave coopérative des Sablons. Aigues-Mortes. Entretien le 16/07/2015
- de MONTETY V., 2008. Salinisation d'un aquifère captif côtier en contexte deltaïque – cas de la Camargue (delta du Rhône, France). Thèse pour obtenir le grade de docteur de l'Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse
- DÖRFLIGER N., AUGÉARD B., 2013. Quels outils pour caractériser l'intrusion saline et l'impact potentiel du niveau marin sur les aquifères littoraux ? Onema. 12 pages
- GILLI C., 2012. *Le bois raméal fragmenté : fiche technique*. Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Vincent Günther, Service de l'agriculture – Châteauneuf/Sion. 2 pages
- GLAESER R., MERING J., 1954. Isothermes d'hydratation des montmorillonites bi-ioniques (Na, Ca). In : *Clay Minerals Bulletin* 2, pages : 188-193.
- GONTIER L., GAVIGLIO C., DELPUECH X., CAHUREL J.Y., 2013. L'enherbement permanent de la vigne. IFV.

- KIJNE J., PRATHAPAR S., WOPEREIS M., SAHRAWAT K., 1998. How to Manage Salinity in Irrigated Lands : A Selective Reviw with Particular Reference to Irrigation in Developing Countries. In : *SWIM Paper 2. Colombo, Sri Lanka: International Irrigation Management Institute.*
- KUSHIEV H., NOBLE A., ABDULLAEV I., TOSHBKOV U., 2005. Remediation of abandoned saline soils using *Glycyrrhiza glabra* : a study from the hungry steppes of central Asia. *International Journal of Agricultural Sustainability.*
- L'HOMER A., 1993. Carte géologique de la France à 1/ 50 000. Feuille du Grau du Roi. BRGM
- LAMAZERE C., 2015. Président de l'union des ASA de Camargue Gardoise. Entretien le 08/09/2015
- LEGROS J.P., 2007. Les grands sols du Monde. In : *Presses polytechniques et universitaires romande, pages : 509-557.*
- LEGROS J.P., 2009. La salinisation des terres dans le monde. Académie des Sciences et Lettres de Montpellier. Séance du lundi 22/06/2009, conférence n°4069, Bull. n°40, pp. 257-269
- LHISSOU R., EL HARTI A., CHOKMANI K., 2014. Mapping soil salinity in irrigated land using optical remote sensing data. *Eurasian Journal of Soil Science.*
- MAAS E.V., 1984. Salt tolerance of plants. In: *The Handbook of Plant Science in Agriculture.* B.R. Christie. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- MARLET S., 2015. CIRAD Département Environnements et Sociétés, UMR G EAU, INRGREF Tunis. Entretien le 20/07/2015.
- MONTOROI J.P., 1997. Conductivité électrique de la solution du sol et d'extraits aqueux de sol ; Application à un sol sulfaté acide salé de Basse-Casamance (Sénégal). *Étude et Gestion des Sols, 4, 4, pages : 279-298.*
- MOURET J.C., 2015. UMR Innovation Montpellier. Entretien le 21/07/2015
- OLLIER C., POIREE M., 1983. Irrigation: les réseaux d'irrigation, théorie, technique et économie des arrosages. 503 pages.
- QUIRK J.P., SCHOFIELD R.K., 1955. The effect of electrolyte concentration on soil permeability. *Journal of Soil Science, Vol. 6, No. 2.*
- RAATS P. 2014. *Salinity management in the coastal region of the Netherlands: A historical perspective.* Agricultural Water Management.
- RICHER DE FORGES A.C., SABY N.P.A., ARROUAYS D., 2014. *At which distance are the soils influenced by the sea spray ?* Poster présenté au Global Workshop on Digital Soil Mapping ; Nanjing (Chine) - (2014-11-11 - 2014-11-14).
- SAVATIER V., 1999. Perméabilité estimée par la granulométrie. Proposition d'une méthode et test de son efficacité. *Revue Française de Géotechnique n°87, 2eme trimestre 1999, pages : 63-69.*
- SERVANT J., 1975. *Contribution à l'étude des terrains halomorphes ; l'exemple des sols salés du sud et du sud-ouest de la France.* Association Française pour l'Étude des Sols Disponible sur internet : [consulté le 24/09/2015]
- SERVANT J., 1976. *La salinité dans le sol et les eaux - caractérisation et problèmes d'irrigation – drainage.* Montpellier : INRA, 27 pages (Service d'Etude des Sols num. 310)
- SIDI H., PANSU M., 1990. Effets d'apports organiques et de gypse sur la stabilité structurale de deux sols méditerranéens. *Science du sol 1990 Vol 28,3, pages : 237-256*

TEE E., BURROWS D., BOLAND A.M., PUTLAND S., 2003. Best Irrigation Management Practices for Viticulture in the Murray Darling Basin. *Cooperative Research Centre for Viticulture. PO Box 154, Glen Osmond, South Australia 5064.*

VAQUIE P.F., 1982. *Le drainage en Bas Languedoc. Efficacité et pérennité de réseaux installés depuis 1962.* Mémoire d'ingénieur des techniques de l'équipement rural. École Nationale des Ingénieurs des Travaux Ruraux et des Techniques Sanitaires de Strasbourg, 139 pages.

Site internet Géoportail de l'IGN : [www.geoportail.gouv.fr](http://www.geoportail.gouv.fr)

## **Annexes**

Annexe 01 : Les différentes phases de la transgression marine en Camargue

Annexe 02 : Secteurs et activités des ASA de Camargue Gardoise

Annexe 03 : Description des sondages

Annexe 04 : Compte rendu de l'identification des argiles par le laboratoire HydrASA

Annexe 05 : Résultat des analyses de 2015

Annexe 06 : Résultat des analyses de 2010

Annexe 07 : Réseaux d'assainissement des ASA

Annexe 08 : Secteurs de protection de la cistude

Annexe 09 : Sonde piézométrique

Annexe 10 : Carte des secteurs Natura 2000

## Annexe 01 a

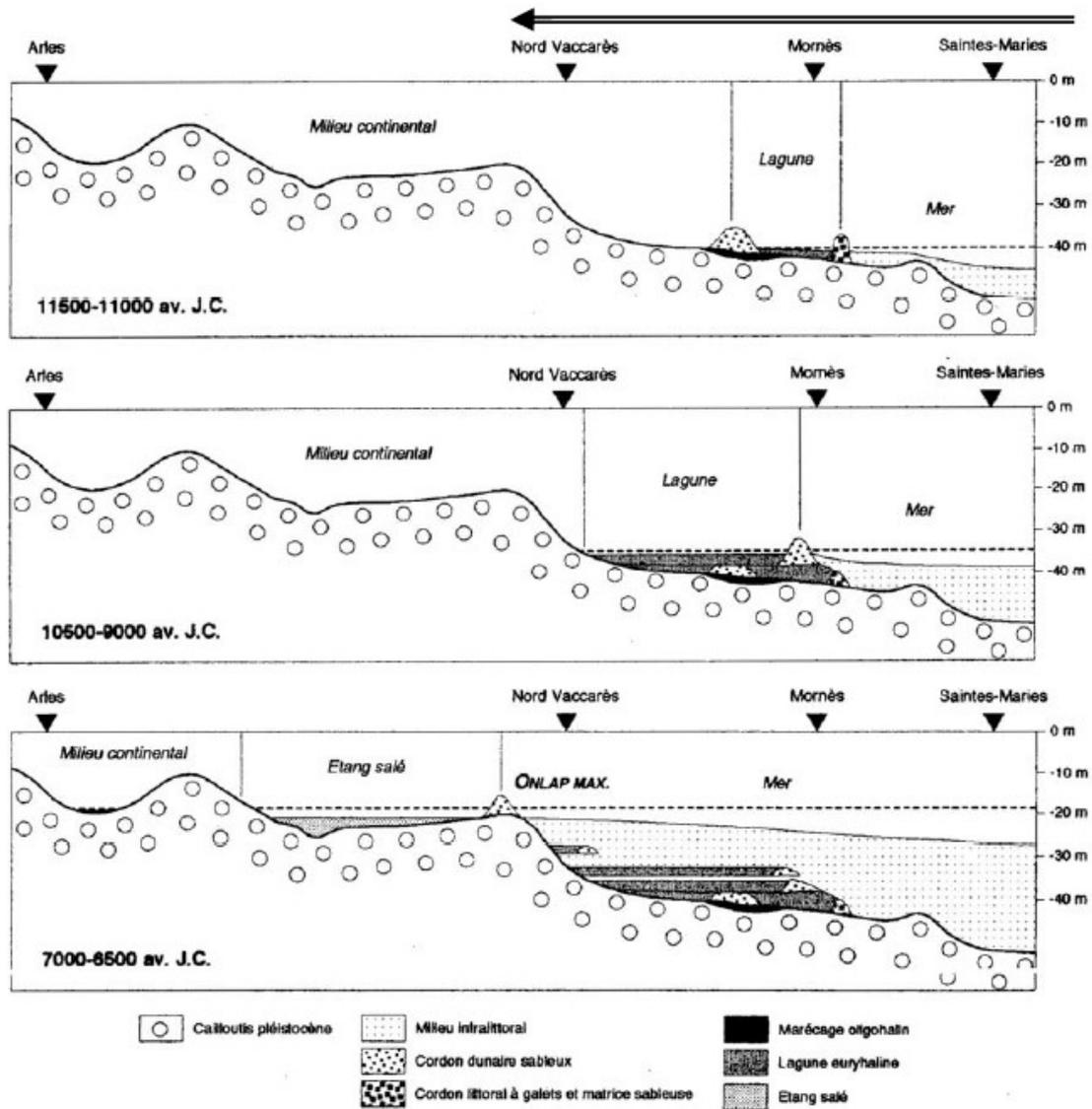


Fig. 17. Géomorphologie (en coupe) du delta du Rhône entre 11500 BP et 6500 BP (d'après Pons *et al.* (1979), in Arnaud-Fassetta (1998))

Figure 22 Phase progradante de la transgression marine en Camargue (de Montety, 2008)

## Annexe 01 b

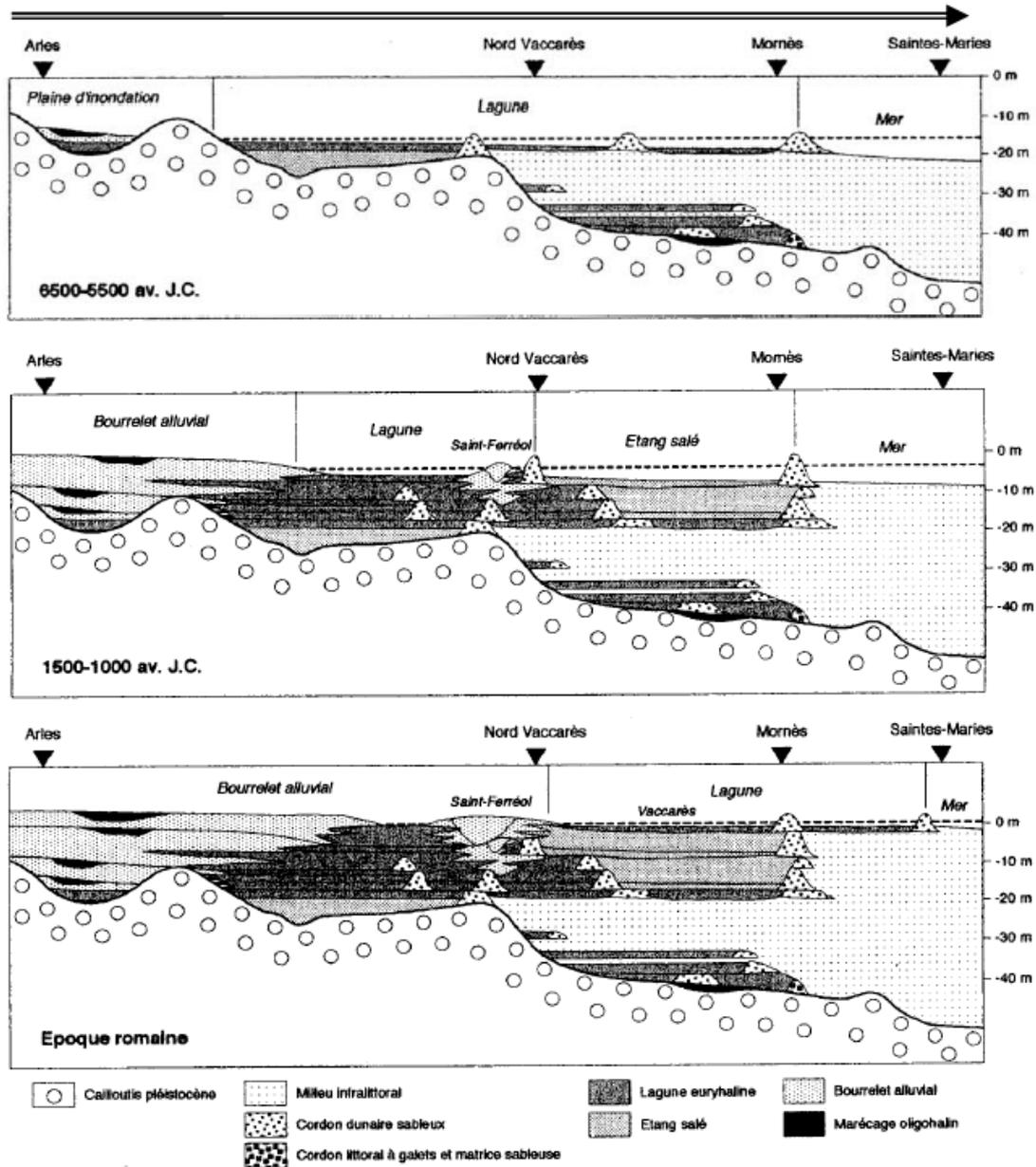


Fig. 18. Géomorphologie (en coupe) du delta du Rhône entre 6500 BP et l'époque romaine (d'après Pons *et al.* (1979), in Arnaud-Fassetta (1998))

Figure 23 Phase retrogradante de la transgression marine en Camargue (de Montety, 2008)

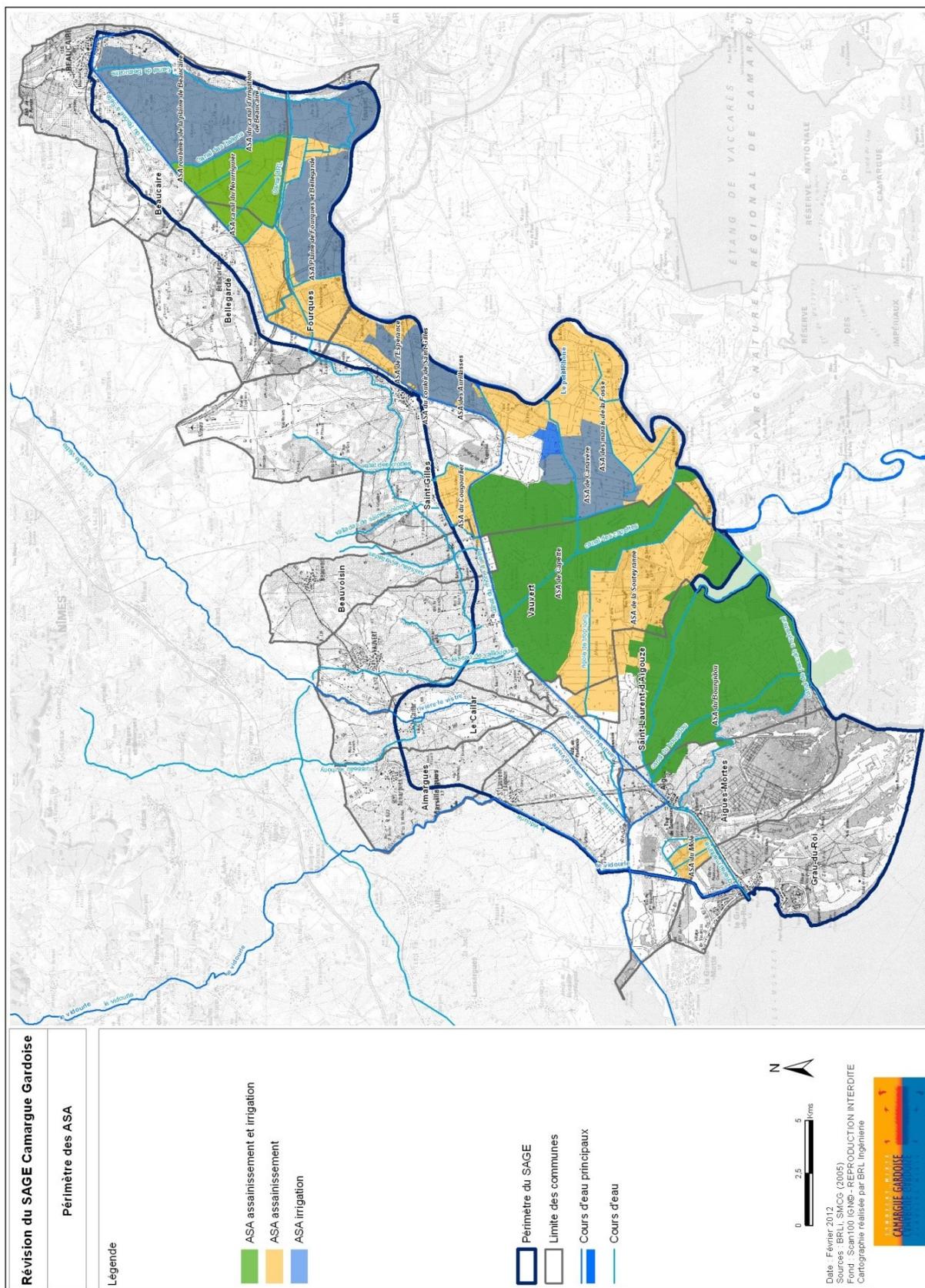


Figure 24 Secteurs et activités propres des ASA sur le secteur de la Camargue gardoise (source BRLI, SMCG)

# Annexe 03

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1										
2	<b>Id parcelle</b>	<b>Roussane Mezy</b>			<b>Date visite</b>	17-avr-15		<b>Légende</b>		
3	<b>Id sub-parcelle</b>				<b>Personnes</b>	Pablo Guerrero - Xavier Le Clanche		<b>PH</b>	Poids humide	
4	<b>Nb échantillons</b>	2			<b>Appareil</b>	Tarière		<b>PS</b>	Poids sec	
5	<b>Intervalle échantillons</b>	<b>Transect N-S</b>						<b>HUM (%)</b>	Humidité en pourcentage	
6	<b>Zone de départ</b>	N			<b>séchage</b>	<b>Date début</b>	17-avr-15	<b>CGPS</b>	Coordonnées de l'échantillon. La référence le nombre de pieds de vigne.	
7	<b>Orientation mesure</b>	N-S				<b>Date fin</b>		<b>E-O</b>	Est vers Ouest	
8	<b>Type donnée</b>	Echantillons profondeur pour humidité				<b>Temps (h)</b>		<b>O-E</b>	Ouest vers Est	
9					<b>Température (°C)</b>	40				
10	<b>Point</b>	<b>Rang</b>	<b>Profondeur (cm)</b>	<b>PH (g)</b>	<b>PS (g)</b>	<b>HUM (%)</b>	<b>CGPS</b>			
11	1	rang 19 - 20	10 - 20	178,14	161,58	0,10	pied 35 (N vers S)			
12			30 - 40	135,84	127,28	0,07				
13			70 - 80	208,1	167,65	0,25				
14			100 - 110	171,78	131,67	0,30				
15	2	rang 19 - 20	10 - 20	176,94	158,23	0,12	pied 74 (N vers S)			
16			30 - 40	171,54	156,28	0,10				
17			70 - 80	208,64	161,13	0,25				
18			100 - 110	305,47	224,81	0,36				

