



Expertise agronomique

Diagnostic du site de Ma Pensée (Bras Panon)



Suivi de Modifications			
Indice	Date	Modifications	Auteur
01.7	Novembre 2014	Version finale du DIAG	Pierre-Marie COGNÉ



Contenu

PREAMBULE	4
<i>Contexte</i>	4
<i>Auteur du dossier</i>	4
1. CONTEXTE PHYSIQUE DES PARCELLES	5
1.1. <i>Localisation</i>	5
1.2. <i>Climat</i>	6
1.2.1. Généralités	6
1.2.2. Températures	6
1.2.3. Précipitations.....	7
1.2.4. Insolation	8
1.2.5. Vents.....	9
1.2.6. Phénomènes cycloniques	10
1.3. <i>Topographie</i>	11
1.4. <i>Sol</i>	12
1.4.1. Contexte géologique	12
1.4.2. Pédologie	14
1.4.3. Hydrogéologie	17
1.4.4. Hydrographie.....	21
1.5. <i>Synthèse du contexte physique</i>	22
2. ETAT INITIAL	23
2.1. <i>Méthodologie</i>	23
2.2. <i>Résultats et interprétation des analyses chimiques de sols</i>	25
2.2.1. pH et teneur en Calcium et Magnésium.....	25
2.2.2. Matière organique.....	26
2.2.3. Eléments minéraux nutritifs	27
2.2.4. Capacité d'échange cationique (CEC).....	28
2.2.5. Réserve utile en eau (RU).....	29
2.2.6. Synthèse.....	30
2.3. <i>Résultats et interprétation des analyses granulométriques</i>	33
2.3.1. Profil granulométrique.....	33
2.3.2. Risques de tassement et de battance.....	34
2.4. <i>Observations de terrain</i>	35
2.4.1. Epaisseur des sols	35
2.4.2. Piérosité.....	35
2.4.3. Pente et hydrographie	37
2.4.4. Obstacles à la surface exploitable.....	37
2.4.5. Maladies et adventices.....	38
2.4.6. Ravageurs.....	38
2.4.7. Symptômes de carences.....	39
3. ITINERAIRES ET RENDEMENTS	39
3.1. <i>Cultures pratiquées et adaptation au contexte technico-économique</i>	39
3.2. <i>Itinéraires suivis</i>	41
3.2.1. Fertilisation organique	41
3.2.2. Fertilisation minérale	42
3.2.3. Autres amendements.....	42
3.2.4. Traitements phytosanitaires.....	43
3.2.5. Mécanisation et opérations manuelles	44
3.2.6. Les aides et subventions touchées par l'exploitant.....	44
3.2.7. Synthèse des itinéraires techniques des cultures présentes sur site.....	45
3.3. <i>Rendements</i>	46
3.3.1. Rendements constatés.....	46
3.3.2. Projections de la DAAF	46
3.3.3. Projections du CIRAD	46
CONCLUSION SUR LA QUALITE AGRONOMIQUE DES PARCELLES	47
ABREVIATIONS	49
BIBLIOGRAPHIE	51
ANNEXES	54

Figures

FIGURE 1 : LOCALISATION GENERALE DE LA ZONE D'ETUDE.....	5
FIGURE 2 : ZONAGE THERMOMETRIQUE A L'ECHELLE DE L'ILE DE LA REUNION (METEO FRANCE, 2011)	7
FIGURE 3 : ZONAGE DES PRECIPITATIONS A L'ECHELLE DE L'ILE DE LA REUNION (METEO FRANCE, 2011)	8
FIGURE 4 : ZONAGE DE L'INSOLATION A L'ECHELLE DE L'ILE DE LA REUNION (METEO FRANCE, 2011)	9
FIGURE 5 : ZONAGE DES VENTS A L'ECHELLE DE LA REUNION	10
FIGURE 6 : ZONAGE DE L'ALEA CYCLONIQUE A L'ECHELLE DE L'ILE DE LA REUNION (QUARTS EXPOSES) (METEO FRANCE, 2011).....	11
FIGURE 7 : POSITION DES PRINCIPALES UNITES DE RELIEF A LA REUNION (BERTILE, 1987) [A GAUCHE], MNT DE LA REUNION (BRGM) : PLUS LES COULEURS TENDENT VERS LE BLEU/NOIR PLUS LA PENTE EST FAIBLE, PLUS LES COULEURS TENDENT VERS LE ROUGE PLUS LA PENTE EST FORTE [A DROITE].....	12
FIGURE 8 : LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE DANS SON ENVIRONNEMENT PEDOLOGIQUE (SOURCE : RAUNET, 1991)	14
FIGURE 9 : LOCALISATION DU PROJET PAR RAPPORT A LA NAPPE STRATEGIQUE DE LA RIVIERE DU MAT.....	17
FIGURE 10 : MASSES D'EAUX SOUTERRAINES AU SENS DU SDAGE 2010-2015	18
FIGURE 11 : UNITE HYDROGEOLOGIQUE DU CONE ALLUVIAL DE LA RIVIERE DU MAT (SOURCE : BRGM, 2010).....	19
FIGURE 12 : DETAIL DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE AUX ABORDS DE LA ZONE D'ETUDE (SOURCE PPR APPROUVE LE 23/02/2004 : DEAL, 2006)	21
FIGURE 13 : ASSOLEMENT [AVEC IDENTIFIANT DE CHAQUE ENTITE SURFACIQUE] ET TRANSECTS D'ECHANTILLONNAGES DE SOL	24
FIGURE 14 –DANS LE SENS DES AIGUILLES D'UNE MONTRE EN PARTANT DU HAUT A GAUCHE POUR LES 4 CARTES DU HAUT : EXTRAPOLATION DE L'ACIDITE, DE LA TENEUR EN CARBONE ORGANIQUE, DE LA TAILLE DE LA CEC, DE LA SATURATION DE LA CEC ET SUPERPOSITION DE CES 4 FACTEURS (QUALITE CROISSANTE DU JAUNE A L'ORANGE) EN BAS	31
FIGURE 15 : GRAPHIQUE DE REPARTITION MOYENNE DES FRACTIONS GRANULOMETRIQUES	33
FIGURE 17 : TRIANGLES DES TEXTURES ET PROPRIETES DU SOL : TASSEMENT (GAUCHE) ET BATTANCE (DROITE)	34
FIGURE 20 : EXEMPLE DE PATRON SERVANT DE GUIDE POUR L'EVALUATION DU % D'ELEMENTS GROSSIERS DANS L'ECHANTILLON.....	35
FIGURE 19 : ESTIMATION DE LA PIERROSITE DE SURFACE OBSERVEE SUR LE TERRAIN	36
FIGURE 20 : ESTIMATION DE LA PIERROSITE OBSERVEE SUR LE TERRAIN LORS DU SONDAGE	36
FIGURE 27 : EQUIVALENCE MINERALE ET ORGANIQUE DES RESIDUS POUR UN RENDEMENT DE 100 T/HA DE CANNE A SUCRE USINABLE	42

Tableau

TABLEAU 1 : CARACTERISTIQUES DES TYPES PEDOLOGIQUES RENCONTRES SUR LA ZONE D'ETUDE	15
TABLEAU 2 : CARACTERISTIQUES DE L'UNITE HYDROGEOLOGIQUE DE LA RIVIERE DU MAT (BRGM, 2010)	20
TABLEAU 3 : SYNTHESE DU CONTEXTE PHYSIQUE	22
TABLEAU 4 : SYNTHESSES DES ANALYSES CHIMIQUES ET DU CALCUL DE LA RU DES ECHANTILLONS	32
TABLEAU 5 : DETAIL DE L'ASSOLEMENT SUR LA ZONE D'ETUDE	40
TABLEAU 6 : RECAPITULATIF DES AIDES ET SUBVENTIONS TOUCHEES PAR L'EXPLOITANT	44
TABLEAU 7 : RENDEMENTS MOYENS EXTRAPOLÉS SUR L'ENSEMBLE DE LA ZONE	46
TABLEAU 8 : RECAPITULATIF DES RENDEMENTS ESPERES ET POTENTIELS CALCULES PAR LE CIRAD	47

Préambule

Contexte

L'entreprise NGE a mandaté le bureau d'étude Cyathea pour réaliser une expertise agricole sur un périmètre du lieu-dit Ma Pensée situé sur la commune de Bras Panon. L'objectif de cette étude est d'évaluer les potentialités agronomiques des sols :

- en dressant un état des lieux des conditions pédoclimatiques et des pratiques actuelles,
- en évaluant les atouts et contraintes du périmètre sur la base de cet état de référence.

L'enjeu principal du présent dossier vise à mettre en cohérence les enjeux de protection et de conservation de la zone d'étude avec les travaux projetés (carrière d'exploitation de matériaux).

L'objectif de notre mission est donc :

- **d'accompagner la maîtrise d'œuvre pour la réalisation d'un projet intégré et à très faible impact sur les surfaces agricoles,**
- **de définir *a priori* et *a posteriori* les impacts des travaux,**
- **d'accompagner les entreprises dans leur démarche environnementale,**
- **d'assister la maîtrise d'ouvrage sur la définition des mesures à mettre en place.**

Le présent dossier s'intègre dans les réflexions liées aux études préliminaires, études à partir desquelles seront dégagées des variantes d'aménagement potentielles.

Auteur du dossier

Le dossier a été réalisé par Pierre-Marie COGNÉ de la société CYATHEA, bureau d'études environnemental basé à la Réunion depuis 1994. Fort de leur expérience dans les domaines de l'agronomie, de l'écologie, de l'intégration environnementale et des dossiers réglementaires, la présente étude a été réalisée afin de prendre en compte les avis des différents partis concernés dans le but de proposer des alternatives les moins impactantes possibles dans l'intérêt de tous.



www.cyathea.fr

1. Contexte physique des parcelles

1.1. Localisation

La zone d'étude est située sur la commune de Bras Panon au Nord-Est de l'île de la Réunion. Plus précisément les parcelles concernées se trouvent au niveau du site « Ma Pensée ».

Le lieu-dit Ma Pensée est en périphérie du centre urbain côté mer au sein de la zone agricole littorale, aux abords de la carrière Ma Pensée, entre 5 et 10 m d'altitude environ. 6 parcelles cadastrales y sont identifiées :

- 402A10929
- 402A10930
- 402A10931
- 402A10934
- 402A10935
- 402A10936

Certaines parcelles du site ont fait l'objet d'analyses de sol qui ont ensuite été extrapolées sur l'ensemble de la zone.

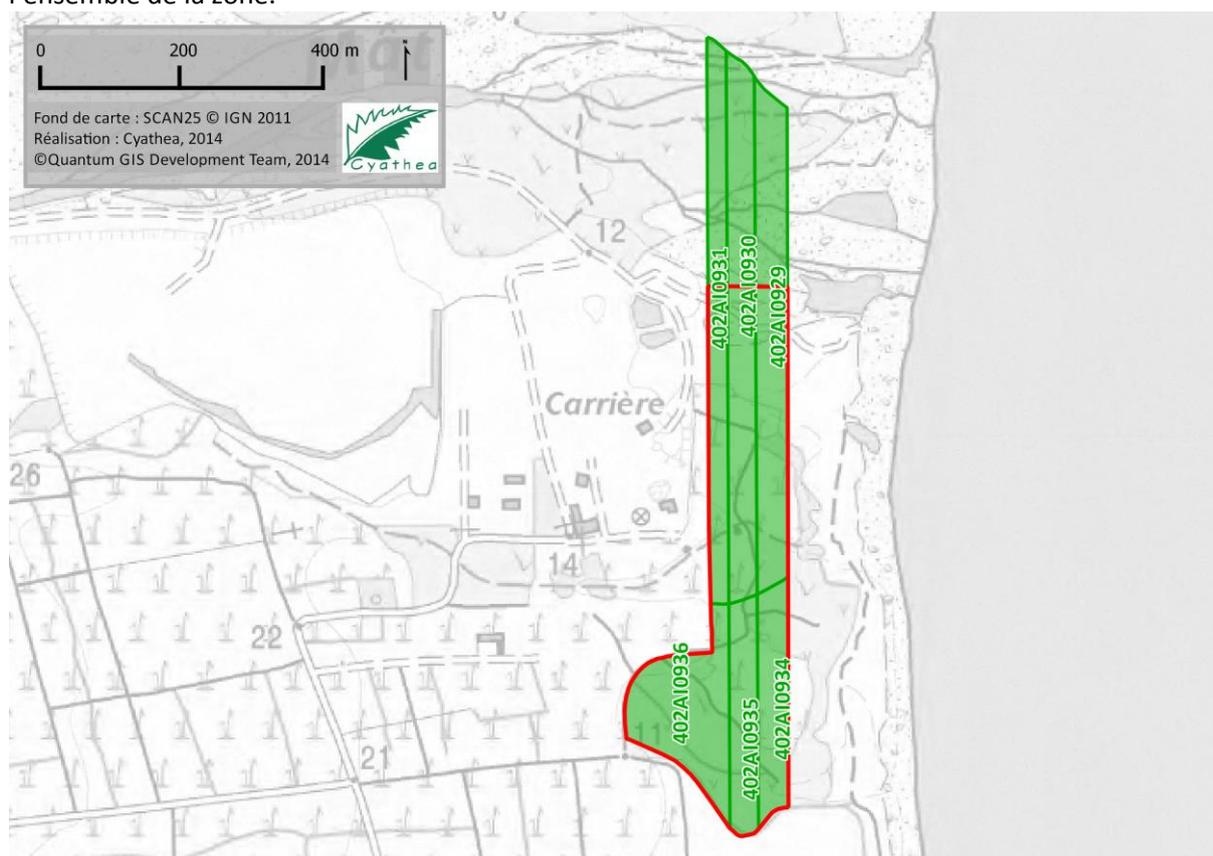


Figure 1 : localisation générale de la zone d'étude

1.2. Climat

1.2.1. Généralités

Du fait de sa situation géographique, l'île de La Réunion connaît un climat de type tropical humide, avec deux saisons bien marquées :

- L'été austral (de novembre à avril), qui correspond à la saison chaude et humide, mais également à la saison des cyclones. La saison des pluies court de janvier à mars, avec des intensités record pour certaines régions de l'île.
- L'hiver austral (de mai à octobre), qui correspond à la saison fraîche et sèche.

À l'échelle locale, la commune de Bras Panon se situe dans la région dite « au vent », autrement dit exposée aux alizés venant de l'Est. Cela lui confère des particularités climatiques, notamment un régime de pluies soutenu durant certaines périodes de l'année.

1.2.2. Températures

Durant l'été, les températures maximales sont relativement élevées : de 32°C sur la côte à 26°C sur les hauteurs. Les minimales s'échelonnent entre 20 °C en altitude à 24°C sur la frange littorale. L'hiver, les maxima n'excèdent pas 24°C à Bras Panon et 20°C dans les hauts, alors que les minimales varient de 18°C sur la côte à 10°C sur les hauteurs.

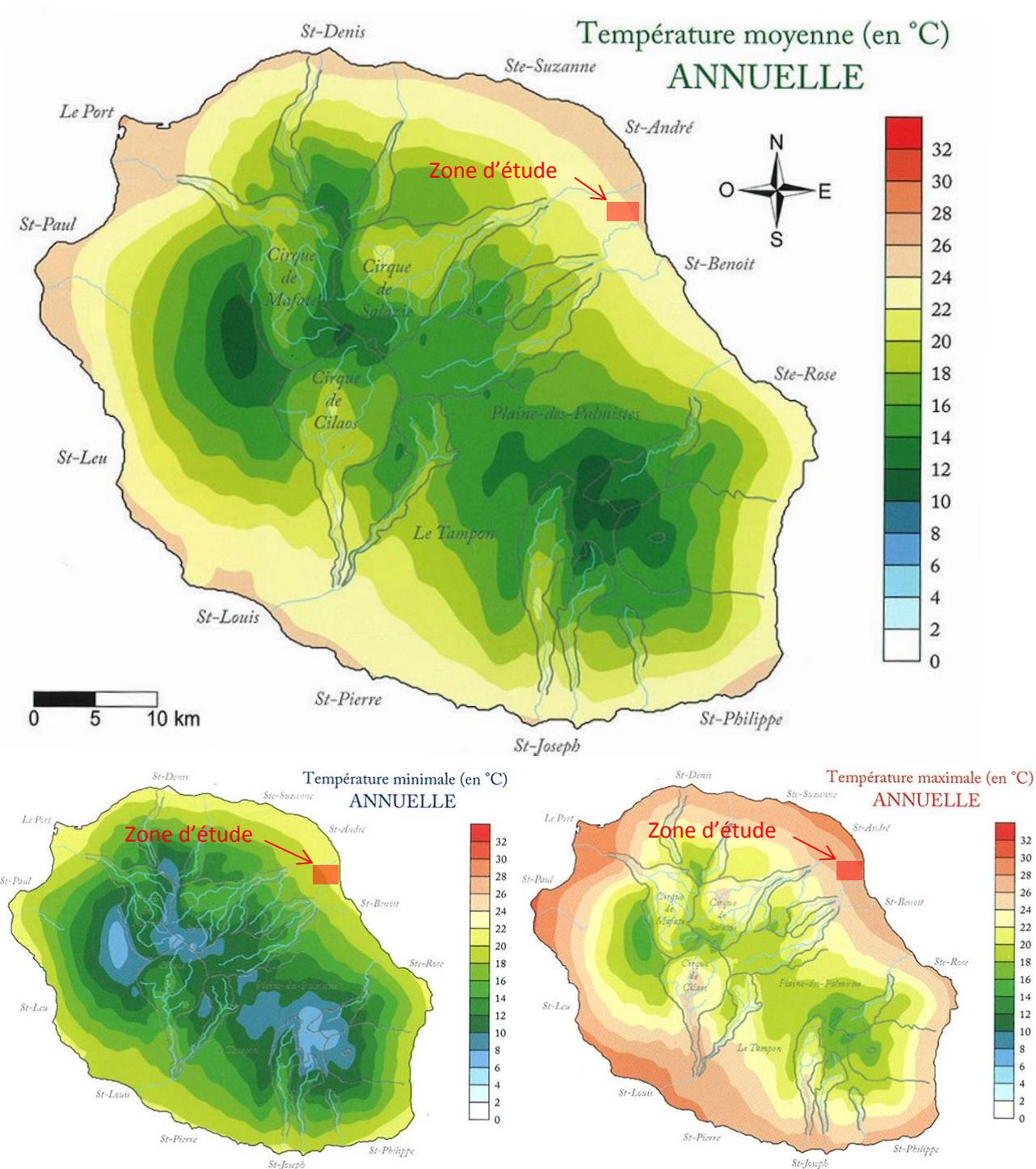


Figure 2 : zonage thermométrique à l'échelle de l'île de La Réunion (Météo France, 2011)

La zone d'étude est donc située dans une enveloppe climatique de 24°C en moyenne, avec une amplitude allant de 20°C à 26°C.

1.2.3. Précipitations

Située sur la façade Est de l'île de La Réunion, la commune de Bras Panon présente pour partie les caractéristiques de la « côte au vent », directement soumise aux alizés et présentant une pluviométrie très importante.

