

**CONVENTIONS
SCIENCES DE LA VIE
AGROPEDOLOGIE**

N° 8

1991

**Recherches préliminaires pour le développement
de la culture du cocotier sur les petits archipels
du Pacifique Sud**

**1- Adaptation à l'espèce des tests de fertilité
sur vases de végétation**

**2- Identification des sols sous cocoteraies
présentant des carences difficiles à éliminer.
Problématique de la mise en valeur de tels sols**

**Bernard BONZON
Pascal PODWOJEWSKI
Emmanuel BOURDON
Laurent L'HUILLIER
Philippe DE MONPEZAT**

**Compte rendu de fin d'étude
d'une recherche financée par
le Ministère de la Recherche
et de l'Enseignement Supérieur.**

Décision d'aide n° 87.L.0483

BIBLIOTHEQUE

INSTITUT FRANCAIS
DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DEVELOPPEMENT
EN COOPERATION
(ORSTOM)

Laboratoire d'Agropédologie

B. P. A 5
Nouméa Cedex
Nouvelle-Calédonie

BONZON Bernard, PODWOJEWSKI Pascal, BOURDON Emmanuel,
L'HUILLIER Laurent, DE MONPEZAT Philippe.

**RECHERCHES PRELIMINAIRES
POUR LE DEVELOPPEMENT DE LA CULTURE DU COCOTIER
SUR LES PETITS ARCHIPELS DU PACIFIQUE SUD.**

**1- ADAPTATION A L'ESPECE DES TESTS DE FERTILITE
SUR VASES DE VEGETATION.**

**2- IDENTIFICATION DES SOLS SOUS COCOTERAIES
PRESENTANT DES CARENCES DIFFICILES A ELIMINER.
PROBLEMATIQUE DE LA MISE EN VALEUR DE TELS SOLS.**

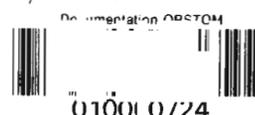
Compte-rendu de fin d'étude
d'une recherche financée par
le Ministère de la Recherche
et de l'Enseignement Supérieur

Nouméa, mars 1991



Décision d'aide n°87.L.0483

27 AVR. 2004



© ORSTOM, Nouméa, 1991

Bonzon, B.

Podwojewski, P.

Bourdon, E.

L'Huillier, L.

De Monpezat, P.

Recherches préliminaires pour le développement de la culture du cocotier sur les petits archipels du Pacifique Sud

1- Adaptation à l'espèce des tests de fertilité sur vases de végétation

2- Identification des sols sous cocoteraies présentant des carences difficiles à éliminer.
Problématique de la mise en valeur de tels sols

Nouméa : ORSTOM. Mars 1991, 280 p.

Conv. : Sci. Vie : Agropédol. ; 8

AGRONOMIE; PEDOLOGIE; FERTILITE DU SOL; CARENCE; MISE EN VALEUR DU SOL; TEST
FERTILITE; COCOTIER / NOUVELLE CALEDONIE; LOYAUTE ILES; OUVEA ILE; VANUATU;
SANTO ILE

Imprimé par le Centre ORSTOM
de Nouméa
Mars 1991



FICHE SIGNALÉTIQUE ADMINISTRATIVE

Numéro de la décision d'aide: 87.L.0483

Objet de la décision: Adaptation au cocotier des tests de fertilité en vases de végétation. Identification des sols sous cocoteraies, sur lesquels apparaissent des déséquilibres minéraux.

Nom du responsable scientifique: BONZON Bernard

Téléphone : 26 10 00

Adresse du Laboratoire: Laboratoire d'Agropédologie, Centre ORSTOM, B. P. A 5, Nouméa Cedex, Nouvelle-Calédonie.

Objectifs visés à l'origine: le programme visait deux objectifs:

1/- adapter au cocotier les techniques de culture sur vases de végétation mises au point à Nouméa pour étudier les déséquilibres minéraux de plantes annuelles. Les tests en question devaient permettre d'étudier le comportement de jeunes plants de cocotier et d'aborder la question de l'estimation des réserves en nutriments d'un sol;

2/- identifier les principaux sols sous cocotiers sur lesquels apparaissent des problèmes de nutrition minérale, afin d'en inférer d'éventuels nouveaux axes de recherches.

Ces objectifs ont-ils été atteints?: oui pour l'essentiel.

D'autres objectifs que ceux visés à l'origine ont-ils été atteints? : oui, la loi définissant le débit des toiles d'irrigation.

Le compte-rendu a-t-il un caractère confidentiel? : non.

Si oui, pendant combien de temps? :

Des brevets ont-ils été pris à l'occasion de la recherche? : non.

Conclusion générale sur la recherche :

Cultiver de jeunes plantules de cocotier sur vases de végétation, selon la technique mise au point à Nouméa, ne présente aucune difficulté. La solution nutritive définie pour cette espèce lui assure une croissance et un développement normaux avec des charges ioniques faibles, de l'ordre de 3 méq/l. Enfin, les dimensions des pots utilisés pour l'étude devraient pouvoir être augmentées facilement pour suivre la croissance de la plante sur de plus longues périodes.

L'identification des sols sous cocoteraies, sur lesquels apparaissent des problèmes de déséquilibres minéraux, montre que les difficultés rencontrées sont liées d'avantage au faible développement des profils culturaux des sols en question qu'à l'importance limitée de leurs réserves en nutriments. En effet, le maintien de ces réserves au dessus d'un certain seuil par application d'engrais doit être d'autant plus difficile à obtenir, en raison des risques de lixiviation, que le développement racinaire du cocotier est limité en profondeur. L'intensification de la production de coprah dans ces conditions passe probablement autant par la voie de l'amélioration des propriétés physico-chimiques des sols et des modalités et conditions d'application des engrais que par celle de l'amélioration génétique. Indépendamment du coût facilement prohibitif des fertilisants pour les cocoteraies des petits archipels, les risques de pollution des nappes aquifères de ces derniers par les engrais lixiviés devront être pris en considération.

FICHE BIBLIOGRAPHIQUE

Numéro de la décision d'aide : 87.L.0483

Objet de la décision : Adaptation au cocotier des tests de fertilité en vases de végétation. Identification des sols sous cocoteraies, sur lesquels apparaissent des déséquilibres minéraux.

Auteurs : BONZON Bernard, PODWOJEWSKI Pascal, BOURDON Emmanuel, L'HUILLIER Laurent, de MONPEZAT Philippe.

Titre : Recherches préliminaires pour le développement de la culture du cocotier sur les petits archipels du Pacifique Sud.

1- Adaptation à l'espèce des tests de fertilité sur vases de végétation.

2- Identification des sols sous cocoteraies présentant des carences difficiles à éliminer. Problématique de la mise en valeur de tels sols.

Organisme bénéficiaire : Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM).

Date de rédaction du compte-rendu de fin d'étude : mars 1991

Résumé

L'adaptation au cocotier des techniques de culture sur vases de végétation, mises au point à Nouméa pour étudier les déséquilibres minéraux des sols calédoniens et des petits archipels du Pacifique Sud, n'a soulevé pratiquement aucune difficulté. Les plantules utilisées, produites à partir de noix débarrassées de leur bourre, doivent avoir au moins 3 feuilles pour reprendre sur les vases de végétation. La solution nutritive employée pour une culture sur sable coquillier d'origine corallienne, solution définie à partir des exportations minérales par les noix de l'hybride haut producteur PB 121, a donné pleinement satisfaction avec une concentration ionique faible de l'ordre de 3 méq/l. Un volume de 9 l doit permettre de suivre la croissance des plantules pendant 5 à 7 mois sans mettre celles-ci en conditions de distorsion majeure par rapport aux conditions qu'elles auraient en plein champ sur le même sol. L'adaptation du système d'irrigation à des vases de végétation de plus grands volumes est possible, par ailleurs, moyennant simplement l'utilisation de plusieurs toiles d'irrigation indépendantes les unes des autres.

L'identification des sols sous cocoteraies, sur lesquels apparaissent des problèmes de déséquilibres minéraux, montre que les difficultés rencontrées sont liées d'avantage au faible développement des profils culturaux des sols en question qu'à l'importance limitée de leurs réserves en nutriments. En effet, le maintien de ces réserves au dessus d'un certain seuil par application d'engrais doit être d'autant plus difficile à obtenir, en raison des risques de lixiviation, que le développement racinaire du cocotier est limité en profondeur. L'intensification de la production de coprah dans ces conditions passe probablement autant par la voie de l'amélioration des propriétés physico-chimiques des sols et des modalités et conditions d'application des engrais que par celle de l'amélioration génétique. Indépendamment du coût facilement prohibitif des fertilisants pour les cocoteraies des petits archipels, les risques de pollution des nappes acquifères de ces derniers par les engrais lixiviés devront être pris en considération.

**RECHERCHES PRELIMINAIRES
POUR LE DEVELOPPEMENT DE LA CULTURE DU COCOTIER
SUR LES PETITS ARCHIPELS DU PACIFIQUE SUD.**

**1- ADAPTATION A L'ESPECE DES TESTS DE FERTILITE
SUR VASES DE VEGETATION.**

**2- IDENTIFICATION DES SOLS SOUS COCOTERAIES
PRESENTANT DES CARENCES DIFFICILES A ELIMINER.
PROBLEMATIQUE DE LA MISE EN VALEUR DE TELS SOLS.**

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS.....	11
1.- GENESE DE L'OPERATION.....	11
2.- OBJECTIFS DE L'OPERATION.....	12
3.- CHRONOLOGIE.....	12
31.- Mise en place du projet.....	12
32.- Conduite du volet agropédologique du projet (Adaptation au cocotier des tests de fertilité sur vases de végétation).....	12
33.- Conduite du volet pédologique (Identification des sols sous cocoteraies sur lesquels apparaissent des déséquilibres minéraux)	13
4.- REMARQUES SUR LE DEROULEMENT DU PROJET	13
5.- REMERCIEMENTS	13

PREMIERE PARTIE:

ADAPTATION A L'ESPECE DES TESTS DE FERTILITE SUR VASES DE VEGETATION.....	15
1.- MOTIVATIONS ET OBJECTIFS.....	15
2.- DESCRIPTION ET MISE EN OEUVRE CLASSIQUE DES VASES DE VEGETATION DU LABORATOIRE D'AGROPEDOLOGIE DE NOUMEA.....	16
21.- Eléments constitutifs d'un vase: nature et fonction.....	17
22.- Tables de culture.....	21
23.- Prélèvement et préparation de la terre.....	22
24.- Remplissage et installation des pots dans la serre.....	22
25.- Dispositifs expérimentaux les plus courants.....	23
26.- Semis.....	23
27.- Application des fumures et des amendements.....	24
28.- Suivi de la végétation, contrôles, observations et mesures.....	24
29.- Avantages et inconvénients du système de culture; "parallélisme serre-champ"...	26
291.- Avantages.....	26
292.- Inconvénients et limites du système.....	26
293.- "Parallélisme serre-champ".....	27
Première règle.....	27
Deuxième règle.....	28
Troisième règle.....	28
3.- ADAPTATION DU COCOTIER AUX VASES DE VEGETATION DU LABORATOIRE D'AGROPEDOLOGIE: QUESTIONS PRINCIPALES ET PROBLEMES.....	29
31.- Questions.....	29
32.- Obligation d'utiliser des noix de "Grands d'Ouvéa".....	29

4.- PREMIERES OBSERVATIONS SUR LE DEVELOPPEMENT RACINAIRE DES PLANTULES ET PREMIERS TESTS D'ORIENTATION.....	30
41.- Modalités de mises au germe des noix.....	30
42.- Installation sur vases de végétation des plantules séparées de leur noix.....	30
5.- DEFINITION ET CONDITIONS D'APPLICATION D'UNE SOLUTION NUTRITIVE DE REFERENCE.....	39
51.- Définition d'une formule nutritive de référence.....	39
52.- Influence de la concentration de la solution nutritive sur le développement des plantules.....	42
521.- Protocole expérimental.....	42
522.- Mise en place et conduite de l'essai.....	43
523.- Résultats et discussions.....	44
5231.- Précision des données de base et dérivées.....	44
5232.- Influence de la concentration de la solution nutritive.....	51
-Fonctionnement des plantules en situations favorables et défavorables.....	52
-Comparaisons des solutions nutritives de l'expérience avec celle de DUFOUR, QUENCEZ et SCHMITT.....	61
-Comparaison des rapports entre nutriments dans les solutions nutritives, dans les noix avec et sans leur bourre, et dans les plantules à la plantation et à la récolte.....	62
-Hypothèse sur une possibilité, pour de jeunes cocotier en plein champ, de subir des concentrations ioniques excessives après fertilisation.....	64
6.- INFLUENCE DU VOLUME DES POTS SUR LE DEVELOPPEMENT DES PLANTULES.....	68
61.- Objectifs visés.....	68
62.- Protocole expérimental.....	68
63.- Conduite de l'étude.....	70
64.- Résultats et discussions.....	74
641.- Evolution de l'évapotranspiration horaire réelle (ETR).....	74
642.- Evolution du poids des plantules, de leurs tiges et feuilles et de leurs racines.....	74
643.- Evolution des nombres de feuilles et de racines.....	78
7.- FONCTIONNEMENT DES TOILES D'IRRIGATION.....	78

71.-	Influence de la hauteur du seuil d'irrigation par rapport au niveau d'eau de la cuvette d'irrigation et au niveau de la surface du sol.....	79
72.-	Influence de la hauteur de la colonne de sol.....	81
73.-	Influence de la distance horizontale de transport.....	81
8.-	CONCLUSIONS	83
9.-	DOCUMENTATION	88

DEUXIEME PARTIE:

	IDENTIFICATION DES SOLS SOUS COCOTERAIES PRESENTANT DES CARENCES DIFFICILES A ELIMINER. PROBLEMATIQUE DE LA MISE EN VALEUR DE TELS SOLS	91
1.-	MOTIVATIONS ET OBJECTIFS	91
2.-	CONDUITE DE L'ENQUETE, ECHEANCIER	91
3.-	GENERALITES	92
31.-	Le cocotier arbre providentiel.....	92
32.-	Conditions nécessaires à la culture du cocotier.....	92
321.-	Les exigences climatiques.....	92
322.-	Les conditions pédologiques.....	92
323.-	Les conditions de culture.....	93
33.-	Etat des cocoteraies dans le Pacifique Sud.....	93
4.-	LES SOLS OBSERVES SUR LA STATION DE SARAOUTOU	95
41.-	Le milieu.....	95
411.-	Situation géographique.....	95
412.-	Le climat.....	95
413.-	Géologie-géomorphologie.....	95

414.- Occupation des sols.....	95
42.- Les sols.....	99
421.- Les sols de la terrasse supérieure.....	99
4211.- Caractéristiques morphologiques.....	99
4212.- Caractéristiques physico-chimiques.....	101
Caractères physiques.....	101
Caractères chimiques.....	101
4213.- Conclusion.....	103
422.- Les sols de la terrasse inférieure.....	103
4221.- Caractéristiques morphologiques.....	103
4222.- Caractéristiques physico-chimiques.....	105
Caractères physiques.....	105
Caractères chimiques.....	105
4223.- Conclusion.....	107
5.- LES SOLS DES SITES D'OUVEA.....	109
51.- Le milieu.....	109
511.- Situation géographique.....	109
512.- Le climat.....	109
513.- Géologie-géomorphologie.....	109
514.- Occupation des sols.....	111
52.- Les sols.....	111
521.- Les sols du site de Saint Joseph.....	111
5211.- Caractéristiques morphologiques.....	113
5212.- Caractéristiques physico-chimiques.....	113
Caractères physiques.....	113
Caractères chimiques.....	113
5213.- Conclusion.....	115
522.- Les sols du site de Lékiné.....	117
5221.- Caractéristiques morphologiques.....	117
5222.- Caractéristiques physico-chimiques.....	119
Caractères physiques.....	119
Caractères chimiques.....	119

5223.- Conclusion.....	121
6.- CONCLUSION GENERALE.....	121
61.- Les sols argileux profonds.....	121
62.- Les sols oxydiques.....	123
63.- Les rendzines.....	123
64.- Conclusions d'ordre agropédologique.....	125
641.- Relation entre profondeur du profil et alimentation en eau.....	125
642.- Synergie entre réserves en eau et en nutriments.....	126
643.- Relation entre profondeur du profil cultural et lixiviation.....	126
644.- Rôle des racines pénétrant dans les fissures du socle calcaire des sols développés sur récifs coralliens soulevés.....	126
65.- Quelles recherches envisager pour améliorer les conditions de mise en valeur et/ou d'exploitation de tels sols par le cocotier?.....	127
7.- BIBLIOGRAPHIE.....	128
PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES 2.1 : SOLS ET PAYSAGES DE SARAOUTOU.....	131
Planches photographiques 2.1.1 - Sols et paysages de la terrasse supérieure argileuse sur calcaire dur.....	133
Planches photographiques 2.1.2 - Basse terrasse corallienne.....	139
PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES 2.2 : SOLS ET PAYSAGES D'OUVEA.....	145
Planches photographiques 2.2.1 - Sols bruns allitissés de Saint Joseph.....	147
Planches photographiques 2.2.2 - Rendzines du site de Lékiné.....	155
ANNEXE 1.1: PREMIERE ETUDE EXPERIMENTALE EN SERRE. PARAMETRES OBSERVES: DEFINITIONS ET FORMULES.....	163

ANNEXE 1.2:	PREMIERE ETUDE EXPERIMENTALE EN SERRE. PARAMETRES OBSERVES: DEFINITIONS ET FORMULES.....	185
Annexe 1.2.1 -	Paramètres observés sur le premier essai.....	187
Annexe 1.2.2 -	Paramètres observés sur le second essai.....	197
ANNEXE 2.1:	LES SOLS DE LA STATION DE SARAOUTOU. DESCRIPTIONS DES PROFILS ET DONNEES ANALYTIQUES.....	211
ANNEXE 2.1.1:	Sols argileux de la terrasse supérieure.....	213
ANNEXE 2.1.2 :	Rendzines de la terrasse inférieure.....	227
ANNEXE 2.2:	LES SOLS DES SITES D'OUVEA. DESCRIPTIONS DES PROFILS ET DONNEES ANALYTIQUES.....	239
ANNEXE 2.2.1:	Sols bruns allitisés de Saint Joseph.....	241
ANNEXE 2.2.2 :	Rendzines de Lékine.....	255

**RECHERCHES PRELIMINAIRES
POUR LE DEVELOPPEMENT DE LA CULTURE DU COCOTIER
SUR LES PETITS ARCHIPELS DU PACIFIQUE SUD.**

**1- ADAPTATION A L'ESPECE DES TESTS DE FERTILITE
SUR VASES DE VEGETATION.**

**2- IDENTIFICATION DES SOLS SOUS COCOTERAIES
PRESENTANT DES CARENCES DIFFICILES A ELIMINER.
PROBLEMATIQUE DE LA MISE EN VALEUR DE TELS SOLS.**

AVANT-PROPOS

1.- GENESE DE L'OPERATION

L'importance économique et sociale du cocotier est considérable pour de nombreux pays de la zone intertropicale, en particulier pour les petits archipels du Pacifique Sud dont la production représentait, en 1981, 4,2% de la production mondiale, soit 1.475 millions de noix, autant que la production africaine¹, alors que leur superficie totale n'est que de 88.538 km², ces chiffres passant à 6,2% de la production mondiale et 550.228 km² en incluant la Papouasie-Nouvelle Guinée. N'est-il pas, en effet, appelé "arbre de vie" ou encore "arbre du paradis"² dans plusieurs langues en raison des multiples usages que l'on peut en tirer et de son extraordinaire rusticité, mais aussi de ses remarquables capacités oléagineuses qui en ont fait très tôt l'un des chevaux de bataille de l'Institut de Recherche sur les Huiles et Oléagineux (IRHO)?

Cependant, si les capacités d'adaptation de la plante, aussi bien à des situations agrologiques difficiles qu'à des conditions de grande culture intensive utilisant des hybrides haut-producteurs - comme le fameux PB 121 de l'IRHO- sont particulièrement favorables au développement de cette production pérenne, modulable en intensité en fonction de la situation économique grâce au diagnostic foliaire mis au point par l'IRHO (ROGNON, 1984), des limites existent, ou apparaissent avec le temps, aux conditions de mise en valeur de -ou d'intensification de la culture sur- certains sols (MANCIOT, 1979).

Ces problèmes furent mis en avant par C. H. CALVEZ, Directeur de la Station de Recherche IRHO de Saraoutou au Vanuatu, peu de temps avant la première réunion de concertation des organismes de recherche français oeuvrant dans le Pacifique Sud³, en réponse

¹D'après l'annuaire des productions agricoles de la FAO pour 1981 cité par J.G. OHLER, p 7.

²"Coconut, tree of life" est d'ailleurs le titre de l'ouvrage de synthèse de J.G.OHLER.

³Cette réunion, qui s'est tenue à Nouméa du 13 au 15 novembre 1985, avait comme objectif, ainsi que son

à une interrogation de l'ORSTOM sur l'intérêt d'une régionalisation de son programme "fertilité naturelle et évolution des sols sous culture" centré jusque-là sur la Nouvelle-Calédonie.

Un avant-projet de programme de recherche ambitieux fut présenté à cette occasion. Amendé progressivement pour tenir compte des moyens disponibles, le projet retenu finalement en 1987 consistait pratiquement en la première opération du programme initial, opération à caractère essentiellement méthodologique et prospectif.

2.- OBJECTIFS DE L'OPERATION

L'opération en question comportait, en effet, deux volets complémentaires qui avaient comme objectifs,

-le premier, l'adaptation au cocotier les tests de fertilité sur vases de végétation mis au point par le Laboratoire d'Agropédologie du Centre ORSTOM de Nouméa¹ pour étudier les problèmes de carences et de déséquilibres minéraux des sols calédoniens, problèmes souvent très originaux,

-le second, une identification pédologique aussi approfondie que possible d'un certain nombre de sols sous cocoteraies sur lesquels apparaissent des problèmes de croissance et de nutrition minérale, pour en inférer éventuellement de nouveaux axes de recherche.

3.- CHRONOLOGIE

Le déroulement de l'opération à partir de la notification de la décision d'aide, le 23 novembre 1987, fut le suivant.

31.- Mise en place du projet:

- 25 février 1988: réception à Nouméa de la notification de la décision d'aide;
- 8 mars 1988: mise en place locale des crédits de la première tranche;
- 18 juillet 1988: autorisation de lancer le projet ;
- 5 août 1988: passation de la première commande de matériel.

32.- Conduite du volet agropédologique du projet (Adaptation au cocotier des tests de fertilité sur vases de végétation):

- 17 mai 88: premières observations sur la germination des noix;
- juillet 88: premier essai d'orientation de germination de noix débarrassées de leur bourre;
- octobre 88: premier essai d'orientation de culture sur vases de végétation standard de jeunes plantules séparées de leur noix;
- février 89: première mission à Ouvéa pour une récolte importante de noix;

intitulé l'indique, de favoriser le dialogue entre les organismes de recherche français du Pacifique Sud afin de leur permettre d'adapter d'avantage leurs programmes aux problèmes de la région.

¹Le Laboratoire d'Agropédologie de Nouméa dépend de l'Unité de Recherche 3D - "Influences des Systèmes d'exploitation sur le milieu" - basée à Montpellier et dirigée par Roland MOREAU.

- début mars 89: mise au germe des noix débarrassées de leur bourre;
- mai-septembre 89: première étude expérimentale sur vases de végétation ayant comme objectif de tester une solution nutritive sur du sable de mer;
- septembre 89: deuxième récolte de noix à Ouvéa, lesquelles sont mises au germe débarrassées de leur bourre aussitôt après;
- décembre 89-janvier 90: deuxième étude expérimentale sur vases de végétation destinée à vérifier les résultats de la première étude. Cette étude sera arrêtée, fin janvier en raison des difficultés rencontrées avec le réglage de la température de la serre;
- fin décembre-début janvier 90: troisième récolte de noix à Ouvéa, lesquelles sont mises aussitôt après au germe après avoir été débarrassées de leur bourre;
- mars-avril 90: modification du système de ventilation de la serre, beaucoup trop chaude en période estivale;
- avril-novembre 90: troisième étude expérimentale en serre sur vases de végétation destinée à préciser l'influence du volume des pots sur le comportement des plantules et à mettre au point une méthode de référence concernant l'estimation des réserves en nutriments d'un sol;
- février-novembre 1990: étude du fonctionnement du système d'irrigation en fonction des paramètres de réglage des vases de végétation.

33.- Conduite du volet pédologique (Identification des sols sous cocoteraies, sur lesquels apparaissent des déséquilibres minéraux)

- août 88: mission d'information de P. Podwojewski auprès de Monsieur C. H. Calvez, Directeur de la Station de Recherche IRHO de Saraoutou sur l'île de Santo (Vanuatu);
- septembre-octobre 88: étude des sols des sites retenus sur l'île de Santo;
- février 89: études des sols des sites retenus sur l'île d'Ouvéa;
- juin 90: disposition des derniers résultats analytiques.

4.- REMARQUES SUR LE DEROULEMENT DU PROGRAMME

D'une façon générale, le programme s'est déroulé dans de bonnes conditions. Sa réalisation a été, cependant, plus longue que prévu pour les raisons suivantes:

- décision de le lancer effectivement prise seulement en juillet 1988, lorsqu'ont été assurées la collaboration d'un pédologue et la disponibilité de deux VAT successifs en remplacement de l'ingénieur de recherche nécessaire à sa conduite;
- surcharge et difficultés de réalisation de certaines des analyses de sols demandées à cause de l'originalité des sols correspondants,
- lenteur, mal appréciée au départ, de la croissance des jeunes plantules de cocotiers,
- obligation de travailler avec du matériel végétal en provenance d'Ouvéa en raison de l'impossibilité d'importer des noix ou des jeunes plantules depuis la Station de Saraoutou (protection phytosanitaire de la cocoteraie calédonienne).

5.-REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier tout particulièrement Monsieur C. H. Calvez, Directeur de la Station de Recherche de Saraoutou ainsi que l'Institut de Recherche sur les Huiles et Oléagineux pour leur collaboration et leur appui irremplaçables et efficaces.

Ils tiennent également à remercier Monsieur G. Ouckewen, Conseiller Agricole

d'Ouvéa, pour l'aide qu'il leur a apporté sur le terrain et pour la récolte de noix d'excellente qualité germinative.

Leurs remerciements vont aussi à Monsieur G. Paréou, de la Tribu de Wénéky, pour son aimable autorisation de prélever sur son domaine près de deux tonnes de terre.

Ils expriment enfin leur gratitude à J Pétard, Chef du Laboratoire d'Analyses de Nouméa , Y. PENVERN, Responsable de l'Atelier de Cartographie, J. P. MERMOUD, Responsable de l'Atelier de Reprographie, ainsi qu'à tous les membres de leurs équipes respectives qui ont contribué à la réalisation de leurs travaux.

Nouméa, le 21 mars 1991

**RECHERCHES PRELIMINAIRES
POUR LE DEVELOPPEMENT DE LA CULTURE DU COCOTIER
SUR LES PETITS ARCHIPELS DU PACIFIQUE SUD**

**1- ADAPTATION A L'ESPECE DES TESTS DE FERTILITE
SUR VASES DE VEGETATION**

par

B. Bonzon, L. L'Huillier et P. de Monpezat

avec la collaboration technique de

E. Ouckewen, L. Taputuarai et W. Nigote

1.- MOTIVATIONS ET OBJECTIFS

Préciser les modifications à apporter aux caractéristiques chimiques et physiques d'un sol pour assurer le meilleur développement à une plante cultivée donnée est toujours un problème délicat dès lors que les interactions entre le sol et la plante en question sont mal connues. Tel est le cas du cocotier qu'il est encore difficile de fertiliser efficacement¹ faute d'informations sur son comportement en fonction des conditions de sols, alors que l'on contrôle très bien maintenant son état nutritionnel par le diagnostic foliaire. Il n'est pour s'en convaincre que de parcourir la documentation disponible sur le sujet (cf notamment les articles de MANCIOT, OLLAGNIER et OCHS, 1979 et 1980 et celui de ROGNON, 1984).

Aborder la question directement en plein champ par voie d'enquêtes ou à l'aide d'expérimentations est naturellement indispensable mais insuffisant: comme pour toute espèce pérenne, l'enquête et l'expérimentation au champ sur cocotier se heurtent aux délais de réactions de la plante qui exposent apports et réserves du sol en nutriments solubles aux risques de lixiviation, et de minéralisation s'agissant de l'azote. Le suivi de l'état nutritionnel du cocotier par le diagnostic foliaire et l'estimation de bilans apparents en fonction des modalités d'application des fumures -fractionnement, localisation (OUVRIER et BRUNIN, 1974)- et des facteurs nature, formes et doses de nutriments permet, certes, de progresser régulièrement dans

¹C'est à dire avec les meilleurs coefficients d'utilisation des nutriments

l'adaptation des fumures aux besoins de la plante et aux objectifs de production. Mais, même dans une telle situation, l'explication des variations observées en fonction des facteurs expérimentaux doit faire appel à des hypothèses sur le fonctionnement de la plante et du sol, faute, d'une part de pouvoir contrôler de façon continue l'évolution de l'état des nutriments du sol, d'autre part de bien connaître le comportement du cocotier en regard de cette évolution des nutriments.

Etudier ces questions sur des dispositifs expérimentaux permettant de contrôler très rigoureusement l'alimentation en eau et la nutrition minérale de la plante, ainsi que l'état du sol apparaît donc indispensable une fois encore.

Dans cette optique, l'utilisation de cases lysimétriques classiques pourrait être envisagée. La taille des plants adultes nécessiterait cependant des installations d'un volume considérable et tel qu'il aurait sans doute pour conséquence de limiter par trop, et le nombre des traitements, et le nombre de leurs répétitions permettant de comprendre les mécanismes et de dominer l'hétérogénéité des données recueillies.

D'où l'idée d'essayer de travailler sur de jeunes plantules de cocotier et de leur adapter le dispositif de culture sur vases de végétation mis au point par le Laboratoire d'Agropédologie de Nouméa pour ses travaux sur les carences et les déséquilibres minéraux des sols de Nouvelle-Calédonie. Le dispositif en question paraît, en effet, facilement utilisable dans les conditions matérielles des petites îles du Pacifique Sud. Par ailleurs, il diffère notablement de celui mis au point et utilisé par DUFOR et al. en 1978 sur la Station de Recherche IRHO de La Mé, par le fait qu'il permet de réaliser aussi bien des cultures hydroponiques que des cultures sur sol et de contrôler dans un cas comme dans l'autre l'état de la solution du sol.

Une telle idée suppose quand même implicitement un double parallélisme entre le comportement des plantules sur vases de végétation et celui des plants adultes en plein champ, si l'on souhaite pouvoir transposer au champ les résultats obtenus sur vases de végétation.

Les délais proposés et retenus pour le projet -deux ans- ne permettraient évidemment pas d'envisager la conduite d'une opération ayant comme dernier objectif la vérification de ces parallélismes.

Les objectifs de la présente étude furent de ce fait plus modestes:

- 1°/- réaliser cette adaptation en partant soit de noix, soit de cultures d'embryons,
- 2°/- vérifier l'intérêt d'une première fumure expérimentale complète susceptible de pouvoir être utilisée pour des études comparatives et des diagnostics;
- 3°/- aborder la question de l'estimation des réserves en nutriments assimilables d'un sol.

2.- DESCRIPTION ET MISE EN OEUVRE CLASSIQUE DES VASES DE VEGETATION DU LABORATOIRE D'AGROPEDOLOGIE DE NOUMEA

Cultiver des plantes dans des pots, des bacs, des sacs ou des caissons remplis de terre est une technique remontant à l'Antiquité. Son utilisation à des fins scientifiques pour l'étude des facteurs de la croissance et du développement des plantes est plus récente et date probablement du 19ème siècle. Ses variantes, très nombreuses aujourd'hui, correspondent toujours à des adaptations à des objectifs particuliers. Le dispositif du Laboratoire d'Agropédologie de Nouméa n'échappe pas à cette règle. Sous sa forme actuelle, il a été mis au

point progressivement entre 1979 et 1989¹, avec comme objectifs premiers de :

1°/-placer la plante dans les meilleures conditions possibles d'alimentation hydrique, c'est à dire au voisinage de la capacité au champ, et dans une situation agrolologique très homogène du point de vue expérimental mais pas trop éloignée de celle qu'elle aurait en plein champ;

2°/-pouvoir être mis en oeuvre aisément avec un minimum de sophistication technique - en particulier sans dépendance absolue vis à vis de l'énergie électrique-, afin de faire éventuellement l'objet d'un transfert de technologie au bénéfice des services agronomiques des petits archipels.

21.- Eléments constitutifs d'un vase: nature et fonction

La coupe schématique 1.1 et les photos 1.2 et 1.3 ci-après montrent en quoi consistent et comment sont assemblés maintenant les différents éléments d'un vase de végétation. Celui-ci comporte ainsi, de haut en bas:

- une "cuvette d'irrigation" circulaire, en forme de moule à baba, dans laquelle trempe la ou les toiles d'irrigation;
- un pot cylindrique;
- un "cuvette de réception des percolats";
- une "cuvette de remontée" des percolats.

La cuvette d'irrigation s'accroche, par son bord intérieur, au bord supérieur du pot.

Le pot est constitué de deux éléments: un manchon cylindrique supérieur et un support grillagé de même diamètre. Le manchon et son support sont solidarisés par de fines clavettes.

L'ensemble "cuvette d'irrigation + pot" repose dans la cuvette de réception des percolats, laquelle est installée sur une table de culture.

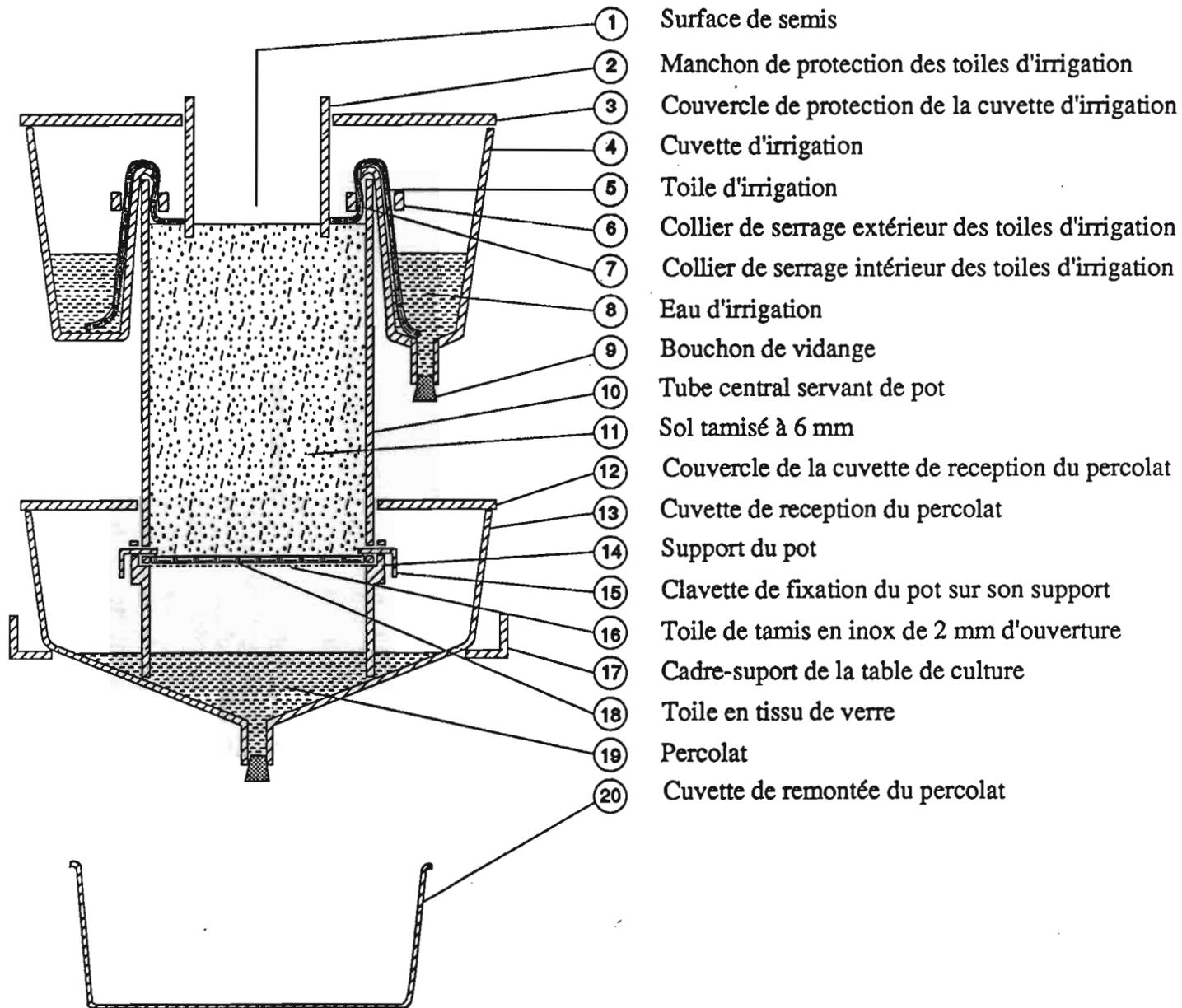
La cuvette de remontée des percolats se glisse sous la cuvette de réception des percolats.

Cuvette d'irrigation et cuvette de réception des percolats, appelées communément "cuvette du haut" et "cuvette du bas", sont en tissu de verre plastifié avec de la résine polyester et recouvertes intérieurement d'un enduit dit de "qualité alimentaire", désigné sous le terme commercial de "gelcoat". Leurs dimensions sont adaptées à celles du pot: elles ont actuellement 310 mm de diamètre extérieur. Elles sont munies d'un embout de vidange en nylon, fermé par un bouchon en caoutchouc de 10 mm de diamètre.

Le pot et son support sont en tube de "PVC-écoulement" de 160 mm de diamètre extérieur et de 3 mm d'épaisseur. Le grillage du support est en fait de la toile de tamis inoxydable de 2 mm d'ouverture sertie à chaud sur le support à l'aide d'une plaque chauffante. Les clavettes de fixation sont de leur côté en corde à piano inoxydable de 15/10ème de millimètres. Elles prennent appui sur un collier collé sur le support. Le volume du pot est fonction de sa hauteur. Pour les besoins de l'étude sur cocotier sept séries de pots de volumes utiles compris entre 0,820 et 8,941 l ont été réalisées, dont les dimensions figurent sur le tableau 1.1 ci-dessous

Comme l'indique le tableau, des anneaux complémentaires, réalisés avec le même matériau que les pots, se fixent sous leurs supports, permettant d'avoir finalement des vases de végétation de deux hauteurs différentes seulement.

¹ Bernard DENIS, Marc LATHAM, Hervé LE MARTRET et Alain BEAUDOU, du Laboratoire de Pédologie de Nouméa, ont participé à ces travaux entre 1979 et 1982.



- ① Surface de semis
- ② Manchon de protection des toiles d'irrigation
- ③ Couvercle de protection de la cuvette d'irrigation
- ④ Cuvette d'irrigation
- ⑤ Toile d'irrigation
- ⑥ Collier de serrage extérieur des toiles d'irrigation
- ⑦ Collier de serrage intérieur des toiles d'irrigation
- ⑧ Eau d'irrigation
- ⑨ Bouchon de vidange
- ⑩ Tube central servant de pot
- ⑪ Sol tamisé à 6 mm
- ⑫ Couvercle de la cuvette de reception du percolat
- ⑬ Cuvette de reception du percolat
- ⑭ Support du pot
- ⑮ Clavette de fixation du pot sur son support
- ⑯ Toile de tamis en inox de 2 mm d'ouverture
- ⑰ Cadre-support de la table de culture
- ⑱ Toile en tissu de verre
- ⑲ Percolat
- ⑳ Cuvette de remontée du percolat

COUPE SCHEMATIQUE D'UN VASE DE VEGETATION



1.2.-Eléments constitutifs d'un vase de végétation. De gauche à droite:
 -sur la ligne supérieure, les colliers de serrage de la toile d'irrigation, la toile d'irrigation elle même et la toile de fond de pot;
 -sur la ligne médiane, les cuvettes d'irrigation, de réception des percolats et de remontée des percolats, avec, entre les deux premières, le pot et son support;
 -sur la ligne du bas, les demi-couvercles des cuvettes et, entre eux, le manchon de protection des toiles d'irrigation et les clavettes de fixation du pot sur son support



1.3.- Les 7 pots de culture dont les dimensions figurent au tableau 1.1



1.4.- Cuvette d'irrigation à moitié ouverte. On distingue la toile d'irrigation, ses deux colliers de serrage et le manchon central dans lequel a été enfilée la plantule par le haut.



1.5.- Vue générale de la troisième expérimentation en serre montrant comment sont installés les vases de végétation de hauteur variable sur les tables de culture.

Capacités (l)	Hauteurs (cm) des différents éléments			
	Pots	Supports	Anneaux complémentaires	Totales
0,820	7,4	8,5	20,7	36,6
1,453	10,8	8,5	17,3	36,6
2,086	14,2	8,5	13,9	36,6
3,017	19,2	8,5	8,9	36,6
4,675	28,1	8,5	0,0	36,6
6,799	39,5	8,5	11,5	59,5
8,941	51,0	8,5	0,0	59,5

**T.1.1.HAUTEURS EN CENTIMETRES DES DIFFERENTS ELEMENTS
DES VASES DE VEGETATION EN TUBE DE PVC-ÉCOULEMENT DE Ø 160 MM**

La toile d'irrigation est un carré de 40 cm de côté en tissu de verre de 5 à 600 g, avec une lumière de 10 cm d'ouverture au centre refendue sur un côté. Les bords de la toile sont ourlés au mastic souple au silicone. Ce dernier est d'ailleurs déposé sur la toile avant sa découpe, évitant ainsi à la trame de se défaire. La toile est installée à cheval sur le bord intérieur de la cuvette d'irrigation, sa partie centrale étant mise en contact avec la surface du sol, sa partie périphérique plongeant dans la cuvette d'irrigation. Deux anneaux ouverts souples, en tube de PVC-écoulement de 160 mm, appliquent la toile, le premier à la partie supérieure interne du pot, le second à la partie supérieure, interne également, de la cuvette d'irrigation (cf photos 1.2 et 1.4).

Reposant sur le support du pot, se trouve aussi une pièce ronde en tissu de verre léger à la trame serrée et ourlée au silicone (cf photo 1.2). Cette pièce a comme raison d'être d'empêcher les fines particules de terre du pot de passer au travers de la toile de tamis. Elle ne constitue, par contre, aucun obstacle au passage des racines à travers elle.

Cuvettes du haut et du bas sont munies chacune de deux demi-couvercles.

Enfin un manchon en tube de PVC-écoulement de 100 mm de diamètre, est déposé à la surface du sol au centre du pot, puis très légèrement enfoncé. Ce manchon a comme fonction d'empêcher la lumière de parvenir sur la toile d'irrigation et de limiter par ailleurs l'évaporation au dessus de la cuvette et de la toile (cf photos 1.2 et 1.4).

Cuvettes, pot et couvercles sont peints extérieurement en blanc, intérieurement en noir (sauf les pots laissés tels quels intérieurement), de manière à limiter au maximum l'élévation de température du dispositif pendant la journée.

22.- Tables de culture (cf photo 1.5)

Les vases de végétation sont installés par groupes de 6, en 2 rangées de 3 constituant 3 doublets, sur des tables de culture en cornières ajourées de 30 mm. Chaque doublet peut avoir l'une quelconque des deux hauteurs des vases de végétation.

Les tables, quant à elles, sont mises bout à bout dans le sens de leur longueur, formant ainsi des doubles colonnes de vases de végétation.

Des tables portant 8 vases de végétation sont utilisées également en bout de colonnes

pour exploiter au maximum la place disponible dans les serres. Mais ces tables sont plus difficiles à déplacer en cas de besoin.

23.- Prélèvement et préparation de la terre

La première étape d'une expérimentation sur vase de végétation ayant comme objectif une étude à caractère agropédologique (par exemple, la caractérisation et la correction des effets sur une plante d'un déséquilibre minéral d'un sol) est le prélèvement et la préparation du sol à étudier. La masse de terre nécessaire est souvent de plusieurs tonnes lorsque l'on envisage de mener une série d'études successives sur le même sol. Il convient donc de disposer d'une certaine logistique et des équipements suivants: tunnels de séchage aux infra-rouges, concasseur-tamiseur, aire de brassage à la pelle, homogénéiseur-mélangeur, local de rangement des échantillons, balance au gramme près de plus de 20 kg de portée.

En premier lieu, le prélèvement au champ doit être réalisé sur une aire d'une certaine étendue, si l'on ne souhaite pas transformer le site en carrière, et de préférence en période relativement sèche. Cette dernière précaution limite les compactations dans les sacs ou les conteneurs au cours du transport et diminue le temps de séchage aux tunnels à infra-rouges. L'aire de prélèvement devra être naturellement aussi homogène que possible.

En second lieu, il y a, généralement, le séchage aux tunnels à infra-rouge ventilés, à 42°C jusqu'à poids constant. Pour cette opération la terre est étalée sur des plateaux munis de rebords de 5 cm de haut. Le séchage est absolument indispensable avant passage au concasseur-tamiseur s'il s'agit d'un sol argileux à forte cohésion. Il gagne au contraire à être effectué après un tamisage manuel s'il s'agit d'un sol fragile comme les sols sableux ou les sols ferrallitiques ferritiques ou allitiques.

Le passage au concasseur-tamiseur suit donc le séchage des échantillons de sols à forte cohésion. La terre est reprise par l'appareil jusqu'à ce que les dernières mottes aient pu passer au travers de la toile de tamis. Lorsqu'il s'agit d'un sol à faible cohésion, l'échantillon est seulement tamisé, avant ou après séchage selon son degré d'humidité. L'ouverture des toiles de tamis est généralement de 6 mm.

L'homogénéisation de l'échantillon, qui suit le séchage et/ou le concassage-tamissage, gagne toujours à être aussi poussée que possible. La technique utilisée consiste,

- dans un premier temps, en une opération de démontage à la pelle du tas de terre en quatre petits tas, suivie de l'opération inverse, l'ensemble étant répété de 3 à 5 fois,

- dans un deuxième temps, en l'opération de partition de l'échantillon en autant de sous-échantillons qu'il y aura de blocs expérimentaux.

Enfin a lieu la constitution, à partir des "sous-échantillons blocs", d'autant d'échantillons élémentaires qu'il y aura de pots à remplir, la masse de terre nécessaire au remplissage des pots ayant été déterminée préalablement. Les pots d'un même bloc doivent naturellement provenir d'un même sous-échantillon bloc. Les pesées s'effectuent au gramme près.

24.- Remplissage et installation des pots dans la serre

Le remplissage des pots s'effectue à l'aide d'un gros entonnoir monté sur un tube souple d'une soixantaine de centimètres de long. Les échantillons de terre pesés, qui sont

conservés en général dans des sacs en polyéthylène, sont versés doucement, pot après pot, dans l'entonnoir tenu par une personne, le tube de l'entonnoir reposant sur la toile en tissu de verre installée au fond du pot. Lorsque le tube est plein, l'entonnoir et son tube sont soulevés lentement pendant que la terre du sac continue d'être versée dans l'entonnoir. Cette façon de procéder limite les litages qui résulteraient d'un remplissage effectué en laissant la terre tomber directement dans le pot, les particules les plus lourdes parvenant les premières au fond du pot.

Une fois remplis, les pots sont transportés dans la serre et installés sur les tables de culture selon le plan expérimental défini au laboratoire.

Lorsque les toiles d'irrigation sont en place l'irrigation est lancée en remplissant les cuvettes du haut d'eau permutée jusqu'à 3 cm de leur seuil interne. Ceci correspond à un volume d'eau de 3 litres.

L'humectation de la terre des pots jusqu'à la capacité au champ s'effectue lentement. Trois jours sont nécessaires par exemple pour voir apparaître les premiers percolats dans les cuvettes du bas avec des pots de 4,675 l remplis de terre alluviale. La durée de cette phase est d'autant plus courte que le volume des pots est plus petit. On peut l'accélérer en rajoutant de l'eau régulièrement dans la cuvette du haut de telle sorte que son niveau reste voisin du niveau maximum. Si l'on désire connaître la quantité d'eau utilisée pour la mise des pots à la capacité au champ, il convient bien sûr de peser tous les apports avec précision (au gramme près).

25.- Dispositifs expérimentaux les plus courants

Malgré toutes les précautions prises pour limiter au maximum l'hétérogénéité des conditions expérimentales, une variabilité assez forte affecte souvent certaines des observations que l'on effectue sur les vases de végétation. Pour cette raison, les études en serre doivent être conduites selon les règles de la Statistique Expérimentale.

Les essais en serre ont ainsi beaucoup d'affinité avec les essais au champ. Ils sont toujours du type "en blocs complets équilibrés", "simples" ou "factoriels". Les parcelles sont représentées le plus souvent par deux pots contigus. Comme l'on prend en général 6 répétitions, le nombre de traitements élémentaires est limité à 12 lorsque l'on peut disposer de 144 pots (la capacité des grandes serres du Centre de Nouméa est de 150 pots au maximum). Ceci permet d'envisager des essais

- simples à 1 seul facteur de variation ayant jusqu'à 12 niveaux,
- factoriels à 2 facteurs de variation ayant au plus 2 et 6 ou 3 et 4 niveaux,
- factoriels à 3 facteurs de variation ayant seulement 2, 2 et 3 niveaux respectivement.

26.- Semis

Les modalités de réalisation des semis dépendent de la nature des semences.

Lorsqu'il s'agit de très petites semences difficiles à repiquer une fois germées, le semis est réalisé directement sur l'aire de semis (cf la coupe schématique 1.1) avec une masse de graine donnée recouverte ensuite d'une centaine de grammes de terre tamisée plus finement (à 2 mm)¹. Selon les objectifs visés par l'étude on procède ou non après la levée à un démariage pour ramener le nombre de plants par pot au nombre désiré.

¹Cette technique a été mise au point par Christiane Thomann.

S'il s'agit de semences d'une certaine taille -semences de maïs, de haricot, de tournesol, etc...- on procède à un repiquage de graines prégermées, sélectionnées sur la longueur de leur première racine séminale pour les graminées, ou de leur radicule pour les légumineuses et autres dicotylédones. Ces organes ne doivent pas dépasser le centimètre pour ne pas être blessés lors du dépôt de la graine prégermée dans le trou de semis réalisé au centre de l'air de semis avec l'aide d'une spatule. La terre du trou de semis est rapportée naturellement sur la graine après son dépôt dans le trou de semis.

Une fois le semis réalisé, une vingtaine de millilitres d'eau sont apportés sur l'aire de semis pour assurer un bon contact des graines et des racines avec le sol humide des pots.

Le semis est une opération délicate. Lorsque deux ou plusieurs opérateurs y participent, la même tâche doit être exécutée par le même opérateur. Il doit être réalisé de préférence en fin d'après-midi, afin de permettre aux graines prégermées d'enfoncer leurs racines dans les premiers centimètres du sol dès la première nuit. Une ombrière doit par ailleurs protéger les semis puis les jeunes plantules au cours des premiers jours qui suivent la levée, pour éliminer les risques de brûlures des apex foliaires.

27.- Application des fumures et des amendements

Nutriments et/ou amendements sont appliqués différemment selon qu'ils sont ou non solubles dans l'eau.

Lorsqu'ils le sont, des solutions nutritives sont préparées à des concentrations telles que leur application -de 5 à 50 ml par solution et par cuvette d'irrigation- apporte les quantités de nutriments souhaitées.

Lorsque les produits à utiliser sont insolubles, les quantités à appliquer par pot sont pesées et incorporées au sol à l'aide d'un mélangeur rotatif de 10 l. Cette opération se situe alors en amont du remplissage des pots. Elle doit être menée avec soin, en particulier lorsqu'il s'agit de sols à la structure fragile, comme les sols ferrallitiques ferritiques ou allitiques.

28.- Suivi de la végétation: contrôles, observations et mesures.

Le semis réalisé, un suivi quotidien de l'expérimentation est indispensable. En périodes critiques -levée, périodes de très fortes chaleur, etc...- l'expérimentation doit même être examinée plusieurs fois par jour pour intervenir aussitôt en cas de besoin: attaque d'un parasite par exemple. Une application préventive de certains traitements phytosanitaires systémiques est d'ailleurs de loin préférable dans la mesure où elle permet d'éliminer ou de diminuer un certain nombre de risques (application de formicides à la périphérie de la serre, de traitements anti-cochenilles, etc...).

Le contrôle de l'alimentation en eau des plantes est aisé: il suffit de vérifier au niveau des cuvettes du bas s'il y a eu percolation depuis la dernière remontée des percolats. Il ne devient contraignant qu'en période de forte chaleur et de grande luminosité, lorsque la végétation atteint un certain développement (à partir du 23ème jour pour un maïs vigoureux). Le débit moyen maximum d'une toile d'irrigation est, en effet, de l'ordre de 600 ml par 24 heures, c'est à dire inférieur à la demande climatique de telles conditions qui est facilement de l'ordre de 800 ml par 24 heures: des évapotranspirations exceptionnelles de 1800 ml par jour et par pot de 4,675 l ont pu même être observées sur maïs et sur *Panicum maximum*. Dans ces conditions, on observe que les masses de percolats, généralement remontées tous les deux jours, diminuent rapidement. Il est temps alors de rajouter une toile d'irrigation, voire deux, aux pots

susceptibles de souffrir à brève échéance d'un déficit hydrique.



1.6.- Vue générale d'une serre. On distingue latéralement,
-au niveau du sol, les deux ventilateurs pulsant de l'air à l'intérieur,
-à deux mètres au dessus d'eux, deux extracteurs d'air.

La dalle de la serre est arrosée durant la journée afin, d'une part de limiter encore d'avantage l'élévation de température dans la serre, d'autre part de relever un peu l'hygrométrie aux heures les plus chaudes.

29.- Avantages, inconvénients et limites du système de culture; "parallélisme serre-champ"

291.- Avantages

Tel qu'il vient d'être décrit, le système de culture du Laboratoire d'Agropédologie de Nouméa présente quatre avantages.

Le premier réside dans la hauteur facilement réglable des pots et du système et dans la possibilité d'utiliser des masses de sols relativement importantes (jusqu'à 12 kg), ce qui permet de s'approcher des conditions du parallélisme serre-champ pour les espèces de petites tailles (sorgho, blé, haricot, et même maïs, tournesol, etc...).

Le second concerne le système d'irrigation qui assure aux plantes une alimentation en eau presque idéale. Une étude sur la nutrition minérale de *Panicum maximum* sur vertisol a été conduite neuf mois durant sur ces vases sans que l'on observe, lors du démontage de l'essai, la moindre trace de gley (C. THOMANN, 1988).

Le troisième tient dans la simplicité de conduite des essais. Hormis une forte ventilation des serres qui peut nécessiter des ventilateurs électriques lorsque celles-ci sont complètement fermées¹, ce qui ne s'impose pas forcément en milieu tropical, toutes les opérations de contrôle sont manuelles. De ce point de vue le système peut être aisément mis en oeuvre par un service d'expérimentation agronomique disposant à proximité de moyens de production d'eau permutée et de séchage².

Le quatrième est de pouvoir observer et suivre, au niveau des percolats, les interactions sol-plantes-nutriments solubles, ou l'action des amendements sur ces derniers (Y. HUELVAN, 1987).

292.- Inconvénients et limites du système de culture

Contrepartie des avantages précédents, les inconvénients et les limites du système de culture résident dans l'importance des masses de sol à prélever et traiter, puis d'eau permutée et de percolats à déplacer.

Un autre point, qui fait parfois l'objet de critiques, est la lixiviation à laquelle est soumis le sol lors de sa mise à la capacité au champ. De fait, une certaine extraction des éléments solubles du sol se produit lors de cette opération. Mais l'on travaille en circuit fermé et, finalement, la remarque qu'il importe de faire est plutôt que, pour les éléments solubles du sol, les relations "sol-solution du sol-plante" s'établissent à des niveaux de dilution cinq fois plus faibles environ (pour des vases de végétation de 4,675 l) qu'ils le seraient si l'on pouvait maintenir le sol simplement à la capacité au champ sans drainage. Les biais expérimentaux engendrés par cette dilution des éléments solubles du sol n'ont pu encore être étudiés faute de

¹Tel est le cas des serres du Laboratoire d'Agropédologie qui sont dotées chacune de 4 ventilateurs pulsant de l'air à l'intérieur au niveau du sol et, depuis avril 89, de quatre extracteurs d'air situés à 2 m au dessus des premiers. Ces dispositions permettent théoriquement de renouveler cinq fois par minute l'air des serres. Elles n'empêchent pas, néanmoins, des élévations de températures de 8° C par rapport à l'extérieur aux heures les plus chaudes et malgré l'arrosage continu de la dalle (cf photo 1-6).

²De fait, le système de culture en question a été adopté, en 1989, par le Centre de Recherche et d'Expérimentation Agronomique calédonien de Nessadiou pour accélérer ses recherches sur le comportement d'un certain nombre d'espèces végétales sur certains sols calédoniens (alluvions magnésiennes, sols oxydiques, etc...)

disposer d'un système de contrôle automatique du rapport

"masse totale d'eau en circuit / réserve en eau utile".

La très forte similitude des comportements du maïs observés en serre et au champ sur les nombreux essais réalisés par le Laboratoire d'Agropédologie, notamment sur les essais d'amendements calciques, autorise cependant à penser que ces biais ne doivent pas fausser généralement le sens des effets des facteurs contrôlés (BONZON et al., 1988).

293.- "Parallélisme serre-champ"

Ces dernières remarques conduisent ainsi à examiner le problème des conditions du "parallélisme serre-champ", c'est à dire celui des conditions dans lesquelles il convient de placer les plantes sur vase de végétation pour que leur comportement soit aussi proche que possible de celui qu'elles auraient en plein champ.

Pour cerner correctement la question, il convient d'observer d'abord que le développement d'une plante en plein champ concerne en général au moins deux horizons: la couche labourée et l'horizon sous-jacent. Son comportement en plein champ peut donc être différent de celui qu'elle a sur vase de végétation, les prélèvements de sol et les études étant toujours effectués par horizon. Dans la réalité, l'influence de l'horizon de labour est généralement prépondérante. De ce fait, la probabilité d'observer une grande similitude entre les comportements en serre et au champ est forte si l'échantillon provient de cet horizon. A l'inverse, le fait de ne pas l'observer ne signifie pas nécessairement que le parallélisme serre-champ n'existe pas.

Les conditions du parallélisme serre-champ sont donc essentiellement des règles qu'il convient de respecter si l'on désire inférer, à partir des résultats obtenus en serre, des conclusions pour de nouvelles études expérimentales -ou même, plus directement, pour des cultures- en plein champ, et vice versa.

D'une façon générale, il faut que les modifications apportées au sol, tant par les fumures et les amendements que par la plante, soient comparables dans les deux situations. Ceci peut être obtenu si l'on respecte les trois règles suivantes:

PREMIERE REGLE

Les masses de nutriments et d'amendement (ou, plus généralement, de produits) appliqués à la terre d'un vase de végétation et au champ (respectivement q_e g/pot et Q_e kg/ha pour un élément "e") doivent être proportionnelles aux volumes de sol mis à la disposition de la plante dans les deux situations (respectivement v_s l et V_s m³):

$$q_e / v_s = Q_e / V_s$$

On considère en général que $V_s = 2500$ m³ ce qui correspond en fait à l'horizon de labour.

On peut aussi rapporter ces masses de produits aux poids de terre correspondants (exprimés respectivement en kg et t/ha) et l'on considère alors, conventionnellement, que la masse de sol à la disposition de la plante en plein champ est de 3000 t/ha. Le terme de référence dépend en fait de la nature de l'étude envisagée: lorsque celle-ci comporte parmi ses facteurs de

variation contrôlés un facteur sol avec comme variantes des types de sols de densités apparentes très différentes, le terme de référence est plus aisément le volume utile des pots (des pots de volumes différents pourraient, bien sûr, être utilisés pour travailler à poids constant, mais cela compliquerait sérieusement la préparation de l'expérimentation et augmenterait son coût).

DEUXIEME REGLE

Les quantités d'éléments prélevées par la plante dans le sol -respectivement $q'e$ g/pot et $Q'e$ kg/ha- doivent être comparables.

En d'autres termes, si n_p et N_p sont respectivement les densités de peuplement en nombre de plants par vase de végétation et en nombre de plants par hectare, il faut que les masses de nutriments prélevées tant par plant que par unité de volume ou de masse de sol soient égales, c'est à dire que l'on ait simultanément:

$$q'e / n_p = Q'e / N_p$$

$$q'e / v_s = Q'e / V_s$$

ce qui oblige à avoir:

$$v_s = 10^3 \cdot (n_p / N_p) \cdot V_s$$

Lorsque cette deuxième règle ne peut être respectée parce que le volume ou la masse de sol par pot ne peut atteindre la valeur requise (par exemple 37,5 l pour un maïs à la densité de 66.666 pieds à l'hectare), il faut alors arrêter l'étude en serre à l'âge t de la culture où l'on a:

$$q'e(t)_{\text{serre}} = Q'e(t)_{\text{champ}} \cdot (v_s / V_s)$$

Pour un maïs installé sur des vases de végétation de 4,675 l, à raison d'un pot par plant, on a observé $t = 28$ jours au minimum, durée qui a été prise par précaution comme durée maximum.

TROISIEME REGLE

Mais, dans ces conditions limites, il faut encore s'assurer préalablement de la validité de l'hypothèse selon laquelle le comportement de la plante au temps t , en serre comme au champ, est en correspondance avec celui qu'elle aurait à la récolte dans les mêmes situations.

Ces conditions ont été assez bien vérifiées sur maïs. Elle sont invérifiables pratiquement sur cocotier.

La technique n'en demeure pas moins utilisable lorsque les objectifs poursuivis n'impliquent pas que soient respectées entièrement les règles du parallélisme serre-champ.

3.- ADAPTATION DU COCOTIER AUX VASES DE VEGETATION DU LABORATOIRE D'AGROPEDOLOGIE: QUESTIONS ET PROBLEMES

31.- Questions

Adapter au cocotier la technique de culture sur vases de végétation qui vient d'être décrite au paragraphe 2 soulevait d'emblée plusieurs questions importantes.

La première concernait, on s'en doute, les modalités d'installation de la plante sur les vases de végétation selon que l'on partirait de jeunes plantules provenant de cultures d'embryons ou bien de plantules séparées de leur noix. L'hypothèse d'expérimentations conduites en laissant les noix en place était exclue, celles-ci étant susceptibles d'intervenir trop longtemps sur le comportement des jeunes plantules avant d'être complètement vidées de leurs nutriments, critique que faisaient d'ailleurs de leur technique de culture DUFOUR et QUENCEZ en 1979. La présence des noix à la partie supérieure des pots aurait fait également problème pour le remplissage de ces derniers avec de la terre.

La seconde avait trait à la disposition d'une formule de fumure complète susceptible d'assurer un développement correcte aux jeunes plantules et de pouvoir être utilisée par la suite pour des études de comportements, des diagnostics etc.... La formule utilisée par DUFOUR et QUENCEZ (1978, 1979) constituait une base de départ de ce point de vue.

La troisième était en rapport avec deux problèmes connexes: celui de l'estimation des réserves du sol en nutriments assimilables et celui de l'évolution en fonction du temps du comportement des jeunes plantules en fonction du volume des pots, c'est à dire de leur hauteur.

Enfin, les modifications que l'on pourrait apporter aux dimensions des vases de végétation pour suivre plus longtemps la croissance et le développement des jeunes plantules de cocotier a nécessité une étude du fonctionnement des toiles d'irrigation beaucoup plus précise que celle réalisée auparavant.

32.- Obligation d'utiliser des noix de "Grands d'Ouvéa"

Abordant la première question dès le mois de mai 88, un premier obstacle se présenta aussitôt: l'impossibilité de travailler avec des noix de cocotiers "nains", c'est à dire avec des noix de variétés autogames beaucoup plus homogènes du point de vue génétique. Non seulement le nombre de noix de nains de même âge physiologique et de même origine culturelle que l'on pouvait trouver en Nouvelle-Calédonie était de loin très insuffisant pour opérer une sélection massale correcte lors de la germination, mais surtout l'importation de matériel végétal de ce type fut formellement interdite par le Service de la Protection des Végétaux en raison des risques d'introduction de parasites nouveaux sur le Territoire. La cocoteraie calédonienne est considérée, en effet, comme très saine et indemne des parasites graves de la région. L'IRHO et le Territoire, la Province des Iles à présent, mettent d'ailleurs en place actuellement, pour pallier ces difficultés, un champ semencier sur l'île de Lifou.

Dans le même temps, la réalisation à Santo, sur la Station de Recherche IRHO de Saraoutou, du Laboratoire de production de jeunes plantules à partir de cultures d'embryons, laboratoire auprès duquel celui d'Agropédologie devait se fournir, prenait du retard.

Il fallut donc se rabattre sur le grand local d'Ouvéa, particulièrement robuste et vigoureux certes, mais réputé très hétérogène du fait de son allogamie.

4.- PREMIERES OBSERVATIONS SUR LE DEVELOPPEMENT RACINAIRE DES PLANTULES ET PREMIERS TESTS D'ORIENTATION

41.- Modalités de mise au germe des noix

De premières observations réalisées en mai 88 sur de jeunes plantules de cocotier encore attachées à leur noix, lesquelles avaient été mises à germer sur des pots en PVC noir remplis de terreau pour les besoins du Laboratoire de Phytopathologie, montrèrent aussitôt (cf photos 7 et 8) la nécessité de travailler avec des noix débarrassées de leur bourre avant la mise au germe. Il aurait été impossible autrement de séparer la plantule de sa noix sans blesser de nombreuses racines, voire la base de la plantule elle-même. L'opération en question aurait été, de plus, extrêmement laborieuse. L'expérience de l'IRHO, celle de C. H. CALVEZ en particulier, indiquait, d'autre part, qu'il était effectivement possible de faire germer des noix sans bourre. L'objectif visé était, rappelons le, de pouvoir installer des plantules séparées de leur noix sur les vases de végétation.

Une trentaine de noix débourrées fut alors mise à germer sous ombrière, le 5 juillet 1988, dans du sable de mer assez grossier et lavé soigneusement, avec trois orientations et dans des vases de végétation et des sacs en plastique noir de 40x40x40 cm. L'objectif était d'observer le comportement des plantules sans nutriments et la morphologie de leur système racinaire. Cet essai d'orientation, démonté le 22 novembre suivant, montra ainsi:

1°/- la nécessité de recouvrir complètement les noix de 2 à 3 cm de sable, afin de leur éviter d'éclater;

2°/- l'influence de la forme du conteneur sur la morphologie de l'ensemble du système racinaire (cf photos 1.9 et 1.14). Ce constat eut pour conséquence, pour la suite des travaux, de faire germer les noix dans des sacs noirs d'un diamètre légèrement inférieur à celui des pots et de même hauteur utile qu'eux (sacs en gaine noir de 22 cm de large et de 30 cm de hauteur) afin de préformer leur système racinaire;

3°/- l'influence de l'orientation de la noix mise à germer sur la forme et la vigueur de la plantule. En position normale -grand axe de la noix horizontal, ouverture du germe située en dessous des deux autres- la germination s'effectue sans difficulté. La jeune plantule, vigoureuse, se redresse verticalement très vite et ses racines adventives issues des premiers noeuds plongent aussitôt vers le fond du pot (cf photo 1.9). Lorsque la noix est dressée -grand axe vertical, fenêtre du germe au sommet- la germination est plus lente, la plantule est plus "trapue" et ses racines, émises préférentiellement du côté du germe, épousent la forme arrondie de la noix avant de s'enfoncer verticalement (cf photos 1.13 et 1.14). Les noix mises à germer dans cette position semblaient moins vigoureuses. Elles n'ont d'ailleurs pas toutes germé;

4°/- un développement végétatif assez hétérogène, ce qui était normal puisqu'il s'agissait d'un "grand" mais qui permettait par ailleurs de se rendre compte de l'importance d'une forte sélection massale au moment du semis.