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1										
2	<b>Id parcelle</b>	<b>Merlot Nord</b>			<b>Date visite</b>	24-avr-15		<b>Légende</b>		
3	<b>Id sub-parcelle</b>				<b>Personnes</b>	Pablo Guerrero - Xavier Le Clanche		<b>PH</b>	Poids humide	
4	<b>Nb échantillons</b>	2			<b>Appareil</b>	Tarière		<b>PS</b>	Poids sec	
5	<b>Intervalle échantillons</b>	<b>Transect E-O</b>						<b>HUM (%)</b>	Humidité en pourcentage	
6	<b>Zone de départ</b>	E			<b>séchage</b>	<b>Date début</b>	24-avr-15	<b>CGPS</b>	Coordonnées du sondage ou le nombre de pieds de vigne.	
7	<b>Orientation mesure</b>	E - O				<b>Date fin</b>	27-avr-15	<b>E-O</b>	Est vers Ouest	
8	<b>Type donnée</b>	Echantillons profondeur pour humidité				<b>Temps (h)</b>		<b>O-E</b>	Ouest vers Est	
9					<b>Température (°C)</b>	40				
10	<b>Point</b>	<b>Rang</b>	<b>Profondeur</b>	<b>PH (g)</b>	<b>PS (g)</b>	<b>HUM (%)</b>	<b>CGPS</b>			
11	1	7	0 - 20	249,48	231,88	0,08	p 20			
12			60 - 70	240,81	203,63	0,18				
13			100 - 110	225,22	170,09	0,32				
14	2	7	10 - 20	176,57	167	0,06	p 74			
15			60 - 70	191,37	163,43	0,17				
16									pas de nappe	

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1										
2	<b>Id parcelle</b>	<b>Merlot Nord</b>			<b>Date visite</b>	24-avr-15		<b>Légende</b>		
3	<b>Id sub-parcelle</b>				<b>Personnes</b>	Pablo Guerrero - Xavier Le Clanche		<b>PH</b>	Poids humide	
4	<b>Nb échantillons</b>	2			<b>Appareil</b>	Tarière		<b>PS</b>	Poids sec	
5	<b>Intervalle échantillons</b>	<b>Transect E-O</b>						<b>HUM (%)</b>	Humidité en pourcentage	
6	<b>Zone de départ</b>	E			<b>séchage</b>	<b>Date début</b>	24-avr-15	<b>CGPS</b>	Coordonnées du sondage ou le nombre de pieds de vigne.	
7	<b>Orientation mesure</b>	E - O				<b>Date fin</b>	27-avr-15	<b>E-O</b>	Est vers Ouest	
8	<b>Type donnée</b>	Echantillons profondeur pour humidité				<b>Temps (h)</b>		<b>O-E</b>	Ouest vers Est	
9					<b>Température (°C)</b>	40				
10	<b>Point</b>	<b>Rang</b>	<b>Profondeur</b>	<b>PH (g)</b>	<b>PS (g)</b>	<b>HUM (%)</b>	<b>CGPS</b>			
11	1	7	0 - 20	249,48	231,88	0,08	p 20			
12			60 - 70	240,81	203,63	0,18				
13			100 - 110	225,22	170,09	0,32				
14	2	7	10 - 20	176,57	167	0,06	p 74			
15			60 - 70	191,37	163,43	0,17				
16									pas de nappe	

## Annexe 04

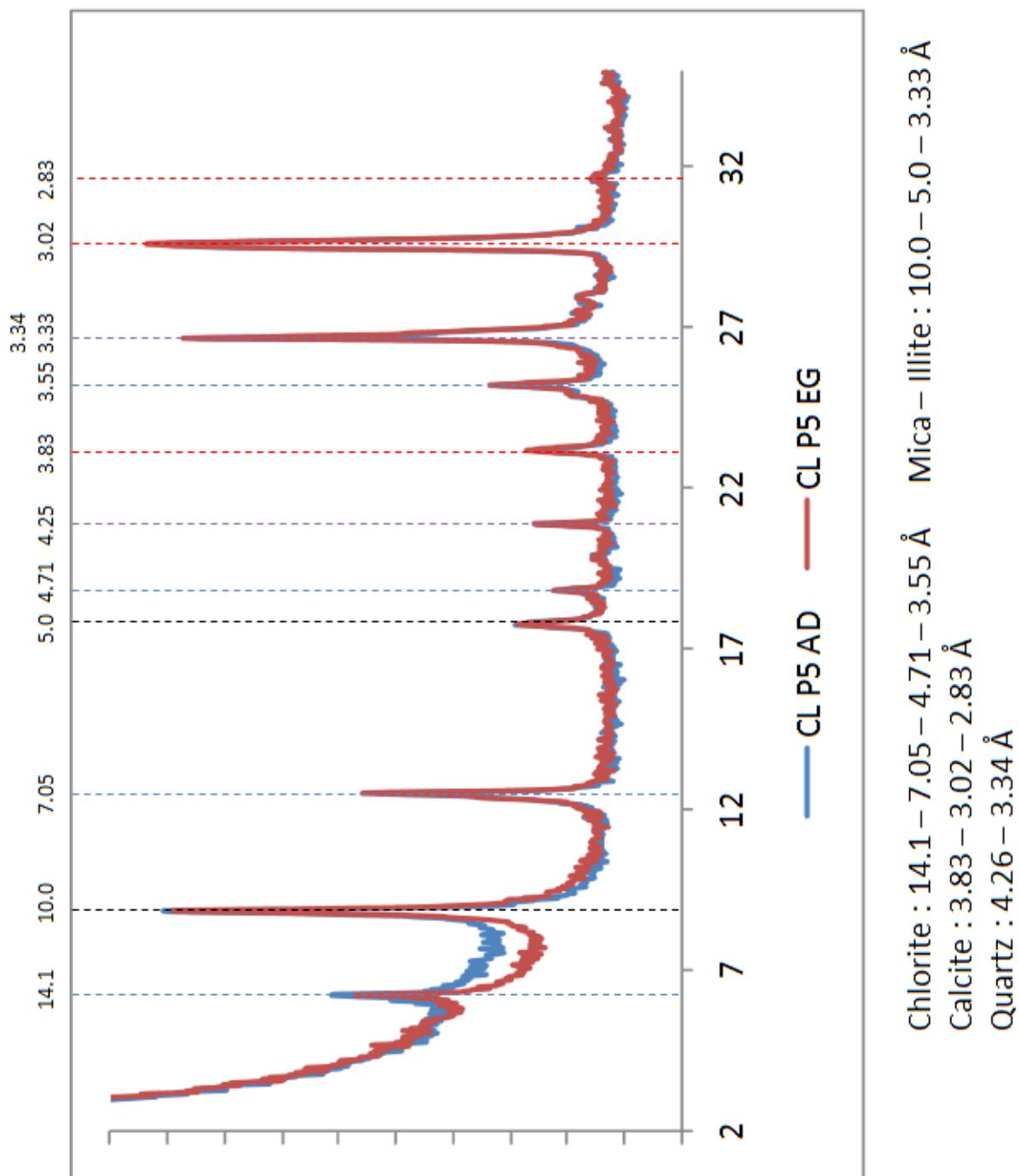


Figure 25 Résultat des analyses d'identification des argiles (laboratoire HydrASA)



**SADEF**  
Laboratoire agréé par le Ministère de l'Agriculture française toutes options - membre du GDRAS



UMR LISAH

**UMR LISAH**  
2 PLACE PIERRE VIALA  
BATIMENT 24  
  
34070 MONTPELLIER

**PARCELLE**

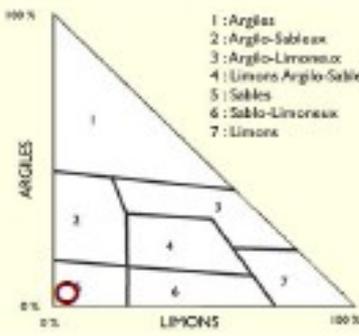
Nom : CB 0-20  
Commune : MONTPELLIER  
Surface : -  
Coordonnées gps :

**ECHANTILLON : CB 0-20**

N° Lab :	T-10174-15 (0)	Prof. :	25 cm	Prélèvement :	01/07/2015
Dossier :	LAB15 14824	Masse :	-	Arrivée Labo :	7/7/2015
N° F.R. :	WW 491375	Refus tamis :	0 %	Début analyse :	07/07/2015
N° EDIS :	SAD49.2.1	Cailloux :	0 %	Fin analyse :	04/08/2015
				Edition :	04/08/2015

TEXTURE ET GRANULOMETRIE

Argile *	4.9 %
Limon fin *	4.3 %
Limon grossier *	1.5 %
Sable fin *	36.9 %
Sable grossier *	52.3 %
*Niveau à 100% sur la fraction résiduelle	
Sable	

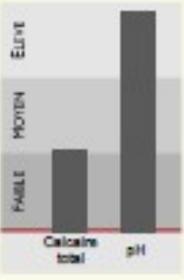


1 : Argiles  
2 : Argilo-Sableux  
3 : Argilo-Limoneux  
4 : Limono-Argilo-Sableux  
5 : Sables  
6 : Sable-Limoneux  
7 : Limons

Indice de battance (Cahuz. (Ney-Méth.LaBelle))	0.1 Sol non battant
Stabilité structurée (Bartol)	-
Capacité de rétention (pF 2.8)	-
Point de fétissement (pF 4.2)	-

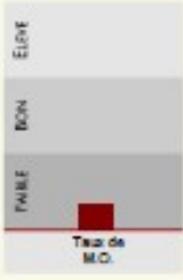
ETAT CALCAIQUE - PH

Calcaire total * (NF ISO 10360)	17.5 %
pH Eau * (NF ISO 10360)	8.4
Conductivité * (NF ISO 11365)	-



MATIERE ORGANIQUE

Matière organique * (NF ISO 14228)	15.4 g/kg Optimum : 25 g/kg
Carbone organique * (NF ISO 14228)	0.9 g/kg
Azote total * (NF ISO 13476)	-
Rapport C/N	-





Autorisation COPRAC n° 1.0781  
Pole disponible sur www.cofrac.fr  
L'attribution de la section Microbiologie du COPRAC atteste de la compétence du laboratoire SADEF pour les seuls essais couverts par l'attribution.

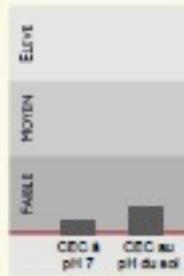
**SADEF POLE D'ASPACH**  
Rue de la Station - F-65700 Aspach-le-Bas - www.sadef.fr  
Tel : +33 (0)3 69 62 72 30 - Fax : +33 (0)3 69 62 72 49 - Email : pole@sadef.fr

SIREN au capital de 100.000 euros - Code APE 7311 Z - RCS Metz/Moselle 430 240 818 - Site 380 420 240 0000  
Banque : C.I.L.L. 43, rue de la Bièvre - 69 003 Molsaas - RCS n°1303733281 000 97870711 72 - if@distribution-028 - FR 29 340 430 240

Rapport d'analyse de terre n° : T-10174-15 (0) - Page 1/2

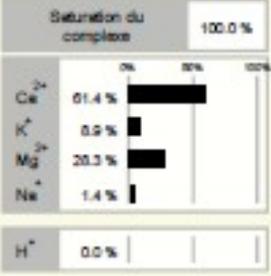
C.E.C.

CEC Matson à pH 7 * NF 331-05	21 mEq
CEC au pH du sol Cavale	45 mEq



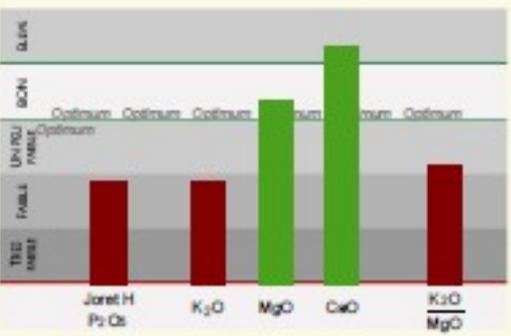
COMPLEXE ARGILO-HUMIQUE

Composition du complexe argilo-humique



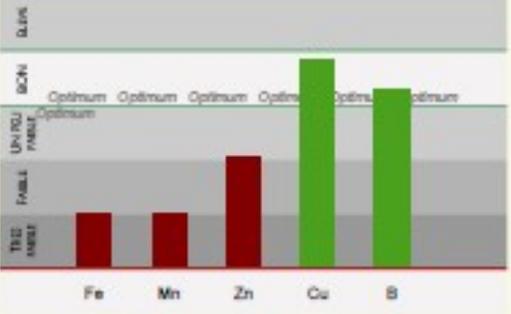
ELEMENTS MAJEURS

	Teneur du sol	Optimum
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Jusqu'à 100 - NF 331-01	0.12 g/kg	0.10 g/kg
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Classé - NF 331-01	-	-
Potasse - K <sub>2</sub> O * NF 331-02	0.06 g/kg ou 1.6 mEq	0.12 g/kg
Magnésium - MgO * NF 331-03	0.12 g/kg ou 6 mEq	0.1 g/kg
Chaux - CaO * NF 331-04	7.03 g/kg ou 279.3 mEq	0.36 g/kg
Sodium - Na <sub>2</sub> O * NF 331-05	0.00 g/kg ou 0.3 mEq	-
K <sub>2</sub> O / MgO (K/Mg)	0.7 (0.3)	1 à 2 (0.4 à 0.8)



OLIGO-ELEMENTS

	Teneur du sol	Optimum
Fer (Fe) * DTMA - NF 331-07	9.5 mg/kg	20 mg/kg
Manganèse (Mn) * DTMA - NF 331-07	3.9 mg/kg	8 mg/kg
Zinc (Zn) * DTMA - NF 331-07	0.90 mg/kg	1.2 mg/kg
Cuivre (Cu) * DTMA - NF 331-07	7.3 mg/kg	0.4 mg/kg
Bore (B) NF 331-08	0.6 mg/kg	0.45 mg/kg
Molybdène (Mo) NF 331-09	-	-



Ce rapport d'essai ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. L'accréditation de la section laboratoires du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire SAGEP pour les seuls essais couverts par l'accréditation.  
Ce rapport ne doit pas être reproduit sans l'approbation du laboratoire d'essai. La reproduction de ce rapport d'essai sans autorisation est considérée comme une faute pénalisable.  
(\*) Essais couverts par l'accréditation. Les résultats sont exprimés par rapport à la masse de terre fournie à l'essai. L'interprétation est de votre responsabilité.

Sylvie LHOTE  
Responsable Dépt TERRE

Rapport d'analyse de terre n° : T-10174-1b (u) - Page 2/2



C.E.C.

CEC Meson à pH 7 \*  
NF X 31-130  
12 mEq

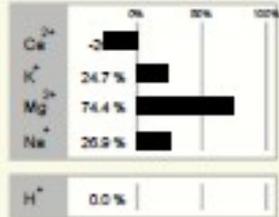
CEC au pH du sol  
Cation  
25 mEq



COMPLEXE ARGILLO-HUMIQUE

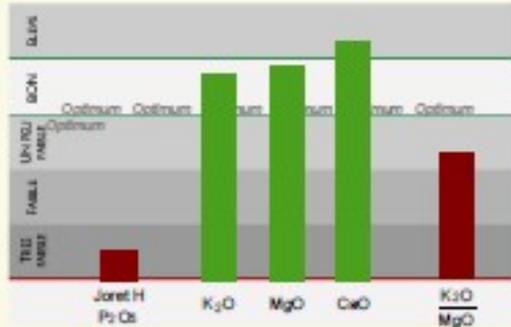
Composition du complexe argilo-humique

Saturation du complexe 100.0 %



ELEMENTS MAJEURS

	Teneur du sol	Optimum
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Jusqu'à 100 - NF X 31-131	0.043 g/kg	0.16 g/kg
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Odeur - NF X 31-132	-	-
Potasse - K <sub>2</sub> O * NF X 31-133	0.14 g/kg ou 2.9 mEq	0.12 g/kg
Magnésium - MgO * NF X 31-134	0.10 g/kg ou 9 mEq	0.1 g/kg
Chaux - CaO * NF X 31-135	0.31 g/kg ou 296.5 mEq	0.01 g/kg
Sodium - Na <sub>2</sub> O * NF X 31-136	0.1 g/kg ou 3.3 mEq	-
K <sub>2</sub> O / MgO (KMg)	0.8 (0.3)	1 à 2 (0.4 à 0.8)



OLIGO-ELEMENTS

	Teneur du sol	Optimum
Fer (Fe) * DTN - NF X 31-121	16.3 mg/kg	20 mg/kg
Manganèse (Mn) * DTN - NF X 31-121	4.6 mg/kg	8 mg/kg
Zinc (Zn) * DTN - NF X 31-121	0.36 mg/kg	1.2 mg/kg
Cuivre (Cu) * DTN - NF X 31-121	1.2 mg/kg	0.4 mg/kg
Bore (B) NF X 31-122	0.78 mg/kg	0.49 mg/kg
Molybdène (Mo) (mg)	-	-



Accréditation COFRAC n° 1-0751  
Partie disponible sur www.cofrac.fr

Ce rapport d'essai ne concerne que les échantillons à l'essai. L'accréditation de la méthode analytique du COFRAC relative de la compétence du laboratoire COFRAC pour les seuls essais couverts par l'accréditation.  
Ce rapport ne doit pas être reproduit sans l'approbation du laboratoire d'essai. La reproduction de ce rapport d'essai sans autorisation peut entraîner des poursuites.  
(\*) : Bases légales par l'accréditation. Les résultats sont exprimés par rapport à la masse de terre sèche à 2 mm. L'interprétation est hors champ d'accréditation.