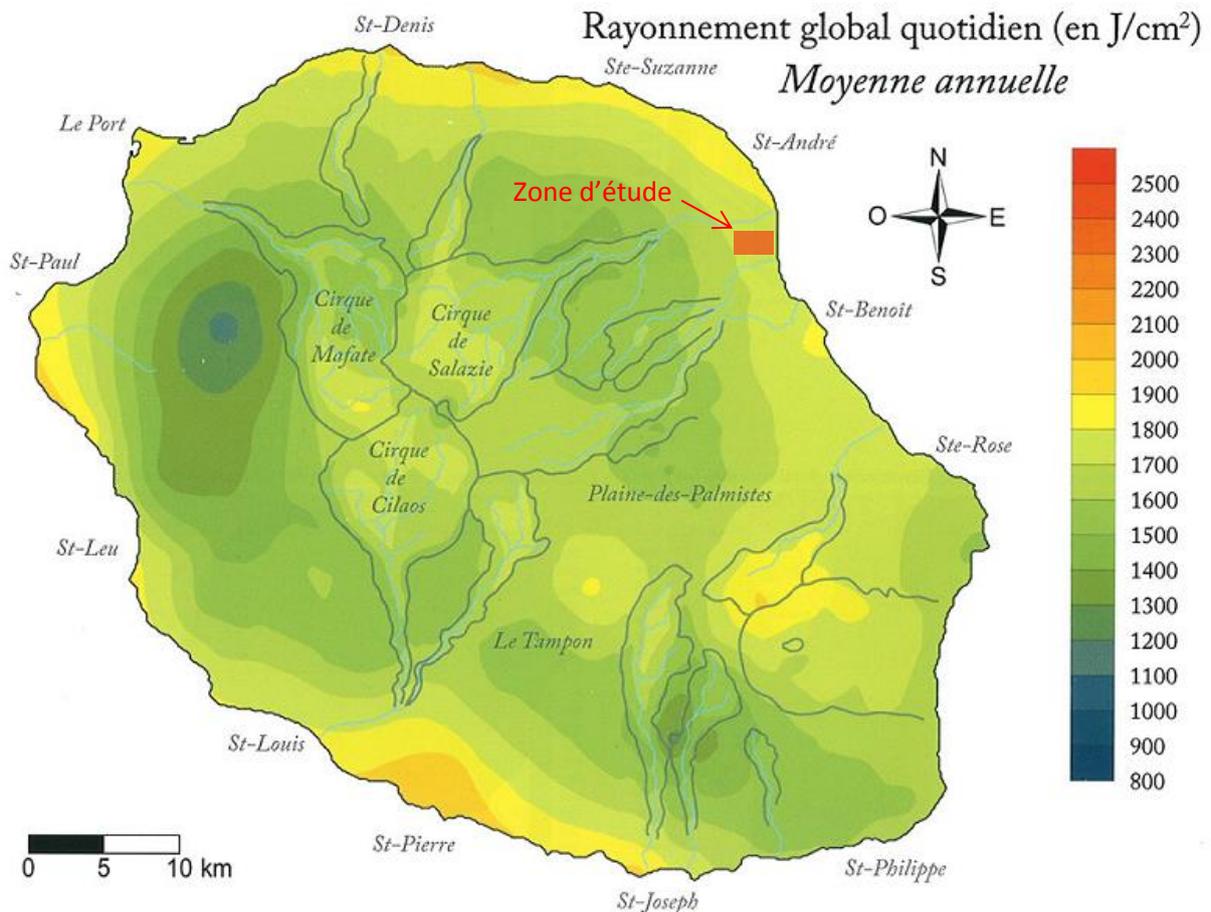


Figure 4 : zonage de l'insolation à l'échelle de l'île de la Réunion (Météo France, 2011)

1.2.5. Vents

Bien qu'une station anémométrique soit présente sur la commune de Bras Panon (Bellevue à plusieurs centaines de mètres d'altitude) et que la station de Saint-Benoit soit probablement plus proche, nous prendrons comme référence la station du Colosse à Saint-André dont les conditions topographiques et altitudinales se rapprochent plus de la zone d'étude. Le régime des vents de la station de Saint-Benoit étant manifestement très marqué par un effet de "dévalement des brises nocturnes" lié à la topographie de la région des Plaines que ne partage pas la commune de Bras Panon.

Le régime principal des vents correspond à celui des flux d'alizés qui balayent l'île du secteur Nord-Ouest au secteur Sud-Est. Ce flux intéresse La Réunion environ 280 jours par an.

Les vents dominants ont une direction SSE (Alizés) et une vitesse comprise entre 1 et 8 m/s. Les vents de faible fréquence sont de direction SSW, leur vitesse reste de l'ordre de 1-4 m/s. Les $\frac{3}{4}$ du temps le vent est compris entre 1 et 8 m/s, il est inférieur ou égal à 1 m/s le reste du temps.

Expertise agronomique – Site de Ma Pensée

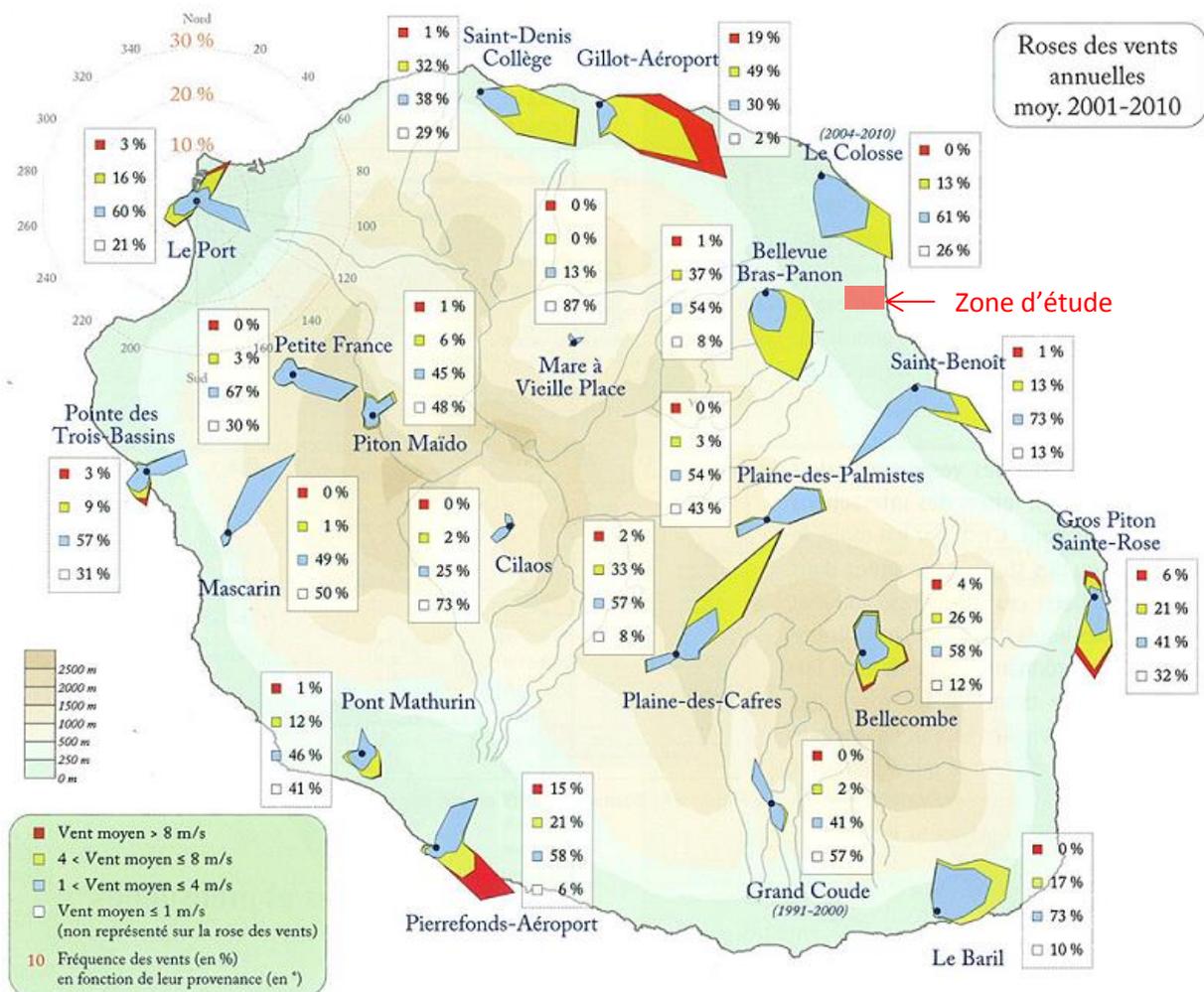


Figure 5 : zonage des vents à l'échelle de la Réunion

Les vents cycloniques peuvent balayer occasionnellement la zone, à travers des épisodes venteux d'une grande violence, surtout lorsqu'ils sont accélérés par les reliefs.

1.2.6. Phénomènes cycloniques

Une dépression tropicale se définit par des vents présentant une vitesse inférieure à 63 nœuds (117 km/h), alors qu'un cyclone tropical développe des vents de plus de 64 nœuds.

Dans le bassin Sud-Ouest de l'Océan Indien, en moyenne, une douzaine de systèmes dépressionnaires tropicaux sont observés annuellement, dont deux tiers atteignent le stade de « tempête tropicale modérée », et un tiers le stade de « cyclone tropical ». Les cyclones susceptibles d'atteindre La Réunion sont générés dans la Zone de Convergence Inter-Tropicale (ZCIT), entre le 10ème et le 20ème parallèle. Leurs trajectoires sont aléatoires mais peuvent se résumer généralement suivant trois grands types :

- Parabolique : trajectoire du Nord-Est vers le Sud-Est ;
- Zonal : trajectoire Est-Ouest ;
- Méridien : trajectoire Nord-Sud.

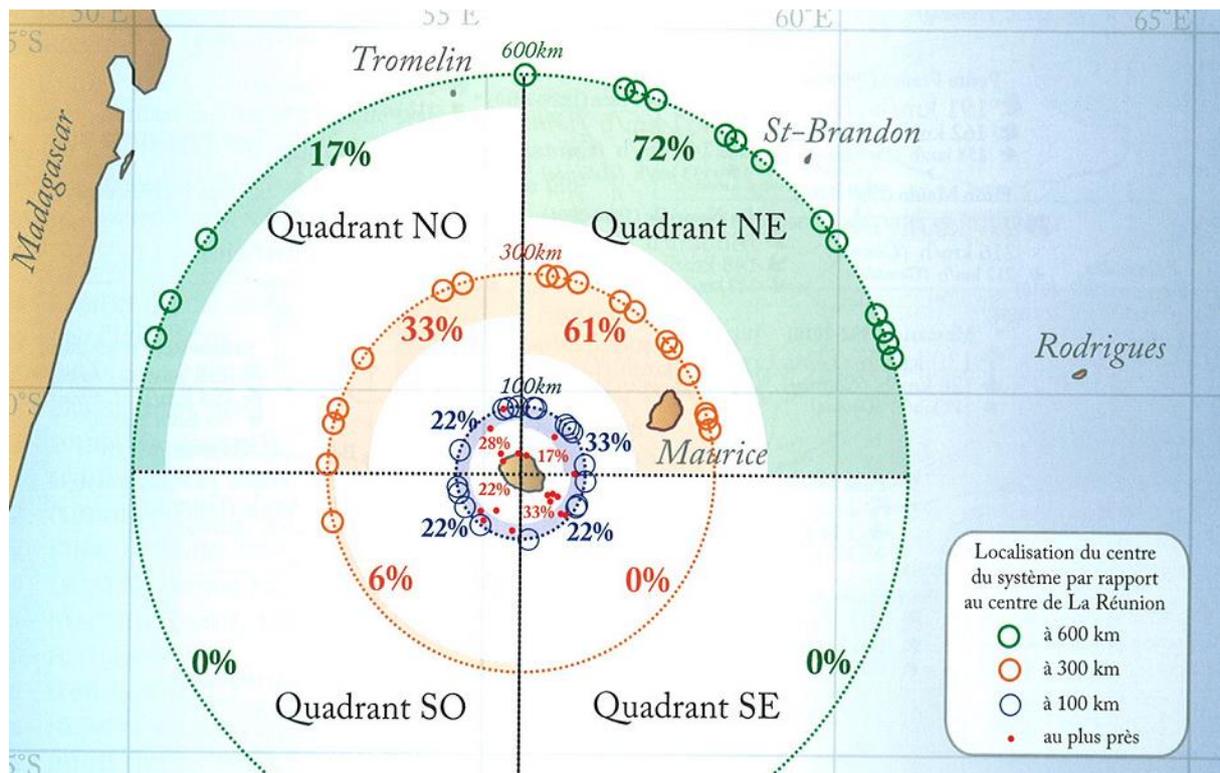


Figure 6 : zonage de l'aléa cyclonique à l'échelle de l'île de la Réunion (quarts exposés) (Météo France, 2011)

Comme le laisse suggérer la figure ci-dessus, la provenance dominante des houles cycloniques est majoritairement de secteur Nord à Nord-Est mais la variabilité des trajectoires de cyclones ne permet pas de généraliser cette hypothèse. En effet, la zone de passages (mais non d'atterrissage) les plus fréquents aux abords de l'île est le quart Nord-Est.

A retenir

Malgré l'existence de phénomènes climatiques violents (cyclones) mais globalement rares, les conditions climatiques sur la commune de Bras Panon sont favorables à l'activité agricole avec des précipitations importantes, des températures, une insolation élevées et de manière générale un régime de vents faibles à modérés.

Grâce à des précipitations relativement importantes (particulièrement aux abords de la zone d'étude) et régulières (en moyenne, pas de mois à moins de 50 mm dans cette région), le déficit climatique annuel est globalement faible sur le territoire de Bras Panon (entre 0 et 200 mm environ). Les besoins en eau pour l'agriculture correspondent principalement à une irrigation d'appoint en octobre, novembre et décembre.

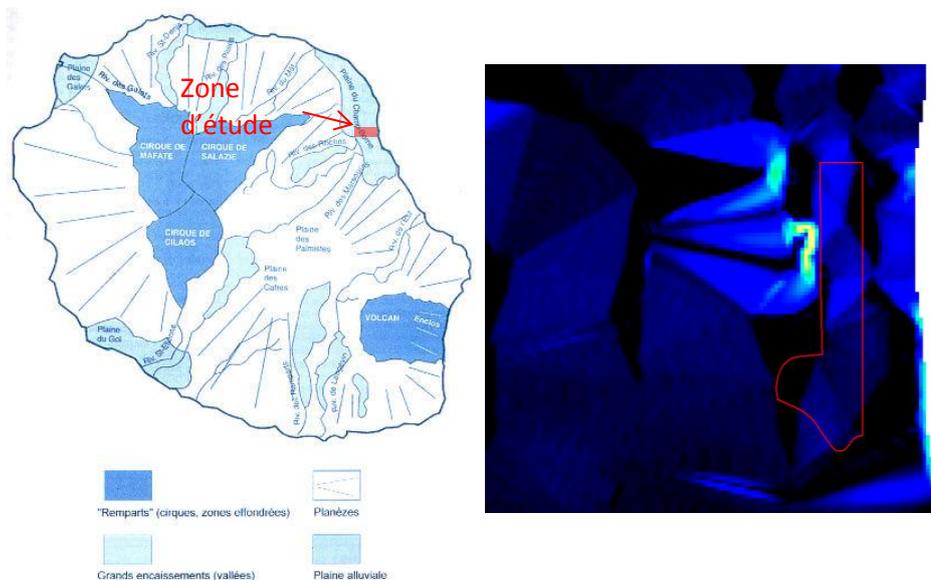
Source : *Les milieux physiques et les sols de l'île de la Réunion (Raunet – 1991)*

1.3. Topographie

La zone d'étude est située sur la plaine alluviale du champ Borne dans un contexte de pentes faibles, au pied du bouclier Est du Piton des Neiges.

Cette zone correspond à la rencontre entre le grand cône de déjection de la Rivière du Mât et celui de la Rivière des Roches. Ces cônes se sont construits par "balayage" et sur élévation progressive des lits des rivières sur leurs propres remblais (Raunet, 1991).

Les lits mineurs (et plus rarement aux lits majeurs lors d'évènements cycloniques) sont encore balayés par les cours d'eaux et donc affectés d'une méso-topographie caractéristique, de moins d'un mètre de dénivellation, sous la forme de multiples chenaux de défluence de 5 à 20 mètres de large. Le site étudié se trouve en périphérie de ces zones, la topographie y est plus régulière et sa dynamique est beaucoup plus lente. Par ailleurs cette méso topographie a été largement estompée au bulldoz lors des opérations d'épierrage précédant la mise en culture mécanisée à grande échelle de la canne à sucre.



Le bord du lit de la Rivière du Mât est l'élément bouleversant la topographie naturelle le plus important aux abords du site. On observe également un ressaut en limite de zone (tâche jaune sur la figure) correspondant au bord d'une butte en limite d'emprise d'exploitation de la carrière adjacente.

1.4. Sol

1.4.1. Contexte géologique

Comme précédemment spécifié, la zone d'étude est située au pied du versant Nord-Est du massif du Piton des Neiges, installé sur des alluvions fluvio marines et dans une moindre proportion sur des alluvions récentes.

D'après le BRGM (révision du Schéma Départemental des Carrières)

Les alluvions fluvio-marines, riches en éléments fins (argiles, silts, limons et sables), contiennent souvent de la matière organique (tourbes, vases, ..). Elles se sont accumulées à l'arrière du cordon littoral au pied des planèzes basaltiques. Ces plaines, de faible altitude, sont occupées par des étangs (Bois Rouge, Saint Paul, Le Gol) qui sont en relation hydraulique avec l'océan.

Les extractions conduites dans ces plaines, ou sur leur bordure, ont abouti à la création de plans d'eau (gravière du Colosse, gravière du Gol, canal de Sainte Suzanne).

Les plaines recèlent des ressources en graviers, sables et argiles, mais l'hétérogénéité des dépôts (graves sableuses argilo-limoneuses) constitue un handicap pour leur exploitation. La ressource difficilement quantifiable, reste limitée. Elle doit être examinée au cas par cas, en fonction des possibilités d'aménagement.

Les trois plaines principales sont :

- la plaine de Bois Rouge entre Sainte-Suzanne et Saint-André. L'Etang de Bois Rouge traduit le comportement marécageux de cette baie colmatée par des alluvions fines (limons organiques noirs rencontrés dans les forages).
- la plaine du Gol entre Saint-Louis et L'Etang-Salé. L'Etang du Gol est séparé de l'océan par un cordon littoral. Cette plaine passe progressivement vers le nord au relief dunaire de l'Etang-Salé. Son remplissage est constitué de sables fins, d'argiles et de graves sableuses.
- la plaine de Saint-Paul au sud de la Rivière des Galets. La ville de Saint-Paul est implantée sur un cordon littoral sableux. Les falaises mortes de l'ancien trait de côte constituent la limite Est.

Des dépôts similaires, circonscrits dans de petites baies, se rencontrent sur tout le pourtour de l'île, dès lors qu'il y a formation d'un cordon littoral à galets ou à sables.

D'après les travaux et la carte morpho-pédologique de RAUNET (1991, CIRAD)

Les alluvions récentes, non inondables par les crues, forment l'essentiel des "alluvions à galets" des grands cônes de déjection.

Les matériaux des cônes de déjection, dont l'épaisseur atteint une centaine de mètres dans leurs parties aval, sont constitués quasi-exclusivement de sables et galets volcaniques de toutes tailles, mélangés ou superposés (Ration).

Les parties latérales terminales des cônes paraissent être plus riches en sables et galets de tailles moyennes, que les parties amont et centrales, où les blocs de 1 m³ et parfois plus (notamment pour la Rivière du Mât) sont fréquents. La plupart du temps, il y a en moyenne 60 à 80 % de galets (en volume). Les éléments ne sont jamais soudés, le sable est toujours meuble ("coulant" à l'état sec) et la perméabilité est forte.

Jadis les gros blocs étaient entassés au sommet des terrasses découpées par les multiples chenaux. Cependant, comme cela a été précédemment présenté, les aménagements agricoles ont profondément remodelé la méso-topographie initialement présente sur site et les gros blocs ont été exportés afin de faciliter la mécanisation des surfaces.

A retenir

Des formations récentes, fortement influencées par le fonctionnement de la Rivière du Mât et la Rivière des Roches.

Ce type de contexte géologique est a priori favorable à l'agriculture (fertilité chimique des alluvions), même si la pierrosité élevée est un inconvénient pour la mécanisation et que la réserve utile du sol (RU) est faible étant donné la forte perméabilité des formations alluviales.

1.4.2. Pédologie

1.4.2.1. Types rencontrés sur zone

Ce paragraphe est largement inspiré de la Thèse de RAUNET (CIRAD, 1991) et reprend ses unités pédologiques (numérotées).

La nature et la répartition des sols sont les résultantes d'interactions et de recouvrements de différentes composantes telles que la géologie, le climat, le relief et la végétation notamment. Les formations de la zone sont directement héritées des accumulations en sédiments fluvio-marins. On y distingue deux types d'alluvions :

- Les alluvions récentes, correspondant aux zones alluviales accumulées avec le temps et qui ne subissent plus l'intervention de la rivière : **Unité 82**.
- Les alluvions actuelles, correspondant au lit majeur et aux berges de la Rivière, sans cesse modelées par l'action torrentielle : **Unité 84**. La représentation de cette unité sera en revanche certainement plus limitée étant donné que la zone d'étude est cantonnée hors du lit mineur correspondant à ces formations "actuelles".