42.- Installation sur vases de végétation des plantules séparées de leur noix

Les noix semées le 5 juillet 88 avaient émis en moyenne 3 feuilles le 22 novembre suivant, le nombre de ces dernières oscillant entre 2 et 4.

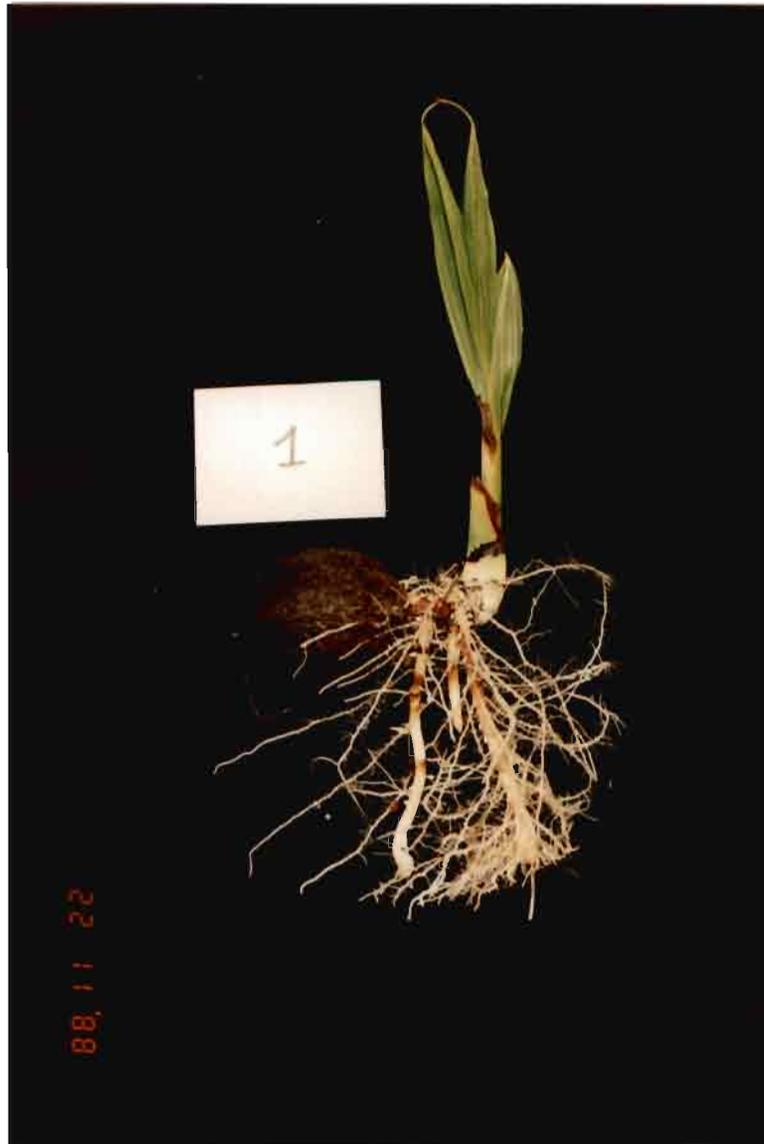
On procéda alors au déterrage des plantules, puis à leur séparation d'avec leur noix à l'aide d'un couteau à greffer (cf photo 1.10) en appliquant aussitôt après sur la coupe, avec une spatule, du mastic fluide anti-chancres contenant 5% d'oxychlorure de cuivre (suite page 39)



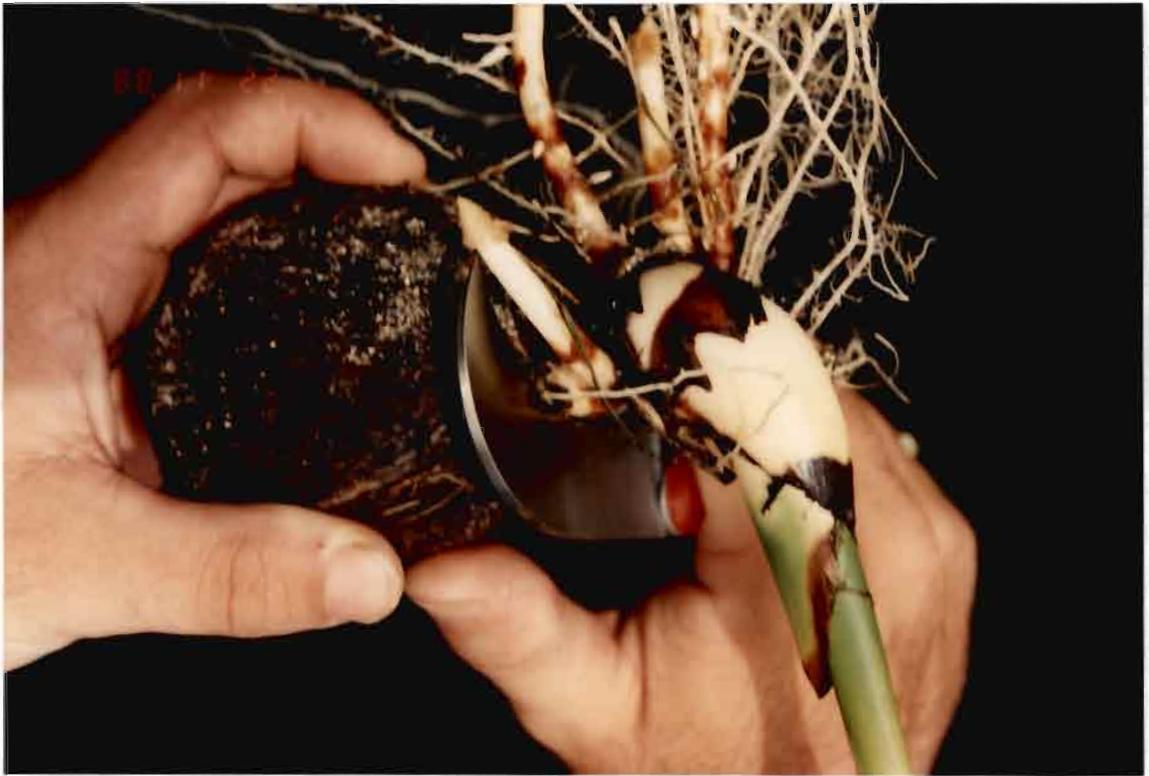
1.7.- Coupe verticale d'une jeune plantule de cocotier encore attachée à sa noix montrant l'imbrication des racines et de la bourre. On distingue très bien l'haustorium en fin d'activité.



1.8.- La même noix coupée en deux après enlèvement partiel de la bourre.



1.9.- Plantule issue d'une noix débarrassée de sa bourre et mise à germer horizontalement dans un pot de culture.



1.10.- Séparation de la plantule de sa noix.



1.11.- Plantule précédente séparée de sa noix



1.12.- Traitement de la plaie avec du mastic anti-chancres.



1.13.- Plantule issue d'une noix débarrassée de sa bourre et mise à germer verticalement dans un sac en plastique noir de 40x40x40 cm..



1.14.- La plantule précédente séparée de sa noix et montrant l'adaptation du système racinaire aux formes de la noix et du sac.



1.15.- Installation d'une plantule sur un vase de végétation standard(4,6 l).



1.16.- Remplissage du pot avec du sable de mer (première expérimentation).

(suite de la page 30). Les plantules déterrées, avec ou sans leur noix, étaient maintenues dans des cuvettes remplies d'eau au cours de cette opération afin de limiter leur stress hydrique.

Leur plantation sur les pots des vases de végétation fut réalisée comme indiqué sur les photos 1.15 et 1.16 ci-dessus. Un sol alluvial naturellement fertile fut utilisé pour remplir les pots.

Finalement, les pots furent installés en serre selon les modalités décrites au § 24.

Le test d'orientation en question fut démonté en juillet 89. Il permit assez rapidement de se rendre compte que la reprise des plantules était bonne lorsque celles-ci avaient au moins trois feuilles. Toutes celles n'ayant que deux feuilles disparurent en cinq mois. Il permit également de vérifier que le suivi de l'évapotranspiration pouvait, non seulement être réalisé très facilement dans les conditions expérimentales où l'on s'était placé, mais aussi apporter des indications précieuses sur l'activité physiologique des plants: plus ces derniers sont vigoureux, plus leurs besoins en eau sont élevés, évidemment.

Ces observations corroboraient celles de FOALE (1968), qui estime que le plant est presque entièrement dépendant de l'endosperme durant les quatre premiers mois suivant la germination.

Dès le mois de février 89 elles autorisaient le lancement de l'étape suivante: l'étude des conditions d'application d'une solution nutritive de référence.

5.- DEFINITION ET CONDITIONS D'APPLICATION D'UNE SOLUTION NUTRITIVE DE REFERENCE

La deuxième règle du "parallélisme serre-champ" (cf § 2.9.3) indique que les quantités d'éléments prélevés par la plante dans les vases de végétation et au champ doivent être comparables.

Par suite, s'agissant du cocotier, si le comportement des plantules vis à vis des nutriments est comparable à celui des plants adultes, c'est à dire productifs, cette règle amène à se poser la question de ce que devrait être le développement des unes et des autres lorsque les conditions de nutrition minérales, d'alimentation en eau et, plus généralement, de végétation sont idéales.

Dans cette optique, faisant l'hypothèse que les exportations de nutriments par les noix pourraient constituer une première approche du problème (l'accroissement des minéralo-masses au niveau des tiges, des feuilles et des racines n'étant pas prise en considération faute d'informations suffisantes à leur sujet), une formule de solution nutritive apportant les éléments majeurs dans des proportions comparables à celles des exportations par les noix a donc été établie.

Considérant ensuite que les conditions physiques de végétation dans les serres et sur pots de culture remplis de sable de mer lavé étaient excellentes pour l'espèce -ce qui n'est certainement pas tout à fait exact-, une expérimentation a été réalisée avec la formule précédente visant à définir la concentration la plus efficace de la solution nutritive.

51.- Définition d'une formule nutritive de référence

Les résultats des premières analyses de noix effectuées sur du matériel provenant

d'Ouvéa, dans le but de définir cette formule de fumure minérale, révélèrent aussitôt des niveaux et des équilibres différents de ceux que l'on trouvait dans la littérature. Cela n'avait rien que de normal s'agissant de noix prélevées sur des cocoteraies n'ayant jamais été fertilisées et sur lesquelles MANCIOT avait déjà montré, en 1979, qu'elles étaient très souvent carencées en azote et en potassium. Pour cette raison, on s'appuya donc sur les données obtenues en Côte d'Ivoire sur l'hybride PB-121 par OUVRIER et OCHS en 1980 et par OUVRIER en 1982. En effet, comme pour la plupart des espèces cultivées, les exportations minérales du cocotier par ses noix dépendent dans une très large mesure, qualitativement et quantitativement, des conditions climatiques qui lui sont offertes. Généralement, pour une même fumure sur la même variété installée sur le même sol dans le même état, les exportations augmentent avec la production totale, mais diminuent lorsqu'on les rapporte à l'unité de production. Ceci apparaît très nettement au niveau des résultats des travaux d'OUVRIER et d'OCHE (cf le tableau 1.2 ci-dessous).

Pour la définition d'une solution nutritive de référence on opéra donc sur des valeurs moyennes pondérées.

Plus précisément, on définit deux solutions-mères à diluer de la même façon avant d'être mélangées par parties aliquotes et telles que les quantités totales de nutriments apportés finalement soient dans des rapports aussi voisins que possible des rapports observés sur les moyennes pondérées des exportations par les noix. Cette disposition ne concernait cependant que les éléments majeurs N, P, K, Ca, Mg, Na, et Cl, le soufre et les oligo-éléments devant être apportés selon les normes du laboratoire d'Agropédologie sous une seule concentration. Le tableau 1.3., ci-contre, donne la composition de ces solutions-mères.

On fixa alors la solution nutritive de référence comme devant résulter du mélange de parties aliquotes des solutions-filles obtenues en diluant les solutions-mères 4 000 fois (12,5 ml de solution-mère dans 50 l d'eau) pour ce qui concerne les éléments majeurs et 1 333 fois (15 ml de solution-mère dans 20 l d'eau) pour ce qui est des oligo-éléments.

		Eléments minéraux						
		N	P	K	Ca	Mg	Na	Cl
Exportations minérales en kg/ha et kg/ha/t de coprah en fonction de la production de coprah en t/ha	6,7 t/ha	104 15,52	14 2,09	172 25,67	7 1,04	12 1,79	16 2,39	108 16,12
	4,4 t/ha	76 17,27	9 2,05	162 36,82	8 1,82	9 2,05	11 2,50	111 25,23
Exportations pondérées en kg/ha/t de coprah		16,21	2,07	30,09	1,35	1,89	2,43	19,73
Rapports N/X des exportations pondérées		-	7,83	0,54	12,00	8,58	6,67	0,82
Rapports N/X des solutions-filles		-	7,73	0,54	11,60	8,11	6,47	0,82

T.1.2.- EXPORTATIONS DE NUTRIMENTS PAR LES NOIX DE PB-121. EQUILIBRES MINÉRAUX PAR RAPPORT A L'AZOTE DANS LES NOIX ET LA SOLUTION NUTRITIVE (d'après OUVRIER et OCHS, 1979 et 1982)

T.1.3.- SOLUTIONS-MERES

Solutions- mères N°s	Produits	Concentrations (g/l)	Quantités d'éléments en g/l													
			N	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	S	B	Cu	Mo	Zn	Mn	Fe
1	NH ₄ NO ₃	12,119	4,240													
	KNO ₃	3,285	0,455		1,270											
	Ca(NO ₃) ₂	3,394	0,403		0,576											
	Mg(NO ₃) ₂	8,692	0,949			0,824										
	NaNO ₃	3,815	0,628					1,032								
2	K ₂ HPO ₄	4,859		0,864	2,181											
	KCl	17,085			8,961				8,124							
3	H ₃ BO ₃	1,000									0,175					
	CuSO ₄	1,570								0,202		0,400				
	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄	0,080	0,006										0,045			
	ZnSO ₄	1,200								0,138				0,273		
	FeSO ₄	6,000								0,692						1,205
	MnSO ₄	7,500								1,423					2,437	
Nutriments apportés par les solutions- mères N°s 1 et 2	-	-	6,675	0,864	12,412	0,576	0,824	1,032	8,124	-	-	-	-	-	-	-
Nutriments apportés par la solution-mère N° 3	-	-	0,006	-	-	-	-	-	-	2,455	0,175	0,400	0,045	0,273	2,437	1,205

52.- Influence de la concentration de la solution nutritive sur le développement des plantules

5.2.1.- Protocole expérimental

Pour étudier l'influence de la concentration de la solution nutritive sur le comportement des plantules, on envisagea alors une expérimentation comportant 6 niveaux de concentration dans les rapports de 1, 5, 10, 20, 40 et 80 avec celui de la solution de référence définie au paragraphe précédent. Le tableau 1.4 ci-dessous donne les teneurs finales en nutriments majeurs de ces 6 solutions. Les solutions seraient renouvelées deux fois par semaine, les lundi et vendredi, afin de ne pas être modifiées par l'absorption racinaire. Les percolats seraient remontés le mercredi. Le dispositif expérimental serait du type "en blocs aléatoires complets" à 6 répétitions, chaque traitement élémentaire s'appuyant sur deux pots, ce qui représentait une expérimentation de 72 pots.

N ^{os} des solutions nutritives	Coefficients de dilution des solutions-mères 1 et 2	Teneurs en nutriments des solutions en mg/l						
		N	P	K	Ca	Mg	Na	Cl
1	1/4 000	1,669	0,216	3,103	0,144	0,206	0,258	2,031
2	1/800	8,344	1,080	15,515	0,720	1,030	1,290	10,155
3	1/400	16,688	2,160	31,030	1,440	2,060	2,580	20,310
4	1/200	33,375	4,320	62,060	2,880	4,120	5,160	40,620
5	1/100	66,750	8,640	124,120	5,760	8,240	10,320	81,240
6	1/50	133,500	17,280	248,240	11,520	16,480	20,640	162,480

T.1.4.- TENEURS DES SOLUTIONS NUTRITIVES EN NUTRIMENTS

Les plantules devraient avoir au moins trois feuilles lors de leur installation sur les pots et être aussi homogènes que possible quant à leur aspect et leur masse. Le support des plantules serait du sable de mer coquillier, lavé et tamisé à 6mm, dont la composition est indiquée sur le tableau 1.5 ci-après.

L'expérimentation durerait aussi longtemps que possible, au moins jusqu'à ce qu'apparaisse une influence des traitements sur le comportement des plantules.

Pour cela, l'évapotranspiration des plantules sur leurs vases serait suivie de façon continue, de même que le nombre de feuilles et l'évolution de la hauteur totale des plants (depuis la surface des pots jusqu'à l'extrémité de la feuille redressée verticalement la plus haute).

Les plantules seraient pesées "fraîches" au moment de leur installation sur les vases et lors du démontage de l'essai après déterrage des racines. Les racines primaires (séminales et adventives) seraient comptées.

Après la récolte, racines tiges et feuilles seraient analysées séparément. Les mêmes analyses seraient effectuées aussi sur quelques plantules hors essais au moment de la plantation.

5.2.2.- Mise en place et conduite de l'essai

L'expérimentation commença en fait par la récolte, fin février à Ouvéa, et la mise au germe, le 7 mars 89 comme indiqué au § 4.1, de 510 noix.

La préparation et l'installation des plantules sur les vases de végétation s'effectua le 17 mai 89.

L'expérience fut conduite comme prévue par le protocole et sans autre problème qu'un début d'attaque de cochenilles *Aspidiotus destructor* traitées par du métasystoate.

Elle fut arrêtée le 25 septembre 1989, lorsqu'on fut certain de pouvoir observer sur les plantules une influence significative du facteur "concentration de la solution nutritive".

Caractéristiques	Unités	Niveaux
Argile	%	2,9
Limon fin	%	0,1
Limon grossier	%	0,0
Sable fin	%	46,0
Sable grossier	%	48,8
pF 2,5	%	6,4
pF 3,0	%	5,8
pF 4,2	%	3,1
pHEau	-	9,1
pHKCl	-	8,7
Carbone total	mg/g	1,6
Azote total	mg/g	0,12
Calcium échangeable	még%	7,11
Magnésium échangeable	még%	,75
Potassium échangeable	még%	0,04
Sodium échangeable	még%	0,14
Somme des cations	még%	8,04
Capacité d'échange	még%	-
Calcium bases totales	még%	1693,50
Magnésium bases totales	még%	74,63
Potassium bases totales	még%	1,24
Sodium bases totales	még%	12,08
Somme des bases totales	még%	1781,45
Phosphore total	mg/g	0,55
Phosphore assimilable O.	mg/g	0,034
Carbonate total	%	87,2
SiO ₂	%	1,60
Fe ₂ O ₃	%	35,15
Al ₂ O ₃	%	0,35
MnO ₂	%	0,02

T.1.5.- CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DU SUBSTRAT UTILISE

5.2.3.- Résultats et discussions

Le nombre total de variables de travail, de base et dérivées, observées et établies pour cette étude, s'élève à 491. La liste de ces variables, leur définition et les modalités de leur calcul figurent en annexe (annexe 1.1). Les résultats essentiels des analyses de variance des principales d'entr'elles sont présentés dans les tableaux récapitulatifs 1.6.1 à 1.6.5 ci-après.

5.2.3.1.- Précision des données de base et dérivées.

Un premier examen de ces récapitulatifs montre aussitôt que les coefficients de variation des 126 données de base et dérivées qui y figurent sont satisfaisants.¹ : sur ces 126 variables,

- 45,2 % ont des CV inférieurs à 10 %,
- 81 % des CV inférieurs à 15 %,
- 96,8 % des CV inférieurs à 20 %.

Les plus élevés concernent:

-la vitesse de croissance en hauteur entre les 120^{ème} et 132^{ème} jours (VT(1,132); 53,69 %, CV dont l'importance est due à l'erreur de mesure -0,1 cm- par rapport à la mesure elle-même -0,3 cm-);

-les teneurs et les immobilisations en silice dans les racines (TSiRac et PSiRac; 36,72 et 37,33 %, CV qui s'expliquent par un nettoyage insuffisant ou impossible des racines);

-les immobilisations en fer dans les tiges et en calcium dans les racines (PFeTige et PCaRac; 20,15 et 20,28 %, CV qui ont pour raison les dépôts de poussières ferriques provenant, par vents de Nord/Nord-Ouest, de l'usine de la Société Le Nickel pour le premier, le nettoyage insuffisant ou impossible des racines pour le second);

-le débit horaire des toiles et l'évapotranspiration horaire de l'essai mesurés sur les deux premiers jours (DTh2 et ETPH2; 20,97 et 26,69 %, CV traduisant certainement le caractère encore inachevé de l'humectation des vases de végétation deux jours seulement après la mise en place des toiles d'irrigation).

On peut noter, par contre, que les coefficients de variation des teneurs en nutriments majeurs sont généralement inférieurs à 10 %, de même que ceux des nombres de feuilles et de racines primaires, et ceux des masses d'organes.

La précision de ces observations s'explique non seulement par la sélection très forte opérée sur les jeunes plantules au moment de leur installation sur les pots, mais aussi par les modalités d'organisation de l'expérimentation: après avoir été sélectionnées sur leur aspect général et leur morphologie, les plantules ont été pesées et classées en 6 lots de poids frais moyens croissants affectés, le premier au bloc 1, le dernier au bloc 6 (suite page 51)

¹Les études expérimentales conduites sur vases de végétation sous serre ont montré progressivement, depuis de 1980, que, contrairement à la plupart des expérimentations au champ, des coefficients de variation supérieurs à 10 % sont parfaitement acceptables, "normaux". La raison en est que l'action des facteurs contrôlés est toujours beaucoup plus forte en serre du fait de la très grande homogénéité culturale au niveau du sol et des conditions d'alimentation en eau et de nutrition minérale. La variabilité résiduelle observée tient essentiellement, dans ces conditions, d'une part à la variabilité génétique, laquelle généralement interagit peu avec les facteurs contrôlés, d'autre part aux erreurs d'observations d'autant plus fortes qu'il s'agit d'une variable dérivée impliquant plusieurs variables observées et que les mesures correspondantes portent sur un faible nombre de vases de végétation.

T.1.6.1.- RECAPITULATIF DES RESULTATS DES ANALYSES DE VARIANCE

Paramètres	Unités	Moyennes générales	CV%	Probabilités des facteurs contrôlés		Effets des concentrations croissantes						Classements
				Bloc	Dose	1	2	3	4	5	6	
DTh2	ml/h	15,032	20,97	0,9994	0,2942	14,177	14,188	15,672	14,737	16,749	14,788	
ETPh2	ml/h	2,007	26,69	0,9997	0,3653	2,297	2,145	1,982	1,808	1,881	1,928	
ETPh125	ml/h	11,539	12,15	0,9948	1,0000	7,459	9,784	11,877	13,914	13,855	12,344	4=5=6>3>2>1
DTh125	ml/h	30,134	12,21	0,9654	0,9959	29,490	32,749	31,794	32,545	30,164	24,064	2>=4=3=5=1>6
PPf1	g/plant	219,910	3,70	1,0000	0,5166	220,633	219,400	220,200	222,108	221,658	215,458	
PPf132	g/plant	438,301	7,08	1,0000	1,0000	349,083	402,475	447,683	486,925	484,917	458,725	4=5=6>3>2>1
LP132	cm	87,954	9,21	0,9589	0,9542	80,142	84,183	86,533	94,742	92,292	89,833	4=5=6=3>2=1
GPa(1,132)	g/plant	218,392	11,86	1,0000	1,0000	128,450	183,075	227,483	264,817	263,258	243,267	4=5=6>3>2>1
GPr(1,132)	%	100,215	8,80	0,9474	1,0000	58,827	84,471	103,224	119,979	121,014	113,773	5=4=6>3>2>1
VT(120,132)	cm/j	0,309	53,69	0,7401	0,9952	0,153	0,219	0,282	0,574	0,310	0,314	4>6=5=3=2=1
NF1	nbr/plt	4,069	9,94	0,9916	0,4758	4,000	4,000	4,000	4,333	4,167	3,917	
NF71	nbre/plt	4,764	9,24	0,9823	0,6415	4,667	4,667	4,667	4,917	5,083	4,583	
NF132	nbre/plt	5,931	8,66	0,8504	0,9958	5,333	5,667	5,917	6,417	6,500	5,750	5=4=3>6=2=1
GF(1,132)	nbre/plt	1,861	18,70	0,1335	0,9987	1,333	1,667	1,917	2,083	2,333	1,833	5=4>3=6=2>1
NRac1	nbre/plt	8,069	14,22	0,9614	0,1708	8,417	8,167	7,750	8,333	8,033	7,667	
NRac132	nbre/plt	12,792	11,78	0,9182	0,9282	11,500	12,250	12,417	12,917	13,583	14,083	
GRac(1,132)	nbre/plt	4,722	18,84	0,9710	0,9999	3,083	4,083	4,667	4,583	5,500	6,417	6=5>3=4=2>1
ETPhm(1,17)	ml/h	2,086	11,80	0,9999	0,1079	2,043	2,088	2,092	2,012	2,101	2,180	
ETPhm(17,34)	ml/h	2,492	10,94	0,9998	0,2830	2,346	2,477	2,522	2,503	2,496	2,607	
ETPhm(34,55)	ml/h	3,351	10,29	1,0000	0,9863	2,939	3,176	3,588	3,434	3,654	3,314	5=3=4=6>2=1
ETPhm(55,71)	ml/h	4,308	8,05	1,0000	0,9998	3,577	4,009	4,573	4,603	4,621	4,465	5=4=3=6>2=1
ETPhm(71,87)	ml/h	5,640	8,08	1,0000	1,0000	4,484	5,287	6,085	6,167	6,073	5,742	4=3=5=6>2>1
ETPhm(87,108)	ml/h	8,287	10,01	0,9999	1,0000	6,110	7,507	9,214	9,604	9,271	8,017	4=5=3>6=2>1
ETPhm(108,125)	ml/h	10,895	10,39	0,9995	1,0000	7,296	9,542	11,554	13,108	12,764	11,108	4=5>3=6>2>1
PRac	g/plant	27,131	7,70	1,0000	0,9862	27,017	28,300	29,208	27,333	26,400	24,525	3=2=4=1>5=6
PTige	g/plant	31,471	9,22	1,0000	0,9920	27,342	30,233	31,883	34,092	32,850	32,425	4=5=6=3>2=1
PF	g/plant	28,193	8,66	1,0000	1,0000	21,683	24,975	28,133	31,725	31,492	31,150	4=5=6>3>2>1
PP	g/plant	86,794	6,01	1,0000	0,9998	76,042	83,508	89,225	93,150	90,742	88,100	4=5=3=6>2>1

T.1.6.2.- RECAPITULATIF DES RESULTATS DES ANALYSES DE VARIANCE

Paramètres	Unités	Moyennes générales	CV%	Probabilités des facteurs contrôlés		Effets des concentrations croissantes						Classements
				Bloc	Dose	1	2	3	4	5	6	
TSiTige	%	0,273	16,49	0,8056	0,0631	0,272	0,267	0,267	0,291	0,274	0,269	
TNTige	%	0,642	9,02	0,7970	1,0000	0,390	0,471	0,585	0,709	0,761	0,937	6>5=4>3>2>1
TPTige	%	0,083	10,70	0,8396	0,9593	0,092	0,080	0,076	0,080	0,083	0,088	1=6=5>2=4=3
TKTige	%	2,375	9,77	0,6530	1,0000	0,953	1,409	2,087	2,899	3,377	3,527	6=5>4>3>2>1
TCaTige	%	0,695	8,96	0,3490	0,9997	0,632	0,606	0,664	0,741	0,740	0,788	6=4=5>3=1=2
TMgTige	%	0,283	8,49	0,4695	0,9969	0,255	0,262	0,287	0,297	0,313	0,286	5=4=3=6>2=1
TNaTige	%	0,269	19,15	0,7623	0,9999	0,312	0,333	0,332	0,235	0,211	0,192	2=3=1>4=5=6
TCiTige	%	1,908	12,00	0,0181	1,0000	0,993	1,340	1,849	2,355	2,664	2,249	5>4=6>3>2>1
TFeTige	ppm	65,625	18,53	0,7493	0,3125	69,500	62,417	60,750	63,250	69,167	68,667	
TCuTige	ppm	3,819	14,97	0,9861	0,9878	4,667	3,833	3,667	3,417	3,500	3,833	1>6=2=3=5=4
TSiF	%	1,237	7,64	0,7120	0,9981	1,384	1,296	1,214	1,220	1,169	1,138	1=2>4=3=5=6
TNF	%	1,467	5,36	0,7333	1,0000	1,013	1,263	1,484	1,648	1,674	1,720	6=5=4>3>2>1
TPF	%	0,114	7,98	0,8520	0,8116	0,109	0,117	0,111	0,109	0,117	0,119	
TKF	%	2,187	5,17	0,9952	1,0000	1,453	1,742	2,113	2,460	2,589	2,763	6>5=4>3>2>1
TCaF	%	0,604	9,01	0,6218	0,9904	0,685	0,620	0,597	0,569	0,569	0,586	1=2>3=6=4=1
TMgF	%	0,336	8,37	0,2823	1,0000	0,435	0,388	0,317	0,306	0,301	0,271	1>2>3=4=5>6
TNaF	%	0,156	14,03	0,9988	1,0000	0,231	0,197	0,168	0,128	0,114	0,100	1>2>3>4=5>6
TCiF	%	0,920	8,85	0,9304	1,0000	0,632	0,768	0,918	1,083	1,105	1,011	5=4=6>3>2>1
TFeF	ppm	53,611	8,84	0,9994	0,4679	50,750	53,417	56,083	55,083	53,833	52,500	
TCuF	ppm	3,583	8,97	0,6290	0,9011	3,250	3,583	3,667	3,833	3,583	3,583	
TSiRac	%	0,062	36,72	0,9308	0,9438	0,088	0,052	0,063	0,044	0,063	0,062	
TNRac	%	0,641	8,07	0,8430	1,0000	0,472	0,526	0,606	0,686	0,712	0,843	6>5=4>3>2=1
TPRac	%	0,060	9,13	0,2127	0,9050	0,056	0,061	0,058	0,056	0,063	0,063	
TKRac	%	1,242	6,92	1,0000	1,0000	0,602	0,801	1,045	1,360	1,714	1,929	6>5>4>3>2>1
TCaRac	%	0,538	17,94	0,3978	0,4638	0,483	0,512	0,554	0,539	0,556	0,596	
TMgRac	%	0,247	8,58	0,0578	0,9571	0,229	0,233	0,247	0,248	0,256	0,268	6=5=4=3>2=1
TNaRac	%	0,282	15,77	0,7043	1,0000	0,296	0,365	0,345	0,256	0,233	0,200	2=3>1=4>5=6
TCiRac	%	0,956	13,54	0,8564	1,0000	0,593	0,680	0,904	1,082	1,220	1,258	6=5>4>3>2=1
TFeRac	ppm	131,389	15,06	0,7549	0,8648	143,583	130,917	122,667	115,167	133,833	142,167	
TCuRac	ppm	3,792	14,66	0,4637	0,8750	4,167	3,583	3,333	3,667	4,000	4,000	
PSiTige	g/plant	0,086	17,68	0,9998	0,8288	0,074	0,082	0,086	0,098	0,090	0,088	
PNTige	g/plant	0,204	12,83	0,9999	1,0000	0,107	0,142	0,182	0,241	0,249	0,304	6>5=4>3>2>1

T.1.6.3.- RECAPITULATIF DES RESULTATS DES ANALYSES DE VARIANCE

Paramètres	Unités	Moyennes générales	CV%	Probabilités des facteurs contrôlés		Effets des concentrations croissantes						Classements
				Bloc	Dose	1	2	3	4	5	6	
PPTige	g/plant	0,026	12,11	1,0000	0,9372	0,025	0,025	0,024	0,027	0,027	0,029	
PKTige	g/plant	0,757	14,41	0,9994	1,0000	0,253	0,421	0,642	0,974	1,109	1,142	6=5>4>3>2>1
PCaTige	g/plant	0,219	10,67	1,0000	1,0000	0,173	0,184	0,210	0,251	0,241	0,257	6=4=5>3=2>1
PMgTige	g/plant	0,089	11,19	1,0000	0,9999	0,069	0,079	0,091	0,100	0,103	0,093	5=4=6>3=2>1
PNaTige	g/plant	0,084	17,64	0,9999	0,9997	0,084	0,100	0,106	0,080	0,070	0,062	3=2>1=4=5>6
PCITige	g/plant	0,606	12,93	1,0000	1,0000	0,263	0,402	0,572	0,792	0,878	0,729	5=4>6>3>2>1
PFeTige	mg/plant	2,078	20,15	0,9998	0,4742	1,966	1,904	1,959	2,146	2,304	2,187	
PCuTige	mg/plant	0,117	15,00	0,9712	0,2540	0,125	0,115	0,113	0,114	0,113	0,122	
PSiF	g/plant	0,344	11,52	1,0000	0,9790	0,300	0,324	0,341	0,380	0,369	0,350	4=5=6=3>2=1
PNF	g/plt	0,422	11,42	1,0000	1,0000	0,220	0,311	0,412	0,520	0,527	0,538	6=5=4>3>2>1
PPF	g/plant	0,032	12,73	1,0000	0,9999	0,024	0,029	0,031	0,035	0,037	0,038	6=5=4>3=2>1
PKF	g/plant	0,627	10,90	1,0000	1,0000	0,311	0,434	0,585	0,770	0,812	0,852	6=5>4>3>2>1
PCaF	g/plant	0,168	12,70	1,0000	0,9497	0,148	0,155	0,166	0,180	0,177	0,181	
PMgF	g/plant	0,093	12,14	1,0000	0,6185	0,093	0,097	0,090	0,097	0,095	0,085	
PNaF	g/plant	0,043	19,36	1,0000	0,9964	0,050	0,049	0,048	0,042	0,037	0,032	1=2=3=4>5=6
PCIF	g/plant	0,263	12,73	0,9999	1,0000	0,134	0,190	0,253	0,339	0,350	0,311	5=4=6>3>2>1
PFeF	mg/plant	1,491	10,00	1,0000	1,0000	1,104	1,319	1,536	1,724	1,676	1,588	4=5=6>3>2>1
PCuF	mg/plant	0,101	13,25	1,0000	1,0000	0,070	0,089	0,103	0,122	0,112	0,112	4=5=6>3=2>1
PSiRac	g/plant	0,018	37,33	0,9999	0,8348	0,023	0,016	0,020	0,013	0,018	0,016	
PNRac	g/plant	0,171	9,97	1,0000	1,0000	0,125	0,147	0,175	0,186	0,189	0,205	6=5=4>3>2>1
PPRac	g/plant	0,016	9,96	1,0000	0,9119	0,015	0,017	0,017	0,015	0,017	0,015	
PKRac	g/plant	0,326	11,50	1,0000	1,0000	0,158	0,224	0,296	0,365	0,447	0,466	6=5>4>3>2>1
PCaRac	g/plant	0,147	20,28	1,0000	0,2597	0,132	0,145	0,160	0,149	0,147	0,148	
PMgRac	g/plant	0,067	9,71	1,0000	0,8496	0,061	0,067	0,072	0,068	0,068	0,065	
PNaRac	g/plant	0,077	13,45	1,0000	1,0000	0,080	0,102	0,100	0,071	0,061	0,049	2=3>1=4>5=6
PCIRac	g/plant	0,254	13,71	1,0000	1,0000	0,153	0,190	0,259	0,292	0,327	0,301	5=6=4>3>2=1
PFeRac	mg/plant	3,620	18,46	1,0000	0,4161	3,935	3,729	3,616	3,203	3,612	3,624	
PCuRac	mg/plant	0,101	15,02	0,9999	0,3602	0,111	0,101	0,095	0,099	0,102	0,100	

T.1.6.4.- RECAPITULATIF DES RESULTATS DES ANALYSES DE VARIANCE

Paramètres	Unités	Moyennes générales	CV%	Probabilités des facteurs contrôlés		Effets des concentrations croissantes						Classements
				Bloc	Dose	1	2	3	4	5	6	
PSiP	g/plant	0,448	11,94	1,0000	0,9444	0,397	0,422	0,447	0,491	0,477	0,454	
PNP	g/plant	0,797	9,68	1,0000	1,0000	0,453	0,600	0,769	0,947	0,965	1,047	6=5>4>3>2>1
PPP	g/plant	0,075	9,43	1,0000	0,9986	0,064	0,071	0,072	0,077	0,081	0,083	6=5=4>3=2=1
PKP	g/plant	1,710	10,74	1,0000	1,0000	0,722	1,079	1,523	2,109	2,369	2,460	6=5>4>3>2>1
PCaP	g/plant	0,534	11,15	1,0000	0,9973	0,453	0,485	0,536	0,581	0,565	0,586	6=4=5=3>2=1
PMgP	g/plant	0,249	8,94	1,0000	0,9757	0,223	0,243	0,252	0,265	0,266	0,243	5=4=3=6=2>1
PNaP	g/plant	0,204	13,40	1,0000	1,0000	0,214	0,251	0,254	0,194	0,168	0,143	3=2>1=4>5=6
PCiP	g/plant	1,123	11,40	1,0000	1,0000	0,550	0,782	1,083	1,423	1,556	1,342	5=4>6>3>2>1
PFeP	mg/plant	7,189	13,64	1,0000	0,1522	7,006	6,952	7,112	7,073	7,593	7,400	
PCuP	mg/plant	0,320	10,45	1,0000	0,6220	0,306	0,304	0,310	0,336	0,327	0,334	
K/BasF	-	0,462	4,85	0,7779	1,0000	0,318	0,384	0,461	0,516	0,534	0,559	6=5>4>3>2>1
K/BasTige	-	0,443	5,40	0,9870	1,0000	0,269	0,351	0,426	0,508	0,546	0,560	6=5>4>3>2>1
K/BasRac	-	0,338	8,43	0,9995	1,0000	0,218	0,253	0,303	0,377	0,427	0,453	6=5>4>3>2>1
K/BasP	-	0,424	4,98	0,9942	1,0000	0,273	0,336	0,405	0,480	0,515	0,535	6=5>4>3>2>1
Na/BasF	-	0,057	14,36	0,9991	1,0000	0,085	0,074	0,062	0,046	0,040	0,034	1>2>3>4=5>6
Na/BasTige	-	0,098	15,30	0,9190	1,0000	0,149	0,141	0,116	0,070	0,058	0,052	1=2>3>4=5>6
Na/BasRac	-	0,141	15,46	0,6443	1,0000	0,182	0,197	0,168	0,119	0,099	0,080	2=1>3>4=5>6
Na/BasP	-	0,094	11,84	0,9879	1,0000	0,135	0,132	0,111	0,073	0,061	0,052	1=2>3>4=5>6
Ca/BasF	-	0,250	6,27	0,4277	1,0000	0,291	0,267	0,254	0,232	0,227	0,231	1>2=3>4=6=5
Ca/BasTige	-	0,274	7,63	0,8589	1,0000	0,349	0,297	0,267	0,254	0,233	0,243	1>2>3=4=6>5
Ca/BasRac	-	0,294	12,23	0,8057	0,9797	0,334	0,312	0,301	0,285	0,267	0,266	1=2=3>4=5=6
Ca/BasP	-	0,271	7,24	0,5908	1,0000	0,324	0,290	0,272	0,254	0,240	0,245	1>2=3>4=6=5
Mg/BasF	-	0,231	6,13	0,6642	1,0000	0,306	0,275	0,223	0,206	0,199	0,176	1>2>3>4=5>6
Mg/BasTige	-	0,185	4,81	0,8912	1,0000	0,232	0,211	0,191	0,168	0,163	0,146	1>2>3>4=5>6
Mg/BasRac	-	0,227	6,65	0,3534	1,0000	0,266	0,238	0,229	0,220	0,206	0,201	1>2=3>4=5>6
Mg/BasP	-	0,211	4,18	0,7696	1,0000	0,268	0,241	0,21	0,192	0,185	0,168	1>2>3>4=5>6
Mg/CaF	-	0,921	8,45	0,4503	1,0000	1,061	1,035	0,885	0,896	0,882	0,766	1=2>4=3=5>6
Mg/CaTige	-	0,680	8,64	0,8882	0,9828	0,674	0,719	0,718	0,664	0,701	0,602	2=3=5=1=4>6

T.1.6.5.- RECAPITULATIF DES RESULTATS DES ANALYSES DE VARIANCE

Paramètres	Unités	Moyennes générales	CV%	Probabilités des facteurs contrôlés		Effets des concentrations croissantes						Classements
				Bloc	Dose	1	2	3	4	5	6	
Mg/CaRac	-	0,796	15,54	0,1338	0,0093	0,819	0,779	0,793	0,811	0,789	0,787	
Mg/CaP	-	0,779	8,62	0,2605	0,9897	0,835	0,833	0,784	0,758	0,775	0,691	1=2=3=5=4>6
BasF	még%	120,162	4,50	0,9156	0,9909	117,540	115,980	117,252	122,030	124,351	126,611	6=5=4>3=1=2
PBasF	még/plt	33,930	9,65	1,0000	1,0000	25,179	28,978	32,708	34,496	39,062	39,156	6=5=4>3=2>1
BasTige	még%	130,448	7,57	0,0511	1,0000	90,439	102,288	124,541	145,781	158,278	161,363	6=5>4>3>2>1
PBasTig	még/plt	41,286	10,22	1,0000	1,0000	24,418	30,813	38,977	49,194	51,874	52,442	6=5=4>3>2>1
BasRac	még%	91,204	6,79	0,2921	1,0000	71,198	81,114	89,068	93,232	102,829	109,784	6=5>4=3>2>1
PBasRac	még/plt	24,533	9,06	1,0000	1,0000	19,142	22,900	25,818	25,494	27,054	26,791	5=6=3=4>2>1
BasP	még%	114,565	4,75	0,4476	1,0000	90,999	92,200	110,295	122,226	130,262	134,408	6=5>4>3>2>1
PBasP	még/plt	99,750	7,64	1,0000	1,0000	68,738	82,691	97,504	113,184	117,990	118,389	6=5=4>3>2>1

T.1.7.- RECAPITULATIF DES RESULTATS DES ANALYSES DE VARIANCE

Paramètres	Unités	Moyennes générales	CV%	Probabilités des facteurs contrôlés		Effets du classement initial par bloc sur les poids frais des plantules						Classements finaux
				Bloc	Dose	1	2	3	4	5	6	
PPf1	g/plant	219,910	3,70	1,0000	0,5166	147,950	176,433	210,275	238,608	255,842	290,350	6>5>4>3>2>1
PPf132	g/plant	438,301	7,08	1,0000	1,0000	307,350	352,533	429,742	481,950	495,417	562,817	6>5=4>3>2>1
NF1	nbr/plt	4,069	9,94	0,9916	0,4758	3,583	3,833	4,000	4,250	4,250	4,500	6=5=4>3=2>1
NF132	nbre/plt	5,931	8,66	0,8504	0,9958	5,500	5,833	5,833	6,000	6,083	6,333	
NRac1	nbre/plt	8,069	14,22	0,9614	0,1708	7,250	7,083	7,917	8,583	8,583	9,000	6=5=4=3>2=1
NRac132	nbre/plt	12,792	11,78	0,9182	0,9282	11,833	12,667	11,917	13,417	12,667	14,250	

(suite de la page 44), l'affectation des doses de solution nutritive aux plantules ainsi sélectionnées étant par contre aléatoire au sein de chaque bloc.

Ces dispositions, contraires aux règles théoriques de la Statistique Expérimentale, avaient comme raison d'être de mettre les plantules à l'abri d'une compétition inégale pour la lumière à l'intérieur des blocs. Elles devaient permettre aussi de mieux contrôler l'influence éventuelle de la taille initiale des plantules sur leurs teneurs en nutriments, relation très vraisemblable mais qui n'apparaît pratiquement pas à la fin de l'expérimentation. Elles devaient induire, par contre, un effet "bloc", ce que l'on constate effectivement sur 60% des variables présentées dans les tableaux 1.6.1 à 1.6.5. La comparaison des valeurs moyennes par bloc des poids frais et des nombres de feuilles et de racines des plantules en début et en fin d'essai, les trois paramètres facilement accessibles à ces deux moments-là de l'étude (cf le tableau 1.7 ci-contre), montrent à cet égard un réel parallélisme entre les états initiaux et finaux des plantules.

L'attitude normale aurait consisté, naturellement, en une affectation complètement aléatoire des plantules sélectionnées aux emplacements des vases de végétation de l'essai. Mais, bien qu'elle eut sans doute conduit à peu près aux mêmes résultats expérimentaux s'agissant des effets des concentrations croissantes de la solution nutritive, elle aurait eu pour conséquences des erreurs résiduelles beaucoup plus fortes ne permettant pas, par exemple, d'inférer avec certitude la présence d'un maximum. Par ailleurs, la forme des courbes de réponse attendues rendait problématique l'utilisation de la covariance.

5.2.3.2.- Influence de la concentration de la solution nutritive

Le cliché ci-dessous donne une idée de la végétation le 25 septembre 89, après 132 jours de culture. Il permet de se rendre compte, notamment, de l'influence des six concentrations de



1.17.- Vue d'un demi-bloc (n° 3 Est), juste avant le déterrage des plantules, le 25/09/89. Les concentrations vont croissant de droite à gauche.

la solution nutritive sur la hauteur des plants qui passe par un maximum avec la concentration (solution) 4 (quatrième plant à partir de la droite).

Les graphiques 1.18 à 1.22 ci-après, établis à partir des tableaux 1.6.1 à 1.6.5, illustrent également cette influence sur :

-la vitesse de croissance en hauteur entre les 120^{ème} et 132^{ème} jours {VT(120, 132), graph. 1.18}. Ce paramètre passe très nettement par un maximum avec la solution 4;

-les poids de matière sèche des racines, des tiges, des feuilles et de la plante entière (graph. 1.19, paramètres PRac, PTige, PF et PP). Ce graphique donne l'impression que le poids des racines passe par un maximum avec la solution 3, tandis que le poids de la tige et celui des feuilles, de même que le poids total de la plantule, passeraient par un maximum avec la solution 4. Statistiquement cependant, seul le développement racinaire est influencé défavorablement par les solutions 5 et 6. Pour les tiges et les feuilles les influences des solutions 4, 5 et 6 sont équivalentes: un palier pourrait donc exister pour ces paramètres et ces niveaux de concentration de la solution. Pour la masse totale de la plantule, ce sont même les solutions 3, 4, 5 et 6 qui sont équivalentes;

-les gains absolus et relatifs de poids frais des plantules entre leur installation sur les vases de végétation et la récolte {GPa(1, 132) et GPr(1, 132), graph. 1.20}. Ces graphiques donnent également l'impression que ces paramètres passent par un maximum avec les solutions 4 et 5, alors qu'ils pourraient avoir atteint, eux aussi, un palier;

-l'accroissement des nombres de racines primaires et de feuilles sur la même période {GF(1, 132) et GRac(1, 132), graph. 1.21}. Ces graphiques semblent indiquer que, tandis qu'un nombre maximum semble atteint avec la solution 5 pour les feuilles, le nombre des racines primaires émises pourrait encore augmenter au delà de la solution 6;

-l'évolution de l'évapotranspiration moyenne par période de 2 à 3 semaines {ETPhm(1, 17) à ETPhm(108, 125), graph. 1.22}. Ces graphiques sont particulièrement intéressants. En premier lieu, ils permettent de se rendre compte du temps nécessaire aux plantules pour commencer à réagir aux concentrations différentes des solutions nutritives: plus d'un mois. En second lieu, ils indiquent que la concentration la plus favorable au fonctionnement des plantules, au moment du démontage de l'essai, se situe entre celles des solutions 3 et 5, vraisemblablement au niveau de celle de la solution 4. Ces résultats confirment les impressions que l'on avait à ce sujet avec les données précédentes.

Cependant, l'examen des résultats obtenus sur les autres paramètres observés montre que ces derniers n'évoluent pas tous de la même façon en fonction de la concentration de la solution nutritive. Ce constat n'a rien de normal, puisque ces paramètres caractérisent en partie un système dont on modifie progressivement les équilibres internes. Une analyse typologique des formes les plus probables des courbes de réponse aux 6 concentrations testées a donc été entreprise dans le but final de mieux cerner ces modifications du fonctionnement des plantules en fonction de la concentration de la solution.

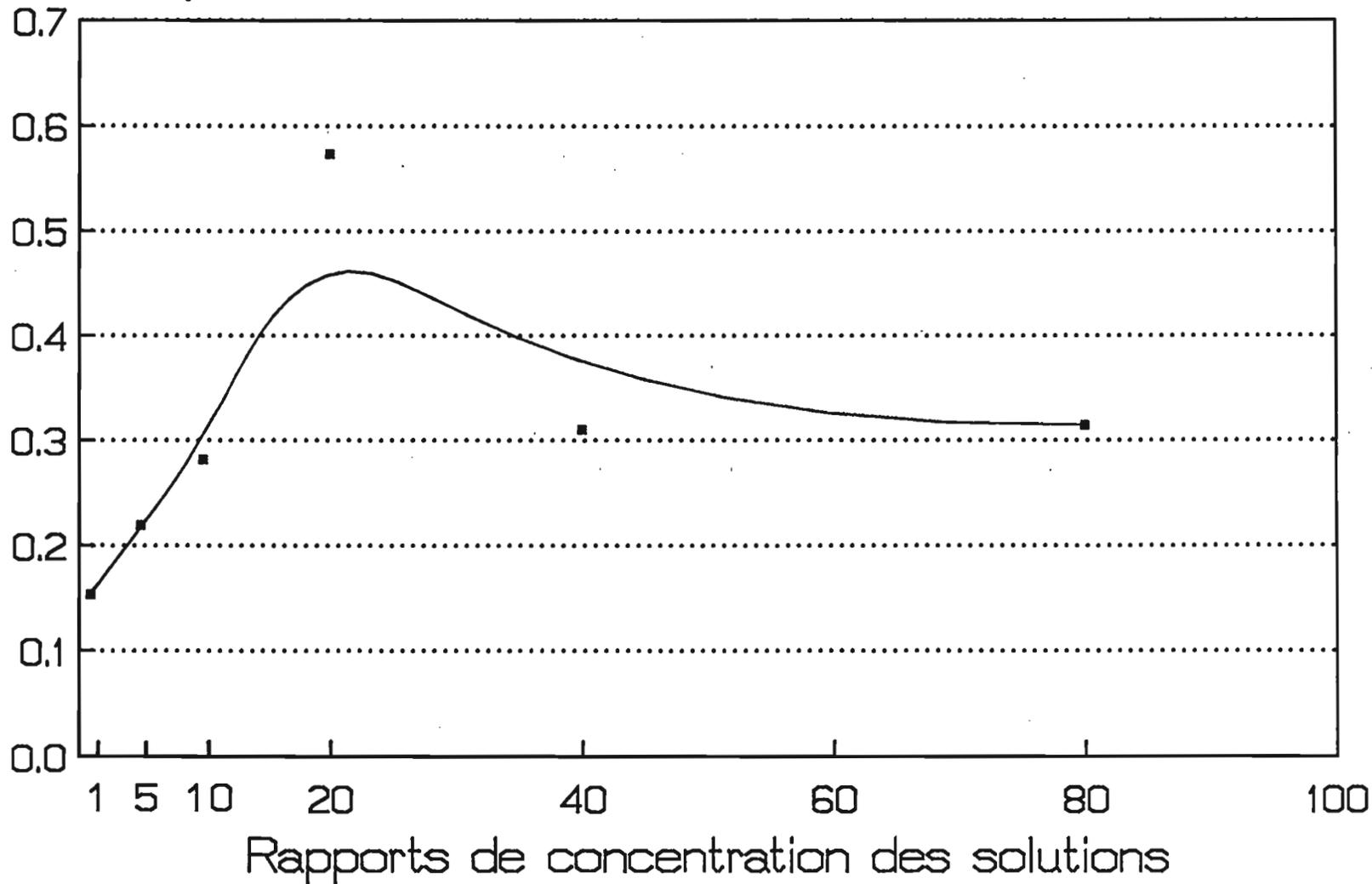
Les résultats de cette analyse, appliquée aux données des tableaux 1.6, sont résumés par les schémas 1.23 et présentés dans le tableau 1.8 ci-après.

Fonctionnement des plantules en situations favorables et défavorables

Faisant évoluer la concentration de la solution nutritive, on peut alors considérer deux types de situations (suite page 60):

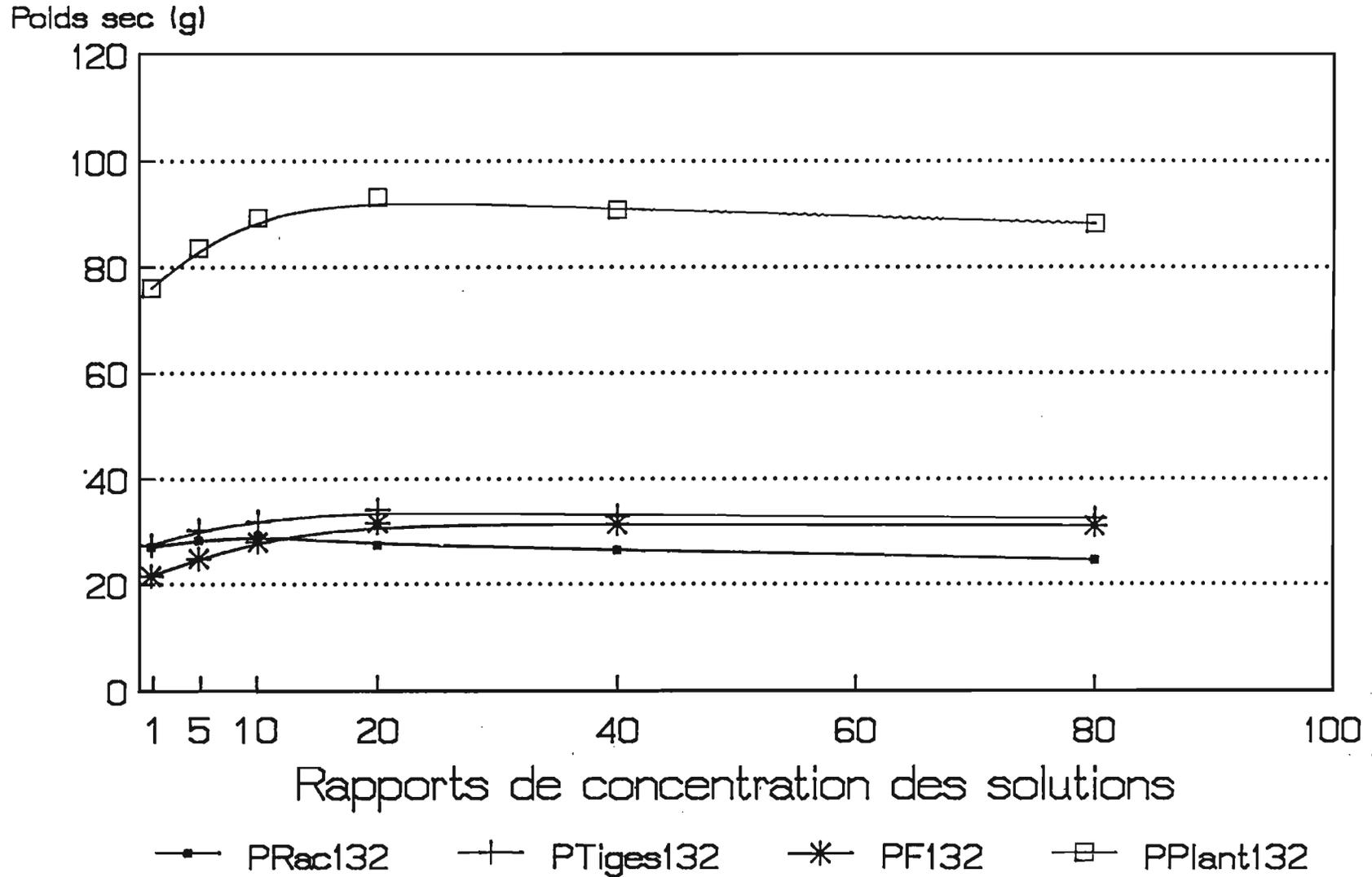
1.18 INFLUENCE DE LA CONCENTRATION DES SOLUTIONS NUTRITIVES SUR LA VITESSE DE CROISSANCE EN HAUTEUR DU COCOTIER SUR VASE DE VEGETATION

VT(120,132) (cm/jour)



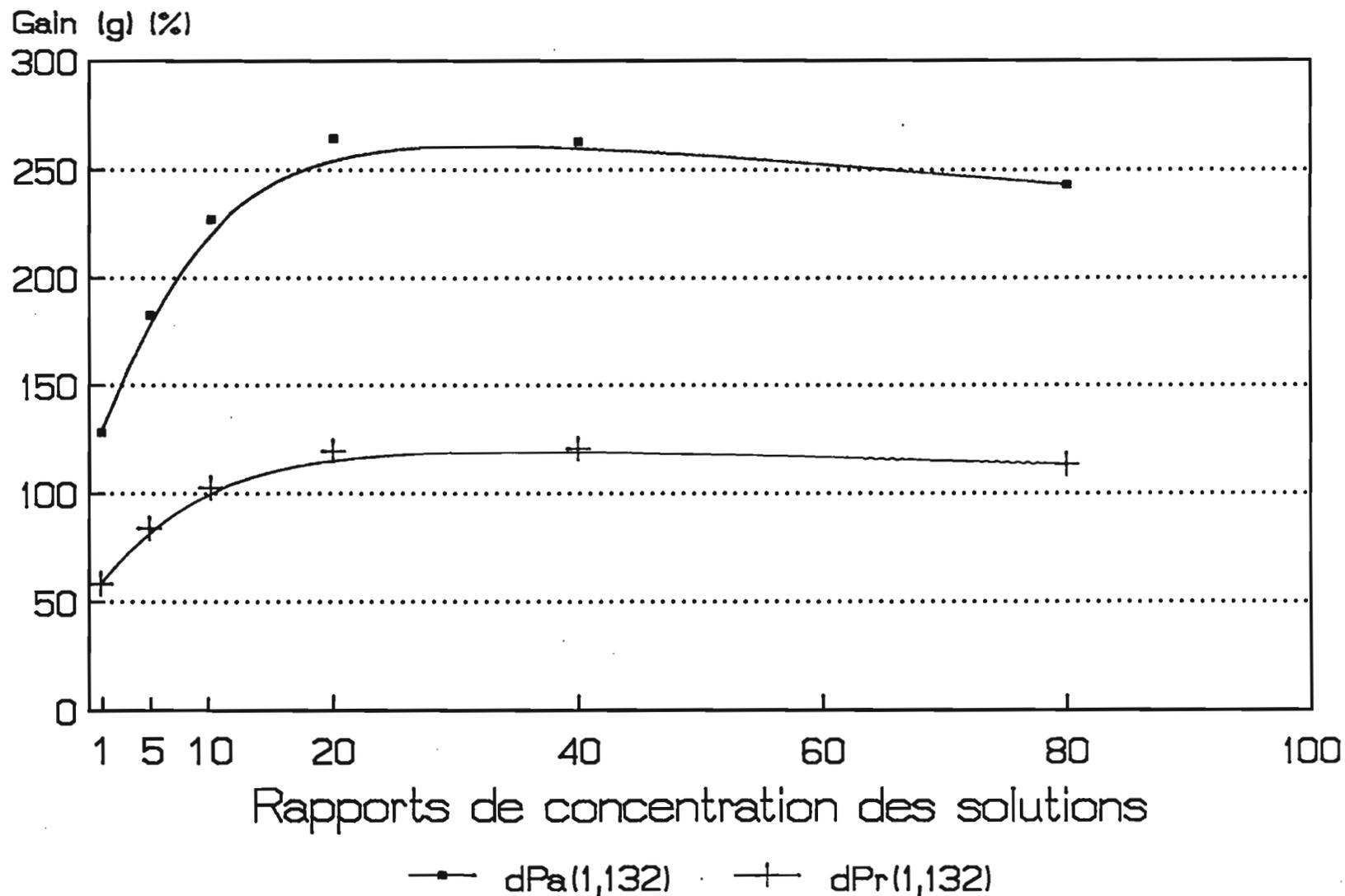
Mise en place et fin de l'expérience les 17/5/89 et 25/9/89

1.19 INFLUENCE DE LA CONCENTRATION DES SOLUTIONS NUTRITIVES SUR LES POIDS SECS DE DIFFERENTS ORGANES DU COCOTIER AU 132^{eme} JOUR



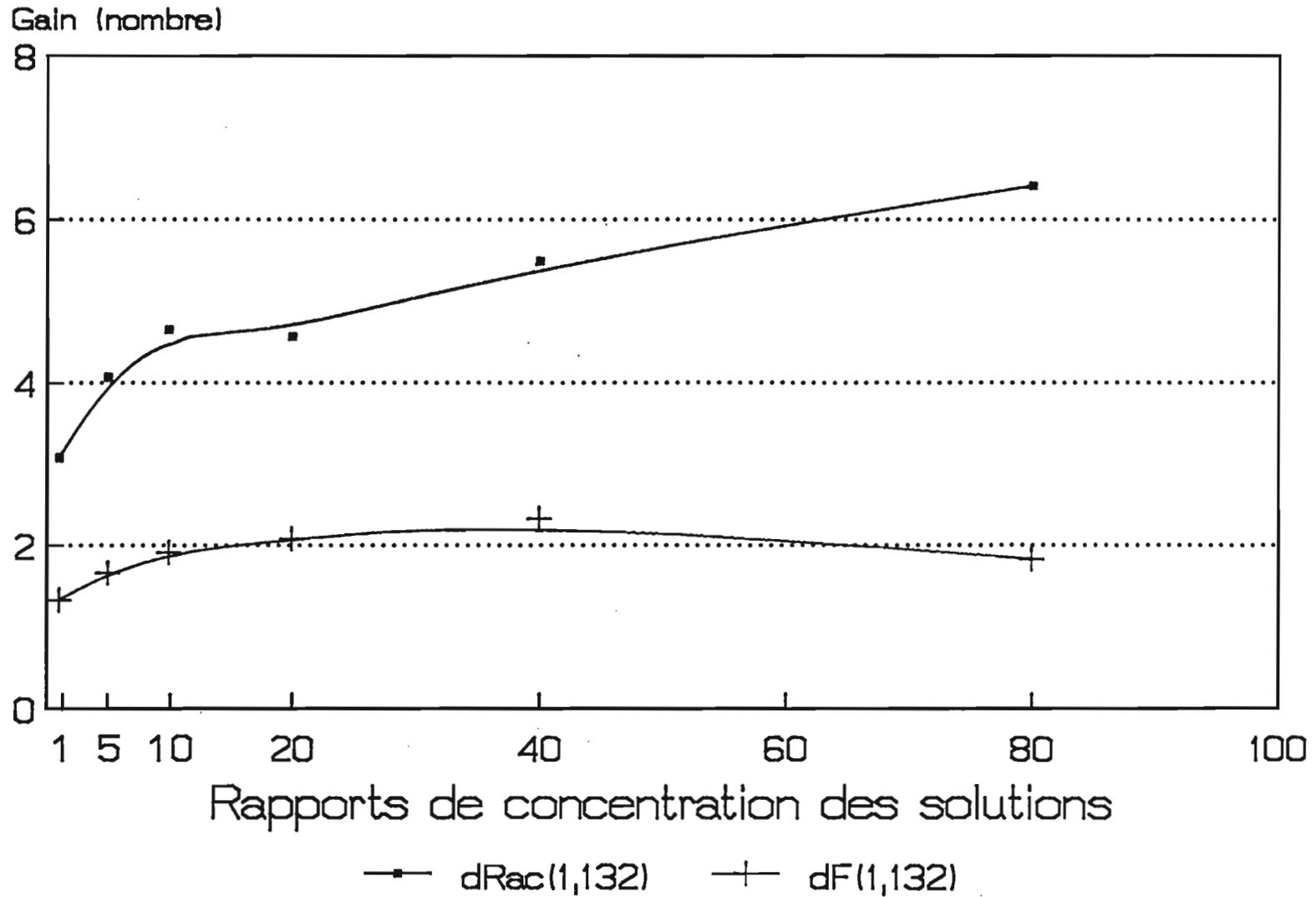
Mise en place et fin de l'expérience les 17/5/89 et 25/9/89

1.20 INFLUENCE DE LA CONCENTRATION DES SOLUTIONS NUTRITIVES SUR LES GAINS DE POIDS ABSOLU ET RELATIF DES PLANTS DE COCOTIER ENTRE LES 1^{er} ET 132^{eme} JOUR



Mise en place et fin de l'expérience les 17/5/89 et 25/9/89

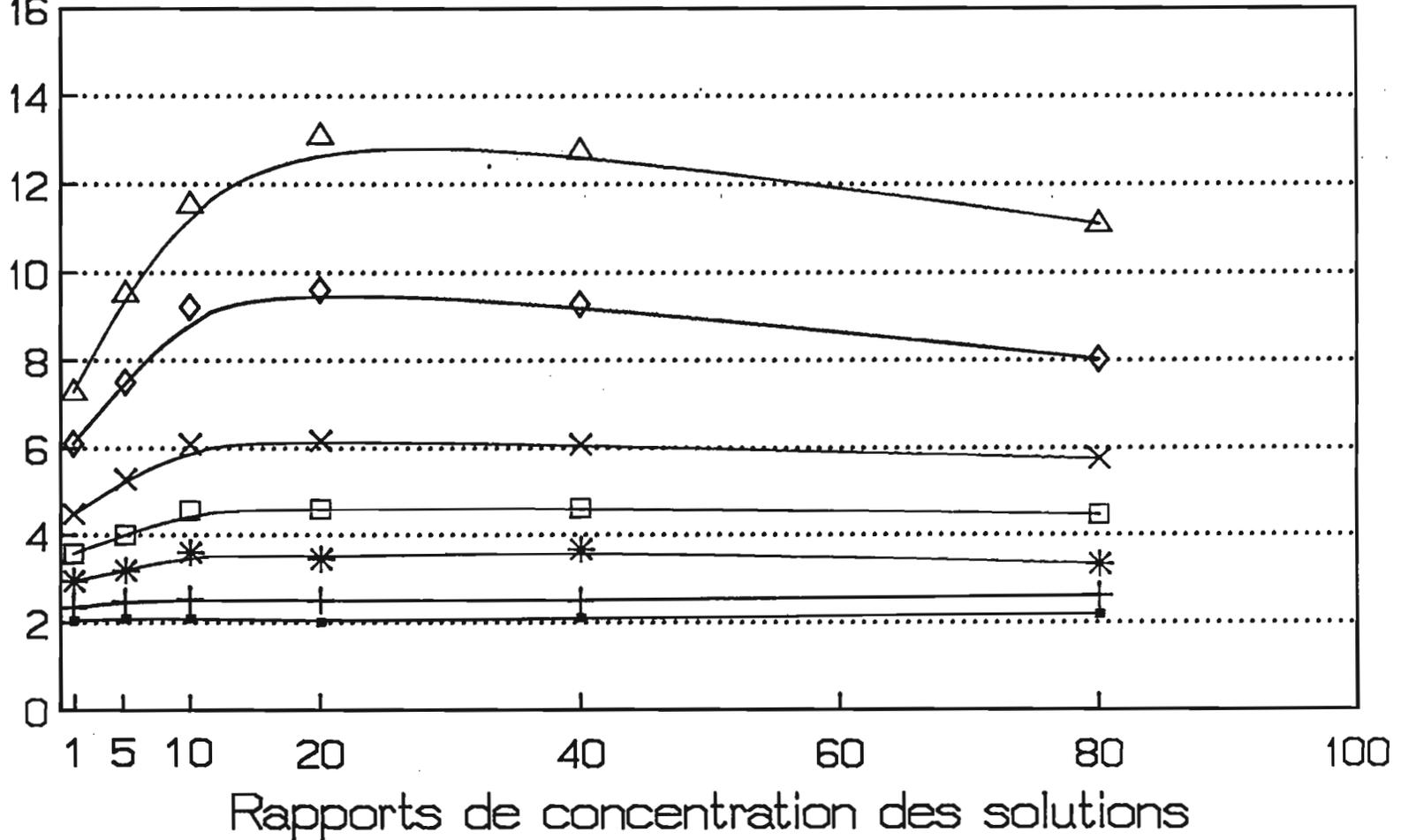
1.21 INFLUENCE DE LA CONCENTRATION DES SOLUTIONS NUTRITIVES SUR LES GAINS DE RACINES PRIMAIRES ET DE FEUILLES ENTRE LES 1er ET 132eme JOUR



Mise en place et fin de l'expérience les 17/5/89 et 25/9/89

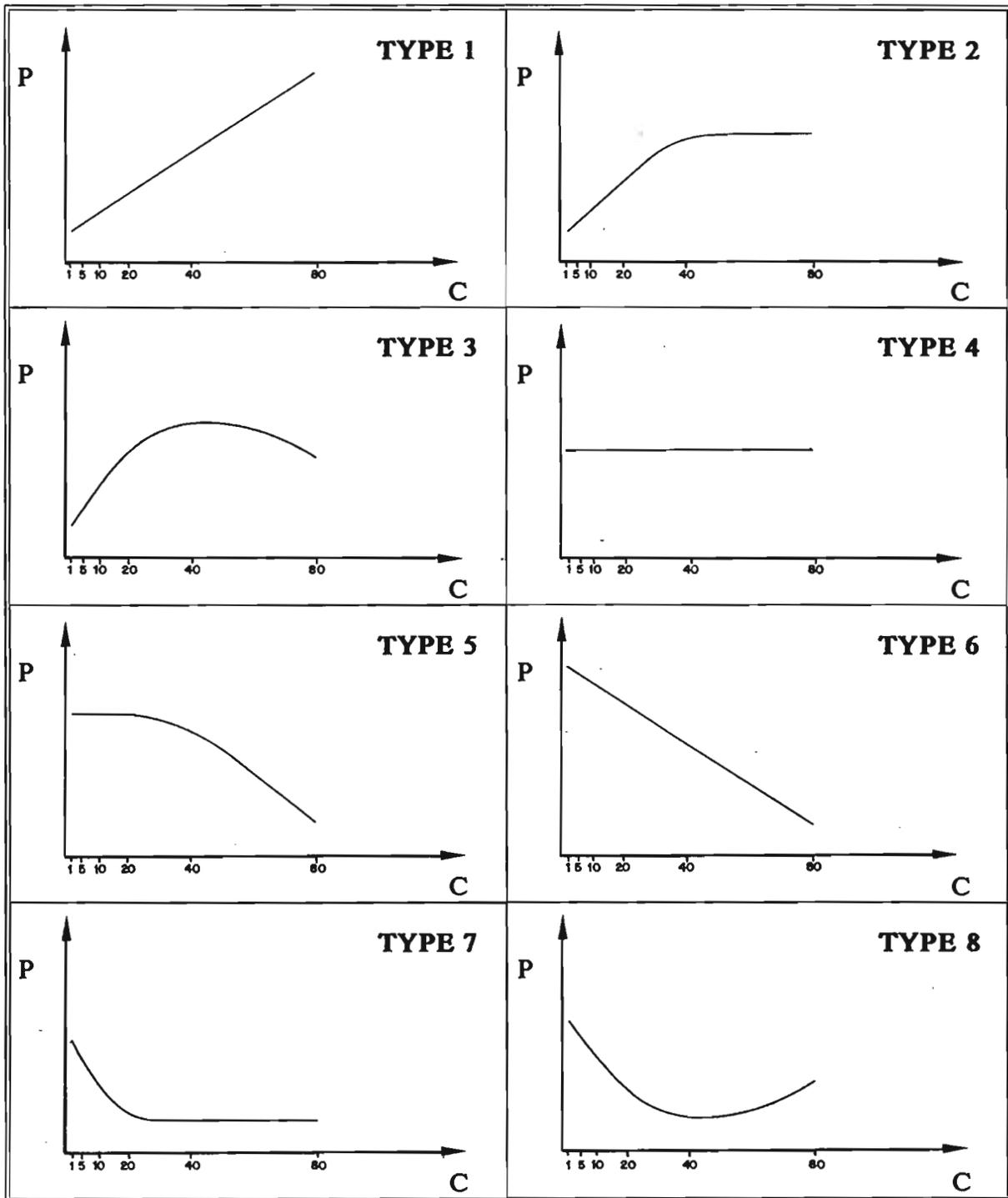
1.22 INFLUENCE DE LA CONCENTRATION DES SOLUTIONS NUTRITIVES SUR L'EVAPOTRANSPIRATION MOYENNE DU COCOTIER SUR VASE DE VEGETATION

Evapotranspiration horaire moyenne (ml/h)



—●— ETPhm(1,17) —+— ETPhm(17,34) —*— ETPhm(34,55) —□— ETPhm(55,71)
 —×— ETPhm(71,87) —◇— ETPhm(87,108) —△— ETPhm(108,125)

Mise en place et fin de l'expérience les 17/5/89 et 25/9/89



1.23.- TYPOLOGIE DES FORMES PROBABLES DES COURBES REPRESENTATIVES DES EFFETS SUR UN PARAMETRE "P" DES 6 CONCENTRATIONS CROISSANTES "C" DE LA SOLUTION DE REFERENCE

**T.1.8.- CLASSEMENT DES COURBES DE REPONSE REPRESENTATIVES DE L'INFLUENCE
DES CONCENTRATIONS CROISSANTES DE LA SOLUTION NUTRITIVE DE REFERENCE
EN FONCTION DE LA TYPOLOGIE DE LEUR FORMES**

Paramètres	N°s des types de courbe	Paramètres	N°s des types de courbe	Paramètres	N°s des types de courbe	Paramètres	N°s des types de courbe	Paramètres	N°s des types de courbe
DTh2	4	PF	2	TCaRac	4	PSiRac	4	Na/BasRac	5
ETPh2	4	PP	2	TMgRac	2	PNRac	2	Na/BasP	5
ETPh125	2	TSiTige	4	TNaRac	5	PPRac	4	Ca/BasF	6
DTh125	3	TNTige	1	TCiRac	2	PKRac	2	Ca/BasTige	8
PPf1	4	TPTige	8	TFeRac	4	PCaRac	4	Ca/BasRac	5
PPf132	2	TKTige	2	TCuRac	4	PMgRac	4	Ca/BasP	7
LP132	2	TCaTige	2	PSiTige	4	PNaRac	3	Mg/BasF	6
GPa(1,132)	2	TMgTige	2	PNTige	2	PCiRac	2	Mg/BasTige	6
GPr(1,132)	2	TNaTige	5	PPTige	4	PFeRac	4	Mg/BasRac	6
VT(120,132)	3	TCiTige	3	PKTige	2	PCuRac	4	Mg/BasP	6
NF1	4	TFeTige	4	PCaTige	2	PSiP	4	Mg/CaF	5
NF71	4	TCuTige	7	PMgTige	2	PNP	2	Mg/CaTige	5
NF132	3	TSiF	5	PNaTige	3	PPP	2	Mg/CaRac	4
GF(1,132)	3	TNF	2	PCiTige	3	PKP	2	Mg/CaP	5
NRac1	4	TPF	4	PFeTige	4	PCaP	2	BasF	2
NRac132	4	TKF	1	PCuTige	4	PMgP	2	PBasF	2
GRac(1,132)	2	TCaF	5	PSiF	2	PNaP	3	BasTige	2
ETPhm(1,17)	4	TMgF	6	PNF	2	PCiP	3	PBasTig	2
ETPhm(17,34)	4	TNaF	6	PPF	2	PFeP	4	BasRac	2
ETPhm(34,55)	2	TCiF	2	PKF	2	PCuP	4	PBasRac	2
ETPhm(55,71)	2	TFeF	4	PCaF	4	K/BasF	2	BasP	2
ETPhm(71,87)	2	TCuF	4	PMgF	4	K/BasTige	2	PBasP	2
ETPhm(87,108)	3	TSiRac	4	PNaF	5	K/BasRac	2		
ETPhm(108,125)	3	TNRac	1	PCiF	2	K/BasP	2		
PRac	5	TPRac	4	PFeF	2	Na/BasF	5		
PTige	2	TKRac	1	PCuF	2	Na/BasTige	5		

-(suite de la page 52) celles pour lesquelles l'évapotranspiration des pots -qui est très proche de la consommation réelle en eau des plantules- { le paramètre $ETPhm(108, 125)$ } croît avec l'augmentation de la concentration, situations que l'on considèrera comme favorables puisqu'elles vont dans le sens d'un fonctionnement plus intense et d'un développement plus rapide des plantules;

-celles, au contraire, pour lesquelles ce paramètre diminue lorsque la concentration de la solution augmente, situations que l'on considèrera comme défavorables aux plantules.