Sylvie LHOTE  
Responsable Dépt TERRE

Rapport d'analyse de terre n° : T-10175-1b (U) - Page 4/4



**SADEF**

Laboratoire agréé par le Ministère de l'Agriculture français toutes options - Membre du GIRAUD



**RAPPORT D'ANALYSE  
DE TERRE**

UMR LISAH

**UMR LISAH**

2 PLACE PIERRE VIALA  
BATIMENT 24

**34070 MONTPELLIER**

**PARCELLE**

Nom :	CB 100-120
Commune :	MONTPELLIER
Surface :	-
Coordonnées gps :	

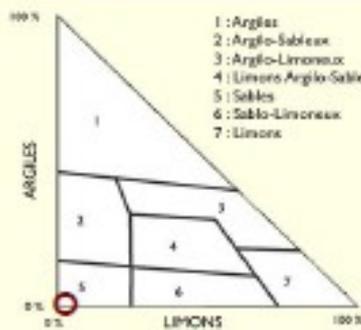
**ECHANTILLON : CB 100-120**

N° Lab :	T-10176-15 (0)	Prof. :	25 cm	Prélèvement :	01/07/2015
Dossier :	LAB15 14824	Masse :	-	Arrivée Labo :	7/7/2015
N° F.R. :	WW 491379	Refus tamis :	0 %	Début analyse :	07/07/2015
N° EDIS :	SAD49.2.3	Cailloux :	0 %	Fin analyse :	04/08/2015
				Edition :	04/08/2015

**TEXTURE ET GRANULOMETRIE**

Granulométrie sans décarbonatation  
NF 90-107

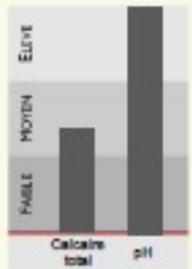
Argile *	1.4 %
Limon fin *	2.5 %
Limon grossier *	1.4 %
Sable fin *	37.0 %
Sable grossier *	56.9 %
* Arrondi à 10% sur la fraction suivante	
Sable	



Indice de battance Calkat (Révisé Méth. Calkat)	0.6 Sol non battant
Stabilité structurale Bertol	-
Capacité de rétention (pF 2.8)	-
Point de retraitement (pF 4.2)	-

**ETAT CALCAIQUE - PH**

Calcaire total * NF 90-1080	20.1 %
pH Eau * NF 90-1080	6.5
Conductivité * NF 90-1136	-



**MATIERE ORGANIQUE**

Matière organique * NF 90-1428	3.6 g/kg
Optimum :	20 g/kg
Carbone organique * NF 90-1428	2.1 g/kg
Azote total * NF 90-1428	-
Rapport C/N	-



Accréditation COFRAC n° 1-0781  
Parties éligibles sur www.cofrac.fr  
L'attribution de la section laboratoires du COFRAC  
atteste de la compétence du laboratoire SADEF pour les  
services mentionnés par l'attribution.

SADEF POLE D'ASPACH

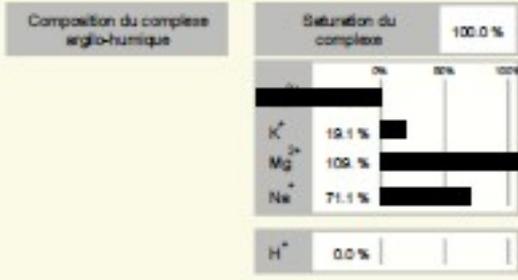
Rue de la Station - F-60700 Aspach-le-Haut - www.sadef.fr  
Tel : +33 (0)3 69 62 72 30 - Fax : +33 (0)3 69 62 72 49 - Email : pole@sadef.fr

SARL au capital de 100 000 euros - Code APE 701 Z - RCS Montpellier 400 240 518 - Siret 400 240 0003  
Banque : C.I.A.L. 43, rue de la Bourse - 89 100 Malesherbes - RCS +13037 32261 000 89767011 72 - Identification COFRAC : FR 20 340 630 140

**C.E.C.**

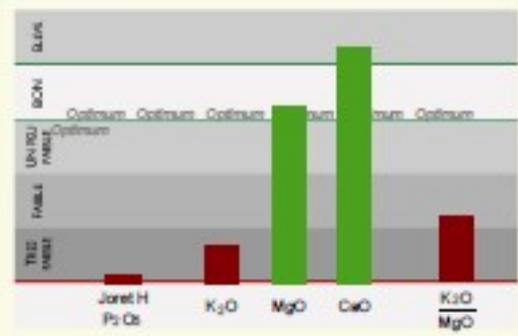
CEC Meson à pH 7 * NF X 31-130	ELÈVE
5 mEq/kg	MOTEN
CEC au pH du sol Calculé	FABILE
10 mEq/kg	CEC à pH 7
	CEC au pH du sol

**COMPLEXE ARGILLO-HUMIQUE**



**ELEMENTS MAJEURS**

	Teneur du sol	Optimum
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Jusqu'à 100 - NF X 31-131	0.01 g/kg	0.16 g/kg
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Classé - NF 80-11263	-	-
Potasse - K <sub>2</sub> O * NF X 31-132	0.04 g/kg ou 0.9 mEq/kg	0.12 g/kg
Magnésie - MgO * NF X 31-133	0.11 g/kg ou 5.5 mEq/kg	0.1 g/kg
Chaux - CaO * NF X 31-134	7.40 g/kg ou 266.0 mEq/kg	0.01 g/kg
Sodium - Na <sub>2</sub> O * NF X 31-135	0.11 g/kg ou 3.0 mEq/kg	-
K <sub>2</sub> O / MgO (K/Mg)	0.4 (0.2)	1 à 2 (0.4 à 0.8)



**OLIGO-ELEMENTS**

	Teneur du sol	Optimum
Fer (Fe) * DTN - NF X 31-131	2.0 mg/kg	20 mg/kg
Manganèse (Mn) * DTN - NF X 31-131	3.3 mg/kg	8 mg/kg
Zinc (Zn) * DTN - NF X 31-131	0.13 mg/kg	1.2 mg/kg
Cuivre (Cu) * DTN - NF X 31-131	0.24 mg/kg	0.4 mg/kg
Bore (B) Recommandé - NF X 31-132	0.10 mg/kg	0.40 mg/kg
Molybdène (Mo) DTN	-	-



Ce rapport d'essai ne concerne que les échantillons et l'essai. L'accréditation de la méthode analytique à COFRAC atteste de la compétence du laboratoire SUDP pour les seuls essais effectués par l'accréditation.

Ce rapport ne doit pas être reproduit sans l'autorisation du laboratoire d'essai. La reproduction de ce rapport d'essai d'essai autorisée que sous sa forme intégrale.

(\*) - Résultats obtenus par l'accréditation. Les résultats sont exprimés par rapport à la masse de terre sèche à 70°C. L'interprétation est hors champ d'accréditation.

Sylvie LHOPE  
Responsable Dépt TERRE



**SADEF**

Laboratoire agréé par le Ministère de l'Agriculture Français toutes options - Membre du GINAF



**RAPPORT D'ANALYSE  
DE TERRE**

UMR LISAH

**UMR LISAH**

2 PLACE PIERRE VIALA

BATIMENT 24

**34070 MONTPELLIER**

**PARCELLE**

Nom : CN 0-20  
Commune : MONTPELLIER  
Surface : -  
Coordonnées gps :

**ECHANTILLON : CN 0-20**

N° Lab : T-10177-15 (0) Prof. : 25 cm Prélèvement : 01/07/2015  
Dossier : LAB15 14824 Masse : - Arrivée Labo : 07/07/2015  
N° F.R. : WW 491381 Refus tamis : 0 % Début analyse : 07/07/2015  
N° EDIS : SA049.2.4 Cailloux : 0 % Fin analyse : 04/08/2015  
Edition : 04/08/2015

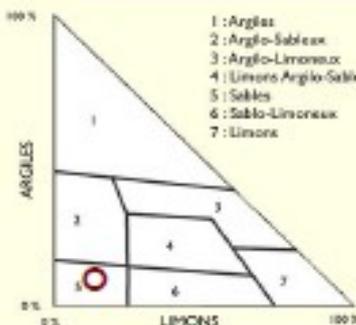
**TEXTURE ET GRANULOMETRIE**

Granulométrie sans décarbonation  
NF 93-107

Argile *	9.7 %
Limon fin *	9.8 %
Limon grossier *	5.3 %
Sable fin *	30.5 %
Sable grossier *	36.9 %

Stockage à 100% sur la texture standard

Texture saboteuse



Indice de balance Catiq. (Ney-Meh-Lefebv)	non calculable
Stabilité structurale Bertol	-
Capacité de rétention (pF 2.8)	-
Point de flétrissement (pF 4.2)	-

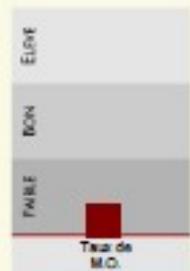
**ETAT CALCIQUE - PH**

Calcaire total * NF 93-107	31.5 %
pH Eau * NF 93-107	6.5
Conductivité * NF 93-109	-



**MATIERE ORGANIQUE**

Matière organique * NF 93-107	17.6 g/kg
Optimum :	25 g/kg
Carbone organique * NF 93-107	10.3 g/kg
Azote total * NF 93-107	-
Rapport C/N	-



Accréditation COFRAC n° 1-0781  
Pôle Aspasch sur www.cofrac.fr  
L'attribution de la mention accrédité du COFRAC  
atteste de la compétence du laboratoire COFRAC pour les  
essais effectués conformément à l'attribution.

**SADEF POLE D'ASPACH**

Rue de la Station - F-68700 Aspasch-le-Bas - www.sadef.fr  
Tel : +33 (0)3 69 62 72 30 - Fax : +33 (0)3 69 62 72 49 - Email : pole@sadef.fr

SAPS au capital de 100.000 euros - Code APE 751 Z - RCS Mulhouse 380 830 240 8 - Siret 380 830 00033  
Région : C.J.A.L. 42, rue de la Rivière - 68 100 Mulhouse - RCS 113027 32281 000 8193701 72 - IFT Identification COFRAC - FR 20 340 830 240

Rapport d'analyse de terre n° : T-10177-15 (0) - Page 1/2

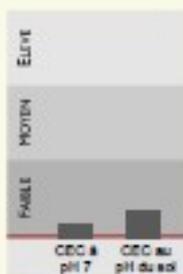
**C.E.C.**

CEC Matson à pH 7 \*  
NF X 31-030

22 mEq

CEC au pH du sol  
Calculée

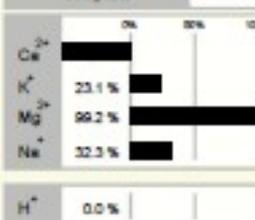
49 mEq



**COMPLEXE ARGILO-HUMIQUE**

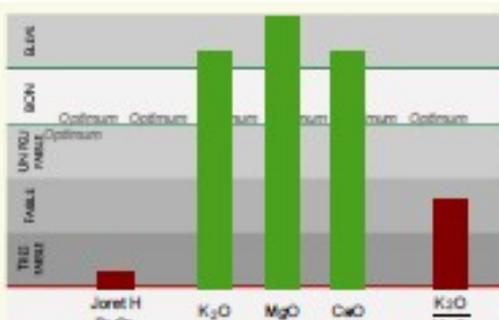
Composition du complexe argilo-humique

Saturation du complexe 100.0 %



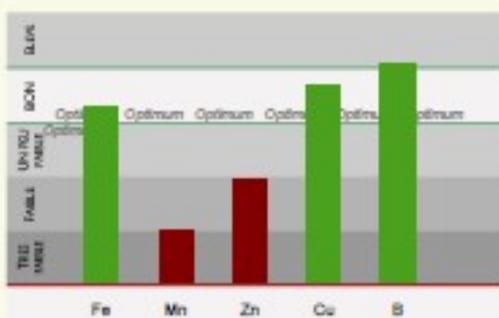
**ELEMENTS MAJEURS**

	Teneur du sol	Optimum
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Joué-Héris - NF X 31-101	0.023 g/kg	0.16 g/kg
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Classe - NF 90-11203	-	-
Potasse - K <sub>2</sub> O * NF X 31-138	0.24 g/kg ou 5.1 mEq	0.12 g/kg
Magnésium - MgO * NF X 31-138	0.44 g/kg ou 22 mEq	0.1 g/kg
Chaux - CaO * NF X 31-138	9.76 g/kg ou 346.2 mEq	0.01 g/kg
Sodium - Na <sub>2</sub> O * NF X 31-138	0.22 g/kg ou 7.3 mEq	-
K <sub>2</sub> O / MgO (K/Mg)	0.5 (0.2)	1 à 2 (0.4 à 0.8)



**OLIGO-ELEMENTS**

	Teneur du sol	Optimum
Fer (Fe) * DTN - NF X 31-121	30.9 mg/kg	20 mg/kg
Manganèse (Mn) * DTN - NF X 31-121	4.1 mg/kg	8 mg/kg
Zinc (Zn) * DTN - NF X 31-121	0.91 mg/kg	1.2 mg/kg
Cuivre (Cu) * DTN - NF X 31-121	5 mg/kg	0.4 mg/kg
Bore (B) Nouveau - NF X 31-122	1.9 mg/kg	0.40 mg/kg
Molybdène (Mo) DTN	-	-



Association COPRAC n° 10701  
Partie déposée sur www.cofrac.fr

Ce rapport d'essai ne concerne que les échantillons à l'essai. L'acceptation de la méthode analytique du COFRAC assure de la conformité du processus SQRD pour les seuls essais réalisés par l'accrédité.  
Ce rapport ne doit pas être reproduit sans l'approbation du laboratoire d'essai. La reproduction de ce rapport d'essai s'est autorisée que sous sa forme intégrale.  
(\*) Résultats fournis par l'accrédité. Les résultats sont imprimés par rapport à la norme de terre fine sèche à 7 mm. L'interprétation est hors champ d'accréditation.

Sylvie LHOPE  
Responsable Dépt TERRE



**SADEF**

Laboratoire agréé par le Ministère de l'Agriculture français toutes options - Membre du GINARD



**RAPPORT D'ANALYSE DE TERRE**

UMR LISAH

**UMR LISAH**

2 PLACE PIERRE VIALA

BATIMENT 24

**34070 MONTPELLIER**

**PARCELLE**

Nom : CN 50-70  
 Commune : MONTPELLIER  
 Surface : -  
 Coordonnées gps :

**ECHANTILLON : CN 50-70**

N° Lab : T-10178-15 (0) Prof. : 25 cm Prélèvement : 01/07/2015  
 Dossier : LAB15 14824 Masse : - Arrivée Labo : 7/7/2015  
 N° F.R. : WW 491383 Refus tamis : 0 % Début analyse : 07/07/2015  
 N° EDIS : SAD49.2.5 Cailloux : 0 % Fin analyse : 04/08/2015  
 Edition : 04/08/2015

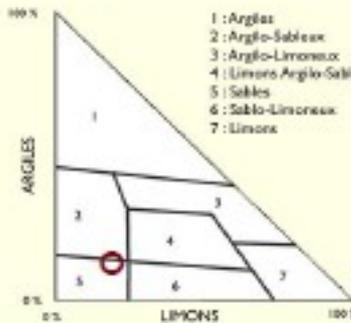
**TEXTURE ET GRANULOMETRIE**

Granulométrie sans décarbonatation (NF 91-107)

Argile *	13.3 %
Limon fin *	13.9 %
Limon grossier *	6.3 %
Sable fin *	33.9 %
Sable grossier *	32.6 %

Soilage à 100% sur la texture minimale

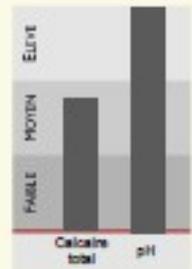
Texture sablo-argileuse



Indice de battance (Cahuz (Mey-Meln-Lefebvre))	non calculable
Stabilité structurale (Bartol)	-
Capacité de rétention (pF 2.8)	-
Point de fêlissement (pF 4.2)	-

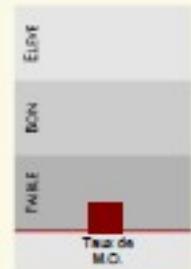
**ETAT CALCAIQUE - PH**

Calcaire total * (NF 90-1080)	29.2 %
pH Eau * (NF 90-1080)	8.5
Conductivité * (NF 90-1136)	-



**MATIERE ORGANIQUE**

Matière organique * (NF 90-1428)	15.9 g/kg
Optimum :	25 g/kg
Carbone organique * (NF 90-1428)	9.2 g/kg
Azote total * (NF 90-1087)	-
Rapport C/N	-



Autorisation COFRAC n° 13781  
 Partie disponible sur www.cofrac.fr  
 L'accréditation de ce laboratoire COFRAC pour les tests réalisés concerne les caractéristiques

SADEF POLE D'ASPAICH

Rue de la Station - F-60700 Aspach-le-Bas - www.sadef.fr  
 Tel : +33 (0)3 69 62 72 30 - Fax : +33 (0)3 69 62 72 49 - Email : pole@sadef.fr

SARL au capital de 100 000 euros - Code APE 751 Z - RCS Mulhouse 585 620 240 9 - Siret 585 620 240 0003  
 Siège : C.J.A.L. 45, rue de la Rivière - 68 100 Mulhouse - RCS +15027 33291 000 876570112 - r/sadef@mulhouse.fr - FR 28 340 620 240

Rapport d'analyse de terre n° : T-10178-15 (0) - Page 1/2

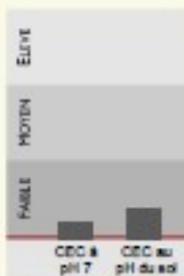
C.E.C.

CEC Meson à pH 7 \*  
NF X 31-130

26 mEq/kg

CEC au pH du sol  
Cetane

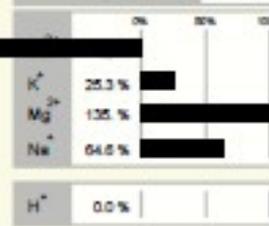
50 mEq/kg



COMPLEXE ARGILO-HUMIQUE

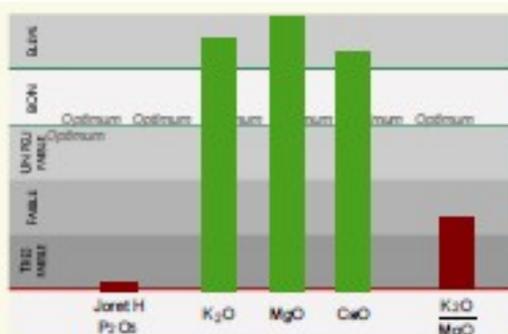
Composition du complexe argilo-humique

Saturation du complexe 100.0 %



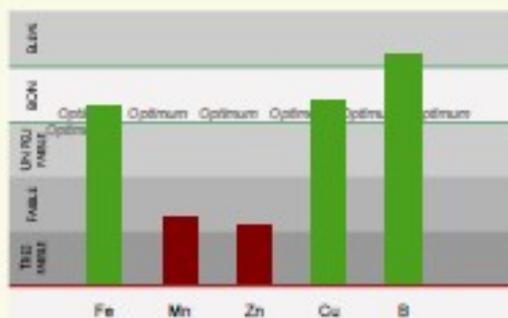
ELEMENTS MAJEURS

	Teneur du sol	Optimum
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Azote total - NF X 31-181	0.012 g/kg	0.16 g/kg
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Odeur - NF 80-1126	-	-
Potasse - K <sub>2</sub> O * NF X 31-138	0.31 g/kg ou 6.6 mEq/kg	0.12 g/kg
Magnésie - MgO * NF X 31-138	0.71 g/kg ou 35.5 mEq/kg	0.1 g/kg
Chaux - CaO * NF X 31-138	9.34 g/kg ou 333.2 mEq/kg	0.01 g/kg
Sodium - Na <sub>2</sub> O * NF X 31-138	0.52 g/kg ou 17.3 mEq/kg	-
K <sub>2</sub> O / MgO (K/Mg)	0.4 (0.2)	1 à 2 (0.4 à 0.8)



OLIGO-ELEMENTS

	Teneur du sol	Optimum
Fer (Fe) * OTPA - NF X 31-121	20.8 mg/kg	20 mg/kg
Manganèse (Mn) * OTPA - NF X 31-121	4.6 mg/kg	8 mg/kg
Zinc (Zn) * OTPA - NF X 31-121	0.63 mg/kg	1.2 mg/kg
Cuivre (Cu) * OTPA - NF X 31-121	2.7 mg/kg	0.4 mg/kg
Bore (B) NF 80-014 - NF X 31-122	2.2 mg/kg	0.61 mg/kg
Molybdène (Mo) OTPA	-	-



Accréditation COFRAC n° 1-0751  
Portée élargie sur www.cofrac.fr

Ce rapport d'essai ne concerne que les échantillons à l'essai. L'accréditation de la méthode analytique du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire COFRAC pour les seuls essais réalisés par l'accréditation.  
Ce rapport ne doit pas être reproduit sans l'autorisation du laboratoire d'essai. La reproduction de ce rapport d'essai est autorisée que sous sa forme intégrale.  
(\*) Résultats obtenus par l'accréditation. Les résultats sont exprimés par rapport à la masse de terre fine sèche à 7 mm. L'interprétation est dans le champ d'accréditation.