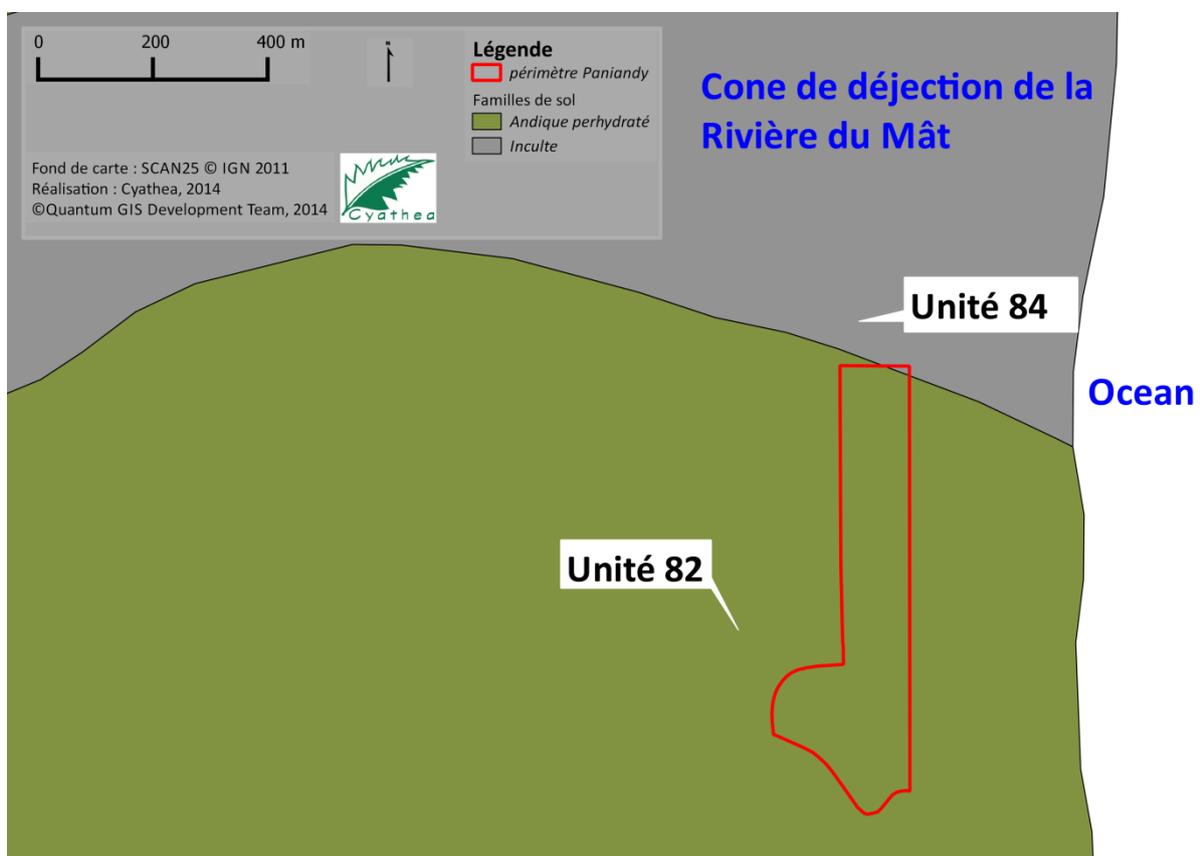


Figure 8 : localisation de la zone d'étude dans son environnement pédologique (source : Raunet, 1991)

MATÉRIAUX ET SITUATIONS MORPHO-CLIMATIQUES	SOLS	UNITE N°
Cônes de déjections et terrasses récents	Sols peu différenciés vitriques sur sables basaltiques et gros galets non altérés	82
Épandages actuels	Sables et galets submersibles	84

Tableau 1 : caractéristiques des types pédologiques rencontrés sur la zone d'étude

Etant donné que l'unité 84 est a priori peu/pas représentative de notre zone d'étude, elle ne sera plus abordée par la suite.

1.4.2.2. Détail sur l'unité 82

Description

Les sols « pénévolués » des cônes « au vent » se distinguent de ceux des cônes « sous le vent » : en situation humide, on observe déjà des caractères andiques¹, ce qui n'est pas le cas en situation sèche.

On peut considérer que la matrice sableuse du matériau alluvial « originel » n'a pas été touchée par l'altération hydrolytique, ni enrichie en matière organique, à partir de 150 cm.

Du point de vue granulométrique : les sols des régions au vent sont nettement plus riches en éléments fins que ceux des régions sèches (en surface 45 % d'argile + limon pour la Rivière du Mât, 25 % pour la Rivière des Galets). La matrice non touchée par l'altération contient 95-100 % de sables. Le taux de matière organique suit la même variation : 7 à 10 % dans la région « au vent », 3 à 5 % dans la région « sous le vent ».

Le pH (eau) est légèrement acide au Nord et à l'Est (5,8), et le complexe absorbant a une faible capacité d'échange cationique (9 mé/100 g, saturation 50 à 80 %).

Par contre, les sols des régions arrosées sont plus riches en phosphore total, ceci étant lié à leur plus grande richesse en matière organique.

Ces différences analytiques sont associées à des différences d'aspect et de comportement physique. Les sols andiques peu évolués du Nord-Est ont une meilleure stabilité structurale en surface. D'autre part, ils possèdent une réserve en eau supérieure et une perméabilité moins importante.

Dans tous les cas, entre les galets, les sols sont très friables et sans aucune cohésion en profondeur. En condition d'humidité suffisante (pluies ou irrigation), les racines peuvent pénétrer très profondément, en s'insinuant entre les cailloux.

Caractéristiques agronomiques de l'unité 82

La première contrainte est bien sûr l'abondance des galets de toutes tailles en surface et en profondeur. Un épierreage bien fait est toujours nécessaire avant d'envisager une mécanisation totale en canne à sucre. L'état d'avancement de l'épierreage est très variable suivant les zones sur l'île : à

¹ Qualifie les sols formés sur cendre caractérisés par une bonne stabilité structurale, une accumulation de l'humus (MO non dégradée donc non biodisponibilité de ce potentiel en éléments minéraux) liée à un turn over ralenti, et une forte capacité de rétention anionique (phosphate PO_4^{3-} notamment) et d'oxydes d'aluminium (Al_2O_3).

titre indicatif les opérations sont globalement plus récentes sur la commune de Bras Panon (rive droite de la Rivière du Mât) que sur la commune de Saint-André (rive gauche de la Rivière du Mât). Sur la zone, certaines parcelles étant cultivées depuis des décennies, sont épierrée à un niveau très fin (compatible avec la circulation de la coupeuse mécanique) alors que certaines autres, tout récemment mises en culture, présentent de nombreux éléments grossiers (seuls les engins de chargement peuvent circuler).

Concernant la technique de l'épierrage fin, elle est maintenant bien au point avec des outils permettant de retirer tout ce qui est supérieur à 5 cm, sur 15 cm de profondeur. Bien sûr l'inconvénient de cette technique est qu'elle détruit totalement la structure superficielle, déjà fragile, du sol sableux, rendant celui-ci sensible au tassement par les engins et même à l'érosion sur pente de 3 à 4 %.

La deuxième contrainte de ces sols, est leur faible réserve en eau (autour de 40 mm) et leur grande perméabilité. Sur le cône de la Rivière du Mât, la région de Champ Borne est irriguée depuis les années 1970. Avec un déficit climatique annuel compris entre 0 et 200 mm environ, les besoins sont globalement limités à une irrigation d'appoint en octobre, novembre et décembre.

Du point de vue de la fertilité chimique, les sols des alluvions à galets sont plus intéressants pour l'agriculture sur la face Ouest que sur la face Est.

Ceux de la Rivière du Mât sont modérément acides (pH 5,5 à 5,8), mais le chaulage n'y est pas vraiment nécessaire. Dans l'Ouest (Rivière des Galets et Rivière Saint-Etienne), les pH de surface sont compris entre 6 et 7. Ces derniers sols, malgré leur teneur inférieure en argile et en matière organique ont des capacités d'échange deux à trois fois plus grandes et plus saturées que ceux du Nord-Est.

Les alluvions à galets conviennent à toutes les cultures (à condition qu'elles soient irriguées ou suffisamment arrosées). C'est le degré de pierrosité qui commande leur possibilité de mécanisation. L'arboriculture fruitière paraît spécialement apte à exploiter ces sols pierreux. Les cultures maraîchères prisent également ces sols légers et drainants.

A retenir

Les sols de la zone d'étude correspondent à des alluvions récentes de la Rivière du Mât (Unité 82 d'après Raunet).

Ces sols sont caractérisés par une perméabilité relativement élevée liée une porosité d'assez grande taille.

Par ailleurs ils sont également caractérisés par une quantité importante en éléments grossiers de grande taille ("galets") nécessitant des efforts d'épierrage importants dans les premiers temps de la mise en exploitation. En revanche la profondeur observée ne présente pas de contraintes particulières concernant le développement racinaire et le travail du sol.

On note également parfois des caractères andiques. La CEC (Capacité d'Echange Cationique) y est relativement faible.

1.4.3. Hydrogéologie

1.4.3.1. Aquifère au sens du SDAGE

Une large partie de la commune de Bras Panon est drainée par un aquifère stratégique : la nappe de la Rivière du Mât. Cet aquifère est constitué d'un épais tapis de matériaux détritiques hétérogènes (plus de 100 m d'épaisseur), typique des cônes alluvionnaires et reposant sur un substrat volcanique.

Le contexte hydrogéologique de la plaine est caractérisé par la présence de trois types de nappes :

- des nappes phréatiques d'extension limitées dans les alluvions et alimentées par les précipitations,
- des nappes supérieures principalement alimentées par les pertes de la rivière,
- des nappes profondes et/ou de base dont les relations hydrauliques avec les nappes précédentes restent méconnues (phénomène de drainage vertical entre nappes à confirmer).

Cette plaine représente une réserve importante d'eau au regard des précipitations abondantes et des pertes par infiltrations observées dans le lit de la Rivière du Mât.

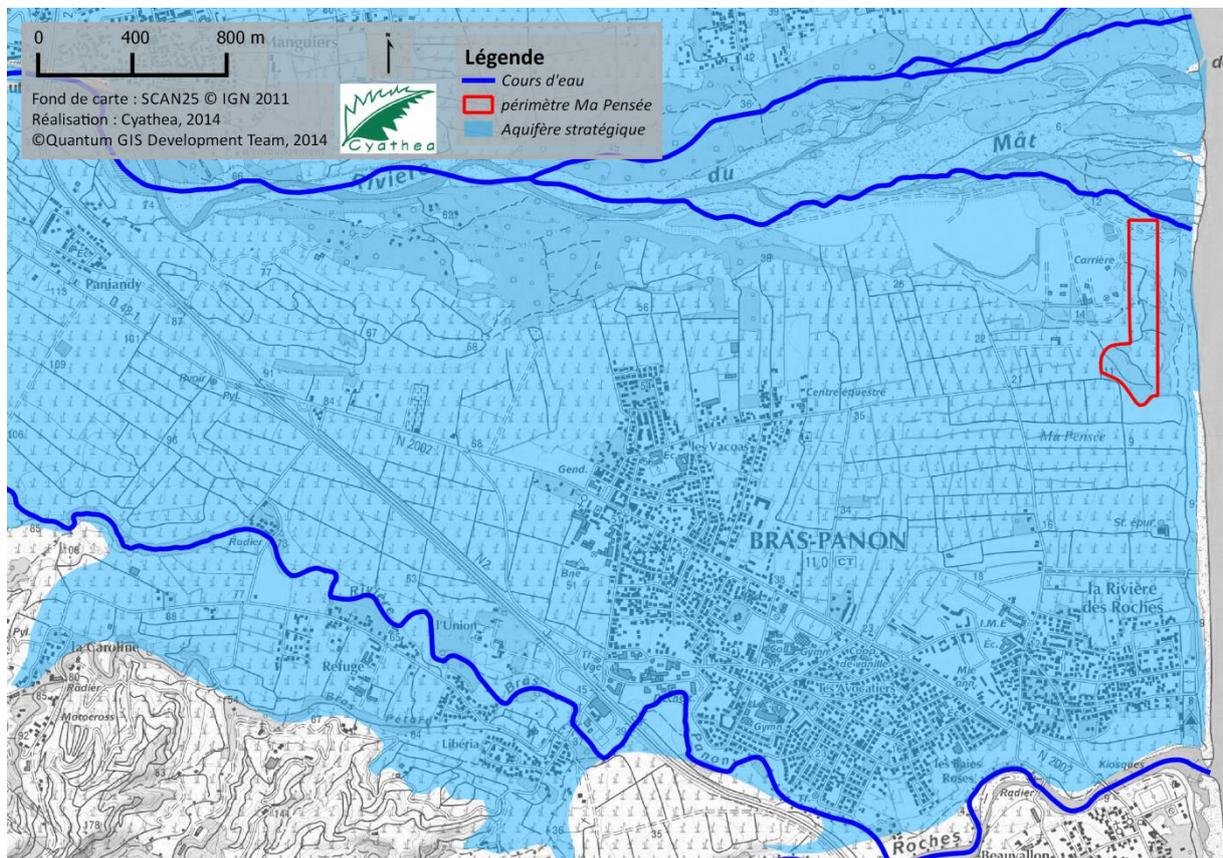


Figure 9 : localisation du projet par rapport à la nappe stratégique de la Rivière du Mât

Le site étudié est situé à l'aplomb direct de l'aquifère de la Rivière du Mât.

1.4.3.2. Masses d'eaux au sens du SDAGE

Dans le cadre du nouveau SDAGE 2010-2015, une nouvelle délimitation des masses d'eau souterraine a été proposée à la Réunion. Elle permet une approche quelque peu différente avec notamment les objectifs suivants :

- Réintégrer la notion de « comportement hydrodynamique ;
- Intégrer des éléments liés aux pressions anthropiques sectorielles ;
- Proposer un découpage spatial le plus homogène possible afin d'éviter la cohabitation de zones avec des différentiels de superficie trop marqués.

Ainsi, le principe adopté consiste en l'extension de toutes les nappes stratégiques vers l'intérieur de l'île selon le principe de bassins d'alimentation permettant d'intégrer l'influence des écoulements amont.

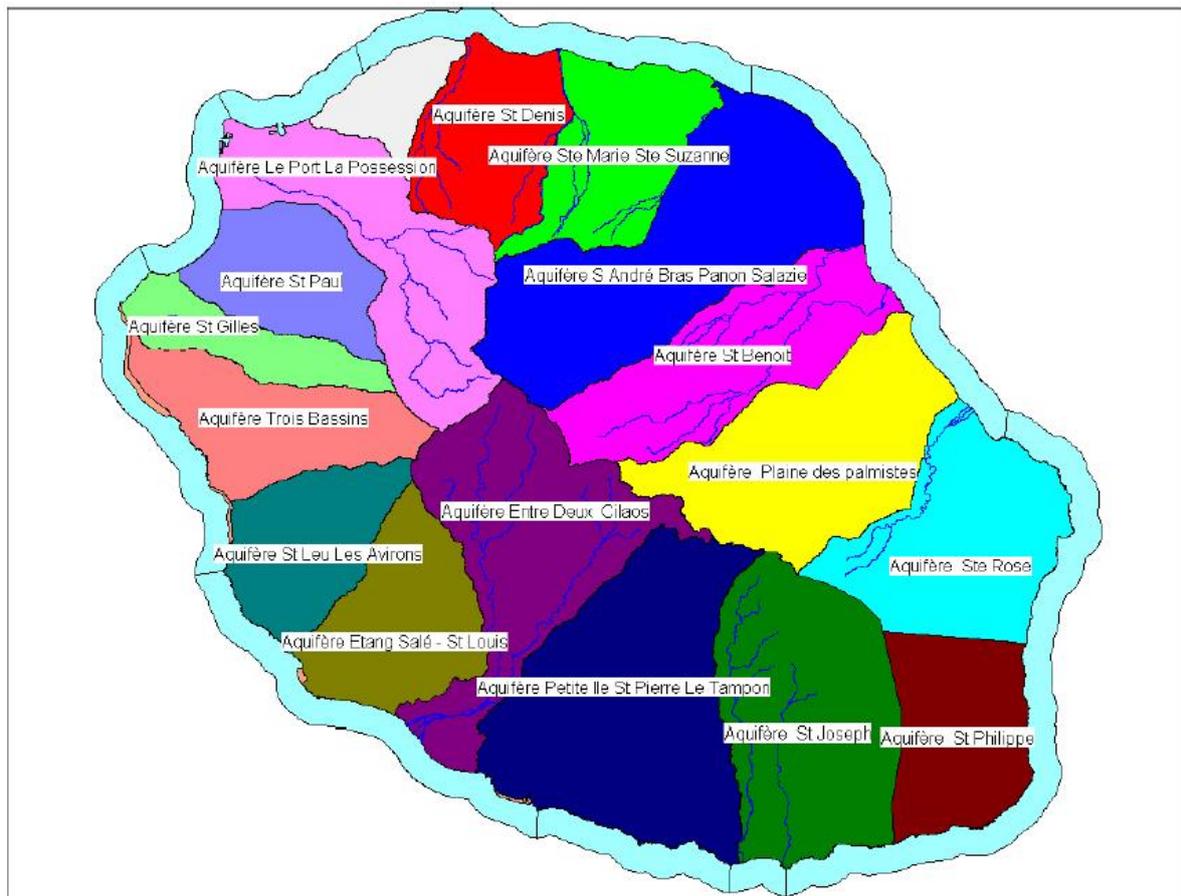


Figure 10 : masses d'eaux souterraines au sens du SDAGE 2010-2015

Au niveau des grands cônes alluviaux, où la contribution des rivières pérennes est forte en termes d'alimentation, les aquifères existants en rive gauche et droite ont été agrégés.

Les limites choisies ne sont pas, dans la majorité des cas, des limites hydrogéologiques. Des échanges de flux sont possibles entre les différentes masses d'eaux souterraines identifiées.

La masse d'eau qui intéresse le projet est donc celle de Saint-André/Bras Panon/Salazie.

1.4.3.3. Unités hydrogéologique au sens du BRGM

Ces unités hydrogéologiques sont utilisées pour considérer de manière quantitative et qualitative les ressources en eau. Celle du cône alluvial de la Rivière du Mât est cartographiée ci-dessous, elle va de la grande rivière Saint-Jean à la rivière des Roches, soit 75 km².