D'après les remarques faites plus haut, le passage de la zone des concentrations favorables à celle des concentrations trop fortes se situe entre les concentrations 3 et 5, sans doute au voisinage de la concentration 4.

Plaçons-nous successivement dans les deux cas.

En situation favorable, lorsque la concentration passe donc du niveau 1 au niveau 3, on observe simultanément:

-une augmentation de la masse totale de la plantule due, principalement, à celles des feuilles et des tiges, la masse des racines restant statistiquement stable;

-un augmentation générale des immobilisations totales en nutriments (seules les immobilisations en silice, fer et cuivre demeurent stables). Cependant, cette augmentation des immobilisations est due à celle de la biomasse, en totalité pour le phosphore, en partie, pour le calcium, le magnésium et le sodium. En effet : la teneur en phosphore diminue dans les tiges et demeure stable dans les feuilles et les racines; celles du calcium, du magnésium et du sodium diminuent dans les feuilles; celle du sodium diminue également dans les racines et reste stable dans les tiges; celle enfin du calcium reste stable dans les racines;

-une modification des équilibres entre cations. Leurs teneurs étant exprimées en $m\acute{e}q\%$, on constate ainsi que le rapport " $K/Bases^1$ " augmente dans tous les organes avec les concentrations croissantes, tandis que le rapport " $Mg/Bases$ " diminue et que les rapports " $Ca/Bases$ " et " $Na/Bases$ " présentent un pallier et/ou diminuent. Le rapport " Mg/Ca " pour sa part, reste stable dans cette gamme de concentrations.

En situation défavorable, lorsque la concentration de la solution nutritive passe du niveau 4 au niveau 6, on observe par contre :

-un pallier (on observerait facilement une très faible diminution avec un seuil de probabilité inférieur à 95 %) sur la masse totale de la plantule. Ce pallier se retrouve, plus accentué, sur la masse des tiges et sur celle des feuilles. A l'inverse, la masse des racines diminue significativement avec les solutions 5 et 6;

h

-un pallier sur les immobilisations en azote, phosphore, potassium, calcium et magnésium;

-une diminution, par contre, des immobilisations en sodium et en chlore;

-une modification de l'évolution générale précédente des équilibres entre cations. Les rapports " $K/Bases$ " et " $Ca/Bases$ " présentent un pallier sur tous les organes, tandis que les rapports " $Na/Bases$ " et " $Mg/Bases$ " diminuent, les teneurs et les immobilisations en bases atteignant, elles, un pallier.

¹Le terme de "Bases" représente la somme des teneurs, exprimées en $m\acute{e}q/plant$, des cations K, Ca, Mg et Na.

Finalemment, en schématisant et pour des conditions expérimentales proches de celles dans lesquelles on s'était placé, la concentration la plus favorable au développement des plantules de cocotier - la concentration 4- apparaît comme celle à partir de laquelle on observerait, si on l'augmentait encore :

1°/- un pallier sur la masse des plantules, mais une régression déjà au niveau de la masse racinaire;

2°/- un pallier sur les immobilisations totales en cations, mais une diminution des immobilisations en sodium;

3°/- un pallier sur les immobilisations en azote et phosphore, mais une diminution des immobilisations en chlore.

La quatrième concentration de la formule définie au paragraphe 51 (cf les tableaux 1.3 et 1.4) semblerait donc pouvoir constituer une bonne solution de départ pour de nouvelles recherches sur de meilleurs équilibres entre les nutriments en fonction de divers autres facteurs (âge des plantules, variétés, températures moyennes, etc...). Sans doute faudrait-il tenir compte du fait que le substrat n'est probablement pas inerte dans le système, fournissant certainement à la plante une partie du calcium, du magnésium et du sodium dont elle a besoin. Mais un tel substrat se trouve pratiquement sur tous les petits archipels du Pacifique Sud, au niveau des plages coralliennes, et présente donc un certain intérêt du point de vue technique. Une adaptation de la formule à d'autres substrats -un sable siliceux par exemple- devrait être de toute façon aisée à réaliser.

Comparaison des solutions nutritives de l'expérience avec celle de DUFOUR, QUENCEZ et SCHMITT (1978)

Pour leurs travaux sur les carences en oligo-éléments du palmier à huile et du cocotier, DUFOUR, QUENCEZ et SCHMITT ont utilisé une formule tirée des travaux de BULL et NIFOR. Le tableau 1.9 ci-dessous montre que cette formule est assez différente de celle du

Nutriments	Formule de DUFOUR et al. (en méq/l)	Formule de Nouméa (concentration 6, en méq/l)
NO ₃ ⁻	10	6,507
H ₂ PO ₄ ⁻ / HPO ₄ ⁻	1,33	1,116
Cl ⁻	0,5	4,583
SO ₄ ⁻	1	Traces
Total anions	10,83	12,206
NH ₄ ⁺		3,029
K ⁺	2	6,349
Ca ⁺⁺	6	0,575
Mg ⁺⁺	1,5	1,356
Na ⁺	1,33	0,897
Total cations	10,83	12,206

T.1.9.- COMPARAISON DES SOLUTIONS NUTRITIVES DE DUFOUR ET AL. ET DU LABORATOIRE D'AGROPEDOLOGIE DE NOUMEA

Laboratoire d'Agropédologie de Nouméa, présentée à la concentration 6, plus proche de celle de DUFOUR et al. pour ce qui concerne les concentrations totales en anions et cations.

Ces formules sont proches en ce qui concerne leurs teneurs totales en azote, en phosphore, en magnésium et en sodium. Elles divergent complètement en ce qui concerne le chlore, le potassium et le calcium. Elles diffèrent également par les formes sous lesquelles est apporté l'azote, la forme nitrique seule étant préférée par DUFOUR et al. qui indiquent que le cocotier a une "croissance nettement supérieure en nutrition azotée purement nitrique".

Les résultats de la présente étude viennent de montrer, par ailleurs, qu'il est préférable d'utiliser une solution nutritive environ 4 fois moins concentrée.

La comparaison de ces résultats avec ceux des travaux de DUFOUR et al. est malheureusement difficile. Le poids sec moyen des plantules obtenus à Nouméa après 132 jours de culture sur vase de végétation était de 88,1 g avec la solution à la concentration 6, de 93,15 g avec la solution à la concentration 4 (ces deux valeurs n'étant pas significativement différentes pour mémoire). DUFOUR et al. indiquent, quant à eux, avoir obtenu un poids total sec -noix débourrée presque vide comprise sans doute- de 285 g après 7 mois (210 jours environ) sur vases de végétation. Pour ce qui concerne notre étude, le poids moyen sec d'un jeune cocotier mis en culture était, au moment de son installation sur vase de végétation, de 60 g sans sa noix débourrée, de 256,4 g avec (tige, feuilles, racines, coque et coprah déjà très évolué compris, travail réalisé sur un échantillon de 4 plants constitué sur des plants sélectionnés en surnombre).

Comparaison des rapports entre nutriments dans les solutions nutritives, dans les noix avec et sans leur bourre et dans les plantules à la plantation et à la récolte.

La comparaison des rapports entre les principaux nutriments -N, P, K, Cl- dans la solution de DUFOUR et al. et dans celle de Nouméa¹, dans les noix avec et sans leur bourre² et dans les plantules à la plantation et à la récolte (cf le tableau 1.10 ci-contre), permet de faire les remarques complémentaires suivantes :

1°/- s'agissant des solutions nutritives, on retrouve au niveau de ces rapports les différences observées sur les teneurs, en particulier le fait que la solution de Nouméa est (relativement) beaucoup plus riche en potassium et en chlore que celle de DUFOUR et al., ce qui a pour effet notamment, de faire tomber les rapports N/K de 5 à 1,5 et N/Cl de 20 à 2,08 lorsque l'on passe de la solution de DUFOUR et al. à celle de Nouméa;

2°/- s'agissant des plantules au moment de leur plantation, tous leurs rapports sauf le rapport N/P sont inférieurs à ceux des noix débourrées. On peut donc en déduire une hiérarchie dans l'absorption relative³ des nutriments des noix par les jeunes plantules: cette hiérarchie peut se résumer ainsi: Cl>K>N>P;

¹Calcium, magnésium et sodium ont été mis à part à cause de la différence de nature des supports de culture: des billes de polystyrène expansé-comprimé pour les travaux de DUFOUR et al., du sable corallien coquillier pour ceux conduits à Nouméa.

²Ces rapports ont été établis à partir des résultats d'OUVRIER et OCHS déjà cités (cf tableau 1.2)

³L'absorption relative d'un nutriment est définie, ici, comme étant le rapport de la quantité de ce nutriment absorbée au stock initial du nutriment dans le milieu où s'est effectué l'absorption. Soient alors X et Y deux nutriments dans les rapports r1 et r2 dans deux situations dont la première peut être considérée comme la "situation source" de la seconde. Si l'on observe r1>r2 on peut en déduire que b>a, en d'autres termes que l'élément Y est absorbé relativement plus vite que l'élément X.

**T.1.10.- COMPARAISON DES RAPPORTS ENTRE NUTRIMENTS DANS LA SOLUTION NUTRITIVE ET
DANS LES PLANTULES AU MOMENT DE LEUR PLANTATION ET A LA RECOLTE**

Objets	Rapports entre les teneurs en azote, phosphore, potassium et chlore exprimées en méq%					
	N/P	N/K	N/Cl	P/K	P/Cl	K/Cl
Solution nutritive de DUFOUR et al.	7,52	5,00	20,00	0,67	2,66	4
Solution nutritive de Nouméa	5,70	1,50	2,08	0,26	0,37	1,39
Exportations par les noix (cf tableau 1.4)	5,77	1,50	2,08	0,26	0,36	1,38
Noix débourrées (coque + coprah)	4,97	4,54	14,96	0,91	3,01	3,30
Plantules lors de leur installation sur les vases	5,41	1,84	4,33	0,34	0,80	2,35
Plantules cultivées à la concentration 1	5,22	1,75	2,09	0,34	0,40	1,19
Plantules cultivées à la concentration 2	6,23	1,55	1,94	0,25	0,31	1,25
Plantules cultivées à la concentration 3	7,88	1,41	1,80	0,18	0,23	1,28
Plantules cultivées à la concentration 4	9,07	1,25	1,69	0,15	0,19	1,34
Plantules cultivées à la concentration 5	8,78	1,14	1,57	0,14	0,18	1,38
Plantules cultivées à la concentration 6	9,30	1,19	1,98	0,13	0,21	1,66

3°/- la comparaison des rapports des solutions nutritives à ceux des noix débourrées, indique pour sa part, que les solutions sont relativement plus riches¹ que les noix en chlore qu'en potassium, en potassium qu'en azote et, finalement, en azote qu'en phosphore;

4°/- la comparaison des rapports des plantules au moment de leur installation à ceux des plantules après 132 jours de culture montre de son côté que, quelque soit la concentration de la solution nutritive considérée, l'absorption relative des 4 éléments étudiés se classe, par valeurs décroissantes dans l'ordre: Cl>K>N>P. Seule la concentration 1 semble avoir pour effet de favoriser l'absorption relative du phosphore par rapport à l'azote. On pourrait observer-là une influence des équilibres internes (entre nutriments) des solutions sur ceux des plantules;

5°/- enfin, l'augmentation de la concentration de la solution nutritive a pour effet de favoriser l'absorption:

- de l'azote par rapport à celle du phosphore,
- du potassium et du chlore par rapport à celle de l'azote,
- du potassium par rapport à celle du chlore.

Le classement de l'absorption relative de ces 4 éléments en fonction de l'augmentation de la concentration serait donc le suivant: K>Cl>N>P.

L'interprétation à donner à ces observations est délicate. On ne dispose, en effet, d'aucune référence concernant l'évolution dans le temps des réserves totales en nutriments chez le cocotier en conditions de grande fertilité. D'autre part, l'expérimentation n'a duré que quatre mois et demi et il est vraisemblable que les équilibres minéraux internes des plantules auraient continué à évoluer avec le temps.

On notera seulement les très fortes capacités d'absorption du potassium et du chlore par le cocotier, faits connus depuis longtemps (cf notamment, au sujet du chlore, l'article d'OLLAGNIER et OCHS en 1971).

Hypothèse sur une possibilité, pour de jeunes cocotiers en plein champ, de subir des concentrations ioniques (salinités) excessives après fertilisation.

La concentration ionique de la quatrième solution -3,05 méq/l- qui apparaît, dans les conditions expérimentales de l'étude, comme la plus favorable au développement des plantules de cocotier, pourrait très facilement être dépassée en plein champ lors de l'application de certaines fumures sur certains sols.

En effet, on peut trouver dans la littérature des conseils de fumure, comme ceux utilisés ci-dessous pour le raisonnement, susceptibles, lors de la mise en solution des engrais, d'engendrer au niveau du sol des solutions ayant des concentrations ioniques très supérieures au seuil de 3 méq/l. En faisant l'hypothèse qu'aucune rétrogradation ne se produise et, par suite, que tous les nutriments solubilisés se retrouvent dans la solution du sol, le raisonnement suivant peut être fait.

Soient successivement:

-S la surface d'application de l'engrais, en mètre carré, surface qui est souvent le "rond" défini autour du stipe à l'aplomb du feuillage,

¹La notion de richesse relative est calquée sur celle d'absorption relative.

- M₁, M₂, M₃, etc..., les masses ioniques des anions ou des cations des sels solubles des engrais en milliéquivalent,
- M_T, la masse ionique totale des anions -ou des cations- en questions,
- H₁, H₂, etc..., les hauteurs en mètre des horizons prospectés par les racines du cocotier,
- pF₁₁ et pF₁₂, les pF 2,5 et 4,2 du premier horizon en %,
- pF₂₁ et pF₂₂, les pF 2,5 et 4,2 du second horizon, etc...,
- D₁, D₂, etc..., les densités apparentes du sol sec.

La réserve en eau R_{i1} à pF_{2,5} à la disposition immédiate du cocotier à l'aplomb de la surface d'application des engrais (de la surface du sol au niveau inférieur du ième horizon) est alors donnée -en litre- par la formule:

$$R_{i1} = 10 * S * \sum_i (H_i * D_i * pF_{1i})$$

De la même façon la réserve en eau R_{i2} à pF_{4,2} à la disposition du cocotier est donnée par:

$$R_{i2} = 10 * S * \sum_i (H_i * D_i * pF_{2i})$$

Faisons alors l'hypothèse que les conditions pluviométriques soient telles après l'application des engrais que, d'une part ceux-ci aient été complètement dissous, d'autre part qu'elles aient mis les horizons prospectés par les racines à la capacité au champ. On peut alors calculer les deux concentrations ioniques suivantes:

1°/- à la fin de l'humectation des horizons, la concentration ionique à pF_{2,5} (considéré ici comme le pF de la capacité au champ):

$$T_{i1} = M_T / R_{i1}$$

2°/- après dessiccation des horizons au voisinage du point de flétrissement, la concentration ionique à pF_{4,2}:

$$T_{i2} = M_T / R_{i2}$$

(lorsque les horizons en question parviennent au point de flétrissement, la masse ionique M_T peut, bien sûr, être légèrement plus faible qu'au départ du fait de l'absorption racinaire. On pourrait à ce sujet faire des hypothèses sur l'évapotranspiration réelle de la cocoteraie et sur les capacités d'absorption journalière des plantules. Cela ne changerait rien au fond du raisonnement).

Paramètres	Profil IRH 25	Profil IRH 32
H ₁ (m)	0,05	0,13
D ₁	1	1,1
pF ₁₁ %	63,4	32,7
pF ₁₂ %	42,8	21,6
R ₁₁ (l)	31,7	46,8
R ₁₂ (l)	21,4	30,9
H ₂ (m)	0,10	0,07
D ₂	1	1,1
pF ₂₁ %	58,9	14,6
pF ₂₂ %	39,6	5,2
R ₂₁ (l)	58,9	11,2
R ₂₂ (l)	39,6	4,0
R ₁₁ + R ₂₁ (l)	90,6	58,0
R ₁₂ + R ₂₂ (l)	61,0	34,9
H ₃ (m)	0,35	0,60
D ₃	1,1	1,2
pF ₁₃ %	67,6	5,3
pF ₂₃ %	34,0	2,8
R ₃₁ (l)	260,3	38,2
R ₃₂ (l)	130,9	20,2
R ₁₁ + R ₂₁ + R ₃₁ (l)	350,9	96,2
R ₁₂ + R ₂₂ + R ₃₂ (l)	191,9	55,1

**T.1.11.- RESERVES EN EAU DES PROFILS IRH 25 ET IRH 32
POUR UNE SURFACE AU SOL DE 1 M²**

Ces estimations doivent permettre de vérifier si l'on peut se trouver, comme dans les deux exemples théoriques donnés ci-dessous, avec des concentrations ioniques supérieures au seuil de 3 méq/l.

Si l'on se place dans les conditions des profils IRH 25 et IRH 32 observés sur l'île d'Ouvéa (cf le tableau 1.11 ci-contre, établi à partir des données de l'enquête pédologique présentée dans la deuxième partie de ce rapport), et si l'on applique la fumure par plant suivante, recommandée l'année de l'installation d'une nouvelle cocoteraie,

- 200 g d'ammonitrate,
- 400 g de chlorure de potassium,
- 200 g de Kiésérite,

apportant au total 10.757 méq de cations (ou d'anions) par plant, on trouve, avec les formules précédentes, les concentrations ioniques suivantes (cf les tableaux 1.12 et 1.13 ci-dessous):

Horizons concernés	Concentrations ioniques (en méq/l) en fonction des pF et des diamètres des "ronds" (en mètre)					
	pF2,5			pF4,2		
	Ø = 1	Ø = 2	Ø = 3	Ø = 1	Ø = 2	Ø = 3
1	432	108	48	640	160	71
2	151	38	17	225	56	25
3	39	10	4	71	18	10

T.1.12.- CONCENTRATIONS IONIQUES SUSCEPTIBLES D'ETRE OBSERVEES DANS LES HORIZONS DU PROFIL IRH 25 SUR SOL FERRALLITIQUE ALLITIQUE

Horizons concernés	Concentrations ioniques (en méq/l) en fonction des pF et des diamètres des "ronds" (en mètre)					
	pF2,5			pF4,2		
	Ø = 1	Ø = 2	Ø = 3	Ø = 1	Ø = 2	Ø = 3
1	292	73	33	443	111	49
2	236	59	26	392	98	44
3	142	36	16	249	62	28

T.1.12.- CONCENTRATIONS IONIQUES SUSCEPTIBLES D'ETRE OBSERVEES DANS LES HORIZONS DU PROFIL IRH 32 SUR RENZINE MODALE

Comme on peut le constater, cette fumure doit -pour les surfaces d'épandage choisies- certainement mettre les jeunes plants de cocotier dans des conditions qui ne sont pas des plus favorables à leur nutrition minérale, du moins tant que la majeure partie des sels en question n'a pas été entraînée par lixiviation hors des limites du profil cultural. Epandre les engrais sur des surfaces plus grandes ne se justifierait pas cependant en première année de plantation: les nutriments seraient en partie hors de portée des racines. Fractionner les apports d'engrais s'impose alors tout autant à cause des modalités de fonctionnement de la plante qu'à cause des

risques de pertes par lixiviation.

Par suite, ces résultats, même s'ils sont contestables quant à leurs niveaux, conduisent à penser que les modalités de fertilisation des cocoteraies devraient - tout en se fondant sur les résultats du diagnostic foliaire- être réexaminées à la lumière d'une meilleure connaissance du comportement de la plante face à la concentration ionique des solutions du sol. Etudier ces dernières et leur évolution en fonction des conditions de sol, de climat et de nutrition de la plante est un impératif pour l'avenir.

6.- INFLUENCE DU VOLUME DES POTS SUR LE DEVELOPPEMENT DES PLANTULES.

6.1.- Objectifs visés

Le développement des plantules est influencé, on le conçoit aisément, par le volume des pots lorsque la masse de nutriments en dépend directement. Dans ces conditions, des relations doivent exister entre les paramètres de ce développement et les réserves en ces nutriments accessibles aux racines, réserves que l'on qualifiera d'assimilables. On peut imaginer, en particulier, qu'une fonction décroissante, de type exponentiel, puisse caractériser, au temps t , les immobilisations QEP_t de la plante en un nutriment E, en fonction de la masse de sol PS des pots et de la teneur initiale TES du sol en E assimilable. Dans ces conditions on écrira:

$$QEP_t = f(PS, TES, t)$$

Dans ces conditions également, si TES est constante, on peut imaginer que $Q'EP_t$, dérivée de QEP_t , tende vers une limite $Q'EP_{0t}$, représentative de la teneur maximale en E assimilable au temps t de l'observation, lorsque PS tend vers 0.

L'hypothèse que se propose de vérifier l'étude est que, quelque soit t , toutes les courbes représentatives de QEP_t devraient avoir la même tangente à l'origine :

$$Q'EP_{0t} = TE_{max} = \text{constante}$$

S'il en était ainsi, on disposerait alors d'une méthode de référence pour apprécier la validité des techniques d'analyse de sol censées fournir des estimations des teneurs en nutriments assimilables.

L'étude avait un second objectif: avoir un ordre de grandeur du temps nécessaire aux plantules de cocotier pour se trouver en conditions limitantes à cause du volume de sol, ceci dans le cas d'une culture sans apport de nutriments et sur un sol ferrallitique allitique traditionnellement dévolu aux cocoteraies sur l'île d'Ouvéa.

6.2.- Protocole expérimental

Sept volumes de pots et deux durées de végétation furent donc choisis dans le but de

vérifier cette hypothèse et d'apporter cette précision. On se reportera au tableau 1.1 pour ce qui est des dimensions des pots. S'agissant de la durée de végétation, la première récolte devrait avoir lieu lorsque l'on serait sûr, grâce au suivi de l'évapotranspiration, que le facteur volume commencerait à avoir une influence hautement significative sur ce paramètre entre les volumes 5 et 7. La seconde récolte devrait avoir lieu 2 mois après la première.

L'expérience serait organisée comme un essai factoriel en blocs aléatoires complets à 3 répétitions et deux facteurs fixes de variations, le facteur "volume du pot" à 7 niveaux et le facteur "durée de la végétation" à 2 niveaux. Chaque traitement élémentaire (parcelle) serait représenté par 2 pots. Toutefois, l'expérience devrait être exploitée comme un ensemble de deux essais en blocs complets aléatoires simples, indépendants, chacun à 3 répétitions et 1 facteur fixe à 7 niveaux avec toujours deux pots par parcelle, ceci afin de donner le même poids à toutes les observations qui seraient effectuées tout au long de l'étude sur chacun des deux essais. D'autre part, un resserrement des pots du second essai serait opéré à l'issue du démontage du premier. L'imbrication des deux essais devait avoir naturellement comme raison d'être de les placer le plus rigoureusement possible dans les mêmes conditions pendant la durée de l'expérience.

Le sol serait donc un sol ferrallitique allitique repéré lors de la mission d'enquête effectuée sur Ouvéa.

La variété serait à nouveau le "grand cocotier d'Ouvéa".

Les observations réalisées seraient les suivantes:

-au moment de la préparation du sol:

-l'analyse d'un échantillon moyen réalisé à partir d'une prise effectuée sur chaque bloc;

-lors de la mise en place de l'expérimentation:

-le poids frais des plantules séparées de leur noix,
 -leurs nombres de racines primaires et de feuilles,
 -sur 12 plantules sélectionnées, leurs nombres de feuilles et de racines primaires, leur poids frais, leurs poids de feuilles, de tige et de racines sèches, puis les teneurs en nutriments de ces organes;

-en cours de végétation:

-l'évapotranspiration et
 -le nombre de feuilles;

-à la récolte:

-la hauteur des plantules,
 -leurs nombres de feuilles et de racines primaires,
 -leur poids frais,
 -les poids de matière sèche des tige et feuilles (regroupées) et des racines,
 -les teneurs en Si, N, P, K, Ca, Mg, Na, Cl, Mn, Fe, Cu, des tige et feuilles d'une part, des racines d'autre part,
 -les principales caractéristiques physiques et chimiques du sol,
 -la conductivité et le pH des percolats et leur analyse minérale si nécessaire.

6.3.- Conduite de l'étude

Le lancement de l'étude commença par la récolte des noix à Ouvéa fin décembre 89. Le 5 janvier 1990, 550 noix débouffées étaient mises à germer selon les dispositions décrites au paragraphe 4.

Les masses de sol utilisées furent les suivantes:

Volumes n ^{os}	Capacités en ml	Poids de terre en g
1	820	770
2	1453	1130
3	2086	1150
4	3017	2070
5	4675	3260
6	6799	4600
7	8941	6390

Comme on peut le remarquer, la densité apparente du sol est toujours inférieure à 1. Il s'agit, en effet, d'un sol particulièrement peu dense, mais à la structure extrêmement fragile

L'expérimentation fut installée le 4 avril suivant, après que l'on eut opéré un très forte sélection sur les plantules. Deux séries supplémentaires de 7 pots de volumes croissants avaient été prévues en cas de problèmes pour des remplacements. Les plantules de ces pots furent suivies exactement de la même façon que les autres. Cette précaution joua son rôle 3 fois.

Comme la précédente, l'expérimentation subit un début d'attaque de la part d'*Aspidiotus destructor*, attaque aussitôt maîtrisée par du métasystoate.

La première récolte eu lieu le 19 septembre 1990, la seconde le 28 novembre 1990, après, respectivement, 168 et 238 jours de végétation.

64.- Résultats et discussions

Les observations effectuées et les variables de base et dérivées qui en ont été tirées figurent à l'annexe 1.2. Au 15 mars cependant, seule une partie des résultats des analyses de sol et végétales est disponible. La présentation des résultats sera donc limitée à l'évapotranspiration et aux variables morphologiques, afin de donner quand même une idée de l'intérêt de l'étude qui fera l'objet d'un rapport complémentaire dès que l'ensemble des résultats analytiques sera disponible. Un récapitulatif des résultats essentiels des analyses de variance des variables retenues est présenté dans les tableaux 1.15.1 et 1.15.2 ci-après.

Le tableau 1.14 ci-contre fournit des indications sur l'état des principales caractéristiques physiques et chimiques du sol ferrallitique allitique étudié. Comme on peut s'en rendre compte, il s'agit d'un sol très riche en oxydes d'aluminium et de fer, très pauvre en silice et en silicates (la majeure partie des particules fines est constituée d'oxydes d'aluminium et de fer). Sur le plan chimique, on peut noter

-ses teneurs élevées en

- matière organique, principale responsable d'un bonne capacité d'échange en cations,
- phosphore total et assimilable Olsen-Dabin, habituelles sur ce type de sol sur atoll soulevé,

Caractéristiques	Unités	Niveaux
Argile	%	50,5
Limon fin	%	42,6
Limon grossier	%	4,8
Sable fin	%	1,5
Sable grossier	%	0,1
pF 2,5	%	59,5
pF 3,0	%	53,5
pF 4,2	%	41,1
pHEau	-	7,4
pHKCl	-	6,9
Carbone total	mg/g	103,9
Azote total	mg/g	9,15
Calcium échangeable	még%	26,92
Magnésium échangeable	még%	5,74
Potassium échangeable	még%	0,36
Sodium échangeable	még%	0,12
Somme des cations	még%	33,14
Capacité d'échange	még%	27,70
Calcium bases totales	még%	73,37
Magnésium bases totales	még%	20,98
Potassium bases totales	még%	0,81
Sodium bases totales	még%	0,43
Somme des bases totales	még%	96,09
Phosphore total	mg/g	7,04
Phosphore assimilable O.	mg/g	0,226
Carbonate total	%	0,80
SiO ₂ totale	%	1,70
Fe ₂ O ₃ total	%	20,89
Al ₂ O ₃ total	%	35,15
MnO ₂ total	%	0,45
TiO ₂	%	1,19
Cr ₂ O ₃	%	0,08
CaO	%	2,04
MgO	%	0,44
K ₂ O	%	0,04
Na ₂ O	%	0,01
Perte au feu	%	36,79

**T.1.14.- SOL FERRALLITIQUE ALLITIQUE ETUDIE:
CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES**

**T.1.15.1.- RECAPITULATIF DES RESULTATS DES ANALYSES DE VARIANCE DE L'ETUDE
DE L'INFLUENCE DU VOLUME DES POTS (ESSAI 3.1)**

Paramètres	Unités	Moyennes générales	CV%	Probabilités des facteurs contrôlés		Effets des volumes croissants							Classements
				Bloc	Volume	1	2	3	4	5	6	7	
NF1	nbre	4,405	7,70	0,8083	0,7139	4,667	4,333	4,000	4,333	4,333	4,667	4,500	
NRac1	nbre	10,167	10,54	0,6794	0,4096	10,333	11,000	9,667	10,500	9,333	10,333	10,000	
PPf1	g/plant	302,445	4,67	1,0000	0,6094	305,633	310,000	305,417	304,950	309,383	286,617	294,317	
NF167	nbre	7,548	6,49	0,4192	0,1543	7,500	7,883	7,333	7,333	7,667	7,500	7,667	
NRac168	nbre	15,024	6,84	0,8488	0,9805	13,167	15,167	14,167	14,500	15,333	16,500	16,333	6=7=5=2>4=3=1
PPf168	g/plant	492,531	8,44	0,9981	0,9988	361,717	492,650	489,417	476,867	571,783	484,933	570,350	5=7>2=3=6=4>1
Gf(1, 167)	nbre	3,143	14,03	0,0001	0,5637	2,833	3,500	3,333	3,000	3,333	2,833	3,167	
GRac(1, 168)	nbre	4,857	25,87	0,9395	0,9652	2,833	4,167	4,500	4,000	6,000	6,167	6,333	7=6=5=3=2>4=1
GPfa(1, 168)	g/plant	190,086	21,18	0,7793	0,9992	56,083	181,850	184,000	171,917	262,400	198,317	276,033	7=5>6=3=2=4>1
GPfr(1, 168)	%	64,059	18,57	0,9898	0,9996	21,111	59,794	60,738	56,168	85,232	71,008	94,362	7=5>6=3=2=4>1
PTF168	g/plant	75,381	8,85	0,9925	0,9988	56,283	73,133	74,000	72,983	91,617	72,983	86,667	5=7>3=2=6=4>1
PRac168	g/plant	27,305	8,26	0,9999	0,9904	21,317	29,917	28,333	26,833	29,417	26,900	28,417	2=5=7=3=6=4>1
PP168	g/plant	102,686	8,40	0,9985	0,9981	77,600	103,050	102,333	99,817	121,103	99,883	115,083	5=7>2=3=6=4>1
ETPh168	ml/h	12,688	16,00	0,7087	0,9996	6,723	9,615	11,907	11,225	15,303	15,580	18,461	7=6=5>3=4=2>1
ETPhm(117, 126)	ml/h	7,660	16,84	0,8632	0,9899	4,868	6,938	6,908	7,359	9,426	9,249	8,870	5=6=7=4>2=3=1
ETPhm(126,138)	ml/h	8,842	17,32	0,8034	0,9935	5,068	8,074	8,815	8,003	10,721	10,231	10,958	7=5=6=3>2=4>1
ETPhm(138, 147)	ml/h	10,519	15,50	0,9009	0,9992	5,557	9,134	9,967	9,210	12,957	12,744	14,063	7=5=6>3=4=2>1
ETPhm(147, 156)	ml/h	10,629	15,13	0,9058	0,9994	5,849	8,794	9,770	9,746	13,008	12,302	14,933	7=5=6>3=4=2>1
ETPhm(156, 168)	ml/h	10,387	15,86	0,7657	0,9994	5,699	8,266	9,323	9,430	12,679	12,647	14,666	7=5=6>4=3=2>1

**T.1.15.2.- RECAPITULATIF DES RESULTATS DES ANALYSES DE VARIANCE DE L'ETUDE
DE L'INFLUENCE DU VOLUME DES POTS (ESSAI 3.2)**

Paramètres	Unités	Moyennes générales	CV%	Probabilités des facteurs contrôlés		Effets des volumes croissants							Classements
				Bloc	Volume	1	2	3	4	5	6	7	
NF1	nbre	4,619	6,10	0,8683	0,0507	4,500	4,667	4,667	4,667	4,500	4,667	4,667	
NRac1	nbre	10,905	9,06	0,9291	0,8535	11,000	9,833	10,333	11,333	11,000	12,333	10,500	
PPf1	g/plant	308,688	3,35	1,0000	0,9153	320,500	297,850	313,650	314,483	313,250	300,100	300,983	
NF167	nbre	7,667	5,48	0,8769	0,9182	7,000	7,333	7,667	7,667	8,000	8,000	8,000	
GF(1, 167)	nbre	3,048	18,20	0,3787	0,6833	2,500	2,667	3,000	3,000	3,500	3,333	3,333	
NF238	nbre	6,857	7,03	0,3544	0,9988	5,667	6,333	6,333	6,833	7,167	7,667	8,000	7=6>5>4=3=2>1
GF(1, 238)	nbre	2,238	19,09	0,4556	0,9994	1,167	1,667	1,667	2,167	2,667	3,000	3,333	7=6=5>4=3=2>1
NRac238	nbre	17,833	11,05	0,8445	0,9956	15,333	13,500	17,333	17,833	19,167	21,833	19,833	6=7=5>4=3=1>2
GRac(1, 238)	nbre	6,929	26,57	0,9494	0,9883	4,333	3,667	7,000	6,500	8,167	9,500	9,333	6=7=5=3=4>1=2
PPf238	g/plant	744,138	6,38	0,9993	1,0000	512,783	564,167	652,933	686,250	833,900	924,000	1034,933	7>6>5>4=3>2=1
GPfa(1, 238)	g/plant	435,450	10,43	0,9191	1,0000	192,283	266,317	339,283	371,767	520,650	623,900	733,950	7>6>5>4=3>2=1
GPfr(1, 238)	%	144,147	12,10	0,9964	1,0000	62,141	90,354	109,494	119,644	166,527	210,996	249,874	7>6>5>4=3=2>1
PTF238	g/plant	108,650	9,48	0,9589	0,9999	76,883	85,017	97,900	96,383	125,517	131,150	147,700	7=6>5>3=4=2>1
PRac238	g/plant	52,288	7,01	0,9999	1,0000	36,150	41,717	50,200	53,950	56,383	66,533	61,083	6=7>5=4=3>2=1
PP238	g/plant	160,938	7,45	0,9977	1,0000	113,033	126,733	148,100	150,333	181,900	197,683	208,783	7=6>5>4=3>2=1
ETPh238	ml/h	13,857	17,86	0,1521	1,0000	5,736	6,843	9,377	9,546	14,416	23,495	27,586	7=6>5>4=3=2=1
ETPhm(117, 126)	ml/h	8,103	12,22	0,9600	0,9897	5,826	7,325	7,656	8,470	9,242	9,211	8,990	5=6=7=4=3>2=1
ETPhm(126, 138)	ml/h	9,652	15,37	0,8073	0,9912	6,789	7,978	8,679	9,638	11,611	11,547	11,319	5=6=7=4>3=2=1
ETPhm(138, 147)	ml/h	11,565	14,17	0,8207	0,9991	7,432	8,732	10,179	11,507	14,208	14,390	14,504	7=6=5>4=3=2>1
ETPhm(147, 156)	ml/h	11,872	14,53	0,7648	0,9994	7,625	8,814	9,800	11,577	14,512	15,134	15,638	7=6=5>4=3=2>1
ETPhm(156, 168)	ml/h	11,546	14,13	0,8889	0,9998	6,815	8,215	9,799	10,913	13,875	15,367	15,839	7=6=5>4=3=2>1
ETPhm(168, 180)	ml/h	13,989	15,17	0,7538	0,9998	8,219	9,862	11,319	12,999	16,821	18,825	19,879	7=6=5>4=3=2>1
ETPhm(180, 191)	ml/h	14,895	12,90	0,8133	0,9999	8,477	10,359	12,066	13,616	17,626	19,546	22,574	7=6>5>4=3=2>1
ETPhm(191, 201)	ml/h	18,575	12,08	0,8688	1,0000	10,653	12,835	15,574	16,815	21,809	24,068	28,272	7>6=5>4=3=2>1
ETPhm(201, 210)	ml/h	16,136	12,41	0,4437	1,0000	8,817	10,889	13,131	13,996	18,813	23,026	24,281	7=6>5>4=3=2>1
ETPhm(210, 224)	ml/h	13,929	12,55	0,6449	1,0000	7,224	8,807	10,635	11,412	16,237	20,623	22,567	7=6>5>4=3=2>1
ETPhm(224, 238)	ml/h	16,995	13,51	0,6174	1,0000	8,717	10,204	13,201	14,168	19,447	24,744	28,481	7=6>5>4=3=2>1

- en calcium et magnésium échangeables et totaux,
- ses faibles teneurs en
- potassium échangeable et total.

Les cocoteraies installées sur de tels sols présentent d'ailleurs, d'après MANCIOT (1979), une déficience générale en potassium.

6.4.1.- Evolution de l'évapotranspiration horaire réelle (ETR)

Le graphique 1.26 ci-après montre l'évolution, en fonction du volume de sol et du temps, de l'évapotranspiration réelle entre le 117ème et le 168ème jour sur le premier essai. L'ETR augmente progressivement avec le temps, l'influence du volume de sol devenant de plus en plus nette. Ceci se retrouve sur le tableau 1.15.1 au niveau de l'évolution tant de la probabilité de l'effet volume que du classement de l'ETR en fonction du volume. La décision de procéder à la récolte du premier essai fut d'ailleurs prise lorsqu'on observa 2 fois de suite -les 161ème, et 166ème jours- un classement logique aux niveaux des ETR sur les volumes 5, 6 et 7, classement que l'on retrouve encore au 168ème jour (cf le paramètre ETPh168 sur le tableau 1.15.1).

Les mêmes observations peuvent être faites sur les données de l'ETR du second essai.

A nouveau, ce paramètre apparaît donc comme particulièrement sensible à l'influence de facteurs de variations contrôlés susceptibles d'agir sur le fonctionnement et le développement des plantules de cocotier.

6.4.2.- Evolution du poids des plantules, de leurs tiges et feuilles et de leurs racines

Le poids de matière sèche des plantules (paramètre PP des tableaux 1.15) était de 52,7 g en moyenne au moment de leur installation sur les vases de végétation. Il est en moyenne de 102,7 g après 168 jours de culture et de 160,9 g après 238 jours.

La comparaison, à ces deux stades de développement, de l'influence du volume de sol montre que ce facteur, qui influence de façon hautement à très hautement significative les poids de matière sèche des tiges et feuilles -PTF-, des racines -PRac- et totaux -PP-, est devenu nettement limitant dans l'intervalle pour le développement des plantules, ces trois paramètres augmentant régulièrement avec le volume au 238ème jour. L'allure générale des courbes représentatives des variations en fonction du volume de sol des paramètres PTF168, PRac168 et PP168 (graphique 1.27 ci-après) met d'ailleurs en évidence une réaction encore assez peu sensible des plantules au 168ème jour: celles-ci ne sont influencées que par les premiers volumes. Les photos 1.24 et 1.25 ci-contre illustrent ces remarques. Celles-ci, rapprochées de celle faite ci-dessus au sujet de l'ETR, confirme l'intérêt de ce dernier paramètre comme indicateur précoce de l'influence d'un facteur de variation sur le développement des jeunes plantules.

Assez curieusement, on peut observer également que l'influence du volume est plus forte sur les parties aériennes que sur les racines, bien que les coefficients de variation de leurs poids de matière sèche soient très voisins (respectivement 8,85 et 8,26% pour PTF168 et PRac168, et 9,48 et 7,01 pour PTF238 et PRac238). Ceci s'explique certainement par des différences de masses beaucoup plus importantes sur les premières que sur les secondes (cf les variations des niveaux de ces paramètres en fonction du volume sur les tableaux 1.15).

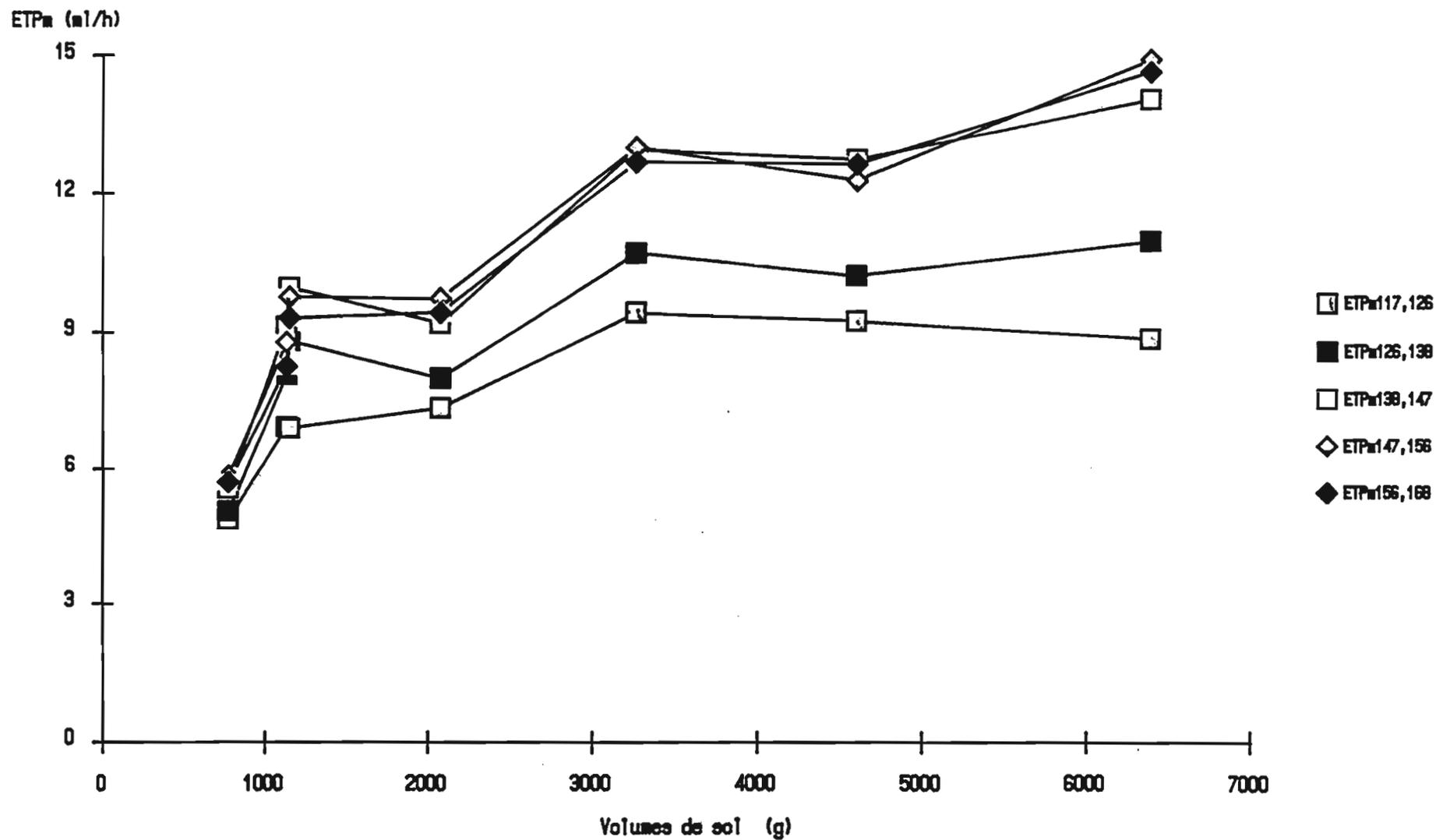


1.24.- Influence du volume de sol sur le développement général des plantules au 168eme jour: les volumes vont croissants de droite à gauche.



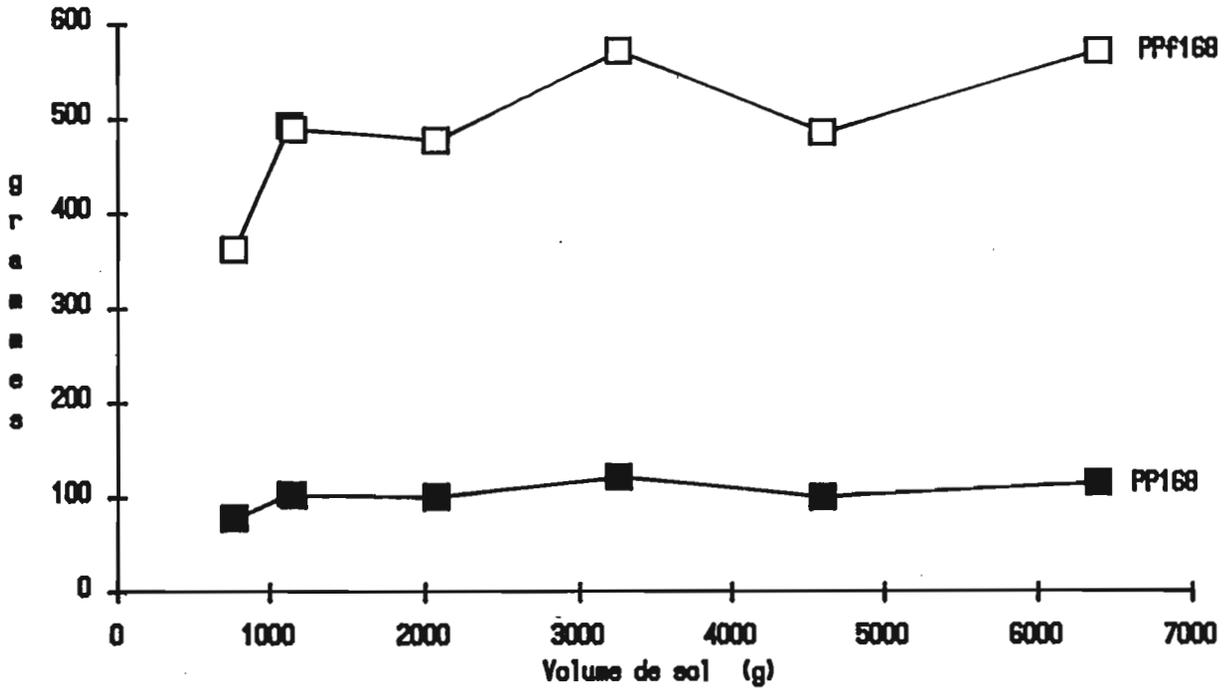
1.25.- Influence du volume de sol sur le développement général des plantules au 238eme jour: les volumes vont croissants de droite à gauche.

1.26 Evapotranspiration potentielle moyenne entre le i^{ème} et le j^{ème} jour de l'essai (ETP_m(i,j)) en fonction du volume de sol

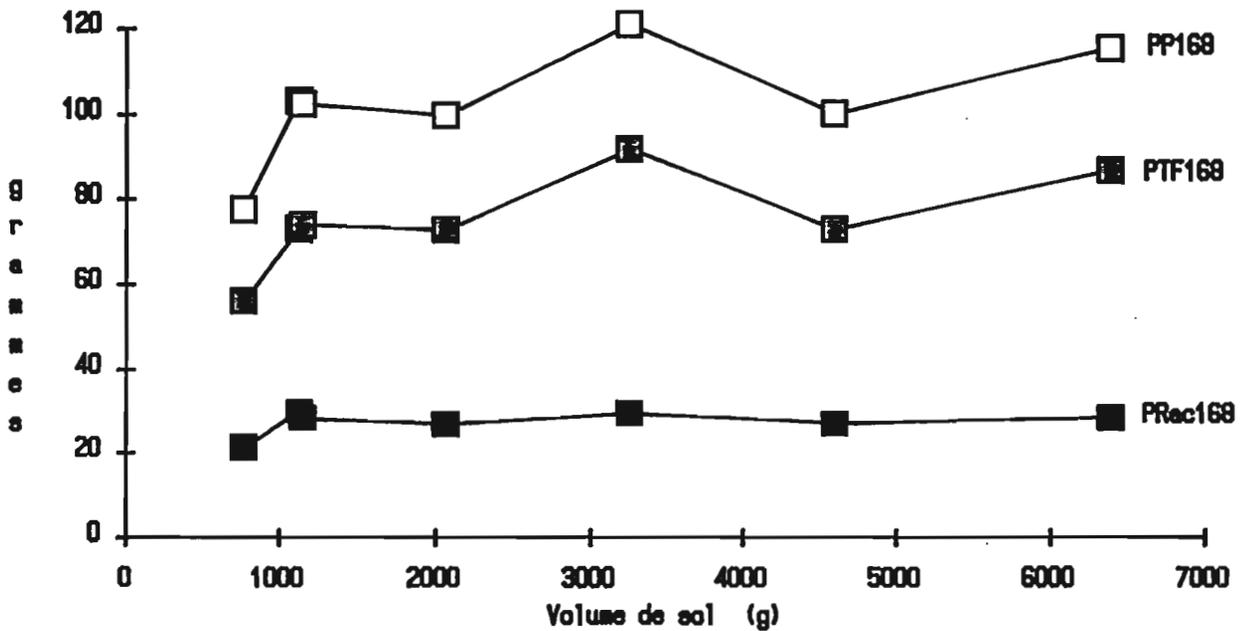


ESSAI COCOTIER N 3
(1^{ère} coupe)

1.27 Poids sec et poids frais des plants au 168ème jour



Poids sec des tiges et feuilles, des racines, et des plants au 168ème jour de l'essai



6.4.3.- Evolution des nombres de feuilles et de racines

Les nombres de feuilles Nf et de racines NRac sont étroitement dépendants de la taille des plantules. On retrouve donc sur eux l'influence générale du volume de sol sur la masse de ces organes. On remarquera, cependant:

1°/- s'agissant du nombre de feuilles, qu'il évolue très lentement entre le 1er et le 168eme jour, passant de 4,6 à 7,5 / 7,7 et qu'il reste stable, voire qu'il régresse, ensuite -6,9 feuilles au 238eme jour-. En effet, n'étaient prises en compte que les feuilles actives qui, en situation de carences minérales comme cela devait être le cas dans les conditions de l'étude, se développent en partie au dépend des anciennes, lesquelles s'étiolent et meurent;

2°/- s'agissant du nombre de racines, qu'il est plus sensible que le nombre de feuilles à l'influence du volume de sol: ce paramètre est influencé de façon significative au 168eme jour alors que le nombre de feuilles ne l'est pas encore (cf les paramètres NRac168 et NRac238 sur les tableaux 1.15 ci-dessus). On retrouve à ce niveau les remarques faites au § 6.4.2.

Pour caractériser l'influence d'un facteur contrôlé sur le développement des plantules de cocotier en cours d'essai, le nombre de feuilles émises n'est donc pas d'une grande utilité sur de courtes périodes.

7.- FONCTIONNEMENT DES TOILES D'IRRIGATION

L'alimentation en eau des plantes, à l'aide de toiles en tissu de verre plongeant dans une cuvette périphérique servant de réservoir d'eau ou de solution nutritive et venant s'appliquer à la surface du sol des pots, reprend, d'une certaine façon, le système d'irrigation par capillarité ascendante des "bacs Riviera". Ce dernier, testé en 1979/80, présentait pour nos recherches trois inconvénients majeurs:

1°/- les toiles fournies avec les bacs avaient de très faibles débits capillaires, qui apparaissaient rapidement insuffisants en regard des besoins en eau des plantes;

2°/- le système impliquait pour fonctionner que le sol étudié présente une capillarité capable de faire remonter jusqu'à la surface des pots l'eau arrivant à la base de la colonne de sol par la toile plongeant dans le réservoir inférieur. Or, la remontée capillaire de la plupart des sols devant être étudiés était très faible après leur préparation -de l'ordre de quelques centimètres-, du fait sans doute de la destruction de leurs tubes capillaires naturels lors du concassage-tamassage de la terre. Elle n'était acceptable qu'avec des sols à caractère limoneux: sols peu évolués d'apport alluvial, solonetz solodisés, sols ferrallitiques ferritiques;

2°/- le système avait aussi pour effet, lorsqu'il fonctionnait bien, d'engendrer,

-de très importantes remontées des produits solubles du sol (notamment des sels nutritifs des solutions, qui s'accumulaient alors en surface) et, par voie de conséquences,

-de très forts gradients de pH et de sels solubles à l'intérieur des pots.

La recherche de toiles imputrescibles à fort débit aboutit finalement à ces toiles en tissu de verre, celle des moyens d'éviter remontées salines et gradients à l'intérieur de la colonne de sol, au système décrit au paragraphe 2.

Deux problèmes demeuraient cependant: celui du réglage du débit des toiles et celui de leur capacité de transport horizontal. Des réponses à ces questions dépendraient en effet la possibilité de mettre en oeuvre le système sur des vases de végétation plus larges et pour des plantes aux besoins en eau beaucoup plus importants que ceux rencontrés jusque-là.

L'étude du fonctionnement des toiles, lancée en février 1990, comporta ainsi trois étapes:

-l'étude de l'influence sur le débit des toiles de la hauteur du seuil à franchir par l'eau d'irrigation par rapport, à la fois, au niveau de l'eau dans la cuvette d'irrigation et au niveau de la surface du sol dans le pot;

-l'étude de l'influence sur le débit des toiles de la hauteur de la colonne de sol, problème connexe du premier;

-l'étude du transport latéral de l'eau d'irrigation.

7.1.-Influence de la hauteur du seuil d'irrigation par rapport au niveau d'eau de la cuvette d'irrigation et au niveau de la surface du sol

La figure 1 28.1 ci-après, schématise le dispositif mis en oeuvre pour étudier l'influence de la hauteur du seuil d'irrigation par rapport, à la fois, au niveau de l'eau dans la cuvette d'irrigation - hauteur H_S - et au niveau du sol dans le vase de végétation -hauteur H_E -.

La toile utilisée pour cette étude était une toile en éponge cellulosique aux caractéristiques d'écoulement proches de celles des toiles en tissu de verre, mais beaucoup plus homogènes et stables parce que moins sensibles aux déformations engendrées par les manipulations (ces toiles ne sont malheureusement pas utilisables en conditions de culture en raison de leur faible durée de vie: elles sont rapidement dégradées par les micro-organismes du sol).

Nous appuyant alors sur la loi de Poiseuille donnant le débit d'un écoulement laminaire dans le cas d'un fluide incompressible, nous avons abouti à la formule suivante:

$$Q = l * \{q_M * [(H_E - H_S) / (H_E + H_S)] - k * (H_E + H_S)\}$$

formule dans laquelle

-l est la largeur de la toile en contact avec l'eau d'irrigation,

- q_M le débit maximum, par unité de largeur de toile, lorsque la hauteur H_S du seuil d'irrigation est nulle,

-k la perte en eau par évaporation, par unité de surface de toile, un coefficient dépendant des conditions expérimentales (température de la toile, hygrométrie, mouvement de l'air au contact de la toile).

Pour que le système fonctionne, il faut bien sûr que $(H_E - H_S) > 0$, en d'autres termes que la surface du sol dans le pot soit plus basse que celle de l'eau dans la cuvette d'irrigation.

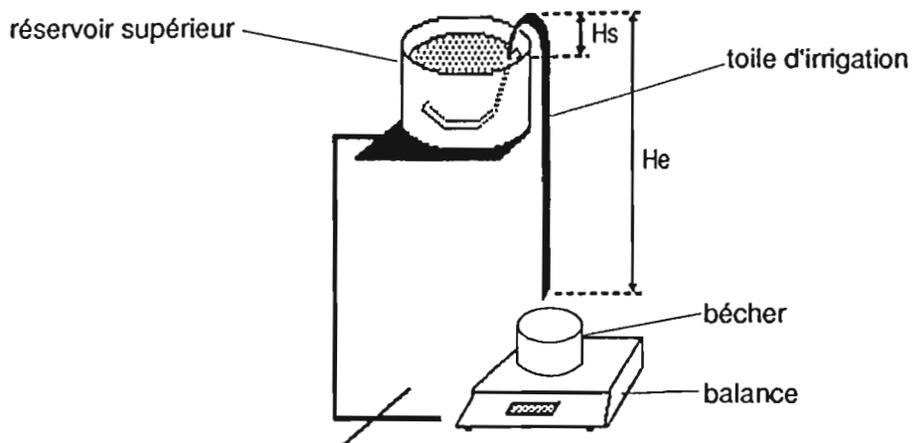


Fig. 1.28.1. Première étude : on mesure la vitesse d'écoulement de l'eau à travers la toile, en fonction de H_s et de H_e .

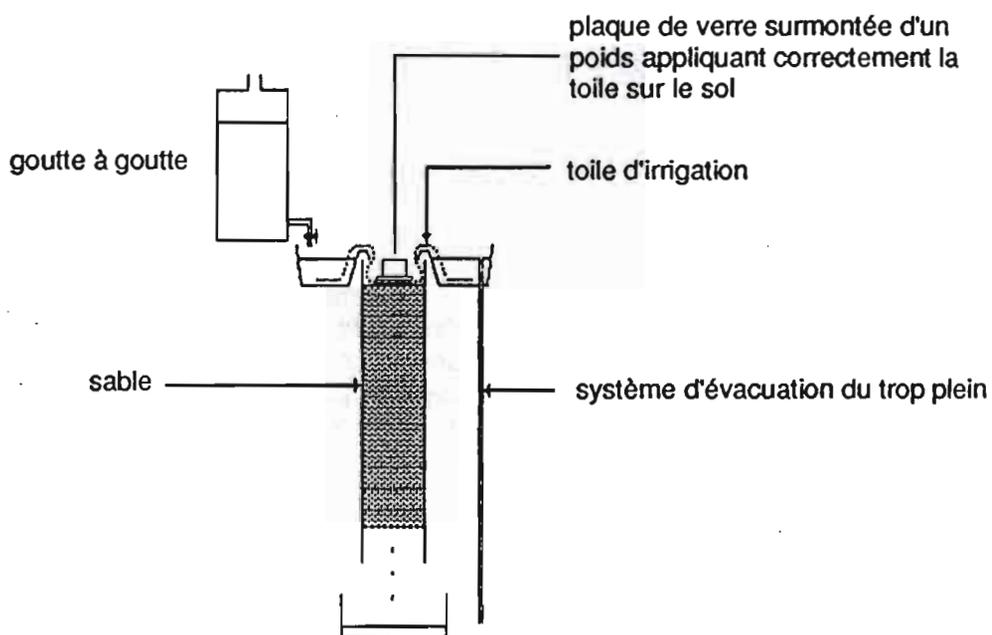


Fig. 1.28.2. Deuxième étude : schéma de montage.

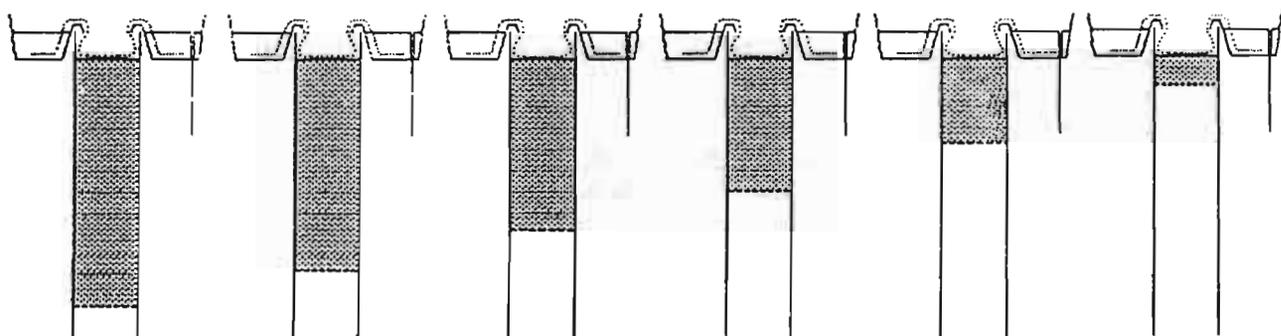


Fig. 1.28.3. Deuxième étude : agencement des six vases de végétation de volume différents.