Sylvie LHOPE  
Responsable Dépt TERRE



**SADEF**

Laboratoire agréé par le Ministère de l'Agriculture français toutes options - Membre du GDR603



**RAPPORT D'ANALYSE  
DE TERRE**

UMR LISAH

**UMR LISAH**

2 PLACE PIERRE VIALA  
BATIMENT 24

**34070 MONTPELLIER**

**PARCELLE**

Nom : CN 100-120  
Commune : MONTPELLIER  
Surface : -  
Coordonnées gps :

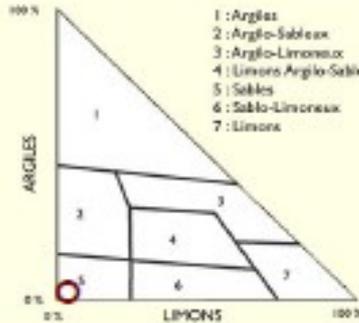
**ECHANTILLON : CN 100-120**

N° Lab : T-10179-15 (0) Prof. : 25 cm Prélèvement : 01/07/2015  
Docster : LAB15 14824 Masse : - Arrivée Labo : 07/07/2015  
N° F.R. : WW 491385 Refus tamis : 0 % Début analyse : 07/07/2015  
N° EDIS : SA049.2.6 Cailloux : 0 % Fin analyse : 04/08/2015  
Edition : 04/08/2015

**TEXTURE ET GRANULOMETRIE**

Granulométrie sans décarbonation  
NF 90-107

Argile *	3 %
Limon fin *	4.1 %
Limon grossier *	1.6 %
Sable fin *	29.6 %
Sable grossier *	61.7 %
Bouillie à 100% sur la fraction résiduelle	
Sable	



- 1 : Argiles
- 2 : Argilo-Sableux
- 3 : Argilo-Limoneux
- 4 : Limons Argilo-Sableux
- 5 : Sables
- 6 : Sable-Limoneux
- 7 : Limons

Indice de balancé  
Géol. (Ney-Méhallieu) non calculable

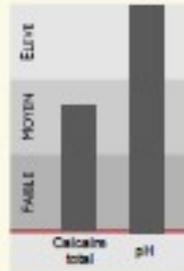
Stabilité structurée  
Bartoli -

Capacité de rétention  
(pF 2.8) -

Point de fétissement  
(pF 4.2) -

**ETAT CALCAIQUE - PH**

Calcaire total * NF 90-1080	27.5 %
pH Eau * NF 90-1080	8.9
Conductivité * NF 90-1080	-



**MATIERE ORGANIQUE**

Matière organique * NF 90-1080	5.4 g/kg
Optimum :	28 g/kg
Carbone organique * NF 90-1080	3.1 g/kg
Azote total * NF 90-1080	-
Rapport C/N	-



Autorisation COFRAC n° 1-0781  
Partie disponible sur www.cofrac.fr  
L'attribution de la mention Membre du COFRAC  
atteste de la compétence du laboratoire SADEF pour les  
tests effectués conformément à la norme.

SADEF POLE D'ASPACH

Rue de la Station - F-60700 Aspach-le-Bas - www.sadef.fr  
Tel : +33 (0)3 69 62 72 30 - Fax : +33 (0)3 69 62 72 49 - Email : pole@sadef.fr

SAPS au capital de 100 000 euros - Code APE 731 Z - RCS Montpellier 400 240 8 - Siret 400 240 0003  
Siège : C.I.A.L. 40, rue de la Rivière - 60100 Méru - RS 41 007 33291 000 93787011 72 - if@siadef.com - FR 20 240 630 240

C.E.C.

CEC Meson à pH 7 \*  
NF X 31-130

5 mEq/g

CEC au pH du sol  
Cetulle

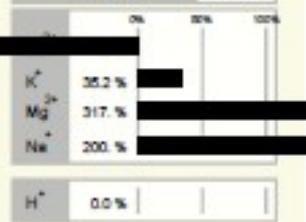
13 mEq/g



COMPLEXE ARGILLO-HUMIQUE

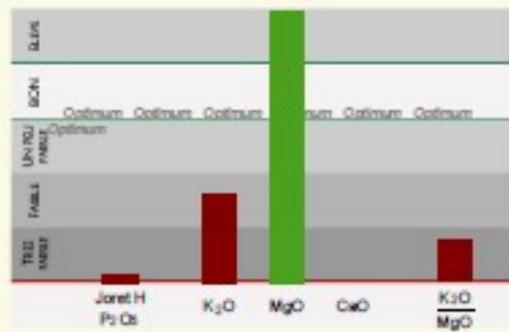
Composition du complexe argilo-humique

Saturation du complexe 100.0 %



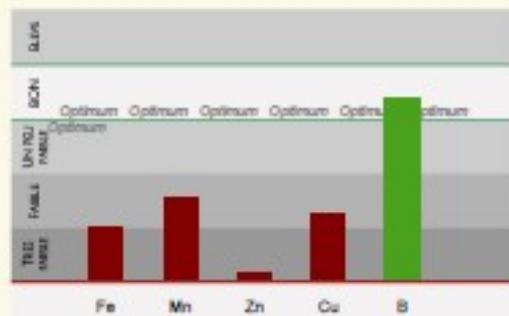
ELEMENTS MAJEURS

	Teneur du sol	Optimum
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Jardins - NF X 31-181	0.01 g/kg	0.16 g/kg
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Céleri - NF 80-11203	-	-
Potasse - K <sub>2</sub> O * NF X 31-138	0.08 g/kg ou 1.7 mEq/g	0.12 g/kg
Magnésium - MgO * NF X 31-136	0.32 g/kg ou 16 mEq/g	0.1 g/kg
Chaux - CaO * NF X 31-135	7.68 g/kg ou 274.0 mEq/g	0.01 g/kg
Sodium - Na <sub>2</sub> O * NF X 31-139	0.31 g/kg ou 10.3 mEq/g	-
K <sub>2</sub> O / MgO (K/Mg)	0.3 (0.1)	1 à 3 (0.4 à 0.8)



OLIGO-ELEMENTS

	Teneur du sol	Optimum
Fer (Fe) * DTA - NF X 31-121	9.9 mg/kg	20 mg/kg
Manganèse (Mn) * DTA - NF X 31-121	5.1 mg/kg	8 mg/kg
Zinc (Zn) * DTA - NF X 31-121	0.05 mg/kg	1.2 mg/kg
Cuivre (Cu) * DTA - NF X 31-121	0.23 mg/kg	0.4 mg/kg
Bore (B) NF 80-11202 - NF X 31-122	0.07 mg/kg	0.50 mg/kg
Molybdène (Mo) DTA	-	-



Accréditation COFRAC n° 10751  
Partie déposée sur www.cofrac.fr

Ce rapport d'essai ne concerne que les échantillons à l'essai. L'accréditation de la section  
Méthodes du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire SUCOF pour les essais mentionnés  
ci-dessus par l'accréditation.  
Ce rapport ne doit pas être reproduit sans l'approbation du laboratoire d'essai. La reproduction de ce  
rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale.  
(\*) Essais effectués par l'accréditation. Les résultats sont exprimés par rapport à la masse de terre  
sèche à 2 mm. L'interprétation est faite dans l'accréditation.

Sylvie LHOPE  
Responsable Dépt TERRE



**SADEF**

Laboratoire agréé par le Ministère de l'Agriculture français toutes options - Membre du GDR03



**RAPPORT D'ANALYSE  
DE TERRE**

UMR LISAH

**SCEA MAS DE PIVE**

MAS PIVE

**30600 MONTCALM**

**PARCELLE**

Nom : RN 0-20  
Commune : MONTAGNAC  
Surface : -  
Coordonnées gps :

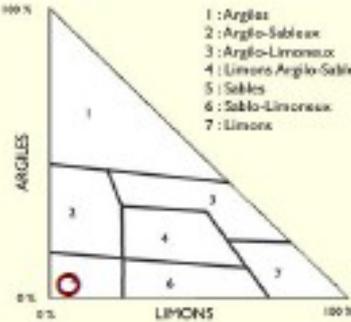
**ECHANTILLON : RN 0-20**

N° Lab : T-09874-15 (0) Prof. : 25 cm Prélèvement : 29/06/2015  
Dossier : LAB15 14514 Masse : - Arrivé Labo : 3/7/2015  
N° F.R. : WW 490775 Refus tamis : 0 % Début analyse : 03/07/2015  
N° ED18 : SA049.1.7 Cailloux : 0 % Fin analyse : 21/07/2015  
Edition : 23/07/2015

**TEXTURE ET GRANULOMETRIE**

Granulométrie sans décarbonation NF 91-107

Argile *	5.1 %
Limons fins *	4.3 %
Limons grossiers *	3.2 %
Sable fin *	66.0 %
Sable grossier *	20.7 %
* Arrondi à 10% sur la lecture finale	
Sable	

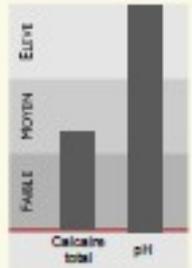


- 1 : Argiles
- 2 : Argilo-Sableux
- 3 : Argilo-Limoneux
- 4 : Limons Argilo-Sableux
- 5 : Sables
- 6 : Sable-Limoneux
- 7 : Limons

Indice de balance Cation (Nrg/Mg+Ca+K)	0.1 Sol non balancé
Stabilité structurale Bertol	-
Capacité de rétention (pF 2.8)	-
Point de flétrissement (pF 4.2)	-

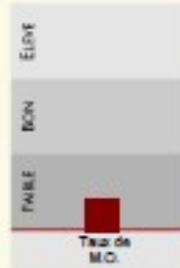
**ETAT CALCIQUE - PH**

Calcium total * NF 90-1080	21.7 %
pH Eau * NF 90-1080	8.6
Conductivité * NF 90-1080	-



**MATIERE ORGANIQUE**

Matière organique * NF 90-1076	17.5 g/kg	Optimum : 25 g/kg
Carbone organique * NF 90-1076	10.1 g/kg	
Azote total * NF 90-1076	-	
Rapport C/N	-	



Association COFRAC n° 11071  
Pôle Agricole sur www.cofrac.fr  
L'association de la centrale internationale de COFRAC  
atteste de la compétence du laboratoire SADEF pour les  
sécheresses effectuées par l'accréditation.

SADEF POLE D'ASPACH

Rue de la Station - F-68700 Aspach-le-Bas - www.sadef.fr  
Tel : +33 (0)3 89 62 72 30 - Fax : +33 (0)3 89 62 72 49 - Email : pole@sadef.fr

SAPS au capital de 100 000 euros - Code APE 751 Z - RCS Mulhouse 330 620 240 B - N° de SIRET 330 620 240 00023  
Banque : C.I.L.A.L. 42, rue de la Bourse - 68 100 Mulhouse - RCS n°13037 3281 000 1818701 72 - n° de publication COFRAC FR 20 340 632 240

Rapport d'analyse de terre n° : T-09874-15 (0) - Page 1/2

C.E.C.

CEC Meson à pH 7 \*  
NF X 31-132

28 mEq

CEC au pH du sol  
Céclule

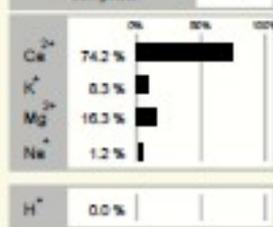
55 mEq



COMPLEXE ARGILO-HUMIQUE

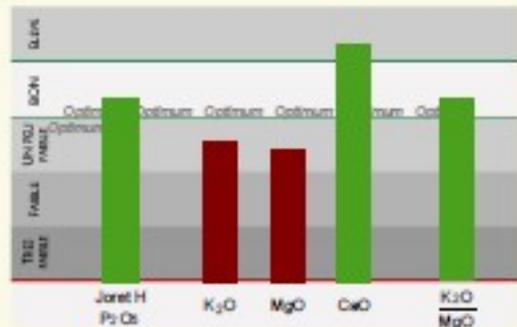
Composition du complexe argilo-humique

Saturation du complexe 100.0 %



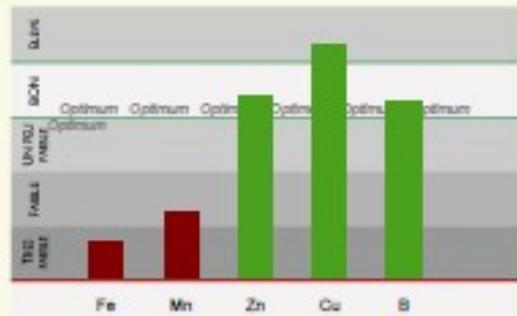
ELEMENTS MAJEURS

	Teneur du sol	Optimum
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Justesse - NF X 31-131	0.18 g/kg	0.16 g/kg
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Classe - NF 80-11263	-	-
Potasse - K <sub>2</sub> O * NF X 31-133	0.11 g/kg ou 2.3 mEq	0.12 g/kg
Magnésie - MgO * NF X 31-133	0.09 g/kg ou 4.6 mEq	0.1 g/kg
Chaux - CaO * NF X 31-133	7.96 g/kg ou 264.0 mEq	0.99 g/kg
Sodium - Na <sub>2</sub> O * NF X 31-133	0.01 g/kg ou 0.3 mEq	-
K <sub>2</sub> O / MgO (KMg)	1.2 (0.5)	1 à 2 (0.4 à 0.8)



OLIGO-ELEMENTS

	Teneur du sol	Optimum
Fer (Fe) * DTA - NF X 31-121	7 mg/kg	20 mg/kg
Manganèse (Mn) * DTA - NF X 31-121	4.6 mg/kg	8 mg/kg
Zinc (Zn) * DTA - NF X 31-121	1.6 mg/kg	1.2 mg/kg
Cuivre (Cu) * DTA - NF X 31-121	39 mg/kg	0.4 mg/kg
Bore (B) NF 80-11263	0.46 mg/kg	0.47 mg/kg
Molybdène (Mo) NF 80-11263	-	-



Accréditation COFRAC n° 1-0751  
Portée d'application sur www.cofrac.fr

Ce rapport d'essai ne constitue que les seuls essais effectués. L'accréditation de la société  
Membres du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire SUCIP pour les seuls essais  
couverts par l'accréditation.  
Ce rapport ne doit pas être reproduit sans l'approbation du laboratoire d'essai. La reproduction de ce  
rapport d'essai est strictement interdite sans autorisation écrite.  
(\*) Résultats couverts par l'accréditation. Les résultats non imprimés par rapport à la norme de terre  
sont valides à 7 ans. L'impression est hors champ d'accréditation.

Sylvie LHOPE  
Responsable Dépt TERRE

Rapport d'analyse de terre n° : T-08874-1b (U) - Page 2/2

**SADEF**

Laboratoire agréé par le Ministère de l'Agriculture français toutes options - Membre du GDR63

**RAPPORT D'ANALYSE DE TERRE**

UMR LISAH

**SCEA MAS DE PIVE**

MAS PIVE

**30600 MONTCALM****PARCELLE**

Nom : RN 50-70  
 Commune : MONTAGNAC  
 Surface : -  
 Coordonnées gps :

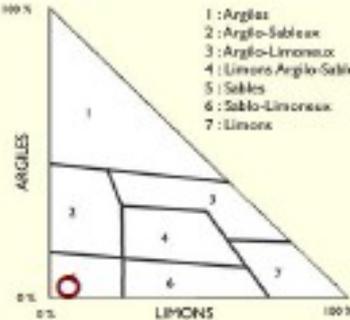
**ECHANTILLON : RN 50-70**

N° Lab : T-09875-15 (0) Prof. : 25 cm Prélèvement : 29/06/2015  
 Dossier : LAB15 14514 Masse : - Arrivée Labo : 3/7/2015  
 N° F.R. : WW 490777 Refus tamis : 0 % Début analyse : 03/07/2015  
 N° ED18 : SA049.1.8 Cailloux : 0 % Fin analyse : 21/07/2015  
 Edition : 23/07/2015

**TEXTURE ET GRANULOMETRIE**

Granulométrie sans décarbonation  
NF 90 107

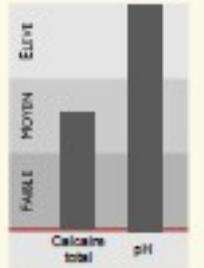
Argile *	3.8 %
Limon fin *	4.7 %
Limon grossier *	2.8 %
Sable fin *	70.2 %
Sable grossier *	18.6 %
* Arrondi à 100% sur la fraction résiduelle	
Sable	



Indice de balance Cation (Noy-Muller)	non calculable
Stabilité structurale Bartoli	-
Capacité de rétention (pF 2.8)	-
Point de flocage (pF 4.2)	-

**ETAT CALCIQUE - PH**

Calcaire total * NF 90 1080	25.9 %
pH Eau * NF 90 1080	8.8
Conductivité * NF 90 1080	-

**MATIERE ORGANIQUE**

Matière organique * NF 90 1038	6.2 g/kg
Optimum :	27 g/kg
Carbone organique * NF 90 1038	3.6 g/kg
Azote total * NF 90 1038	-
Rapport C/N	-



Association COFRAC n° 10751  
 Pôle Agricole sur www.cofrac.fr

L'attribution de la mention 'laboratoire de COFRAC' atteste de la compétence du laboratoire SADEF pour les seuls essais couverts par l'attribution.

**SADEF POLE D'ASPACH**

Rue de la Station - F-60700 Aspach-le-Bas - www.sadef.fr  
 Tel : +33 (0)3 69 62 72 30 - Fax : +33 (0)3 69 62 72 49 - Email : pole@sadef.fr

SAPS au capital de 100.000 euros - Code APE 751 Z - RCS Mulhouse 480 240 8 - N°A 340 400 00003  
 Banque : C.I.L.A.L. 45, rue de la Rivière - 68 100 Mulhouse - RCS n°12027 3281 000 8193701 72 - n°identification COFRAC : FR 20 340 400 240

Rapport d'analyse de terre n° : T-09875-15 (0) - Page 1/2

C.E.C.