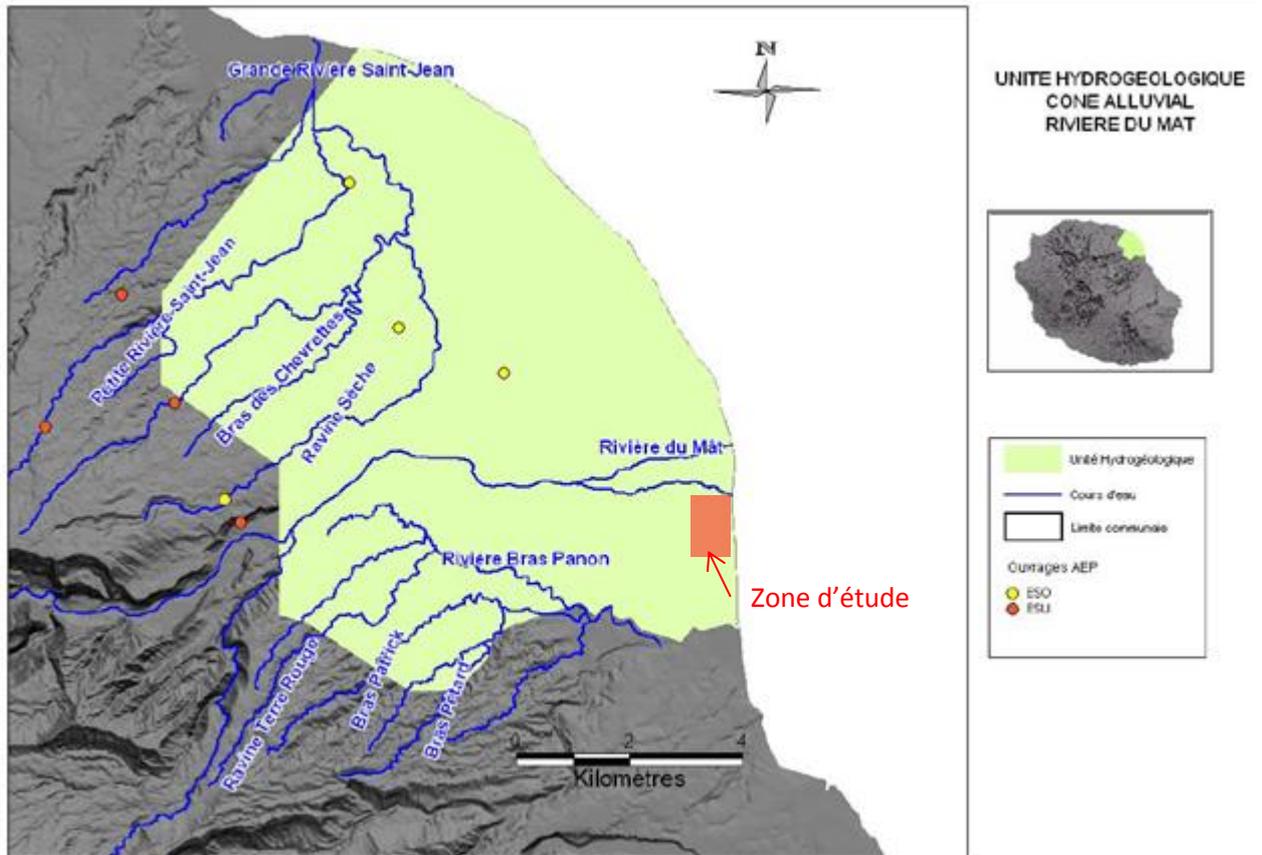


Figure 11 : Unité hydrogéologique du Cône alluvial de la rivière du Mât (source : BRGM, 2010)

DESCRIPTION UNITE		
HYDROGEOLOGIE	- Aquifère supérieur : formations alluviales de la rivière du Mat - Aquifère inférieur : soit exclusivement horizons basaltiques constituant le substratum des formations alluviales, soit ce même substratum surmonté par des alluvions	
RECHARGE	- Précipitations - Infiltration en aval de la rivière du Mât (entre le pont RN2 et l'embouchure) de l'ordre de 0,9 m ³ /s (ORE, 2003) - Apport des planèzes (sorties occultes : massif Eden, Libéria...)	
CONDITIONS AVAL	Océan	
RELATION ESU-ESO	Alimentation de la nappe supérieure par pertes en aval de la rivière du Mât	
CARACTERISATION DCE	Masse d'eau correspondante : FR_LO_003 Etat Global 2007 : Médiocre RNABE 2015 : Oui Cause : Pesticides	
EXPLOITATION ACTUELLE	Industrie - Eau potable	
BILAN QUANTITATIF		
TYPE PERIODE	Année moyenne	Année sèche (1/5)
VOLUME POTENTIELLEMENT MOBILISABLE (VM)	22 Mm ³ /an	19,4 Mm ³ /an
PERIODE DE TENSION : VM D'OCTOBRE A DECEMBRE	1,8 Mm ³ /mois	1,6 Mm ³ /mois
INDICE DE CONFIANCE	A	
HYPOTHESES / PRECISIONS	-Période considérée 1977-1989 -Potentiel nappe inférieure : 500 l/s ; -Potentiel nappe sup. : 200 l/s - VM = 32 % des apports à la nappe	-Année quinquennale sèche : 2000 -Baisse de 12 % des précipitations / année moyenne
Référence	Modèle hydrodynamique ARMINE, 1994	Estimation propre
BILAN QUALITATIF		
QUALITE ACTUELLE	Problèmes de pesticides 4 ouvrages concernés par un dépassement de norme ⁴	
INTRUSION SALINE	Risque présent, aucun ouvrage affecté. Il existe un flux d'eau souterraine important vers la mer et malgré l'absence d'ouvrage actuellement affecté par des intrusions salines, ce risque doit être pris en compte.	
VULNERABILITE AUX POLLUTIONS (PESTICIDES, NITRATES...) ET PRESSIONS	Les captages d'eau peu profonde, très vulnérables, sont implantés dans un environnement où les risques de pollution sont faibles, puisqu'en amont de toute activité humaine importante (sauf le captage des Citronniers, en aval d'habitations et d'élevages). Les forages, à faible vulnérabilité, se situent dans des zones à très fortes vocations agricoles, incluant des secteurs d'urbanisation en plein développement (sans assainissement collectif et comprenant quelques élevages domestiques). Pression « élevée » en matières azotées : élevage et agriculture Pression « faible » en matières azotées : urbain	
EVOLUTION TENDANCIELLE		
Quantité mobilisable : Les quantités d'eau mobilisables ne semblent pas limitées par la qualité mais peut être par la présence de formations géologiques imperméables (lahars) très peu perméables et dans lesquelles les forages restent improductifs.		
Qualité : Prolongation de la dégradation de la qualité de l'eau contaminée par des pesticides en raison de la persistance et rémanence de certaines molécules dans le milieu. L'éloignement des zones d'alimentation, l'absence de fortes variations du régime d'exploitation de l'aquifère et le flux d'alimentation amont soutenu font que le risque d'intrusion saline reste limité.		

Tableau 2 : caractéristiques de l'unité hydrogéologique de la Rivière du Mât (BRGM, 2010)

A retenir

Le site étudié est situé à l'aplomb de l'aquifère stratégique de la Rivière du Mât et des masses d'eaux souterraines de Salazie / Saint-André au sens du SDAGE. Etant donné la perméabilité des formations pédo-géologiques, ces masses d'eaux sont vulnérables quant aux pollutions d'origine agricoles.

D'après l'approche du BRGM, la zone d'étude appartient par ailleurs à l'unité hydrogéologique de la rivière du Mât. La pression liée aux activités agricoles y est identifiée (nitrates, pesticides).

1.4.4. Hydrographie

Ma Pensée

La totalité du site est concernée par la zone inondable d'aléa fort de l'embouchure de la Rivière du Mât. Pour autant la submersion ne se fait potentiellement qu'en période d'évènements de forte intensité et même si quelques blocs demeurent à la parcelle, la zone a été épierrée.

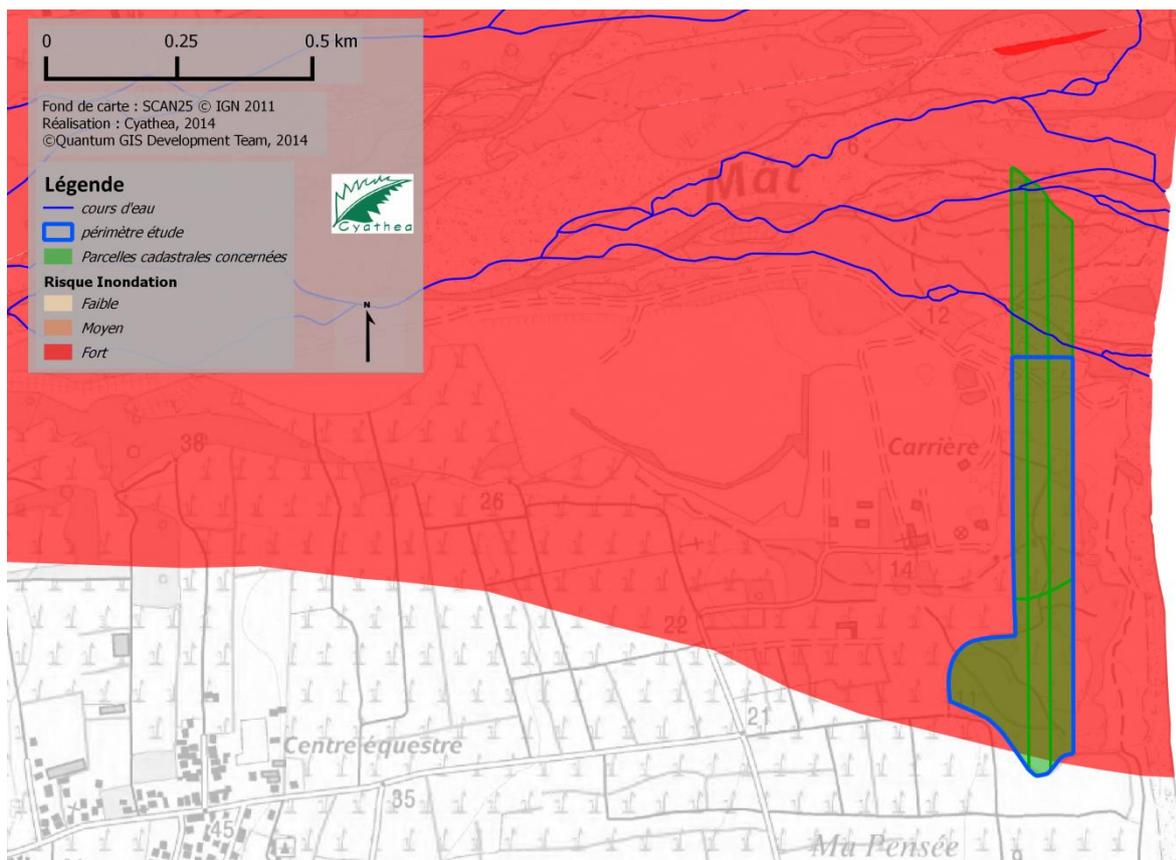


Figure 12 : détail du réseau hydrographique aux abords de la zone d'étude (source PPR approuvé le 23/02/2004 : DEAL, 2006)

1.5. Synthèse du contexte physique

	Atouts	Contraintes
Climat	Précipitations importantes et régulières → déficit hydrique faible	Episodes cycloniques destructeurs
	Températures élevées toute l'année	Lixiviation importante liée aux précipitations abondantes
Topographie	Pente faible à nulle sur l'ensemble des parcelles, quelques petites rupture (buttes, andains) locales	-
Géologie	Formations alluvionnaires offrant une bonne perméabilité (empêchant notamment la formation de mouillères)	Alluvions de galets donc pierrosité pouvant être élevée pour parcelles encore peu aménagées
Pédologie	Bonne profondeur des sols et caractère meuble (hors éléments grossiers) favorable à un développement racinaire profond et sain	Faible capacité au champ (faible réserve en eau)
	Richesse en Phosphore total et Matière Organique (MO)	Capacité d'Echange Cationique (CEC) faible
	-	Potentielle sensibilité à l'érosion (même à faible pente) si épierrage fin
Hydrogéologie	Ressource en eaux souterraines importante	Surplombe des masses d'eaux vulnérables aux intrants agricoles
Hydrologie	Ressource en eaux superficielles importante	(Quasi)Totalité du site recoupant le lit majeur de la Rivière du Mât

Tableau 3 : synthèse du contexte physique

2. Etat initial

2.1. Méthodologie

Les données présentées ci-après sont issues de deux visites de terrain effectuées :

- le 24 Juin 2013 à l’occasion de laquelle nous avons rencontré un exploitant : M. Thierry HENRIETTE ;
- le 26 Juin 2013 à l’occasion de laquelle nous avons complété nos observations de terrain et échantillonnages de sols

M. HENRIETTE a pu nous renseigner sur les opérations techniques réalisées sur son exploitation. Nous avons pu visiter les parcelles cultivées et y effectuer des prélèvements de sols sans que l’analyse ne puisse être très poussée sur les parcelles où M. HENRIETTE ne sont pas en fermage.

Après l’analyse préalable de photographies aériennes, de cartes IGN de la zone, et après une observation d’ensemble des parcelles une fois sur place, un plan d’échantillonnage a été élaboré de manière à représenter la variabilité entre niveau d’aménagement sur les parcelles, particulièrement le niveau d’épierrage. Mais ont également été prises en compte les variabilités temporelles (canne jeune ou âgée) et spatiales (pente locale, topographie) de la zone.

Le site est entièrement planté en canne à sucre. La principale variante est le niveau de pierrosité lié à l’ancienneté de la mise en culture et parfois au récent travail du sol.

Afin de localiser sur les cartes les éléments décrits dans le texte, les parcelles ont été découpées et numérotées en fonction de l’assolement, de séparations physiques (piste) et des limites cadastrales (sensiblement décalées et déformées par rapport à la photographie aérienne). 4 unités ont été délimitées, mais il est probable que ces îlots reçoivent un itinéraire similaire en fonction des récoltes, des résultats d’analyses de sols, etc.

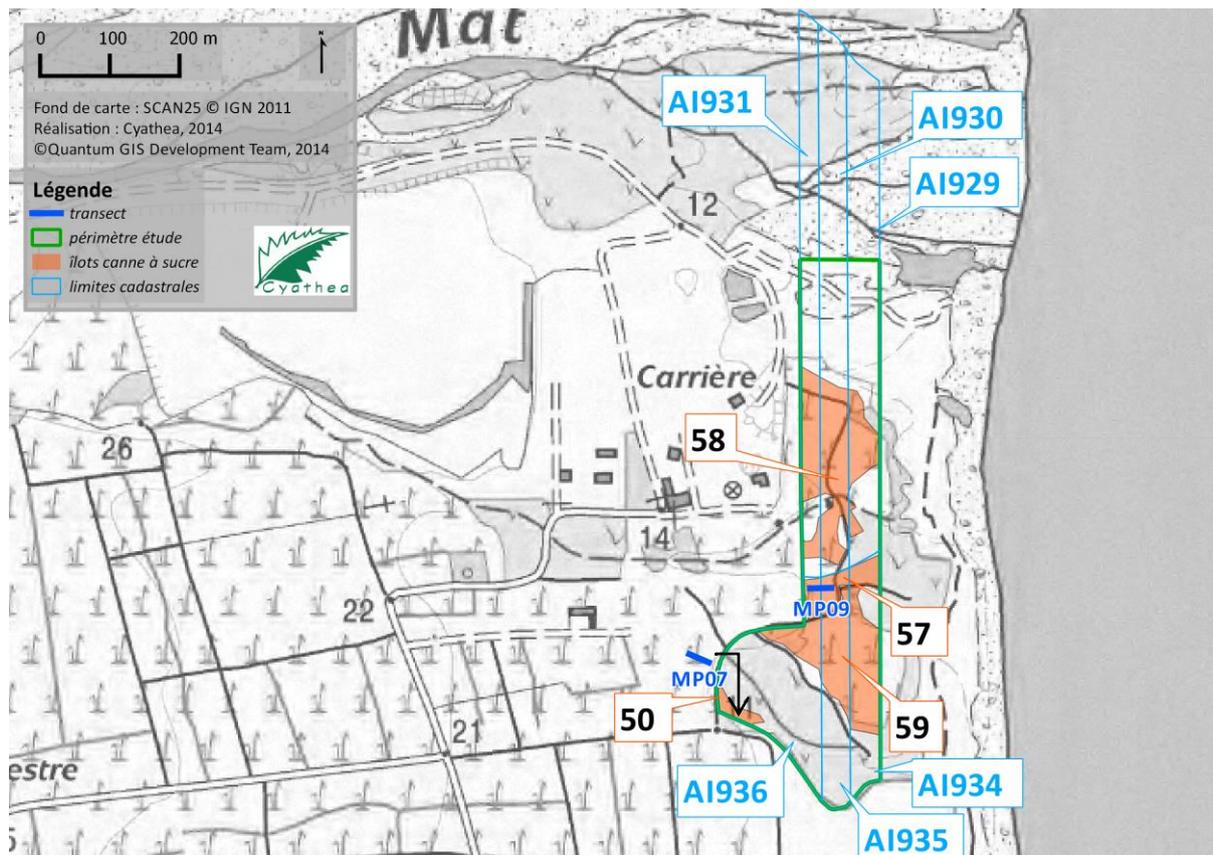


Figure 13 : assolement [avec identifiant de chaque entité surfacique] et transects d'échantillonnages de sol

2 échantillons ont été prélevés² :

- 1 échantillon (indice MP07) en limite de parcelle 402AI0936
- 1 échantillon (indices MP09) à cheval sur la parcelle 402AD0935 et 402AI0936

Des transects n'ont pu être effectués sur chaque îlot, une extrapolation est donc nécessaire afin de caractériser l'ensemble de la zone. Cette extrapolation est assez peu risquée étant donné la globale homogénéité du niveau d'aménagement du site étudié, l'unicité du type de culture (cane à sucre) et la standardisation des itinéraires techniques. Dans ce but des rapprochements en groupes ont alors été réalisés sur la base :

- des observations de similitudes sur le terrain (niveau d'aménagement/épierrage, état de la culture, avancement dans l'itinéraire au moment des prélèvements etc.),
- et de proximité directe aux points du transect.

Ainsi chaque îlot d'un même groupe reçoit les mêmes valeurs issues d'analyses et d'observations de terrain³.

Le temps était sec lors des prélèvements cependant une pluie intense était tombée la veille (jusqu'à dans la nuit) du premier jour de visite de prélèvements/observations de terrain.

Le mode opératoire est le suivant :

² Remarque : les principes d'implantation des transects ont été appliqués autant que faire se peut et dans la limite du consentement des exploitants agricoles ce qui explique en partie l'intensification des prélèvements sur certaines parcelles et l'absence totale sur d'autres.

³ A quelques réajustements près.

- Repérage des transects prépositionnés sous cartographie ;
- Réadaptation éventuelle du tracé du transect en fonction des conditions locales ;
- Réalisation de 4 à 8 prélèvements sur une profondeur de 30-40 cm ;
- Mélange des prélèvements dans un seau de récupération afin d'obtenir un échantillon homogène ;
- Conditionnement des échantillons (environ 1,5 kg/échantillon) dans des sacs plastiques prévus à cet effet,
- Mise à sécher à l'air libre (maintien d'une ouverture large sur le dessus du sac) ;
- Livraison/expédition des échantillons aux laboratoires.

Les analyses de sol standards permettant d'évaluer les principaux paramètres suivants :

- Teneur en matière organique : C et N,
- pH eau et pH KCl,
- Phosphore assimilable et principaux éléments minéraux nutritifs (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+),
- Base échangeable et CEC,
- Caractéristiques de réserve en eau pour l'irrigation : pF 4,2 et pF 2 ou 2,5 (en fonction de la texture du sol).

Ces analyses ont été réalisées au CIRAD de la Bretagne à Sainte-Clotilde. Les analyses de granulométries en 5 fractions (Argiles, limons fins, limons grossiers, sables fins, sables grossiers) ne pouvant être effectuées à la Réunion, des échantillons ont été expédiés l'Institut d'Analyse et de Conseil à Nantes.

2.2. Résultats et interprétation des analyses chimiques de sols

[Les résultats de ces analyses sont reportés en annexe]

2.2.1. pH et teneur en Calcium et Magnésium

Bibliographie pour ce type de sol (Raunet – 1991) : pH = 6,3

Référence CIRAD 2012 : pH = 5,5

L'excès d'acidité peut être à l'origine de graves dysfonctionnements pour un sol. En effet, un pH acide (inférieur à 5) entraîne pour le sol concerné une lixiviation des bases échangeables utiles du complexe argilo-humique telles que Ca^{2+} , Mg^{2+} ou K^+ , et leur remplacement par des ions Al^{3+} , avec des effets néfastes tels que :

- toxicité des ions aluminium libérés qui se fixent sur le complexe d'échange,
- carences en Ca^{2+} et Mg^{2+} ,
- rétrogradation du phosphore assimilable vers des formes insolubles,
- diminution de la vie biologique des sols (humification et minéralisation de la matière organique ne se déroulent plus),
- en trop forte quantité (plus de 30% de la CEC) les ions aluminés deviennent toxiques et entraînent un nanisme racinaire.

La moyenne du pH s'élève à 6,20 (maximum : 6,40 et minimum : 6,0) ce qui dépasse - dans une proportion tout à fait acceptable - la valeur référence à cibler d'après le CIRAD (5,50). D'autre part, l'écart entre le pH eau le pH KCl permet de mesurer l'acidité de réserve (c'est-à-dire hors solution du sol). Globalement cet écart rend compte d'une acidité de réserve importante (l'écart est de 1,55 en moyenne) : les fluctuations de pH peuvent donc être potentiellement élevées.

Les valeurs caractéristiques en Ca^{2+} et Mg^{2+} sont les suivantes.