Le graphique 1.29, ci-après, montre que la courbe représentative de la régression de la quantité $Q / (H_e + H_s)$ sur la quantité $(H_e - H_s) / (H_e + H_s)^2$ dans deux situations différentes est bien la droite espérée. Les données relatives à cette expérience sont rapportées ci-dessous.

H_s (cm)	Q (ml/h)	
	$H_e = 8,7$ cm	$H_e = 31,5$ cm
0,9		825
1	810	
1,4		800
1,9		732
2	605	
2,55		681
3		640
3,15	424	
3,8		583
4,2	294	
4,8		515
5,25	198	
6,2		428
6,4	99	
7,45		352
7,6	17,3	

1.16.- INFLUENCE SUR LE DEBIT DE LA TOILE DE LA HAUTEUR DU SEUIL D'IRRIGATION PAR RAPPORT AU PLAN D'EAU DE LA CUVETTE D'IRRIGATION ET A LA SURFACE DU SOL DANS LE POT

Le fait de doubler la toile d'irrigation double pratiquement le débit. Mais des variations se présentent au sujet desquelles il ne nous a pas été possible de savoir si elles étaient dues soit à l'appoint d'un film capillaire supplémentaire entre les deux toiles (dans la cas d'un débit final supérieur au double de celui attendu), soit à une compression de la première toile par la seconde qui lui était superposée (dans le cas d'un débit inférieur au double du débit initial) ou encore à d'autres facteurs.

D'autre part, l'expérience acquise avec les toiles en tissu de verre montre que de très fortes variations existent d'une toile à l'autre dues principalement aux conséquences des déformations aléatoires qu'elles ont subies depuis leur fabrication.

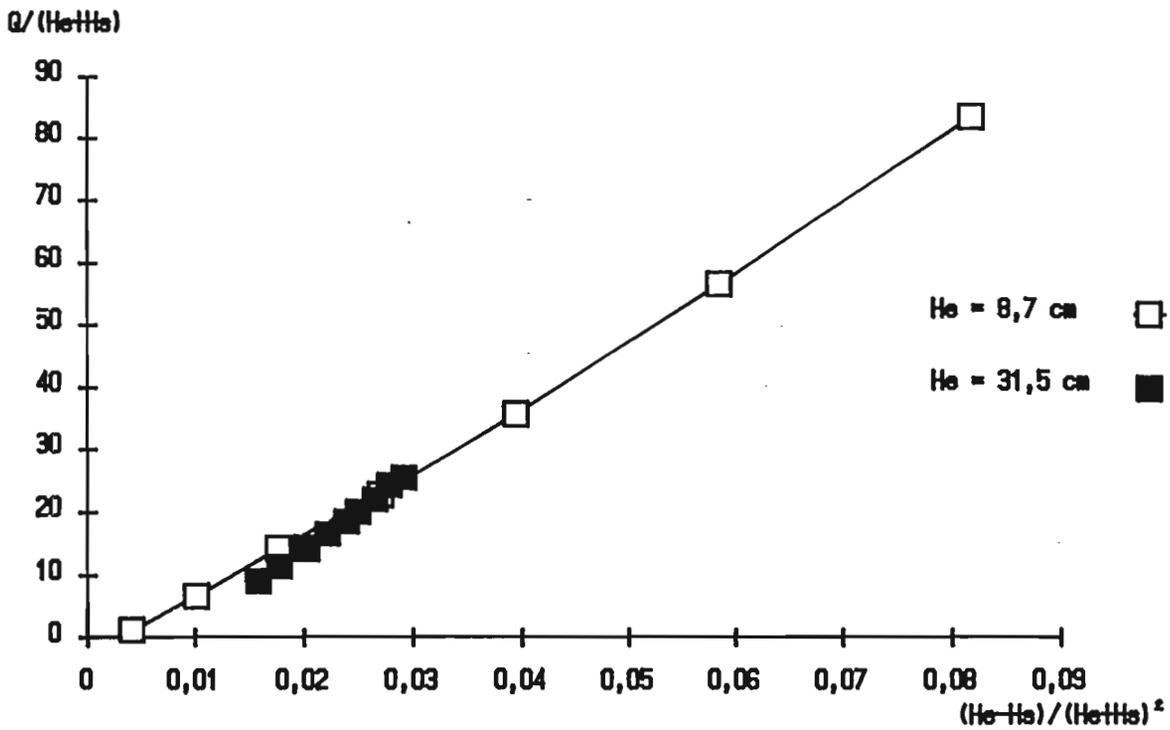
Le système d'irrigation utilisé manque ainsi de précision au niveau du réglage de son débit. C'est probablement-là que se situe son point faible, dans la mesure où le débit de la percolation pourrait influencer l'absorption des nutriments, problème dont il faudrait étudier les limites.

7.2.- Influence de la hauteur de la colonne de sol

Lorsque la colonne de sol est complètement humectée, un continuum s'établit depuis la cuvette d'irrigation jusqu'à la base de la colonne de terre. Dans ces conditions, le débit de la percolation à travers la colonne de sol obéit également à la loi du débit de Poiseuille pour des écoulements laminaires de fluides incompressibles. On peut donc écrire, en assimilant la

1.29 Modèle mathématique supposé :

$$Q = Q_m \cdot (H_e - H_a) / (H_e H_a) - k \cdot (H_e H_a)$$



	$H_e = 8,7 \text{ cm}$	$H_e = 31,5 \text{ cm}$
ordonnée à l'origine	-4,64 ml/h/cm	-10,99 ml/h/cm
pende	1058,8 ml/h	1248,1 ml/h
r	0,99922	0,99864

colonne de sol de hauteur H_c à une toile d'irrigation de même caractéristique linéaire que celle utilisée et de hauteur $H = a \cdot H_c$, et en faisant aussi l'hypothèse que les pertes par évaporation sont nulles:

$$Q = l * q_M * [(H_e + a \cdot H_c - H_s) / (H_e + H_s + a \cdot H_c)]$$

Ce débit augmente avec la hauteur de la colonne de sol selon une fonction hyperbolique croissante et tendrait, pour un colonne de hauteur infinie, vers

$$Q_M = l * q_M$$

Son étude, grâce au dispositif expérimental schématisé par les figures 1.28.2 et 1.28.3 ci-dessus (cf également la photo 1.30 ci-après), a permis de vérifier approximativement cette équation.

La conséquence de l'augmentation de la hauteur des pots est donc un léger accroissement du débit des toiles. Rapportées à la masse de sol, les variations de ce débit sont cependant beaucoup plus importantes (cf le graphique 1.32 ci-après).

73.- Influence de la distance horizontale de transport

L'étude de l'influence sur le débit à l'intérieur de la colonne de sol du transport horizontal de la solution nutritive par la toile d'irrigation obéit encore à la même loi de Poiseuille.

Son étude, grâce au dispositif figurant sur la photo 31 ci-après, a révélé une diminution très rapide du débit vertical à l'intérieur de la colonne de sol lorsqu'on s'écarte de la verticale du seuil du réservoir d'eau. Les graphiques 1.33 ci-après précisent ces variations en fonctions de la hauteur séparant le seuil du réservoir de la surface de transfert.

Bien que des transferts latéraux par capillarité existent également à l'intérieur de la colonne de sol, atténuant les gradients de transferts engendrés par la toile, ces observations montrent qu'il y aura lieu d'apporter des modifications au système d'irrigation pour assurer un meilleure répartition de l'eau à la surface des pots si l'on désire mettre en oeuvre des colonnes beaucoup plus larges que les pots actuels: par exemple, en utilisant plusieurs toiles d'irrigation entrant en contact les unes après les autres avec le sol.

8.- CONCLUSIONS

De l'ensemble des travaux qui viennent d'être relatés, on peut déjà tirer les conclusions suivantes.

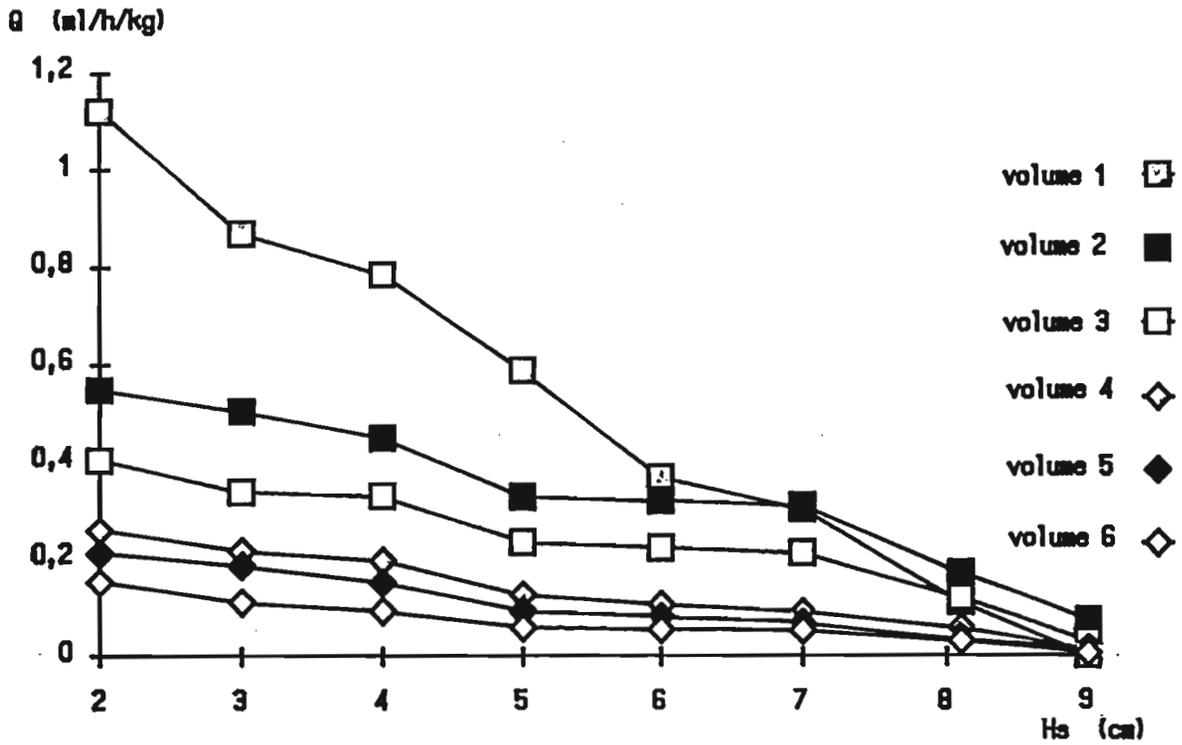
En premier lieu, installer de jeunes plantules de cocotier sur des vases de végétation, du type de ceux utilisés par le Laboratoire d'Agropédologie de Nouméa, ne présente aucune difficulté. Pour cela, il faut qu'elles soient issues de noix débarrassées de leur bourre avant leur mise au germe, et qu'elles en soient séparées au stade 3-4 feuilles. Pour leur germination, les noix doivent être déposées dans leur position naturelle - grand axe horizontal, lumière de sortie du germe en position basse-, dans des sacs en polyvinyle noir remplis de sable grossier. Les sacs doivent avoir des dimensions (diamètre et hauteur) au plus égales à celles des pots dans lesquels les plantules seront installées. Les noix sont à peine recouvertes de sable mais ne doivent absolument pas être exposées à la lumière. Les sacs sont disposés sous une ombrière et



1.30.- Dispositif expérimental mis en oeuvre pour étudier l'influence de la hauteur de la colonne de sol sur le débit du système d'irrigation.



1.31.- Dispositif expérimental conçu pour étudier les transferts latéraux de l'eau d'irrigation



1.32

1.3.2 - Influences, à la fois,

- 1) de la hauteur du seuil d'irrigation par rapport aux niveaux d'eau dans la cuvette d'irrigation (HS) et du sol dans le pot (He) et
- 2) de la hauteur (volume) de la colonne du sol sur le débit de la percolation en ml/h/kg de sol.

arrosés deux fois par jour. Dans ces conditions, après trois mois de germer environ, il est facile de procéder à l'installation des plantules sur leurs pots. La sélection des plantules à utiliser s'effectue en deux temps: sur la morphologie de leurs parties aériennes avant le déterrage; sur leur poids frais après déterrage et séparation de la noix. Avec le grand cocotier d'Ouvéa, un rapport de sélection de 1 à 5 est un minimum.

En second lieu, la formule de la solution nutritive, définie à partir des exportations minérales par les noix de l'hybride haut producteur PB 121 de l'IRHO, d'après les travaux d'OUVRIER et OCHS, a donné satisfaction. Elle a permis, surtout, de se rendre compte qu'une concentration ionique de l'ordre de 3 milliéquivalents par litre était préférable à des concentrations deux et quatre fois plus fortes. Ceci est à rapprocher du fait que le cocotier est une espèce d'une très grande rusticité, capable de se développer dans des conditions de sols très peu fertiles en raison des niveaux extrêmement bas de leurs réserves en nutriments. Toutefois, les concentrations plus fortes testées n'ont pas entraîné de chutes vraiment significatives de rendements en matière sèche, en accord là aussi avec le fait que le cocotier est une espèce résistant bien à des conditions de salinité momentanément très élevées.

La concentration la plus favorable de 3 méq/l soulève néanmoins une question relative aux modalités de fertilisation des cocoteraies en plein champ. Celles-ci n'engendreraient-elles pas momentanément, dans certains cas, des salinités excessives des solutions du sol ? Par exemple, lorsque les quantités d'engrais appliquées par unité de surface sont telles que, dissoutes dans le profil cultural à la capacité au champ, elles conduisent à des concentrations ioniques très supérieures aux 3 méq/l observés. La question comporte en fait plusieurs volets concernant aussi bien le sol que la plante. S'agissant du cocotier et des tests sur vases de végétation, il faudrait néanmoins:

- vérifier que l'on retrouve bien ce seuil de 3 méq/l sur le cultivar utilisé et sur d'autres variétés ou hybrides;

- s'assurer que le seuil en question n'évolue pas avec l'âge de la plante, ce qui pose le problème du volume de sol à mettre à la disposition des plantules;

- être certain qu'il n'est pas lié trop précisément à la formule choisie.

En troisième lieu, l'évapotranspiration réelle du cocotier, que l'on peut suivre facilement avec le système d'alimentation en eau utilisé, est un paramètre sensible aux variations du fonctionnement de la plante. Par suite, il est particulièrement bien adapté au suivi de l'évolution de l'action de facteurs contrôlés sur le développement.

En quatrième lieu, en situation de nutrition minérale déficiente, le volume de sol à la disposition de la plantule devient un facteur limitant en moins de cinq mois pour des volumes de l'ordre de 9 l. Pouvoir mettre en oeuvre des vases de végétation de beaucoup plus grand volume apparait donc nécessaire. En principe, le système d'alimentation en eau actuel est utilisable sur des pots de plus grands diamètres, sous réserve de lui apporter quelques modifications en ce qui concerne l'agencement des toiles d'irrigation.

Les résultats analytiques de la troisième étude expérimentale, en cours d'élaboration, ne devraient pas modifier ces conclusions.

8.- DOCUMENTATION

AVILAN L., RIVAS N., SUCRE R., 1984. Etude du système racinaire du cocotier (*Cocos nucifera* L.). Oléagineux 39, n° 1, 13-23.

ASSY BAH B., DURAND-GASSELIN T., ENGELMANN F., PANNETIER C., 1989. Culture *in vitro* d'embryons zygotiques de cocotier (*Cocos nucifera* L.). Méthode, révisée et simplifiée, d'obtention de plants de cocotiers transférables au champ. Oléagineux 44, n° 11, 515-523.

BEAUDOU A. G. et al., 1982. Résultats expérimentaux des cultures en serre sur sol sodique acide, ORSTOM-Nouméa ed., 90 p. multig.

BONZON et al., 1988. Etude des effets des amendements calciques sur vertisol hypermagnésien. 1.- Rapport principal. ORSTOM-Nouméa ed., Conventions, Sciences de la vie, Agropédologie n° 4, 69 p.

BRUNIN C., COOMANS P., OUVRIER M., 1975. Etude de la nutrition minérale des jeunes cocotiers hybrides en pépinières. Oléagineux 30, n° 6, 251-258.

COOMANS P., 1971. L'arrosage des pépinières en sacs de plastique. Oléagineux 26, n° 5, 295-303.

COOMANS P., 1977. Premiers résultats expérimentaux sur la fertilisation des cocotiers hybrides en Côte d'Ivoire. Oléagineux 32, n° 4, 155-164.

DANIEL C., MANCIOT R., 1973. La nutrition en chlore des jeunes cocotiers aux Nouvelles-Hébrides. Oléagineux 28, n° 2, 71-72.

DENIS B., TAPUTUARAI L., 1988. Utilisation des essais en pots de culture sous serre pour une approche de la fertilité naturelle et des carences éventuelles des sols peu évolués d'apport dérivés des alluvions récentes en Nouvelle-Calédonie. Motivations, mesures et observations au cours d'un premier essai. ORSTOM-Bondy ed., multig., 62p.

DOUGLAS N. et NG. (Ed.), 1989. Pacific islands yearbook, 16th edition. Angus and Robertson Publishers, 717 p.

DUFOUR F., QUENCEZ P., SCHMITT G., 1978. Technique de culture en solutions nutritives du palmier à huile et du cocotier. Oléagineux 33, n° 10, 485-490.

DUFOUR F., QUENCEZ P., 1979. Etude de la nutrition en oligo-éléments du palmier à huile et du cocotier cultivés sur solutions nutritives. Oléagineux 34, n° 7, 323-328.

ESCHBACH J. M., MANCIOT R., 1981. Les Oligo-éléments dans la nutrition du cocotier. Oléagineux 36, n° 6, 291-304.

FOALE M. A., 1968. The growth of the young coconut palm (*Cocos nucifera* L.) I. The role of the seed and of photosynthesis in seeding growth up to 17 months of age. Australian Journal of Agricultural Research 19, n° 5, 781-789.

FREMOND Y., OUVRIER M., 1971. Importance pour le cocotier d'une nutrition minérale convenable dès la plantation sur sable côtier. Oléagineux 26, n° 10, 606-618.

- HUELVAN Y. et al., 1987. Etudes expérimentales en serre sur vertisol hypermagnésien déjà amendé. Influence sur la croissance et le développement du maïs de doses complémentaires de gypse et de l'absence d'oligo-éléments dans les fumures minérales. 1 - Rapport principal. ORSTOM-Nouméa ed., Conventions, Sciences de la vie, Agropédologie n° 1, 70 p.
- MAGAT S. S., MARGATE R. Z., HABANA J. A., 1988. Effects of increasing rates of sodium chloride (common salt) fertilisation on coconut palm grown under an inland soil (Tropudalfs), of Mindanao, Philippines. *Oléagineux* 43, n° 1, 19-19.
- LE MARTRET H., BEAUDOU A.G., 1981. Un système d'irrigation par goutte à goutte utilisable pour les cultures en serre. ORSTOM-Nouméa ed., 5 p. multig.
- MANCIOT R., OLLAGNIER M., OCHS R., 1979. Nutrition minérale et fertilisation du cocotier dans le monde. I.- Le milieu. *Oléagineux* 34, n° 11, 499-510.
- MANCIOT R., OLLAGNIER M., OCHS R., 1979. Nutrition minérale et fertilisation du cocotier dans le monde. II.- Etude des différents éléments. *Oléagineux* 34, n° 12, 563-575 et 577.
- MANCIOT R., 1979. Etude technique et socio-économique de la cocoteraie calédonienne. Propositions d'intervention. IRHO document n° 1500, 70 p., 23 annexes.
- MANCIOT R., OLLAGNIER M., OCHS R., 1980. Nutrition minérale et fertilisation du cocotier dans le monde. III.- Etude des différents éléments (suite). *Oléagineux* 35, n° 1, 13-21.
- OHLER J. G., 1984. Coconut tree of life. FAO Plant Production and Protection Paper 57, 446 p.
- OLLAGNIER M., OCHS R., 1971. La nutrition en chlore du palmier à huile et du cocotier. *Oléagineux*, 26, n°6, 367-372.
- OUVRIER M., BRUNIN G., 1974. Densités racinaires dans une cocoteraie industrielle et techniques d'épandage des engrais. *Oléagineux* 29, n° 1, 15-17.
- OUVRIER M., OCHS R., 1978. Exportations minérales du cocotier hybride Port-Bouet 121. *Oléagineux* 33, n° 8-9, 437-442.
- OUVRIER M., 1982. Minéralisation du régime du cocotier hybride PB-121, de la fleur à la maturité. *Oléagineux* 37, n° 5, 229-236.
- OUVRIER M., 1984. Exportation par la récolte du cocotier PB 121 en fonction de la fumure potassique et magnésienne. *Oléagineux* 42, n° 7, 271-280.
- OUVRIER M., 1987. Exportation par la récolte du cocotier PB 111 en fonction de la fumure potassique et magnésienne. *Oléagineux* 39, n° 5,
- RILLO E. P., PALOMA M. B. F., 1990. Comparison of tree media formulations for *in vitro* culture of coconut embryos. *Oléagineux* 45, n° 7, 319,323.
- ROGNON F., 1984. L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes. 12- Cocotier. Technique et Documentation Lavoisier, 447-457.
- THOMANN Christiane, 1988. Utilisation de *Panicum maximum*, Jacq. comme plante-test pour l'étude de la fertilité et de l'évolution sous culture des sols tropicaux. Recherche sur la

fumure optimale de sa culture en serre sur vases de végétation. 1 - Rapport principal. ORSTOM-Nouméa ed., Rapports scientifiques et techniques, Sciences de la Vie, Agropédologie n° 1, 132p.

**RECHERCHES PRELIMINAIRES
POUR LE DEVELOPPEMENT DE LA CULTURE DU COCOTIER
SUR LES PETITS ARCHIPELS DU PACIFIQUE SUD**

**2- IDENTIFICATION DES SOLS SOUS COCOTERAIES
PRESENTANT DES CARENCES DIFFICILES A ELIMINER.
PROBLEMATIQUE DE LA MISE EN VALEUR DE TELS SOLS.**

par

Pascal PODWOJEWSKI ET Emmanuel BOURDON

1.- MOTIVATIONS ET OBJECTIFS

Les remarquables capacités d'adaptation du cocotier, aussi bien à des situations agrologiques difficiles qu'à des conditions de grande culture intensive utilisant des hybrides haut-producteurs comme le PB 121, sont éminemment favorables au développement de cette production pérenne, modulable, qui plus est, en intensité en fonction de la situation économique grâce au diagnostic foliaire. Cependant, des limites existent, ou apparaissent avec le temps, aux conditions de mise en valeur de -ou d'intensification de la culture sur- certains sols.

L'objectif de ce second volet du projet de recherches préliminaires pour le développement de la culture du cocotier sur les petits archipels du Pacifique Sud était ainsi de procéder à une identification pédologique aussi fine que possible d'un certain nombre de sols sous cocoteraies sur lesquels apparaissent des problèmes de croissance et de nutrition minérale, afin d'en inférer éventuellement de nouveaux axes de recherche.

2.- CONDUITE DE L'ENQUETE, ECHEANCIER

Une première mission de P. PODWOJEWSKI auprès de C. H. CALVEZ, Directeur de la Station de Saraoutou, du 11 au 14 août 1988 (cf: Rapport de mission de P. PODWOJEWSKI à Saraoutou, août 1988), a permis de définir un répertoire des types de sols et leur représentativité dans la région, et d'envisager une stratégie pour les études pédologiques de terrain.

Ainsi, deux sites majeurs ont été retenus car ils possédaient l'avantage d'être représentatifs de la région, de présenter des sols et des conditions climatiques différentes et de

posséder des plantations expérimentales suivies :

- le site de l'INSTITUT DE RECHERCHE SUR LES HUILES ET OLEAGINEUX (IRHO) à Saraoutou (Santo, Vanuatu), situé sur la côte "au vent" d'une île au climat tropical humide et composé de sols ferrallitiques et de rendzines. La prospection s'y est déroulée du 25 septembre au 02 octobre 1988;

- l'île d'Ouvéa (Nouvelle-Calédonie) au climat tropical plus sec et plus frais, avec 2 zones d'étude : un sol oxydique situé au centre de la partie nord de l'île et des rendzines situées "sous le vent" dans la partie sud de l'île. La prospection s'y est déroulée du 20 au 25 février 1989.

3 - GENERALITES

3.1.- Le cocotier arbre providentiel

Le cocotier est l'arbre des îles coralliennes basses : la quasi totalité des atolls du Pacifique en est recouverte. Bien adapté aux sols calcaires, cette plante s'accommode même de l'eau saumâtre.

Le développement de la cocoteraie à grande échelle date de la fin du siècle passé, lorsque fut mis au point le séchage du coprah permettant son exploitation pour l'exportation.

Cette culture est ainsi la culture de rente dominante, voire exclusive de nombreuses îles du Pacifique.

Le cocotier entre également dans l'alimentation humaine (à Vanuatu, elle serait en moyenne d'une noix par habitant et par jour), à la base de l'alimentation de certains animaux (porcs à Wallis, Futuna et à Vanuatu) et sert également dans la vannerie ou la construction.

3.2.- Conditions nécessaires à la culture du cocotier

3.2.1.- Les exigences climatiques (J. G. OHLER)

Le climat doit être chaud et régulièrement humide. La température moyenne doit être de 23° C et la pluviométrie supérieure à 1500 mm avec une saison sèche inférieure à 2 ou 3 mois. La zone la plus propice doit donc posséder un climat équatorial ou tropical humide, des côtes exposées aux alizés. Dans les zones "sous le vent", le cocotier ne s'établit bien que dans les terrasses alluviales à proximité d'une nappe phréatique.

L'ensoleillement doit être élevé (supérieur à 1800 heures/an) et la nébulosité faible (inférieure à 6/8). La zone la plus favorable se situe donc à basse altitude, de préférence le long des bordures côtières.

3.2.2.- Les conditions pédologiques

Les sols doivent être de préférence meubles, assez profonds (profondeur supérieure à 0,80 m) et bien drainés. Le cocotier peut supporter des sols moins épais sur les récifs coralliens littoraux à condition que la nappe phréatique, même saumâtre, soit accessible aux racines.

Le pH optimum se situe entre 6 et 7, mais le cocotier tolère les sols calcaires à pH 8. Il est exigeant en chlore (c'est pour cela qu'il est parfaitement adapté aux conditions littorales et aux nappes d'eau saumâtre), et surtout en potassium.

Dans les sols coralliens, qui constituent le support pédologique prépondérant des bordures côtières des îles du Pacifique Sud, les cocotiers montrent des carences fréquentes en fer et en manganèse. Des carences en B, Mn, Mo, et parfois en Zn et Sn ont également été constatées préférentiellement sur les sols basiques.

3.2.3.- Les méthodes de culture

Les recommandations de l'IRHO portent sur la densité optimale des peuplements qui est de 160 pieds à l'hectare (écart de 8,50 m entre les plants).

Outre le fréquent ramassage des noix, les rendements seront accrus par les méthodes de cultures suivantes :

- mise en place d'un tapis herbacé à base de légumineuses qui fournira un apport complémentaire d'azote et accessoirement de potassium;

- une fois le tapis herbacé en place, une pâture pour bovins fera également augmenter les rendements;

- les feuilles tombées ne doivent pas être brûlées mais au contraire alignées en andains dans les inter-rangs. Cette restitution de matière organique a pour effet de maintenir durant près de 15 ans le potentiel de fertilité avant qu'il ne soit nécessaire d'effectuer des apports complémentaires d'azote et de potassium (REBOUL, 1980).

3.3.- Etat des cocoteraies dans le Pacifique Sud

Les cocoteraies des îles du Pacifique Sud sont sur le déclin : à Vanuatu, 59 % de la cocoteraie a plus de 50 ans (BIBERSON, MALOSU, CALVEZ, 1985); en Polynésie, 80 % de la cocoteraie a plus de 50 ans (REBOUL, 1980).

Les cocoteraies spontanées, ou anciennes et mal entretenues, n'offrent qu'un rendement dérisoire de 200 à 250 kg de coprah à l'hectare (REBOUL, 1980). Simplement avec des méthodes de culture appropriées et une bonne sélection génétique, les rendements atteignent 1,5 t/ha. A l'aide de fumures adaptées, les rendements peuvent dépasser 2 t/ha et atteindre 2,5 t/ha.

Les responsables socio-économiques des îles du Pacifique ont donc axé leur programme prioritaire de développement des cocoteraies, sur la replantation de celles décimées par les passages de cyclones (80 % de la cocoteraie des îles de la Société -Polynésie française- a été détruite par les cyclones de 1983) et sur l'implantation de nouvelles cocoteraies.

L'IRHO, grâce à sa station de Saraoutou (Santo, Vanuatu), assure en grande partie l'organisation de ces nouvelles plantations. Pour ce faire, elle a décidé de sélectionner des hybrides à la fois adaptés aux conditions climatiques et pédologiques locales, résistants aux vents cycloniques et aux maladies, mais aussi précoces et productifs.

CARTE DE SITUATION

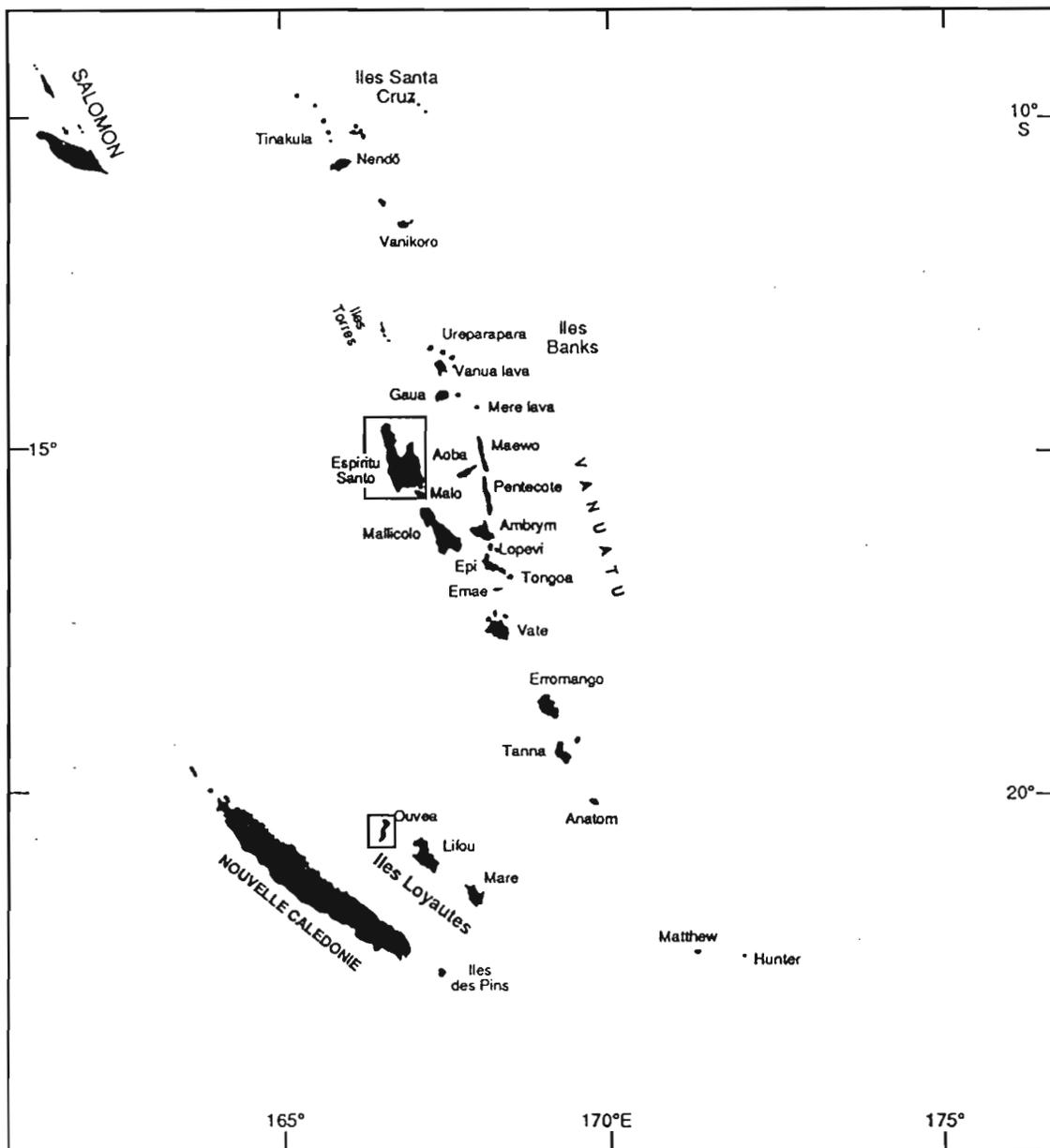


Fig 2.1 : Carte de situation des zone étudiées

4.- LES SOLS OBSERVES SUR LA STATION DE SARAOUTOU

D'une façon générale, la Station de Recherche de Saraoutou est installée sur une zone aux caractéristiques écologiques tout à fait représentatives de celles des zones de l'île où ont été implantées et se développent encore actuellement les cocoteraies.

4.1.- Le milieu

4.1.1.- Situation géographique

La station IRHO se Saraoutou est située par 15°30'S et 167°E, dans l'île de Santo qui est la plus grande île de l'archipel du Vanuatu (cf fig 2.1). Cette île est en elle-même, à beaucoup d'égards, très représentative des îles hautes volcaniques et récentes du milieu tropical humide.

D'une superficie légèrement inférieure à 500 ha, elle se localise au sud de la côte est de l'île, à une dizaine de km au nord de Luganville, chef lieu de Santo et seconde ville du Vanuatu (cf fig 2.2).

4.1.2.- Le climat

Sur la côte "au vent", la Station de Saraoutou bénéficie d'un climat de type tropical océanique. La pluviosité annuelle varie de 2000 à 2200 mm. Elle se répartit de façon assez contrastée avec une saison très humide durant les mois les plus chauds, de décembre à avril et une saison plus sèche de juillet à octobre, correspondant à la saison fraîche ; les autres mois assurent la transition (cf fig 2.3).

La température est assez constante. L'amplitude thermique diurne-nocturne est faible, de même que les variations entre la saison fraîche et la saison chaude.

4.1.3.- Géologie-géomorphologie

Santo est une île volcanique de la chaîne occidentale de l'arc insulaire des Nouvelles-Hébrides. Une grande partie de la périphérie de Santo est constituée de terrasses coralliennes exondées par paliers successifs lors de la surrection de l'île. Ces terrasses constituent le sous-bassement de toute la moitié est de l'île et sont dénommées plateaux calcaires orientaux (JOUANNIC, TAYLOR et BLOOM, 1982).

Au niveau de la station de Saraoutou, deux terrasses sont visibles. La terrasse supérieure est recouverte par des "sols argileux". Une brutale rupture de pente fait affleurer le calcaire corallien massif. Les formations superficielles composant la terrasse inférieure sont principalement formées de sables grossiers parfois cimentés, à débris coquilliers, à fragments de madrépores avec quelques pierres ponces.

4.1.4.- Occupation des sols

Saraoutou est une station expérimentale (cf fig 2.4). En plus des essais intervariétaux, cette station est aussi une pépinière, une zone d'essai de cultures intercalaires (cacao, poivre, kava) et un petit centre d'élevages ovin et bovin. Les parcelles restantes sont occupées par une

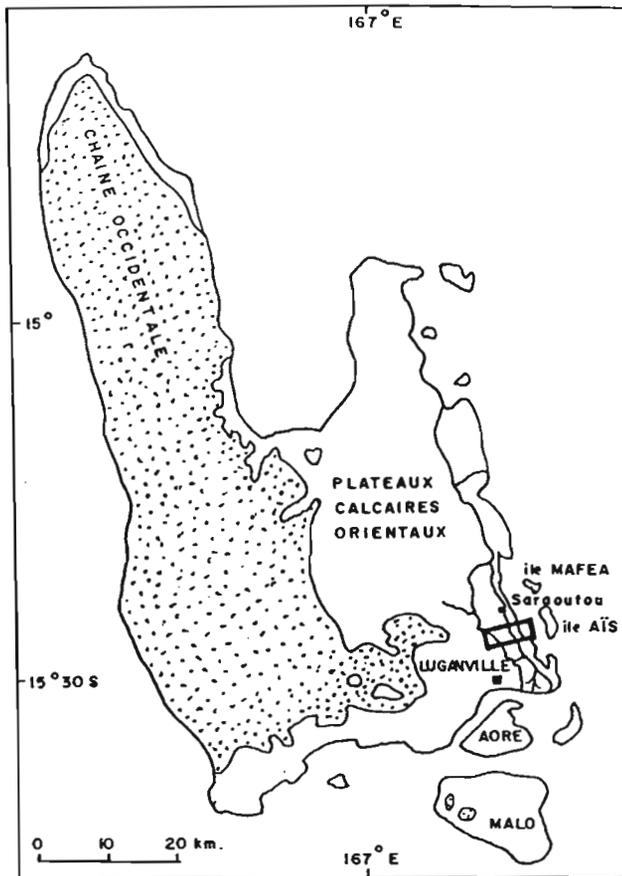


Fig 2.2 : île de Santo Vanuatu

-  Situation de la station de Saraoutou
-  Récifs calcaires soulevés et dépôts associés - quaternaires
-  Autres roches sédimentaires, anté-quaternaires - roches ignées d'après la carte géologique au 1.000 000

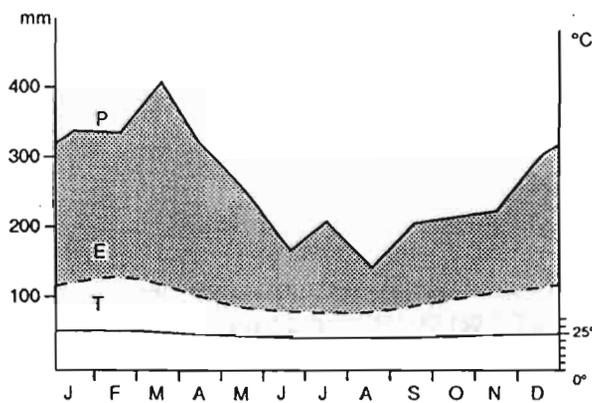


Fig. 2.3 : Diagramme climatique de Luganville (Santo).

P = pluviométrie moyenne mensuelle

E = évaporation potentielle mensuelle (THORNTHWAITE)

T = température moyenne mensuelle

bande hachurée = déficit des précipitations

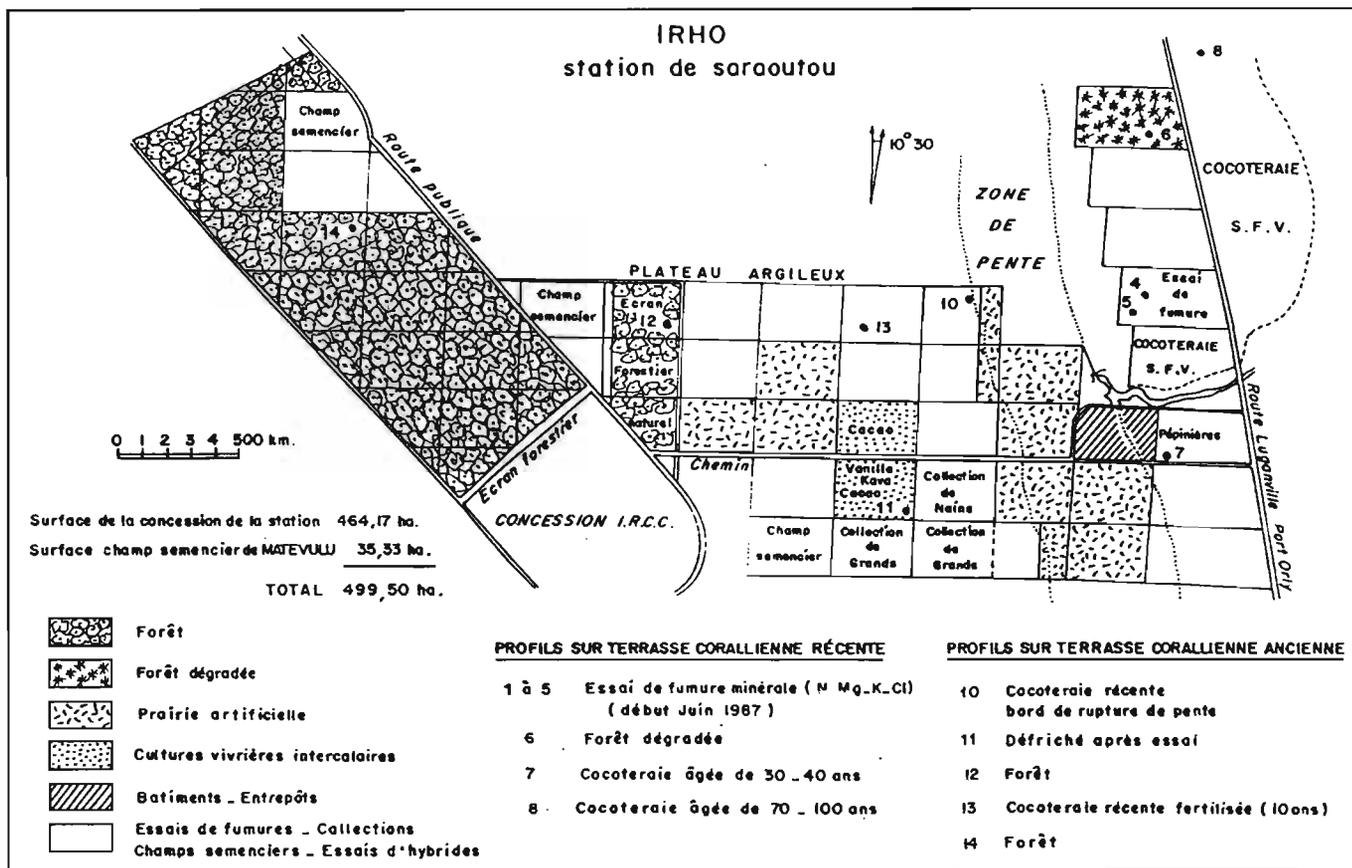


Fig 2.4 : Station de l'IRHO à saraoutou

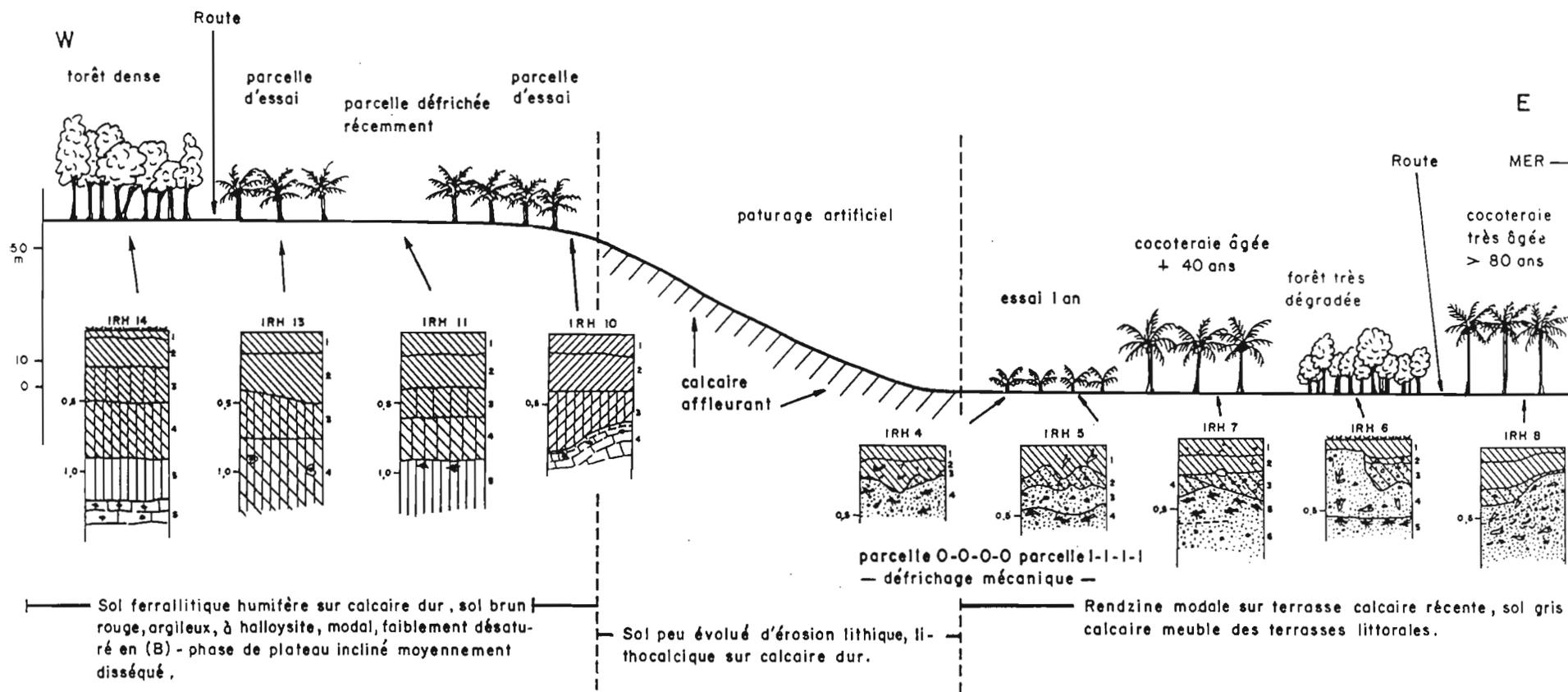


Fig 2.5 : Coupe schématique de la station de Saraoutou - santo (Vanuatu) classification des sols d'après P.Quantin 1978

forêt en partie secondarisée.

La zone forestière, certains champs semenciers, et les zones de cultures intercalaires occupent le plateau surélevé.

Les prairies artificielles couvrent une partie du plateau et toutes les zones de pente où le corail affleure, moins propices aux plantations de cocotier.

La terrasse inférieure est occupée par les bâtiments de la station (habitations, bureaux), la pépinière, quelques essais variétaux, l'essai de fertilité et par d'anciennes cocoteraies de plus de 40 ans.

4.2.- Les sols (cf : fig 2.5)

4.2.1.- Les sols de la terrasse supérieure (sols de plateau)

Quantin (1978) a qualifié cette surface de : phase de plateaux inclinés moyennement disséqués. La pente est très faible à nulle. Le drainage externe est faible, le risque d'érosion ou d'inondation est nul. La pierrosité de surface est inexistante.

Les sols sont représentés par les profils IRH 10, 11, 13 et 14 :

- le profil IRH 10 est situé dans une parcelle d'essai intervariétal d'une jeune cocoteraie (d'une dizaine d'années), en bordure du plateau supérieur, à la limite de l'affleurement calcaire situé sur la pente ;

- le profil IRH 11 provient d'une parcelle défrichée mécaniquement après un essai intervariétal de cocotiers et de cultures associées ;

- le profil IRH 13 est localisé dans une jeune cocoteraie fertilisée;

- le profil IRH 14 a été observé sous végétation naturelle (forêt dense humide).

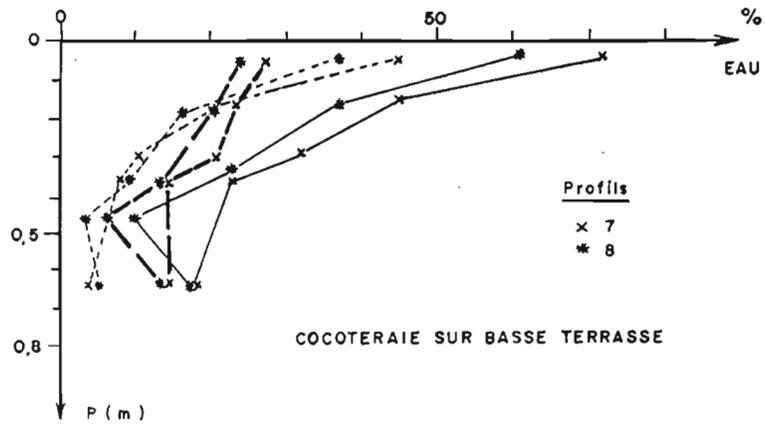
4.2.1.1.- Caractéristiques morphologiques

Ce sont des sols généralement épais, leur profondeur est supérieure à 1m, à l'exception du profil IRH 10 situé en bord de plateau dont l'épaisseur se restreint à 60 cm environ. Ils sont très argileux, peu différenciés, de teinte brun-rouge sombre. Ces sols reposent sur une assise corallienne très indurée.

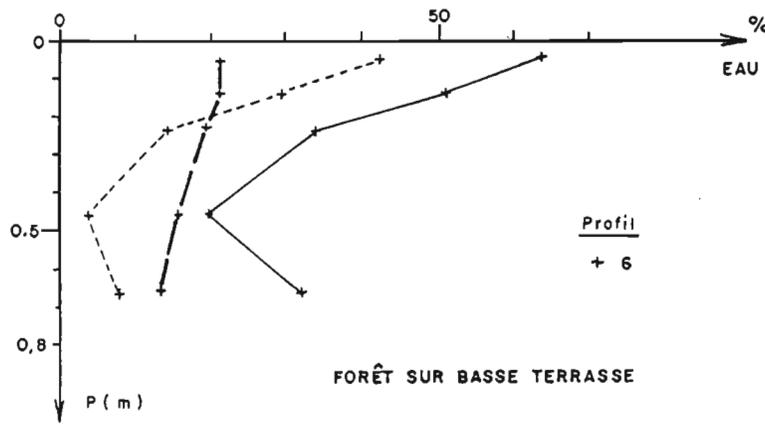
Sous forêt, la couche de végétaux décomposés est assez faible, de l'ordre de 1 à 5 cm. La matière organique imprègne bien le profil ; la transition avec le structichron (horizon à pédoplasation) est progressive. L'ensemble du profil a une structure polyédrique anguleuse fine à moyenne dont la netteté s'estompe en profondeur.

En profondeur, ces sols comportent des traces d'oxyde de manganèse sous forme de cutanes et de dendrites, signe d'un drainage interne assez lent.

Ces sols dérivent de cendres volcaniques anciennes qui se sont déposées sur les plateaux coralliens.



COCOTERAIE SUR BASSE TERRASSE

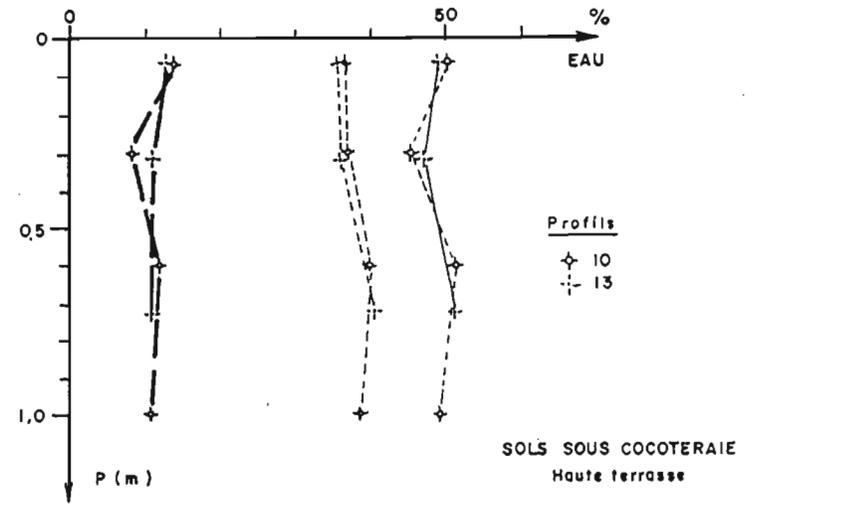


FORÊT SUR BASSE TERRASSE

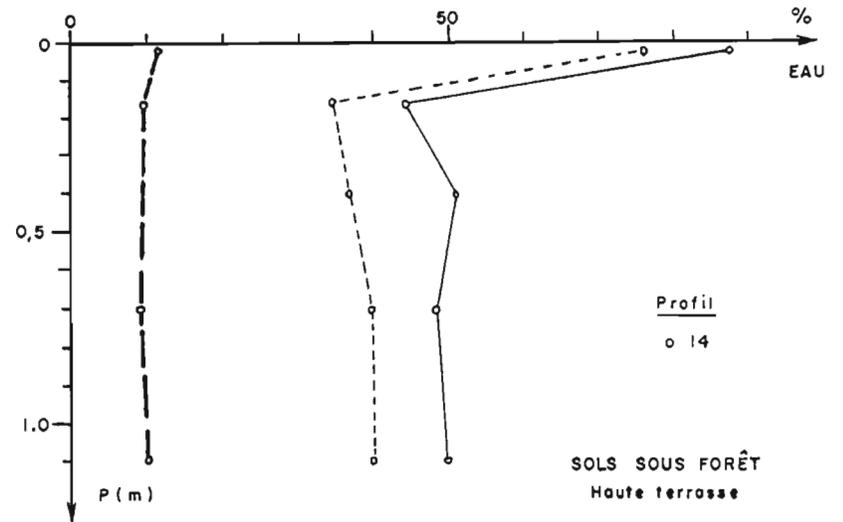
SARAOU TOU (Santo_Vanuatu) - Rendzine sur sable corallien

EAU DU SOL (%) ——— pF 2,0
 - - - - - pF 4,2
 ——— Eau utile (pF 2,0 - pF 4,2)

Fig 2.6 b : teneur en eau du sol



SOLS SOUS COCOTERAIE
Haute terrasse



SOLS SOUS FORÊT
Haute terrasse

SARAOU TOU (Santo_Vanuatu) - Sol brun sur anciennes cendres volcaniques

EAU DU SOL (%) ——— pF 2,5
 - - - - - pF 4,2
 ——— Eau utile (pF 2,5 - pF 4,2)

Fig 2.6 a : teneur en eau du sol

4.2.1.2.- Caractéristiques physico-chimiques

Caractères physiques

La granulométrie des sols de plateau est constituée de 50 % à plus de 90 % d'argile (cf fig 2.19). La fraction argile + limons fins est toujours supérieure à 80 %.

Les réserves pondérales en eau sont peu abondantes (cf fig 2.6a). La différence entre pF 4,2 et pF 2,5 est inférieure à 15 %. Cette faible quantité d'eau disponible est compensée par la grande épaisseur du sol et par une consistance relativement meuble en surface apte à la prospection racinaire.

Mais ces dispositions s'avèrent plus restrictives en bord de plateau (profil IRH 10) et pour tous les horizons profonds qui sont assez compacts.

Caractères chimiques

Le pH est acide à neutre, entre 5,8 et 7,0 ; la moyenne est plutôt comprise entre 6,0 et 6,5. La différence entre le pH eau et KCl est faible (0,4 unités en moyenne).

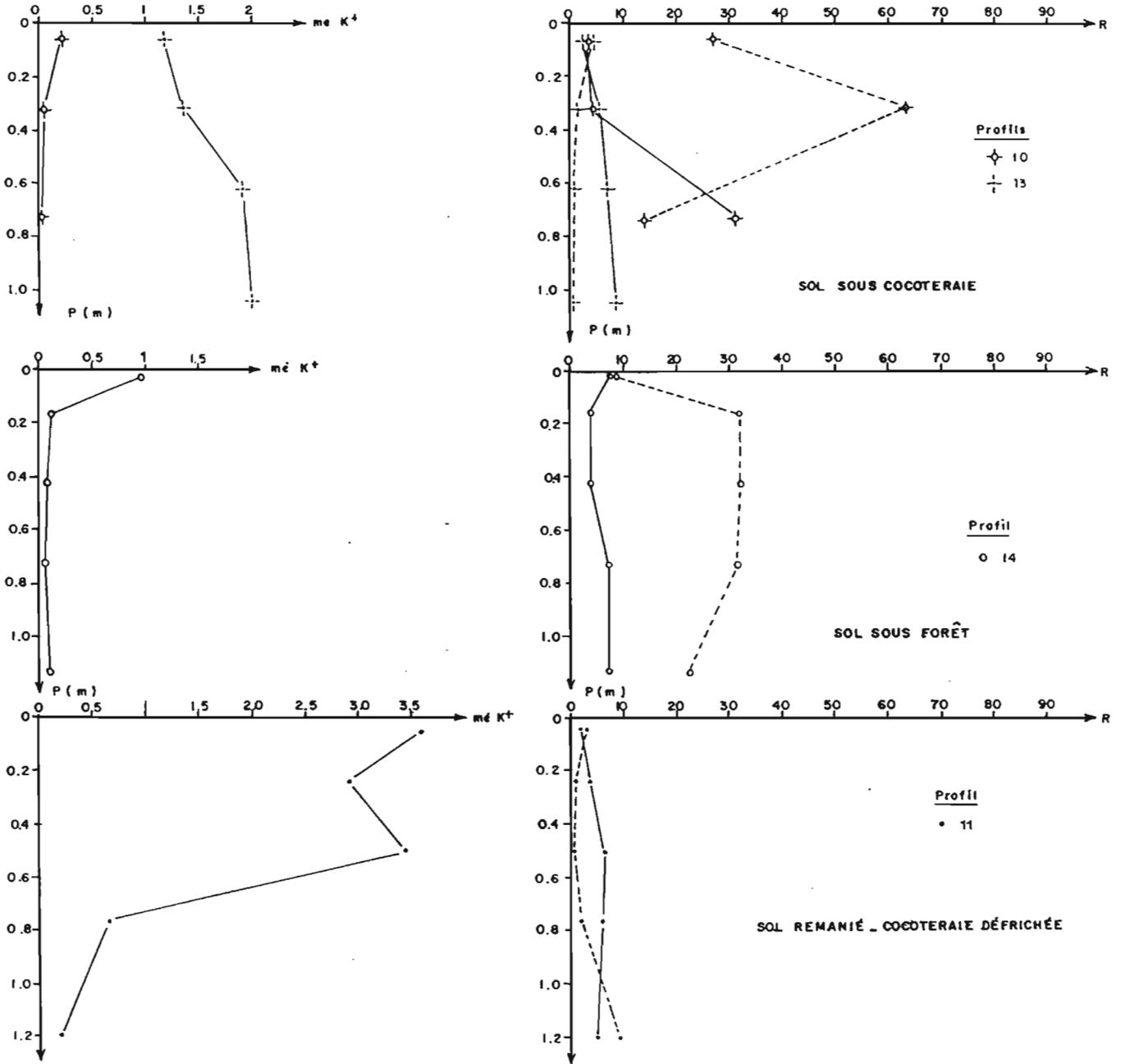
Le taux de matière organique (cf fig 2.19) est assez élevé dans l'horizon de surface, et décroît rapidement en profondeur. Ce constat est encore plus apparent pour le profil situé sous forêt (IRH 14). La minéralisation de cette matière organique est bonne: sous plantation, le rapport C/N de l'horizon de surface est compris entre 9,5 et 10,2, il est de 14 pour la matière organique sous forêt.

Le taux de phosphore total est très élevé, supérieur à 0,5 % dans l'horizon de surface ; le profil IRH 10 montre une teneur plus réduite de 0,29 %. Le taux de phosphore assimilable par contre est très difficile à déterminer sur ce type de sol.

Le taux de saturation du complexe d'échange est compris entre 60 et 90 %. La capacité d'échange est d'environ 20 mé/100g d'argile. Le complexe d'échange est dominé par l'ion calcium. Le rapport $\text{Ca}^{++} / \text{Mg}^{++}$ est généralement compris entre 3 et 8. Les rapports $\text{Mg}^{++} / \text{K}^+$ et $(\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}) / \text{K}^+$ sont très variables. Ils sont très élevés pour les profils IRH 10 et 14, et bien plus faibles pour les profils IRH 11 et 13 (cf fig 2.7). La raison de cette différence semble être due à l'apport d'engrais potassique (et peut-être également magnésien) sur les parcelles d'essai (profils IRH 11 et 13). Cet engrais est faiblement lixivié en raison du faible drainage externe et interne de ces sols argileux. Le surplus de potasse est particulièrement important dans les horizons supérieurs du profil IRH 11 qui a été retourné et défriché récemment (peut-être même avec brûlis) pour changer d'essai.

Les analyses totales (cf fig 2.8) montrent un très faible taux de résidu, preuve d'une argilisation assez complète. Le rapport $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$ est compris entre 1,7 et 2,2. La nature des argiles de type 1/1 se rapproche de l'hallowysite et dérive de l'altération de cendres volcaniques.

Les taux de Fe_2O_3 et de MnO_2 sont assez élevés ce qui est favorable au développement du cocotier.



SARAOUTOU (Santo - Vanuatu) - Sol brun sur anciennes cendres volcaniques

K⁺ échangeable - R = Rapport ionique
 — Ca⁺⁺ / Mg⁺⁺
 - - - Mg⁺⁺ / K⁺

Fig 2.7 : teneur en k⁺ échangeable ; rapports ioniques Ca⁺⁺ / Mg⁺⁺ et Mg⁺⁺/K⁺ échangeables

4.2.1.3.- Conclusion

Ces sols argileux profonds et homogènes sont qualifiés par Quantin (1978) de sols ferrallitiques faiblement désaturés en (B), humifères sur calcaires durs. Ils offrent un grand volume disponible à l'exploration des racines. En profondeur, leur compacité et leur drainage interne limité, surtout en périodes de fortes pluies, peuvent réduire le développement des racines du cocotier.

Leurs caractéristiques chimiques apparaissent excellentes: aucune carence ni aucun déséquilibre majeur ne semble les affecter. De plus, le drainage interne réduit freine la lixiviation brutale des engrais qui sont ainsi disponibles plus longtemps. Cette caractéristique est démontrée dans les parcelles fumées IRH 11 et 13 où les teneurs en K^+ sont élevées dans la quasi totalité du profil.

Le profil IRH 10, en bordure de plateau montre toutefois des teneurs beaucoup plus faibles en K^+ . Ces faibles teneurs, associées à une profondeur réduite des sols et donc à des réserves en eau plus faibles, ralentissent la croissance des cocotiers qui rencontrent manifestement des problèmes dans cette zone très localisée.

En plus des faibles réserves en potassium, Quantin (1978) a noté une lente solubilité du phosphore et des déficiences en bore et molybdène parfois visibles sur cocotier.

4.2.2.- Les sols de la terrasse inférieure

Située à une cinquantaine de mètres en contrebas du "plateau", la terrasse inférieure, représentée par les profils IRH 4, 5, 6, 7 et 8, est entièrement carbonatée. Ces profils ont été choisis dans des sites sous cultures différentes :

-IRH 4 et 5 proviennent d'un champ d'essai de fertilisation sur cocotier. Les cocotiers avaient un an au moment du prélèvement. Le champ a été préparé mécaniquement;

-IRH 6 a été prélevé sous végétation naturelle, une forêt très dégradée;

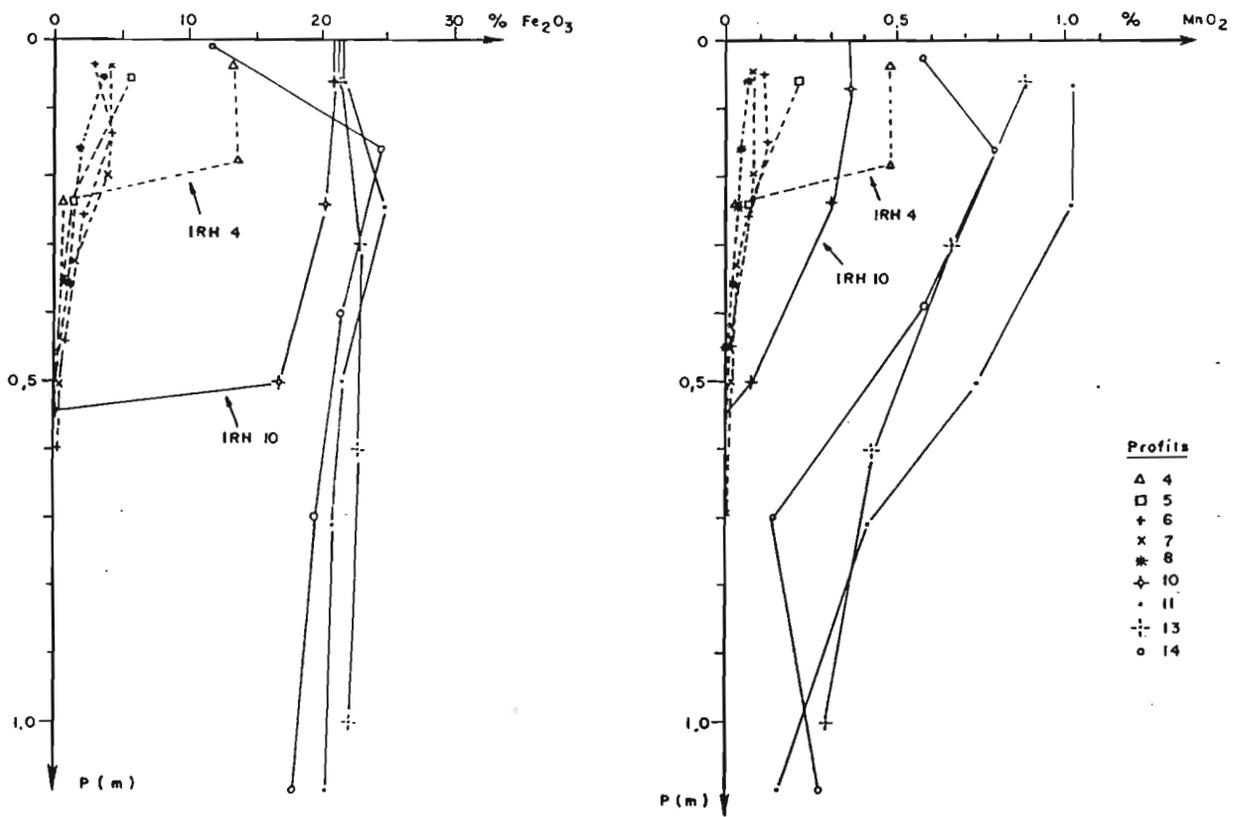
-IRH 7 provient d'une cocoteraie âgé de 40 ans;

-IRH 8 provient d'une cocoteraie âgée de plus de 70 ans.

La pente est faible à nulle, avec peut-être une très légère contre-pente vers la base du plateau (la preuve en est donnée par la petite mare située au niveau de la source naissant à la base du plateau). Le risque d'inondation d'origine marine est possible, mais les cocotiers ne craignent pas l'eau salée. La pierrosité de surface apparaît sous la forme de gros blocs de calcaire corallien, épars, solidaires du substrat calcaire massif de la terrasse corallienne.

4.2.2.1.- Caractéristiques morphologiques

Ces sols sont de type rendzine avec un horizon organique reposant directement sur des horizons minéraux calcaires. Les sols ont une épaisseur moyenne de 60 cm qui est fonction du degré de cimentation de l'horizon minéral, lequel a tendance à s'accroître en profondeur. Ces horizons sont composés de sables calcaires, avec un fort pourcentage de sables grossiers. Ces sables dérivent d'anciens dépôts marins (plages anciennes) et sont constitués de fragments de coquilles ou de débris de coraux branchus.



Station IRHO de SARAOUTOU (Santo_Vanuatu)

PROFILS IRH 4 à 8 - Rendzine sur calcaire corallien
 IRH 10 à 14 - Sol brun dérivant de cendres volcaniques

Fig 2.8 : teneur en Fe_2O_3 et MnO_2 à l'analyse totale triacide

L'horizon humifère, de teinte sombre, à dominante de limons et de sables fins, est très meuble et sa structure est grumeleuse. Il est d'une épaisseur très fluctuante (de 30 à 50 cm). Le profil IRH 4 montre des traces d'activité humaine ancienne par la présence de charbons de bois et de fragments de poteries très dispersés.