CEC Meson à pH 7 \*  
NF X 31-130

12 mEq

CEC au pH du sol  
Cetane

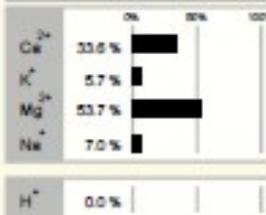
21 mEq



COMPLEXE ARGILO-HUMIQUE

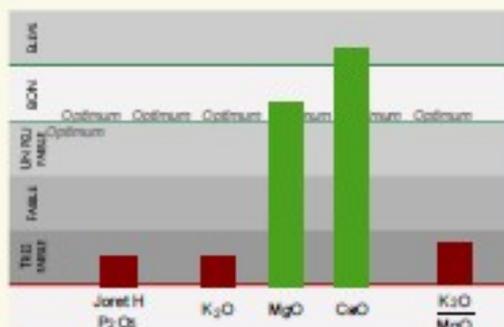
Composition du complexe argilo-humique

Saturation du complexe 100.0 %



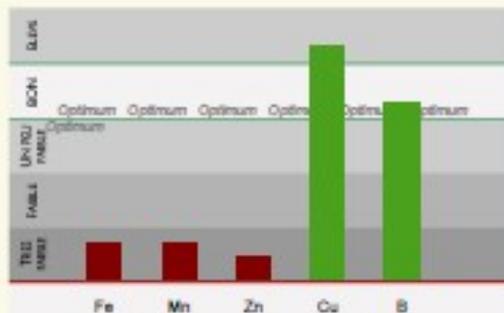
ELEMENTS MAJEURS

	Teneur du sol	Optimum
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Journéel - NF X 31-131	0.04 g/kg	0.16 g/kg
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Classé - NF X 31-130	-	-
Potasse - K <sub>2</sub> O * NF X 31-132	0.03 g/kg ou 0.6 mEq	0.12 g/kg
Magnésium - MgO * NF X 31-133	0.13 g/kg ou 6.5 mEq	0.1 g/kg
Chaux - CaO * NF X 31-134	8.41 g/kg ou 300.0 mEq	0.11 g/kg
Sodium - Na <sub>2</sub> O * NF X 31-135	0.02 g/kg ou 0.6 mEq	-
K <sub>2</sub> O / MgO (K/Mg)	0.2 (0.1)	1 à 2 (0.4 à 0.8)



OLIGO-ELEMENTS

	Teneur du sol	Optimum
Fer (Fe) * DTA - NF X 31-121	6.6 mg/kg	20 mg/kg
Manganèse (Mn) * DTA - NF X 31-121	3.1 mg/kg	8 mg/kg
Zinc (Zn) * DTA - NF X 31-121	0.27 mg/kg	1.2 mg/kg
Cuivre (Cu) * DTA - NF X 31-121	11.9 mg/kg	0.4 mg/kg
Bore (B) Nouveau - NF X 31-122	0.6 mg/kg	0.4 mg/kg
Molybdène (Mo) DTA	-	-



Accréditation COFRAC n° 1-0751  
Prestée également sur www.cofrac.fr

Ce rapport d'essai ne constitue que les données de l'essai. L'accréditation de la section  
Méthodes du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire SODIP pour les essais réalisés  
conformément aux méthodes.  
Ce rapport ne doit pas être reproduit sans l'autorisation du laboratoire d'essai. La reproduction de ce  
rapport d'essai est autorisée que sous sa forme intégrale.  
(\*) Résultats obtenus par l'accréditation. Les résultats sont exprimés par rapport à la masse de terre  
Essai réalisé à 2 ans. L'interprétation est hors champ d'accréditation.

Sylvie LHOPE  
Responsable Dépt TERRE

Rapport d'analyse de terre n° : T-09875-1b (U) - Page 4/4



**SADEF**

Laboratoire agréé par le Ministère de l'Agriculture français toutes options - Membre du GINAF



**RAPPORT D'ANALYSE DE TERRE**

UMR LISAH

**SCEA MAS DE PIVE**

MAS PIVE

**30600 MONTCALM**

**PARCELLE**

Nom : RN 100-200  
 Commune : MONTAGNAC  
 Surface : -  
 Coordonnées gps :

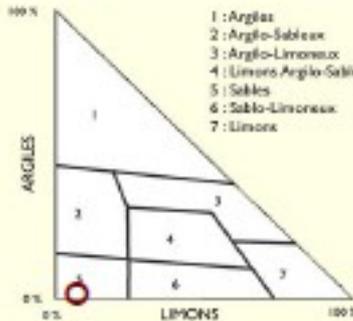
**ECHANTILLON : RN 100-200**

N° Lab : T-09876-15 (0) Prof. : 25 cm Prélèvement : 29/06/2015  
 Dossier : LAB15 14514 Masse : - Arrivée Labo : 3/7/2015  
 N° F.R. : WW 490779 Refus tamis : 0 % Début analyse : 03/07/2015  
 N° EDIS : SA049.1.9 Cailloux : 0 % Fin analyse : 21/07/2015  
 Edition : 23/07/2015

**TEXTURE ET GRANULOMETRIE**

Granulométrie sans décarbonatation NF 91-107

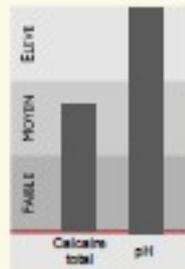
Argile *	1.7 %
Limon fin *	0.5 %
Limon grossier *	0.5 %
Sable fin *	77.1 %
Sable grossier *	19.3 %
Bouillage à 100% sur la fraction résiduelle	
Sable	



Indice de battance Cahuzac (Mey-Melin-Lefebvre)	non calculable
Stabilité structurale Bartol	-
Capacité de rétention (pF 2.8)	-
Point de fêllement (pF 4.2)	-

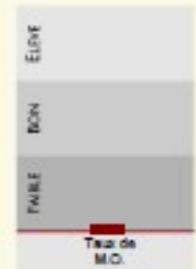
**ETAT CALCAIQUE - PH**

Calcaire total * NF 90-1080	28.3 %
pH Eau * NF 90-1080	8.9
Conductivité * NF 90-1136	-



**MATIERE ORGANIQUE**

Matière organique * NF 90-1428	5.2 g/kg
Optimum :	29 g/kg
Carbone organique * NF 90-1428	3 g/kg
Azote total * NF 90-10876	-
Rapport CN	-



Accréditation COFRAC n° 10781  
 Partie disponible sur www.cofrac.fr  
 L'accréditation de la section laboratoires du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire SADEF pour les seuls essais couverts par l'accréditation.

SADEF POLE D'ASPACH

Rue de la Station - F-68700 Aspach-le-Bas - www.sadef.fr  
 Tel : +33 (0)3 89 62 72 30 - Fax : +33 (0)3 89 62 72 49 - Email : pole@sadef.fr

SARL au capital de 100 000 euros - Code APE 751 Z - RCS Mulhouse 850 240 9 - N° de SIRET 850 240 0003  
 Siège : C.J.A.L. 40, rue de la Rivière - 68 100 Mulhouse - RCS +15027 3291 000 8765701 12 - r/sadef@mulhouse.fr - FR 28 340 630 240

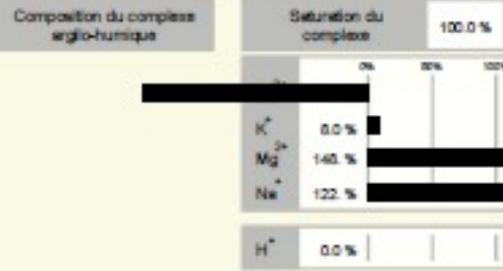
C.E.C.

CEC Meson à pH 7 \*  
NF 2.31.130  
0.7 mEq

CEC au pH du sol  
Calculé  
16 mEq

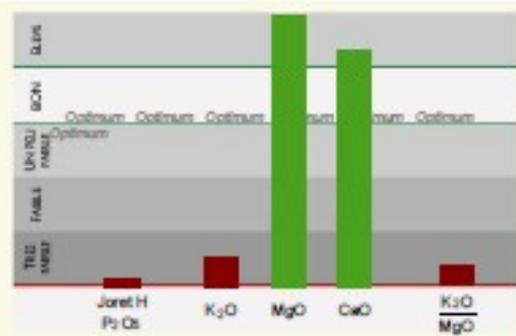


COMPLEXE ARGILO-HUMIQUE



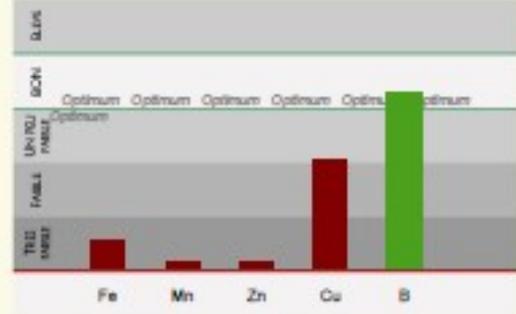
ELEMENTS MAJEURS

	Teneur du sol	Optimum
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Jardins - NF 2.31.91	0.01 g/kg	0.16 g/kg
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Céleri - NF 80.1120	-	-
Potasse - K <sub>2</sub> O * NF 2.31.138	0.03 g/kg ou 0.7 mEq	0.12 g/kg
Magnésium - MgO * NF 2.31.136	0.26 g/kg ou 13 mEq	0.1 g/kg
Chaux - CaO * NF 2.31.134	7.49 g/kg ou 267.2 mEq	0.01 g/kg
Sodium - Na <sub>2</sub> O * NF 2.31.132	0.33 g/kg ou 11.0 mEq	-
K <sub>2</sub> O / MgO (K/Mg)	0.1 (0.1)	1 à 3 (0.4 à 0.8)



OLIGO-ELEMENTS

	Teneur du sol	Optimum
Fer (Fe) * DTA - NF 2.31.121	5.7 mg/kg	20 mg/kg
Manganèse (Mn) * DTA - NF 2.31.121	0.70 mg/kg	8 mg/kg
Zinc (Zn) * DTA - NF 2.31.121	0.06 mg/kg	1.2 mg/kg
Cuivre (Cu) * DTA - NF 2.31.121	0.32 mg/kg	0.4 mg/kg
Bore (B) NF 2.31.122	0.53 mg/kg	0.50 mg/kg
Molybdène (Mo) DTA	-	-



Ce rapport d'essai ne concerne que les échantillons à l'essai. L'accréditation de la section  
Méthodes du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire SUCOF pour les seuls essais  
couverts par l'accréditation.  
Ce rapport ne doit pas être reproduit sans l'approbation du laboratoire d'essai. La reproduction de ce  
rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale.  
(\*) Essais couverts par l'accréditation. Les résultats sont exprimés par rapport à la masse de terre  
Essai réalisé à 2 mm. L'interprétation est hors champ d'accréditation.

Sylvie LHOPE  
Responsable Dépt TERRE



**SADEF**

Laboratoire agréé par le Ministère de l'Agriculture français toutes options - Membre du GDR63



**RAPPORT D'ANALYSE DE TERRE**

UMR LISAH

**SCEA MAS DE PIVE**

MAS PIVE

**30600 MONTCALM**

**PARCELLE**

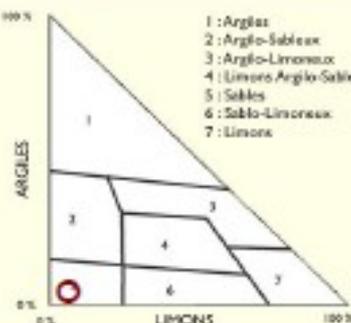
Nom : RS 0-20  
Commune : MONTAGNAC  
Surface : -  
Coordonnées gps :

**ECHANTILLON : RS 0-20**

N° Lab : T-09868-15 (0) Prof. : 25 cm Prélèvement : 29/06/2015  
Dossier : LAB15 14514 Masse : - Arrivée Labo : 30/06/2015  
N° F.R. : WW 490763 Refus tamis : 0 % Début analyse : 03/07/2015  
N° ED18 : SA049.1.1 Cailloux : 0 % Fin analyse : 21/07/2015  
Edition : 23/07/2015

**TEXTURE ET GRANULOMETRIE**

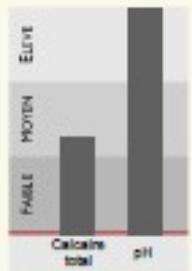
Granulométrie sans décarbonatation NF 93-107	
Argile *	4.7 %
Limon fin *	4.7 %
Limon grossier *	2.9 %
Sable fin *	66.3 %
Sable grossier *	21.3 %
* Arrondi à 10% sur la fraction suivante	
Sable	



Indice de balance Cation (Ney-Mé-Lefebvre)	0.1 Sol non battant
Stabilité structurale Bartoli	-
Capacité de rétention (pF 2.8)	-
Pont de flocage (pF 4.2)	-

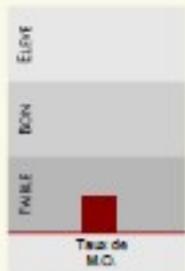
**ETAT CALCAIQUE - PH**

Calcaire total * NF 93-1380	21.3 %
pH Eau * NF 93-1380	8.5
Conductivité * NF 93-1380	-



**MATIERE ORGANIQUE**

Matière organique * NF 93-1426	18 g/kg Optimum : 25 g/kg
Carbone organique * NF 93-1426	10.4 g/kg
Azote total * NF 93-1426	-
Rapport C/N	-



Association COFRAC n° 13781  
Pôle agréé sur www.cofrac.fr  
L'attribution de la certification COFRAC atteste de la compétence du laboratoire SADEF pour les seuls essais couverts par l'attribution.

SADEF POLE D'ASPACH

Rue de la Station - F-67700 Aspach-le-Bas - www.sadef.fr  
Tel : +33 (0)3 89 62 72 30 - Fax : +33 (0)3 89 62 72 49 - Email : pole@sadef.fr

SAPS au capital de 100 000 euros - Code APE 751 Z - RCS Mulhouse 380 000 240 8 - Siret 380 000 0000  
Banque : C.I.L.A.L. 42, rue de la Bive - 68 100 Mulhouse - RCS n°13037 3281 000 1818701 72 - n°identification COFRAC : FR 20 340 832 240

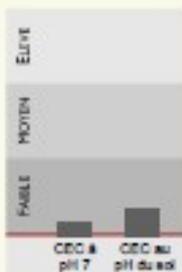
**C.E.C.**

CEC Matson à pH 7 \*  
NF X 31-130

22 mEq/kg

CEC au pH du sol  
Catione

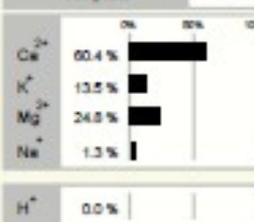
50 mEq/kg



**COMPLEXE ARGILO-HUMIQUE**

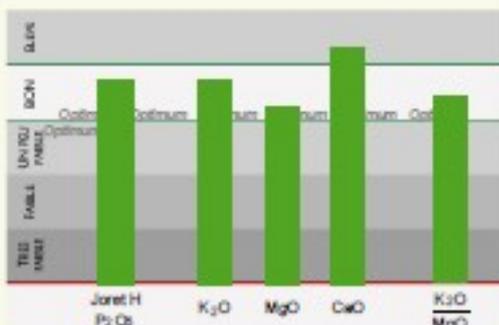
Composition du complexe argilo-humique

Saturation du complexe 100.0 %



**ELEMENTS MAJEURS**

	Teneur du sol	Optimum
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Jusqu'à 100 - NF X 31-131	0.23 g/kg	0.16 g/kg
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Classé - NF 80-11263	-	-
Potasse - K <sub>2</sub> O * NF X 31-132	0.14 g/kg ou 2.9 mEq/kg	0.12 g/kg
Magnésium - MgO * NF X 31-133	0.11 g/kg ou 5.5 mEq/kg	0.1 g/kg
Chaux - CaO * NF X 31-134	0.42 g/kg ou 300.4 mEq/kg	0.37 g/kg
Sodium - Na <sub>2</sub> O * NF X 31-135	0.00 g/kg ou 0.3 mEq/kg	-
K <sub>2</sub> O / MgO (K/Mg)	1.3 (0.5)	1 à 2 (0.4 à 0.8)



**OLIGO-ELEMENTS**

	Teneur du sol	Optimum
Fer (Fe) * DTN - NF X 31-121	6 mg/kg	20 mg/kg
Manganèse (Mn) * DTN - NF X 31-121	3.0 mg/kg	8 mg/kg
Zinc (Zn) * DTN - NF X 31-121	1.0 mg/kg	1.2 mg/kg
Cuivre (Cu) * DTN - NF X 31-121	35 mg/kg	0.4 mg/kg
Bore (B) Recommandé - NF X 31-122	0.42 mg/kg	0.40 mg/kg
Molybdène (Mo) DTN	-	-



Accréditation COFRAC n° 10731  
Portée d'activité sur www.cofrac.fr

Ce rapport d'essai ne concerne que les échantillons à l'essai. L'accréditation de la méthode analytique du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire SACRF pour les seuls essais réalisés par l'accréditation.  
Ce rapport ne doit pas être reproduit sans l'autorisation du laboratoire d'essai. La reproduction de ce rapport d'essai est illégale sans autorisation écrite.  
(\*) Éléments recommandés par l'accréditation. Les résultats sont exprimés par rapport à la masse de terre sèche à 7 mm. L'interprétation est lors d'un champ d'accréditation.

Sylvie LHOPE  
Responsable Dépt TERRE



**SADEF**

Laboratoire agréé par le Ministère de l'Agriculture Français toutes options - Membre du GIRAIS



**RAPPORT D'ANALYSE DE TERRE**

UMR LISAH

**SCEA MAS DE PIVE**

MAS PIVE

**30600 MONTCALM**

**PARCELLE**

Nom : RS 50-70  
 Commune : MONTAGNAC  
 Surface : -  
 Coordonnées gps :

**ECHANTILLON : RS 50-70**

N° Lab : T-09859-15 (0) Prof. : 25 cm Prélèvement : 29/06/2015  
 Dossier : LAB15 14514 Masse : - Arrivée Labo : 3/7/2015  
 N° F.R. : WW 490765 Refus tamis : 0 % Début analyse : 03/07/2015  
 N° EDIS : SAD45.1.2 Cailloux : 0 % Fin analyse : 21/07/2015  
 Edition : 23/07/2015

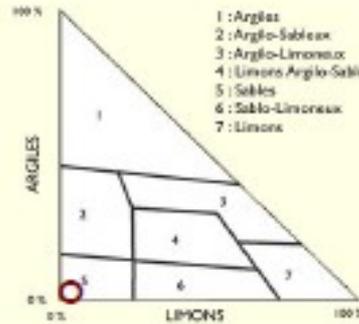
**TEXTURE ET GRANULOMETRIE**

Granulométrie sans décarbonatation NF 91-107

Argile *	2.9 %
Limon fin *	3.4 %
Limon grossier *	2.3 %
Sable fin *	75.4 %
Sable grossier *	16 %

Stockage à 100% sur la fraction sableuse

Sable



Indice de battance (Cauet) (Moy. Min. (Max.)) 0.2 Sol non battant

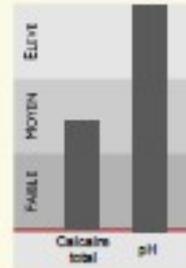
Stabilité structurale (Bartol) -

Capacité de rétention (pF 2.8) -

Point de flocage (pF 4.2) -

**ETAT CALCAIQUE - PH**

Calcaire total * NF 91-107	24.1 %
pH Eau * NF 91-107	8.1
Conductivité * NF 91-107	-



**MATIERE ORGANIQUE**

Matière organique * NF 91-107	7.4 g/kg
Optimum :	27 g/kg
Carbone organique * NF 91-107	4.3 g/kg
Azote total * NF 91-107	-
Rapport C/N	-



Accréditation COFRAC n° 1-0751  
 Pôle Aspasch sur www.cofrac.fr  
 L'attribution de la notice Ministère du COFRAC  
 atteste de la compétence du laboratoire SADEF pour les  
 essais réalisés conformément à l'attribution.