	Ca^{2+} ech mé/100g	Mg^{2+} ech mé/100g
min souhaité	1,50	0,80
moy	5,34	3,05
max	9,05	5,27
min	1,62	0,83

On observe donc une différence élevée entre les 2 échantillons : l'échantillon MP09 étant extrêmement bien pourvu en Ca^{2+} et Mg^{2+} . Cependant, les valeurs minimales rapportées ci-dessus (MP07) correspondent quasi parfaitement au minimum préconisé par le CIRAD.

Ces valeurs ne peuvent être justifiées que par les bonnes capacités d'échanges cationiques qui ne concerne en fait qu'un seul des deux échantillons (MP09, cf. ci-après) l'autre étant très faible. Ces données sont d'autant plus importantes que la canne était déjà bien avancée dans son cycle de croissance (et avait donc bien puisé dans les réserves nutritives du sol).

Par ailleurs **les teneurs en minéraux sont globalement équilibrées** sur l'ensemble de la zone avec cependant un léger défaut en K^+ : le rapport Ca/Mg est optimal, le K/Mg est juste légèrement inférieur à l'optimum et le $(\text{Ca}+\text{Mg})/\text{K}$ est très (trop) élevé. Aucune interaction néfaste (antagonisme, blocage d'absorption) n'est envisageable.

A titre indicatif les variétés de canne à sucre développées à la Réunion supportent bien les pH bas (4,5 à 5) et la présence d'ions Al^{3+} , les faibles teneurs en calcium et magnésium sont en revanche préjudiciables à ce type de productions au même titre que la majorité des cultures.

2.2.2. Matière organique

Bibliographie pour ce type de sol (Raunet – 1991) : MO = 3 à 5 % (C/N 10 à 12) passant 1,2 % en dessous de 20 cm

Référence CIRAD 2012 : C/N = 11,60 - N g/kg de sol sec = 3,30 - C g/kg de sol sec = 39

Les échantillons figurent des teneurs inférieures au minimum souhaité.

	N Dumas g/kg	C orga g/100g	C/N
min souhaité	3,3	3,9	11,6
moy	1,3	1,6	12,2
max	1,7	2,1	12,5
min	0,9	1,1	11,9

Les parcelles étudiées présentent donc des teneurs très faibles en MO.

Pour rappel la MO a un rôle majeur dans la fonctionnalité d'un sol :

- D'un **point de vue énergétique**, la source de carbone pour les microorganismes hétérotrophes (notamment ceux assurant l'humification et la minéralisation) est réduite.
- Du **côté nutritionnel**, le taux de matière organique étant faible, sa minéralisation ne libère que peu d'éléments nutritifs (N, P, K ...) pour les plantes. L'agriculteur doit donc combler ce déficit en éléments nutritifs par la fertilisation.
- Enfin, au **niveau physique**, la matière organique est un élément majeur de la structure du sol par l'intermédiaire des complexes argilo-humiques CAH (association matière organique – argile). Une diminution du stock de matière organique entraîne la baisse de la stabilité structurale, avec à terme des problèmes de compaction et d'érosion.

Le rapport C/N est globalement bien équilibré, étant donné les valeurs de 12,5 et 11,9 pour un objectif de 12. Plus ce rapport est faible et plus la minéralisation (décomposition) se fait rapidement ce qui témoigne d'une bonne activité microbienne, d'une création d'azote biodisponible pour la plante et d'un humus obtenu stable. L'humus stable correspond à la MO qui va se lier à l'argile et donc qualitativement améliorer la structure du sol : stabilisation du Complexe Argilo-Humique (CAH) responsable d'une agglomération en agrégats favorable à une bonne porosité et à un bon maillage électro-négatif retenant les éléments minéraux indispensables à la plante. A l'inverse la MO non stabilisée, caractérisée par un C/N élevé, va se lixivier (i.e. être entraînée par le flux drainant le sol).

2.2.3. Éléments minéraux nutritifs

Une bonne teneur en azote liée au faible taux de MO

Référence CIRAD 2012 : $N_{min} = 150 \text{ kg/ha/an}$

	Nmin kg/ha/an
min souhaité	150,00
moy	46,26
max	59,09
min	33,42

Les quantités d'azotes minéralisables sont déficientes. Le cas de l'azote vient d'être abordé en lien avec la matière organique. Sa concentration dans le sol initial est en général basse du fait de la faible teneur en MO. Des apports en fientes et lisiers sont néanmoins réalisés afin de contrer cette carence naturelle sur ce type de sols. Les risques de lixiviation sont cependant risqués dans cette zone.

Une teneur en Phosphore variable

Référence CIRAD 2012 : $P = 200 \text{ mg/kg de sol sec}$

On constate une forte hétérogénéité dans les résultats :

	P O-Dabin mg/kg
min souhaité	200,00
moy	152,81
max	274,39
min	31,23

Les valeurs sont ici très hétérogènes entre le max et le minimum observés : alors que la valeur maximale dépasse significativement le minimum souhaité, le minimum est 6 fois inférieur à ce seuil.

A titre indicatif la canne à sucre est considérée comme **une culture peu exigeante en Phosphore**. La teneur élevée est assez inhabituelle étant donné la saison et la maturité de la canne lors des prélèvements. En effet les sols considérés ici sont très fixateurs ce qui explique qu'une quantité de Phosphore importante soit rapportée ici mais également que des efforts d'apports doivent être maintenus de manière à ce que cet élément reste biodisponible lorsque la plante le nécessite.

Une teneur en Sodium élevée

Référence CIRAD 2012 : $P = 0,04 \text{ mé}/100\text{g}$

Le sodium n'est pas aussi fondamental que les éléments cités précédemment. Il témoigne généralement d'une influence marine dans la pédogénèse ou d'amendements d'origine marine. A trop forte dose, généralement en conditions arides, il a un effet destructeur sur le CAH (problème de « sodicité »).

Cette influence est particulièrement visible sur les échantillons présentement analysés ce qui est logique étant donné que le site est quasiment en contact direct avec le trait littoral.

Étant donné les précipitations régulières de cette zone géographique de l'île, les risques de sodicité sont limités (voir nuls).

2.2.4. Capacité d'échange cationique (CEC)

Référence CIRAD 2012 : $CEC = 11 \text{ mé}/100\text{g}$ et saturation = 85 %

La CEC permet d'évaluer l'aptitude du complexe argilo-humique (CAH) à constituer un réservoir en éléments nutritifs. La valeur de saturation en bases donne le niveau de remplissage de ce réservoir.

La CEC est très différente entre les 2 échantillons :

	CEC <i>mé/100g</i>	Saturation %
min souhaité	11,00	85%
moy	8,53	98%
max	14,15	106%
min	2,92	90%

Ainsi bien que la moyenne soit proche de la valeur de référence, au moins **un des deux échantillons de sols a une CEC extrêmement faible : MP07**. Ceci s'explique par la faible quantité d'argiles de ce sol sablo-limoneux (voir ci-après) et la faible teneur en MO.

Ces observations sont conformes avec la bibliographie (Raunet, 1991) qui rend compte d'une **capacité d'échange cationique faible**.

La valeur élevée de l'échantillon MP09 est en revanche très surprenante du fait du profil identique à MP07 en termes de MO et de présence d'argile.

Le **pH favorable** pour ce type de sol (de l'ordre de 6) est cependant un **facteur positif** pour optimiser la fixation des cations sur le support physique de la CEC : le Complexe Argilo-Humique (CAH). Ceci est notamment confirmé par le **niveau de saturation très élevé**.

Plus précisément, les valeurs caractéristiques de saturation des différents cations sont les suivantes :

	Saturation		
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺
Idéal (Doucet, 2006)	25%	8%	5%
moy	60%	33%	2%
max	64%	37%	3%
min	56%	29%	2%

Les valeurs de **saturation sont largement supérieures aux seuils minimums idéals pour le magnésium et le calcium, et en revanche sous le seuil idéal pour le potassium**. Ce "défaut" de **potassium** s'explique par le fait qu'il s'agit d'un élément très mobile dans le sol, généralement surconsommé par la canne à sucre, ce qui rend la **gestion délicate des stocks de cet élément**.

2.2.5. Réserve utile en eau (RU)

Cette donnée est basée sur un différentiel de pF entre la capacité au champ⁴ et le point de flétrissement permanent⁵. L'humidité relative du point de flétrissement est fonction de la texture du sol. Ce point se situe entre pF1,8 (pour les andosols) et pF3 pour les sols très argileux.

Lors de la phase de terrain, un test simple permet d'estimer l'ordre de grandeur d'argiles dans le sol : il suffit d'humecter un peu de terre au creux de la main et d'en faire un boudin homogène. Si le boudin peut être tenu par une des extrémités sans qu'il se rompe on considère que la quantité d'argile est supérieure à 10%, si on peut en faire un anneau sans qu'il se rompe on considère que la quantité d'argile est d'au moins 15-20%. Sur site le sol était beaucoup trop sableux pour l'agglomérer en une forme allongée. Ainsi pour les échantillons prélevés le pF a été placé à 2.

On peut définir ensuite la Réserve Facilement Utilisable (RFU) égale aux 2/3 de la RU correspond à la réserve d'eau hors de la « réserve de survie » que la plante capte difficilement (réduction de la contribution de la surface racinaire pour l'absorption).

La Réserve Utile Maximale est calculée par :

$$RUM = (H_{cr} - H_{pf}) \cdot p \cdot da \cdot (1 - EG)$$

avec

RU en mm

EG : éléments grossier en % du volume, estimé ici à 10% en moyenne.

p : profondeur en dm (les échantillons ont été prélevés entre 2 et 4 décimètres de profondeur, soit 4 décimètres en moyenne).

da : densité, nous retiendrons ici 1,35 étant donné le caractère sablo-limoneux (cf. test du boudin et analyse granulométrique).

H_{cc} : humidité caractéristique à la capacité au champ en % de poids sec.

H_{pf} : humidité caractéristique au point de flétrissement en % de poids sec.

Les résultats sont reportés dans le tableau de synthèse. Globalement on retient les valeurs caractéristiques suivantes sur l'ensemble de la zone :

⁴ Capacité de réserve du sol ressuyé (après 48h d'égouttement).

⁵ Humidité du sol où l'eau en réserve dans le sol ne peut plus être captée par la plante car les forces de capillarité du sol sont trop fortes par rapport à la succion des racines.

	RUM	RFU
	mm	mm
moy	54,53	36,36
max	57,96	38,64
min	51,11	34,07

Ces valeurs sont supérieures - tout en restant du même ordre de grandeur - que les références bibliographiques : 40 mm à 50 cm de profondeur (Raunet, 1991). Il s'agit donc de sols à faible réserve utile supportera mal les périodes sans pluies, ces périodes étant néanmoins de durée très réduite sur la commune de Bras Panon.

2.2.6. Synthèse

A titre indicatif, les principaux résultats discriminants relatifs à des caractéristiques structurantes des sols sont spatialisés sur les cartes ci-après.

Expertise agronomique – Site de Ma Pensée

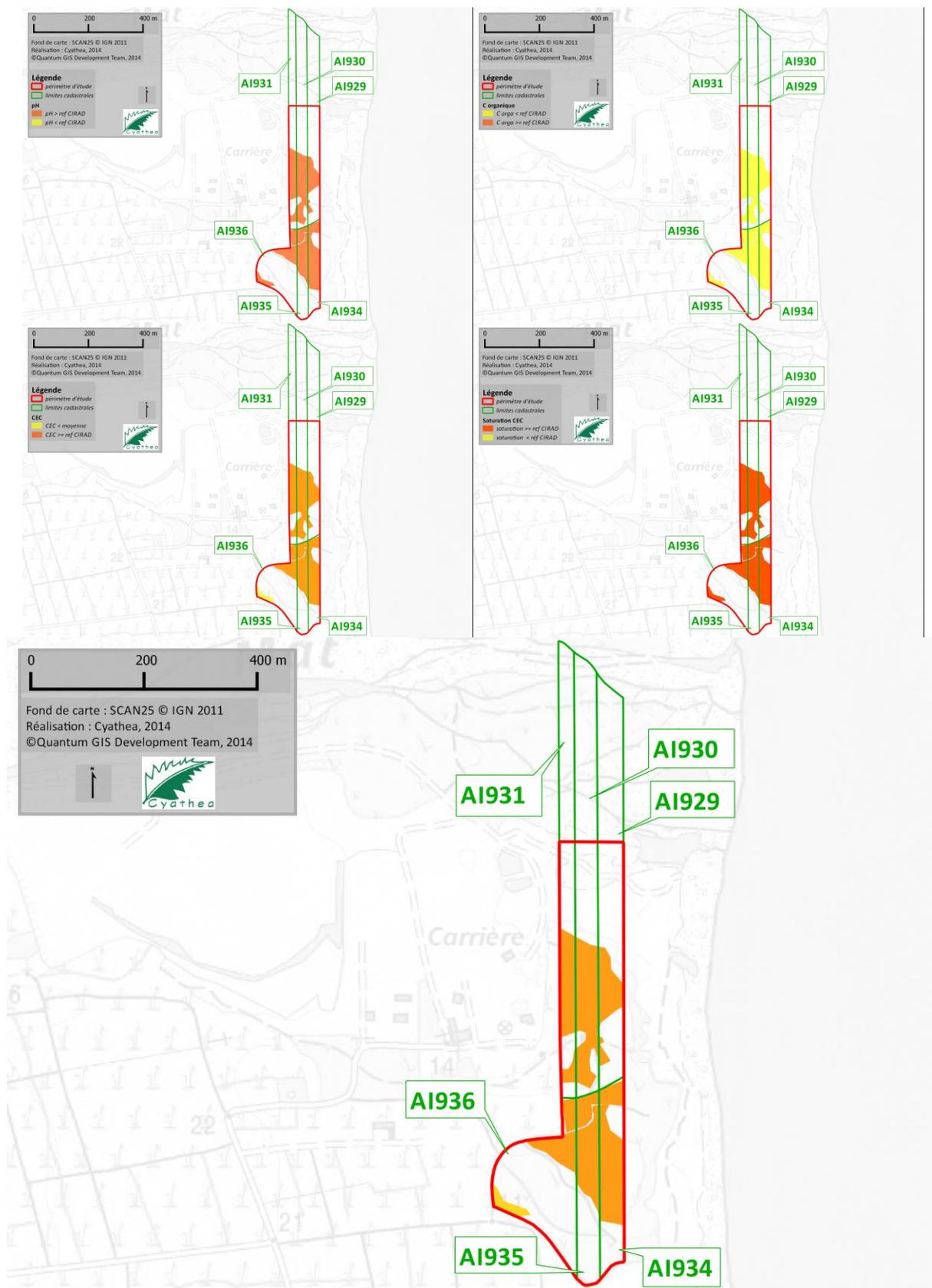


Figure 14 – dans le sens des aiguilles d'une montre en partant du haut à gauche pour les 4 cartes du haut : extrapolation de l'acidité, de la teneur en Carbone organique, de la taille de la CEC, de la saturation de la CEC et superposition de ces 4 facteurs (qualité croissante du jaune à l'orange) en bas

Le détail des résultats est reporté dans le tableau ci-contre.

Echantillon Unités	pH eau		pH KCl pH	écart pH	MO		C/N	P P O-Dabin mg/kg	Bases									
	pH	écart			N Dumas g/kg	C orga g/100g			CEC me/100g	Saturation %	Ca ech me/100g	Saturation Ca %	Mg ech me/100g	Saturation Mg %	K/Mg	(Ca+Mg)/K	Na ech me/100g	
Valeur référence CIRAD	5,50	1,00	4,78	1,22	3,30	3,90	11,60	200,00	11,00	85,00%	1,50	25%	0,80	8%	0,50	0,10	12,00	0,04
MP07	6	1,22	4,78	1,22	1,654	2,073	12,53	274,387	2,916	89,61%	1,624	56%	0,834	29%	0,51	0,08	38,41	0,091
MP09	6,4	4,53	4,53	1,87	0,936	1,116	11,92	31,231	14,147	105,78%	9,053	64%	5,266	37%	0,58	0,07	36,72	0,255

Echantillon Unités	CEC		Saturation %		Ca ech		Saturation Ca		Mg ech		Saturation Mg		K/Mg		(Ca+Mg)/K		Na ech	
	me/100g	%	me/100g	%	me/100g	%	me/100g	%	me/100g	%	me/100g	%	me/100g	%	me/100g	%	me/100g	%
Valeur référence CIRAD	11,00	85,00%	1,50	25%	0,80	8%	0,50	0,10	0,40	5%	0,10	12,00	0,04	0,40	5%	0,10	12,00	0,04
MP07	2,916	89,61%	1,624	56%	0,834	29%	0,51	0,064	0,064	2%	0,08	38,41	0,091	0,39	3%	0,07	36,72	0,255
MP09	14,147	105,78%	9,053	64%	5,266	37%	0,58	0,39	0,39	3%	0,07	36,72	0,255	0,39	3%	0,07	36,72	0,255

Tableau 4 : synthèses des analyses chimiques et du calcul de la RU des échantillons

Echantillon Unités	Prop physiques			
	WpF2,5 g/100g	WpF2 g/100g	WpF4,2 g/100g	RFU mm
Valeur référence CIRAD	22,434	11,918	17,4	11,6
MP07	21,632	10,567	33,8	22,5

2.3. Résultats et interprétation des analyses granulométriques

Des analyses de granulométrie ont été réalisées : les 10 échantillons de sols ont été classés en 5 fractions :

- Argiles (< 2 μm)
- Limons fins (2 à 20 μm)
- Limons grossiers (20 à 50 μm)
- Sables fins (50 à 200 μm)
- Sables grossiers (200 à 2000 μm)

[Les résultats de ces analyses sont reportés en annexe]

2.3.1. Profil granulométrique

De manière synthétique, un sol peut être classé en fonction du pourcentage d'éléments gros et fins (< 80 μm) et ensuite apprécié aux proportions de ces différentes fractions. Les conditions idéales se situent proches d'une répartition égale entre les différentes fractions : cette situation permet l'équilibre entre une fine porosité favorable à la rétention d'eau dans le sol et la circulation d'air, et une porosité suffisamment lâche pour ne pas opposer de fortes contraintes au développement racinaire.

Par exemple une répartition : 15 à 25 % d'argile, 30 à 35 % de limons, 40 à 50 % de sables. Cet idéal reste également relatif au type de culture à envisager, certaines plantes s'accommodant très bien de sols très lâches (vignes par exemple) et d'autres tolèrent bien les sols compacts (manguiers par exemple).

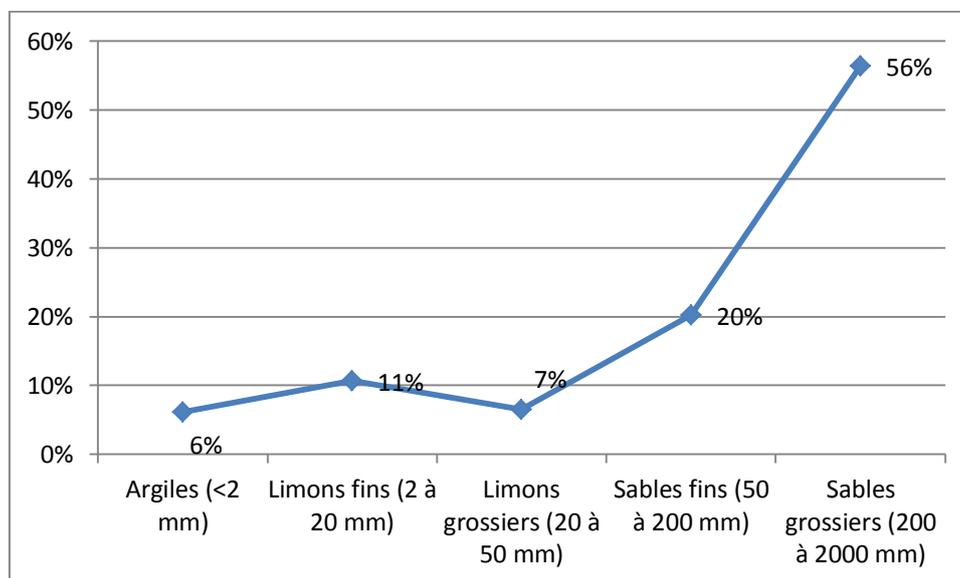


Figure 15 : graphique de répartition moyenne des fractions granulométriques

Dans le cas présent, la moyenne des échantillons se situe dans une situation de sols riche en éléments grossiers. La fraction très fine (argiles) et fine (limons) cumulées étant inférieure au quart de la composition de l'échantillon. Les sables et notamment sables grossiers sont ici surreprésentés.