La transition avec l'horizon minéral est ondulée. Le contact se traduit parfois par une cimentation localisée du sable calcaire. La composition granulométrique de l'horizon minéral est variable et fluctue en fonction de la disposition aléatoire en "strates" des dépôts sableux.

4.2.2.2.- Caractéristiques physico-chimiques

Caractères physiques

La granulométrie de ces sols à forte dominante sableuse est constituée à près de 30% d'argile et de limons fins dans l'horizon de surface. Cette proportion retombe à 10 % et moins dans les horizons inférieurs (cf fig 2.19). Le profil IRH 4 se distingue avec un taux d'argile+limons de 57 % dans l'horizon supérieur.

Les réserves pondérales en eau sont fonction de la teneur en argile et limons. La différence entre la teneur en eau à pF 4,2 et pF 2,0 (utilisée pour les sols sableux) est de 20 % et d'avantage dans l'horizon superficiel (cf fig 2.6b). Elles baissent rapidement à moins de 10 % en profondeur. La quantité d'eau disponible est assez élevée, compte-tenu de la forte teneur en sables du sol.

Caractères chimiques

Le pH est supérieur à 7,5 dans les horizons humifères. Il atteint et dépasse 8,5 dans les horizons minéraux carbonatés.

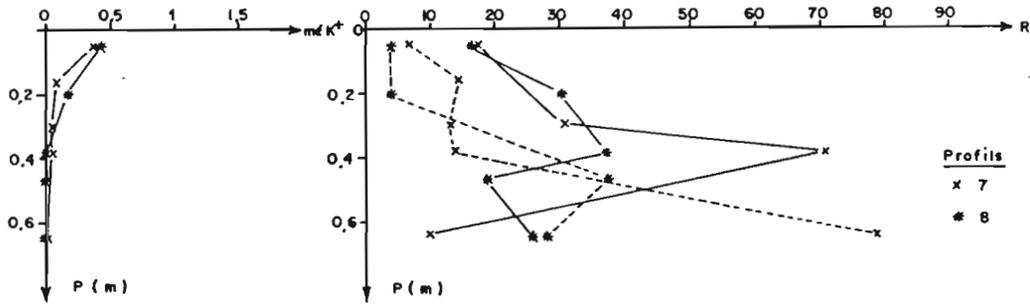
Le taux de matière organique (cf fig 2.19) de l'horizon de surface avoisine et dépasse 20 % dans les sols non perturbés. Sur la parcelle d'essai qui a été défrichée mécaniquement, les profils IRH 4 et IRH 5 ne comptent respectivement que 18 % et 10 % de matière organique dans l'horizon superficiel.

Le rapport C/N varie de 10 à 10,9. Les teneurs élevées en azote montrent une excellente minéralisation de la matière organique dans tous les profils.

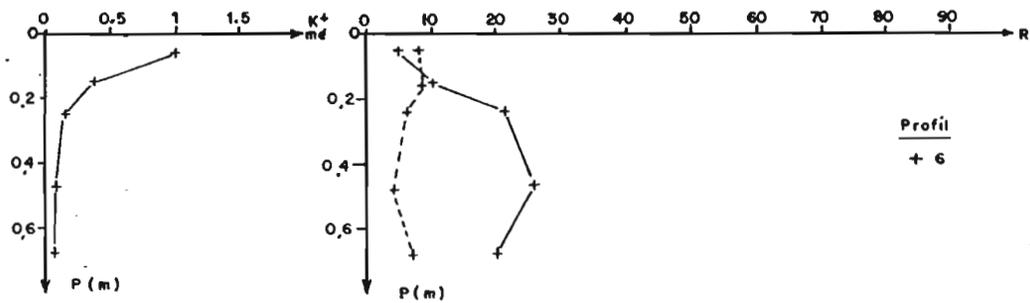
Le taux de phosphore total est élevé. Il oscille entre 0,5 et 0,6 %. Il dépasse 1,0 % dans le profil IRH 4.

Le complexe d'échange est toujours saturé en bases parmi lesquelles l'ion calcium est largement dominant. La capacité d'échange dépend largement de la teneur en matière organique et en éléments fins. Elle est donc élevée en surface, de 30 à 52 mé/100g de sol. Les deux extrêmes étant assurés par les profils sur parcelle défrichée : IRH 5, le plus pauvre en matière organique, a la capacité d'échange la plus faible, tandis que IRH 4, le plus riche en éléments fins, a la capacité d'échange la plus élevée. Dans tous les cas, cette capacité d'échange tombe à moins de 1,0 mé/100g dans les horizons minéraux de profondeur.

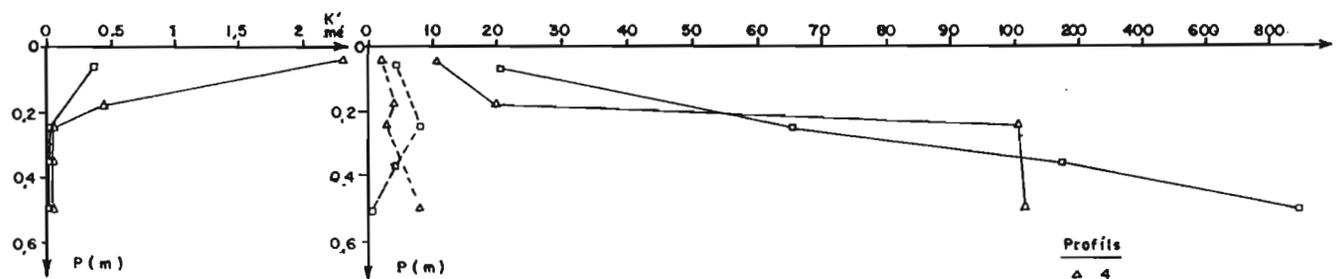
Teneurs en K^+ : les profils IRH 4 et IRH 6 se distinguent par une teneur relativement élevée en K^+ échangeable (2,33 et 1,0 mé %) dans l'horizon de surface uniquement. Dans les



COCOTERAIE SUR BASSE TERRASSE



FORÊT SUR BASSE TERRASSE



NOUVELLE COCOTERAIE - SOL REMANIÉ

SARAOUTOU (Santo - Vanuatu) - Rendzine sur sable corallien

K^+ échangeable — $R =$ Rapport ionique
 ——— Ca^{++} / Mg^{++}
 - - - - Mg^{++} / K^+

Fig 2.9 : teneur en K^+ échangeable ; rapports ioniques Ca^{++} / Mg^{++} et Mg^{++} / K^+ échangeables

autres profils, les teneurs en K^+ sont très modérées (de 0,37 à 0,43 mé %).

Les rapports cationiques montrent de sérieuses différences d'un profil à l'autre (cf fig 2.9).

Le rapport Ca^{++} / Mg^{++} est beaucoup plus élevé dans les profils perturbés (IRH 4 et 5) que dans les autres profils, et en particulier dans celui sous végétation naturelle (IRH 6), qui montre des rapports bien plus faibles. Si en surface les rapports varient de 5 à 20, en profondeur ils oscillent entre 30 et plus de 100.

Les profils situés sous une ancienne cocoteraie ont un rapport Mg^{++} / K^+ assez élevé (de 5 à 80) tandis que les profils situés sous végétation naturelle ou sur terrain défriché ont un rapport toujours inférieur à 10.

Le rapport $(Ca^{++} + Mg^{++}) / K^+$ est largement supérieur à 100 dans tous les horizons à l'exception des horizons humifères des profils IRH 4 et IRH 6 où il n'est respectivement que de 23 et 51.

Les résultats de l'analyse chimique totale (attaque triacide) nous renseignent sur les réserves en bases et sur les teneurs en oligo-éléments comme le fer et le manganèse, indispensables à la croissance du cocotier (cf fig 2.8).

La teneur en Fe_2O_3 est plus élevée dans les horizons de surface (entre 3 et 5 %), sauf dans le profil IRH 4 où elle atteint 13 %. En profondeur, elle est très faible (de 0 pour IRH8 à 0,16 pour IRH 6).

La teneur en MnO_2 est nulle dans les horizons minéraux. Dans les horizons humifères, elle est de 0,1 % dans les profils non perturbés et atteint respectivement 0,2 et 0,5 % dans les profils IRH 5 et IRH 6.

Les réserves en potasse s'avèrent nulles dans les horizons minéraux

4.2.2.3.- Conclusion

Ces sols gris, calcaires, meubles des terrasses littorales associés à des sols peu évolués lithocalcaïques sont de type rendzine modale (Quantin, 1978). Dans ces profils sableux, la profondeur du sol est fonction du degré de cimentation de l'horizon minéral. Cette cimentation peut intervenir partiellement, immédiatement sous l'horizon humifère. La pluviosité de la région est abondante. Malgré une forte perméabilité du sol, une faible réserve en eau et une épaisseur de sol meuble variable, les cocotiers ne semblent souffrir de manque d'eau que lors de leur phase initiale de croissance, et seulement durant la saison sèche.

L'essentiel du potentiel de fertilité est concentré dans les horizons humifères de surface. Le profil sous végétation naturelle (IRH 6) apparaît de prime abord comme le mieux équilibré, tandis que le profil IRH 4, de loin le plus riche en éléments fertilisants, semble devoir ce potentiel à une action anthropique localisée (les témoins en sont les fragments de poterie et de charbon de bois). Pourtant, ce profil est situé sur la parcelle d'essai de fertilité (K, Mg, N et Cl) correspondant au blanc (0, 0, 0, 0) ! Ceci est la preuve d'une hétérogénéité de la parcelle au début de l'essai.

Il faut insister sur l'importance de la matière organique, qui assure à elle-seule l'essentiel

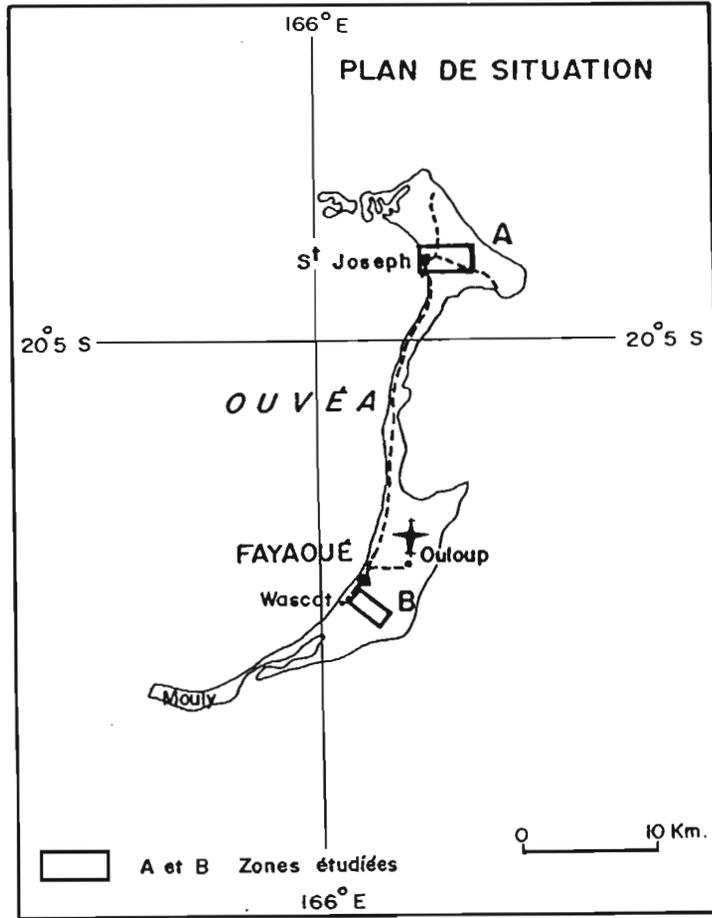


Fig 2.10 : île d'Ouvéa situation des zones étudiées

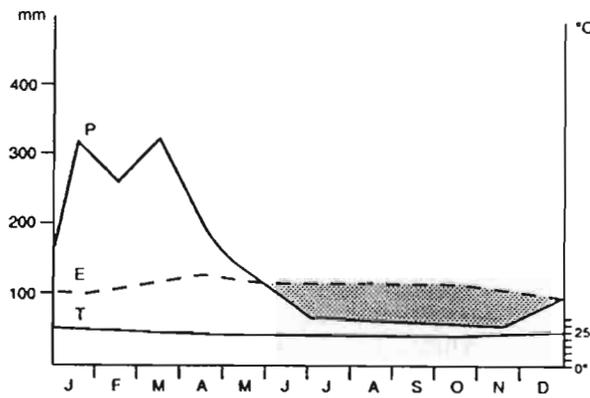


Fig. 2.11 : Diagramme climatique d'Ouvéa.

P = pluviométrie moyenne mensuelle

E = évaporation potentielle mensuelle (THORNTHWAITE)

T = température moyenne mensuelle

bande hachurée = déficit des précipitations

des réserves nutritives de ces sols. Selon Quantin (1978), ces sols sont généralement carencés en potassium. On y relève en outre des carences en B, Mn et Fe en particulier dans les horizons appauvris en matière organique. Plus spécifiquement le cocotier peut montrer des carences en Mo, Sn et Zn.

Les réserves nutritives des horizons minéraux calcaires sont quasiment nulles. Mais après 70 ans d'exploitation par l'ancienne cocoteraie, la fertilité de ces sols ne semble pas particulièrement affectée par les exportations minérales dues aux noix.

5.- LES SOLS DES SITES D'OUVEA

5.1.- Le milieu

5.1.1.- Situation géographique

L'île d'Ouvéa est au nord-est de la Nouvelle-Calédonie par 166°30'E et 20°30'S. De par sa taille, elle est la troisième des îles Loyauté. Petite île de 40 km de long pour au plus 4 km de large, elle a la forme d'un "croissant de lune" orienté nord-sud et échancré en son centre (cf fig 2.10). Il s'agit d'ailleurs de la partie la plus importante de l'atoll qui porte le même nom.

Deux sites ont été observés :

- le premier est situé au nord de l'île, à l'est de la tribu de Saint Joseph, le long de la route de Gossanat, vers l'intérieur des terres ;

- le second est un essai de l'IRHO localisé au sud de l'île principale, à proximité de Lékine, près de la côte ouest.

5.1.2.- Le climat

Le climat est de type tropical océanique. La pluviométrie annuelle est d'environ 1500mm. Elle est assez contrastée avec une saison des pluies de décembre à avril correspondant à la saison chaude et une saison sèche d'août à novembre. Selon l'ETP calculée par la formule de PENMAN (BRUNEL, 1975), les mois de septembre à décembre sont déficitaires (cf fig 2.11).

Les moyennes des températures annuelles varient entre 20°9 et 23°6. Les minima en saison fraîche peuvent atteindre 10° C (les données climatiques sont fournies par le service météorologique territorial ainsi que le service hydrologique de l'ORSTOM). Ces températures fraîches ralentissent la croissance des cocotiers.

5.1.3.- Géologie-géomorphologie

Ouvéa, comme les autres îles de l'archipel des Loyauté, est un atoll surélevé, mais uniquement du côté est (ILTIS, 1979). Cette surrection serait due au bombement de la plaque australienne avant sa subduction sous la plaque pacifique au niveau de l'arc insulaire des Nouvelles-Hébrides (DUBOIS et al. 1975).

Les terrasses coralliennes surélevées s'étagent le long de la côte est située "au vent", et

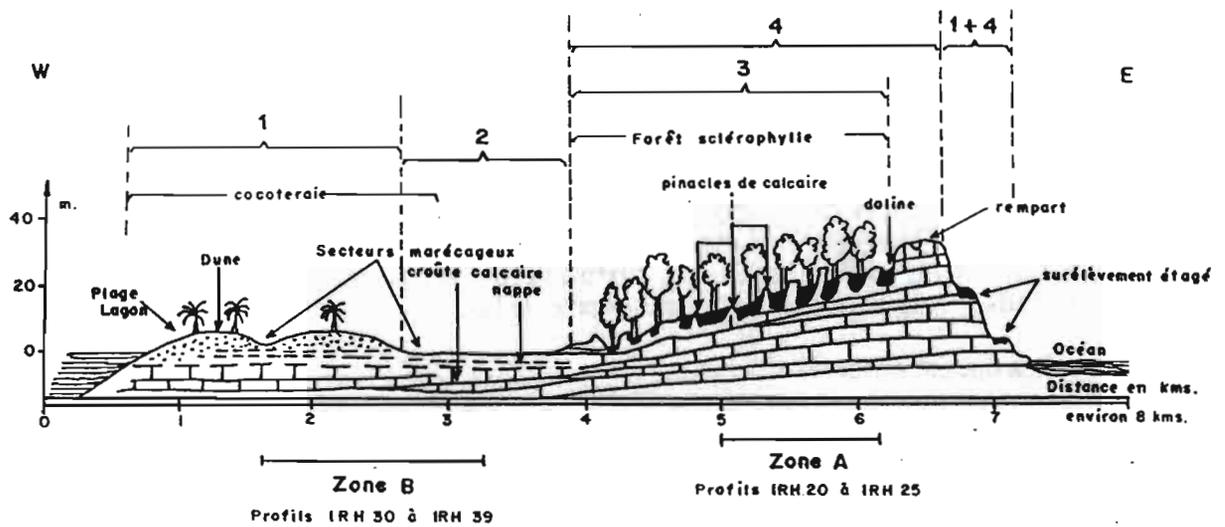


Fig 2.12 : coupe schématique de l'atoll d'Ouvéa (d'après Latham, Mercky 1983 - Jamet - 1988)

- 1 - Rendzine riche en calcaire, à croûte calcaire aléatoire sur substrat sableux dunaire
- 2 - Sols hydromorphes des dépressions marécageuses
- 3 - Oxisols dérivant de l'altération de ponces piégées lors du soulèvement de l'atoll (poches entre les pinacles de calcaire)
- 4 - Sols minéraux brut sur calcaire corallien lapiézé

culminent à 46 m. Elles surplombent la mer par une falaise d'une dizaine de mètres. Tout le long de la côte opposée, située "sous le vent", s'étire une plage de sable corallien fin, donnant en pente douce vers un lagon, en concordance avec les observations effectuées par JAMET (1988) sur les atolls de Polynésie.

Les récifs calcaires subissent une altération karstique avec de nombreuses dolines. Des pierres poncees provenant des volcans de l'arc insulaire des Nouvelles-Hébrides s'accumulent sur la côte est située "au vent". Leur concentration est telle qu'à la suite de leur piégeage au moment du surrélévement de l'île, leur altération constitue l'essentiel des sols meubles situés au-dessus de ces calcaires durs. Ces sols, tout à fait singuliers et caractéristiques de la partie centrale des îles Loyauté, sont des bauxites phosphatées (TERCINIER, 1971).

5.1.4.- Occupation des sols (cf fig 2.12)

Au nord de l'île, une forêt dense humide sempervirente sur calcaire (MORAT et al., 1980) occupe une grande partie des abords du site d'observation. Cette forêt présente des faciès de dégradation anthropique (SCHMID, 1969). Les cultures vivrières sont localisées dans les dolines où la profondeur des sols est maximale et où se concentre de la matière organique.

Le site de la partie sud, en bord de mer est également recouvert par une forêt, mais d'un aspect plus rabougri, sans doute en raison de la présence à faible profondeur d'une nappe d'eau saumâtre. Les cultures dans ces zones sont très localisées ; le cocotier demeure la culture la plus adaptée à ce type de milieu.

5.2.- Les sols

Suite aux travaux de TERCINIER (1970), une carte des sols des îles Loyauté au 1/200 000ème a été dressée par LATHAM et MERCKY en 1983. Nous avons ainsi repris en grande partie la terminologie utilisée par ces auteurs.

5.2.1.- Les sols du site de Saint Joseph

Cinq profils ont été prélevés dans un site à faible pente. Le paysage et les sols présentent une morphologie très voisine, mais la couverture végétale est différente (cf fig 2.13) :

IRH 20: cocoteraie ancienne d'environ 40 ans;

IRH 21: parcelle défrichée, végétation secondarisée, jeunes cocotiers, difficultés de croissance;

IRH 22: parcelle défrichée, végétation secondarisée, jeunes cocotiers, croissance normale;

IRH 23: cocoteraie ancienne, tapis de fougères;

IRH 24: forêt dense sempervirente humide;

IRH 25: ancienne zone de culture, monticule d'accumulation de sol (tumulus) ou sol plus évolué.

La surface du sol laisse apparaître des affleurements sporadiques du substrat corallien,

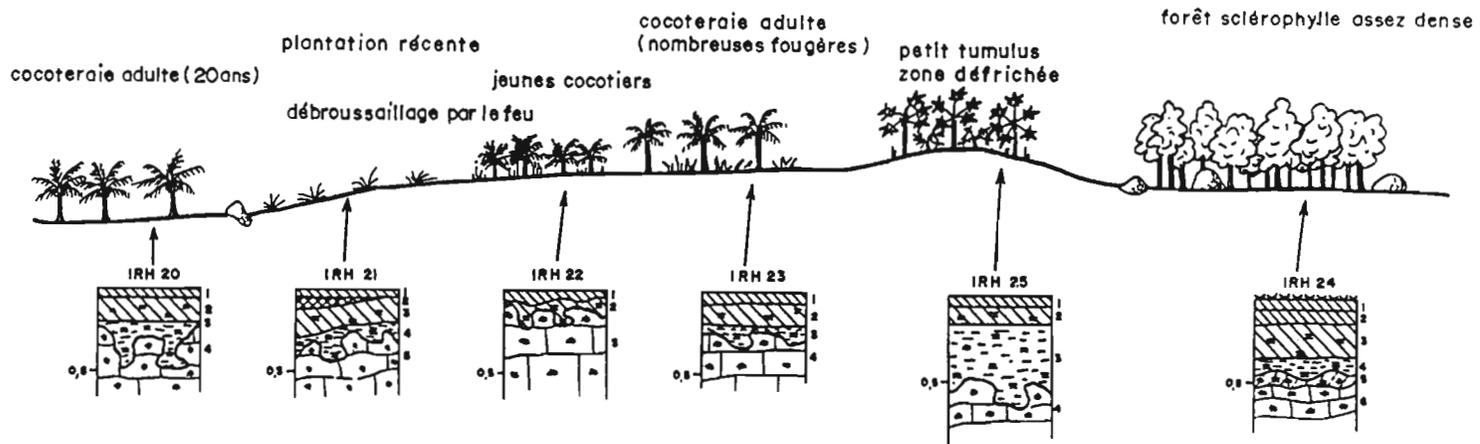


Fig 2.13 : Ouvéa - station de St Joseph

Agrandissement de la zone A (Cf : fig.10) sols oxydiques sur calcaire massif

rendant difficile, voire impossible, tout travail mécanisé du sol.

5.211 - Caractéristiques morphologiques

Ce sont des sols brun rouge foncé, peu différenciés, d'épaisseur extrêmement variable, de 20 à 60 cm en fonction de l'ondulation de la surface du calcaire corallien. Bien que contenant des éléments de calcaire, le sol ne fait pas effervescence à l'acide. De texture argilo-limoneuse, ces sols contiennent un enchevêtrement dense de racines. La transition entre le sol meuble et le calcaire dur est généralement brutale. Seul le profil sous forêt (IRH 24) montre un horizon d'altération bien différencié. Ces sols ont été dénommés sols bruns calciques humifères à faciès allitisé, dérivant de ponces volcaniques sur calcaire (LATHAM et MERCKY, 1983). Ce sont en fait des FERRALLISOLS meubles oxydiques et leptiques (R.P.F., 1990).

La structure grumeleuse fine de ces sols est très nette. Elle peut devenir particulière, comme soufflée dans certains horizons (horizon IRH 21.2). Ce micro-horizon très net se différencie par une couleur plus rouge, par des agrégats plus gros et plus durs qui se comportent comme des éléments grossiers (structure particulière). Cette morphologie particulière déjà décrite par LATHAM et MERCKY (1983) est visible dans tous les sols argilo-limoneux de type andique ou oxydique ayant subi des feux (PODWOJEWSKI, 1986, Malikolo, VANUATU ; BEAUDOU, FROMAGET, 1985, Wallis et Futuna). L'horizon caractérisé par cette structure pyrogénée a été dénommé "ECLUTON" (BEAUDOU et al. 1983)

5.2.1.2.- Caractéristiques physico-chimiques

Caractères physiques

Ces sols présentent une dominante de plus de 50 % d'argile + limons fins. Les sables fins en proportion non négligeable pourraient être des pseudo-sables (cf fig 2.19).

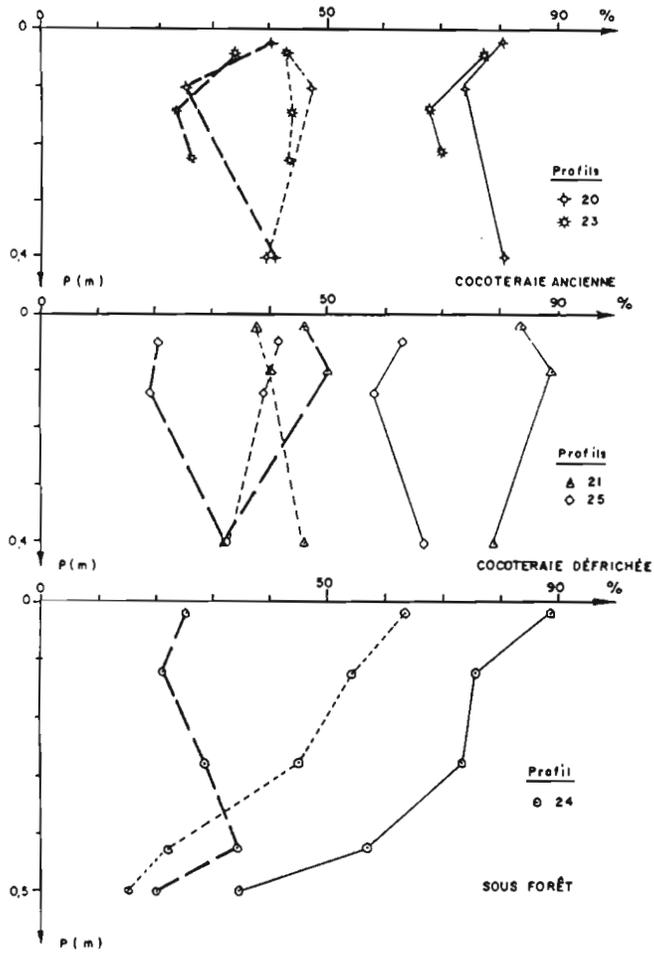
Les réserves pondérales en eau du sol (cf fig 2.14a) sont assez élevées, supérieures à 20 %). Mais l'épaisseur réduite des profils alliée à un drainage interne très rapide étant donné leur forte porosité, limite considérablement les réserves hydriques du sol. Malgré tout, la forêt dense sempervirente couvre la majorité de l'île. Ceci est la preuve que les fractures au sein du calcaire permettent aux racines de s'alimenter en eau (LATHAM et MERCKY, 1983 en regard de conclusions de BRUNEL, 1975). Ces faibles réserves hydriques constituent peut-être un handicap dans le cas de plantations de jeunes cocotiers qui n'ont pas de racines de longueur suffisante.

Caractères chimiques

Le pH est voisin de 7,0 dans tous les horizons superficiels. Il augmente quelque peu en profondeur, au contact du calcaire.

Le taux de matière organique est très élevé (cf fig 2.19): il est égal ou supérieur à 20 %, et peut atteindre 40 % dans certaines friches ou sous forêt. Il est relativement bas dans l'horizon pyrogéné (IRH 21.2) où il ne dépasse pas 7,4 %. Le rapport C/N est compris entre 12 et 14, preuve d'une minéralisation moyenne de la matière organique.

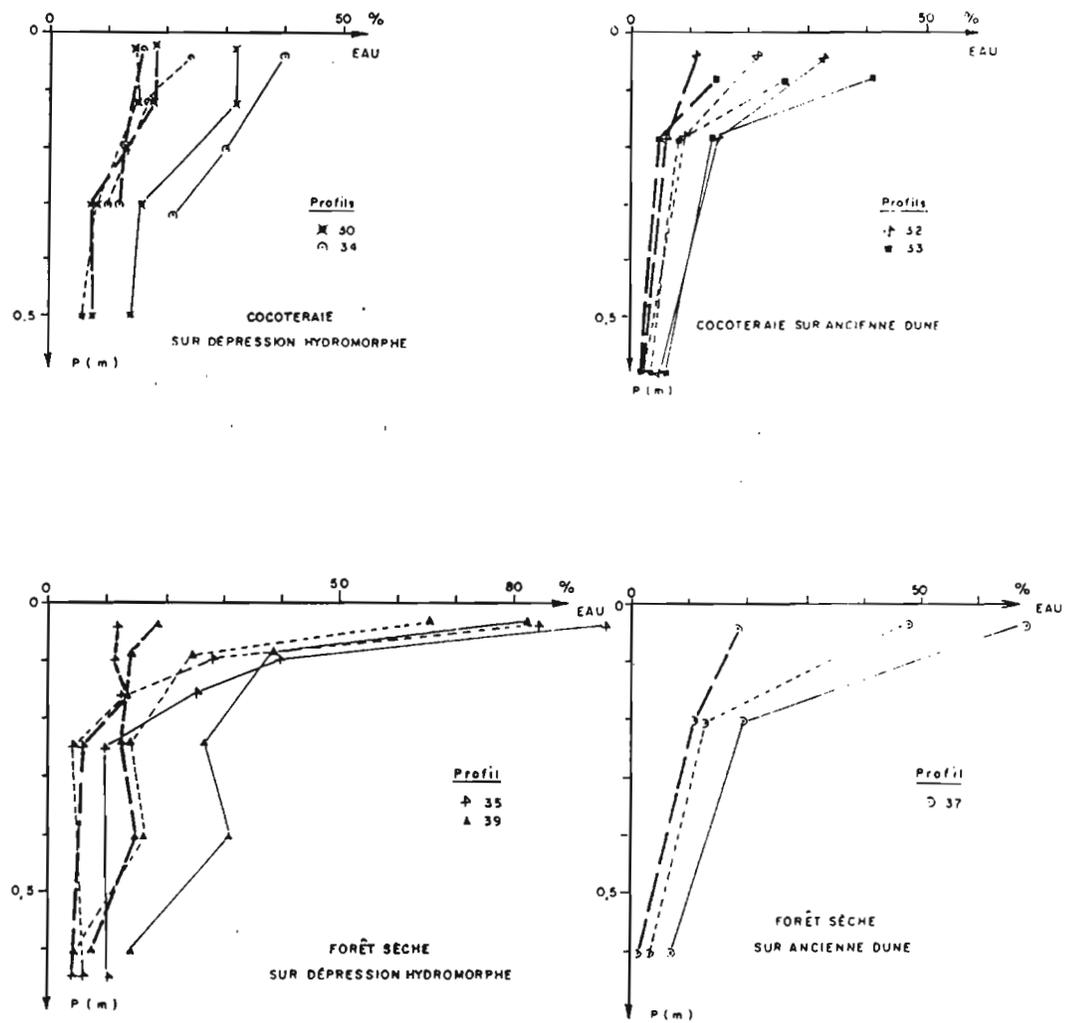
Les teneurs en phosphore total sont importantes : elles varient entre 0,7 et 1,3 %, les valeurs les plus élevées proviennent des horizons de surface. Le taux de phosphore



OUVÉA : Sol oxydique sur corail surélevé

EAU DU SOL (%) ——— pF 2,5
 - - - - - pF 4,2
 ——— Eau utile (pF 2,5 - pF 4,2)

Fig 2.14 a : teneur en eau du sol



OUVÉA : Rendzine sur sable corallien

EAU DU SOL (%) ——— pF 2,5
 - - - - - pF 4,2
 ——— Eau utile (pF 2,5 - pF 4,2)

Fig 2.14 b : teneur en eau du sol

assimilable (méthode Olsen) est très important dans l'horizon de surface (plus de 10 % du phosphore total). Ce rapport tombe à moins de 1 % dans les horizons au contact de la roche-mère.

Le complexe d'échange est saturé en bases dans tous les horizons excepté dans le profil IRH 25, plus épais que les autres, dont le taux de saturation baisse en profondeur pour atteindre 60 % (comme dans les profils plus épais dénommés "sols ferrallitiques oxydiques allitiques humifères" par LATHAM et MERCKY, 1983). La capacité d'échange est élevée (largement supérieure à 20 mé/100g) en raison des fortes teneurs en matière organique, mais elle n'est que de 15 dans l'horizon pyrogéné et de 12 dans l'horizon profond du profil IRH 25. Le complexe d'échange est largement dominé par l'ion calcium, mais l'ion magnésium est présent en quantités non négligeables (supérieure à 6 mé/100g dans l'horizon de surface).

Les rapports $\text{Ca}^{++}/\text{Mg}^{++}$ varient entre 3 et 5 dans l'horizon de surface. Ce rapport augmente à proximité du substrat calcaire.

Les teneurs en K^+ sont assez faibles, de 0,2 mé% pour les sols défrichés à 0,9 mé% sous forêt. Cependant, on peut noter une très forte concentration en K^+ : 4,34 et 1,68 mé % dans les horizons profonds IRH 21.3 et 23.3. Cette forte concentration est sans doute à mettre à l'actif des feux qui minéralisent brutalement la matière organique provoquant une disponibilité rapide et importante du potassium qui va se fixer sur les sites d'échange.

Le rapport $\text{Mg}^{++}/\text{K}^+$ est relativement équilibré. Il est compris entre 10 (sols sous forêt) et 40 dans les horizons de surface. Ce rapport a tendance à être plus faible dans les horizons inférieurs.

Le rapport $(\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})/\text{K}^+$ est toujours supérieur à 50 (cf fig 2.15).

Les analyses totales (attaque triacide) montrent bien la nature oxydique des sols avec, pour un taux de résidu inférieur ou égal à 1 %, moins de 3 % de silice et des teneurs importantes en Al_2O_3 allant de 20 à 40 % et des teneurs en Fe_2O_3 de 15 à 20 %. Ces concentrations sont inversement proportionnelles à la perte au feu. On s'aperçoit immédiatement que l'horizon pyrogéné IRH 21.2 présente des concentrations en éléments majeurs importantes en raison d'une perte au feu réduite : 17 % contre de 30 à 55 % pour les autres horizons. Les teneurs en MnO_2 sont moyennes et satisfaisantes pour les cocotiers (cf fig 2.16).

5.2.1.3.- Conclusion

Ces sols sont peu épais très bien structurés et très poreux. Ils reposent brutalement sur un calcaire corallien massif.

Leurs caractéristiques chimiques ne laissent apparaître aucun déséquilibre majeur. On peut même constater une richesse en phosphore. Toutefois, les réserves de potasse sont faibles. Les sols les plus épais (IRH 25) sont souvent les plus évolués; ils possèdent une capacité d'échange plus faible et sont plus lessivés.

L'action du feu sur eux est bien visible par la constitution d'un horizon pyrogéné de teinte rouge et dont les agrégats sont plus gros et plus durs. A l'analyse triacide, la perte au feu de cet horizon est faible et la concentration en potassium échangeable de l'horizon sous-jacent, élevée.

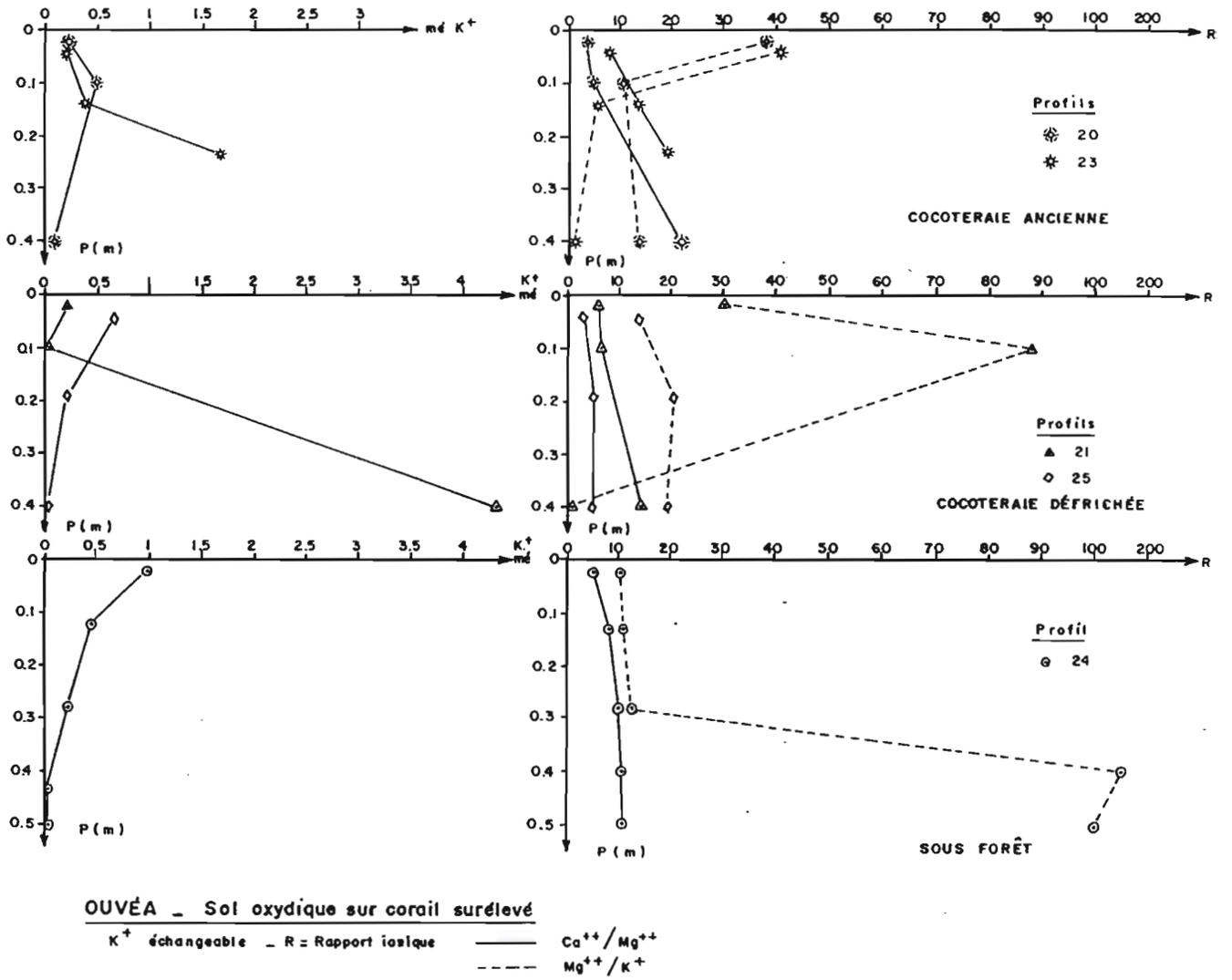


Fig 2.15 : teneur en k^+ échangeable ; rapports ioniques Ca^{++} / Mg^{++} et Mg^{++}/K^+ échangeables

Dans ces conditions, l'alimentation hydrique des cocotiers est toujours très difficile à assurer, même lorsque les plantes parviennent à enfoncer quelques racines dans les fractures de la roche. Leur nutrition minérale est également difficile : faibles réserves naturelles en nutriments, facilité de lixiviation. Cette situation explique le caractère stérilisant des feux lors des défrichements.

5.2.2.- Les sols du site de Lékiné

Le site de Lékiné est situé sur une ancienne plage, côté lagon. Il se calque parfaitement sur le schéma des atolls polynésiens décrits par JAMET (1988) (cf fig 2.12 et fig 2.17).

En arrière de la plage se succèdent une petite série de cordons dunaires séparés par des dépressions marécageuses. En arrière de ces dunes, une zone plane, dépressionnaire, relie les dunes aux terrasses coralliennes surélevées.

La séquence a été doublée, l'une sous cocoteraie plantée de moins de dix ans, l'autre, rigoureusement parallèle, sous végétation naturelle (forêt sclérophylle). La distribution des sols est la suivante :

dans la zone dépressionnaire :

IRH 30 et 31 sous cocoteraie;
IRH 35 et 36 sous forêt;

sur le cordon dunaire :

IRH 32 et 33 sous cocoteraie;
IRH 37 sous forêt;

dans la dépression entre les cordons dunaires :

IRH 34 sous cocoteraie;
IRH 39 sous forêt.

5.2.2.1.- Caractéristiques morphologiques

Ces sols sont de type rendzine : un horizon humifère sombre reposant directement sur un horizon minéral très sableux, calcaire, avec des fragments de coquilles ou de coraux branchus. Ce sable de teinte beige est parfois pénétré de langues ou de poches humifères, verticales, brunes. Dans certains horizons dunaires, on peut apercevoir en profondeur d'anciens niveaux organiques humifères horizontaux témoins d'un recouvrement ultérieur. Dans ces sols, on note également de petites accumulations de pierres ponces correspondant aux niveaux organiques enterrés. Sous cocotiers, le défrichage mécanique a raclé une partie de l'horizon humifère.

Dans les parties dépressionnaires, la nappe d'eau saumâtre apparaît souvent à moins de 60 cm de profondeur, en particulier dans les dépressions interdunaires. Au contact de cette nappe, le sable corallien a tendance à s'indurer sur une dizaine de centimètres d'épaisseur d'épaisseur (IRH 34, 36 et 39). La limite de l'induration est toujours brutale au contact de l'horizon supérieur, elle devient plus diffuse en profondeur.

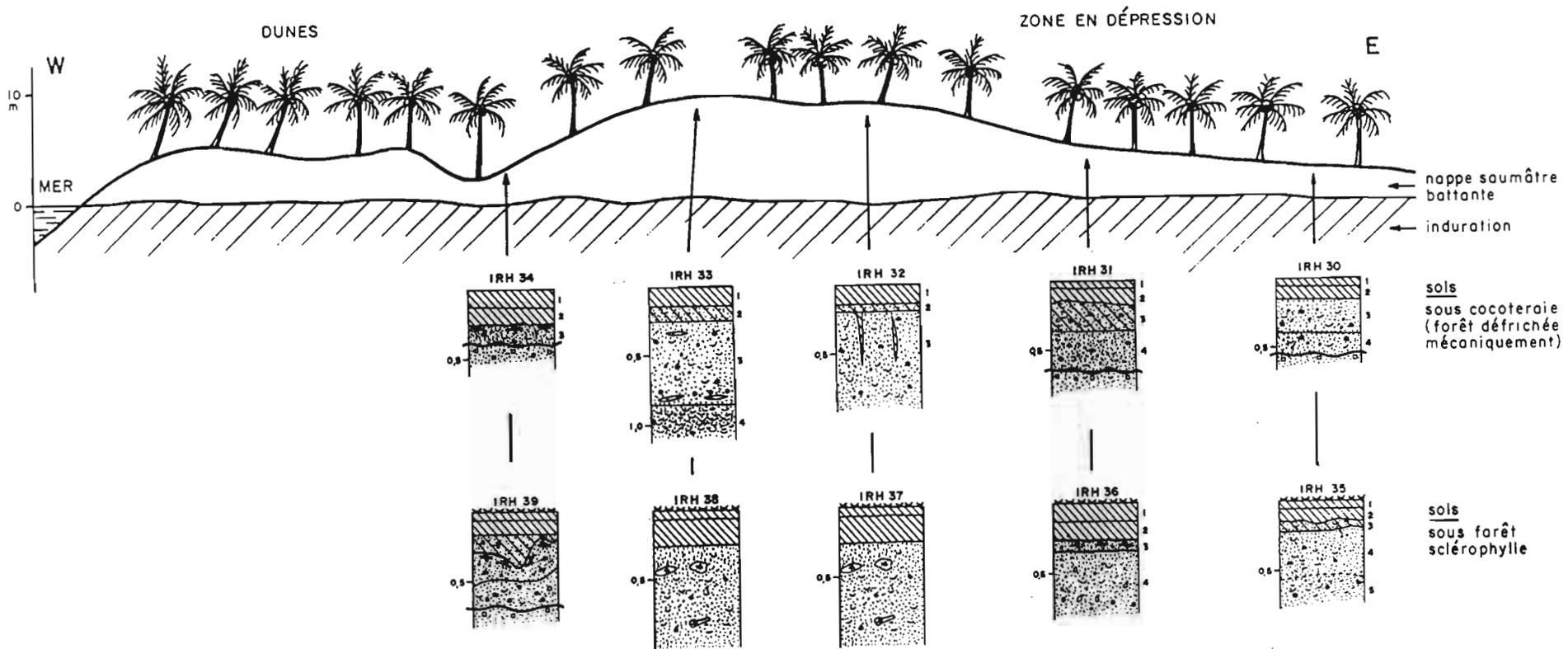


Fig 2.17 : Ouvéa - station de Lékine

A grandissement de la zone B (Cf : fig 10) rendzine humifère sur sable coquillier induré ou non

5.2.2.2.- Caractéristiques physico-chimiques

Caractères physiques

La texture est essentiellement sableuse, à dominante de sables fins (cf fig 2.19). La proportion de sables grossiers devient cependant plus importante dans les horizons profonds de la partie dunaire. Les horizons de surface contiennent un pourcentage d'éléments argileux légèrement supérieur dans la partie sous végétation naturelle.

Les réserves pondérales en eau, correspondant à la différence entre les pourcentages d'eau à pF 2,5 et 4,2, sont comprises entre 15 et 20 % dans l'horizon supérieur humifère. Elles sont parfois inférieures à 15 % dans les profils sur dune. En profondeur, ces réserves tombent à moins de 5 % (cf fig 2.14b).

Caractères chimiques

Le pH est supérieur à 7,0 dans tous les horizons humifères. Il semble légèrement plus acide dans les sols sous forêt (de 7,3 à 7,7) que sous cocoteraie (7,8 à 8,0). Le pH augmente en profondeur pour atteindre 9,0 dans certains horizons minéraux.

Le taux de matière organique en surface est variable: de 7,5 % à 25 % sous cocoteraie (il faut rappeler le défrichage par moyen mécanique), il s'élève à 37 % et plus dans les horizons humifères sous forêt (cf fig 2.19).

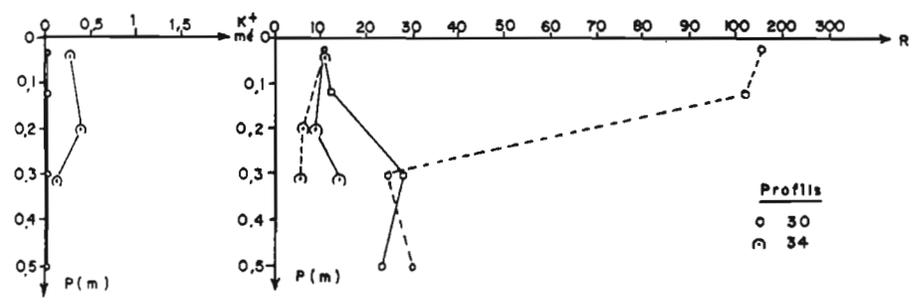
Le rapport C/N est compris entre 12 et 13 sous cocoteraie, il atteint 14 dans la zone hydromorphe interdunaire. Sous forêt, ce rapport est également de 14 sauf dans l'horizon IRH 35.1, où il est très élevé (76!). La minéralisation de la matière organique sous forêt est très moyenne.

Le taux de phosphore total est élevé: de 0,1 à 0,5 %, avec la plupart des valeurs autour de 0,2 %. Le phosphore assimilable mesuré est de 5 % du phosphore total.

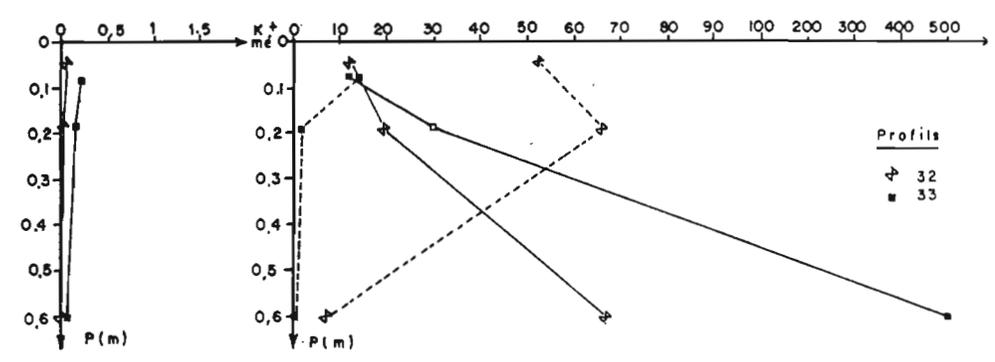
Le complexe d'échange est toujours saturé. La capacité d'échange varie en fonction du taux de matière organique. En surface, sous cocotiers, elle varie entre 13 et 40 mé/100g. Sous forêt, elle atteint entre 50 et 85 mé/100g. En profondeur, dans l'horizon minéral, la capacité d'échange est très faible (inférieure à 2 mé/100g). On peut noter que sous forêt, les horizons profonds ont une capacité d'échange plus élevée.

Les bases sont largement dominées par le calcium. Les teneurs en Mg^{++} sont dépendantes également de la matière organique: le rapport Ca^{++}/Mg^{++} est compris entre 10 et 17 pour les horizons humifères sous cocoteraie. Il varie entre 5 et 7 pour les horizons sous forêt. Ce rapport semblerait également être limité par la nappe d'eau saumâtre favorisant la diagenèse dolomitique du calcaire.

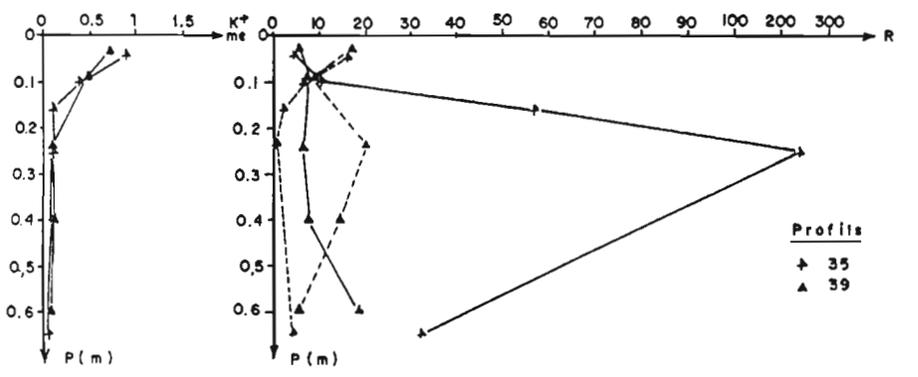
Les teneurs en K^+ sont très faibles sous cocotier. Elles sont un peu plus élevées dans les horizons les mieux pourvus en matière organique. Sous forêt, les teneurs en K^+ sont bien plus élevées, non seulement dans les horizons organiques, mais aussi dans les horizons minéraux correspondants. Le rapport Mg^{++}/K^+ est difficile à interpréter, de prime abord, il est bien plus faible dans les profils sous forêt. Quant au rapport $(Ca^{++} + Mg^{++})/K^+$, il est très



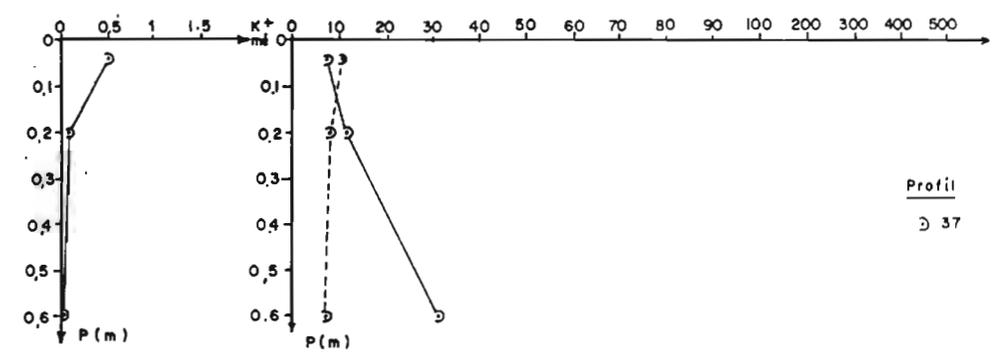
COCOTERAIE SUR DÉPRESSION HYDROMORPHE



COCOTERAIE SUR ANCIENNE DUNE



FORÊT SÈCHE SUR DÉPRESSION HYDROMORPHE



FORÊT SÈCHE SUR ANCIENNE DUNE

OUVÉA - Rendzine sur sable corallien

K⁺ échangeable - Rapport ionique
 — Ca⁺⁺ / Mg⁺⁺
 - - - Mg⁺ / K⁺

fig 2.18 : teneur en K⁺ échangeable ; rapports ioniques Ca⁺⁺ / Mg⁺⁺ et Mg⁺/K⁺ échangeables

élevé, largement supérieur à 100 dans les sols sous cocotiers; il varie entre 80 et 100 dans les sols sous forêt (cf fig 2.18).

Les analyses totales (par attaque triacide) montrent des réserves en oligo-éléments réduites. Les teneurs en MnO_2 sont nulles dans tous les profils. Les teneurs en Fe_2O_3 sont très faibles (inférieures à 0,4 %), avec un léger maximum dans les horizons de surface. Les concentrations très variables semblent être liées à la fréquence de pierres ponces altérées. Les réserves en K_2O sont elles aussi très faibles à nulles. Seuls les horizons organiques sous forêt montrent des traces en cet élément.

5.2.2.3. - Conclusion

Ces sols calcaires sableux sont de type rendzine. Ils sont souvent meubles et épais ce qui compense leur faibles réserves en eau. Leur profondeur est limitée par la présence d'une nappe d'eau saumâtre à faible profondeur dans les zones dépressionnaires. Bien que cette nappe ne pénalise pas trop le cocotier, elle provoque une cimentation de l'horizon calcaire généralement sous les horizons humifères, au niveau du toit de la nappe, qui limite ainsi la prospection racinaire des jeunes plants.

L'essentiel du potentiel de fertilité est concentré dans les horizons de surface. Les sols sous forêt, plus riches en matière organique, ont des réserves plus importantes en potassium échangeable et des rapports ioniques mieux équilibrés que les parcelles sous cocotier. Les réserves nutritives des horizons minéraux sont nulles. Dans les horizons humifères, les carences en oligo-éléments sont généralisées, les carences en K^+ échangeable ne sont pas à écarter.

Sous forêt naturelle, la matière organique, plus abondante que dans la parcelle sous cocotiers, ne se minéralise pas de façon optimale, car le rapport C/N est élevé par rapport aux autres sites étudiés.

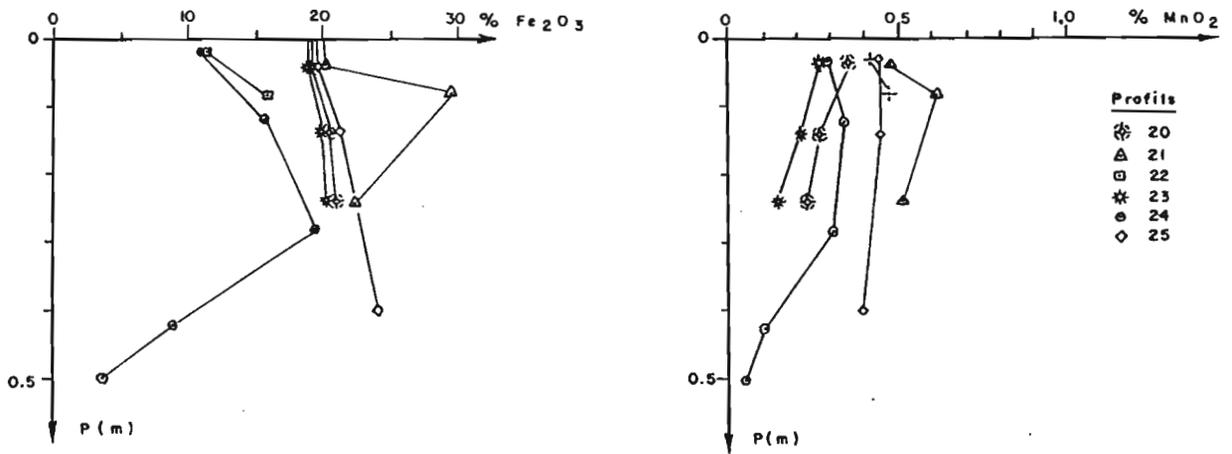
6 - CONCLUSION GENERALE

Dans deux îles bien différentes, trois grands types de sols distincts ont été décrits : les sols bruns andiques, argileux et profonds de la terrasse supérieure à Saraoutou, les sols bruns oxydiques sur terrasse surélevée de Saint Joseph au nord d'Ouvéa et les rendzines sur sables calcaires observées à la fois sur la terrasse inférieure de Saraoutou et sur la côte ouest au sud d'Ouvéa, près de Lékine, en bord de mer (cf fig 2.19).

Mais avant de parler des sols, il faut insister sur le climat différent de ces deux îles : la pluviométrie à Santo est plus élevée qu'à Ouvéa, la saison sèche y est également moins marquée et le déficit hydrique est plus faible pendant cette saison sèche. Les températures minimales à Ouvéa sont plus basses qu'à Santo, limitant encore d'avantage la croissance des cocotiers durant l'hiver austral.

6.1.- Les sols argileux profonds

Localisés sur la terrasse supérieure de la station de Saraoutou, ils ne souffrent d'aucune carence ni d'aucun déséquilibre majeur. Seule la compacité de ces sols, leur faible porosité ainsi que leur faible drainage interne à moyenne et grande profondeur (à partir de 80 cm) limitent la prospection des racines. C'est peut-être la raison pour laquelle un ralentissement de la



SÉQUENCES OUVÉA

PROFILS IRH 20 à 25 - Oxydoï dérivant de ponces volcaniques
IRH 30 à 39 - Rendzine sur calcaire corallien

IRH 30 à 39 { Teneurs en Fe_2O_3 < 0,5 %
Teneurs en MnO_2 < 0,01 %

Fig 2.16 : teneurs en Fe_2O_3 et MnO_2 à l'analyse totale triacide

croissance des cocotiers peut être observé à partir d'une quinzaine d'années (communication personnelle de M. CALVÉZ, directeur de la station IRHO de Saraoutou en 1988).

6.2.- Les sols oxydiques

Ces sols occupent le site de Saint Joseph au nord d'Ouvéa, sur calcaire corallien. Ils sont peu épais, très poreux et composés presque exclusivement d'oxydes de fer et d'alumine. Ils reposent brutalement sur un calcaire très dur. Les cocotiers âgés peuvent insérer quelques racines dans les fractures du calcaire, mais les jeunes plants peuvent être handicapés par un manque d'eau durant la saison sèche. Les caractéristiques chimiques sont bonnes avec toutefois de faibles réserves en potassium.

Il faut insister sur l'action de la matière organique qui permet une meilleure disponibilité des ions fertilisants et de préserver les teneurs en eau du sol. Les horizons brûlés, bien que disposant d'une libération massive du potassium, ne peuvent pas le stocker indéfiniment. Celui-ci va pouvoir être d'autant plus facilement lixivié que le drainage interne de ces sols est très rapide. Le cas du phosphore dans les horizons brûlés a récemment été analysé par GAUTHEYROU, GAUTHEYROU et QUANTIN (1990). Le phosphore de la fraction organique qui est facilement assimilable par les plantes est détruit lors de la forte élévation de température du sol. Celui-ci va donc migrer rapidement des horizons supérieurs et, si ce cas est applicable aux oxysols, va s'insolubiliser sous forme de phosphate de fer ou d'alumine, très peu assimilable par les plantes.

6.3.- Les rendzines

Sols classiquement répandus sur tous les substrats calcaires, ce sont les sols les plus représentatifs des îles coralliennes du Pacifique. Les rendzines sur sables calcaires sont communes à Ouvéa et à Saraoutou. Les deux sites étudiés montrent une morphologie des sols très semblable : un horizon humifère très foncé encore carbonaté passe progressivement à un substrat minéral calcaire composé presque exclusivement de sables fins ou grossiers. Parfois, des cimentations de sable apparaissent sous l'horizon organique. Elles semblent se former au niveau du toit des nappes aquifères. Ces indurations limitent la prospection des racines.

Les faibles réserves en eau des sols sont compensées par une porosité importante et par la grande épaisseur des profils. L'essentiel du potentiel de fertilité chimique, en particulier le potassium échangeable et les oligo-éléments (Fe_2O_3 et MnO_2), est concentré dans les horizons humifères de surface. Les réserves nutritives demeurent néanmoins insuffisantes car des carences en potassium ont été observées sur les cocotiers d'Ouvéa en particulier (MANCIOT, 1979).

Les horizons minéraux bruts carbonatés ont des réserves nutritives très faibles et une capacité d'échange très basse (inférieure à 2 mé/100g). De plus l'assimilation de MnO_2 peut être limitée par le pH basique du sol. Selon MANCIOT (1979), il en serait de même pour le bore, oligo-élément nécessaire au cocotier, qui n'a pas été dosé dans les sols, mais dont la carence apparaît au niveau des analyses de feuilles de cocotier et se manifeste parfois par des déformations foliaires remarquables.

La destruction de la matière organique par le feu ou lors du défrichage mécanique (profil IRH 30 et 31 à Ouvéa) conduit à limiter la taille du "réservoir nutritif" que constitue cette matière organique. Sous végétation naturelle celle-ci semble différer entre les stations de Saraoutou et de Lekine. Dans cette dernière, le rapport C/N y est bien plus élevé. Faut-il

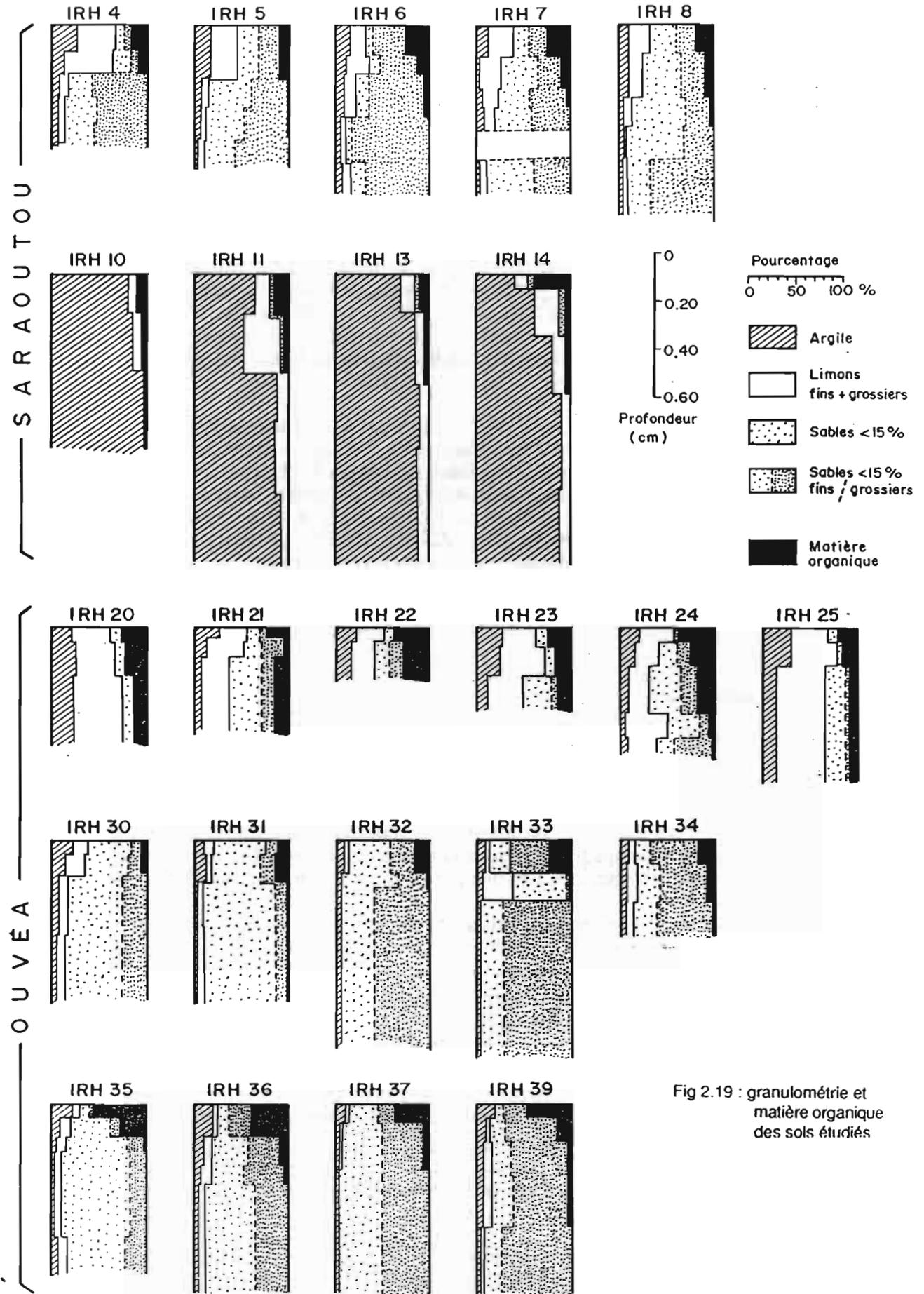


Fig 2.19 : granulométrie et matière organique des sols étudiés

invoquer l'anthropisation de cette végétation très secondarisée? Le manque de données en provenance de Santo ne permet pas de répondre définitivement à cette question. Il faut donc insister sur la préservation de la matière organique au moment du défrichage, et sur la restitution de celle-ci (feuilles de cocotier mortes) sous forme d'andains comme il est pratiqué systématiquement à la station IRHO de Saraoutou.

La comparaison entre les sols du site de Saraoutou et celui d'Ouvéa, outre l'influence anthropique possible (profil IRH 4 de Saraoutou), doit tenir compte de leur situation géographique opposée par rapport au vent dominant:

- Saraoutou est "au vent",
- le site de Lekine est "sous le vent".

L'opposition entre ces deux situations n'apparaît pas seulement au travers de la pluviosité, mais aussi dans l'accumulation possible de pierres ponces (issues des volcans actifs ou des dorsales sous-marines) qui se déplacent au gré des courants et des vents. Ces pierres ponces apportent aux sols carbonatés un surplus de potassium, de fer et de manganèse qui leur font défaut. Les côtes situées "au vent" sont ainsi mieux disposées que les côtes "sous le vent" pour l'accumulation de ces ponces. L'altération de ces dernières peut même aboutir à la formation de rendzines à faciès andiques qui sont localisées le long des côtes est des îles Loyauté (LATHAM et MERCKY, 1983). Ce phénomène explique en partie, un potentiel de fertilité des rendzines plus élevé à Saraoutou qu'à Lekine (ouest d'Ouvéa).

La pluviométrie élevée, le drainage interne rapide de ces sols en raison de leur granulométrie très sableuse alliée à une faible capacité d'échange permettent une lixiviation très rapide des engrais ou amendements. Aussi, sur ce type de sol, il est recommandé d'apporter les éléments déficients en les fractionnant au maximum.

Il est également intéressant de constater qu'après plus de 70 ans d'exploitation, l'exportation systématique des noix (sans aucune restitution) n'a pas sérieusement entamé le potentiel de fertilité de ces sols. Mais il n'en sera sans doute pas de même avec de nouvelles variétés hybrides plus productives mais aussi plus exigeantes.

6.4.- Remarques finales d'ordre agropédologique

Les observations effectuées, tant sur les sites de Santo que sur ceux d'Ouvéa, sont, dans leur ensemble, conformes aux connaissances générales que l'on a déjà des besoins écologiques du cocotier. Elles suscitent, cependant, quelques commentaires supplémentaires.

6.4.1.- Relation entre profondeur du profil et alimentation en eau

Espèce du milieu tropical océanique, il est normal d'observer sur le cocotier des développements d'autant plus faibles que les conditions d'alimentation en eau sont moins bien assurées. Ceci est patent sur chacune des deux îles.

Ainsi en est-il des cocotiers installés sur les rendzines de la terrasse inférieure de Santo, dont la faible épaisseur -par comparaison avec celle des sols de la terrasse supérieure- doit être le facteur limitant de leur alimentation en eau en périodes de sécheresse.