SADEF POLE D'ASPACH

Rue de la Station - F-66700 Aspasch-le-Bas - www.sadef.fr  
 Tél : +33 (0)3 09 62 72 30 - Fax : +33 (0)3 09 62 72 49 - Email : pole@sadef.fr

SIREN au capital de 100.000 euros - Code APE 731 Z - RCS Mulhouse 800 240 51 - Siret 800 240 0000  
 Banque : C.J.A.L. 45, rue de la Rivière - 68100 Mulhouse - RN 871000730281 000 879570112 - r@safrabus.com - FR 26 340 630 240

Rapport d'analyse de terre n° : T-09859-15 (0) - Page 1/2

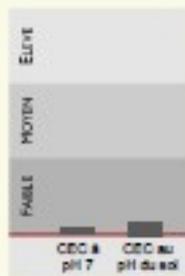
**C.E.C.**

CEC Matson à pH 7 \*  
NF X 31-020

10 mEq

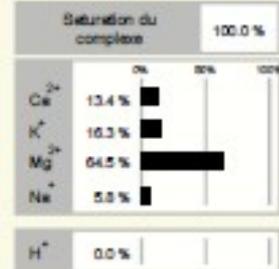
CEC au pH du sol  
Calculée

21 mEq



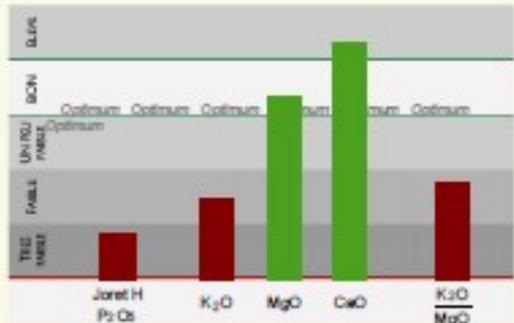
**COMPLEXE ARGILO-HUMIQUE**

Composition du complexe argilo-humique



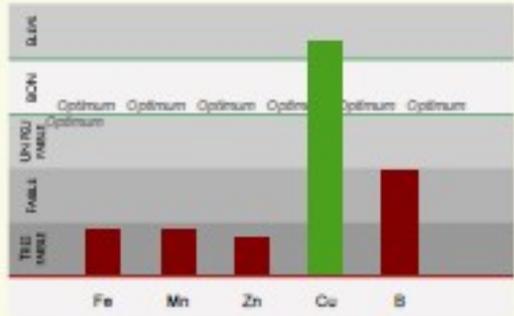
**ELEMENTS MAJEURS**

	Teneur du sol	Optimum
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Joué-Hérel - NF X 31-101	0.073 g/kg	0.16 g/kg
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Olivier - NF 80-11263	-	-
Potasse - K <sub>2</sub> O * NF X 31-138	0.07 g/kg ou 1.6 mEq	0.12 g/kg
Magnésium - MgO * NF X 31-138	0.13 g/kg ou 6.5 mEq	0.1 g/kg
Chaux - CaO * NF X 31-138	8.15 g/kg ou 290.7 mEq	0.04 g/kg
Sodium - Na <sub>2</sub> O * NF X 31-138	0.01 g/kg ou 0.6 mEq	-
K <sub>2</sub> O / MgO (K/Mg)	0.6 (0.3)	1 à 2 (0.4 à 0.8)



**OLIGO-ELEMENTS**

	Teneur du sol	Optimum
Fer (Fe) * DTN - NF X 31-121	6.6 mg/kg	20 mg/kg
Manganèse (Mn) * DTN - NF X 31-121	3.6 mg/kg	8 mg/kg
Zinc (Zn) * DTN - NF X 31-121	0.40 mg/kg	1.2 mg/kg
Cuivre (Cu) * DTN - NF X 31-121	15.1 mg/kg	0.4 mg/kg
Bore (B) Recherche - NF X 31-122	0.36 mg/kg	0.50 mg/kg
Molybdène (Mo) DTN	-	-



Accréditation COFRAC n° 10201  
Portée élargie sur www.cofrac.fr

Ce rapport d'essai ne concerne que les échantillons à l'essai. L'accréditation de la méthode Microchimie du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire SACRF pour les seuls essais réalisés par l'accréditation.  
Ce rapport ne doit pas être reproduit sans l'autorisation du laboratoire d'essai. La reproduction de ce rapport d'essai s'est effectuée par voie électronique.  
(\*) : Résultats obtenus par l'accréditation. Les résultats sont imprimés par rapport à la norme de terre fine sèche à 7 mm. L'interprétation est dans chaque accréditation.

Sylvie LHOPE  
Responsable Dépt TERRE



**SADEF**

Laboratoire agréé par le Ministère de l'Agriculture français toutes options - Membre du GDR60



**RAPPORT D'ANALYSE DE TERRE**

UMR LISAH

**SCEA MAS DE PIVE**

MAS PIVE

**30600 MONTCALM**

**PARCELLE**

Nom : RS 100-200  
 Commune : MONTAGNAC  
 Surface : -  
 Coordonnées gps :

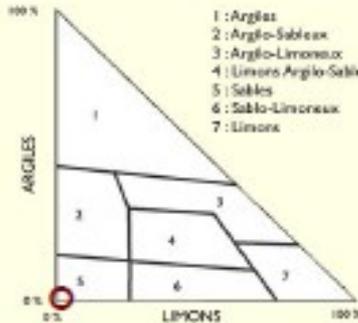
**ECHANTILLON : RS 100-200**

N° Lab : T-09870-15 (0) Prof. : 25 cm Prélèvement : 29/06/2015  
 Dossier : LAB15 14514 Masse : - Arrivée Labo : 3/7/2015  
 N° F.R. : WW 490767 Refus tamis : 0 % Début analyse : 03/07/2015  
 N° EDIS : SA049.1.3 Cailloux : 0 % Fin analyse : 21/07/2015  
 Edition : 23/07/2015

**TEXTURE ET GRANULOMETRIE**

Granulométrie sans décarbonatation NF 90-107

Argile *	1.2 %
Limon fin *	1.8 %
Limon grossier *	1.4 %
Sable fin *	76.4 %
Sable grossier *	19.2 %
Bouillie à 100% sur la fraction résiduelle	
Sable	



- 1 : Argiles
- 2 : Argilo-Sableux
- 3 : Argilo-Limoneux
- 4 : Limons Argilo-Sableux
- 5 : Sables
- 6 : Sable-Limoneux
- 7 : Limons

Indice de battance (Géul (Ray-Ménard))	non calculable
Stabilité structurale (Bartol)	-
Capacité de rétention (pF 2.8)	-
Point de fétissement (pF 4.2)	-

**ÉTAT CALCAIQUE - PH**

Calcaire total * NF 90-1080	26.5 %
pH Eau * NF 90-1080	9.1
Conductivité * NF 90-1198	-



**MATIERE ORGANIQUE**

Matière organique * NF 90-1028	4 g/kg
Optimum :	29 g/kg
Carbone organique * NF 90-1028	2.3 g/kg
Azote total * NF 90-1028	-
Rapport C/N	-



Autorisation COFRAC n° 1-0781  
 Partielle délivrée sur www.cofrac.fr  
 L'accreditation de la section Microbiologie du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire SADEF pour les tests réalisés conformément à l'accreditation.

SADEF POLE D'ASPACH

Rue de la Station - F-66700 Aspach-le-Bas - www.sadef.fr  
 Tel : +33 (0)3 69 62 72 30 - Fax : +33 (0)3 69 62 72 49 - Email : pole@sadef.fr

SIREN au capital de 100.000 euros - Code APE 731 Z - RCS Mulhouse 485 400 240 8 - N° de SIREN 485 400 240 0003  
 Registre - C.J.A.L. 43, rue de la Rivière - 68100 Mulhouse - RCS n°1303733291 000 87857011 72 - if/assili@safr.fr - FR 28 340 400 240

C.E.C.

CEC Mehlich à pH 7 * NF X 31-120	6.2 mEq/kg
CEC au pH du sol Calculée	12 mEq/kg



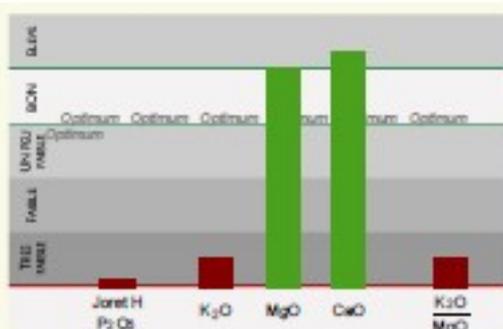
COMPLEXE ARGILLO-HUMIQUE

Composition du complexe argilo-humique



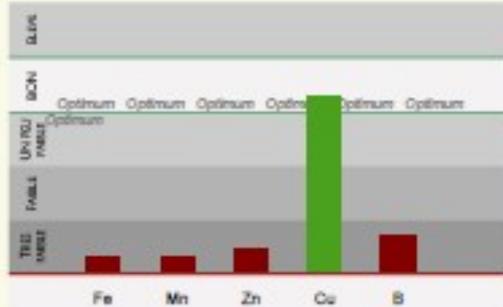
ELEMENTS MAJEURS

	Teneur du sol	Optimum
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Jusqu'à 100 mg/l - NF X 31-121	0.01 g/kg	0.16 g/kg
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Classé - NF 80-11263	-	-
Potasse - K <sub>2</sub> O * NF X 31-122	0.03 g/kg ou 0.7 mEq/kg	0.12 g/kg
Magnésium - MgO * NF X 31-123	0.19 g/kg ou 9.5 mEq/kg	0.1 g/kg
Chaux - CaO * NF X 31-124	0.01 g/kg ou 205.7 mEq/kg	0.01 g/kg
Sodium - Na <sub>2</sub> O * NF X 31-125	0.04 g/kg ou 1.6 mEq/kg	-
K <sub>2</sub> O / MgO (K/Mg)	0.2 (0.1)	1.8-2 (0.4-0.6)



OLIGO-ELEMENTS

	Teneur du sol	Optimum
Fer (Fe) * DTN - NF X 31-126	3 mg/kg	20 mg/kg
Manganèse (Mn) * DTN - NF X 31-127	1.2 mg/kg	8 mg/kg
Zinc (Zn) * DTN - NF X 31-128	0.22 mg/kg	1.2 mg/kg
Cuivre (Cu) * DTN - NF X 31-129	0.61 mg/kg	0.4 mg/kg
Bore (B) Nouveau - NF X 31-130	0.16 mg/kg	0.53 mg/kg
Molybdène (Mo) mg	-	-



Accréditation COFRAC n° 1-0751  
Partie d'appartenance sur www.cofrac.fr

Ce rapport d'essai reconnaît que les clients accèdent à l'essai. L'accréditation de la section laboratoires du COFRAC atteste de la conformité du laboratoire SICEP pour les seuls essais couverts par l'accréditation.  
Ce rapport ne doit pas être reproduit sans l'approbation du laboratoire d'essai. La reproduction de ce rapport d'essai d'un autre site que celui en forme originale.  
(\*) Toute réimpression par l'accréditation ou les clients sans l'approbation du laboratoire de terre sera sanctionnée à 2 ans. L'interprétation est libre de l'interprétation.

Sylvie LHOPE  
Responsable Dépt TERRE



**SADEF**

Laboratoire agréé par le Ministère de l'Agriculture français toutes options - Membre du GDR643



**RAPPORT D'ANALYSE  
DE TERRE**

UMR LISAH

**SCEA MAS DE PIVE**

MAS PIVE

**30600 MONTCALM**

**PARCELLE**

Nom : MT 0-20  
Commune : MONTAGNAC  
Surface : -  
Coordonnées gps :

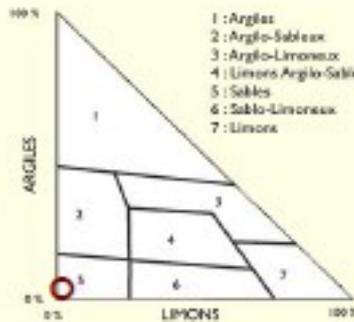
**ECHANTILLON : MT 0-20**

N° Lab : T-09871-15 (0) Prof. : 25 cm Prélèvement : 29/06/2015  
Dossier : LAB15 14514 Masse : - Arrivée Labo : 3/7/2015  
N° F.R. : WW 490769 Refus tamis : 0 % Début analyse : 03/07/2015  
N° ED18 : SA049.1.4 Cailloux : 0 % Fin analyse : 21/07/2015  
Edition : 23/07/2015

**TEXTURE ET GRANULOMETRIE**

Granulométrie sans décarbonatation  
NF 93-107

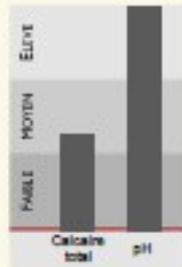
Argile *	3.1 %
Limon fin *	2.6 %
Limon grossier *	1 %
Sable fin *	45.9 %
Sable grossier *	45.3 %
Bouage à 100% sur la fraction minérale	
Sable	



Indice de balance Cation (Ney-Meyer-Lefebvre)	-0.1 Sol non battant
Stabilité structurale Bertol	-
Capacité de rétention (pF 2.8)	-
Point de frittage (pF 4.2)	-

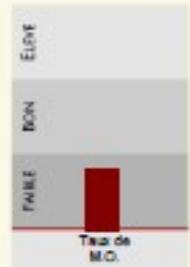
**ETAT CALCAIQUE - PH**

Calcaire total * NF 93-108	21.6 %
pH Eau * NF 93-108	8.5
Conductivité * NF 93-108	-



**MATIERE ORGANIQUE**

Matière organique * NF 93-108	23.7 g/kg
Colmatant	27 g/kg
Carbone organique * NF 93-108	13.7 g/kg
Azote total *	-
Rapport C/N	-



Autorisation COPNIC n° 1071  
Parties déposées sur nos sites

L'attribution de la section Ministère du COPNIC atteste de la compétence du laboratoire SADEF pour les analyses effectuées conformément à l'autorisation.

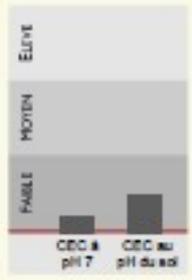
SADEF POLE D'ASPAICH

Rue de la Station - F-68700 Aspach-le-Bas - www.sadef.fr  
Tel : +33 (0)3 89 62 72 30 - Fax : +33 (0)3 89 62 72 49 - Email : pole@sadef.fr

SADEF au capital de 100.000 euros - Code APE 731 Z - RCS Mulhouse 380 820 240 B - Siret 380 820 00033  
Banque : C.I.L.A.L. 42, rue de la Rivière - 68 100 Mulhouse - RCS n°13037 3281 000 8193701 72 - n°identification CFE PR 28 348 630 240

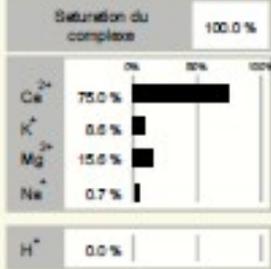
**C.E.C.**

CEC Meison à pH 7 * NF X 31-130	27 mEq
CEC au pH du sol Célest	63 mEq



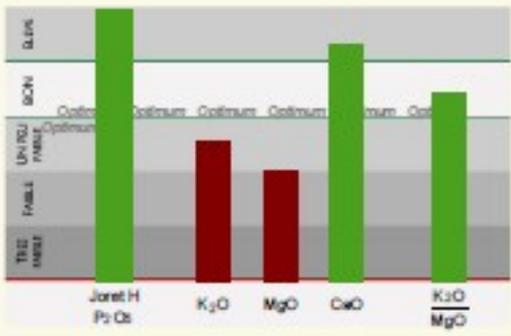
**COMPLEXE ARGILO-HUMIQUE**

Composition du complexe argilo-humique



**ELEMENTS MAJEURS**

	Teneur du sol	Optimum
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Juvéniles - NF X 31-131	0.39 g/kg	0.16 g/kg
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Classé - NF 80-11263	-	-
Potasse - K <sub>2</sub> O * NF X 31-132	0.11 g/kg ou 2.3 mEq/kg	0.12 g/kg
Magnésium - MgO * NF X 31-133	0.08 g/kg ou 4.2 mEq/kg	0.1 g/kg
Chaux - CaO * NF X 31-134	7.64 g/kg ou 272.5 mEq/kg	0.57 g/kg
Sodium - Na <sub>2</sub> O * NF X 31-135	0.00 g/kg ou 0.2 mEq/kg	-
K <sub>2</sub> O / MgO (KMg)	1.3 (0.6)	1 à 2 (0.4 à 0.8)



**OLIGO-ELEMENTS**

	Teneur du sol	Optimum
Fer (Fe) * DTA - NF X 31-121	7.3 mg/kg	20 mg/kg
Manganèse (Mn) * DTA - NF X 31-121	4 mg/kg	8 mg/kg
Zinc (Zn) * DTA - NF X 31-121	1.6 mg/kg	1.2 mg/kg
Cuivre (Cu) * DTA - NF X 31-121	20.8 mg/kg	0.4 mg/kg
Bore (B) Nouveau - NF X 31-122	0.45 mg/kg	0.46 mg/kg
Molybdène (Mo) DTA	-	-



Ce rapport d'essai ne concerne que les éléments soumis à l'essai. L'accréditation de la section Métallurgie du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire SUDEP pour les seuls essais effectués par l'accréditation.  
Ce rapport ne doit pas être reproduit sans l'autorisation du laboratoire d'essai. La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale.  
(\*) Résultats obtenus par l'accréditation. Les résultats sont exprimés par rapport à la masse de terre. Une unité à 2 déc. L'interprétation est hors champ d'accréditation.