Sur site on observe une tendance sablonneuse forte. Ce constat est à rapprocher de :

- la proximité du site de Ma Pensée avec le cône d'épanchement actuel,
- la proximité de Ma Pensée avec la côte,
- la superposition du site de Ma Pensée avec la zone d'aléa inondation fort en extension directe du delta de la Rivière du Mât.

Ces facteurs expliquent une influence fluviomarine prononcée et donc une accumulation d'éléments à la granulométrie plus grossière que sur des zones d'épanchements plus anciens.

Globalement, la granulométrie est **propice à un travail du sol facilité**, cependant la porosité assez lâche serait susceptible d'engendrer **une faible capacité de rétention en eau** (sols filtrants) bien que cela ne soit pas vraiment confirmé par le calcul de la RU. Les faibles proportions en argiles sont également moins favorables à la structuration du sol (faiblesse du complexe argilo humique).

2.3.2. Risques de tassement et de battance

De manière synthétique, les graphiques (triangles de texture) suivants permettent de positionner les sols par rapport au risque de **tassement** et au risque de **battance**.

Le **tassement** correspond à la compaction des différentes couches de sols et affecte notamment la circulation de l'eau et le développement racinaire.

La **battance** correspond à une destructuration du sol menant à la formation en surface d'une croûte imperméable. Cette structure s'oppose à la pénétration de l'eau et aux échanges avec l'air, ayant pour conséquence une baisse de la vie microbienne et donc de la qualité nutritive du sol un moindre développement racinaire. La formation de cette croûte engendre également plus de ruissellement et donc un risque d'érosion accru.

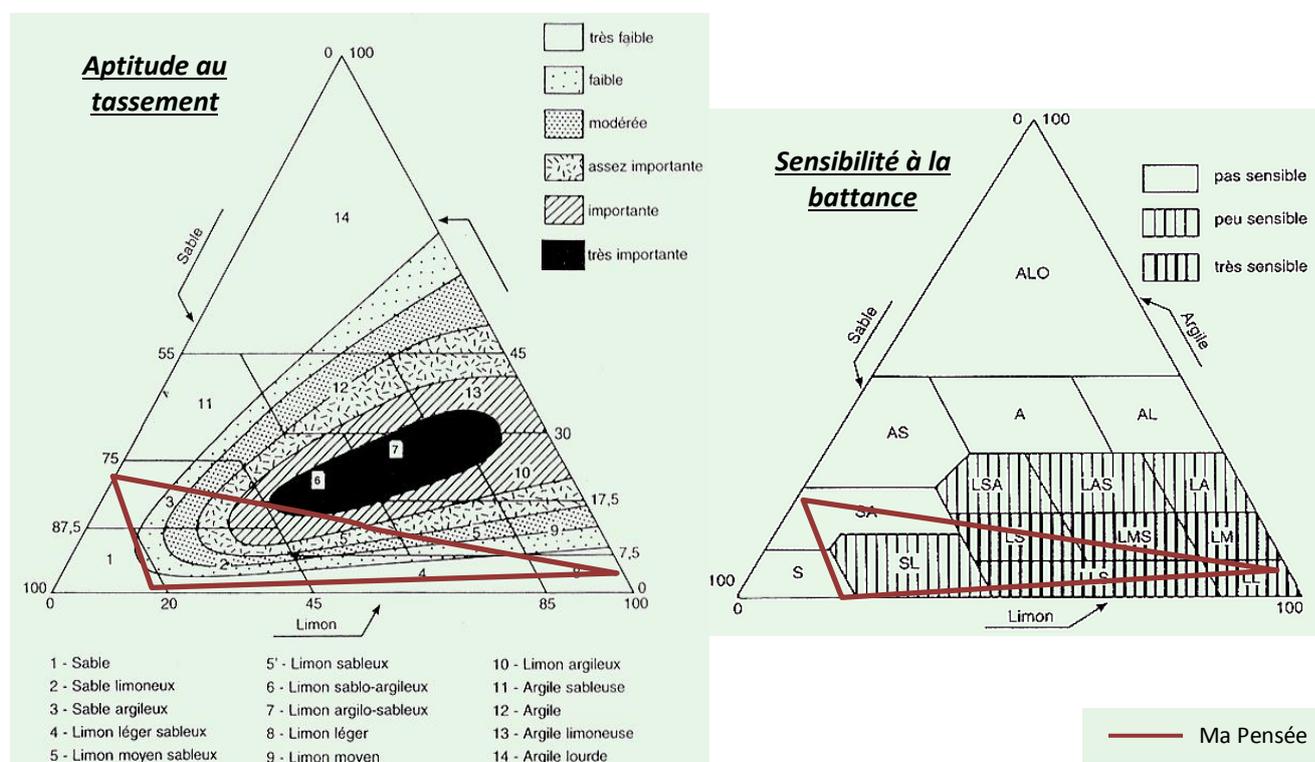


Figure 16 : Triangles des textures et propriétés du sol : tassement (gauche) et battance (droite)

De manière générale, les sols sont sablo-limoneux - avec une tendance sableuse marquée - ce qui présente les risques suivants :

- Aptitude au **tassement** → **très faible à modérée**
- Sensibilité à la **battance** → **peu sensible**

2.4. Observations de terrain

Les analyses que nous venons de détailler révèlent certains paramètres chimiques des sols initiaux des parcelles du site dont les conséquences physiques sont susceptibles d'être observées au champ. Aussi, le retour d'expérience de l'agriculteur qui travaille quotidiennement sur sa parcelle est important.

En outre, un certain nombre d'autres paramètres des sols, également essentiels quant à leurs qualités agronomiques, peuvent être évalués sur site, lors du prélèvement des échantillons de sol.

2.4.1. Epaisseur des sols

L'épaisseur des sols n'a pas posé de problème particulier lors des sondages à la tarière. Ceci suggère une profondeur minimale de l'ordre de 40 à 50 cm. Cependant sur une partie des sols les éléments grossiers commençaient à être abondant à partir de 30 cm ce qui contraignait le carottage.

2.4.2. Pierrosité

La **pierrosité observée en surface était globalement faible**, le sol étant travaillé depuis des décennies et des épierrages répétés (subventionnés ou non) ont été réalisés. On observe d'ailleurs encore des blocs isolés poussés en bord de parcelles et des andains (souvent associés à des friches) dessinant le paysage agricole.

Une estimation de cette pierrosité de surface et au sondage (difficulté à faire pénétrer la tarière) a été effectuée lors de la phase de terrain. Ces données sont figurées sur les cartes ci-après. Les gammes utilisées pour évaluer la quantité d'éléments grossiers sont les suivantes :

- Nulle : $0 \leq EG \leq 3\%$
- Faible : $3 < EG \leq 10\%$
- Modérée : $10 < EG \leq 25\%$
- Forte : $25\% < EG$

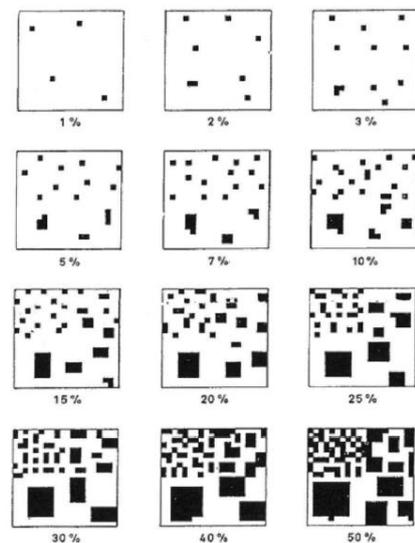


Figure 17 : exemple de patron servant de guide pour l'évaluation du % d'éléments grossiers dans l'échantillon



Figure 18 : estimation de la pierrosité de surface observée sur le terrain

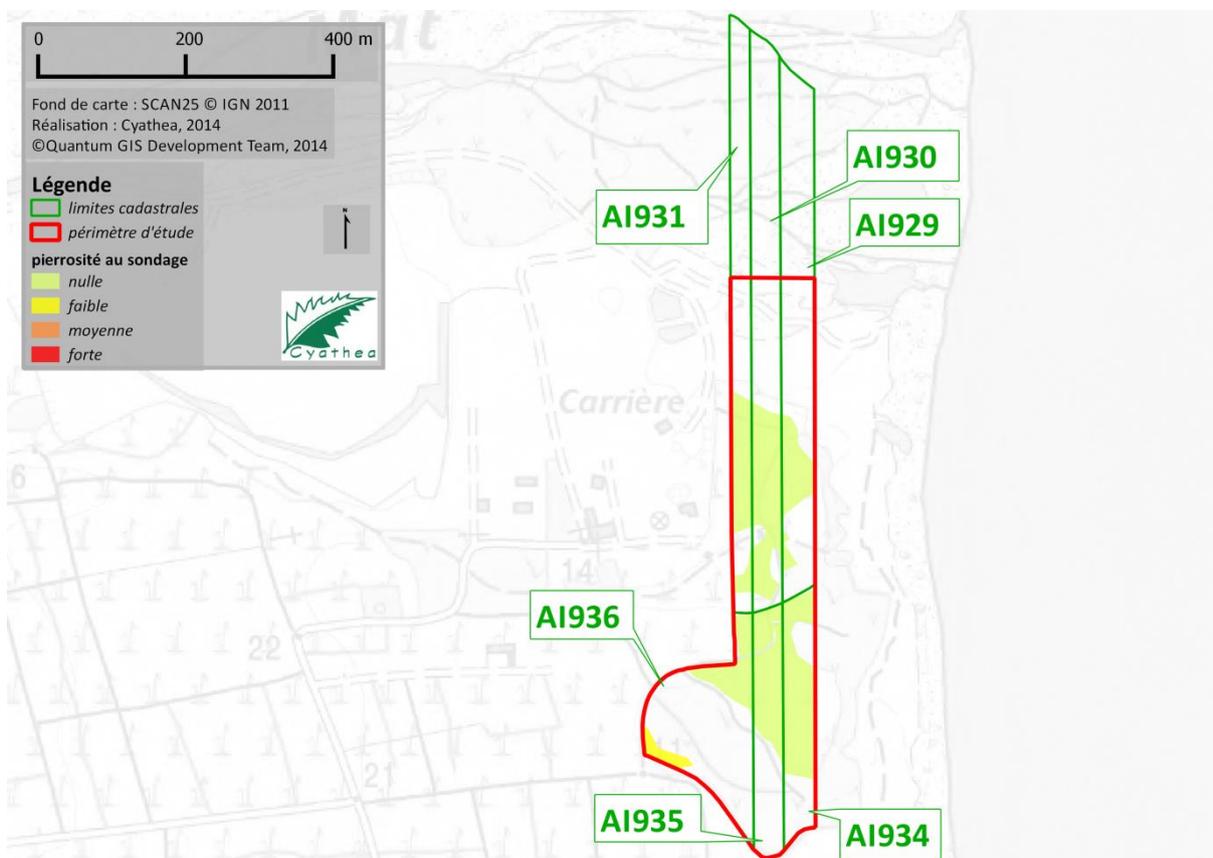


Figure 19 : estimation de la pierrosité observée sur le terrain lors du sondage

Expertise agronomique – Site de Ma Pensée

Ces données sont synthétiques à l'échelle d'îlots cultivés (et même parfois à l'échelle de plusieurs îlots cf. regroupement) et ne rendent pas compte de conditions très locales de pierrosité. Cependant **la pierrosité était remarquablement faible sur les zones visitées au sein du périmètre d'étude.**

Cela serait manifestement dû à un historique d'améliorations foncières subventionnées relativement intensif sur ce site et ses abords.

Sur ces zones la pierrosité n'est pas une contrainte à une mécanisation de l'ensemble des opérations au champ (dont la coupe).

2.4.3. Pente et hydrographie

L'ensemble de la zone d'étude figure une pente faible à nulle. Seuls les andains - issus des opérations d'épierrage - constituent des éléments orographiques notables sur la zone agricole étudiée.

On note par ailleurs la présence d'un talweg concentrant les effluents d'eaux de process (de la carrière en activité) de la carrière aux abords du site en contact avec la parcelle AI931. Cette discontinuité dans la topographie est couverte par un fourré à faux poivrier (*Schinus terebinthifolius*). Ces eaux semblent s'épancher sur le sol du fourré et s'infiltrer.

En limite de zone d'étude se situe également ce qui semble être les reliques d'une butte qui occupait anciennement la zone aujourd'hui exploitée par la carrière à l'Ouest du site.

Du point de vu topographique, aucune contrainte à la mécanisation n'est relevée, il s'agit là de conditions rares et prisées à la Réunion, et caractéristique de ce bassin cannier.

2.4.4. Obstacles à la surface exploitable

La quasi-totalité de la parcelle AI 936 et une partie des parcelles AI 935 et AI 934 étaient occupées par un fourré récemment défriché. La SAU en était d'autant diminuée. A noter que bien que non mis en valeur actuellement cette zone était anciennement exploitée jusqu'à la fin des années 1990. L'évolution en friche résultant par la suite d'un délaissé.

D'autre part le petit talweg guidant les légers écoulements depuis la carrière semble être accompagné d'une frange boisée impactant la partie Sud de la parcelle AI 931. En regard à l'Est de ce fourré se trouve le frange boisée littorale qui fait localement une incursion dans la plantation. Ce fourré impact lui une partie Sud de la parcelle AI 929.

Malgré la perte directe en surface de production ces fourrés présentent des avantages du point de vue de la protection contre le vent et la salinité (principe de rideau-abri) et du point de vu de l'agroécologie sur site (refuge pour certains auxiliaires de culture, augmentation de la fréquentation par des prédateurs naturels des rats et autres ravageurs⁶, etc.) et à l'échelle du paysage.

L'extrémité Nord de la zone d'étude est inculte : le cône alluvial mineur est intercepté sur une bande d'environ 170 m à cet endroit pour les parcelles AI 929, AI 930 et AI 931.

⁶ Lors de la visite de terrain du 24/06/2013 un Papangue a été observé en chasse aux abords directs du fourré, perchoir idéal lorsqu'il est en chasse.

Les surfaces étant anthropisées depuis plusieurs décennies, les parcelles sont bien équipées en desserte et les exploitants se sont affranchis des obstacles de type fourrés ou blocs rocheux optimisant ainsi la surface totale en surface agricole.

2.4.5. Maladies et adventices

A la Réunion, la canne est réputée pour sa rusticité et son adaptation à des conditions agro climatiques contrastées. Elle tolère relativement bien les bio-agresseurs et n'est affectée que par un petit nombre d'organismes nuisibles. De ce fait, peu de traitements phytosanitaires sont pratiqués sauf pour lutter contre les mauvaises herbes et les larves d'un insecte (ver blanc) qui est présent.

Des maladies comme la Mosaïque, le Charbon, la Rouille ou les Tâches jaunes obligent à une grande vigilance. Mais, d'une façon générale, de bonnes pratiques agricoles, (désherbage, fertilisation raisonnée ...) contribuent à la lutte des plantes contre les maladies.

D'après les observations de terrain et l'entretien avec l'exploitant agricole, les cultures ne souffrent pas de maladies. Les variétés de canne (R570, R579 et 582) employées étant issues de sélections en vue d'une bonne résistance face aux maladies bactérienne, virales ou cryptogamiques.

Les adventices sont mono ou dicotylédones. A la Réunion, on pratique un, deux voire trois épandages d'herbicides au cours d'un cycle de récolte de douze mois. Les résidus de récolte laissés au champ, entre les lignes de canne, permettent à la canne à sucre de se développer plus vite que les adventices. Cette pratique réduit les contraintes liées à la lutte contre l'enherbement (produits, sarclage manuel ou mécanique).

Une estimation du recouvrement par des adventices a également été réalisée lors de la visite de terrain. Les adventices couvraient rarement plus de 25% du sol. Au sein des cultures de la zone les exploitants entretiennent suffisamment leurs cultures par une lutte chimique et mécanique pour que la pression soit bien maîtrisée. L'adventice la plus présente étant la Fataque (*Panicum maximum*). Un des exploitants nous a également clairement affirmé qu'il préférerait ses inter-rangs relativement couverts en adventices (lutte contre l'érosion, système racinaire de la canne fouillant plus en profondeur, volonté de maintenir de la vie végétale spontanée à la parcelle, etc.), démarche considérée comme favorable d'un point de vu de la durabilité de l'exploitation (moins quantité d'intrant, etc.). Le niveau de recouvrement et la hauteur sont cependant maintenus suffisamment bas pour ne pas favoriser l'apparition de maladies (pas d'effet vecteur, lutte contre le développement d'un micro climat favorable aux maladies cryptogamiques, etc.).

2.4.6. Ravageurs

Des dires de l'exploitant rencontré, le ver blanc (*Hoplochelus marginalis* Faimaire) ne pose pas de problèmes sur la canne dans la mesure où les traitements réglementaires prescrits pas la DAAF sont réalisés. En effet la lutte contre le ver blanc dont les larves attaquent les racines est obligatoire et s'effectue depuis 2005, uniquement par l'emploi du Bétel. Le Bétel est un champignon (*Beauveria*), présenté sous forme de granulés d'argile, parasite naturel du ver blanc.

Concernant le borer ou foreur de tiges, à l'état de chenille il creuse des galeries à l'intérieur des tiges de cannes, causant ainsi chaque année jusqu'à 10% de perte de la récolte mondiale. La lutte chimique est difficile à mettre en place dans la mesure où les larves ou chenilles responsables des dégâts sont protégées à l'intérieur des tiges. C'est principalement la lutte biologique qui est

préconisée et choisie par les planteurs via le lâcher de parasites (*Trichogramma chilonis*) qui pondent leurs œufs dans ceux du borer. Aucun traitement lié à des dégâts causés par ce ravageur n'a été rapporté pour ce site.

Le rat (*Rattus rattus* et *Rattus norvegicus*) est bien présent sur l'ensemble du site et est considéré comme le ravageur causant le plus de dégâts sur les cultures du site d'après l'agriculteur rencontré, particulièrement à la plantation sur la canne. De fait cette pression est maîtrisée car l'exploitant fait usage d'une lutte chimique (« mort au rat ») efficace bien qu'impactant sur l'écosystème.

A titre indicatif ces espèces sont considérées comme des espèces exotiques envahissantes ayant un effet très néfaste sur la faune et la flore endémique (déprédation, exclusion écologique, transport de semences d'espèces exotiques envahissantes, etc.).

2.4.7. Symptômes de carences

La visite de terrain a été effectuée en début d'hiver austral, environ 1 à 2 mois avant le début de la campagne sucrière donc en pleine période de maturation. Ceci nous a permis d'évaluer l'état physiologique de la canne, l'assèchement de la plante perturbant cependant potentiellement l'aspect des parties foliaire.

Aucun symptôme de carence (tâche rouille, nécrose, feuilles fines, entre nœud raccourci, etc.) n'a été observé.

De manière générale pour l'ensemble de la zone, la conduite des cultures se fait selon les prescriptions faites sur la base des analyses du CIRAD (renouvellement environ tous les 5 ans) et le suivi réalisé par le conseiller de la Chambre d'Agriculture.

3. Itinéraires et rendements

Conformément au souhait du maître d'ouvrage, ces données ont été collectées auprès de M. Thierry HENRIETTE. Les autres agriculteurs de la zone n'ont pas été consultés.

3.1. Cultures pratiquées et adaptation au contexte technico-économique

L'assolement a été figuré précédemment (Figure 13), on ne relève que des parcelles plantées en canne sur la zone d'étude.

L'estimation des surfaces agricoles utiles (SAU) est reportée dans le tableau ci-après. A noter que nous avons réalisé une comparaison entre la sole cannière annoncée par la BOS (Base d'occupation des Sols de la DAAF) 2011 et les surfaces réellement plantées en canne sur le terrain lors de notre visite.

Expertise agronomique – Site de Ma Pensée

ID parcelle cadastre	culture	SAU BOS (ha)	SAU estimée (ha)
402AI0929	canne à sucre	0,8	0,4
402AI0930	canne à sucre	0,3	0,9
402AI0931	canne à sucre	0,0	0,6
402AI0934	canne à sucre	0,3	0,7
402AI0935	canne à sucre	0,1	0,5
402AI0936	canne à sucre	0,0	0,1

Total (ha)	1,5	3,2
-------------------	------------	------------

Tableau 5 : détail de l'assolement sur la zone d'étude

Ces valeurs estimées sous cartographie ont été corrigées par un coefficient de réfraction d'environ 4% conformément au différentiel moyen observé au sein de la BOS entre surfaces "géomatiques" et surfaces réelles.