Ainsi en est-il également, de toute évidence, des cocotiers installés sur les rendzines du site de Lekine, dont on constate immédiatement que les plants les plus vigoureux et les plus productifs se trouvent au pied des dunes, mais non dans leur creux, c'est à dire dans une

situation à bonne distance moyenne de la nappe aquifère.

Ainsi en est-il encore des cocotiers végétant sur les sols bruns allitiques d'Ouvéa, sur lesquels existe une évidente relation entre épaisseur du profil reposant sur le socle calcaire et vigueur des arbres.

6.4.2.- Synergie entre réserves en eau et en nutriments.

Dans les conditions d'exploitation traditionnelle des cocoteraies, sur lesquelles aucune fumure n'est appliquée, l'importance des réserves en nutriments est évidemment proportionnelle à celle des réserves en eau (pour une cocoteraie d'un âge donné établie sur un type de sol donné). Ceci doit être tout aussi vrai pour des cocoteraies exploitées de façon rationnelle avec fertilisation minérale et contrôle de l'état nutritionnel par le diagnostic foliaire. Mais, si choisir préférentiellement des sols profonds semble d'une élémentaire sagesse, on ne peut privilégier au niveau du raisonnement un facteur plutôt que l'autre.

6.4.3.- Relation entre profondeur du profil cultural et lixiviation

La profondeur du profil cultural intervient aussi, très certainement, dans l'importance relative de la lixiviation des nutriments par rapport à leur absorption par la plante, que ces nutriments proviennent de la décomposition des résidus végétaux de surface, de nettoyages par le feu des plantations, ou d'applications d'engrais. En effet, il est facile de concevoir que les pertes en nutriments par mise en solution préalable par les pluies, puis drainage hors des limites du profil cultural, seront d'autant plus élevées -à capacité d'échange et taux de saturation équivalents- que la profondeur du profil exploré par les racines est faible.

6.4.4.- Rôle des racines pénétrant dans les fissures du socle calcaire des sols développés sur récifs coralliens soulevés

Dans le cas des sols reposant sur des récifs coralliens soulevés, comme les rendzines de la terrasse inférieure de Santo ou comme les sols brun allitiques d'Ouvéa, on doit se demander cependant, quelle est l'importance du rôle des quelques racines du cocotier qui s'infiltreront en profondeur dans les fissures du socle calcaire, que ce soit vis à vis de l'alimentation en eau et de la nutrition minérale de la plante, ou des pertes par lixiviation.

En premier lieu, ces fissures occupées par des racines constituent-elles des voies d'infiltration préférentielles des eaux de drainage? L'aptitude des racines du cocotier à adapter leur morphologie aux dimensions des passages qui s'offrent à elles permet de le penser.

En second lieu, le volume de ces fissures est-il important, la masse de terre qui s'y trouve conséquente? On peut répondre aussitôt par la négative à ces deux questions. En particulier, la masse de terre présente dans ces fissures -probablement entraînée-là par le lessivage ou par les mouvements du sol sous l'effet des tremblements de terre- est très faible: de nombreuses racines sont d'ailleurs à nu dans les fissures.

Il ne doit donc pas falloir exagérer l'importance du rôle de ces racines profondes. On se contentera de remarquer qu'elles parviennent à assurer la présence du cocotier dans des situations où les horizons humifères sont pratiquement inexistantes, mais aussi qu'elles n'autorisent dans ces conditions qu'une production quasi-anecdotique.

6.5.- Quelles recherches envisager pour améliorer les conditions de mise en valeur et/ou d'exploitation de tels sols par le cocotier

La précision du diagnostic foliaire, mis au point par l'IRHO et utilisé couramment par cet institut et d'autres organismes, permet, à la fois, de statuer sur l'état nutritionnel du cocotier et de suivre les effets sur cet état des fumures et, plus généralement, des techniques culturales. L'expérience acquise au fil des ans rend possible, par ailleurs, une certaine adaptation des conseils de fumures aux conditions de végétation: âge de la plantation, conditions de sol et de climat, objectifs de production envisagés et techniques culturales disponibles

Il ne permet pas d'établir un bilan minéral apparent précis, car celui-ci impliquerait:

1°/- que l'on puisse réaliser, au moment des prélèvements foliaires, une estimation correcte de la masse des différents organes;

2°/- que l'on connaisse par ailleurs les relations entre les teneurs en nutriments de ces organes et celles des portions de feuilles analysées;

toutes informations pratiquement impossibles à réunir.

D'autre part malgré la logique des conseils de fumures s'appuyant sur les résultats du diagnostic foliaire et de l'expérience acquise antérieurement, l'efficacité des fumures appliquées semble parfois aléatoire au dire des utilisateurs eux-mêmes, et ceci d'autant plus souvent qu'il s'agit justement de cocoteraies établies sur des sols comme ceux examinés au cours de cette enquête. Des explications peuvent être trouvées à de telles situations, surtout lorsqu'on dispose d'un poste météorologique à proximité. Elles consistent généralement à faire l'hypothèse d'une lixiviation des éléments fertilisants avant qu'ils aient pu être absorbés significativement par la plante.

De tels constats n'ont rien d'original au demeurant: ils sont fréquents chez les agriculteurs maîtrisant bien leurs fumures et pour des espèces aux réactions beaucoup plus rapides que le cocotier. Il montre seulement que l'adaptation des fumures aux conditions de sol et de climat, ainsi qu'à la physiologie des espèces cultivées, est un domaine où il doit être possible de réaliser de grands progrès. Quels axes de recherches faudrait-il alors renforcer -ou carrément ouvrir- pour, simultanément, améliorer la situation nutritionnelle des cocoteraies et les coefficients d'utilisation des nutriments, diminuer les risques de pollution des nappes aquifères? Le devenir des nutriments lixiviés sur les îles basses, dans le cas d'atolls soulevés comme celui d'Ouvéa par exemple, ne fait aucun doute: ces derniers se retrouvent dans la lentille d'eau douce située à quelques mètres de profondeur et parfois moins.

Le premier champ de recherches qui mériterait ainsi d'être rouvert, car il ne semble pas avoir encore été poussé très loin sur cocotier, est celui des variations de l'activité racinaire dans le temps et dans l'espace en relations avec les variations climatiques et pédologiques. Ces études devraient aboutir à une meilleure connaissance des variations, avec l'âge des plants et en fonction des saisons et de la morphologie du système racinaire, elle-même liée aux types de sols mis en valeur, des gradients horizontaux et verticaux de l'absorption racinaire.

Un second domaine de recherches pourrait être,

-dans un premier temps, la définition d'une notion de capacité de fixation en nutriments du sol, notion qui serait essentiellement dynamique, fonction de régimes hydriques standards, mais proches des régimes auxquels est soumis dans la réalité le sol considéré,

-dans un second temps, l'application de cette notion à l'étude expérimentale de la lixiviation des nutriments en fonction des fumures et de l'influence de certains produits sur les propriétés physiques et chimiques du sol, sur ses capacités d'échanges ioniques notamment.

Le troisième champ de recherches serait la mise au point d'un modèle descriptif de la dynamique des nutriments dans le système sol-cocotier ayant comme finalité technique le réglage des fumures minérales en fonction d'un certain nombre de facteurs. Ne pourraient être déjà acceptées, par exemple, que les fumures n'entraînant pas de risque de pertes par lixiviation supérieures au seuil compatible avec le renouvellement de la nappe acquifère.

Les remarques suivantes peuvent être faites à propos de ces champs de recherches:

1°/- un état des connaissances devrait être dressé à leur sujet, qui n'a pas été entrepris complètement dans le cas présent;

2°/- d'autres techniques de nutrition minérale du cocotier que l'application d'engrais à la surface du sol pourraient être envisagées, qui régleraient peut-être beaucoup mieux le problème de l'adaptation de sa fumure aux conditions de sol et de climat;

3°/- le second champ de recherches concerne toutes les formes d'agriculture et non le seul cocotier.

L'identification des sols sous cocoteraies, sur lesquels apparaissent des problèmes de déséquilibres minéraux, montre finalement que les difficultés rencontrées sont liées d'avantage au faible développement des profils culturaux des sols en question qu'à l'importance limitée de leurs réserves en nutriments. En effet, le maintien de ces réserves au dessus d'un certain seuil par application d'engrais doit être d'autant plus difficile à obtenir; en raison des risques de lixiviation, que le développement racinaire du cocotier est limité en profondeur. L'intensification de la production de coprah dans ces conditions passe probablement autant par la voie de l'amélioration des propriétés physico-chimiques des sols et des modalités et conditions d'application des engrais que par celle de l'amélioration génétique. Indépendamment du coût facilement prohibitif des fertilisants pour les cocoteraies des petits archipels, les risques de pollution des nappes acquifères de ces derniers par les engrais lixiviés devront être pris en considération.

7.- BIBLIOGRAPHIE

BAUDUIN D., BRUNEL J.P., 1981 - Hydrologie, in Atlas de la Nouvelle Calédonie, pl. 12. Paris : ORSTOM, 1981.

BIBERSON O., MALOSU D., CALVEZ C., 1985 - Le projet de développement du cocotier à Vanuatu. Oléagineux, Vol 40, n°6, 311-321.

DUBOIS J., LAUNAY J., RECY J., 1974 - Uplift movements in New Caledonia - Loyalty islands area and plate tectonics interpretation. Tectonophysics, 24, 133-150.

GAUTHEYROU M., GAUTHEYROU J., QUANTIN P., 1990 - Phosphorus forms of an andosol subjected to soil burning ; characterisation through NMR, Transaction of 14th International Congress of Soil Science, Kyoto, II, 329-330.

ILTIS J., 1979 - Géomorphologie des îles Loyauté (Nouvelle Calédonie) : un paysage d'atolls soulevés, étude préliminaire. Nouméa : ORSTOM, 67 p multigr.

JAMET R., TRICHET J., 1987 - Etude du milieu terrestre des atolls de la Polynésie française. Caractéristiques et potentialités agricoles. Cah. ORSTOM, sér. Pédol. vol. XXIII, n°4, 275-293.

JOUANNIC C., TAYLOR F.W., BLOOM A.L., 1982 - Sur la surrection et la déformation d'un arc jeune : l'arc des Nouvelles-Hébrides. Contribution à l'étude géodynamique du Sud-Ouest Pacifique, trav. et doc. n°147, Paris : ORSTOM, 223-246.

LATHAM M., MERCKY P., 1983 - Etude des sols des îles LOYAUTE, carte pédologique et carte d'aptitude culturale et forestière au 1/200 000, notice explicative n°99, Paris : ORSTOM, 45 p.

MANCIOT R., 1979 - Etude technique et socio-économique de la cocoteraie calédonienne. Proposition d'intervention. Paris : IRHO, 70p. multigr.

MORAT P., JAFFRE T., VEILLON J.M., MACKEE H.S., 1981 - Végétation in Atlas de Nouvelle Calédonie, planche 15, Paris : ORSTOM.

OHLER J.G., 1984 - Coconut, tree of life. FAO plant production and protection, paper n°57, VIII, 446p. ., 1984

QUANTIN P., 1972-1978 - Archipel des Nouvelles-Hébrides. Atlas des sols et de quelques données du milieu naturel. 7 fascicules avec cartes pédologiques, géologiques, des formes du relief et de la végétation : îles Banks et Torrès, Espiritu Santo, Malakula, Ambrym-Aoba-Maéwo- Pentecôte, Epi-Sheperd, Vaté, Erromango-Tanna-Anatom. Paris : ORSTOM,

QUANTIN P., 1982 - Vanuatu, Carte des potentialités agronomique et des aptitudes culturales. Notice explicative, Paris : ORSTOM. Cartes des potentialités agronomiques : 2 coupures à 1/500 000 et cartes des aptitudes culturales : 5 coupures à 1/100 000.

REFERENTIEL PEDOLOGIQUE FRANCAIS (RPF), 1990 - 3ème proposition, Plaisir : AFES, 279p.

REBOUL J.L., 1980 - Coconut growing on coral soil. Regional technical meeting on atoll cultivation, Papeete, Tahiti. Nouméa : South Pacific Commission, 134-148.

SCHMID M., 1969 - Note sur la végétation des îles Loyauté. Nouméa : ORSTOM, 24 p. multigr.

TERCINIER G., 1971 - Contribution à la connaissance des phénomènes de bauxitisation et d'allitisation. Les sols des karsts d'atolls suélevés du Sud-Ouest Pacifique. Cah. ORSTOM, sér. Pédol. vol. IX, n°3, 307-334.

PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES

2.1

Sols et paysages de Saraoutou

PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES

2.1.1

Sols et paysages de Saraoutou

Photo 2.1.1 à 2.1.6 - Terrasse supérieure argileuse sur calcaire dur.

Sols ferrallitiques à halloysite.



Photo 2.1.1 - Saraoutou: plateau argileux avec,
-au premier plan, la parcelle défrichée (profil IRH 11),
-au fond, la parcelle d'essai adulte,
-à droite, le jeune champ semencier.



Photo 2.1.2 - Saraoutou: profil IRH 11 sur parcelle défrichée.

Sol ferrallitique
faiblement désaturé humifère
à halloysite sur calcaire dur



Photo 2.1.5 - Saraoutou: rebord du plateau argileux, essai intervariétal.

Remarquer que les cocotiers de gauche (côté plateau), qui sont situés sur un sol peu épais, sont beaucoup moins bien développés que ceux de droite qui explorent un sol plus épais.



Photo 2.1.6 - Saraoutou: profil IRH 10

Sol ferrallitique faiblement désaturé, humifère,
à halloysite, sur calcaire dur.

- Profil situé en rebord du plateau argileux, au niveau de la photo 2.1.5.
- Profondeur réduite à 0,60 m et moins du côté du plateau.

PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES

2.1.2

Sols et paysages de Saraoutou

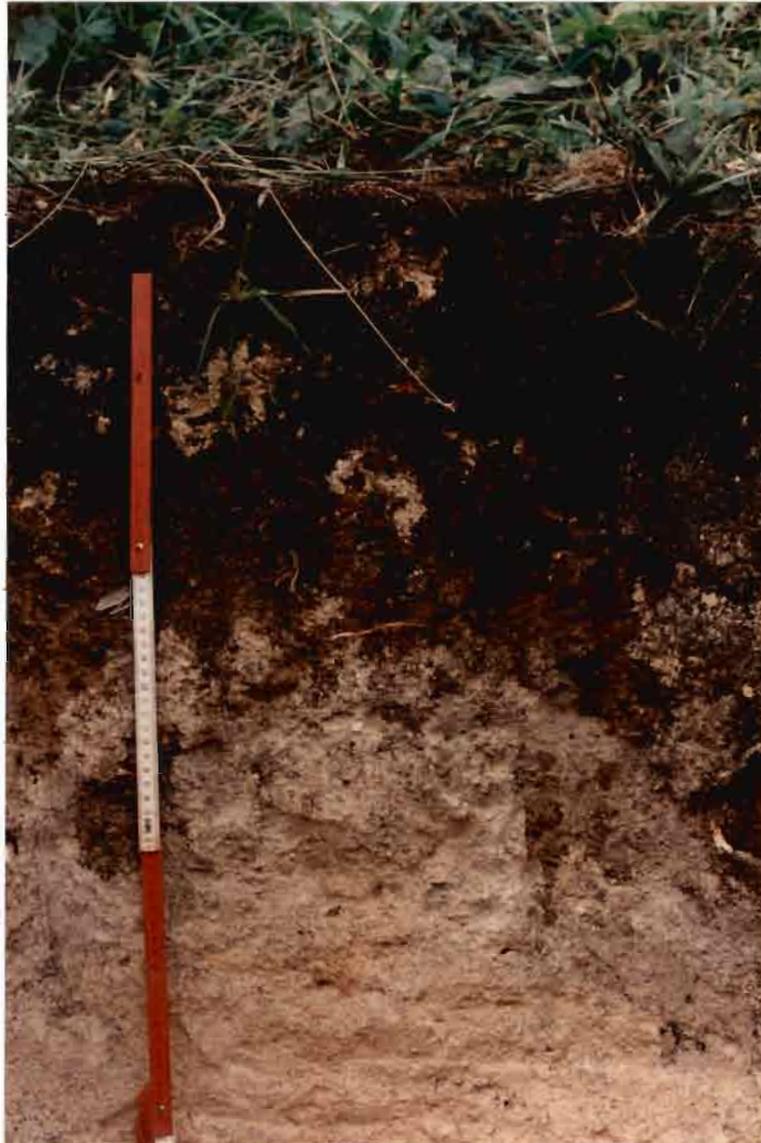
Photo 2.1.11 à 2.1 14 - Basse terrasse corallienne.

Rendzines modales sur calcaire corallien d'induration variable.



2.1.11 - Basse terrasse corallienne

Cocoteraie âgée de plus de 40 ans



2.1.12 - Basse terrasse corallienne: profil IRH 7

- Rendzine modale sur calcaire corallien:
- zone indurée (blanche) entre 30 et 50 cm
 - zone plus meuble (jaunâtre) à partir de 50 cm



2.1.13 - Basse terrasse corallienne: cocoteraie très âgée (de plus de 80 ans).



2.1.14 - Basse terrasse corallienne: profil IRH 8

Rendzine modale sur calcaire corallien:
-roche-mère assez meuble,
-profil très humifère,
-proximité immédiate de cocotiers âgés

PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES

2.2

Sols et paysages d'Ouvéa

PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES

2.2.1

Sols et paysages d'Ouvéa

Photo 2.2.1 à 2.2.6 - Site de St Joseph.

**Sols bruns calciques humifères à faciès allité dérivant de ponces volcaniques sur calcaire
(Latham et Mercky, 1983)**

ou

ferralsols meubles oxydiques et leptiques (R.P.F, 1990).



PHOTO 2.2.1 - Vue générale.

- En avant plan, plantation de cocotiers après défriche et brûlis.
- En arrière plan, à gauche, forêt sempervirente humide.
- En arrière plan, à droite, plantation de cocotiers âgés d'environ 40 ans



Photo 2.2.2 - Structure pyrogénée



PHOTO 2.2.3 - Profil IRH 21.

- Parcelle défrichée,
- végétation secondarisée,
- difficultés de croissance chez les jeunes cocotiers



Photo 2.2.4 - Profil IRH 24.

Ferralisol
-meuble, oxydique et leptique (Cf : R.P.F, 1990),
-sous forêt dense sempervirente humide.

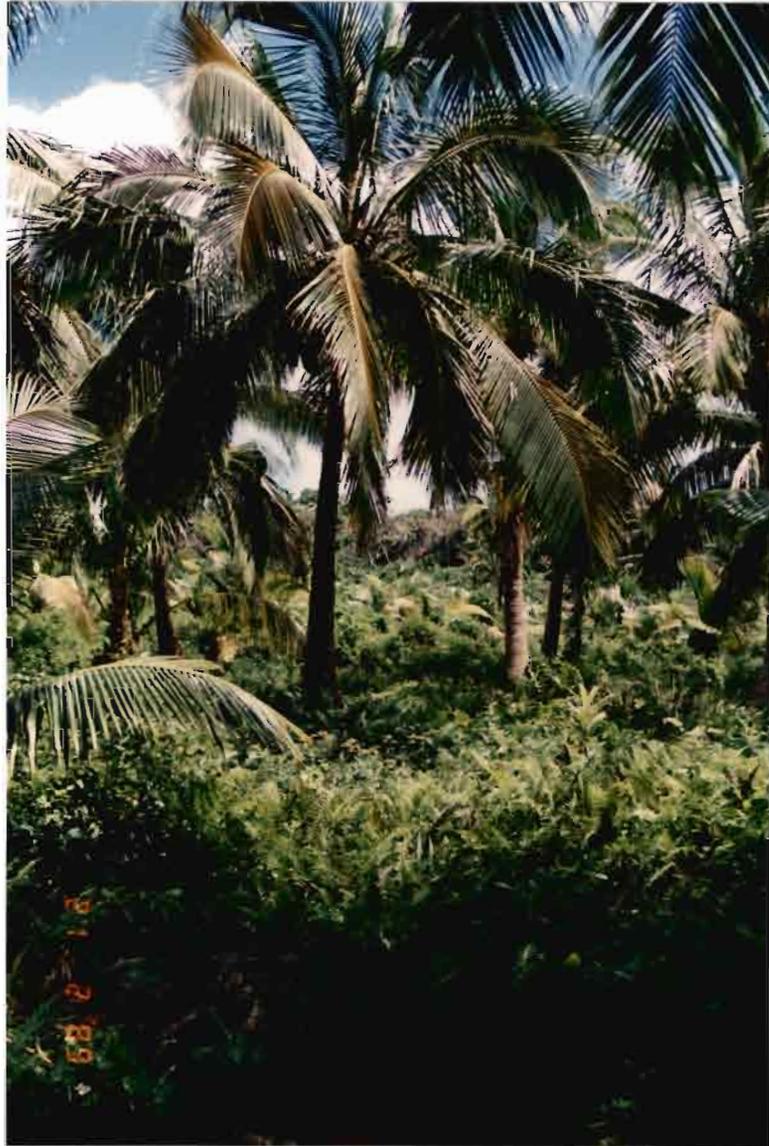


Photo 2.2.5 - Cocoteraie ancienne, tapis de fougère.



Photo 2.2.6 - Profil IRH 23.

Ferrallisol

-meuble, oxydique et leptique (Cf : R.P.F, 1990)

-sous cocoteraie âgée d'environ 40ans. Remarquer l'exploration intense du profil et l'enchevêtrement dense des racines de cocotier.

PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES

2.2.2

Sols et paysages d'Ouvéa

Photo 2.2.7 à 2.2.12 - Site de Lékine, essai de comportement âgé de 7 ans (CIDER - IRHO).

Rendzines riches en calcaire, à croûte aléatoire sur substrat sableux dunaire. Sols hydromorphes des dépressions marécageuses.



Photo 2.2.7 - Cocotiers situés dans une dépression inter-dunaire.

Leur développement physiologique semble "normal".
Mais, comparés aux autres plants du site, ils accusent un retard important à la floraison et à la fructification.



Photo 2.2.8 - Profil IRH 34. dans une dépression inter-dunaire.

Remarquer la cimentation des sables qui semble se former au niveau du toit de la nappe d'eau saumâtre. Sol hydromorphe moyennement humifère, salé, à encroûtement calcaire (Latham et Mercky, 1983).



Photo 2.2.9 - Développement normal des cocotiers sur le cordon dunaire.



Photo 2.2.10 - Profil IRH 33 situé sur le cordon dunaire.

Rendzine modal (Cf : Latham et Mercky, 1983).



Photo 2.2 11 - Cocotiers situés dans la dépression inter-dunaire

Ceux-ci présentent un retard de croissance très important.



Photo 2.2.12 - Profil IRH 30 situé dans la dépression inter-dunaire.

Sol hydromorphe moyennement humifère
peu ou pas salé (Cf : Latham et mercky, 1983)

ANNEXE 1.1

Première étude expérimentale en serre.

Paramètres observés: définitions et formules

NO	PARAMETRE	DEFINITION
1	pdb.0	poids des bassines de remontée (à j=0)
2	pd48.2	poids bassine+percolat(après 48h. de percolation,2ème jour)
3	Pd48.2	poids bassine+solution totale (48h. de percolation,2ème jour)
4	ETPc2	éapotranspiration cumulée (en 48h., au 2ème jour)
5	ETPh2	éapotranspiration horaire (au 2ème jour)
6	Dtc2	débit total cumulé (en 48h., au 2ème jour)
7	DTh2	débit total horaire (au 2ème jour)
8	pd46.4	poids bassine + percolat (46h. de percolation, au 4ème jour)
9	Pd46.4	poids bassine+solution totale (46h. de percolation,4ème jour)
10	ETPc4	éapotranspiration cumulée (en 46h., au 4ème jour)
11	ETPh4	éapotranspiration horaire (au 4ème jour)
12	Dtc4	débit total cumulé (en 46h., au 4ème jour)
13	DTh4	débit total horaire (au 4ème jour)
14	pd48.6	poids bassine + percolat(48h. de percolation, au 6ème jour)
15	Pd48.6	poids bassine+solution totale(48h. de percolation,6ème jour)
16	ETPc6	éapotranspiration cumulée (en 48h., au 6ème jour)
17	ETPh6	éapotranspiration horaire (au 6ème jour)
18	Dtc6	débit total cumulé (en 48h., au 6ème jour)
19	DTh6	débit total horaire (au 6ème jour)
20	pd72.9	poids bassine+percolat (en 72h. de percolation, au 9ème jour)
21	Pd72.9	poids bassine+solution totale(72h. de percolation, 9ème jour)
22	ETPc9	éapotranspiration cumulée (en 72h., au 9ème jour)
23	ETPh9	éapotranspiration horaire (au 9ème jour)
24	Dtc9	débit total cumulé (en 72h., au 9ème jour)
25	DTh9	débit total horaire (au 9ème jour)
26	PPf1	poids frais des plants, au 1er jour
27	pd96.13	poids bassine + percolat (96h. de percolation, au 13ème jour)
28	Pd96.13	poids bassine+solution totale(96h. de percolation,13ème jour)
29	ETPh13	éapotranspiration horaire (au 13ème jour)
30	Dtc13	débit total cumulé (en 96h., au 13ème jour)
31	DTh13	débit total horaire (au 13ème jour)
32	pd48.15	poids bassine + percolat (48h. de percolation, 15ème jour)
33	Pd48.15	poids bassine+solution totale (48h. de percolation, 15ème jour)
34	ETPc15	éapotranspiration cumulée (48h. de percolation, 15ème jour)
35	ETPh15	éapotranspiration horaire (au 15ème jour)
36	Dtc15	débit total cumulé (48h. de percolation, 15ème jour)
37	DTh15	débit total horaire (au 15ème jour)
38	pd48.17	poids bassine + percolat (48h. de percolation, 17ème jour)
39	Pd48.17	poids bassine+solution totale (48h. de percolation, 17ème jour)
40	ETPc17	éapotranspiration cumulée (48h. de percolation, 17ème jour)
41	ETPh17	éapotranspiration horaire (17ème jour)
42	Dtc17	débit total cumulé (48h. de percolation, 17ème jour)
43	DTh17	débit total horaire (au 17ème jour)
44	pd72.20	poids bassine + percolat (72h. de percolation, 20ème jour)
45	Pd72.20	poids bassine+solution totale(72h. de percolation, 20ème jour)
46	ETPc20	éapotranspiration cumulée (72h. de percolation, 20ème jour)
47	ETPh20	éapotranspiration horaire (au 20ème jour)
48	Dtc20	débit total cumulé (72h. de percolation, 20ème jour)
49	DTh20	débit total horaire (au 20ème jour)
50	pd48.22	poids bassine + percolat (48h. de percolation, 22ème jour)
51	Pd48.22	poids bassine+solution totale(48h. de percolation, 22ème jour)
52	ETPc22	éapotranspiration cumulée (48h. de percolation, 22ème jour)
53	ETPh22	éapotranspiration horaire (au 22ème jour)
54	Dtc22	débit total cumulé (48h. de percolation, 22ème jour)

NO	PARAMETRE	DEFINITION
55	DTh22	débit total horaire (au 22ème jour)
56	pd50.24	poids bassine + percolat (50h. de percolation, 24ème jour)
57	Pd50.24	poids bassine+solution totale(50h. de percolation, 24ème jour)
58	ETPc24	évapotranspiration cumulée(50h. de percolation, 24ème jour)
59	ETPh24	évapotranspiration horaire (au 24ème jour)
60	DTc24	débit total cumulé (50h. de percolation, 24ème jour)
61	DTh24	débit total horaire (au 24ème jour)
62	pd67.27	poids bassine + percolat (67h. de percolation, 27ème jour)
63	Pd67.27	poids bassine+solution totale (67h. de percolation, 27ème jour)
64	ETPc27	évapotranspiration cumulée (67h. de percolation, 27ème jour)
65	ETPh27	évapotranspiration horaire (au 27ème jour)
66	DTc27	débit total cumulé (67h. de percolation, 27ème jour)
67	DTh27	débit total horaire (au 27ème jour)
68	pd48.29	poids bassine + percolat (48h. de percolation, 29ème jour)
69	Pd48.29	poids bassine+solution totale(48h. de percolation, 29ème jour)
70	ETPc29	évapotranspiration cumulée (48h. de percolation, 29ème jour)
71	ETPh29	évapotranspiration horaire (au 29ème jour)
72	DTc29	débit total cumulé (48h. de percolation, 29ème jour)
73	DTh29	débit total horaire (au 29ème jour)
74	pd50.31	poids bassine + percolat (50h. de percolation, 31ème jour)
75	Pd50.31	poids bassine+solution totale(50h. de percolation, 31ème jour)
76	ETPc31	évapotranspiration cumulée (50h. de percolation, 31ème jour)
77	ETPh31	évapotranspiration horaire (au 31ème jour)
78	DTc31	débit total cumulé (50h. de percolation, 31ème jour)
79	DTh31	débit total horaire (au 31ème jour)
80	pd67.34	poids bassine + percolat (67h. de percolation, 34ème jour)
81	Pd67.34	poids bassine+solution totale(67h. de percolation, 34ème jour)
82	ETPc34	évapotranspiration cumulée (67h. de percolation, 34ème jour)
83	ETPh34	évapotranspiration horaire (au 34ème jour)
84	DTc34	débit total cumulé (67h. de percolation, 34ème jour)
85	DTh34	débit total horaire (au 34ème jour)
86	ETPc-34	évapotranspiration cumulée, en 34 jours (depuis le début)
87	ETPhm(1,34)	évapotranspiration horaire moyenne, au bout de 34 jours
88	pd48.36	poids bassine + percolat (48h. de percolation, 36ème jour)
89	Pd48.36	poids bassine+solution totale(48h. de percolation, 36ème jour)
90	ETPc36	évapotranspiration cumulée (48h. de percolation, 36ème jour)
91	ETPh36	évapotranspiration horaire (au 36ème jour)
92	DTc36	débit total cumulé (48h. de percolation, 36ème jour)
93	DTh36	débit total horaire (au 36ème jour)
94	pd50.38	poids bassine + percolat (50h. de percolation, 38ème jour)
95	Pd50.38	poids bassine+solution totale(50h. de percolation, 38ème jour)
96	ETPc38	évapotranspiration cumulée (50h. de percolation, 38ème jour)
97	ETPh38	évapotranspiration horaire (au 38ème jour)
98	DTc38	débit total cumulé (50h. de percolation, 38ème jour)
99	DTh38	débit total horaire (au 38ème jour)
100	pd69.41	poids bassine + percolat (69h. de percolation, 41ème jour)
101	Pd69.41	poids bassine+solution totale(69h. de percolation, 41ème jour)
102	ETPc41	évapotranspiration cumulée (69h. de percolation, 41ème jour)
103	ETPh41	évapotranspiration horaire (au 41ème jour)
104	DTc41	débit total cumulé (69h. de percolation, 41ème jour)
105	DTh41	débit total horaire (au 41ème jour)
106	pd48.43	poids bassine + percolat(48h. de percolation, au 43ème jour)
107	Pd48.43	poids bassine+solution totale(48h. de percolation, 43ème jour)
108	ETPc43	évapotranspiration cumulée (en 48h., au 43ème jour)

NO	PARAMETRE	DEFINITION
109	ETPh43	éapotranspiration horaire (au 43ème jour)
110	DTC43	débit total cumulé (en 48h., au 43ème jour)
111	DTh43	débit total horaire (au 43ème jour)
112	pd50.45	poids bassine + percolat (50h. de percolation, 45ème jour)
113	Pd50.45	poids bassine+solution totale(50h. de percolation, 45ème jour)
114	ETPc45	éapotranspiration cumulée, au 45ème jour(50h. de percolation)
115	ETPh45	éapotranspiration horaire, au 45ème jour
116	DTC45	débit total cumulé, au 45ème jour (50h. de percolation)
117	DTh45	débit total horaire, au 45ème jour
118	pd67.48	poids bassine + percolat (67h. de percolation, 48ème jour)
119	Pd67.48	poids bassine+solution totale(67h. de percolation, 48ème jour)
120	ETPc48	éapotranspiration cumulée (67h. de percolation, 48ème jour)
121	ETPh48	éapotranspiration horaire, au 48ème jour
122	DTC48	débit total cumulé (67h. de percolation, 48ème jour)
123	DTh48	débit total horaire, au 48ème jour
124	pd48.50	poids bassine + percolat (48h. de percolation, 50ème jour)
125	Pd48.50	poids bassine+solution totale(48h. de percolation, 50ème jour)
126	ETPc50	éapotranspiration cumulée (48h. de percolation, 50ème jour)
127	ETPh50	éapotranspiration horaire, au 50ème jour
128	DTC50	débit total cumulé (48h. de percolation, 50ème jour)
129	DTh50	débit total horaire, au 50ème jour
130	Pd53.52	poids bassine+solution totale(53h. de percolation, 52ème jour)
131	pd53.52	poids bassine + percolat (53h. de percolation, 52ème jour)
132	ETPc52	éapotranspiration cumulée (53h. de percolation, 52ème jour)
133	ETPh52	éapotranspiration horaire, au 52ème jour
134	DTC52	débit total cumulé (53h. de percolation, 52ème jour)
135	DTh52	débit total horaire, au 52ème jour
136	pd67.55	poids bassine + percolat (67h. de percolation, 55ème jour)
137	Pd67.55	poids bassine+solution totale(67h. de percolation, 55ème jour)
138	ETPc55	éapotranspiration cumulée (67h. de percolation, 55ème jour)
139	ETPh55	éapotranspiration horaire, au 55ème jour
140	DTC55	débit total cumulé (67h. de percolation, 55ème jour)
141	DTh55	débit total horaire, au 55ème jour
142	pd48.57	poids bassine + percolat (48h. de percolation, 57ème jour)
143	Pd48.57	poids bassine+solution totale(48h. de percolation, 57ème jour)
144	ETPc57	éapotranspiration cumulée (48h. de percolation, 57ème jour)
145	ETPh57	éapotranspiration horaire, au 57ème jour
146	DTC57	débit total cumulé (48h. de percolation, 57ème jour)
147	DTh57	débit total horaire, au 57ème jour
148	pd50.59	poids bassine + percolat (50h. de percolation, 59ème jour)
149	Pd50.59	poids bassine+solution totale(50h. de percolation, 59ème jour)
150	ETPc59	éapotranspiration cumulée (50h. de percolation, 59ème jour)
151	ETPh59	éapotranspiration horaire, au 59ème jour
152	DTC59	débit total cumulé (50h. de percolation, 59ème jour)
153	DTh59	débit total horaire, au 59ème jour
154	pd67.62	poids bassine + percolat (67h. de percolation, 62ème jour)
155	Pd67.62	poids bassine+solution totale(67h. de percolation, 62ème jour)
156	ETPc62	éapotranspiration cumulée (67h. de percolation, 62ème jour)
157	ETPh62	éapotranspiration horaire, au 62ème jour
158	DTC62	débit total cumulé (67h. de percolation, 62ème jour)
159	DTh62	débit total horaire, au 62ème jour
160	pd48.64	poids bassine + percolat (48h. de percolation, 64ème jour)
161	Pd48.64	poids bassine+solution totale(48h. de percolation, 64ème jour)
162	ETPc64	éapotranspiration cumulée (48h. de percolation, 64ème jour)

NO	PARAMETRE	DEFINITION
163	ETPh64	éapotranspiration horaire, au 64ième jour
164	DTC64	débit total cumulé (48h. de percolation, 64ème jour)
165	DTh64	débit total horaire, au 64ème jour
166	pd50.66	poids bassine + percolat (50h. de percolation, 66ème jour)
167	Pd50.66	poids bassine+solution totale(50h. de percolation, 66ème jour)
168	ETPc66	éapotranspiration cumulée (50h. de percolation, 66ème jour)
169	ETPh66	éapotranspiration horaire, au 66ème jour
170	DTC66	débit total cumulé (50h. de percolation, 66ème jour)
171	DTh66	débit total horaire, au 66ème jour
172	pd67.69	poids bassine + percolat (67h. de percolation, 69ème jour)
173	Pd67.69	poids bassine+solution totale(67h. de percolation, 69ème jour)
174	ETPc69	éapotranspiration cumulée (67h. de percolation, 69ème jour)
175	ETPh69	éapotranspiration horaire, au 69ème jour
176	DTC69	débit total cumulé (67h. de percolation, 69ème jour)
177	DTh69	débit total horaire, au 69ème jour
178	pd48.71	poids bassine + percolat (48h. de percolation, 71ème jour)
179	Pd48.71	poids bassine+solution totale(48h. de percolation, 71ème jour)
180	ETPc71	éapotranspiration cumulée (48h. de percolation, 71ème jour)
181	ETPh71	éapotranspiration horaire, au 71ème jour
182	DTC71	débit total cumulé (48h. de percolation, 71ème jour)
183	DTh71	débit total horaire, au 71ème jour
184	pd50.73	poids bassine + percolat (50h. de percolation, 73ème jour)
185	Pd50.73	poids bassine+solution totale(50h. de percolation, 73ème jour)
186	ETPc73	éapotranspiration cumulée (50h. de percolation, 73ème jour)
187	ETPh73	éapotranspiration horaire, au 73ème jour
188	DTC73	débit total cumulé (50h. de percolation, 73ème jour)
189	DTh73	debit total horaire, au 73ème jour
190	pd67.76	poids bassine + percolat (67h. de percolation, 76ème jour)
191	Pd67.76	poids bassine+solution totale (67h. de percolation, 76ème jour)
192	ETPc76	éapotranspiration cumulée (67h. de percolation, 76ème jour)
193	ETPh76	éapotranspiration horaire, au 76ème jour
194	DTC76	débit total cumulé (67h. de percolation, 76ème jour)
195	DTh76	débit total horaire, au 76ème jour
196	pd48.78	poids bassine +percolat(48h.de percolation,78ème jour)
197	Pd48.78	poids bassine+solution totale(48h. de percolation, 78ème jour)
198	ETPc78	éapotranspiration cumulée (48h. de percolation, 78ème jour)
199	ETPh78	éapotranspiration horaire, au 78ème jour
200	DTC78	debit total cumulé(48h.de percolation,78èmejour)
201	DTh78	débit total horaire, au 78ème jour
202	pd50.80	poids bassine + percolat (50h. de percolation, 80ème jour)
203	Pd50.80	poids bassine+solution totale(50h. de percolation, 80ème jour)
204	ETPc80	éapotranspiration cumulée (50h. de percolation, 80ème jour)
205	ETPh80	éapotranspiration horaire, au 80ème jour
206	DTC80	débit total cumulé (50h. de percolation, 80ème jour)
207	DTh80	débit total horaire, au 80ème jour
208	pd67.83	poids bassine + percolat (67h. de percolation, 83ème jour)
209	Pd67.83	poids bassine+solution totale(67h. de percolation, 83ème jour)
210	ETPc83	éapotranspiration cumulée (67h. de percolation, 83ème jour)
211	ETPh83	éapotranspiration horaire, au 83ème jour
212	DTC83	débit total cumulé (67h. de percolation, 83ème jour)
213	DTh83	débit total horaire, au 83ème jour
214	pd48.85	poids bassine + percolat (48h. de percolation, 85ème jour)
215	Pd48.85	poids bassine+solution totale(48h. de percolation, 85ème jour)
216	ETPc85	éapotranspiration cumulée (48h. de percolation, 85ème jour)

NO	PARAMETRE	DEFINITION
217	ETPh85	éapotranspiration horaire, au 85ème jour
218	DTC85	débit total cumulé (48h. de percolation, 85ème jour)
219	DTh85	débit total horaire, au 85ème jour
220	pd50.87	poids bassine + percolat (50h. de percolation, 87ème jour)
221	Pd50.87	poids bassine+solution totale(50h. de percolation,87ème jour)
222	ETPc87	éapotranspiration cumulée (50h. de percolation, 87ème jour)
223	ETPh87	éapotranspiration horaire, au 87ème jour
224	DTC87	débit total cumulé (50h. de percolation, 87ème jour)
225	DTh87	débit total horaire, au 87ème jour
226	pd67.90	poids bassine + percolat (67h. de percolation, 90ème jour)
227	Pd67.90	poids bassine+solution totale(67h. de percolation,90ème jour)
228	ETPc90	éapotranspiration cumulée (67h. de percolation, 90ème jour)
229	ETPh90	éapotranspiration horaire, au 90ème jour
230	DTC90	débit total cumulé (67h. de percolation, 90ème jour)
231	DTh90	débit total horaire, au 90ème jour
232	pd48.92	poids bassine+percolat(48h.de percolation,92ème jour)
233	Pd48.92	poids bassine+solution totale(48h.de percolation,92ème jour)
234	ETPc92	éapotranspiration cumulée(48h.de percolation,92ème jour)
235	ETPh92	éapotranspiration horaire,au 92ème jour
236	DTC92	debit total cumulé(48h.de percolation,92ème jour)
237	DTh92	débit total horaire,au 92ème jour
238	pd50.94	poids bassine + percolat (50h. de percolation, 94ème jour)
239	Pd50.94	poids bassine+solution totale(50h. de percolation,94ème jour)
240	ETPc94	éapotranspiration cumulée (50h. de percolation, 94ème jour)
241	ETPh94	éapotranspiration horaire, au 94ème jour
242	DTC94	débit total cumulé (50h. de percolation, 94ème jour)
243	DTh94	débit total horaire, au 94ème jour
244	pd67.97	poids bassine + percolat (67h. de percolation, 97ème jour)
245	Pd67.97	poids bassine+solution totale(67h. de percolation,97ème jour)
246	ETPc97	éapotranspiration cumulée (67h. de percolation, 97ème jour)
247	ETPh97	éapotranspiration horaire, au 97ème jour
248	DTC97	débit total cumulé (67h. de percolation, 97ème jour)
249	DTh97	débit total horaire, au 97ème jour
250	pd48.99	poids bassine +percolat(48h.de percolation,99ème jour)
251	Pd48.99	poids bassine+solution totale(48h. de percolation,99ème jour)
252	ETPc99	éapotranspiration cumulée (48h. de percolation, 99ème jour)
253	ETPh99	éapotranspiration horaire , au 99ème jour
254	DTC99	débit total cumulé (48h. de percolation, 99ème jour)
255	DTh99	débit total horaire, au 99ème jour
256	pd50.101	poids bassine + percolat (50h. de percolation,101ème jour)
257	Pd50.101	poids bassine+solution totale(50h. de percolation,101ème jour)
258	ETPc101	éapotranspiration cumulée (50h. de percolation, 101ème jour)
259	ETPh101	éapotranspiration horaire , au 101ème jour
260	DTC101	débit total cumulé (50h. de percolation, 101ème jour)
261	DTh101	débit total horaire, au 101ème jour
262	pd69.104	poids bassine+percolat(69h. de percolation, 104ème jour)
263	Pd69.104	poids bassine+solution totale(69h. de percolation,104ème jour)
264	ETPc104	éapotranspiration cumulée (69h. de percolation, 104ème jour)
265	ETPh104	éapotranspiration horaire, au 104ème jour
266	DTC104	débit total cumulé (69h. de percolation, 104ème jour)
267	DTh104	débit total horaire, au 104ème jour
268	pd48.106	poids bassine + percolat (48h. de percolation, 106ème jour)
269	Pd48.106	poids bassine+solution totale(48h. de percolation,106ème jour)
270	ETPc106	éapotranspiration cumulée (48h. de percolation, 106ème jour)

NO	PARAMETRE	DEFINITION
271	ETPh106	éapotranspiration horaire, au 106ème jour
272	DTc106	débit total cumulé (48h. de percolation, 106ème jour)
273	DTh106	débit total horaire, au 106ème jour
274	pd50.108	poids bassine+percolat (50h. de percolation, 108ème jour)
275	Pd50.108	poids bassine+solution totale(50h. de percolation,108ème jour)
276	ETPc108	éapotranspiration cumulée(50h. de percolation, 108ème jour)
277	ETPh108	éapotranspiration horaire, au 108ème jour
278	DTc108	débit total cumulé (50h. de percolation, 108ème jour)
279	DTh108	débit total horaire , au 108ème jour
280	pd69.111	poids bassine + percolat (69h. de percolation, 111ème jour)
281	Pd69.111	poids bassine+solution totale(69h. de percolation,111ème jour)
282	ETPc111	éapotranspiration cumulée (69h. de percolation, 111ème jour)
283	ETPh111	éapotranspiration horaire, au 111ème jour
284	DTc111	débit total cumulé (69h. de percolation, 111ème jour)
285	DTh111	débit total horaire, au 111ème jour
286	pd48.113	poids bassine + percolat (48h. de percolation, 113ème jour)
287	Pd48.113	poids bassine+solution totale(48h de percolation,113ème jour)
288	ETPc113	éapotranspiration cumulée (48h de percolation ,113ème jour)
289	ETPh113	éapotranspiration horaire, au 113ème jour
290	DTc113	débit total cumulé (48h de percolation, 113ème jour)
291	DTh113	débit total horaire, au 113ème jour
292	LP120	longueur du plant, à partir du couvercle, au 120ème jour
293	pd50.115	poids bassine + percolat (50h de percolation, 115ème jour)
294	Pd50.115	poids bassine+solution totale(50h de percolation,115ème jour)
295	ETPc115	éapotranspiration cumulée (50h de percolation, 115ème jour)
296	ETPh115	éapotranspiration horaire , au 115ème jour
297	DTc115	débit total cumulé (50h de percolation, 115ème jour)
298	DTh115	débit total horaire, au 115ème jour
299	pd67.118	poids bassine + percolat (67h de percolation, 118ème jour)
300	Pd67.118	poids bassine+solution totale(67h de percolation,118ème jour)
301	ETPc118	éapotranspiration cumulée (67h de percolation, 118ème jour)
302	ETPh118	éapotranspiration horaire, au 118ème jour
303	DTc118	débit total cumulé (67h de percolation, 118ème jour)
304	DTh118	débit total horaire, au 118ème jour
305	pd48.120	poids bassine + percolat (48h de percolation, 120ème jour)
306	Pd48.120	poids bassine+solution totale(48h de percolation,120ème jour)
307	ETPc120	éapotranspiration cumulée (48h de percolation, 120ème jour)
308	ETPh120	éapotranspiration horaire, au 120ème jour
309	DTc120	débit total cumulé (48h de percolation, 120ème jour)
310	DTh120	débit total horaire, au 120ème jour
311	pd50.122	poids bassine + percolat (50h de percolation, 122ème jour)
312	Pd50.122	poids bassine+solution totale(50h de percolation,122ème jour)
313	ETPc122	éapotranspiration cumulée (50h de percolation, 122ème jour)
314	ETPh122	éapotranspiration horaire, au 122ème jour
315	DTc122	débit total cumulé (50h de percolation, 122ème jour)
316	DTh122	débit total horaire, au 122ème jour
317	pd70.125	poids bassine + percolat (70h de percolation, 125ème jour)
318	Pd70.125	poids bassine+solution totale(70h de percolation,125ème jour)
319	ETPc125	éapotranspiration cumulée (70h de percolation, 125ème jour)
320	ETPh125	éapotranspiration horaire, au 125ème jour
321	DTc125	débit total cumulé (70h de percolation, 125ème jour)
322	DTh125	débit total horaire, au 125ème jour
323	PPf132	poids frais des plants, au 132ème jour
324	LP132	longueur des plants, à partir du couvercle, au 132ème jour

NO	PARAMETRE	DEFINITION
325	GPa(1,132)	gain de poids absolu par plant, entre le 1er et le 132ème jour
326	GPr(1,132)	gain de poids relatif, entre le 1er et le 132ème jour
327	VT(120,132)	vitesse de croissance en hauteur, entre le 120 et 132ème jour
328	NF1	nombre initial de feuilles dégainées par plant
329	NF71	nombre de feuilles dégainées, au 71ème jour
330	NF132	nombre de feuilles dégainées, au 132ème jour
331	GF(1,132)	gain de feuilles, entre le 1er et le 132ème jour
332	NRac1	nombre initial de racines par plant
333	NRac132	nombre de racines à la fin de l'expérimentation(132ème jour)
334	GRac(1,132)	gain de racines entre le 1er et le 132ème jour
335	ETPhm(1,17)	évapotranspiration horaire moyenne, entre le 1er et 17ème jour
336	ETPhm(17,34)	évapotranspiration horaire moyenne, entre le 17 et 34ème jour
337	ETPhm(34,55)	évapotranspiration horaire moyenne, entre le 34 et 55ème jour
338	ETPhm(55,71)	évapotranspiration horaire moyenne, entre le 55 et 71ème jour
339	ETPhm(71,87)	évapotranspiration horaire moyenne, entre le 71 et 87ème jour
340	ETPhm(87,108)	évapotranspiration horaire moyenne, entre le 87 et 108ème jour
341	ETPh(108,125)	évapotranspiration horaire moyenne, entre le 108 et 125ème jour
342	PRac132	poids sec des racines, au 132ème jour
343	PTigl32	poids sec des tiges, au 132ème jour
344	PF132	poids sec des feuilles, au 132ème jour
345	PP132	poids sec des plants, au 132ème jour
346	TMSP132	taux de matière sèche des plants, au 132ème jour
347	TCdTiges132	teneur en cendres dans les tiges sèches au 132ème jour
348	TSiTiges132	teneur en silice dans les tiges sèches au 132ème jour
349	TNTiges132	teneur des tiges sèches en azote au 132ème jour
350	TPTiges132	teneur des tiges sèches en phosphore au 132ème jour
351	TCaTiges132	teneur des tiges sèches en calcium au 132ème jour
352	TMgTiges132	teneur des tiges sèches en magnésium au 132ème jour
353	TKTiges132	teneur des tiges sèches en potassium au 132ème jour
354	TNaTiges132	teneur des tiges sèches en sodium au 132ème jour
355	TClTiges132	teneur des tiges sèches en chlore au 132ème jour
356	TFeTiges132	teneur des tiges sèches en Fer au 132ème jour
357	TCuTiges132	teneur des tiges sèches en cuivre au 132ème jour
358	PSiTigl32	immobilisation dans les tiges en silice, par plant
359	PNTigl32	immobilisation dans les tiges en azote, par plant
360	PPTigl32	immobilisation dans les tiges en phosphore, par plant
361	PKTigl32	immobilisation dans les tiges en potassium, par plant
362	PCaTigl32	immobilisation dans les tiges en calcium, par plant
363	PMgTigl32	immobilisation dans les tiges en magnésium, par plant
364	PNaTigl32	immobilisation dans les tiges en sodium, par plant
365	PClTigl32	immobilisation dans les tiges en chlore, par plant
366	PFeTigl32	immobilisation dans les tiges en fer, par plant
367	PCuTigl32	immobilisation dans les tiges en cuivre, par plant
368	TCdF132	teneur en cendres dans les feuilles sèches au 132ème jour
369	TSiF132	teneur dans les feuilles sèches en silice au 132ème jour
370	TNF132	teneur des feuilles sèches en azote au 132ème jour
371	TPF132	teneur des feuilles sèches en phosphore au 132 jour
372	TKF132	teneur des feuilles sèches en potassium au 132ème jour
373	TCaF132	teneur des feuilles sèches en calcium au 132ème jour
374	TMgF132	teneur des feuilles sèches en magnésium au 132ème jour
375	TNaF132	teneur des feuilles sèches en sodium au 132ème jour
376	TClF132	teneur des feuilles sèches en chlore au 132ème jour
377	TFeF132	teneur des feuilles sèches en fer au 132ème jour
378	TCuF132	teneur des feuilles sèches en cuivre au 132ème jour

NO	PARAMETRE	DEFINITION
379	TCdRac132	teneur des racines sèches en cendres au 132ème jour
380	TSiRac132	teneur des racines sèches en silice au 132ème jour
381	TNRac132	teneur des racines sèches en azote au 132ème jour
382	TPRac132	teneur des racines sèches en phosphore au 132ème jour
383	TKRac132	teneur des racines sèches en potassium au 132ème jour
384	TCaRac132	teneur des racines sèches en calcium au 132ème jour
385	TMgRac132	teneur des racines sèches en magnésium au 132ème jour
386	TNaRac132	teneur des racines sèches en sodium au 132ème jour
387	TClRac132	teneur des racines sèches en chlore au 132ème jour
388	TFeRac132	teneur des racines sèches en fer au 132ème jour
389	TCuRac132	teneur des racines sèches en cuivre au 132ème jour
390	PSiP132	immobilisation (par plant) dans les feuilles en silice
391	PNF132	immobilisation (par plant) dans les feuilles en azote
392	PPF132	immobilisation (par plant) dans les feuilles en phosphore
393	PKP132	immobilisation (par plant) dans les feuilles en potassium
394	PCaP132	immobilisation (par plant) dans les feuilles en calcium
395	PMgP132	immobilisation (par plant) dans les feuilles en magnésium
396	PNaP132	immobilisation (par plant) dans les feuilles en sodium
397	PCLP132	immobilisation (par plant) dans les feuilles en chlore
398	PFeP132	immobilisation (par plant) dans les feuilles en fer
399	PCuP132	immobilisation (par plant) dans les feuilles en cuivre
400	PSiRac132	immobilisation (par plant) dans les racines en silice
401	PNRac132	immobilisation (par plant) dans les racines en azote
402	PPRac132	immobilisation (par plant) dans les racines en phosphore
403	PKRac132	immobilisation (par plant) dans les racines en potassium
404	PCaRac132	immobilisation (par plant) dans les racines en calcium
405	PMgRac132	immobilisation (par plant) dans les racines en magnésium
406	PNaRac132	immobilisation (par plant) dans les racines en sodium
407	PCLRac132	immobilisation (par plant) dans les racines en chlore
408	PFeRac132	immobilisation (par plant) dans les racines en fer
409	PCuRac132	immobilisation (par plant) dans les racines en cuivre
410	PSiP132	immobilisation par plant en silice
411	PNP132	immobilisation par plant en azote
412	PPP132	immobilisation par plant en phosphore
413	PKP132	immobilisation par plant en potassium
414	PCaP132	immobilisation par plant en calcium
415	PMgP132	immobilisation par plant en magnésium
416	PNaP132	immobilisation par plant en sodium
417	PCLP132	immobilisation par plant en chlore
418	PFeP132	immobilisation par plant en fer
419	PCuP132	immobilisation par plant en cuivre
420	TKmF	teneur dans les feuilles en potassium en meq%
421	TNamF	teneur dans les feuilles en sodium en meq%
422	TCamF	teneur dans les feuilles en calcium en meq%
423	TMgmF	teneur dans les feuilles en magnésium en meq%
424	BasF	somme des bases dans les feuilles en meq%
425	PKmF	immobilisation dans les feuilles en potassium en meq/plt
426	PNamF	immobilisation dans les feuilles en sodium en meq/plt
427	PCamF	immobilisation dans les feuilles en calcium en meq/plt
428	PMgmF	immobilisation dans les feuilles en magnésium en meq/plt
429	PBasF	immobilisation dans les feuilles en bases en meq/plt
430	TKmTig	teneur dans les tiges en potassium en meq%
431	TNamTig	teneur dans les tiges en sodium en meq%
432	TCamTig	teneur dans les tiges en calcium en meq%

NO	PARAMETRE	DEFINITION
433	TMgmTig	teneur dans les tiges en magnésium en meq%
434	BasTig	somme des bases dans les tiges en meq%
435	PKmTig	immobilisation dans les tiges en potassium en meq/plt
436	PNamTig	immobilisation dans les tiges en sodium en meq/plt
437	PCamTig	immobilisation dans les tiges en calcium en meq/plt
438	PMgmTig	immobilisation dans les tiges en magnésium en meq/plt
439	PBasTig	immobilisation en bases dans les tiges en meq/plt
440	TKmRac	teneur dans les racines en potassium en meq%
441	TNamRac	teneur dans les racines en sodium en meq%
442	TCamRac	teneur dans les racines en calcium en meq%
443	TMgmRac	teneur dans les racines en magnésium en meq%
444	BasRac	somme des bases dans les racines en meq%
445	PKmRac	immobilisation dans les racines en potassium en meq/plt
446	PNamRac	immobilisation dans les racines en sodium en meq/plt
447	PCamRac	immobilisation dans les racines en calcium en meq/plt
448	PMgmRac	immobilisation dans les racines en magnésium en meq/plt
449	PBasRac	immobilisation en bases dans les racines en meq/plt
450	BasP	somme totale des bases dans le plant en meq%
451	PBasP	immobilisation totale en bases en meq/plt
452	K/BasP	rapport K/Bas dans les feuilles
453	K/BasTig	rapport K/Bas dans les tiges
454	K/BasRac	rapport K/Bas dans les racines
455	K/BasP	rapport K/Bas total
456	Na/BasP	rapport Na/Bas dans les feuilles
457	Na/BasTig	rapport Na/Bas dans les tiges
458	Na/BasRac	rapport Na/Bas dans les racines
459	Na/BasP	rapport Na/Bas total
460	Ca/BasP	rapport Ca/Bas dans les feuilles
461	Ca/BasTig	rapport Ca/Bas dans les tiges
462	Ca/BasRac	rapport Ca/Bas dans les racines
463	Ca/BasP	rapport Ca/Bas total
464	Mg/BasP	rapport Mg/Bas dans les feuilles
465	Mg/BasTig	rapport Mg/Bas dans les tiges
466	Mg/BasRac	rapport Mg/Bas dans les racines
467	Mg/BasP	rapport Mg/Bas total
468	Mg/CaP	rapport Mg/Ca dans les feuilles
469	Mg/CaTig	rapport Mg/Ca dans les tiges
470	Mg/CaRac	rapport Mg/Ca dans les racines
471	Mg/CaP	rapport Mg/Ca total
472	monov/bivP	rapport monovalents/bivalents dans les feuilles
473	monov/bivTigrapport	monovalents/bivalents dans les tiges
474	monov/bivRacrapport	monovalents/bivalents dans les racines
475	monov/bivP	rapport monovalents/bivalents total
476	Ca/(Ca+Mg)F	rapport Ca/(Ca+Mg) dans les feuilles
477	Ca/(Ca+Mg)Tirapport	Ca/(Ca+Mg) dans les tiges
478	Ca/(Ca+Mg)Rarapport	Ca/(Ca+Mg) dans les racines
479	Ca/(Ca+Mg)P	rapport Ca/(Ca+Mg) total
480	PClmF	immobilisation en chlore dans les feuilles en meq/plt
481	PClmTig	immobilisation en chlore dans les tiges en meq/plt
482	PClmRac	immobilisation en chlore dans les racines en meq/plt
483	(K+Na)/Cl P	rapport (K+Na)/Cl dans les feuilles
484	(K+Na)/Cl T	rapport (K+Na)/Cl dans les tiges
485	(K+Na)/ClRacrapport	(K+Na)/Cl dans les racines
486	(K+Na)/ClP	rapport (K+Na)/Cl total

NO	PARAMETRE	DEFINITION
487	PKmP	immobilisation par plant en potassium
488	PNamP	immobilisation par plant en sodium
489	PCamP	immobilisation par plant en calcium
490	PMgmp	immobilisation par plant en magnésium
491	PClmp	immobilisation par plant en chlore
492	-	
493		

NO	PARAMETRE	UNITE	DATE	FORMULE
1	pdB.0	g	25/5/89	-
2	pd48.2	g	25/5/89	-
3	Pd48.2	g	25/5/89	-
4	ETPc2	ml	25/5/89	$V4=(V1-V3)+ 1500.0000$
5	ETPh2	ml/h	25/5/89	$V5=V4/ 48.0000$
6	DTc2	ml	25/5/89	$V6=(V2-V3)+ 1500.0000$
7	DTh2	ml/h	25/5/89	$V7=V6/ 48.0000$
8	pd46.4	g	27/5/89	-
9	Pd46.4	g	27/5/89	-
10	ETPc4	ml	27/5/89	$V10=(V1-V9)+ 1500.0000$
11	ETPh4	ml/h	27/5/89	$V11=V10/ 46.0000$
12	DTc4	ml	27/5/89	$V12=(V8-V9)+ 1500.0000$
13	DTh4	ml/h	27/5/89	$V13=V12/ 46.0000$
14	pd48.6	g	29/5/89	-
15	Pd48.6	g	29/5/89	-
16	ETPc6	ml	29/5/89	$V16=(V1-V15)+ 1500.0000$
17	ETPh6	ml/h	29/5/89	$V17=V16/ 48.0000$
18	DTc6	ml	29/5/89	$V18=(V14-V15)+ 1500.0000$
19	DTh6	ml/h	29/5/89	$V19=V18/ 48.0000$
20	pd72.9	g	1/6/89	-
21	Pd72.9	g	1/6/89	-
22	ETPc9	ml	1/6/89	$V22=(V1-V21)+ 1500.0000$
23	ETPh9	ml/h	1/6/89	$V23=V22/ 72.0000$
24	DTc9	ml	1/6/89	$V24=(V20-V21)+ 1500.0000$
25	DTh9	ml/h	1/6/89	$V25=V24/ 72.0000$
26	PPf1	g/plt	17/5/89	-
27	pd96.13	g	5/6/89	-
28	Pd96.13	g	5/6/89	-
29	ETPh13	ml/h	5/6/89	$V29=(V21-V28)/ 96.0000$
30	DTc13	ml	5/6/89	$V30=(V21-V1)-(V28-V27)$
31	DTh13	ml/h	5/6/89	$V31=V30/ 96.0000$
32	pd48.15	g	7/6/89	-
33	Pd48.15	g	7/6/89	-
34	ETPc15	ml	7/6/89	$V34=(V1-V33)+ 1500.0000$
35	ETPh15	ml/h	7/6/89	$V35=V34/ 48.0000$
36	DTc15	ml	7/6/89	$V36=(V32-V33)+ 1500.0000$
37	DTh15	ml/h	7/6/89	$V37=V36/ 48.0000$
38	pd48.17	g	9/6/88	-
39	Pd48.17	g	9/6/88	-
40	ETPc17	ml	9/6/88	$V40=V33-V39$
41	ETPh17	ml/h	9/6/88	$V41=V40/ 48.0000$
42	DTc17	ml	9/6/88	$V42=(V33-V1)-(V39-V38)$
43	DTh17	ml/h	9/6/88	$V43=V42/ 48.0000$
44	pd72.20	g	12/6/88	-
45	Pd72.20	g	12/6/88	-
46	ETPc20	ml	12/6/88	$V46=(V1-V45)+ 1500.0000$
47	ETPh20	ml/h	12/6/88	$V47=V46/ 72.0000$
48	DTc20	ml	12/6/88	$V48=(V44-V45)+ 1500.0000$
49	DTh20	ml/h	12/6/88	$V49=V48/ 72.0000$
50	pd48.22	g	14/6/88	-
51	Pd48.22	g	14/6/88	-
52	ETPc22	ml	14/6/88	$V52=(V1-V51)+ 1500.0000$
53	ETPh22	ml/h	14/6/88	$V53=V52/ 48.0000$
54	DTc22	ml	14/6/88	$V54=(V50-V51)+ 1500.0000$

NO	PARAMETRE	UNITE	DATE	FORMULE
55	DTh22	ml/h	14/6/88	V55=V54/ 48.0000
56	pd50.24	g	16/6/89	-
57	Pd50.24	g	16/6/89	-
58	ETPc24	ml	16/6/89	V58=V51-V57
59	ETPh24	ml/h	16/6/89	V59=V58/ 50.0000
60	DTc24	ml	16/6/89	V60=(V51-V1)-(V57-V56)
61	DTh24	ml/h	16/6/89	V61=V60/ 50.0000
62	pd67.27	g	19/6/89	-
63	Pd67.27	g	19/6/89	-
64	ETPc27	ml	19/6/89	V64=(V1-V63)+ 1500.0000
65	ETPh27	ml/h	19/6/89	V65=V64/ 67.0000
66	DTc27	ml	19/6/89	V66=(V62-V63)+ 1500.0000
67	DTh27	ml/h	19/6/89	V67=V66/ 67.0000
68	pd48.29	g	21/6/89	-
69	Pd48.29	g	21/6/89	-
70	ETPc29	ml	21/6/89	V70=(V1-V69)+ 1500.0000
71	ETPh29	ml/h	21/6/89	V71=V70/ 48.0000
72	DTc29	ml	21/6/89	V72=(V68-V69)+ 1500.0000
73	DTh29	ml/h	21/6/89	V73=V72/ 48.0000
74	pd50.31	g	23/6/89	-
75	Pd50.31	g	23/6/89	-
76	ETPc31	ml	23/6/89	V76=V69-V75
77	ETPh31	ml/h	23/6/89	V77=V76/ 50.0000
78	DTc31	ml	23/6/89	V78=(V69-V1)-(V75-V74)
79	DTh31	ml/h	23/6/89	V79=V78/ 50.0000
80	pd67.34	g	26/6/89	-
81	Pd67.34	g	26/6/89	-
82	ETPc34	ml	26/6/89	V82=(V1-V81)+ 1500.0000
83	ETPh34	ml/h	26/6/89	V83=V82/ 67.0000
84	DTc34	ml	26/6/89	V84=(V80-V81)+ 1500.0000
85	DTh34	ml/h	26/6/89	V85=V84/ 67.0000
86	ETPc-34	ml	26/6/89	-
87	ETPhm(1,34)	ml/h	26/6/89	V87=V86/ 816.0000
88	pd48.36	g	28/6/89	-
89	Pd48.36	g	28/6/89	-
90	ETPc36	ml	28/6/89	V90=(V1-V89)+ 1500.0000
91	ETPh36	ml/h	28/6/89	V91=V90/ 48.0000
92	DTc36	ml	28/6/89	V92=(V88-V89)+ 1500.0000
93	DTh36	ml/h	28/6/89	V93=V92/ 48.0000
94	pd50.38	g	30/6/89	-
95	Pd50.38	g	30/6/89	-
96	ETPc38	ml	30/6/89	V96=V89-V95
97	ETPh38	ml/h	30/6/89	V97=V96/ 50.0000
98	DTc38	ml	30/6/89	V98=(V89-V1)-(V95-V94)
99	DTh38	ml/h	30/6/89	V99=V98/ 50.0000
100	pd69.41	g	3/7/89	-
101	Pd69.41	g	3/7/89	-
102	ETPc41	ml	3/7/89	V102=(V1-V101)+ 1500.0000
103	ETPh41	ml/h	3/7/89	V103=V102/ 69.0000
104	DTc41	ml	3/7/89	V104=(V100-V101)+ 1500.0000
105	DTh41	ml/h	3/7/89	V105=V104/ 69.0000
106	pd48.43	g	5/7/89	-
107	Pd48.43	g	5/7/89	-
108	ETPc43	ml	5/7/89	V108=(V1-V107)+ 1500.0000