Sylvie LHOPE  
Responsable Dépt TERRE



**SADEF**

Laboratoire agréé par le Ministère de l'Agriculture français toutes options - Membre du GDR63



**RAPPORT D'ANALYSE  
DE TERRE**

UMR LISAH

**SCEA MAS DE PIVE**

MAS PIVE

**30600 MONTCALM**

**PARCELLE**

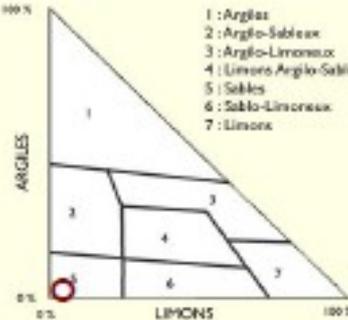
Nom : MT 50-70  
Commune : MONTAGNAC  
Surface : -  
Coordonnées gps :

**ECHANTILLON : MT 50-70**

N° Lab : T-09872-15 (0) Prof. : 25 cm Prélèvement : 29/06/2015  
Dossier : LAB15 14514 Masse : - Arrivée Labo : 3/7/2015  
N° F.R. : WW 490771 Refus tamis : 0 % Début analyse : 03/07/2015  
N° ED18 : SA049.1.5 Cailloux : 0 % Fin analyse : 21/07/2015  
Edition : 23/07/2015

**TEXTURE ET GRANULOMETRIE**

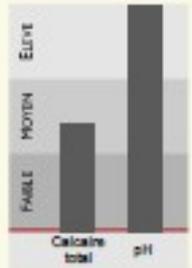
Granulométrie sans décarbonation NF 91-107	
Argile *	3 %
Limons fins *	3,8 %
Limons grossiers *	2,3 %
Sable fin *	45,0 %
Sable grossier *	45,1 %
Bouillie à 100% sur le fraction résiduelle	
Sable	



Indice de balance Célest (Néq/Met/Labile)	0,3 Sol non balancé
Stabilité structurale Bartoli	-
Capacité de rétention (pF 2,8)	-
Point de flocage (pF 4,2)	-

**ETAT CALCAIQUE - PH**

Calcaire total * NF 90-1080	23,7 %
pH Eau * NF 90-1080	9
Conductivité * NF 90-1080	-



**MATIERE ORGANIQUE**

Matière organique * NF 90-1076	7,1 g/kg
Optimum :	27 g/kg
Carbone organique * NF 90-1076	4,1 g/kg
Azote total * NF 90-1076	-
Rapport C/N	-



Association COFRAC n° 10761  
Pôle Agricole sur www.cofrac.fr  
L'association de la centrale internationale de COFRAC  
atteste de la compétence du laboratoire SADEF pour les  
sécheresses effectuées par l'accréditation.

SADEF POLE D'ASPACH

Rue de la Station - F-60700 Aspach-le-Bas - www.sadef.fr  
Tel : +33 (0)3 69 62 72 30 - Fax : +33 (0)3 69 62 72 49 - Email : pole@sadef.fr

SAPS au capital de 100.000 euros - Code APE 751 Z - RCS Mulhouse 330 620 240 8 - N° de SIRET 330 620 240 0003  
Banque : C.I.L.A.L. 42, rue de la Bourse - 68 100 Mulhouse - RCS n°13037 3281 000 8198701 72 - n° de publication COFRAC FR 20 340 632 240

**C.E.C.**

CEC Matson à pH 7 \*  
NF X 31-130

13 mEq

CEC au pH du sol  
Calculé

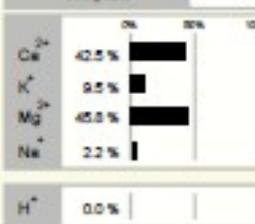
24 mEq



**COMPLEXE ARGILO-HUMIQUE**

Composition du complexe argilo-humique

Saturation du complexe 100.0 %



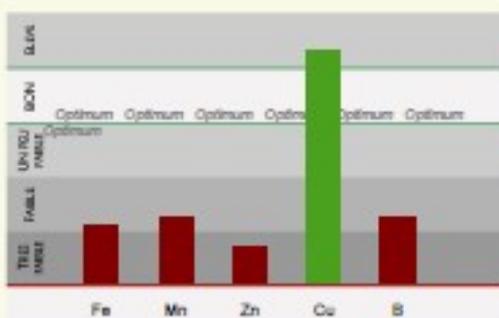
**ELEMENTS MAJEURS**

	Teneur du sol	Optimum
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Jouan-Veslet - NF X 31-131	0.1 g/kg	0.16 g/kg
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Olivier - NF 80-11263	-	-
Potasse - K <sub>2</sub> O * NF X 31-132	0.05 g/kg ou 1.2 mEq	0.12 g/kg
Magnésium - MgO * NF X 31-133	0.12 g/kg ou 6 mEq	0.1 g/kg
Chaux - CaO * NF X 31-134	0.15 g/kg ou 290.7 mEq	0.15 g/kg
Sodium - Na <sub>2</sub> O * NF X 31-135	0.00 g/kg ou 0.3 mEq	-
K <sub>2</sub> O / MgO (K/Mg)	0.5 (0.2)	1 à 2 (0.4 à 0.8)



**OLIGO-ELEMENTS**

	Teneur du sol	Optimum
Fer (Fe) * DTN - NF X 31-121	10.6 mg/kg	20 mg/kg
Manganèse (Mn) * DTN - NF X 31-121	4.7 mg/kg	8 mg/kg
Zinc (Zn) * DTN - NF X 31-121	0.41 mg/kg	1.2 mg/kg
Cuivre (Cu) * DTN - NF X 31-121	10.4 mg/kg	0.4 mg/kg
Bore (B) Nouzeville - NF X 31-122	0.26 mg/kg	0.50 mg/kg
Molybdène (Mo) DTN	-	-



Accréditation COFRAC n° 10201  
Portée élargie sur www.cofrac.fr

Ce rapport d'essai ne concerne que les échantillons à l'essai. L'accréditation de la méthode Microchimie du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire SACRF pour les seuls essais réalisés par l'accréditation.  
Ce rapport ne doit pas être reproduit sans l'autorisation du laboratoire d'essai. La reproduction de ce rapport d'essai s'est effectuée par voie électronique.  
(\*) : Résultats obtenus par l'accréditation. Les résultats sont exprimés par rapport à la masse de terre fine sèche à 7 mm. L'interprétation est dans chaque accréditation.

Sylvie LHOPE  
Responsable Dépt TERRE



**SADEF**

Laboratoire agréé par le Ministère de l'Agriculture français toutes options - Member of GICARD



**RAPPORT D'ANALYSE  
DE TERRE**

UMR LISAH

**SCEA MAS DE PIVE**

MAS PIVE

**30600 MONTCALM**

**PARCELLE**

Nom : MT 100-200  
 Commune : MONTAGNAC  
 Surface : -  
 Coordonnées gps :

**ECHANTILLON : MT 100-200**

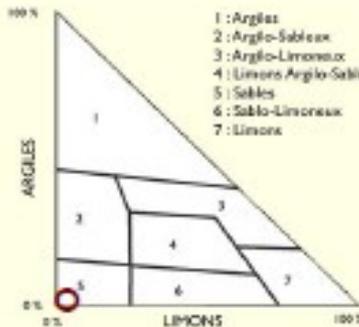
N° Lab : T-09873-15 (0) Prof. : 25 cm Prélèvement : 29/06/2015  
 Dossier : LAB15 14514 Masse : - Arrivée Labo : 30/06/15  
 N° F.R. : WW 490773 Refus tamis : 0 % Début analyse : 03/07/2015  
 N° EDIS : SAD49.1.6 Cailloux : 0 % Fin analyse : 21/07/2015  
 Edition : 23/07/2015

**TEXTURE ET GRANULOMETRIE**

Granulométrie sans décarbonatation  
NF 93-107

Argile *	2.1 %
Limon fin *	2.8 %
Limon grossier *	2.6 %
Sable fin *	45.5 %
Sable grossier *	47 %
Sable	

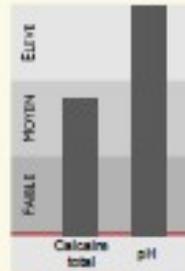
Roundage à 100% sur la fraction résiduelle



Indice de balance Célest (Pégy-Méth-Lélect)	non calculable
Stabilité structurale Bertol	-
Capacité de rétention (pH 2.8)	-
Point de flocage (pH 4.2)	-

**ETAT CALCAIQUE - PH**

Calcaire total * NF 93-109	29.7 %
pH Eau * NF 93-109	9.2
Conductivité * NF 93-109	-



**MATIERE ORGANIQUE**

Matière organique * NF 93-109	4.2 g/kg
Optimum :	29 g/kg
Carbone organique * NF 93-109	2.4 g/kg
Azote total * NF 93-109	-
Rapport C/N	-



Accréditation COFRAC n° 10751  
 Fiche disponible sur www.cofrac.fr  
 L'accréditation de la méthode analytique du COFRAC  
 atteste de la compétence du laboratoire SADEF pour les  
 tests réalisés conformément à l'accréditation.

SADEF POLE D'ASPAICH

Rue de la Station - F-68700 Aspach-le-Bas - www.sadef.fr  
 Tel : +33 (0)3 89 62 72 30 - Fax : +33 (0)3 89 62 72 49 - Email : pole@sadef.fr

SADEF au capital de 100.000 euros - Code APE 7312 - RCS Mulhouse 400 240 8 - Siret 400 240 0003  
 Banque : C.I.A.L. 40, rue de la Rivière - 68100 Mulhouse - RIB : FR13037 32061 000 00000101 70 - /@sadef.fr - CIB : FR 30 340 030 240

Rapport d'analyse de terre n° : T-09873-15 (0) - Page 1/2

**C.E.C.**

CEC Mesure à pH 7 \*  
NF X 31-100

7.1 mEq/kg

CEC au pH du sol  
Calculée

13 mEq/kg



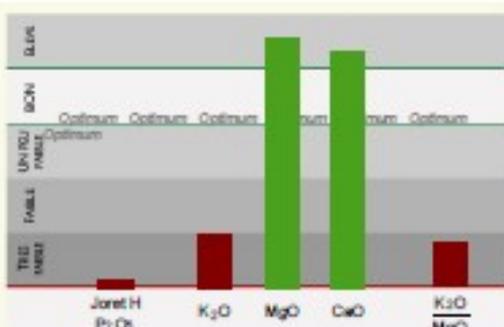
**COMPLEXE ARGILO-HUMIQUE**

Composition du complexe argilo-humique



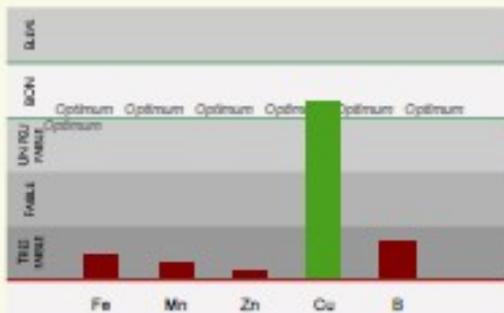
**ELEMENTS MAJEURS**

	Teneur du sol	Optimum
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Jusqu'à 100 - NF X 31-101	0.01 g/kg	0.16 g/kg
Phosphore - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * Classé - NF 80-11203	-	-
Potasse - K <sub>2</sub> O * NF X 31-102	0.06 g/kg ou 1.3 mEq/kg	0.12 g/kg
Magnésium - MgO * NF X 31-103	0.23 g/kg ou 11.5 mEq/kg	0.1 g/kg
Chaux - CaO * NF X 31-104	7.21 g/kg ou 257.2 mEq/kg	0.01 g/kg
Sodium - Na <sub>2</sub> O * NF X 31-105	0.02 g/kg ou 0.6 mEq/kg	-
K <sub>2</sub> O / MgO (K/Mg)	0.3 (0.1)	1 à 2 (0.4 à 0.8)



**OLIGO-ELEMENTS**

	Teneur du sol	Optimum
Fer (Fe) * DTN - NF X 31-121	4.4 mg/kg	20 mg/kg
Manganèse (Mn) * DTN - NF X 31-121	1.2 mg/kg	8 mg/kg
Zinc (Zn) * DTN - NF X 31-121	0.06 mg/kg	1.2 mg/kg
Cuivre (Cu) * DTN - NF X 31-121	0.45 mg/kg	0.4 mg/kg
Bore (B) Recommandé - NF X 31-122	0.19 mg/kg	0.56 mg/kg
Molybdène (Mo) DTN	-	-

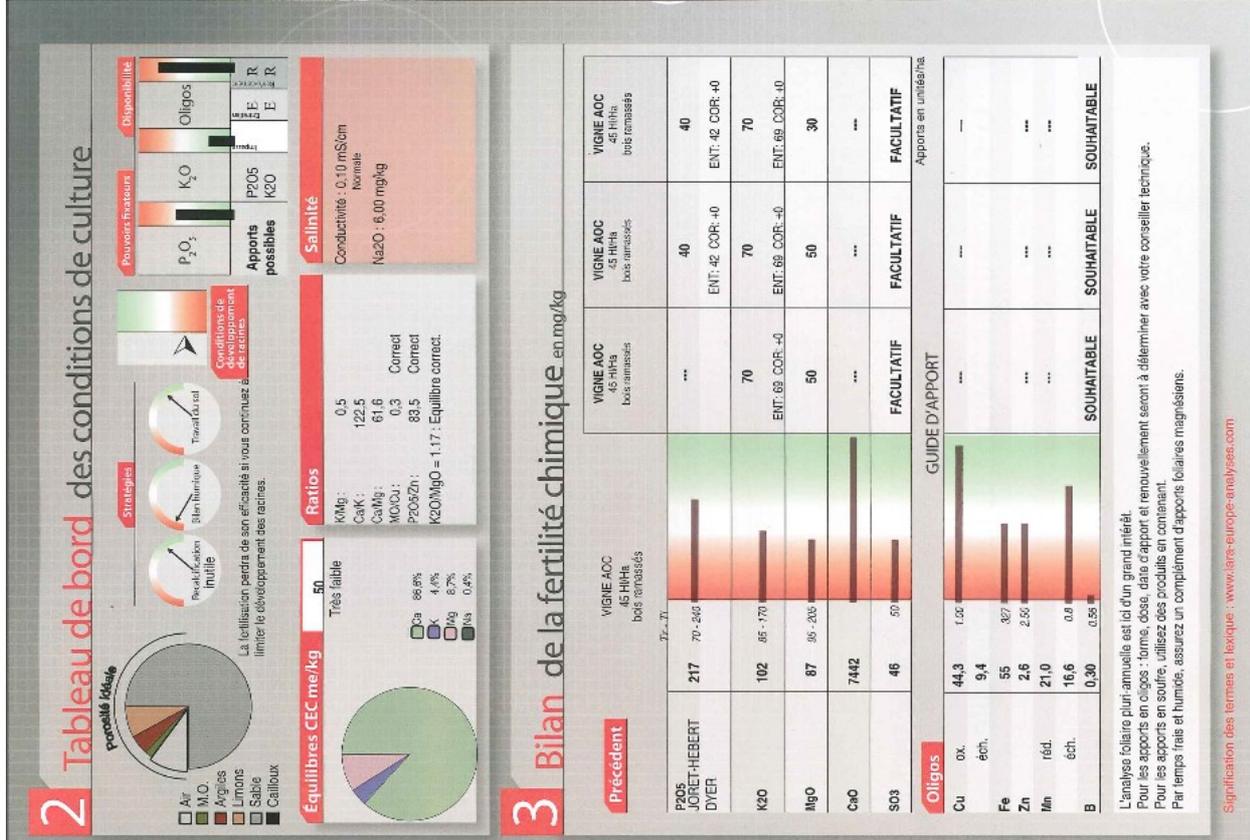
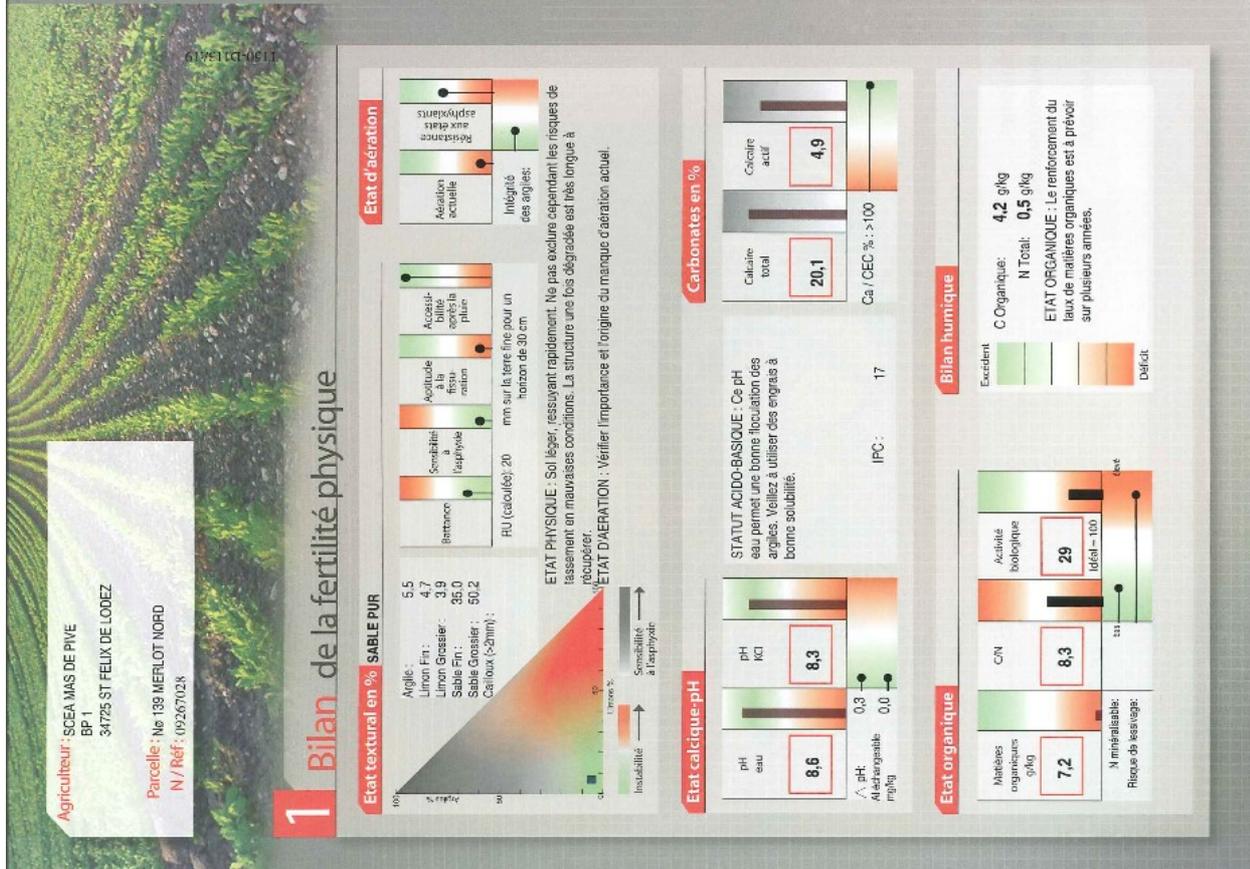


Ce rapport d'essai ne concerne que les échantillons à l'essai. L'attribution de la mention Microbiologie du COFRAC relève de la compétence du laboratoire SACRF pour les seuls essais réalisés par l'accréditation.

Ce rapport ne doit pas être reproduit sans l'approbation du laboratoire d'essai. La reproduction de ce rapport d'essai s'est autorisée que sous sa forme intégrale.

(\*) Résultats fournis par l'accréditation. Les résultats sont imprimés par rapport à la masse de terre sèche à 70°C. L'interprétation est dans le champ d'accréditation.