La surface réellement plantée sur site est sensiblement égale à la surface annoncée par la BOS. De manière générale bien que les surfaces totales soient les mêmes on observe cartographiquement une différence des emprises qui se compensent globalement. A la précision cartographique près, les principales variations BOS / emprises réellement plantées sont les suivantes :

- Certaines surfaces plantées en canne n'apparaissent pas comme étant exploitées dans la BOS et inversement certaines surfaces en friche sont répertoriées comme plantées en canne dans la BOS ;
- Certaines surfaces classées en diversification dans la BOS sont en fait plantées en canne à sucre.

Etant donné **l'excellent aménagement de la zone** (épierrage, desserte, drainage) et la **topographie très favorable à la mécanisation, la plantation et l'exploitation de canne à grande échelle est adaptée.**

La canne est la culture dominante sur la zone, cette culture étant parfaitement bien adaptée au climat réunionnais. La filière y est implantée depuis des décennies et l'industrie pour la transformation sont présentes localement. En effet la distillerie de la Rivière du Mât permet à la fois de valoriser le sucre et la bagasse via la centrale thermique qui approvisionne une large partie du mix énergétique de l'île.

La topographie locale étant particulièrement plane pour la Réunion, aucune adaptation quant aux types de plantations n'est vraiment pertinente sur zone.

Zoom sur la canne à sucre en zone de pente

La canne à sucre est une graminée dont les racines sont extrêmement développées et explorent le sol de manière très efficace. Elles peuvent coloniser le sol jusqu'à une profondeur de 6 mètres, peuvent s'étendre dans un périmètre de 2 à 5 mètres autour de la souche en conditions favorables et explorer un volume de 113 m³. Plus de 50 % des racines apparaissent dans les 25 premiers centimètres et 90 % à moins de 60 cm. Ces caractéristiques racinaires font de la canne une plante fixatrice de sol. En outre, la canne à sucre offre une couverture quasi permanente du sol (la mise à nu n'a lieu que lors de la replantation tous les 5 ans), permettant ainsi de limiter les phénomènes d'érosion.

Exemple de plantation de canne en zone accidentée



Par ailleurs, l'exploitant rencontré est suivi par un conseiller de la Chambre d'Agriculture qui lui apporte une aide technique sur les aménagements de ses parcelles et la conduite de ses itinéraires.

3.2. Itinéraires suivis

Les quantités n'étant pas exactement connues par l'exploitant lors de notre rencontre, des ordres de grandeur sont signalés à titre indicatif sur la base de nos connaissances sur la zone et des informations communiquées par l'agriculteur. Par ailleurs, seul un agriculteur exploitant à Ma Pensée a été rencontré et les opérations rapportées ici ne reflètent donc pas forcément dans le détail les pratiques de l'ensemble des exploitants du site.

3.2.1. Fertilisation organique

Les **intrants organiques sont assez versatiles** sur zone en fonction des différents exploitants. Cela est notamment lié au niveau d'amélioration qui a déjà été réalisé sur les parcelles. Ainsi aucun apport de lisier ou fientes n'a été rapporté par l'exploitant rencontré pour qui les parcelles sont déjà travaillées depuis des décennies sans intensification excessive ("engrais vert" par enfouissement des adventices).

Par ailleurs, des sous-produits de la canne et de sa distillation sont employés sur site : de l'écume⁷ ou de la cendre de bagasse issues de la centrale de Bois Rouge sont occasionnellement épandues sur les parcelles de canne. En général seul le transport est facturé pour ces amendements.

L'**écume** seule est composée de 22% de Matière Sèche (MS) et possède des valeurs moyennes pour N (Azote), P (Phosphore) et Ca (Calcium), et des valeurs Faibles pour le K (Potassium) et Mg (Magnésium). Les **cendres** seules sont composées de 70% de MS, ont un effet chaulant par l'apport de calcium et de magnésium pour les sols acides, un fort effet fertilisant en potassium, un ameublissement du sol et contribuant l'amélioration de la rétention d'eau. Cependant leur apport est délicat car il génère de grandes quantités de poussières. A titre indicatif, un apport de 30 tonnes d'écumes par hectare apporte l'équivalent de 210 kg d'azote, 270 kg de phosphore, 36 kg de potasse, 255 kg de calcium et 600 kg de silice

Ces apports sont souvent réalisés indépendamment. Cependant le mélange de ces deux sous-produits présente de nombreux avantages. Un mélange homogène a des qualités agronomiques intrinsèques préservées par l'absence de réaction chimique lors du mélange, une texture et une structure très proches de celle de l'écume. Le produit est par ailleurs plus aéré et moins humide (pouvoir de rétention d'eau des cendres) sans augmentation significative de volume, le mélange présente également une évolution semblable à celle observée pour l'écume avec le développement de micro-organismes (compostage). Aucune perte significative d'eau caractéristique de l'écume n'est observée (pas de jus) de même qu'aucune re-déshydratation comme avec les cendres. L'épandage se fait en général à l'épandeur à fumier comme pour l'écume.

⁷ Résidu de filtration de la boue issue de la décantation du jus de canne chaulé.

A priori les apports en matière organique les plus réguliers sont les **résidus de coupe** que l'exploitant n'exporte pas. En effet la culture de la canne enrichit le sol en matière organique par la double restitution des résidus végétaux aériens et souterrains. La conservation des résidus réduit à la fois la perte en matière organique et la quantité de fertilisants apportée. Ainsi, une diminution d'engrais est envisageable dans la limite d'une diminution de 25 % des fertilisants car la quantité d'azote restituée reste variable de 40 à 100 kg de N/ha/an. **Outre le rechargement en matière organique cela permet de couvrir le sol et de lutter contre l'érosion avant la replantation.**

Composé	Moyenne	Ecart	Unité
N	68.1	23.2	Unité/ha
P ₂ O ₅	17.5	5.8	
K ₂ O	171.7	79.4	
CaO	44.8	12.8	
MgO	26.3	8.6	
C	9.3	2.8	t/ha

Figure 20 : Equivalence minérale et organique des résidus pour un rendement de 100 t/ha de canne à sucre usinable

La mécanisation de la coupe a cependant tendance à diminuer ce retour de matière végétal à la surface du sol après la coupe : le procédé a tendance à prendre d'avantage de parties foliaires que la coupe manuelle.

Globalement la quantité de MO est faible à très faible et des apports significatifs fractionnés pourraient donc grandement bénéficier aux parcelles étudiées : amélioration de la structure et augmentation de la CEC.

3.2.2. Fertilisation minérale

La majorité des apports en fertilisation minérale semble être réalisée **sous forme de granulés binaire ou ternaire** (TIMAC® a été cité à deux reprises). L'apport se fait en général par un épandeur porté (pendulaire à tube oscillant, centrifuge à disques) ou semi porté (appareils à disque et vis).

Comme précédemment exposé, le facteur hautement lixiviant des sols (granulométrie grossière) et du climat (précipitations élevées) joue une part majeure dans ces mesures. Ainsi, il suffit que les fertilisants soient apportés de manière fractionnée aux bonnes périodes pour qu'aucun défaut de fertilisation ne soient constaté lors de la récolte malgré de faibles teneurs en fin de parcours.

Par ailleurs la forme solide permet de mieux maîtriser les risques associés aux ruissellements et à la lixiviation : la dissolution se faisant de manière progressive.

Cependant, comme cela a été préalablement précisé, **les teneurs en éléments minéraux sont équilibrés sur la zone**, les apports sont donc cohérents.

3.2.3. Autres amendements

L'acidification des sols, qui est plus importante à l'Est de l'île du fait de la situation climatique (en particulier la pluviométrie et la température), est la conséquence de la disparition des bases échangeables utiles du complexe argilo-humique, en particulier le calcium et le magnésium. Ces éléments solubles sont lixiviés vers les couches profondes du sol. Lorsque le pH est trop acide (pH<5), les ions aluminium (toxiques pour la plupart des plantes cultivées dès lors qu'ils représentent plus de 30% de la capacité d'échange cationique du complexe d'échange) sont libérés et prennent la place des cations Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ sur le complexe.

Le système racinaire des cannes semble assez tolérant à la présence d'aluminium en solution. L'acidité des sols entraîne des carences en Ca^{2+} , en Mg^{2+} , la rétrogradation du phosphore assimilable vers des formes insolubles (dans les sols très acides comme les sols à caractère andique, le phosphore est fixé aussi par le fer, l'aluminium et le cuivre) et est néfaste à la vie biologique des sols (humification et minéralisation de la matière organique ne se déroulent plus). Le chaulage doit donc intervenir périodiquement pour maintenir le pH du sol supérieur à 5 (pH optimal allant de 5,5 à 8). Les sols en présence rentrent dans cette gamme d'acidité (plutôt en limite basse), le chaulage n'y est pas indispensable (si ce n'est l'apport de magnésium et de calcium).

Sur les parcelles diagnostiquées **le pH n'est pas un problème** : il rentre parfaitement dans la gamme préconisée par le CIRAD pour ces sols de type sablo-limoneux. **La tendance naturelle de ce type de sol semble donc être contrecarrée** potentiellement grâce aux apports de cendre et autres amendements à caractère « chaulant ».

L'exploitant rencontré apporte du D42[®], **terreau déshydraté**, afin d'améliorer la structure de son sol en augmentant la taille du CAH (Complexe Argilo Humique, support de la Capacité d'Echange Cationique).

3.2.4. Traitements phytosanitaires

Chez l'agriculteur rencontré, il s'agit majoritairement d'**herbicides** : Sencoral[®], Gramoxone[®], Camix[®]. Ces produits sont apportés sous forme liquide par aspersion mécanisée, le recours pulvérisateur manuel est effectué pour des traitements d'appoint (2^{ème} voir 3^{ème} traitement).

Bien que, tout comme les engrais azotés, en général, moins de 5 % de l'herbicide appliqué est effectivement drainé jusqu'aux nappes phréatiques, il est indispensable de piloter très précautionneusement ces apports. En effet, les sols en présence sont extrêmement lixivants, le climat est très humide et les risques de transfert sont donc potentiellement élevés.

La canne à sucre est également **traitée au Bétel[®]** (lutte biologique, ce produit est composé de mycelium et spores de *Beauveria*) à la plantation afin de prévenir la prolifération du ver blanc qui ravage les racines et peut causer de lourdes pertes de rendement. La charge à l'hectare est de 30 kg.

La mort au rat est par ailleurs utilisée de manière intensive sur le site étudié. Des distributions de ce biocide sont organisées par le FDGDON (Fédération Départementale des Groupement de Défense contre les Organismes Nuisibles) afin de mener une lutte coordonnée et accessible à tous. La lutte est menée par campagne c'est-à-dire par intervention des agriculteurs de la zone sur un même laps de temps. Ce procédé permet de limiter de potentielles zones de refuges (↔ exemptes de mort au rat) se transformant progressivement en nouveaux foyers. En général deux campagnes de dératisation sont organisées :

- de mi-mars à fin Mai : période où les rats peuvent causer le plus de dégâts (canne vulnérable)
- de mi-octobre à mi-décembre : la coupe est alors bien avancée et la concentration des rats se fait à couvert dans les dernières parcelles encore non exploitées.

La préconisation du FDGDON est de 3 kg/ha, plus intensivement positionnés le long des fourrés/ravines, parcelles non traités, bâtiment, etc.

De manière à limiter les effets indésirables sur l'environnement (diffusion du biocide par les précipitations, empoisonnement des prédateurs/charognards par consommation des rats

Expertise agronomique – Site de Ma Pensée

empoisonnés...) le produit doit idéalement être positionné dans une boîte d'appâtage⁸. Lors des visites de terrain des sachets ont été observés positionnés conformément aux prescriptions faites par le FDGDON (à l'abri au pied des cannes, etc.) mais aucune boîte d'appâtage n'a été contactée. La mise en œuvre du traitement est donc techniquement pertinente bien que perfectible.

3.2.5. Mécanisation et opérations manuelles

Etant donné les conditions topographiques favorables, la mécanisation est très présente pour le travail au champ (épierrage, laboure, épandages, etc.). M. HENRIETTE mécanise la quasi-totalité de sa coupe grâce à la coupeuse mécanique dont il est propriétaire.

Le reste des parcelles de la zone est également adapté à une mécanisation totale des opérations : pierrosité et pentes faibles.

Il faut cependant garder comme priorité la diminution des interventions au champ avec des engins lourds : les faibles teneurs en matière organique et les fortes précipitations constituant des éléments favorables à la déstructuration des horizons supérieurs. La granulométrie des sols en présence est cependant peu favorable aux risques de compaction et de battance.

3.2.6. Les aides et subventions touchées par l'exploitant

Les opérations aidées ou subventionnées sont encadrées en pointillées dans la synthèse de l'itinéraire technique présentée ci-après. Les informations reportées ici sont issues de l'entretien effectué avec M. HENRIETTE. Ces aides sont récapitulées ci-dessous.

Type	Culture	Opération/charge	Fond	Montant	Obligation
aides à la production	canne	aide à la plantation	FEADER(60%)-CG(40%)	sur production de facture : 100% (dans la limite du plafond max)	culture sur au moins 5 ans à compter du 1er paiement
	canne	analyse de sol	FEADER(60%)-CG(40%)	sur production de facture : 100% (dans la limite du plafond max)	si l'analyse recommande une correction du sol
	canne	traitement anti-vers blanc	FEADER(60%)-CG(40%)	sur production de facture : 100% (dans la limite du plafond max)	application du traitement
subvention	toutes cultures	production (ICHN)	POSEIDOM	estimée à 300-400 €/ha	culture sur au moins 5 ans (en zone défavorisée) à compter du 1er paiement

Tableau 6 : récapitulatif des aides et subventions touchées par l'exploitant

⁸ Réceptacle plastique contenant la mort au rat possédant une ouverture dont le gabarit correspond à celui d'un rat

Expertise agronomique – Site de Ma Pensée

Les opérations d'épierrage et la modernisation des pistes auraient également pu faire l'objet de subventions mais M. HENRIETTE n'en a pas fait la demande lors de leur création. Nous ne disposons pas d'informations pour les autres exploitants.

3.2.7. Synthèse des itinéraires techniques des cultures présentes sur site

Le principe des itinéraires techniques est schématisé ci-après. Comme précédemment présenté, les valeurs apportées en amendements, engrais et produits phytosanitaires sont indicatives et constituent une moyenne établies sur la base des dires de l'agriculteur et de notre expérience.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
Plantation										Après récolte, avant période la plus humide Plantation manuelle selon distance inter-rang de 1m à 1m20 Variétés R570, R579 et R582 résistantes		
Fertilisation								Fertilisation en 2 apports 1 fois juste après coupe et 1 fois environ 3 mois après coupe, préférentiellement hors épisodes pluvieux Timac ternaire standard ≈ 0,5 à 1 Tonne → sous forme de granulés				
Traitement Phyto								Autres amendements (non systématique, fonction de l'analyse de sol) : chaulage ou D42® (ou apport de cendre), ou Physiolith 1 fois à la plantation				
Récolte												
Mécanisation												

La bourse du sol (max 40 cm), charrue à 3 disques + épierrage pour parcelles en amélioration

Apport organique seul → écumé (éventuellement avec cendres) 30 à 50 t/ha

600 kg à 1 t/ha (1,2 t/ha pour Physiolith®)

2 fois par an : 1 pré-lévé (épandage avec asperseur sur traicteur) et 1 post-lévé (épandage avec asperseur manuel) autant que possible hors épisodes pluvieux
Solution concentrée de Ca mix et D42 → 10 L/ha (Ca mix + D42) pour 2 x 600 L (capacité du réservoir de l'asperseur) pour 1er traitement

Ra ticide toute l'année

Traitement anti-ver blanc à la levée (obligation) : environ 40 kg/ha de Bétel

Récolte mécanisée : 110-130 (jusqu'à 140) Tonnes/an
Richesse moyenne en sucre : 14 à 15 %
Re plantation / rotation tous les 5 ans

Rémnants végétaux délaissés en parcelle (compost)

Le labour, l'épierrage et l'épandage (sauf 2ème traitement phyto) sont mécanisés, les autres opérations sont effectuées manuellement

3.3. Rendements

3.3.1. Rendements constatés

Les rendements annoncés par l'exploitant sont présentés dans le tableau ci-après.

Culture	Site	Surface (ha)	Rendements moyen (/ha)	Qualité	Nb de récoltes/an	Production moyenne (t/an)
canne à sucre	Ma Pensée	3,2	120-140 t/ha	14-15% sucre	1	419

Tableau 7 : rendements moyens extrapolés sur l'ensemble de la zone

* îlot récemment plantés 01, 02 et 03 en cours d'amélioration

Ces rendements sont sensiblement supérieurs aux moyennes régionales et les projections présentées ci-après.

3.3.2. Projections de la DAAF

La DAAF a établi une cartographie des potentialités cannières et agricoles, qui découpe et classe l'espace agricole en fonction de ses potentialités agro-économiques. Pour la canne, les rendements actuels et potentiels sont renseignés et une notation est effectuée sur la base des critères suivants :

- Des rendements pluvial et irrigué qui comptent pour 60% de la note,
- De la mécanisabilité de la coupe qui compte pour 20% de la note,
- Des distances îlot-plateforme de réception (10%) et plateforme-usine (10%).

Pour la zone de Ma Pensée, il a été estimé :

- une production actuelle (en date de 2005) de 70 à 90 t/ha,
- **une potentialité de 120 t/ha.**

La gamme de rendements observée par l'exploitant a donc tendance à légèrement dépasser les seuils de potentialités émis en 2005 par la DAAF tout en restant globalement cohérent avec ces derniers. Pour information, la moyenne sur la commune de Bras Panon est de 94 t/ha en actuel et 110 t/ha en potentiel.

Il est nécessaire de rappeler que les sols de Bras Panon sont de bonne qualité et de replacer cette analyse dans le contexte de l'île. En effet à la Réunion la moyenne actuelle est de 78 t/ha pour un potentiel de 90 t/ha et les potentiels de production en canne, pour les parcelles dont il s'agit de la principale vocation, s'échelonnent de 20 à 140 t/ha. **Le site étudié se situe en plein dans le bassin cannier "Bois Rouge" au sein d'une des zones les plus productives de l'île de la Réunion.**

Outre la relative qualité des sols, l'aménagement du site, le bon niveau de rendement grâce à la mécanisation et le suivi rigoureux d'itinéraires techniques adaptés expliquent en partie les bons résultats rapportés par l'agriculteur par rapport aux moyennes régionales.

3.3.3. Projections du CIRAD

A partir des analyses chimiques et du type de sol connu sur la zone d'échantillonnage, le CIRAD propose une estimation des rendements :

- **Potentiels** en l'état actuel,
- **Espérés** si les préconisations proposées sont respectées.

Ces valeurs sont seulement calculées pour les parcelles plantées en canne à sucre. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-après.

Echantillon	Potentiel	Espéré
<i>Unités</i>	t/ha	t/ha
MP07	70	130
MP09	70	130

Tableau 8 : récapitulatif des rendements espérés et potentiels calculés par le CIRAD

Les projections de rendements espérés rentrent dans la gamme des moyennes rapportée par l'agriculteur rencontré dans ce secteur géographique (entre 120 et 140 t/ha) en revanche les rendements potentiels projetés par le CIRAD sont significativement inférieurs aux valeurs rapportées par l'agriculteur. Ceci est assez surprenant, surtout en considérant l'apparence de la canne lors des observations au champ (très grande, bien portante, bon état sanitaire). Il est donc supposé que la projection du CIRAD sous-estime les rendements envisageables pour l'année, certainement en lien avec des valeurs de MO (et de CEC) assez surprenantes, voir incohérentes.

Conclusion sur la qualité agronomique des parcelles

L'analyse de la bibliographie traitant du secteur d'étude, mais aussi les investigations sur site et les analyses de sol de la parcelle étudiée ont permis de mettre en évidence des atouts et des contraintes quant à l'aptitude agronomique des sols. Le tableau suivant synthétise ces différents points.