- LISTE DES PARAMETRES -

NO	PARAMETRE	UNITE	DATE	FORMULE
109	ETPh43	ml/h	5/7/89	V109=V108/ 48.0000
110	DTc43	ml	5/7/89	V110=(V106-V107)+ 1500.0000
111	DTh43	ml/h	5/7/89	V111=V110/ 48.0000
112	pd50.45	g	7/7/89	-
113	Pd50.45	g	7/7/89	-
114	ETPc45	ml	7/7/89	V114=V107-V113
115	ETPh45	ml/h	7/7/89	V115=V114/ 50.0000
116	DTc45	ml	7/7/89	V116=(V107-V1)-(V113-V112)
117	DTh45	ml/h	7/7/89	V117=V116/ 50.0000
118	pd67.48	g	10/7/89	-
119	Pd67.48	g	10/7/89	-
120	ETPc48	ml	10/7/89	V120=(V1-V119)+ 1650.0000
121	ETPh48	ml/h	10/7/89	V121=V120/ 67.0000
122	DTc48	ml	10/7/89	V122=(V118-V119)+ 1650.0000
123	DTh48	ml/h	10/7/89	V123=V122/ 67.0000
124	pd48.50	g	12/7/89	-
125	Pd48.50	g	12/7/89	-
126	ETPc50	ml	12/7/89	V126=(V1-V125)+ 1500.0000
127	ETPh50	ml/h	12/7/89	V127=V126/ 48.0000
128	DTc50	ml	12/7/89	V128=(V124-V125)+ 1500.0000
129	DTh50	ml/h	12/7/89	V129=V128/ 48.0000
130	pd53.52	g	14/7/89	-
131	pd53.52	g	14/7/89	-
132	ETPc52	ml	14/7/89	V132=V125-V130
133	ETPh52	ml/h	14/7/89	V133=V132/ 53.0000
134	DTc52	ml	14/7/89	V134=(V131-V130)+(V125-V1)
135	DTh52	ml/h	14/7/89	V135=V134/ 53.0000
136	pd67.55	g	17/7/89	-
137	Pd67.55	g	17/7/89	-
138	ETPc55	ml	17/7/89	V138=(V1-V137)+ 1700.0000
139	ETPh55	ml/h	17/7/89	V139=V138/ 67.0000
140	DTc55	ml	17/7/89	V140=(V136-V137)+ 1700.0000
141	DTh55	ml/h	17/7/89	V141=V140/ 67.0000
142	pd48.57	g	19/7/89	-
143	Pd48.57	g	19/7/89	-
144	ETPc57	ml	19/7/89	V144=(V1-V143)+ 1500.0000
145	ETPh57	ml/h	19/7/89	V145=V144/ 48.0000
146	DTc57	ml	19/7/89	V146=(V142-V143)+ 1500.0000
147	DTh57	ml/h	19/7/89	V147=V146/ 48.0000
148	pd50.59	g	21/7/89	-
149	Pd50.59	g	21/7/89	-
150	ETPc59	ml	21/7/89	V150=V143-V149
151	ETPh59	ml/h	21/7/89	V151=V150/ 50.0000
152	DTc59	ml	21/7/89	V152=(V143-V1)-(V149-V148)
153	DTh59	ml/h	21/7/89	V153=V152/ 50.0000
154	pd67.62	g	24/7/89	-
155	Pd67.62	g	24/7/89	-
156	ETPc62	ml	24/7/89	V156=(V1-V155)+ 1650.0000
157	ETPh62	ml/h	24/7/89	V157=V156/ 67.0000
158	DTc62	ml	24/7/89	V158=(V154-V155)+ 1650.0000
159	DTh62	ml/h	24/7/89	V159=V158/ 67.0000
160	pd48.64	g	26/7/89	-
161	Pd48.64	g	26/7/89	-
162	ETPc64	ml	26/7/89	V162=(V1-V161)+ 1500.0000

NO	PARAMETRE	UNITE	DATE	FORMULE
163	ETPh64	ml/h	26/7/89	V163=V162/48
164	DTC64	ml	26/7/89	V164=(V160-V161)+ 1500.0000
165	DTh64	ml/h	26/7/89	V165=V164/ 48.0000
166	pd50.66	g	28/7/89	-
167	Pd50.66	g	28/7/89	-
168	ETPc66	ml	28/7/89	V168=V161-V167
169	ETPh66	ml/h	28/7/89	V169=V168/ 50.0000
170	DTC66	ml	28/7/89	V170=(V161-V1)-(V167-V166)
171	DTh66	ml/h	28/7/89	V171=V170/ 50.0000
172	pd67.69	g	31/7/89	-
173	Pd67.69	g	31/7/89	-
174	ETPc69	ml	31/7/89	V174=(V1-V173)+1650
175	ETPh69	ml/h	31/7/89	V175=V174/67
176	DTC69	ml	31/7/89	V176=(V172-V173)+1650
177	DTh69	ml/h	31/7/89	V177=V176/67
178	pd48.71	g	2/8/89	-
179	Pd48.71	g	2/8/89	-
180	ETPc71	ml	2/8/89	V180=(V1-V179)+1500
181	ETPh71	ml/h	2/8/89	V181=V180/48
182	DTC71	ml	2/8/89	V182=(V178-V179)+1500
183	DTh71	ml/h	2/8/89	V183=V182/48
184	pd50.73	g	4/8/89	-
185	Pd50.73	g	4/8/89	-
186	ETPc73	ml	4/8/89	V186=V179-V185
187	ETPh73	ml/h	4/8/89	V187=V186/50
188	DTC73	ml	4/8/89	V188=(V179-V1)-(V185-V184)
189	DTh73	ml/h	4/8/89	V189=V188/50
190	pd67.76	g	7/8/89	-
191	Pd67.76	g	7/8/89	-
192	ETPc76	ml	7/8/89	V192=(V1-V191)+1650
193	ETPh76	ml/h	7/8/89	V193=V192/67
194	DTC76	ml	7/8/89	V194=(V190-V191)+1650
195	DTh76	ml/h	7/8/89	V195=V194/67
196	pd48.78	g	9/8/89	-
197	Pd48.78	g	9/8/89	-
198	ETPc78	ml	9/8/89	V198=(V1-V197)+1500
199	ETPh78	ml/h	9/8/89	V199=V198/48
200	DTC78	ml	9/8/89	V200=(V196-V197)+1500
201	DTh78	ml	9/8/89	V201=V200/48
202	pd50.80	g	11/8/89	-
203	Pd50.80	g	11/8/89	-
204	ETPc80	ml	11/8/89	V204=V197-V203
205	ETPh80	ml/h	11/8/89	V205=V204/50
206	DTC80	ml	11/8/89	V206=(V197-V1)-(V203-V202)
207	DTh80	ml/h	11/8/89	V207=V206/50
208	pd67.83	g	14/8/89	-
209	Pd67.83	g	14/8/89	-
210	ETPc83	ml	14/8/89	V210=(V1-V209)+1650
211	ETPh83	ml/h	14/8/89	V211=V210/67
212	DTC83	ml	14/8/89	V212=(V208-V209)+1650
213	DTh83	ml/h	14/8/89	V213=V212/67
214	pd48.85	g	16/8/89	-
215	Pd48.85	g	16/8/89	-
216	ETPc85	ml	16/8/89	V216=(V1-V215)+1500

NO	PARAMETRE	UNITE	DATE	FORMULE
217	ETPh85	ml/h	16/8/89	V217=V216/48
218	DTc85	ml	16/8/89	V218=(V214-V215)+1500
219	DTh85	ml/h	16/8/89	V219=V218/48
220	pd50.87	g	18/8/89	-
221	Pd50.87	g	18/8/89	-
222	ETPc87	ml	18/8/89	V222=V215-V221
223	ETPh87	ml/h	18/8/89	V223=V222/50
224	DTc87	ml	18/8/89	V224=(V215-V1)-(V221-V220)
225	DTh87	ml/h	18/8/89	V225=V224/50
226	pd67.90	g	21/8/89	-
227	Pd67.90	g	21/8/89	-
228	ETPc90	ml	21/8/89	V228=(V1-V227)+1650
229	ETPh90	ml/h	21/8/89	V229=V228/67
230	DTc90	ml	21/8/89	V230=(V226-V227)+1650
231	DTh90	ml/h	21/8/89	V231=V230/67
232	pd48.92	g	23/8/89	-
233	Pd48.92	g	23/8/89	-
234	ETPc92	ml	23/8/89	V234=(V1-V233)+1500
235	ETPh92	ml/h	23/8/89	V235=V234/48
236	DTc92	ml	23/8/89	V236=(V232-V233)+1500
237	DTh92	ml/h	23/8/89	V237=V236/48
238	pd50.94	g	25/8/89	-
239	Pd50.94	g	25/8/89	-
240	ETPc94	ml	25/8/89	V240=V233-V239
241	ETPh94	ml/h	25/8/89	V241=V240/50
242	DTc94	ml	25/8/89	V242=(V233-V1)-(V239-V238)
243	DTh94	ml/h	25/8/89	V243=V242/50
244	pd67.97	g	28/8/89	-
245	Pd67.97	g	28/8/89	-
246	ETPc97	ml	28/8/89	V246=(V1-V245)+1650
247	ETPh97	ml/h	28/8/89	V247=V246/67
248	DTc97	ml	28/8/89	V248=(V244-V245)+1650
249	DTh97	ml/h	28/8/89	V249=V248/67
250	pd48.99	g	30/8/89	-
251	Pd48.99	g	30/8/89	-
252	ETPc99	ml	30/8/89	V252=(V1-V251)+1650
253	ETPh99	ml/h	30/8/89	V253=V252/48
254	DTc99	ml	30/8/89	V254=(V250-V251)+1650
255	DTh99	ml/h	30/8/89	V255=V254/48
256	pd50.101	g	1/9/89	-
257	Pd50.101	g	1/9/89	-
258	ETPc101	ml	1/9/89	V258=V251-V257
259	ETPh101	ml/h	1/9/89	V259=V258/50
260	DTc101	ml	1/9/89	V260=(V251-V1)-(V257-V256)
261	DTh101	ml/h	1/9/89	V261=V260/50
262	pd69.104	g	4/9/89	-
263	Pd69.104	g	4/9/89	-
264	ETPc104	ml	4/9/89	V264=(V1-V263)+2000
265	ETPh104	ml/h	4/9/89	V265=V264/69
266	DTc104	ml	4/9/89	V266=(V262-V263)+2000
267	DTh104	ml/h	4/9/89	V267=V266/69
268	pd48.106	g	6/9/89	-
269	Pd48.106	g	6/9/89	-
270	ETPc106	ml	6/9/89	V270=(V1-V269)+2000

NO	PARAMETRE	UNITE	DATE	FORMULE
271	ETPh106	ml/h	6/9/89	V271=V270/48
272	DTc106	ml	6/9/89	V272=(V268-V269)+2000
273	DTh106	ml/h	6/9/89	V273=V272/48
274	pd50.108	g	8/9/89	-
275	Pd50.108	g	8/9/89	-
276	ETPc108	ml	8/9/89	V276=V269-V275
277	ETPh108	ml/h	8/9/89	V277=V276/50
278	DTc108	ml	8/9/89	V278=(V269-V1)-(V275-V274)
279	DTh108	ml/h	8/9/89	V279=V278/50
280	pd69.111	g	11/9/89	-
281	Pd69.111	g	11/9/89	-
282	ETPc111	ml	11/9/89	V282=(V1-V281)+2000
283	ETPh111	ml/h	11/9/89	V283=V282/69
284	DTc111	ml	11/9/89	V284=(V280-V281)+2000
285	DTh111	ml/h	11/9/89	V285=V284/69
286	pd48.113	g	13/9/89	-
287	Pd48.113	g	13/9/89	-
288	ETPc113	ml	13/9/89	V288=(V1-V287)+2000
289	ETPh113	ml/h	13/9/89	V289=V288/48
290	DTc113	ml	13/9/89	V290=(V286-V287)+2000
291	DTh113	ml/h	13/9/89	V291=V290/48
292	LP120	cm	13/9/89	-
293	pd50.115	g	15/9/89	-
294	Pd50.115	g	15/9/89	-
295	ETPc115	ml	15/9/89	V295=V287-V294
296	ETPh115	ml/h	15/9/89	V296=V295/50
297	DTc115	ml	15/9/89	V297=(V287-V1)-(V294-V293)
298	DTh115	ml/h	15/9/89	V298=V297/50
299	pd67.118	g	18/9/89	-
300	Pd67.118	g	18/9/89	-
301	ETPc118	ml	18/9/89	V301=(V1-V300)+3000
302	ETPh118	ml/h	18/9/89	V302=V301/67
303	DTc118	ml	18/9/89	V303=(V299-V300)+3000
304	DTh118	ml/h	18/9/89	V304=V303/67
305	pd48.120	g	20/9/89	-
306	Pd48.120	g	20/9/89	-
307	ETPc120	ml	20/9/89	V307=(V1-V306)+3000
308	ETPh120	ml/h	20/9/89	V308=V307/48
309	DTc120	ml	20/9/89	V309=(V305-V306)+3000
310	DTh120	ml/h	20/9/89	V310=V309/48
311	pd50.122	g	22/9/89	-
312	Pd50.122	g	22/9/89	-
313	ETPc122	ml	22/9/89	V313=V306-V312
314	ETPh122	ml/h	22/9/89	V314=V313/50
315	DTc122	ml	22/9/89	V315=(V306-V1)-(V312-V311)
316	DTh122	ml/h	22/9/89	V316=V315/50
317	pd70.125	g	25/9/89	-
318	Pd70.125	g	25/9/89	-
319	ETPc125	ml	25/9/89	V319=(V1-V318)+3200
320	ETPh125	ml/h	25/9/89	V320=V319/70
321	DTc125	ml	25/9/89	V321=(V317-V318)+3200
322	DTh125	ml/h	25/9/89	V322=V321/70
323	PPf132	g/plt	25/9/89	-
324	LP132	cm	25/9/89	-

- LISTE DES PARAMETRES -

NO	PARAMETRE	UNITE	DATE	FORMULE
325	GPa(1,132)	g/plt	25/9/89	V325=V323-V26
326	GPr(1,132)	%	25/9/89	V326=(V325/V26)*100
327	VT(120,132)	cm/jour	25/9/89	V327=(V324-V292)/12
328	NF1	nbr/plt	17/5/89	-
329	NF71	nbr/plt	26/7/89	-
330	NF132	nbr/plt	25/9/89	-
331	GP(1,132)	nbr/plt	25/9/89	V331=V330-V328
332	NRac1	nbr/plt	17/5/89	-
333	NRac132	nbr/plt	25/9/89	-
334	GRac(1,132)	nbr/plt	25/9/89	V334=V333-V332
335	ETPhm(1,17)	ml/h	9/6/89	-
336	ETPhm(17,34)	ml/h	26/6/89	-
337	ETPhm(34,55)	ml/h	17/7/89	-
338	ETPhm(55,71)	ml/h	2/8/89	-
339	ETPhm(71,87)	ml/h	18/8/89	-
340	ETPhm(87,108)	ml/h	8/9/89	-
341	ETPh(108,125)	ml/h	25/9/89	-
342	PRac132	g/plt	25/9/89	-
343	PTig132	g/plt	25/9/89	-
344	PF132	g/plt	25/9/89	-
345	PP132	g/plt	25/9/89	V345=(V342+V343)+V344
346	TMSPI32	%	25/9/89	V346=(V345/V323)*100
347	TCdTiges132	%	14/2/90	-
348	TSiTiges132	%	14/2/90	-
349	TNTiges132	%	14/2/90	-
350	TPTiges132	%	14/2/90	-
351	TCaTiges132	%	14/2/90	-
352	TMgTiges132	%	14/2/90	-
353	TKTiges132	%	14/2/90	-
354	TNaTiges132	%	14/2/90	-
355	TClTiges132	%	14/2/90	-
356	TPeTiges132	ppm	14/2/90	-
357	TCuTiges132	ppm	14/2/90	-
358	PSiTig132	g/plt	14/2/90	V358=(V343*V348)/100
359	PNTig132	g/plt	14/2/90	V359=(V343*V349)/100
360	PPTig132	g/plt	14/2/90	V360=(V343*V350)/100
361	PKTig132	g/plt	14/2/90	V361=(V343*V353)/100
362	PCaTig132	g/plt	14/2/90	V362=(V343*V351)/100
363	PMgTig132	g/plt	14/2/90	V363=(V343*V352)/100
364	PNaTig132	g/plt	14/2/90	V364=(V343*V354)/100
365	PClTig132	g/plt	14/2/90	V365=(V343*V355)/100
366	PPeTig132	mg/plt	14/2/90	V366=(V343*V356)/1000
367	PCuTig132	mg/plt	14/2/90	V367=(V343*V357)/1000
368	TCdF132	%	14/2/90	-
369	TSiF132	%	14/2/90	-
370	TNF132	%	14/2/90	-
371	TPF132	%	14/2/90	-
372	TKF132	%	14/2/90	-
373	TCaF132	%	14/2/90	-
374	TMgF132	%	14/2/90	-
375	TNaF132	%	14/2/90	-
376	TClF132	%	14/2/90	-
377	TPeF132	ppm	14/2/90	-
378	TCuF132	ppm	14/2/90	-

RECHERCHE D'UNE CONCENTRATION OPTIMALE DE SOLUTION NUTRITIVE 181
 - LISTE DES PARAMETRES -

NO	PARAMETRE	UNITE	DATE	FORMULE
379	TCdRac132	%	14/2/90	-
380	TSiRac132	%	14/2/90	-
381	TNRac132	%	14/2/90	-
382	TPRac132	%	14/2/90	-
383	TKRac132	%	14/2/90	-
384	TCaRac132	%	14/2/90	-
385	TMgRac132	%	14/2/90	-
386	TNaRac132	%	14/2/90	-
387	TClRac132	%	14/2/90	-
388	TFeRac132	ppm	14/2/90	-
389	TCuRac132	ppm	14/2/90	-
390	PSiF132	g/plt	14/2/90	V390=(V369*V344)/100
391	PNF132	g/plt	14/2/90	V391=(V370*V344)/100
392	PPF132	g/plt	14/2/90	V392=(V371*V344)/100
393	PKF132	g/plt	14/2/90	V393=(V372*V344)/100
394	PCaF132	g/plt	14/2/90	V394=(V373*V344)/100
395	PMgF132	g/plt	14/2/90	V395=(V374*V344)/100
396	PNaF132	g/plt	14/2/90	V396=(V375*V344)/100
397	PClF132	g/plt	14/2/90	V397=(V376*V344)/100
398	PFeF132	mg/plt	14/2/90	V398=(V377*V344)/1000
399	PCuF132	mg/plt	14/2/90	V399=(V378*V344)/1000
400	PSiRac132	g/plt	14/2/90	V400=(V380*V342)/100
401	PNRac132	g/plt	14/2/90	V401=(V381*V342)/100
402	PPRac132	g/plt	14/2/90	V402=(V382*V342)/100
403	PKRac132	g/plt	14/2/90	V403=(V383*V342)/100
404	PCaRac132	g/plt	14/2/90	V404=(V384*V342)/100
405	PMgRac132	g/plt	14/2/90	V405=(V385*V342)/100
406	PNaRac132	g/plt	14/2/90	V406=(V386*V342)/100
407	PClRac132	g/plt	14/2/90	V407=(V387*V342)/100
408	PFeRac132	mg/plt	14/2/90	V408=(V388*V342)/1000
409	PCuRac132	mg/plt	14/2/90	V409=(V389*V342)/1000
410	PSiF132	g/plt	14/2/90	V410=(V358+V390)+V400
411	PNF132	g/plt	14/2/90	V411=(V359+V391)+V401
412	PPF132	g/plt	14/2/90	V412=(V360+V392)+V402
413	PKF132	g/plt	14/2/90	V413=(V361+V393)+V403
414	PCaF132	g/plt	14/2/90	V414=(V362+V394)+V404
415	PMgF132	g/plt	14/2/90	V415=(V363+V395)+V405
416	PNaF132	g/plt	14/2/90	V416=(V364+V396)+V406
417	PClF132	g/plt	14/2/90	V417=(V365+V397)+V407
418	PFeF132	mg/plt	14/2/90	V418=(V366+V398)+V408
419	PCuF132	mg/plt	14/2/90	V419=(V367+V399)+V409
420	TKmF	meq%	9/4/90	V420=V372*25.58
421	TNaF	meq%	9/4/90	V421=V375*43.48
422	TCaF	meq%	9/4/90	V422=V373*49.88
423	TMgF	meq%	9/4/90	V423=V374*82.30
424	BasF	meq%	9/4/90	V424=(V420+V421)+(V422+V423)
425	PKmF	meq/plt	9/4/90	V425=(V420*V344)/100
426	PNaF	meq/plt	9/4/90	V426=(V421*V344)/100
427	PCaF	meq/plt	9/4/90	V427=(V422*V344)/100
428	PMgF	meq/plt	9/4/90	V428=(V423*V344)/100
429	PBasF	meq/plt	9/4/90	V429=(V425+V426)+(V427+V428)
430	TKmTig	meq%	9/4/90	V430=V353*25.58
431	TNaTig	meq%	9/4/90	V431=V354*43.48
432	TCaTig	meq%	9/4/90	V432=V351*49.88

NO	PARAMETRE	UNITE	DATE	FORMULE
433	TMgmTig	meq%	9/4/90	V433=V352*82.30
434	BasTig	meq%	9/4/90	V434=(V430+V431)+(V432+V433)
435	PKmTig	meq/plt	9/4/90	V435=(V430*V343)/100
436	PNamTig	meq/plt	9/4/90	V436=(V431*V343)/100
437	PCamTig	meq/plt	9/4/90	V437=(V432*V343)/100
438	PMgmTig	meq/plt	9/4/90	V438=(V433*V343)/100
439	PBasTig	meq/plt	9/4/90	V439=(V435+V436)+(V437+V438)
440	TKmRac	meq%	9/4/90	V440=V383*25.58
441	TNmRac	meq%	9/4/90	V441=V386*43.48
442	TCamRac	meq%	9/4/90	V442=V384*49.88
443	TMgmRac	meq%	9/4/90	V443=V385*82.30
444	BasRac	meq%	9/4/90	V444=(V440+V441)+(V442+V443)
445	PKmRac	meq/plt	9/4/90	V445=(V440*V342)/100
446	PNamRac	meq/plt	9/4/90	V446=(V441*V342)/100
447	PCamRac	meq/plt	9/4/90	V447=(V442*V342)/100
448	PMgmRac	meq/plt	9/4/90	V448=(V443*V342)/100
449	PBasRac	meq/plt	9/4/90	V449=(V445+V446)+(V447+V448)
450	BasP	meq%	9/4/90	V450=(V451/V345)*100
451	PBasP	meq/plt	9/4/90	V451=(V429+V439)+V449
452	K/BasF	-	9/4/90	V452=V420/V424
453	K/BasTig	-	9/4/90	V453=V430/V434
454	K/BasRac	-	9/4/90	V454=V440/V444
455	K/BasP	-	9/4/90	V455=(V425+V435+V445)/V451
456	Na/BasF	-	9/4/90	V456=V421/V424
457	Na/BasTig	-	9/4/90	V457=V431/V434
458	Na/BasRac	-	9/4/90	V458=V441/V444
459	Na/BasP	-	9/4/90	V459=(V426+V436+V446)/V451
460	Ca/BasF	-	9/4/90	V460=V422/V424
461	Ca/BasTig	-	9/4/90	V461=V432/V434
462	Ca/BasRac	-	9/4/90	V462=V442/V444
463	Ca/BasP	-	9/4/90	V463=(V427+V437+V447)/V451
464	Mg/BasF	-	9/4/90	V464=V423/V424
465	Mg/BasTig	-	9/4/90	V465=V433/V434
466	Mg/BasRac	-	9/4/90	V466=V443/V444
467	Mg/BasP	-	9/4/90	V467=(V428+V438+V448)/V451
468	Mg/CaF	-	9/4/90	V468=V423/V422
469	Mg/CaTig	-	9/4/90	V469=V433/V432
470	Mg/CaRac	-	9/4/90	V470=V443/V442
471	Mg/CaP	-	9/4/90	V471=V471/V472
472	monov/bivF	-	9/4/90	V472=(V420+V421)/(V422+V423)
473	monov/bivTig	-	9/4/90	V473=(V430+V431)/(V432+V433)
474	monov/bivRac	-	9/4/90	V474=(V440+V441)/(V442+V443)
475	monov/bivP	-	9/4/90	-
476	Ca/(Ca+Mg)F	-	10/4/90	V476=V422/(V422+V423)
477	Ca/(Ca+Mg)Ti	-	10/4/90	V477=V432/(V432+V433)
478	Ca/(Ca+Mg)Ra	-	10/4/90	V478=V442/(V442+V443)
479	Ca/(Ca+Mg)P	-	10/4/90	-
480	PClmF	meq/plt	10/4/90	V480=(V376*V344)*0.2821
481	PClmTig	meq/plt	10/4/90	V481=(V355*V343)*0.2821
482	PClmRac	meq/plt	10/4/90	V482=(V387*V342)*0.2821
483	{K+Na}/Cl P	-	10/4/90	V483=(V425+V426)/V480
484	{K+Na}/Cl T	-	10/4/90	V484=(V435+V436)/V481
485	{K+Na}/Cl Rac	-	10/4/90	V485=(V445+V446)/V482
486	{K+Na}/Cl P	-	10/4/90	V486=V487/V488

RECHERCHE D'UNE CONCENTRATION OPTIMALE DE SOLUTION NUTRITIVE
 - LISTE DES PARAMETRES -

NO	PARAMETRE	UNITE	DATE	FORMULE
487	PKmP	meq/plt	10/4/90	V487=(V425+V435)+V445
488	PNamP	meq/plt	10/4/90	V488=(V426+V436)+V446
489	PCamP	meq/plt	10/4/90	V489=(V427+V437)+V447
490	PMgmP	meq/plt	10/4/90	V490=(V428+V438)+V448
491	PCImP	meq/plt	10/4/90	V491=(V480+V481)+V482
492	-			-
493				-

ANNEXE 1.2

Deuxième étude expérimentale en serre.

Paramètres observés: définitions et formules

ANNEXE 1.2.1

Deuxième étude expérimentale en serre.

Premier essai

Paramètres observés: définitions et formules

NO	PARAMETRE	UNITE	DATE	FORMULE
1	nF1	nbr	4/4/90	-
2	nRac1	nbr	4/4/90	-
3	PPf1	g	4/4/90	-
4	H47	cm	23/5/90	-
5	H98	cm	11/7/90	-
6	VT(47,98)	cm/jour	11/7/90	$V6=(V5-V4)/51$
7	nF103	nbr	16/7/90	-
8	dF(1,103)	nbr	16/7/90	$V8=V7-V1$
9	PCuv	g	2/8/90	-
10	ETPc119	ml	1/8/90	-
11	ETPh119	ml/h	1/8/90	$V11=V10/48$
12	ETPh119'	ml/h	1/8/90	-
13	Pd48.121	g	3/8/90	-
14	ETPc121	ml	3/8/90	$V14=(V9-V13)+3000$
15	ETPh121	ml/h	3/8/90	$V15=V14/48$
16	ETPh121'	ml/h	3/8/90	-
17	Pd72.124	g	6/8/90	-
18	ETPc124	ml	6/8/90	$V18=(V9-V17)+3000$
19	ETPh124	ml/h	6/8/90	$V19=V18/72$
20	ETPh124'	ml/h	6/8/90	-
21	Pd48.126	g	8/8/90	-
22	ETPc126	ml	8/8/90	$V22=(V9-V21)+3000$
23	ETPh126	ml/h	8/8/90	$V23=V22/48$
24	ETPh126'	ml/h	8/8/90	-
25	Pd48.128	g	10/8/90	-
26	ETPc128	ml	10/8/90	$V26=(V9-V25)+3000$
27	ETPh128	ml/h	10/8/90	$V27=V26/48$
28	ETPh128'	ml/h	10/8/90	-
29	ETPj/kg128	ml/j/kg	10/8/90	-
30	Pd72.131	g	13/8/90	-
31	ETPc131	ml	13/8/90	$V31=(V9-V30)+3000$
32	ETPh131	ml/h	13/8/90	$V32=V31/72$
33	ETPh131'	ml/h	13/8/90	-
34	Pd96.135	g	17/8/90	-
35	ETPc135	ml	17/8/89	$V35=(V9-V34)+3000$
36	ETPh135	ml/h	17/8/89	$V36=V35/96$
37	ETPh135'	ml/h	17/8/90	-
38	Pd72.138	g	20/8/90	-
39	ETPc138	ml	20/8/90	$V39=(V9-V38)+3000$
40	ETPh138	ml/h	20/8/90	$V40=V39/72$
41	ETPh138'	ml/h	20/8/90	-
42	Pd48.140	g	22/08/90	-
43	ETPc140	ml	22/08/90	$V43=(V9-V42)+3000$
44	ETPh140	ml/h	22/08/90	$V44=V43/48$
45	ETPh140'	ml/h	22/08/90	-
46	Pd48.142	g	24/08/90	-
47	ETPc142	ml	24/08/90	$V47=(V9-V46)+3000$
48	ETPh142	ml/h	24/08/90	$V48=V47/48$
49	ETPh142'	ml/h	24/08/90	-
50	Pd72.145	g	27/8/90	-
51	ETPc145	ml	27/8/90	$V51=(V9-V50)+3000$
52	ETPh145	ml/h	27/8/90	$V52=V51/72$
53	ETPh145'	ml/h	27/8/90	-
54	Pd48.147	g	29/08/90	-

NO	PARAMETRE	DEFINITION
1	nFl	nombre de feuilles dégainées au début de l'essai
2	nRacl	nombre de racines au début de l'essai
3	PPf1	poids des plants au début de l'essai (frais) (-noix)
4	H47	hauteur des plants au 47ème jour de l'essai (dessus reglette)
5	H98	hauteur des plants au 68ème jour (au dessus de la réglette)
6	VT(47,98)	vitesse de croissance en hauteur entre les 47 et 98èmes jours
7	nFl03	nombre de feuilles dégainées au 103ème jour de l'essai
8	dF(1,103)	gain de feuilles entre le 1er et le 103ème jour
9	PCuv	poids sec des cuvettes de remontée
10	ETPc119	évapotranspiration potentielle cumulée (en 48h, au 119ème j.)
11	ETPh119	évapotranspiration potentielle horaire, au 119ème jour
12	ETPh119'	ETPh au 119e jour "corrigée"
13	Pd48.121	poids bassine + eau totale (48h. de percolation, 121e jour)
14	ETPc121	évapotranspiration potentielle cumulée (en 48h., au 121e j.)
15	ETPh121	évapotranspiration potentielle horaire, au 121ème jour
16	ETPh121'	variable n°15 corrigée
17	Pd72.124	poids bassine + eau totale (72h. de percolation, 124e jour)
18	ETPc124	évapotranspiration potentielle cumulée (en 72h., au 124e j.)
19	ETPh124	évapotranspiration potentielle horaire, au 124e jour
20	ETPh124'	variable n°19 corrigée
21	Pd48.126	poids bassine + eau totale (48h. de percolation, 126e jour)
22	ETPc126	évapotranspiration potentielle cumulée (en 48h., au 126e j.)
23	ETPh126	évapotranspiration potentielle horaire, au 126ème jour
24	ETPh126'	variable n°23 corrigée
25	Pd48.128	poids bassine + eau totale (48h. de percolation, 128e jour)
26	ETPc128	évapotranspiration potentielle cumulée (en 48h., au 128e j.)
27	ETPh128	évapotranspiration potentielle horaire, au 128ème jour
28	ETPh128'	variable n°27 corrigée
29	ETPj/kg128	évapotranspiration potentielle par jour et kg de terre, 128e j.
30	Pd72.131	poids bassine + eau totale (72h. de percolation, 131e jour)
31	ETPc131	évapotranspiration potentielle cumulée (en 72h., au 131e j.)
32	ETPh131	évapotranspiration potentielle horaire, au 131ème jour
33	ETPh131'	variable n°32 corrigée
34	Pd96.135	poids bassine + eau totale (96h. de percolation, 135e jour)
35	ETPc135	évapotranspiration potentielle cumulée (en 96h., 135e jour)
36	ETPh135	évapotranspiration potentielle horaire, au 135e jour
37	ETPh135'	variable n° 36 corrigée
38	Pd72.138	poids bassine + eau totale (72h. de percolation, 138e jour)
39	ETPc138	évapotranspiration potentielle cumulée (en 72h., au 138e j.)
40	ETPh138	évapotranspiration potentielle horaire, au 138e jour
41	ETPh138'	variable n°40 corrigée
42	Pd48.140	poids bassine + eau totale (48h. de percolation, 140e jour)
43	ETPc140	évapotranspiration potentielle cumulée (en 48h. au 140e jour)
44	ETPh140	évapotranspiration potentielle horaire ,140e jour
45	ETPh140'	variable n°44 corrigée
46	Pd48.142	poids bassine+eau totale (48h de percolation,142e jour)
47	ETPc142	évapotranspiration potentielle cumulée (en 48h., au 142e jour)
48	ETPh142	évapotranspiration potentielle horaire , au 142e jour
49	ETPh142'	variable n°48 corrigée
50	Pd72.145	poids bassine+eau totale (72h. de percolation, 145e jour)
51	ETPc145	évapotranspiration potentielle cumulée (en 72h., au 145e jour)
52	ETPh145	évapotranspiration potentielle horaire, au 145e jour
53	ETPh145'	variable n°52 corrigée
54	Pd48.147	poids bassine+eau totale (48h.de percolation,147e jour)

- LISTE DES PARAMETRES -

NO	PARAMETRE	UNITE	DATE	FORMULE
55	ETPc147	ml	29/08/90	V55=(V9-V54)+3000
56	ETPh147	ml/h	29/08/90	V56=V55/48
57	ETPh147'	ml/h	29/08/90	-
58	Pd48.149	g	31/8/90	-
59	TransC149	ml	31/8/90	V59=(V9-V58)+2900
60	TransH149	ml/h	31/8/90	V60=V59/48
61	ETPh149	ml/h	31/8/90	-
62	Pd72.152	g	3/9/90	-
63	ETPh152	ml/h	3/9/90	-
64	TransC152	ml	3/9/90	V64=(V9-V62)+2885
65	TransH152	ml/h	3/9/90	V65=V64/72
66	Pd48.154	g	5/9/90	-
67	ETPc154	ml	5/9/90	V67=(V9-V66)+3000
68	ETPh154	ml/h	5/9/90	V68=V67/48
69	TransC154	ml	5/9/90	V69=(V9-V66)+2940
70	TransH154	ml/h	5/9/90	V70=V69/48
71	Pd48.156	g	7/9/90	-
72	ETPc156	ml	7/9/90	V72=(V9-V71)+3000
73	ETPh156	ml/h	7/9/90	V73=V72/48
74	TransC156	ml	7/9/90	V74=(V9-V71)+2890
75	TransH156	ml/h	7/9/90	V75=V74/48
76	Pd72.159	g	10/9/90	-
77	ETPc159	ml	10/9/90	V77=(V9-V76)+3000
78	ETPh159	ml/h	10/9/90	V78=V77/72
79	TransC159	ml	10/9/90	V79=(V9-V76)+2895
80	TransH159	ml/h	10/9/90	V80=V79/72
81	Pd48.161	g	12/9/90	-
82	ETPc161	ml	12/9/90	V82=(V9-V81)+3000
83	ETPh161	ml/h	12/9/90	V83=V82/48
84	TransC161	ml	12/9/90	V84=(V9-V81)+2910
85	TransH161	ml/h	12/9/90	V85=V84/48
86	Pd48.163	g	14/9/90	-
87	ETPc163	ml	14/9/90	V87=(V9-V86)+3000
88	ETPh163	ml/h	14/9/90	V88=V87/48
89	TransC163	ml	14/9/90	V89=(V9-V86)+2920
90	TransH163	ml/h	14/9/90	V90=V89/48
91	Pd72.166	g	17/9/90	-
92	ETPc166	ml	17/9/90	V92=(V9-V91)+3000
93	ETPh166	ml/h	17/9/90	V93=V92/72
94	TransC166	ml	17/9/90	V94=(V9-V91)+2890
95	TransH166	ml/h	17/9/90	V95=V94/72
96	H167	cm	18/9/90	-
97	Pd48.168	g	19/9/90	-
98	ETPc168	ml	19/9/90	V98=(V9-V97)+3000
99	ETPh168	ml/h	19/9/90	V99=V98/48
100	TransC168	ml	19/9/90	V100=(V9-V97)+2910
101	TransH168	ml/h	19/9/90	V101=V100/48
102	nF167	nbr	18/9/90	-
103	Vt(98,167)	cm/jour	18/9/90	V103=(V96-V51)/69
104	Vt(47,167)	cm/jour	18/9/90	V104=(V96-V4)/120
105	dH(47,167)	cm	18/9/90	V105=V96-V4
106	dF(1,167)	nbr	18/9/90	V106=V102-V1
107	PPf168	g	19/9/90	-
108	dPfa(1,168)	g	19/9/90	V108=V107-V3

NO	PARAMETRE	DEFINITION
55	ETPc147	évapotranspiration potentielle cumulée (en 48h., au 147e jour)
56	ETPh147	évapotranspiration potentielle horaire, au 147e jour
57	ETPh147'	variable n°56 corrigée
58	Pd48.149	poids bassin+eau totale (48h. de percolation, 149e jour)
59	TransC149	transpiration cumulée, en 48h. au 149e jour
60	TransH149	transpiration horaire, au 149e jour
61	ETPh149	évapotranspiration potentielle horaire, au 149e jour
62	Pd72.152	poids bassin+eau totale (72h. de percolation, 152e jour)
63	ETPh152	évapotranspiration potentielle horaire, au 152e jour
64	TransC152	transpiration cumulée en 72h., au 152e jour
65	TransH152	transpiration horaire, au 152e jour
66	Pd48.154	poids bassin+eau totale (48h. de percolation, 154e jour)
67	ETPc154	évapotranspiration potentielle cumulée (en 48h., au 154e jour)
68	ETPh154	évapotranspiration potentielle horaire, au 154e jour
69	TransC154	transpiration cumulée en 48h., au 154e jour
70	TransH154	transpiration horaire, au 154e jour
71	Pd48.156	poids bassin+eau totale (48h. de percolation, 156e jour)
72	ETPc156	évapotranspiration potentielle cumulée (en 48h., au 156e jour)
73	ETPh156	évapotranspiration potentielle horaire, au 156e jour
74	TransC156	transpiration cumulée en 48h., au 156e jour
75	TransH156	transpiration horaire, au 156e jour
76	Pd72.159	poids bassin+eau totale (72h. de percolation, 159e jour)
77	ETPc159	évapotranspiration potentielle cumulée (en 72h., au 159e jour)
78	ETPh159	évapotranspiration potentielle horaire, au 159e jour
79	TransC159	transpiration cumulée en 72h., au 159ème jour
80	TransH159	transpiration horaire, au 159ème jour
81	Pd48.161	poids bassin+eau totale (48h. de percolation, 161e jour)
82	ETPc161	évapotranspiration potentielle cumulée (en 48h., au 161e jour)
83	ETPh161	évapotranspiration potentielle horaire, au 161e jour
84	TransC161	transpiration cumulée en 48h., au 161e jour
85	TransH161	transpiration horaire, au 161e jour
86	Pd48.163	poids bassin+eau totale (48h. de percolation, 163e jour)
87	ETPc163	évapotranspiration potentielle cumulée (en 48h., au 163e jour)
88	ETPh163	évapotranspiration potentielle horaire, au 163e jour
89	TransC163	transpiration cumulée en 48h., au 163e jour
90	TransH163	transpiration horaire, au 163e jour
91	Pd72.166	poids bassin+eau totale (72h. de percolation, 166e jour)
92	ETPc166	évapotranspiration potentielle cumulée (en 72h., au 166e jour)
93	ETPh166	évapotranspiration potentielle horaire, au 166e jour
94	TransC166	transpiration cumulée en 72h., au 166e jour
95	TransH166	transpiration horaire, au 166e jour
96	H167	hauteur des plants au 167ème jour (au dessus de la réglette)
97	Pd48.168	poids bassin+eau totale (48h. de percolation, 168e jour)
98	ETPc168	évapotranspiration potentielle cumulée (en 48h., au 168e jour)
99	ETPh168	évapotranspiration potentielle horaire, au 168e jour
100	TransC168	transpiration cumulée en 48h., au 168e jour
101	TransH168	transpiration horaire, au 168e jour
102	nF167	nombre de feuilles au 167ème jour
103	VT(98,167)	vitesse de croissance en hauteur entre les 98 et 167èmes jours
104	VT(47,167)	vitesse de croissance en hauteur entre les 47 et 167èmes jours
105	dH(47,167)	différence de hauteur des plants entre les 47e et 167ème jour
106	FF (1,167)	gain de feuilles entre le 1er et le 167ème jour
107	PPf168	poids frais des plants au 168e jour (- noix)
108	FF fa(1,168)	gain de poids frais absolu des plants en 168 jours

- LISTE DES PARAMETRES -

NO	PARAMETRE	UNITE	DATE	FORMULE
109	dPfr(1,168)	%	19/9/90	V109=(V108/V3)*100
110	PTP168	g/plt	19/9/90	-
111	PRac168	g/plt	19/9/90	-
112	PP168	g/plt	19/9/90	V112=V110+V111
113	TMSP168	%	19/9/90	V113=(V112/V107)*100
114	nRac168	nbr	19/9/90	-
115	dRac(1,168)	nbr	19/9/90	V115=V114-V2
116	ETPhm117,126	ml/h	19/9/90	-
117	ETPhm126,138	ml/h	19/9/90	-
118	ETPhm138,147	ml/h	19/9/90	-
119	ETPhm147,156	ml/h	19/9/90	-
120	ETPhm156,168	ml/h	19/9/90	-
121	ETPhm117,168	ml/h	19/9/90	-
122	TCdTF168	%	19/12/90	-
123	TSiTF168	%	19/12/90	-
124	TNTF168	%	19/12/90	-
125	TPTF168	%	19/12/90	-
126	TKTF168	%	19/12/90	-
127	TCaTF168	%	19/12/90	-
128	TMgTF168	%	19/12/90	-
129	TNaTF168	%	19/12/90	-
130	TCdRac168	%	19/12/90	-
131	TSiRac168	%	19/12/90	-
132	TNRac168	%	19/12/90	-
133	TPRac168	%	19/12/90	-
134	TKRac168	%	19/12/90	-
135	TCaRac168	%	19/12/90	-
136	TMgRac168	%	19/12/90	-
137	TNaRac168	%	19/12/90	-
138	PSiTF168	g/plt	19/12/90	V138=(V123*V110)/100
139	PNTF168	g/plt	19/12/90	V139=(V124*V110)/100
140	PPTF168	g/plt	19/12/90	V140=(V125*V110)/100
141	PKTF168	g/plt	19/12/90	V141=(V126*V110)/100
142	PCaTF168	g/plt	19/12/90	V142=(V127*V110)/100
143	PMg168	g/plt	19/12/90	V143=(V128*V110)/100
144	PNa168	g/plt	19/12/90	V144=(V129*V110)/100
145	PSi168	g/plt	19/12/90	V145=(V131*V111)/100
146	PNRac168	g/plt	19/12/90	V146=(V132*V111)/100
147	PPRac168	g/plt	19/12/90	V147=(V133*V111)/100
148	PKRac168	g/plt	19/12/90	V148=(V134*V111)/100
149	PCaRac168	g/plt	19/12/90	V149=(V135*V111)/100
150	PMgRac168	g/plt	19/12/90	V150=(V136*V111)/100
151	PNaRac168	g/plt	19/12/90	V151=(V137*V111)/100
152	PSiP168	g/plt	19/12/90	V152=V138+V145
153	PNP168	g/plt	19/12/90	V153=V139+V146
154	PPP168	g/plt	19/12/90	V154=V140+V147
155	PKP168	g/plt	19/12/90	V155=V141+V148
156	PCaP168	g/plt	19/12/90	V156=V142+V149
157	PMgP168	g/plt	19/12/90	V157=V143+V150
158	PNaP168	g/plt	19/12/90	V158=V144+V151
159	TKmTF168	meq%	19/12/90	V159=V126*25.58
160	TNamTF168	meq%n	19/12/90	V160=V129*43.48
161	TCamTF168	meq%	19/12/90	V161=V127*49.88
162	TMgmTF168	meq%	19/12/90	V162=V128*82.30

NO	PARAMETRE	DEFINITION
109	dPfr(1,168)	gain de poids frais relatif des plants en 168 jours
110	PTP168	poids sec des tiges et feuilles au 168e jour
111	PRac168	poids sec des racines au 168e jour
112	PP168	poids sec des plants au 168e jour
113	TMSP168	taux de matière sèche des plants au 168e jour
114	nRac168	nombre de racines au 168ème jour
115	dRac(1,168)	gain de racines entre le 1er et le 168ème jour de l'essai
116	ETPhm117,126ETP	horaire moyenne entre le 117e et le 126e jour de l'essai
117	ETPhm126,138ETP	horaire moyenne entre le 126e et le 138e jour de l'essai
118	ETPhm138,147ETP	horaire moyenne entre le 138e et le 147e jour de l'essai
119	ETPhm147,156ETP	horaire moyenne entre le 147e et le 156e jour de l'essai
120	ETPhm156,168ETP	horaire moyenne entre le 156e et le 168e jour de l'essai
121	ETPhm117,168ETP	horaire moyenne entre le 117e et le 168e jour de l'essai
122	TCdTF168	teneur en cendres des tiges et feuilles sèches au 168e jour
123	TSiTF168	teneur en silice des tiges et feuilles sèches au 168e jour
124	TNTF168	teneur des tiges et feuilles sèches en azote au 168e jour
125	TPTF168	teneur des tiges et feuilles sèches en phosphore au 168e jour
126	TKTF168	teneur des tiges et feuilles sèches en potasse au 168e jour
127	TCaTF168	teneur des tiges et feuilles sèches en calcium au 168e jour
128	TMgTF168	teneur des tiges et feuilles sèches en magnésium au 168e jour
129	TNaTF168	teneur des tiges et feuilles sèches en sodium au 168e jour
130	TCdRac168	teneur des racines sèches en cendres au 168e jour
131	TSiRac168	teneur des racines sèches en silice au 168e jour
132	TNRac168	teneur des racines sèches en azote au 168e jour
133	TPRac168	teneur des racines sèches en phosphore au 168e jour
134	TKRac168	teneur des racines sèches en potassium au 168e jour
135	TCaRac168	teneur des racines sèches en calcium au 168e jour
136	TMgRac168	teneur des racines sèches en magnésium au 168e jour
137	TNaRac168	teneur des racines sèches en sodium au 168e jour
138	PSiTF168	immobilisation (par plant) dans les TF en silice au 168e jour
139	PNTF168	immobilisation (par plant) dans les TF en azote au 168e jour
140	PPTF168	immobilisation (par plant) dans les TF en phosphore au 168e jour
141	PKTF168	immobilisation (par plant) dans les TF en potassium au 168e j.
142	PCaTF168	immobilisation (par plant) dans les TF en calcium au 168e jour
143	PMg168	immobilisation (par plant) dans les TF en magnésium au 168e j.
144	PNa168	immobilisation (par plant) dans les TF en sodium au 168e jour
145	PSi168	immobilisation (par plant) dans les racines en silice au 168e j
146	PNRac168	immobilisation (par plant) dans les racines en azote au 168e j.
147	PPRac168	immobilisation (par plant) dans les racines en phosphore au 168
148	PKRac168	immobilisation (par plant) dans les racines en potassium au 168
149	PCaRac168	immobilisation (par plant) dans les racines en calcium au 168 j
150	PMgRac168	immobilisation (par plant) dans les racines en magnésium au 168
151	PNaRac168	immobilisation (par plant) dans les racines en sodium au 168ej.
152	PSiP168	immobilisation (par plant) en silice
153	PNP168	immobilisation (par plant) en azote
154	PPP168	immobilisation (par plant) en phosphore
155	PKP168	immobilisation (par plant) en potassium
156	PCaP168	immobilisation (par plant) en calcium
157	PMgP168	immobilisation (par plant) en magnésium
158	PNaP168	immobilisation (par plant) en sodium
159	TKmTF168	teneur dans les tiges et feuilles en potassium en meq%
160	TNamTF168	teneur dans les tiges et feuilles en sodium en meq%
161	TCamTF168	teneur dans les tiges et feuilles en calcium en meq%
162	TMgmTF168	teneur dans les tiges et feuilles en magnésium en meq%

NO	PARAMETRE	UNITE	DATE	FORMULE
163	BasTF	meq%	19/12/90	$V163=(V159+V160)+(V161+V162)$
164	PKmTF	meq/plt	19/12/90	$V164=(V159*V110)/100$
165	PNamTF168	meq/plt	19/12/90	$V165=(V160*V110)/100$
166	PCamTF168	meq/plt	19/12/90	$V166=(V161*V110)/100$
167	PMgmTF168	meq/plt	19/12/90	$V167=(V162*V110)/100$
168	PBasTF168	meq/plt	19/12/90	$V168=(V164+V165)+(V166+V167)$
169	TKmRac168	meq%	19/12/90	$V169=V134*25.58$
170	TNamRac168	meq%	19/12/90	$V170=V137*43.48$
171	TCamRac168	meq%	19/12/90	$V171=V135*49.88$
172	TMgmRac168	meq%	19/12/90	$V172=V136*82.30$
173	BasRac168	meq%	19/12/90	$V173=(V169+V170)+(V171+V172)$
174	PKmRac168	meq/plt	19/12/90	$V174=(V169*V111)/100$
175	PNamRac168	meq/plt	19/12/90	$V175=(V170*V111)/100$
176	PCamRac168	meq/plt	19/12/90	$V176=(V171*V111)/100$
177	PMgmRac168	meq/plt	19/12/90	$V177=(V172*V111)/100$
178	PBasRac168	meq/plt	19/12/90	$V178=(V174+V175)+(V176+V177)$
179	PBasP		19/12/90	$V179=V168+V178$
180	BasP		19/12/90	$V180=(V179/V112)*100$
181	K/BasTF		19/12/90	$V181=V159/V163$
182	K/BasRac		19/12/90	$V182=V169/V173$
183	K/BasP		19/12/90	$V183=(V164+V174)/V179$
184	Na/BasTF		19/12/90	$V184=V160/V163$
185	Na/BasRac		19/12/90	$V185=V170/V173$
186	Na/BasP		19/12/90	$V186=(V165+V175)/V179$
187	Ca/BasTF		19/12/90	$V187=V161/V163$
188	Ca/BasRac		19/12/90	$V188=V171/V174$
189	Ca/BasP		19/12/90	$V189=(V166+V176)/V179$
190	Mg/BasTF		19/12/90	$V190=V162/V163$
191	Mg/BasRac		19/12/90	$V191=V172/V175$
192	Mg/BasP		19/12/90	$V192=(V167+V177)/V179$
193	Mg/CaTF		19/12/90	$V193=V162/V161$
194	Mg/CaRac		19/12/90	$V194=V172/V171$
195	Mg/CaP		19/12/90	$V195=(V162+V172)/(V161+V171)$
196	monov/bivTF		19/12/90	$V196=(V159+V160)/(V161+V162)$
197	monov/bivRac		19/12/90	$V197=(V169+V170)/(V171+V162)$
198	monov/bivP	-	19/12/90	-
199	Ca/(Ca+Mg)TF	-	19/12/90	$V199=V161/(V161+V162)$
200	Ca/(Ca+Mg)Ra	-	19/12/90	$V200=V171/(V171+V172)$

- LISTE DES PARAMETRES -

NO	PARAMETRE	DEFINITION
163	BasTF	somme des bases dans les tiges et feuilles en meq%
164	PKmTF	immobilisation dans les TF en potassium en meq/plt
165	PNamTF168	immobilisation dans les tiges et feuilles en sodium en meq/plt
166	PCamTF168	immobilisation dans les TF en calcium en meq/plt
167	PMgmTF168	immobilisation dans les TF en magnésium en meq/plt
168	PBasTF168	immobilisation dans les TF en bases en meq/plt
169	TKmRac168	immobilisation dans les racines en potassium en meq%
170	TNamRac168	immobilisation dans les racines en sodium en meq%
171	TCamRac168	immobilisation dans les racines en calcium en meq%
172	TMgmRac168	immobilisation dans les racines en magnésium en meq%
173	BasRac168	somme des bases dans les racines en meq%
174	PKmRac168	immobilisation dans les racines en potassium en meq/plt
175	PNamRac168	immobilisation dans les racines en sodium en meq/plt
176	PCamRac168	immobilisation dans les racines en calcium en meq/plt
177	PMgmRac168	immobilisation dans les racines en magnésium en meq/plt
178	PBasRac168	immobilisation totale en bases en meq/plt
179	PBasP	immobilisation totale en bases en meq/plt
180	BasP	somme totale des bases dans le plant en meq%
181	K/BasTF	rapport K/Bas dans les tiges et feuilles
182	K/BasRac	rapport K/Bas dans les racines
183	K/BasP	rapport K/Bas total
184	Na/BasTF	rapport Na/Bas dans les tiges et feuilles
185	Na/BasRac	rapport Na/Bas dans les racines
186	Na/BasP	rapport Na/Bas total
187	Ca/BasTF	rapport Ca/Bas dans les tiges et feuilles
188	Ca/BasRac	rapport Ca/Bas dans les racines
189	Ca/BasP	rapport Ca/Bas total
190	Mg/BasTF	rapport Mg/Bas dans les tiges et feuilles
191	Mg/BasRac	rapport Mg/Bas dans les racines
192	Mg/BasP	rapport Mg/Bas total
193	Mg/CaTF	rapport Mg/Ca dans les tiges et feuilles
194	Mg/CaRac	rapport Mg/Ca dans les racines
195	Mg/CaP	rapport Mg/Ca total
196	monov/bivTF	monovalants/bivalants dans les tiges et feuilles
197	monov/bivRac	monovalants/bivalants dans les racines
198	monov/bivP	monovalants/bivalants total
199	Ca/(Ca+Mg)TF	rapport Ca/(Ca+Mg) dans les tiges et feuilles
200	Ca/(Ca+Mg)Rac	rapport Ca/(Ca+Mg) dans les racines

ANNEXE 1.2.2

Deuxième étude expérimentale en serre.

Deuxième essai

Paramètres observés: définitions et formules

EVALUATION DES RESERVES NATURELLES D'UN SOL (FERRALLITIQUE D'OUVEA)
- LISTE DES PARAMETRES -

NO	PARAMETRE	DEFINITION
1	nFl	nombre de feuilles dégainées au début de l'essai
2	nRac1	nombre de racines au début de l'essai
3	PPfl	poids des plants au début de l'essai (frais) (-noix)
4	H47	hauteur des plants au 47ème jour de l'essai (dessus reglette)
5	H98	hauteur des plants au 68ème jour (au dessus de la réglette)
6	VT(47,98)	vitesse de croissance en hauteur entre les 47 et 98èmes jours
7	nFl03	nombre de feuilles dégainées au 103ème jour de l'essai
8	dF(1,103)	gain de feuilles entre le 1er et le 103ème jour
9	PCuv	poids sec des cuvettes de remontée
10	ETPc119	évapotranspiration potentielle cumulée (en 48h, au 119ème j.)
11	ETPh119	évapotranspiration potentielle horaire, au 119ème jour
12	ETPh119'	ETPh au 119 jour "corrigée"
13	Pd48.121	poids bassine + eau totale (48h. de percolation, 121e jour)
14	ETPc121	évapotranspiration potentielle cumulée (en 48h., au 121e j.)
15	ETPh121	évapotranspiration potentielle horaire, au 121ème jour
16	ETPh121	variable n°15 (pas d'abberations)
17	Pd72.124	poids bassine + eau totale (72h. de percolation, 124e jour)
18	ETPc124	évapotranspiration potentielle cumulée (en 72h., au 124e j.)
19	ETPh124	évapotranspiration potentielle horaire, au 124e jour
20	ETPh124	variable n°19 (pas d'abberations)
21	Pd48.126	poids bassine + eau totale (48h. de percolation, 126e jour)
22	ETPc126	évapotranspiration potentielle cumulée (en 48h., au 126e j.)
23	ETPh126	évapotranspiration potentielle horaire, au 126ème jour
24	ETPh126	variable n°23 (pas d'abberations)
25	Pd48.128	poids bassine + eau totale (48h. de percolation, 128e jour)
26	ETPc128	évapotranspiration potentielle cumulée (en 48h., au 128e j.)
27	ETPh128	évapotranspiration potentielle horaire, au 128ème jour
28	ETPh128	variable n°27 (pas d'abberations)
29	ETPj/kg128	évapotranspiration potentielle par jour et kg de terre, 128e j.
30	Pd72.131	poids bassine + eau totale (72h. de percolation, 131e jour)
31	ETPc131	évapotranspiration potentielle cumulée (en 72h., au 131e j.)
32	ETPh131	évapotranspiration potentielle horaire, au 131ème jour
33	ETPh131	variable n°32 (pas d'abberations)
34	Pd96.135	poids bassine + eau totale (96h. de percolation, 135e jour)
35	ETPc135	évapotranspiration potentielle cumulée (en 96h., 135e jour)
36	ETPh135	évapotranspiration potentielle horaire, au 135e jour
37	ETPh135	variable n° 36 (pas d'abberations)
38	Pd72.138	poids bassine + eau totale (72h. de percolation, 138e jour)
39	ETPc138	évapotranspiration potentielle cumulée (en 72h., au 138e j.)
40	ETPh138	évapotranspiration potentielle horaire, au 138e jour
41	ETPh138	variable n°40 (pas d'abberations)
42	Pd48.140	poids bassine + eau totale (48h. de percolation, 140e jour)
43	ETPc140	évapotranspiration potentielle cumulée (en 48h. au 140e jour)
44	ETPh140	évapotranspiration potentielle horaire, 140e jour
45	ETPh140	variable n°44 (pas d'abberations)
46	Pd48.142	poids bassine+eau totale (48h de percolation,142e jour)
47	ETPc142	évapotranspiration potentielle cumulée (en 48h., au 142e jour)
48	ETPh142	évapotranspiration potentielle horaire, au 142e jour
49	ETPh142	variable n°48 (pas d'abberations)
50	Pd72.145	poids bassine+eau totale (72h. de percolation, 145e jour)
51	ETPc145	évapotranspiration potentielle cumulée (en 72h., au 145e jour)
52	ETPh145	évapotranspiration potentielle horaire, au 145e jour
53	ETPh145	variable n°52 (pas d'abberations)
54	Pd48.147	poids bassine+eau totale (48h.de percolation,147e jour)

NO	PARAMETRE	DEFINITION
55	ETPc147	éapotranspiration potentielle cumulée (en 48h., au 147e jour)
56	ETPh147	éapotranspiration potentielle horaire, au 147e jour
57	ETPh147	variable n°56 (pas d'abberations)
58	Pd48.149	poids bassine+eau totale (48h.de percolation,149e jour)
59	TransC149	transpiration cumulée, en 48h. au 149e jour
60	TransH149	transpiration horaire, au 149e jour
61	ETPh149	éapotranspiration potentielle horaire, au 149e jour
62	Pd72.152	poids bassine+eau totale (72h. de percolation, 152e jour)
63	ETPh152	éapotranspiration potentielle horaire, au 152e jour
64	TransC152	transpiration cumulée en 72h., au 152e jour
65	TransH152	transpiration horaire, au 152e jour
66	Pd48.154	poids bassine+eau totale (48h. de percolation, 154e jour)
67	ETPc154	éapotranspiration potentielle cumulée (en 48h., au 154e jour)
68	ETPh154	éapotranspiration potentielle horaire, au 154e jour
69	TransC154	transpiration cumulée en 48h., au 154e jour
70	TransH154	transpiration horaire, au 154e jour
71	Pd48.156	poids bassine+eau totale (48h. de percolation, 156e jour)
72	ETPc156	éapotranspiration potentielle cumulée (en 48h., au 156e jour)
73	ETPh156	éapotranspiration potentielle horaire, au 156e jour
74	TransC156	transpiration cumulée en 48h., au 156e jour
75	TransH156	transpiration horaire, au 156e jour
76	Pd72.159	poids bassine+eau totale (72h. de percolation, 159e jour)
77	ETPc159	éapotranspiration potentielle cumulée (en 72h., au 159e jour)
78	ETPh159	éapotranspiration potentielle horaire, au 159e jour
79	TransC159	transpiration cumulée en 72h., au 159ème jour
80	TransH159	transpiration horaire, au 159ème jour
81	Pd48.161	poids bassine+eau totale (48h. de percolation, 161e jour)
82	ETPc161	éapotranspiration potentielle cumulée (en 48h., au 161e jour)
83	ETPh161	éapotranspiration potentielle horaire, au 161e jour
84	TransC161	transpiration cumulée en 48h. , au 161e jour
85	TransH161	transpiration horaire, au 161e jour
86	Pd48.163	poids bassine+eau totale (48h. de percolation, 163e jour)
87	ETPc163	éapotranspiration potentielle cumulée (en 48h., au 163e jour)
88	ETPh163	éapotranspiration potentielle horaire, au 163e jour
89	TransC163	transpiration cumulée en 48h. , au 163e jour
90	TransH163	transpiration horaire, au 163e jour
91	Pd72.166	poids bassine+eau totale (72h. de percolation, 166e jour)
92	ETPc166	éapotranspiration potentielle cumulée (en 72h., au 166e jour)
93	ETPh166	éapotranspiration potentielle horaire, au 166e jour
94	TransC166	transpiration cumulée en 72h., au 166e jour
95	TransH166	transpiration horaire, au 166e jour
96	H167	hauteur des plants au 167ème jour (au dessus de la réglette)
97	Pd48.168	poids bassine+eau totale (48h. de percolation, 168e jour)
98	ETPc168	éapotranspiration potentielle cumulée (en 48h., au 168e jour)
99	ETPh168	éapotranspiration potentielle horaire, au 168e jour
100	TransC168	transpiration cumulée en 48h., au 168e jour
101	TransH168	transpiration horaire, au 168e jour
102	nF167	nombre de feuilles au 167ème jour
103	VT(98,167)	vitesse de croissance en hauteur entre les 98 et 167èmes jours
104	VT(47,167)	vitesse de croissance en hauteur entre les 47 et 167èmes jours
105	dH(47,167)	différence de hauteur des plants entre les 47e et 167ème jour
106	dF(1,167)	gain de feuilles entre le 1er et le 167ème jour
107	dF(103,167)	différence du nombre de feuilles entre les 103 et 167e jours
108	Pd48.170	poids bassine + eau totale (48h. de percolation, 170ème jour)

NO	PARAMETRE	DEFINITION
109	ETPc170	éapotranspiration potentielle cumulée (en 48h., au 170e jour)
110	ETPh170	éapotranspiration potentielle horaire, au 170ème jour
111	TransC170	transpiration cumulée en 48h., au 170ème jour
112	TransH170	transpiration horaire, au 170ème jour
113	Pd120.175	poids bassine + eau totale (120h. de percolation, au 175e j.)
114	ETPc175	éapotranspiration potentielle cumulée (en 120h., au 175e jour)
115	ETPh175	éapotranspiration potentielle horaire, au 175ème jour
116	TransC175	transpiration cumulée en 120h., au 175ème jour
117	TransH175	transpiration horaire, au 175ème jour
118	Pd48.177	poids bassine + eau totale (48h. de percolation, 177ème jour)
119	ETPc177	éapotranspiration potentielle cumulée (en 48h., au 177e jour)
120	ETPh177	éapotranspiration potentielle horaire, au 177ème jour
121	TransC177	transpiration cumulée en 48h., au 177ème jour
122	TransH177	transpiration horaire, au 177ème jour
123	Pd72.180	poids bassine + eau totale (72h. de percolation, au 180e jour)
124	ETPc180	éapotranspiration potentielle cumulée (en 72h., au 180e jour)
125	ETPh180	éapotranspiration potentielle horaire, au 180e jour
126	TransC180	transpiration cumulée en 72h., au 180e jour
127	TransH180	transpiration horaire, au 180e jour
128	Pd48.182	poids bassine + eau totale (48h. de percolation, 182e jour)
129	ETPc182	éapotranspiration potentielle cumulée (en 48h., 182e jour)
130	ETPh182	éapotranspiration potentielle horaire, au 182e jour
131	TransC182	transpiration cumulée en 48h., au 182e jour
132	TransH182	transpiration horaire, au 182e jour
133	Pd48.184	poids bassine + eau totale (48h. de percolation, 184e jour)
134	ETPc184	éapotranspiration potentielle cumulée (en 48h., 184e jour)
135	ETPh184	éapotranspiration potentielle horaire, au 184e jour
136	TransC184	transpiration cumulée en 48h., au 184e jour
137	TransH184	transpiration horaire, au 184e jour
138	Pd120.189	poids bassine + eau totale (120h. de percolation, 189e jour)
139	ETPc189	éapotranspiration potentielle cumulée (en 120h., 189e jour)
140	ETPh189	éapotranspiration potentielle horaire, au 189e jour
141	TransC189	transpiration cumulée en 120h., au 189e jour
142	TransH189	transpiration horaire, au 189e jour
143	Pd48.191	poids bassine + eau totale (48h. de percolation, 191e jour)
144	ETPc191	éapotranspiration potentielle cumulée (en 48h., 191e jour)
145	ETPh191	éapotranspiration potentielle horaire, au 191e jour
146	TransC191	transpiration cumulée en 48h., au 191e jour
147	TransH191	transpiration horaire, au 191e jour
148	Pd72.194	poids bassine + eau totale (72h. de percolation, 194e jour)
149	ETPc194	éapotranspiration potentielle cumulée (en 72h., 194e jour)
150	ETPh194	éapotranspiration potentielle horaire, au 194e jour
151	TransC194	transpiration cumulée (en 72h., au 194e jour)
152	TransH194	transpiration horaire, au 194e jour
153	Pd48.196	poids bassine + eau totale (48h. de percolation, 196e jour)
154	ETPc196	éapotranspiration potentielle cumulée (en 48h., 196e jour)
155	ETPh196	éapotranspiration potentielle horaire, au 196e jour
156	TransC196	transpiration cumulée (en 48h., au 196e jour)
157	TransH196	transpiration horaire, au 196e jour
158	Pd48.198	poids bassine + eau totale (48h. de percolation, 198e jour)
159	ETPc198	éapotranspiration potentielle cumulée (en 48h., 198e jour)
160	ETPh198	éapotranspiration potentielle horaire, au 198e jour
161	TransC198	transpiration cumulée (en 48h., au 198e jour)
162	TransH198	transpiration horaire, au 198e jour

NO	PARAMETRE	DEFINITION
163	Pd72.201	poids bassine + eau totale (72h. de percolation, 201e jour)
164	ETPc201	éapotranspiration potentielle cumulée (en 72h., 201e jour)
165	ETPh201	éapotranspiration potentielle horaire, au 201e jour
166	TransC201	transpiration cumulée (en 72h., au 201e jour)
167	TransH201	transpiration horaire, au 201e jour
168	Pd48.203	poids bassine + eau totale (48h. de percolation, 203ème jour)
169	ETPc203	éapotranspiration potentielle cumulée (en 72h., 203e jour)
170	ETPh203	éapotranspiration potentielle horaire ,203ème jour
171	TransC203	transpiration cumulée (en 48h.,203e jour)
172	TransH203	transpiration horaire au 203e jour
173	Pd48.205	poids bassine + eau totale (48h. de percolation, 205è jour)
174	ETPc205	éapotranspiration potentielle cumulée (en 48h.,205e jour)
175	ETPh205	éapotranspiration potentielle horaire ,205e jour
176	TransC205	transpiration cumulée (en 48h.,205e jour)
177	TransH205	transpiration horaire au 205e jour
178	Pd72.208	poids bassine+eau totale(72h. de percolation,208e jour)
179	ETPc208	éapotranspiration potentielle cumulée (en 72h.,208ejour)
180	ETPh208	éapotranspiration potentielle horaire ,208e jour
181	TransC208	transpiration cumulée (en 72h.,208e jour)
182	TransH208	transpiration horaire au 208e jour
183	Pd48.210	poids bassine + eau totale (48h. de percolation 210e jour)
184	ETPc210	éapotranspiration potentielle cumulée (en 48h.,210e jour)
185	ETPh210	éapotranspiration potentielle horaire ,210e jour
186	TransC210	transpiration cumulée (en 48h.,210e jour)
187	TransH210	transpiration horaire au 210e jour
188	ETPhm117,126ETP	horaire moyenne entre le 117e et le 126e jour de l'essai
189	ETPhm126,138ETP	horaire moyenne entre le 126e et le 138e jour de l'essai
190	ETPhm138,147ETP	horaire moyenne entre le 138e et le 147e jour de l'essai
191	ETPhm147,156ETP	horaire moyenne entre le 147e et le 156e jour de l'essai
192	ETPhm156,168ETP	horaire moyenne entre le 156e et le 168e jour de l'essai
193	ETPhm168,180ETP	horaire moyenne entre le 168e et le 180e jour de l'essai
194	ETPhm180,191ETP	horaire moyenne entre le 180e et le 191e jour de l'essai
195	ETPhm191,201ETP	horaire moyenne entre le 191e et le 201e jour de l'essai
196	ETPhm201,210ETP	horaire moyenne entre le 201e et le 210e jour de l'essai
197	Pd48.212	poids bassine + eau totale (48h. de percolation, 212e jour)
198	ETPc212	éapotranspiration potentielle cumulée (en 48h.,212e jour)
199	ETPh212	éapotranspiration potentielle horaire ,212e jour
200	TransC212	transpiration cumulée (en 48h.,212e jour)
201	TransH212	transpiration horaire au 212e jour
202	Pd72.215	poids bassine + eau totale (72h. de percolation, 215e jour)
203	ETPc215	éapotranspiration potentielle cumulée (en 72h., au 215e jour)
204	ETPh215	éapotranspiration potentielle horaire, au 215e jour
205	TransC215	transpiration cumulée en 72h., au 215e jour
206	TransH215	transpiration horaire, au 215e jour
207	Pd48.217	poids bassine + eau totale (48h. de percolation, 217e jour)
208	ETPc217	éapotranspiration potentielle cumulée (en 48h., au 217e jour)
209	ETPh217	éapotranspiration potentielle horaire, au 217e jour
210	TransC217	transpiration cumulée en 48h. , au 217e jour
211	TransH217	transpiration horaire au 217e jour
212	Pd48.219	Poids bassine+eau totale (48h de percolation, 219e jour)
213	ETPc219	éapotranspiration potentielle cumulée en 48h., au 219e jour
214	ETPh219	éapotranspiration potentielle horaire , 219e jour
215	transC219	transpiration cumulée en 48h. au 219e jour
216	transH219	transpiration horaire, au 219e jour