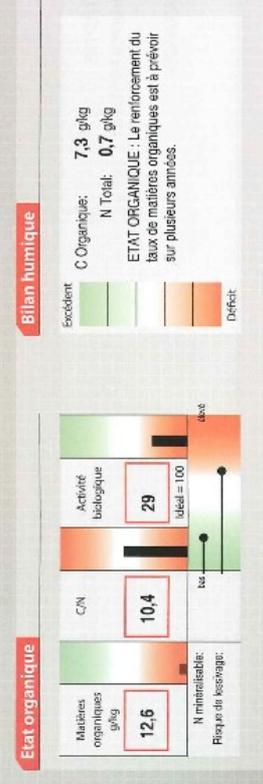
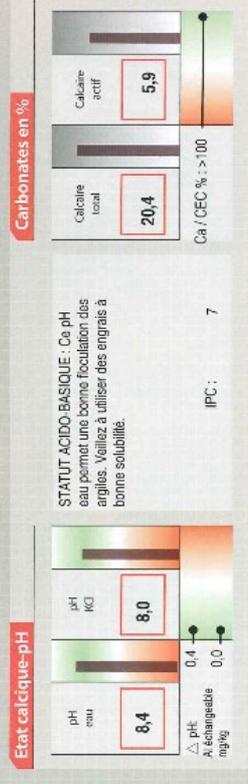
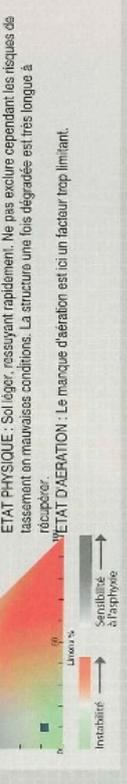
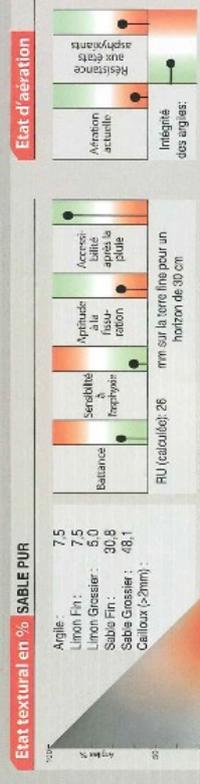
Sylvie LHOPE  
Responsable Dépt TERRE



Agriculteur : SCEA MAS DE PIVE  
BP 1  
34725 ST FELIX DE LODEZ

Parcelle : N° 140 CABERNET LAC  
N / Réf : 09267027

## 1 Bilan de la fertilité physique



## 2 Tableau de bord des conditions de culture



## 3 Bilan de la fertilité chimique en mg/kg

Précédent	VIGNE PRODUCTION 70 Ht/ha bois ramassés	VIGNE PRODUCTION 70 Ht/ha bois amassés	VIGNE PRODUCTION 70 Ht/ha bois amassés
P205 JORET-HEBERT DYER	143	40	40
K2O	161	80	80
MgO	220	80	80
CaO	7956	80	80
S03	112	80	80

### GUIDE D'APPORT

Oligo	70 Ht/ha bois ramassés	70 Ht/ha bois amassés	70 Ht/ha bois amassés
Cu	7,0	1,00	1,00
Fe	89	338	338
Zn	7,7	2,50	2,50
Mn	30,4	0,9	0,9
B	1,00	0,37	0,37

Apports en unités/ha

L'analyse foliaire pour-annuelle est ici d'un grand intérêt. Pour les apports en oligos : forme, dose, date d'apport et renouvellement seront à déterminer avec votre conseiller technique. Un complément foliaire magnésien s'avère nécessaire par temps froid prolongé en cours de végétation.

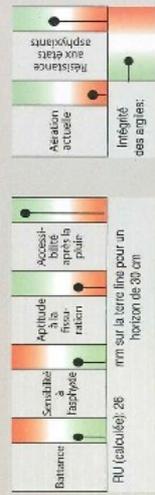
Signification des termes et lexique : [www.lara-europe-analysis.com](http://www.lara-europe-analysis.com)

Agriculteur : SCEA MAS DE PIPE  
BP 1  
34725 ST FELIX DE LODEZ  
Parcelle : No 138 ROUSSANNE  
N / Ref : 09267031

# 1 Bilan de la fertilité physique

## Etat textural en % SABLE

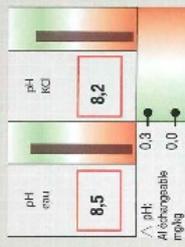
Argile : 8,0  
Limon Fin : 6,2  
Limon Grosse : 4,3  
Sable Fin : 59,7  
Sable Grosse : 20,3  
Cailloux (>2mm) :



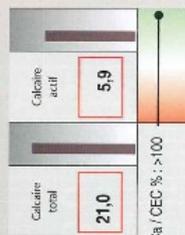
ETAT PHYSIQUE : Sol léger à ressuyage rapide. Toutefois, les tassements ne sont pas à exclure lors d'interventions en mauvaises conditions: ils sont donc très difficiles à résorber.  
ETAT D'AERATION : Vérifier l'importance et l'origine du manque d'aération actuel.



## Etat calcique-pH



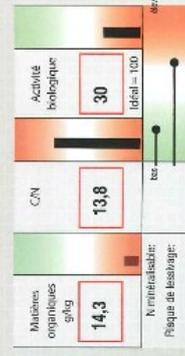
## Carbonates en %



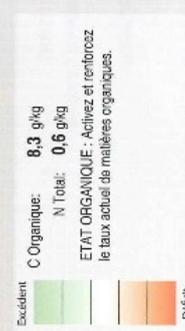
STATUT ACIDO-BASIQUE : Ce pH eau permet une bonne flocculation des argiles. Veillez à utiliser des engrais à bonne solubilité.

IPC : 25

## Etat organique



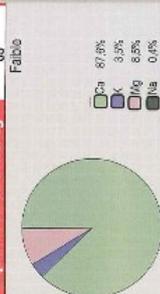
## Bilan humique



# 2 Tableau de bord des conditions de culture



## Equilibres CEC me/kg



## Ratios

K/Mg : 0,4  
Ca/K : 128,1  
Ca/Mg : 52,5  
MO/CO : 0,6  
P2O5/Zn : 69,7  
K2O/MgO = 0,36 : Equilibre correct.

# 3 Bilan de la fertilité chimique en mg/kg

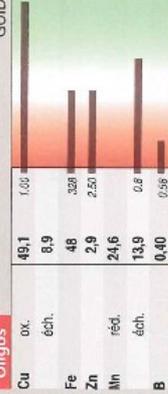
## Précédent

	VIGNE PRODUCTION 70 H/ha bois ramassés	VIGNE PRODUCTION 70 H/ha bois ramassés	VIGNE PRODUCTION 70 H/ha bois ramassés
P2O5 JORET-HEBERT DYER	202	40	40
K2O	107	80	80
MgO	112	30	50
CaO	8165	---	---
S03	66	---	---

## Oligos

	VIGNE PRODUCTION 70 H/ha bois ramassés	VIGNE PRODUCTION 70 H/ha bois ramassés	VIGNE PRODUCTION 70 H/ha bois ramassés
Cu	49,1	---	---
Fe	48	---	---
Zn	2,9	---	---
Mn	24,6	---	---
B	0,40	---	---

## GUIDE D'APPORT



L'analyse foliaire pure-annuelle est ici d'un grand intérêt. Pour les apports en oligos : forme, dose, date d'apport et renouvellement seront à déterminer avec votre conseiller technique. Par temps frais et humide, assurez un complément d'apports foliaires magnésiens.

Signification des termes et lexique : [www.lara-europe-analyses.com](http://www.lara-europe-analyses.com)



**Délimitation du territoire du PAEC "Camargue gardoise"  
et de ses secteurs d'intervention prioritaires (SIP)**

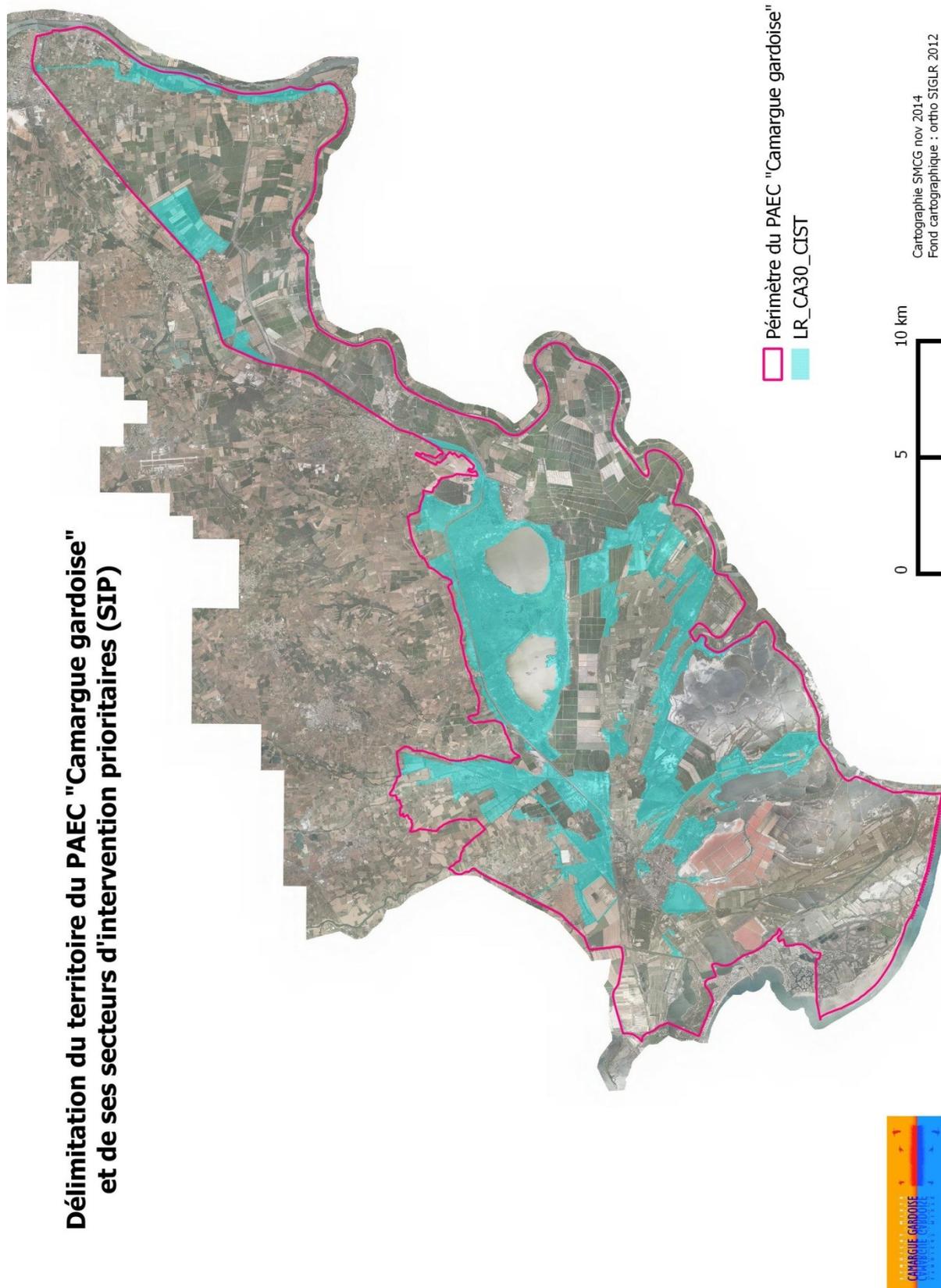


Figure 27 Carte des secteurs de protection de la cistude d'Europe (source SMCG)

## »»» SONDE DE NIVEAU D'EAU

La sonde KL 010 permet de mesurer précisément le niveau de l'eau dans un puits ou un piézomètre de faible diamètre.



### PRINCIPE

Le capteur est constitué de deux électrodes métalliques.

Dans un milieu isolant (air), le courant électrique ne circule pas entre les électrodes, il ne se passe rien.

Lorsque la sonde atteint la surface de l'eau, un contact électrique s'établit entre les électrodes, déclenchant un signal sonore et lumineux.

La profondeur peut alors être lue sur le ruban gradué.

### MATÉRIAUX

- › Sonde : acier nickelé
- › Ruban : polyéthylène, 2 fils conducteurs en acier
- › Tambour : polymère
- › Armature : fonte d'aluminium revêtue

12

### OPTIONS

- › Mesure de température : Le modèle KL 010-T est équipé d'un capteur supplémentaire permettant de mesurer la température de la nappe à la profondeur sondée. La mesure s'affiche en continu sur un écran LCD situé sur l'enrouleur
- › Mesure de conductivité : Le modèle KL 010-TC est équipé, en outre du capteur de température, d'un capteur supplémentaire permettant de mesurer la conductivité de la nappe à la profondeur sondée. La mesure s'affiche en continu sur un écran LCD situé sur l'enrouleur
- › Détecteur de fond : Un capteur permettant de signaler le fond du forage peut être monté sur la sonde KL 010.

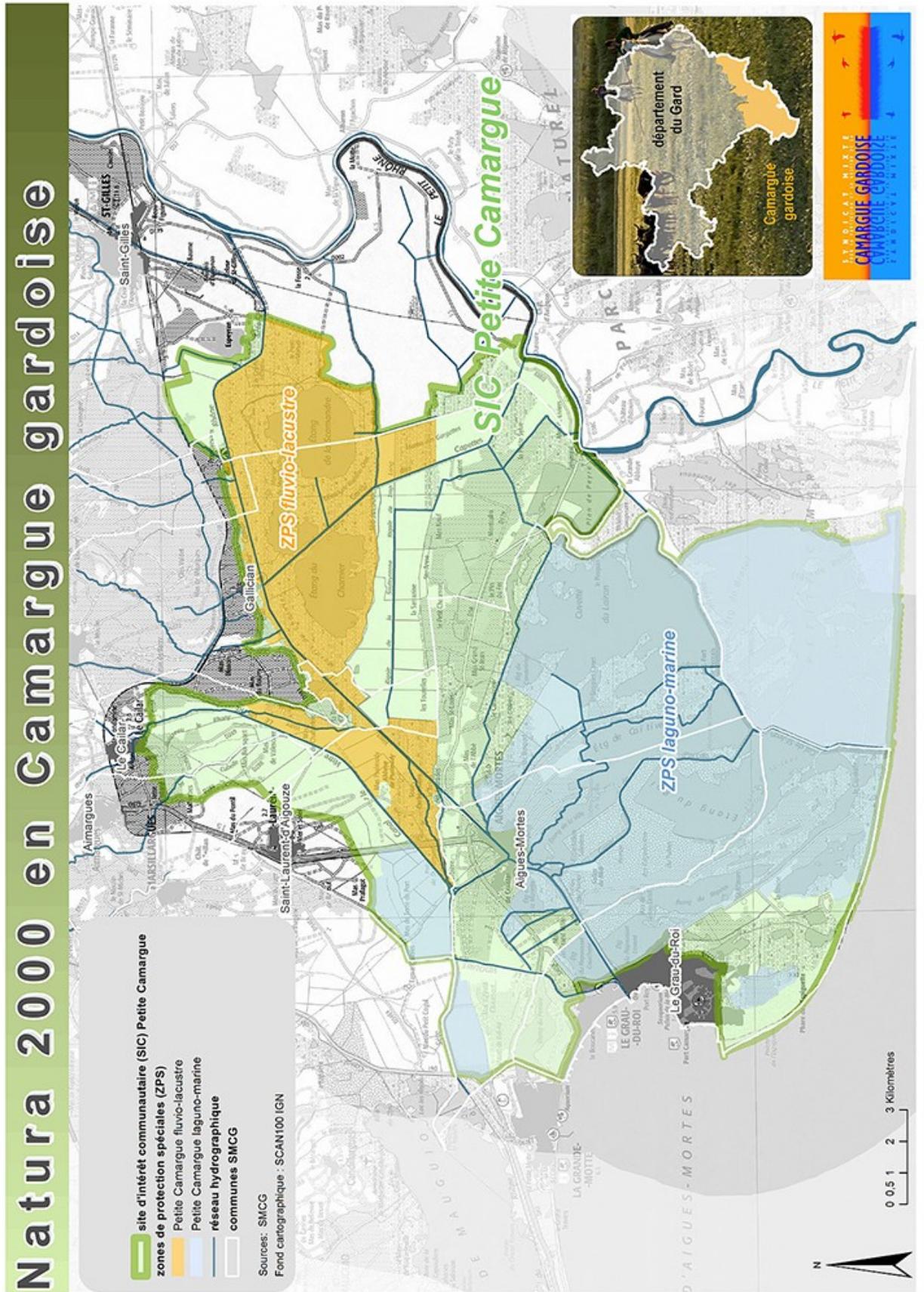
### SPÉCIFICATIONS

Modèle	KL 010	KL 010-T	KL 010-TC
Diamètre de la sonde	15 mm	15 mm	20 mm
Longueur de la sonde	175 mm	183 mm	238 mm
Alimentation	4 Piles 1,5v LR14	4 Piles 1,5v LR14	4 Piles 1,5v LR14
Température de fonctionnement	-30°C à +75°C	-30°C à +75°C	-20°C à 75°C
Affichage	-	LCD, 3 ½ digit	Cristaux liquides, 3 lignes
Précision mesure de température	-	± 0,1°C	± 0,1°C
Etendue de mesure	-	-5°C à +60°C	-1°C à +70°C
Précision mesure de conductivité	-	-	± 0,5 % de la mesure
Etendue de mesure	-	-	0 à 200 mS/cm
Encombrement (L x l x h)	350 x 280 x 330 mm	350 x 280 x 330 mm	350 x 280 x 330 mm
Longueur du ruban <sup>(*)</sup>	30, 50, 80, 100, 150 m	25, 50, 100, 150 m	30, 50, 100, 150 m

(\*) Autres longueurs (jusqu'à 750 m) : nous consulter

Figure 28 Sonde piézométrique permettant la mesure de la conductivité électrique de la nappe

Figure



## Résumé

### **Construction d'une démarche de gestion collective de l'eau dans le cadre de la lutte contre la salinité en Camargue Gardoise : cas du mas Le Pive**

Les exploitations viticoles camarguaises font face à une augmentation des dépérissements liés à la salinité. Ceci a incité le groupe viti-vinicole AdVini à proposer à la chaire AgroSys une réflexion sur la gestion de la salinité en contexte littoral en se basant sur le site d'étude du mas Le Pive. La démarche proposée se décompose en une partie de diagnostic et en une discussion autour des solutions adaptées permettant d'agir sur la qualité des sols, la gestion des cultures et de l'eau. Une réflexion sur la gestion de l'eau en Camargue Gardoise permet d'intégrer cette étude aux démarches entreprises par le syndicat des vins des sables ou le Syndicat Mixte de la Camargue Gardoise.

#### Mots clés

Salinité – sol – Camargue – conductivité électrique – géophysique – gestion de l'eau – drainage

Pour citer cet ouvrage : [LE CLANCHE, Xavier, 2015. Construction d'une démarche de gestion collective de l'eau dans le cadre de la lutte contre la salinité en Camargue Gardoise : cas du mas Le Pive. Mémoire de fin d'études, Ingénieur agronome, option GEME Gestion de l'Eau, des Milieux cultivés et de l'Environnement, Montpellier SupAgro. 91 pages]

Montpellier SupAgro, Institut national d'études supérieures agronomiques de Montpellier, 2 place Pierre Viala, 34060 Montpellier cedex02. [www.supagro.fr](http://www.supagro.fr)