Sources	Atouts	Contraintes
Bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> → climat humide et chaud toute l'année → substrat perméable (faible risque d'hydromorphie) → ressources en eau importantes → bonne profondeur et pénétration racinaire 	<ul style="list-style-type: none"> → climat hyperlixiviant et sols drainants → sols alluvionnaires (quantité non négligeable d'éléments grossiers) → faible CEC → faible Réserve Utile
Analyses de sols	<ul style="list-style-type: none"> → les sols sont de bonne qualité physique, peu vulnérables face à des phénomènes de compaction et de battance → texture favorable au travail du sol et à la pénétration racinaire → malgré les prédispositions du site à de fortes quantités en éléments grossiers : bonne granulométrie grâce à un travail d'épierrage fin très avancé sur la majorité des parcelles → teneurs en éléments minéraux essentiels globalement suffisantes et bien pilotées → bon équilibre dans la saturation des bases 	<ul style="list-style-type: none"> → faible Réserve Utile confirmée → teneurs en Matière Organique (MO) très insuffisante → capacité d'échange cationique trop faible (+ 1 valeur difficilement explicable)

Sources	Atouts	Contraintes
<p>Observations de terrain/entretien avec l'exploitant</p>	<ul style="list-style-type: none"> → les parcelles sont déjà bien aménagées → la topographie et la faible pierrosité sont très favorables à la mécanisation des opérations au champ → présence d'éléments favorables à la biodiversité aux abords du site (fourrés, frange littorale boisée) potentiellement très favorable à l'évitement de lutte contre certains ravageurs → les cultures sont dans un bon état sanitaire et le suivi des itinéraires techniques semble pertinent au vu des résultats → les exploitations s'inscrivent dans une filière agricole forte et structurée à la Réunion et un réseau d'entre aide locale robustes → exploitation éligible à plusieurs aides et subventions → parcelles mécanisables permettant d'augmenter le rendement à la coupe → de bons rendements rapportés et d'excellentes potentialités d'après les professionnels de la filière 	<ul style="list-style-type: none"> → une large partie du site est classée inondable d'aléa fort (cône de la Rivière du Mât)

Abréviations

Expertise agronomique – Site de Ma Pensée

AEP :	Alimentation Eau potable
AD :	Abondance/Dominance
ANOI :	Association Nature Océan Indien
ARDA :	Association Réunionnaise pour le Développement de l'Aquaculture
CBNM :	Conservatoire Botanique de Mascarin
CAH :	Complexe Argilo Humique
CEC :	Capacité d'Echange Cationique
DEAL :	Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
EEE :	Espèces Exotiques Envahissantes
EG :	Eléments Grossiers
ENS :	Espace Naturel Sensible
GPS :	Guidage Par Satellite
Ha :	Hectare
NGR :	Niveau Général de la Réunion
MO :	Matière Organique
ORA :	Observatoire réunionnais de l'Air
ORE :	Office Régional de l'Eau
ONF :	Office National des Forêts
PNR :	Parc National de la Réunion
PLU :	Plan Local d'Urbanisme
RD :	Route Départementale
RN :	Route Nationale
SIG :	Système d'Information Géographique
SAR :	Schéma d'Aménagement Régional
SAU :	Surface Agricole Utile
SEOR :	Société d'Etude Ornithologique de la Réunion
SREPEN :	Société Réunionnaise d'Etude et de Protection de l'Environnement
RU :	Réserve Utile
TVB :	Trame Verte et Bleue
UICN :	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
ZNIEFF :	Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Floristique et Faunistique

Bibliographie

Analyse agronomique

BUSSON S. (LEGTA St Joseph), CHABALIER P-F. (CIRAD-Réunion), COTTINEAU J-S. (ARMEFLHOR), DE LABURTHE B. (FRCA), FOURNIER P. (CIRAD-Réunion), LEROUX K. (FARRE), VAN DE KERCHOVE V. (CA), SALGADO P. (CIRAD-Réunion). 2011. Guide des bonnes pratiques agricoles à la Réunion. CHAPITRE 2 : AMENDEMENTS ET ENGRAIS. 54 p.

Canne Progrès. 2005. Guide de la fertilisation. Partie 1 : La canne à sucre : botanique, cycle, récolte, nutrition. 26 p.

Canne Progrès & FDGDON. 2011. Cahier technique La canne. N°25. Raticide, Bétel... Mode d'Emploi. Les produits et les bonnes pratiques d'utilisation. 8 p.

Chambre d'Agriculture de La Réunion. 2013. Bulletin de Santé du Végétal. ECOPHYTO. Canne à sucre n°5 – Février 2013. 5 p.

Courteau A. 2005. LA CANNE A SUCRE ET L'ENVIRONNEMENT A LA REUNION : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE. Rapport de stage de Maîtrise. CIRAD. Institut Universitaire Professionnalisé Génie des Territoires et de l'Environnement Filière Diagnostic et Gestion des Systèmes Ecologiques, Université de Franche-Comté. 53 p.

Jutras G. 2011. GUIDE POUR L'INTERPRÉTATION D'UNE ANALYSE DE SOL. Cégep de Victoriaville. 6 p.

Météo France. 2011. Atlas météorologique de la Réunion.

Raunet M. 1991. - Le milieu physique et les sols de l'île de la Réunion. CIRAD et Région Réunion, 438 p.

Rondeau P. 2012. La mécanisation de la coupe à La Réunion. Congrès sucrier ARTAS / AFCAS 2012, La Réunion. Sucrierie du Gol Tereos Océan Indien. 8 p.

Thibault E. 2005. Les outils de travail primaire : leur impact sur le sol. Congrès Agroenvironnement « Des outils d'intervention à notre échelle » 24 Février 2005. Drummondville.

Thomas P., 2012. Valorisation agronomique d'un mélange d'écume de sucrierie et de cendres de bagasse Organisation logistique à la sucrierie du Gol - Congrès sucrier ARTAS / AFCAS 2012, La Réunion. Sucrierie du Gol Tereos Océan Indien. 3 p.

Analyse écologique

Barré N., A. Barau & C. Jouanin (1996) Oiseaux de la Réunion. Editions du Pacifique. 208 p.

Blondel, J. 1975. L'analyse des peuplements d'oiseaux, analyse d'un diagnostic écologique. I. La méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (EFP). La Terre et la Vie, 29, 533-289.

Boulet V., 2007. - Eléments pour le dossier UNESCO : Habitats, végétation et flore, Conservatoire Botanique National de Mascarin, 53p.

Bouteilles B., 2012. - Approche spatiale des continuités écologiques à La Réunion, CETE Méditerranée, DEAL Réunion, 73 p.

Bretagnolle et al., 2000. – Audubon's Shearwaters Puffinus Iherminieri on Réunion Island, Indian Ocean : behaviour, census, distribution, biometrics and breeding biology, British Ornithologist Union, 13p.

Cadet Th., La végétation de l'île de la Réunion - Thèse de 3ème cycle - Université de la Réunion, 1980, 312 p.

CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DE MASCARIN (BOULLET V. coordinateur & auteur principal) version 2012. – Index de la flore vasculaire de la Réunion (Trachéophytes) : statuts, menaces et protections. - Version tableur 2012.1 (mise à jour du 22 mai 2012). Conservatoire Botanique National de Mascarin, Saint-Leu (Réunion).

Goodman S.M., Jansen van Vurren B., Ratrimomanarivo F., Probst J.M. et Bowie R.C.K., 2008. Specific status of populations in the Mascarene islands referred to *Mormopterus acetabulosus*, with description of a new species. J. Mammal, 89(5): 1316-1327.

Grangaud E., 2010. – Guide des fougères et des plantes alliées des Mascareignes – La Réunion,

- Maurice, Rodrigues. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire Naturelle, Paris, 432 p.
- Héré L.**, 2009. Contribution à l'étude des chiroptères de l'île de la Réunion – Répartition et habitats prioritaires en matière de conservation, Rapport de Stage, Université de la Réunion, 57 p.
- Jumaux G., Quetelard H. & Roy O.** (2011) Atlas climatique de la Réunion. Météo-France, La Réunion. 131pp.
- LACOSTE M., DELBOSC P. & PICOT F.** 2011. – Typologie descriptive des habitats naturels et semi-naturels de La Réunion, version Décembre 2011. Rapport technique n° 8 non publié, Conservatoire Botanique de Mascarin, Saint-Leu, Réunion, 121 p.
- Lagabrielle E.**, Planification de la conservation de la biodiversité et modélisation territoriale à l'île de la Réunion, Biological Conserv.(2009), doi:10.1016/j.biocon.2009.02.022
- Lagabrielle et al.**, Integrating Conservation, Restoration and Land-Use Planning in Islands - An Illustrative Case Study in Réunion Island (Western Indian Ocean), 2011, en attente de publication.
- McDonald I. Thébaud C., Strasberg D.**, Effects of Alien Plant Invasions on Native Vegetation Remnants on La Réunion (Mascarene Islands, Indian Ocean), 1989, 12 p.
- Mission Parc National des Hauts de la Réunion, 2003.** - Premiers éléments de connaissance du patrimoine naturel indigène des Hauts de la Réunion, 256 p.
- Minatchy N.** (2004), Stratégie de réduction de la mortalité des pétrels induite par les éclairages publics, Université de la Réunion, 142p.
- Probst JM.** (1997) Animaux de la Réunion. Guide d'identification des oiseaux, mammifères, reptiles et amphibiens. Azalées Editions. 168 p.
- Probst JM.** (2002) Faune indigène protégée de l'île de la Réunion. Editions Nature & Patrimoine. 112 p.
- RAUNET M. 1991.** - Le milieu physique et les sols de l'île de la Réunion. CIRAD et Région Réunion, 438 p.
- SALAMOLARD M. & GHESTEMME Th.** 2003. Synthèse des premiers éléments de connaissance de la faune des vertébrés et des macrocrustacés indigènes des Hauts de La Réunion pour une stratégie de conservation à développer dans le projet de Parc national des Hauts de La Réunion : 1ère partie : SEOR. Mission de Création du Parc national des Hauts de la Réunion, 256p.
- SANCHEZ M.** 2012 - Le gecko vert de Bourbon, *Phelsuma borbonica* Mertens 1966, atlas de répartition, écologie et conservation. Rapport Nature Océan Indien. 64 pp + annexes.
- SEOR, 2003.** - Synthèse des premiers éléments de connaissance de la faune des vertébrés et des macrocrustacés indigènes des Hauts de La Réunion pour une stratégie de conservation à développer dans le projet du Parc national des Hauts de La Réunion. 47 p.
- SEOR/ BIOTOPE, 2011.** - Plan de conservation du Busard de Maillard, *Circus maillardi*, 85 p.
- UICN**, La liste rouge des espèces menacées en France, Premiers résultats pour la faune de la Réunion, dossier de presse, 2010, 27 p.

Annexes

Expertise agronomique – Site de Ma Pensée

ANNEXE 1 : ANALYSES PHYSICO CHIMIQUES DE SOL	56
ANNEXE 2 : ANALYSES GRANULOMETRIQUES DU SOL.....	57

Annexe 1 : Analyses physico chimiques de sol



Résultats d'analyses

Demandeur : CYATHEA / Cogné Pierre-Marie - Expertise Paniandy et Ma Pensée - dossier n° 2013-0173 déposé le 27/06/2013

édition du 26/07/2013 première édition le

		pH eau	pH KCL	N Dumas	C orga	P O-Dabin	CEC	Ca éch	Mg éch	K éch
		pH	pH	g/kg MS105	g/100g MS105	mg/kg MS105	mé/100g sec	mé/100g sec	mé/100g sec	mé/100g sec
113523	MP07 du 24/06/2013	6.00	4.78	1.65	2.07	274	2.92	1.62	0.83	0.06
113525	MP09 du 24/06/2013	6.40	4.53	0.94	1.12	31.2	14.1	9.05	5.27	0.39

précisions sur les analyses réalisées :

pH eau = pH eau (électrode de verre)

pH KCL = pH KCl (électrode de verre)

N Dumas = azote total (analyseur LECO) exprimé en N

C orga = carbone (analyseur LECO) exprimé en C

		Na éch	W pF2.5	WpF2	W pF4.2
		mé/100g sec	g/100g MS105	g/100g MS105	g/100g MS105
113523	MP07 du 24/06/2013	0.09		22.4	11.9
113525	MP09 du 24/06/2013	0.26		21.6	10.6

C orga = carbone (analyseur LECO) exprimé en C

P O-Dabin = phosphore Olsen-Dabin (dosage en SFA) exprimé en P

CEC = capacité d'échange cationique (dosage en SAA) exprimé en mé

Ca éch = calcium échangeable (dosage en SAA) exprimé en mé

Mg éch = magnésium échangeable (dosage en SAA) exprimé en mé

K éch = potassium échangeable (dosage en SAA) exprimé en mé

Na éch = sodium échangeable (dosage en SAA) exprimé en mé

WpF2 = humidité à pF 2 (presse à plaques + gravimétrie)

W pF2.5 = humidité à pF 2.5 (presse à plaques + gravimétrie)

WpF2 = humidité à pF 2 (presse à plaques + gravimétrie)

W pF4.2 = humidité à pF 4.2 (presse à membrane + gravimétrie)

Annexe 2 : Analyses granulométriques du sol



Institut Départemental
d'Analyse et de Conseil

IDAC

BP 52703 - 44327 Nantes Cedex 3

Tél. 02 51 85 44 44 - Fax 02 51 85 44 50 www.idac.fr

Rapport d'analyse n° : D130604790

CYATHEA
24 rue de la Lorraine
97400 SAINT DENIS

Imprimé le : 10/07/2013 Date enregistrement 28/06/2013



Echantillon n° : TER057253

Référence client : MP07

Terres (TER_TGC)

Descriptif :

Analyses	Résultats / sec (MS)	Unités	Références méthodes	Types méthodes	Limite de Quantification
Granulo 5 fractions (sans décarbonat°)					
Pourcentage de terre fine	90	%	X31-101	Gravimétrie	0 <= 1
Texture	Sable limoneux		NF X31-107	Calcul	
* Argile	65,1	g/kg	NF X31-107	Méthode physique	0.0 <= 100
* Limons fins	110,2	g/kg	NF X31-107	Méthode physique	0.0 <= 100
* Limons grossiers	42,4	g/kg	NF X31-107	Méthode physique	0.0 <= 100
* Sables fins	89,3	g/kg	NF X31-107	Méthode physique	0.0 <= 100
* Sables grossiers	693,0	g/kg	NF X31-107	Méthode physique	0.0 <= 100

Approuvé le 10/07/2013 par Christian FRAISSE Resp. Labo. Chimie Environnement-Santé

L'accréditation de la Section Essais de COFRAC atteste de la compétence de l'IDAC pour les seuls essais couverts par l'accréditation précédés par un (*). Ce rapport d'analyse ne concerne que les produits soumis à analyse. Sauf mention particulière présente sur le rapport, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée au résultat pour déclarer ou non la conformité. La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 20 page(s).

RÉFÉRENCES LABORATOIRE

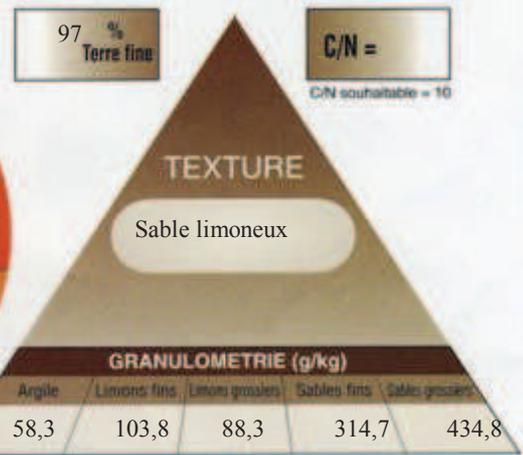
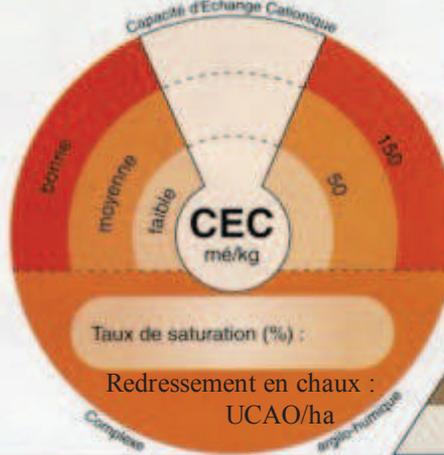
N° Dossier : D130604790 N° Ech : TER057255
Enregistré le 28/06/2013
Edité le 10/07/2013 1ère Edition le

CYATHEA
24 rue de la Lorraine
97400 SAINT DENIS

RÉFÉRENCES DE L'ÉCHANTILLON

Référence Echantillon : MP09
Descriptif Echantillon :
Lieu de prélèvement/Réf parcelle :
N° Exploitation :
Réf. Dossier : PMC/20130626 - DEVIS 2031

	Résultats	Teneurs normales
pH eau		
Conductivité (mS/cm)		
Calcium Total (% CaCO ₃)		
Mat. organiques ¹⁾ (g/kg)		
C. Organique (g/kg)		
N total (g/kg)		



++ + normal - --		Teneurs normales	Résultats	Eléments dosés	Résultats	Teneurs normales	-- - normal +
Eléments SOLUBLES - EAU			mg/kg	(expression des résultats)	g/kg	Eléments ECHANGEABLES	
				Phosphore ¹⁾ (P ₂ O ₅)			
				Potassium (K ₂ O)			
				Magnésium (MgO)			
				Calcium (CaO)			
				Sodium (Na ₂ O)			
				Bore soluble eau bouillante (B)	mg/kg	Eléments TOTAUX	
Oligo-éléments EDTA			mg/kg	Bore (B)			
				Cuivre (Cu)			
				Zinc (Zn)			
				Manganèse (Mn)			
				Fer (Fe)			
				Cobalt (Co)			
				Molybdène (Mo)			
RELIQUATS AZOTÉS				Cadmium (Cd)			
kg N/ha	Azote nitrique (mg/kg N)	Azote ammoniacal (mg/kg N)	Humidité (%)	Chrome (Cr)			
horizon 1				Nickel (Ni)			
horizon 2				Plomb (Pb)			
horizon 3				Mercuré (Hg)			
Total Reliquats azotés =			kg N/ha	Sélénium (Se)			
				Arsenic (As)			

Résultats exprimés sur terre fine sèche. Méthodes d'analyse selon normes françaises et/ou européennes en vigueur.

Approuvé le 10/07/2013
Par Christian FRAISSE

(1) Référence des méthodes et/ou analyses complémentaires : voir page(s) suivante(s)



Institut Départemental
d'Analyse et de Conseil

IDAC

BP 52703 - 44327 Nantes Cedex 3

Tél. 02 51 85 44 44 - Fax 02 51 85 44 50 www.idac.fr

Rapport d'analyse n° : D130604790

CYATHEA
24 rue de la Lorraine
97400 SAINT DENIS

Imprimé le : 10/07/2013 Date enregistrement 28/06/2013



Echantillon n° : TER057255

Référence client : MP09

Terres (TER_TGC)

Descriptif :

Analyses	Résultats / sec (MS)	Unités	Références méthodes	Types méthodes	Limite de Quantification
Granulo 5 fractions (sans décarbonat°)					
Pourcentage de terre fine	97	%	X31-101	Gravimétrie	0 <= 1
Texture	Sable limoneux		NF X31-107	Calcul	
* Argile	58,3	g/kg	NF X31-107	Méthode physique	0.0 <= 100
* Limons fins	103,8	g/kg	NF X31-107	Méthode physique	0.0 <= 100
* Limons grossiers	88,3	g/kg	NF X31-107	Méthode physique	0.0 <= 100
* Sables fins	314,7	g/kg	NF X31-107	Méthode physique	0.0 <= 100
* Sables grossiers	434,8	g/kg	NF X31-107	Méthode physique	0.0 <= 100

Approuvé le 10/07/2013 par Christian FRAISSE Resp. Labo. Chimie Environnement-Santé

L'accréditation de la Section Essais de COFRAC atteste de la compétence de l'IDAC pour les seuls essais couverts par l'accréditation précédés par un (*). Ce rapport d'analyse ne concerne que les produits soumis à analyse. Sauf mention particulière présente sur le rapport, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée au résultat pour déclarer ou non la conformité. La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 20 page(s).