NO	PARAMETRE	DEFINITION
217	Pd72.222	Poids bassine+eau totale (72h de percolation 222e jour)
218	ETPc222	évapotranspiration potentielle cumulée 72h.,222e jour
219	ETPh222	évapotranspiration potentielle horaire, au 222e jour
220	transC222	transpiration cumulée 72h au 222e jour
221	transH222	transpiration horaire au 222e jour
222	Pd48.224	Poids bassine+eau totale (48 de percolation au 224e jour)
223	ETPc224	évapotranspiration potentielle cumulée 48h.,224e jour
224	ETPh224	évapotranspiration potentielle horaire, au 224e jour
225	transC224	transpiration cumulée (48h.au 224e jour)
226	transH224	transpiration horaire au 224e jour
227	Pd48.226	Poids bassine+eau totale (48 de percolation au 226e jour)
228	ETPc226	évapotranspiration potentielle cumulée 48h.,226e jour
229	ETPh226	évapotranspiration potentielle horaire, au 226e jour
230	transC226	transpiration cumulée (48h.au 226e jour)
231	transH226	transpiration horaire au 226e jour
232	Pd72.229	Poids bassine+eau totale (72h de percolation au 229e jour)
233	ETPc229	évapotranspiration potentielle cumulée 72h.,229e jour
234	ETPh229	évapotranspiration potentielle horaire, au 229e jour
235	transC229	transpiration cumulée (72h.,229e jour)
236	transH229	transpiration horaire au 229e jour
237	Pd48.231	Poids bassine+eau totale (48h.de percolation au 231e jour)
238	ETPc231	évapotranspiration potentielle cumulée 48h.,231e jour
239	ETPh231	évapotranspiration potentielle horaire, au 231e jour
240	transC231	transpiration cumulée (48h.,231e jour)
241	transH231	transpiration horaire au 231e jour
242	Pd48.233	Poids bassine+eau totale (48h.de percolation au 233e jour)
243	ETPc233	évapotranspiration potentielle cumulée 48h.,233e jour
244	ETPh233	évapotranspiration potentielle horaire, au 233e jour
245	transC233	transpiration cumulée (48h.,233e jour)
246	transH233	transpiration horaire au 233e jour
247	Pd72.236	Poids bassine+eau totale (72h.de percolation au 236e jour)
248	ETPc236	évapotranspiration potentielle cumulée 72h.,236e jour
249	ETPh236	évapotranspiration potentielle horaire, au 236e jour
250	transC236	transpiration cumulée (72h.,236e jour)
251	transH236	transpiration horaire au 236e jour
252	Pd48.238	Poids bassine+eau totale (48h. de percolation, 238e jour)
253	ETPc238	évapotranspiration potentielle cumulée en 48h., au 238e jour
254	ETPh238	évapotranspiration potentielle horaire, au 238e jour
255	transC238	transpiration cumulée (en 48h., au 238e jour)
256	transH238	transpiration horaire, au 238e jour
257	H238	
258	dH(167,238)	différence de hauteur des plants entre les 167e et 238e jours
259	dH(47,238)	différence de hauteur des plants entre les 47e et 238e jours
260	VT(167,238)	vitesse de croissance en hauteur entre les 167e et 238e jours
261	VT(47,238)	vitesse de croissance en hauteur entre les 47e et 238 jours
262	nP238	nombre de feuilles au 238e jour
263	dP(167,238)	gain de feuilles entre le 167e et 238e jour
264	dP(1,238)	gain de feuilles entre le 1er et 238e jour
265	PPf238	poids frais des plants au 238e jour (-noix)
266	dPfa(1,238)	gain de poids frais absolu des plants en 238 jours
267	nRac238	nombre de racines au 238e jour
268	dRac(1,238)	gain de racines entre le 1er et le 238e jour de l'essai
269	PTP238	poids sec des tiges et feuilles au 238e jour
270	PRac238	poids sec des racines au 238e jour

NO	PARAMETRE	DEFINITION
271	PP238	poids sec total des plants au 238e jour
272	TMSP238	taux de matière sèche des plants au 238e jour
273	dPfr(1,238)	gain de poids frais relatif des plants en 238 jours

NO	PARAMETRE	UNITE	DATE	FORMULE
1	nF1	nbr	4/4/90	-
2	nRac1	nbr	4/4/90	-
3	PPf1	g	4/4/90	-
4	H47	cm	23/5/90	-
5	H98	cm	11/7/90	-
6	VT(47,98)	cm/jour	11/7/90	$V6=(V5-V4)/51$
7	nF103	nbr	16/7/90	-
8	dF(1,103)	nbr	16/7/90	$V8=V7-V1$
9	PCuv	g	2/8/90	-
10	ETPc119	ml	1/8/90	$V10=(V9-V10)+2500$
11	ETPh119	ml/h	1/8/90	$V11=V10/48$
12	ETPh119'	ml/h	1/8/90	-
13	Pd48.121	g	3/8/90	-
14	ETPc121	ml	3/8/90	$V14=(V9-V13)+3000$
15	ETPh121	ml/h	3/8/90	$V15=V14/48$
16	ETPh121	ml/h	3/8/90	-
17	Pd72.124	g	6/8/90	-
18	ETPc124	ml	6/8/90	$V18=(V9-V17)+3000$
19	ETPh124	ml/h	6/8/90	$V19=V18/72$
20	ETPh124	ml/h	6/8/90	$V20=V19*1$
21	Pd48.126	g	8/8/90	-
22	ETPc126	ml	8/8/90	$V22=(V9-V21)+3000$
23	ETPh126	ml/h	8/8/90	$V23=V22/48$
24	ETPh126	ml/h	8/8/90	$V24=V23*1$
25	Pd48.128	g	10/8/90	-
26	ETPc128	ml	10/8/90	$V26=(V9-V25)+3000$
27	ETPh128	ml/h	10/8/90	$V27=V26/48$
28	ETPh128	ml/h	10/8/90	$V28=V27*1$
29	ETPj/kg128	ml/j/kg	10/8/90	-
30	Pd72.131	g	13/8/90	-
31	ETPc131	ml	13/8/90	$V31=(V9-V30)+3000$
32	ETPh131	ml/h	13/8/90	$V32=V31/72$
33	ETPh131	ml/h	13/8/90	$V33=V32*1$
34	Pd96.135	g	17/8/90	-
35	ETPc135	ml	17/8/89	$V35=(V9-V34)+3000$
36	ETPh135	ml/h	17/8/89	$V36=V35/96$
37	ETPh135	ml/h	17/8/90	$V37=V36*1$
38	Pd72.138	g	20/8/90	-
39	ETPc138	ml	20/8/90	$V39=(V9-V38)+3000$
40	ETPh138	ml/h	20/8/90	$V40=V39/72$
41	ETPh138	ml/h	20/8/90	$V41=V40*1$
42	Pd48.140	g	22/08/90	-
43	ETPc140	ml	22/08/90	$V43=(V9-V42)+3000$
44	ETPh140	ml/h	22/08/90	$V44=V43/48$
45	ETPh140	ml/h	22/08/90	$V45=V44*1$
46	Pd48.142	g	24/08/90	-
47	ETPc142	ml	24/08/90	$V47=(V9-V46)+3000$
48	ETPh142	ml/h	24/08/90	$V48=V47/48$
49	ETPh142	ml/h	24/08/90	$V49=V48*1$
50	Pd72.145	g	27/8/90	-
51	ETPc145	ml	27/8/90	$V51=(V9-V50)+3000$
52	ETPh145	ml/h	27/8/90	$V52=V51/72$
53	ETPh145	ml/h	27/8/90	$V53=V52*1$
54	Pd48.147	g	29/08/90	-

NO	PARAMETRE	UNITE	DATE	FORMULE
55	ETPci47	ml	29/08/90	V55=(V9-V54)+3000
56	ETPh147	ml/h	29/08/90	V56=V55/48
57	ETPh147	ml/h	29/08/90	V57=V56*1
58	Pd48.149	g	31/8/90	-
59	TransCl49	ml	31/8/90	V59=(V9-V58)+2900
60	TransH149	ml/h	31/8/90	V60=V59/48
61	ETPh149	ml/h	31/8/90	-
62	Pd72.152	g	3/9/90	-
63	ETPh152	ml/h	3/9/90	-
64	TransCl52	ml	3/9/90	V64=(V9-V62)+2885
65	TransH152	ml/h	3/9/90	V65=V64/72
66	Pd48.154	g	5/9/90	-
67	ETPci154	ml	5/9/90	V67=(V9-V66)+3000
68	ETPh154	ml/h	5/9/90	V68=V67/48
69	TransCl54	ml	5/9/90	V69=(V9-V66)+2940
70	TransH154	ml/h	5/9/90	V70=V69/48
71	Pd48.156	g	7/9/90	-
72	ETPci156	ml	7/9/90	V72=(V9-V71)+3000
73	ETPh156	ml/h	7/9/90	V73=V72/48
74	TransCl56	ml	7/9/90	V74=(V9-V71)+2890
75	TransH156	ml/h	7/9/90	V75=V74/48
76	Pd72.159	g	10/9/90	-
77	ETPci159	ml	10/9/90	V77=(V9-V76)+3000
78	ETPh159	ml/h	10/9/90	V78=V77/72
79	TransCl59	ml	10/9/90	V79=(V9-V76)+2895
80	TransH159	ml/h	10/9/90	V80=V79/72
81	Pd48.161	g	12/9/90	-
82	ETPci161	ml	12/9/90	V82=(V9-V81)+3000
83	ETPh161	ml/h	12/9/90	V83=V82/48
84	TransCl61	ml	12/9/90	V84=(V9-V81)+2910
85	TransH161	ml/h	12/9/90	V85=V84/48
86	Pd48.163	g	14/9/90	-
87	ETPci163	ml	14/9/90	V87=(V9-V86)+3000
88	ETPh163	ml/h	14/9/90	V88=V87/48
89	TransCl63	ml	14/9/90	V89=(V9-V86)+2920
90	TransH163	ml/h	14/9/90	V90=V89/48
91	Pd72.166	g	17/9/90	-
92	ETPci166	ml	17/9/90	V92=(V9-V91)+3000
93	ETPh166	ml/h	17/9/90	V93=V92/72
94	TransCl66	ml	17/9/90	V94=(V9-V91)+2890
95	TransH166	ml/h	17/9/90	V95=V94/72
96	H167	cm	18/9/90	-
97	Pd48.168	g	19/9/90	-
98	ETPci168	ml	19/9/90	V98=(V9-V97)+3000
99	ETPh168	ml/h	19/9/90	V99=V98/48
100	TransCl68	ml	19/9/90	V100=(V9-V97)+2910
101	TransH168	ml/h	19/9/90	V101=V100/48
102	nF167	nbr	18/9/90	-
103	VT(98,167)	cm/jour	18/9/90	V103=(V96-V5)/69
104	VT(47,167)	cm/jour	18/9/90	V104=(V96-V4)/120
105	dH(47,167)	cm	18/9/90	V105=V96-V4
106	dF(1,167)	nbr	18/9/90	V106=V102-V1
107	dF(103,167)	nbr	19/9/90	V107=V102-V7
108	Pd48.170	g	21/9/90	-

NO	PARAMETRE	UNITE	DATE	FORMULE
109	ETPc170	ml	21/9/90	V109=(V9-V108)+3000
110	ETPh170	ml/h	21/9/90	V110=V109/48
111	TransC170	ml	21/9/90	V111=(V9-V108)+2904
112	TransH170	ml/h	21/9/90	V112=V111/48
113	Pd120.175	g	26/9/90	-
114	ETPc175	ml	26/9/90	V114=(V9-V113)+3000
115	ETPh175	ml/h	26/9/90	V115=V114/120
116	TransC175	ml	26/9/90	V116=(V9-V113)+2850
117	TransH175	ml/h	26/9/90	V117=V116/120
118	Pd48.177	g	28/9/90	-
119	ETPc177	ml	28/9/90	V119=(V9-V118)+3000
120	ETPh177	ml/h	28/9/90	V120=V119/48
121	TransC177	ml	28/9/90	V121=(V9-V118)+2898
122	TransH177	ml/h	28/9/90	V122=V121/48
123	Pd72.180	g	1/10/90	-
124	ETPc180	ml	1/10/90	V124=(V9-V123)+3000
125	ETPh180	ml/h	1/10/90	V125=V124/72
126	TransC180	ml	1/10/90	V126=(V9-V123)+2886
127	TransH180	ml/h	1/10/90	V127=V126/72
128	Pd48.182	g	3/10/90	-
129	ETPc182	ml	3/10/90	V129=(V9-V128)+3000
130	ETPh182	ml/h	3/10/90	V130=V129/48
131	TransC182	ml	3/10/90	V131=(V9-V128)+2893
132	TransH182	ml/h	3/10/90	V132=V131/48
133	Pd48.184	g	5/10/90	-
134	ETPc184	ml	5/10/90	V134=(V9-V133)+3000
135	ETPh184	ml/h	5/10/90	V135=V134/48
136	TransC184	ml	5/10/90	V136=(V9-V133)+2929
137	TransH184	ml/h	5/10/90	V137=V136/48
138	Pd120.189	g	10/10/90	-
139	ETPc189	ml	10/10/90	V139=(V9-V138)+3000
140	ETPh189	ml/h	10/10/90	V140=V139/120
141	TransC189	ml	10/10/90	V141=(V9-V138)+2736
142	TransH189	ml/h	10/10/90	V142=V141/120
143	Pd48.191	g	12/10/90	-
144	ETPc191	ml	12/10/90	V144=(V9-V143)+3000
145	ETPh191	ml/h	12/10/90	V145=V144/48
146	TransC191	ml	12/10/90	V146=(V9-V143)+2880
147	TransH191	ml/h	12/10/90	V147=V146/48
148	Pd72.194	g	15/10/90	-
149	ETPc194	ml	15/10/90	V149=(V9-V148)+3000
150	ETPh194	ml/h	15/10/90	V150=V149/72
151	TransC194	ml	15/10/90	V151=(V9-V148)+2847
152	TransH194	ml/h	15/10/90	V152=V151/72
153	Pd48.196	g	17/10/90	-
154	ETPc196	ml	17/10/90	V154=(V9-V153)+3000
155	ETPh196	ml/h	17/10/90	V155=V154/48
156	TransC196	ml	17/10/90	V156=(V9-V153)+2878
157	TransH196	ml/h	17/10/90	V157=V156/48
158	Pd48.198	g	19/10/90	-
159	ETPc198	ml	19/10/90	V159=(V9-V158)+3000
160	ETPh198	ml/h	19/10/90	V160=V159/48
161	TransC198	ml	19/10/90	V161=(V9-V158)+2870
162	TransH198	ml/h	19/10/90	V162=V161/48

NO	PARAMETRE	UNITE	DATE	FORMULE
163	Pd72.201	g	22/10/90	-
164	ETPc201	ml	22/10/90	V164=(V9-V163)+3000
165	ETPh201	ml/h	22/10/90	V165=V164/72
166	TransC201	ml	22/10/90	V166=(V9-V163)+2802
167	TransH201	ml/h	22/10/90	V167=V166/72
168	Pd48.203	g	24/10/90	-
169	ETPc203	ml	24/10/90	V169=(V9-V168)+3000
170	ETPh203	ml/h	24/10/90	V170=V169/48
171	TransC203	ml	24/10/90	V171=(V9-V168)+2860
172	TransH203	ml/h	24/10/90	V172=V171/48
173	Pd48.205	g	26/10/90	-
174	ETPc205	ml	26/10/90	V174=(V9-V173)+3000
175	ETPh205	ml/h	26/10/90	V175=V174/48
176	TransC205	ml	26/10/90	V176=(V9-V173)+2915
177	TransH205	ml/h	26/10/90	V177=V176/48
178	Pd72.208	g	29/10/90	-
179	ETPc208	ml	29/10/90	V179=(V9-V178)+3000
180	ETPh208	ml/h	29/10/90	V180=V179/72
181	TransC208	ml	29/10/90	V181=(V9-V178)+2923
182	TransH208	ml/h	29/10/90	V182=V181/72
183	Pd48.210	g	31/10/90	-
184	ETPc210	ml	31/10/90	V184=(V9-V183)+3000
185	ETPh210	ml/h	31/10/90	V185=V184/48
186	TransC210	ml	31/10/90	V186=(V9-V183)+2861
187	TransH210	ml/h	31/10/90	V187=V186/48
188	ETPhm117,126	ml/h	1/11/90	V188=V188/216
189	ETPhm126,138	ml/h	1/11/90	V189=V189/288
190	ETPhm138,147	ml/h	1/11/90	V190=V190/216
191	ETPhm147,156	ml/h	1/11/90	V191=V191/216
192	ETPhm156,168	ml/h	1/11/90	V192=(V192+V98)/288
193	ETPhm168,180	ml/h	1/11/90	V193=V193/288
194	ETPhm180,191	ml/h	1/11/90	V194=V194/264
195	ETPhm191,201	ml/h	1/11/90	V195=V195/240
196	ETPhm201,210	ml/h	1/11/90	V196=V196/216
197	Pd48.212	g	2/11/90	-
198	ETPc212	ml	2/11/90	V198=(V9-V197)+3000
199	ETPh212	ml/h	2/11/90	V199=V198/48
200	TransC212	ml	2/11/90	V200=(V9-V197)+2883
201	TransH212	ml/h	2/11/90	V201=V200/48
202	Pd72.215	g	5/11/90	-
203	ETPc215	ml	5/11/90	V203=(V9-V202)+3000
204	ETPh215	ml/h	5/11/90	V204=V203/72
205	TransC215	ml	5/11/90	V205=(V9-V202)+2867
206	TransH215	ml/h	5/11/90	V206=V205/72
207	Pd48.217	g	7/11/90	-
208	ETPc217	ml	7/11/90	V208=(V9-V207)+3000
209	ETPh217	ml/h	7/11/90	V209=V208/48
210	TransC217	ml	7/11/90	V210=(V9-V207)+2861
211	TransH217	ml/h	7/11/90	V211=V210/48
212	Pd48.219	g	9/11/90	-
213	ETPc219	ml	9/11/90	V213=(V9-V212)+3000
214	ETPh219	ml/h	9/11/90	V214=V213/48
215	transC219	ml	9/11/90	V215=(V9-V212)+2944
216	transH219	ml/h	9/11/90	V216=V215/48

NO	PARAMETRE	UNITE	DATE	FORMULE
217	Pd72.222	g	12/11/90	-
218	ETPc222	ml	12/11/90	V218=(V9-V217)+3000
219	ETPh222	ml/h	12/11/90	V219=V218/72
220	transC222	ml	12/11/90	V220=(V9-V217)+2904
221	transH222	ml/h	12/11/90	V221=V220/72
222	Pd48.224	g	14/11/90	-
223	ETPc224	ml	14/11/90	V223=(V9-V222)+3000
224	ETPh224	ml/h	14/11/90	V224=V223/48
225	transC224	ml	14/11/90	V225=(V9-V222)+2919
226	transH224	ml/h	14/11/90	V226=V225/48
227	Pd48.226	g	16/11/90	-
228	ETPc226	ml	16/11/90	V228=(V9-V227)+3000
229	ETPh226	ml/h	16/11/90	V229=V228/48
230	transC226	ml	16/11/90	V230=(V9-V227)+2882
231	transH226	ml/h	16/11/90	V231=V230/48
232	Pd72.229	g	19/11/90	-
233	ETPc229	ml	19/11/90	V233=(V9-V232)+3000
234	ETPh229	ml/h	19/11/90	V234=V233/72
235	transC229	ml	19/11/90	V235=(V9-V232)+2844
236	transH229	ml/h	19/11/90	V236=V235/72
237	Pd48.231	g	21/11/90	-
238	ETPc231	ml	21/11/90	V238=(V9-V237)+3000
239	ETPh231	ml/h	21/11/90	V239=V238/48
240	transC231	ml	21/11/90	V240=(V9-V237)+2909
241	transH231	ml/h	21/11/90	V241=V240/48
242	Pd48.233	g	23/11/90	-
243	ETPc233	ml	23/11/90	V243=(V9-V242)+3000
244	ETPh233	ml/h	23/11/90	V244=V243/48
245	transC233	ml	23/11/90	V245=(V9-V242)+2881
246	transH233	ml/h	23/11/90	V246=V245/48
247	Pd72.236	g	26/11/90	-
248	ETPc236	ml	26/11/90	V248=(V9-V247)+3000
249	ETPh236	ml/h	26/11/90	V249=V248/72
250	transC236	ml	26/11/90	V250=(V9-V247)+2837
251	transH236	ml/h	26/11/90	V251=V250/72
252	Pd48.238	g	28/11/90	-
253	ETPc238	ml	28/11/90	V253=(V9-V252)+3000
254	ETPh238	ml/h	28/11/90	V254=V253/48
255	transC238	ml	28/11/90	V255=(V9-V252)+2931
256	transH238	ml/h	28/11/90	V256=V255/48
257	H238	cm	28/11/90	-
258	dH(167,238)	cm	28/11/90	V258=V257-V96
259	dH(47,238)	cm	28/11/90	V259=V257-V4
260	VT(167,238)	cm/jour	28/11/90	V260=(V257-V96)/71
261	VT(47,238)	cm/jour	28/11/90	V261=(V257-V4)/191
262	nF238	nbr	28/11/90	-
263	dF(167,238)	nbr	28/11/90	V263=V262-V102
264	dF(1,238)	nbr	28/11/90	V264=V262-V1
265	PPf238	g	28/11/90	V263=V262-V102
266	dPfa(1,238)	g	28/11/90	V266=V265-V3
267	nRac238	nbr	28/11/90	V266=V265-V3
268	dRac(1,238)	nbr	28/11/90	V268=V267-V2
269	PTF238	g	28/11/90	V268=V267-V2
270	PRac238	g	28/11/90	V268=V267-V2

NO	PARAMETRE	UNITE	DATE	FORMULE
271	PP238	g	28/11/90	$v271=v270+v269$
272	TMSP238	%	28/11/90	$v272=(v271/v265)*100$
273	dPfr(1,238)	%	28/11/90	$v273=(v266/v3)*100$

ANNEXE 2.1

Les sols de la Station de Saraoutou:

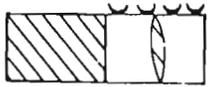
descriptions des profils et données analytiques

ANNEXE 2.1.1

Les sols de la Station de Saraoutou.

**Sols argileux de la terrasse supérieure:
descriptions des profils et données analytiques**

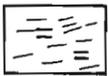
LÉGENDE DES FIGURÉS



Horizon humifère - A -
Végétaux décomposés en surface
/traces de matière organique



Horizon structuré, coloré, minéral :
/traces de dendrites de Mn O₂



Horizon oxydique Box
texture fine



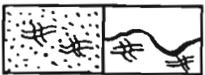
Horizon hydromorphe - B_g ou C_g
traces de réduction du fer



Eléments grossiers résiduels
cailloux (sable cimenté) / poteries / corail



Matériau d'apport alluvial marin - Cca
Sable calcaire / graviers calcaires / coquilles / pierres ponce



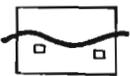
Sable calcaire cimenté / limite brutale entre matériau meuble et indus



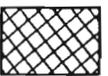
Altérite de calcaire - Cca



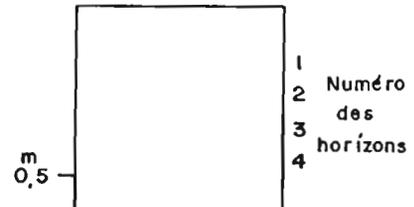
Calcaire corallien massif - Rca



Limite supérieure d'une nappe aquifère
généralement saumâtre



Horizon aléatoire pyrogéné (du au feu)

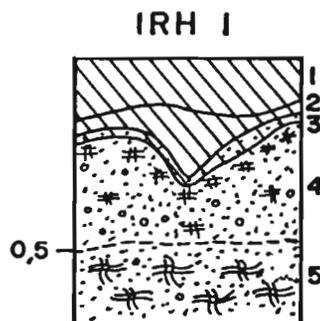


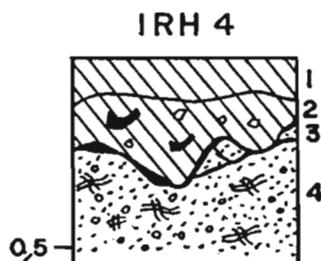
ÉCHELLE
DES
PROFONDEURS

1
2
3
4
Numéro
des
horizons

PROFIL : IRH 1**HORIZON 1** : 0 - 14, 18 cmDénomination de l'horizon : Horizon de surface humifère : A₁₁Couleur : 10 YR 3/1 à 20 YR 3/2, gris très foncéStructure : grumeleuse très fineTexture : limono-argilo-sableuxConsistance : très meublePorosité : forte, inter agrégatsDrainage interne : rapideRacines : fines localisées dans toutes les directionsÉléments grossiers : graviers anguleux calcairesTransition : progressive ondulée**HORIZON 2** : 14, 18 - 18, 25 cmDénomination de l'horizon : horizon humifère sous l'horizon de surface : A₁₂Couleur : 10 YR 3/2, brun grisâtre très foncéStructure : grumeleuse très fine à fineTexture : limono-sablo-argileuxConsistance : très meublePorosité : forte, inter agrégatsDrainage interne : rapideÉléments grossiers : graviers calcairesRacines : fines, localisées dans toutes les directionsTransition : limite nette à très nette ondulée**HORIZON 3** : Aléatoire 14, 25 - 16, 28 cm.Dénomination de l'horizon : horizon d'apport marin peu transformé : C_{Ca1}Couleur : 2,5 Y 7/2, gris clairStructure : particulaireTexture : sableuxConsistance : meublePorosité : forte, intergranulaireDrainage interne : rapideC1 : calcaire coquillier : d'apport marin, sables fins à grossiers, graviers cailloux.Transition : brutale, irrégulière, ondulée.**HORIZON 4** : 16, 28 - 50 cmDénomination de l'horizon : horizon d'apport marin peu transformé: R_{Ca}Couleur : 10 YR 7/4, Brun très pâleStructure : massiveConsistance : assez cohérent à très cohérentPorosité : forte, intergranulaire

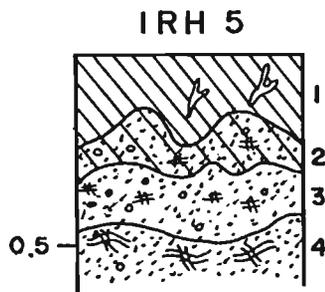
Surface indurée sur la partie supérieure de l'horizon sur 5 mm

R_{Ca} : calcaire coquillier d'apport marin, débris cimentésTransition : progressive, régulière.**HORIZON 5** : 50 - 70 + cmDénomination de l'horizon : horizon d'apport marin indurée : R_{Ca}Couleur : 10 YR 8/2, blancStructure : massiveConsistance : très cohérentPorosité : forte, intergranulaireR_{Ca} : calcaire coquillier d'apport marin, débris cimentés.

PROFIL : IRH 4**HORIZON 1** : 0 - 10, 15 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon de surface humifère : A₁₁**Couleur** : 10 YR 3/2, brun gris très foncé**Structure** : grumeleuse fine à très fine**Texture** : limono-argilo-sableux**Consistance** : meuble, agrégats friables**Porosité** : forte, inter agrégats**Activité biologique** : forte, copropèdes, métatubules humiques**Racines** : fines à très fines**Éléments grossiers** : graviers de calcaire**Transition** : progressive, régulière, ondulée.**HORIZON 2** : 10 - 20, 15 - 40 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon humique sous l'horizon de surface : A₁₂**Couleur** : 10 YR 3/3 brun foncé**Structure** : grumeleuse fine à très fine, parfois peu marquée**Texture** : limono-sablo-argileux**Consistance** : meuble à assez cohérent**Porosité** : forte, inter agrégats**Activité biologique** : forte, copropèdes, métatubules humiques**Racines** : fines à très fines, pénétrant les agrégats**Éléments grossiers** : graviers calcaires**Transition** : très nette, très ondulée.**HORIZON 3** : 20 - 30 cm, Aléatoire**Dénomination de l'horizon** : d'apport marin humifère : AC**Couleur** : 10 YR 6/4, brun jaunâtre clair**Structure** : particulaire**Texture** : sablo-limono-argileux**Consistance** : meuble**Porosité** : forte, intergranulaire**Éléments grossiers** : graviers, cailloux de calcaire coquillier d'apport marin**Racines** : fines à très fines**Transition** : assez nette, très ondulée.**HORIZON 4** : 20, 30 - 60 + cm**Dénomination de l'horizon** : horizon d'apport marin calcaire, induré : R_{Ca}**Couleur** : 10 YR 8/2, blanc. Passages de**racines** : 10 YR 6/3, brun pâle**Structure** : massive**Texture** : Sableux**Consistance** : induré, cimentation**Porosité** : forte, intergranulaire**Racines** : fines à très fines**Rca** : calcaire coquillier d'apport marin à débris cimentés.

ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

N°profil : IRH 4				
N° ECHANTILLON	1	2	3	4
PROFONDEUR				
TEXTURE %				
Argile	25,20	12,80	6,60	5,70
Limon fin	31,90	27,10	6,20	4,80
Limon grossier	9,50	24,00	3,90	3,50
Sable fin	12,30	17,70	23,40	29,60
Sable grossier	7,20	9,40	57,30	54,30
Element grossier				
M.O totale	17,90	10,90	1,10	-
Totale	104,00	101,90	98,50	97,90
pF				
pF 4.2	38,60	32,90	7,00	5,90
pF 3	47,90	40,70	16,90	16,90
pF 2.5	61,10	49,20	22,60	22,40
pH				
pH (H ₂ O)	7,6	7,7	8,2	8,7
pH (KCl)	7,1	7,1	8	8,7
MATIERE ORGANIQUE (mg/g)				
Carbone	103,90	63,10	6,30	-
Azote	10,00	6,36	0,68	-
C/N	10,40	9,90	9,30	-
COMPLEXE D'ECHANGE (mé/100g)				
Calcium	50,27	40,03	8,52	8,91
Magnésium	4,53	1,93	0,09	0,08
Potassium	2,33	0,47	0,03	0,01
Sodium	0,19	0,13	0,00	0,06
Somme des bases	57,32	42,56	9,64	9,06
PHOSPORE (mé/100g)				
Capacité d'échange	52,30	43,10	4,00	0,90
Taux de saturation				
Aluminium	-	-	-	-
PHOSPORE (mé/100g)				
Total	10,79	8,34	1,07	-
Assimilable	-	-	-	-
PHOSPORE (mé/100g)				
Calcaire total (%)	7,10	10,50	55,70	58,40
Calcaire actif (%)	1,00	4,10	13,50	18,60

PROFIL : IRH 5**HORIZON 1** : 0 - 15, 30 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon de surface humifère : A₁₁**Couleur** : 10 YR 3/3, brun foncé**Structure** : grumeleuse, fine à très fine**Texture** : limono-argilo-sableux**Consistance** : meuble, agrégats fiables**Porosité** : forte, inter agrégats**Racines** : fines à très fines**Éléments grossiers** : graviers calcaires**Transition** : distincte, très ondulée**HORIZON 2** : 15 - 25 cm, 30 - 40 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon intergrade ; horizon d'apport marin humifère : A, C**Couleur** : 10 YR 5/3, brun**Structure** : particulaire**Texture** : sablo-limono-argileux**Consistance** : assez cohérent**Porosité** : forte, intergranulaire**Racines** : fines à très fines**Éléments grossiers** : sables fins et grossiers, graviers et cailloux de calcaire coquillier d'apport marin**Transition** : progressive, ondulée.**HORIZON 3** : 25 - 50 cm, 40 - 50 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon d'apport marin meuble : C_{Ca}**Couleur** : 10 YR 7/4, brun très pâle**Structure** : particulaire**Texture** : sableux**Consistance** : meuble**Porosité** : forte, intergranulaire**C_{Ca}** : graviers et cailloux de calcaire coquillier d'apport marin**Transition** : nette, peu ondulée.**HORIZON 4** : 50 - 60 + cm**Dénomination de l'horizon** : horizon d'apport marin induré : R_{Ca}**Couleur** : 10 YR 8/2, blanc**Structure** : massive**Consistance** : cimenté, induré**Porosité** : forte, intergranulaire**R_{Ca}** : calcaires coquillier d'apport marin à débris cimentés avec présence de pierres ponces

ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

N°profil : IRH 5				
N° ECHANTILLON	1	2	3	4
PROFONDEUR				
TEXTURE %				
Argile	17,10	6,00	5,80	4,30
Limon fin	19,80	4,40	4,40	5,00
Limon grossier	5,30	3,70	2,40	3,20
Sable fin	24,10	44,40	38,60	28,80
Sable grossier	23,60	38,10	46,40	56,10
Element grossier				
M.O totale	10,20	1,60	0,70	-
Totale	100,10	98,20	98,30	97,40
pF				
pF 4.2	24,20	8,20	5,80	5,50
pF 3	33,20	16,40	15,10	17,50
pF 2.5	34,90	20,80	18,80	22,90
pH				
pH (H ₂ O)	7,8	8,1	8,4	8,7
pH (KCl)	7,4	7,7	8,3	8,7
MATIERE ORGANIQUE (mg/g)				
Carbone	59,20	9,00	3,90	-
Azote	5,74	0,89	0,48	-
C/N	10,30	10,10	8,10	-
COMPLEXE D'ECHANGE (mé/100g)				
Calcium	32,91	11,15	8,71	9,09
Magnésium	1,60	0,17	0,05	0,01
Potassium	0,37	0,02	0,01	0,01
Sodium	0,08	0,01	0,01	0,00
Somme des bases	34,96	11,35	8,78	9,11
Capacité d'échange				
Taux de saturation	29,55	7,7	1,9	0,6
Aluminium	-	-	-	-
PHOSPORE (mé/100g)				
Total	5,74	1,84	0,61	-
Assimilable	-	-	-	-
Calcaire total (%)				
Calcaire total (%)	29,80	52,90	57,60	58,30
Calcaire actif (%)	15,20	16,60	17,70	18,00

PROFIL : IRH 6

nécrophytion continu en surface

HORIZON 1 : 0 - 10, 40 cm

Dénomination de l'horizon : horizon de surface humifère : A₁₁

Couleur : 10 YR 3/2, brun gris très foncé

Structure : grumelleuse très fine

Texture : limono-sablo-argileux

Consistance : très meuble

Porosité : forte, inter agrégats

Éléments grossiers : graviers calcaires

Racines : fines et moyennes

Transition : progressive, régulière

HORIZON 2 : Aléatoire - 30, 40 cm,

Dénomination de l'horizon : Horizon humifère sous l'horizon de surface : A₁₂

Couleur : 10 YR 3/3, brun foncé

Structure : grumelleuse fine à très fine

Texture : sablo-limono-argileux

Consistance : très meuble

Porosité : forte, inter agrégats

Éléments grossiers : graviers calcaires

Racines : fines et moyennes horizontales

Transition : distincte, régulière

HORIZON 3 : Aléatoire 20 - 30, 40 cm, en poches

Dénomination de l'horizon : Horizon humifère très graveleux : A_{3C}

Couleur : 10 YR 3/3, brun foncé

Structure : particulaire

Texture : sableux

Consistance : très meuble

Porosité : forte, intergranulaire

Éléments grossiers : calcaire coquillier

d'apport marin : sables, graviers et cailloux

Racines : très rares racines fines

Transition : très nette, ondulée

HORIZON 4 : 10, 40 - 50 cm

Dénomination de l'horizon : horizon d'apport marin peu transformé : C_{Ca}

Couleur : 10 YR 7/4, brun pâle

Structure : particulaire

Texture : sableux

Consistance : meuble

Porosité : forte, intergranulaire

C_{Ca} : calcaire coquillier, d'apport marin :

sables, graviers et cailloux, éléments de corail branchu

Transition : distincte, régulière

HORIZON 5 : 50 - 60 cm +

Dénomination de l'horizon : Horizon d'apport marin induré : R_{Ca}

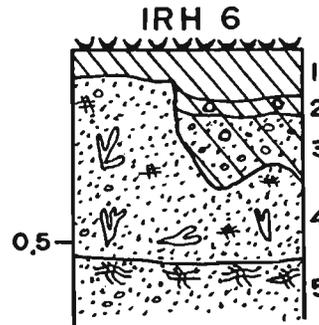
Couleur : 10 YR 8/2, blanc

Structure : massive

Consistance : très cohérent

Porosité : forte, intergranulaire

R_{Ca} : calcaire coquillier d'apport marin : débris cimentés.

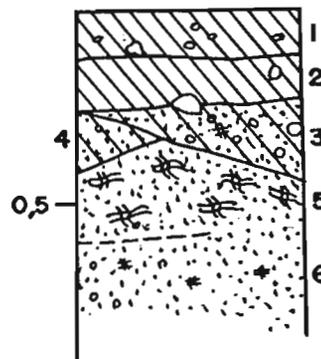


ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

N° profil IRH 6					
N° ECHANTILLON	1	2	3	4	5
PROFONDEUR					
TEXTURE %					
Argile	13,00	10,70	9,10	5,80	7,30
Limon fin	14,40	17,60	7,80	1,40	6,50
Limon grossier	4,10	6,80	6,00	1,20	3,40
Sable fin	8,00	10,40	14,50	6,70	12,40
Sable grossier	35,20	38,20	58,80	83,70	67,90
Element grossier					
M.O totale	23,10	13,90	4,90	-	-
Totale	97,80	97,60	101,10	98,80	97,50
pF					
pF 4.2	42,60	29,40	14,40	3,80	7,80
pF 3	50,90	38,10	24,80	12,30	22,90
pF 2.5	63,80	50,80	33,90	19,80	31,70
pH					
pH (H2O)	7,7	7,8	8	8,7	8,5
pH (KCl)	7,3	7,3	7,5	8,7	8,4
MATIERE ORGANIQUE (mg/g)					
Carbone	134,00	80,90	28,60	-	-
Azote	12,30	8,16	3,02	-	-
C/N	10,90	9,90	9,50	-	-
COMPLEXE D'ECHANGE (mé/100g)					
Calcium	42,70	36,10	22,37	9,70	10,39
Magnésium	8,46	3,41	1,03	0,36	0,51
Potassium	1,02	0,38	0,15	0,08	0,07
Sodium	0,40	0,15	0,04	0,05	0,05
Somme des bases	52,58	40,04	23,59	10,19	11,02
PHOSPORE (mé/100g)					
Capacité d'échange	43,60	31,03	20,50	0,40	0,40
Taux de saturation					
Aluminium	-	-	-	-	-
PHOSPORE (mé/100g)					
Total	6,64	4,59	2,72	-	-
Assimilable	-	-	-	-	-
PHOSPORE (mé/100g)					
Calcaire total (%)	26,60	29,70	44,50	57,10	57,3
Calcaire actif (%)	10,50	17,40	18,10	15,10	15,2

PROFIL : IRH 7**HORIZON 1** : 0 - 12, 15 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon de surface humifère : A₁₁**Couleur** : 10 YR 3/2, brun-gris très foncé**Structure** : grumeleuse fine à très fine**Texture** : limono-argilo-sableux**Consistance** : très meuble**Porosité** : forte**Éléments grossiers** : 10 % graviers, cailloux, pierres, calcaire altéré en surface**Activité biologique** : forte, métatubules humiques**Transition** : ondulée, régulière**HORIZON 2** : 12 - 22, 15 - 30 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon humifère sous l'horizon de surface : A₁₂**Couleur** : 10 YR 3/2 à 3/3, brun gris foncé**Structure** : grumeleuse fine à très fine**Texture** : limono-sablo-argileux**Consistance** : très meuble**Porosité** : forte, inter agrégats**Éléments grossiers** : 5 % graviers, cailloux, pierres, calcaire altéré**Activité biologique** : forte, ortho et métatubules humiques, copropèdes**Racines** : fines, quelconque**Transition** : ondulée, régulière**HORIZON 3** : Aléatoire 22 - 35 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon d'apport marin humifère : AC_{Ca}**Couleur** : 10 YR 5/4, brun jaunâtre**Structure** : grumeleuse à particulaire, peu nette**Texture** : sablo-limono-argileux**Consistance** : meuble**Porosité** : forte intergranulaire**C_{Ca}** : horizon d'apport marin : calcaire coquillier : sables 90 %, graviers, cailloux, pierres formées de débris cimentés : 10 %**Racines** : fines, horizontales**Transition** : très ondulée, nette**HORIZON 4** : Aléatoire 30 - 45 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon d'apport marin meuble peu humifère : C_{Ca}**Couleur** : 10 YR 5/3, brun**Structure** : particulaire**Texture** : sablo-limono-argileux**Consistance** : meuble, un peu induré avec nombreux pseudo-mycélium**Porosité** : forte, intergranulaire**C_{Ca}** : horizon d'apport marin : calcaire coquillier : sables 90 %, graviers, cailloux, pierres formées de débris cimentés : 10 %**Transition** : nette, ondulée**HORIZON 5** : 55 - 60 cm**Dénomination de l'horizon** : Horizon d'apport marin cimenté : R_{Ca}**Couleur** : 10 YR 8/2, blanc**Structure** : massive**Texture** : sableux**Consistance** : cohérent, particules cimentées**Porosité** : forte, inter particulaire**R_{Ca}** : Horizon d'apport marin : calcaire coquillier cimenté**Transition** : distincte régulière**HORIZON 6** : 55 - 60 + cm**Dénomination de l'horizon** : Horizon d'apport marin peu cimenté : C_{Ca}**Couleur** : 10 YR 8/3, brun très pâle**Structure** : particulaire**Texture** : sableux**Consistance** : assez meuble, peu cimenté**Porosité** : forte, intergranulaire et interparticulaire**C_{Ca}** : horizon d'apport marin : calcaire coquillier peu cimenté

IRH 7



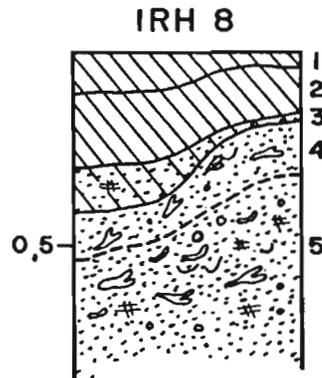
ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

N°profil : IRH 7						
N° ECHANTILLON	1	2	3	4	5	6
PROFONDEUR						
TEXTURE %						
Argile	12,90	3,50	7,40	7,10	-	2,90
Limon fin	19,70	12,20	8,30	6,90	-	1,60
Limon grossier	7,20	12,30	8,40	5,90	-	7,60
Sable fin	11,90	35,10	33,00	33,80	-	45,90
Sable grossier	19,60	25,30	38,50	42,60	-	39,70
Element grossier						
M.O totale	26,60	9,40	3,40	-	-	-
Totale	97,90	97,80	99,00	96,30	-	97,70
pF						
pF 4.2	45,00	21,60	11,50	8,60	-	3,70
pF 3	53,20	29,50	20,70	17,50	-	9,50
pF 2.5	72,50	45,00	32,40	23,80	-	18,10
pH						
pH (H2O)	7,6	7,8	7,9	8,2	-	8,8
pH (KCl)	7,2	7,3	7,6	7,9	-	8,7
MATIERE ORGANIQUE (mg/g)						
Carbone	154,10	54,70	19,70	-	-	-
Azote	15,30	5,62	1,97	-	-	-
C/N	10,10	9,70	10,00	-	-	-
COMPLEXE D'ECHANGE (mé/100g)						
Calcium	44,92	27,94	16,80	9,94	-	8,24
Magnésium	2,57	1,19	0,53	0,14	-	0,79
Potassium	0,37	0,08	0,04	0,01	-	0,01
Sodium	0,16	0,10	0,07	0,03	-	0,02
Somme des bases	48,02	29,31	17,44	10,12	-	9,06
Capacité d'échange	44,70	28,70	9,00	1,80	-	8,01
Taux de saturation						
Aluminium	-	-	-	-	-	-
PHOSPORE (mé/100g)						
Total	5,71	4,2	1,69	-	-	-
Assimilable	-	-	-	-	-	-
Calcaire total (%)	18,70	32,60	48,00	55,50	-	58,00
Calcaire actif (%)	11,20	8,50	12,30	12,50	-	8,00

PROFIL : IRH 8**HORIZON 1** : 0 - 8, 10 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon de surface humifère : A₁**Couleur** : 10 YR 3/1, gris très foncé**Structure** : grumoclude très peu nette**Texture** : sablo-limono-argileux**Consistance** : très meuble**Porosité** : forte, inter agrégats**Racines** : fines et moyennes, horizontales (cocotier)**Transition** : distincte, régulière**HORIZON 2** : 10 - 27, 8 - 20 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon humifère sous l'horizon de surface : A₃₁ C_{Ca}**Couleur** : 10 YR 3/3, brun foncé**Structure** : particulaire sableuse**Texture** : sablo-limoneux**Consistance** : très meuble**Porosité** : forte, intergranulaire**Racines** : moyennes, horizontales (cocotier)**Transition** : distincte, ondulée**HORIZON 3** : 27-40, 20-22 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon d'apport marin humifère : A₃₂ C_{Ca}**Couleur** : 10 YR 4/3 brun jaunâtre foncé**Structure** : particulaire**Texture** : sablo-limoneux**Consistance** : très meuble**Porosité** : forte, intergranulaire**Racines** : moyennes, horizontales (cocotier)**Transition** : très ondulée, régulière**HORIZON 4** : 40-50, 22-40 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon d'apport marin meuble : C₁Ca**Couleur** : 10 YR 6/4, brun jaunâtre clair**Structure** : particulaire**Texture** : sableux**Consistance** : très meuble**Porosité** : forte, intergranulaire**C** : horizon d'apport marin : 90 % de sable

coquillier calcaire, 10 % d'éléments

grossiers : coquilles, corail

Transition : progressive, régulière**HORIZON 5** : 40 - 60 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon d'apport marin meuble : C₂Ca**Couleur** : 10 YR 8/4, brun très pâle**Structure** : particulaire**Texture** : sableux**Consistance** : très meuble**Porosité** : forte, intergranulaire**C** : horizon d'apport marin : 70 % de sable coquillier calcaire meuble, 30 % d'éléments grossiers : coquilles, corail

ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

N°profil : IRH 8					
N° ECHANTILLON	1	2	3	4	5
PROFONDEUR					
TEXTURE %					
Argile	9,30	9,10	4,70	4,90	4,00
Limon fin	16,60	9,50	5,70	0,10	1,70
Limon grossier	6,60	4,50	2,90	0,20	0,90
Sable fin	26,50	43,90	55,10	60,20	23,30
Sable grossier	19,10	27,80	28,40	33,20	67,50
Element grossier					
M.O totale	20,70	7,00	2,90	-	-
Totale	98,80	101,80	99,70	98,60	97,40
pF					
pF 4.2	37,30	16,50	9,30	3,60	5,00
pF 3	44,70	24,20	16,20	7,60	13,50
pF 2.5	61,30	37,80	23,70	10,80	18,60
pH					
pH (H2O)	7,8	7,9	7,9	8,6	8,6
pH (KCl)	7,2	7,4	7,6	8,6	8,6
MATIERE ORGANIQUE (mg/g)					
Carbone	120,20	40,50	16,70	-	-
Azote	12,00	3,78	1,53	-	-
C/N	10,00	10,70	10,90	-	-
COMPLEXE D'ECHANGE (mé/100g)					
Calcium	35,45	20,12	13,07	6,98	7,41
Magnésium	2,08	0,66	0,35	0,37	0,28
Potassium	0,43	0,17	0,00	0,01	0,01
Sodium	0,22	0,28	0,04	0,05	0,04
Somme des bases	38,18	21,23	13,46	7,41	7,74
Capacité d'échange					
Capacité d'échange	33,40	14,60	4,80	0,10	0,40
Taux de saturation					
Taux de saturation					
Aluminium	-	-	-	-	-
PHOSPORE (mé/100g)					
Total	5,12	2,05	1,47	-	-
Assimilable	-	-	-	-	-
Calcaire total (%)					
Calcaire total (%)	26,80	43,40	51,50	57,90	57,60
Calcaire actif (%)					
Calcaire actif (%)	6,90	8,70	7,20	6,00	8,90

ANNEXE 2.1.2

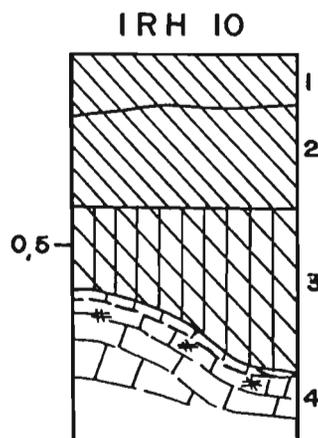
Les sols de la Station de Saraoutou.

Rendzines de la terrasse inférieure:

descriptions des profils et données analytiques

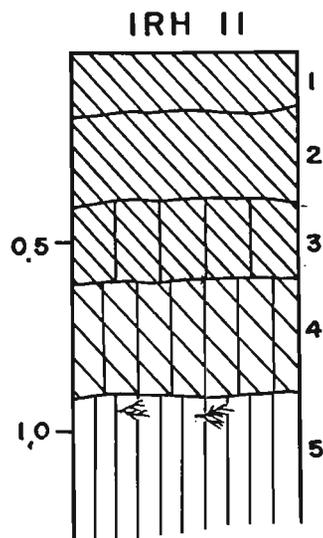
PROFIL : IRH 10**HORIZON 1** : 0 - 15 cm**Dénomination de l'horizon** : Horizon de surface humifère : A₁₁**Couleur** : 10 YR 3/2, brun gris très foncé**Structure** : grumeleuse très fine à fine**Texture** : limono-argilo-sableux**Consistance** : meuble à assez cohérent**Porosité** : forte, inter agrégats**Racines** : fines, moyennes, plutôt horizontales (cocotier)**Activité biologique** : nombreux pédotubules et copropèdes**Transition** : distincte, régulière.**HORIZON 2** : 14 - 40 cm**Dénomination de l'horizon** : Horizon humifère sous l'horizon de surface : A₁₂**Couleur** : 10 YR 3/3, brun foncé**Structure** : grumeleuse, à polyédrique subanguleuse, très fine à fine**Texture** : limono-argilo-sableux**Consistance** : assez cohérent**Porosité** : forte, inter agrégats**Racines** : fines et moyennes, plutôt horizontales (cocotier)**Activité biologique** : pédotubules et copropèdes humiques.**Transition** : ondulée, régulière, nette**HORIZON 3** : 40 - 60, 80 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon structuré coloré humique : A_{3B}**Couleur** : 7,5 YR 3/4, brun foncé**Structure** : polyédrique, faces verticales souvent luisantes**Texture** : argilo-limoneux**Consistance** : cohérent**Porosité** : moyenne, pores fins, moyens et grossiers tubulaires**Transition** : brutale, ondulée**HORIZON 4** : 60, 80 - 100 cm**Dénomination de l'horizon** : roche mèrecalcaire très dure, altérée en lamelles : R_{ca}

R : calcaire corallien très induré



ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

N°profil : IRH 10				
N° ECHANTILLON	1	2	3	4
PROFONDEUR				
TEXTURE %				
Argile	80,00	86,80	96,00	-
Limon fin	6,20	6,60	1,50	-
Limon grossier	1,50	1,10	0,10	-
Sable fin	1,50	1,40	0,10	-
Sable grossier	1,10	1,00	0,10	-
Element grossier				
M.O totale	9,60	4,20	2,00	-
Totale	99,90	101,10	99,80	-
pF				
pF 4.2	35,70	36,40	40,10	-
pF 3	45,90	44,40	48,10	-
pF 2.5	49,10	47,40	51,20	-
pH				
pH (H2O)	5,8	6	6,3	-
pH (KCl)	5	5,4	5,7	-
MATIERE ORGANIQUE (mg/g)				
Carbone	55,80	24,10	11,50	-
Azote	5,88	2,92	1,36	-
C/N	9,50	8,30	8,50	-
COMPLEXE D'ECHANGE (mé/100g)				
Calcium	14,71	11,73	13,21	-
Magnésium	5,17	2,53	0,42	-
Potassium	0,19	0,04	0,03	-
Sodium	0,35	0,22	0,39	-
Somme des bases	20,42	14,52	14,05	-
PHOSPORE (mé/100g)				
Capacité d'échange	30,30	23,40	19,90	-
Taux de saturation	67,40	62,1	70,6	-
Aluminium	-	-	-	-
PHOSPORE (mé/100g)				
Total	2,91	2,09	1,59	-
Assimilable	-	-	-	-
PHOSPORE (mé/100g)				
Calcaire total (%)	-	-	-	-
Calcaire actif (%)	-	-	-	13,40

PROFIL : IRH 11**HORIZON 1** : 0 - 15 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon de surface humifère : A₁₁**Couleur** : 7,5 YR 3/2, brun foncé**Structure** : polyédrique anguleuse fine et moyenne**Texture** : limono-argileux**Consistance** : meuble, agrégats friables**Porosité** : importante, inter agrégats, pores fins et moyens tubulaires**Drainage interne** : rapide**Activité biologique forte** : métatubules et copropèdes humiques**Racines** : fines et moyennes, horizontales (cocotier)**Transition** : diffuse, régulière**HORIZON 2** : 15 - 40 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon humifère sous l'horizon de surface : A₁₂**Couleur** : 7,5 YR 3/2, brun foncé**Structure** : polyédrique anguleuse fine et moyenne peu nette.**Texture** : limono-argileux**Consistance** : assez cohérent, agrégats moyennement friable.**Porosité** : forte, pores fins moyens et grossiers tubulaires**Drainage interne** : rapide**Racines** : fines et moyennes, horizontales (cocotier)**Transition** : progressive, régulière.**HORIZON 3** : 40 - 60 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon de transition humifère : AB₁**Couleur** : 7,5 YR 3/3, brun foncé**Structure** : polyédrique anguleuse 5 à 7 cm (moyenne à grossière)**Texture** : argilo-limoneux**Consistance** : assez cohérent, agrégats moyennement friables**Porosité** : forte, pores fins, moyens et grossiers tubulaires**Cutanes** : présence de quelques faces luisantes**Drainage interne** : moyen**Racines** : fines verticales, moyennes horizontales (cocotier)**Transition** : distincte, régulière**HORIZON 4** : 60 - 90 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon de transition encore humifère : A₃B**Couleur** : 7,5 YR 3/4, brun vif**Structure** : peu nette, polyédrique anguleuse 5 à 7 cm (moyenne à grossière)**Texture** : argilo-limoneux**Consistance** : cohérent**Porosité** : moyenne à faible, pores fins tubulaires**Taches** : 10 YR 3/2, matière organique en placages à la surface des agrégats; orthotubules humiques**Drainage** : interne moyen**Racines** : fines verticales**Transition** : distincte, régulière**HORIZON 5** : 90 - 120 cm +**Dénomination de l'horizon** : horizon structuré coloré d'accumulation : BT**Couleur** : 5 YR 3/4, brun rouge foncé**Structure** : polyédrique anguleuse grossière assez nette**Texture** : argileux**Consistance** : assez cohérent**Porosité** : moyenne à faible, pores fins tubulaires**Cutanes** : faces luisantes verticales placages de MnO₂ : mangananes**Racines** : très rares

ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

N°profil : IRH 11					
N° ECHANTILLON	1	2	3	4	5
PROFONDEUR					
TEXTURE %					
Argile	6,49	53,40	89,30	87,20	93,80
Limon fin	14,20	34,60	8,70	11,20	6,80
Limon grossier	2,50	2,10	0,70	1,10	0,40
Sable fin	2,30	2,80	0,50	0,70	0,20
Sable grossier	2,60	1,70	0,10	0,20	0,00
Elément grossier					
M.O totale	15,40	4,00	0,90	-	-
Totale	101,90	98,60	100,20	100,40	101,20
pF					
pF 4.2	43,60	37,00	37,00	39,10	40,60
pF 3	52,70	44,70	46,40	48,10	50,70
pF 2.5	56,10	46,80	48,70	50,00	52,90
pH					
pH (H2O)	6,6	6,2	6,4	6,1	5,7
pH (KCl)	6	5,7	6	5,8	5,4
MATIERE ORGANIQUE (mg/g)					
Carbone	89,60	23,10	5,00	-	-
Azote	8,75	3,02	0,84	-	-
C/N	10,20	7,60	6,00	-	-
COMPLEXE D'ECHANGE (mé/100g)					
Calcium	20,20	10,73	7,37	8,45	9,64
Magnésium	9,49	2,82	1,11	1,38	1,90
Potassium	3,60	2,92	3,44	0,67	0,21
Sodium	0,26	0,12	0,18	0,57	0,62
Somme des bases	33,55	16,59	12,10	11,07	12,37
PHOSPORE (mé/100g)					
Capacité d'échange	37,20	23,10	187,10	17,40	18,50
Taux de saturation	90,20	71,80	66,90	63,60	66,90
Aluminium	-	-	-	-	-
PHOSPORE (mé/100g)					
Total	6,87	4,55	4,55	-	-
Assimilable	-	-	-	-	-
PHOSPORE (mé/100g)					
Calcaire total (%)	-	-	-	-	-
Calcaire actif (%)	-	-	-	-	-

PROFIL : IRH 12**HORIZON 1** : 0 - 5 cm

Dénomination de l'horizon : horizon de surface humifère : A₁₁
Couleur : 10 YR 3/2, brun grisâtre très foncé
Structure : grumeleuse très fine à fine
Texture : limono-argileux
Consistance : très meuble, agrégats très friables
Porosité : forte, inter agrégats
Racines : fines, moyennes et grosses plutôt horizontales
Activité biologique : pédotubules et copropèdes très nombreux
Transition : nette, régulière

HORIZON 2 : 5 - 25 cm

Dénomination de l'horizon : horizon humifère sous l'horizon de surface : A₁₂
Couleur : 10 YR 3/2, brun grisâtre très foncé
Structure : grumeleuse à polyédrique subanguleuse très fine
Texture : limono-argileux
Consistance : meuble, agrégats très friables
Porosité : forte, inter agrégats
Racines : fines et moyennes, plutôt horizontales
Activité biologique : pédotubules et copropèdes humiques
Transition : diffusé, régulière

HORIZON 3 : 25 - 40, 55 cm

Dénomination de l'horizon : horizon de transition humifère : A_{3B}
Couleur : 7,5 YR 3/2, brun foncé
Structure : grumeleuse très fine à polyédrique subanguleuse fine
Texture : limono-argileux
Consistance : meuble, agrégats très friables
Porosité : forte, inter agrégats
Racines : fines et moyennes, plutôt horizontales
Transition : distincte, ondulée

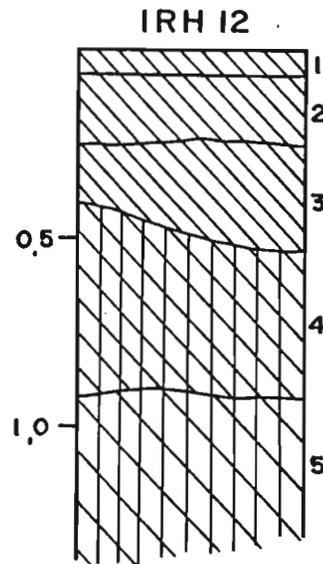
HORIZON 4 : 40, 55 - 120 cm

Dénomination de l'horizon : horizon structuré coloré d'accumulation : BT₁
Couleur : 7,5 YR 3/3, brun
Structure : peu nette, polyédrique anguleuse moyenne à grossière
Texture : argilo-limoneux
Consistance : assez cohérent, agrégats friables
Porosité : moyennes, pores fins, moyens et grossiers tubulaires
Cutanes : traces argileuses sur les faces verticales

Racines : fines, surtout horizontales
Transition : progressive, régulière

HORIZON 5 : 90 - 120 cm +

Dénomination de l'horizon : horizon structuré coloré d'accumulation : BT₂
Couleur : 7,5 YR 3/4, brun vif
Structure : polyédrique, anguleuse moyenne, peu nette
Texture : argilo-limoneux
Consistance : cohérent, agrégats friables
Porosité : moyenne à faible, pores fins et moyens tubulaires
Cutanes : argillanes sur les faces verticales, traces de MnO₂



PROFIL : IRH 13

Cutanes : argillanes sur les faces
verticales, traces de MnO₂

HORIZON 1 : 0 - 15 cm

Dénomination de l'horizon : horizon de
surface humifère : A₁₁

Couleur : 10 YR 3/2, brun grisâtre très foncé

Structure : grumeleuse très fine à fine,
polyédrique subanguleuse fine à moyenne

Texture : limono-argileux

Consistance : assez cohérent, agrégats
friables

Porosité : forte, inter agrégats

Racines : fines et moyennes, plutôt
horizontales (cocotier)

Activité biologique : pédotubules et
copropèdes très nombreux

Transition : distincte, régulière

HORIZON 2 : 15 - 40, 50 cm

Dénomination de l'horizon : horizon humifère
sous l'horizon de surface : A₁₂

Couleur : 10 YR 3/3, brun foncé

Structure : grumeleuse très fine à
polyédrique subanguleuse fine à moyenne

Texture : limono-argileux

Consistance : meuble à assez cohérent

Porosité : forte, inter agrégats

Racines : fines et moyennes, plutôt
horizontale (cocotier)

Activité biologique : pédotubules et
copropèdes humiques

Transition : ondulée, régulière, nette

HORIZON 3 : 50 - 75 cm

Dénomination de l'horizon : horizon de
transition humifère : A_{3B}

Couleur : 7,5 YR 3/3, brun foncé

Structure : peu nette, polyédrique anguleuse
moyenne

Texture : argilo-limoneux

Consistance : cohérent, agrégats friables

Porosité : moyennes, pores fins, moyens et
grossiers tubulaires

Cutanes : traces argileuses sur les faces
verticales

Racines : fines, surtout horizontales

Transition : progressive, régulière

HORIZON 4 : 75 - 120 cm +

Dénomination de l'horizon : horizon structuré
coloré d'accumulation : BT

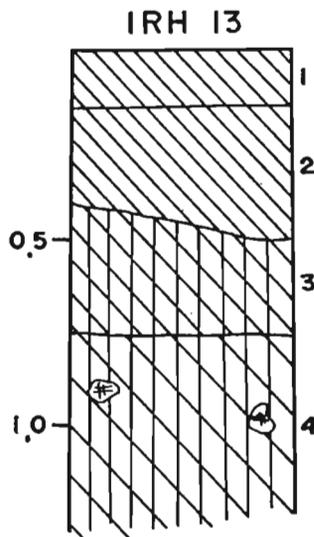
Couleur : 7,5 YR 3/4, brun vif

Structure : polyédrique, anguleuse moyenne,
peu nette

Texture : argilo-limoneux

Consistance : cohérent, agrégats friables

Porosité : moyenne à faible, pores fins et
moyens tubulaires

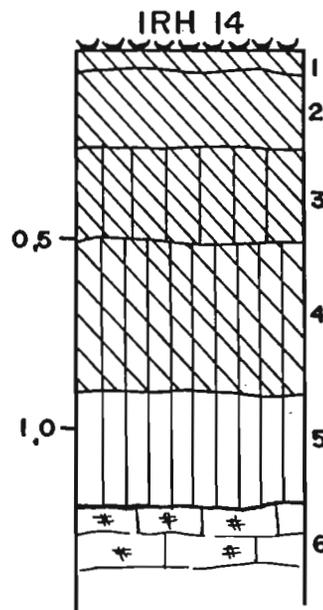


ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

N°profil : IRH 13				
N° ECHANTILLON	1	2	3	4
PROFONDEUR				
TEXTURE %				
Argile	69,40	84,10	89,60	88,70
Limon fin	11,60	12,10	8,90	9,50
Limon grossier	3,10	1,30	0,80	0,90
Sable fin	2,70	1,40	0,40	0,60
Sable grossier	2,10	0,50	0,10	0,10
Element grossier				
M.O totale	11,30	2,30	0,60	-
Totale	100,20	101,70	100,40	99,80
pF				
pF 4.2	36,70	36,40	39,40	38,10
pF 3	47,30	44,50	46,20	44,20
pF 2.5	50,30	45,00	51,20	48,90
pH				
pH (H2O)	5,9	6	6,3	6,4
pH (KCl)	5,3	5,8	6	6,1
MATIERE ORGANIQUE (mg/g)				
Carbone	65,70	13,50	3,70	-
Azote	6,50	1,74	0,84	-
C/N	10,10	7,80	4,40	-
COMPLEXE D'ECHANGE (mé/100g)				
Calcium	18,53	9,76	10,90	8,91
Magnésium	5,40	1,81	1,53	0,08
Potassium	1,18	1,36	1,93	0,01
Sodium	0,23	0,15	0,39	0,06
Somme des bases	25,34	13,08	14,75	9,06
PHOSPORE (mé/100g)				
Capacité d'échange	32,42	17,97	16,83	15,87
Taux de saturation	78,20	72,8	87,64	91,24
Aluminium	-	-	-	-
PHOSPORE (mé/100g)				
Total	5,74	3,28	3,48	-
Assimilable	-	-	-	-
PHOSPORE (mé/100g)				
Calcaire total (%)	-	-	-	-
Calcaire actif (%)	-	-	-	-

PROFIL : IRH 14**HORIZON 1** : 0 - 5, 7 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon de surface humifère : A₁₁**Couleur** : 10 YR 3/2, brun grisâtre très foncé**Structure** : grumeleuse très fine à fine**Texture** : limono-argileux**Consistance** : très meuble, agrégats très friables**Porosité** : très forte, inter agrégats**Racines** : fines et moyennes, et grossières, quelconques**Activité biologique** : pédotubules et copropèdes très nombreux**Transition** : nette, régulière**HORIZON 2** : 5, 7 - 25 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon humifère sous l'horizon de surface : A₁₂**Couleur** : 10 YR 3/2, brun grisâtre foncé**Structure** : grumeleuse très fine à fine**Texture** : limono-argileux**Consistance** : meuble, agrégats friables**Porosité** : forte, inter agrégats**Racines** : fines et moyennes et grossières quelconques**Activité biologique** : pédotubules et copropèdes humiques**Transition** : nette, régulière**HORIZON 3** : 25 - 50 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon de transition humifère : A_{3B}**Couleur** : 7,5 YR 3/3, brun foncé**Structure** : peu nette, polyédrique anguleuse moyenne**Texture** : argilo-limoneux**Consistance** : cohérent, agrégats friables**Porosité** : forte, pores fins, moyens et grossiers tubulaires**Cutanes** : traces argileuses sur les faces verticales**Racines** : fines, surtout horizontales**Transition** : assez nette, régulière**HORIZON 4** : 50 - 90 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon structuré coloré d'accumulation : BT₁**Couleur** : 7,5 YR 3/4, brun vif**Structure** : polyédrique, anguleuse moyenne, peu nette**Texture** : argilo-limoneux**Consistance** : cohérent, agrégats friables**Porosité** : forte, pores fins et moyens tubulaires**Cutanes** : argillanes sur les faces verticales**Racines** : fines, surtout horizontales**Transition** : assez nette, régulière**HORIZON 5** : 90 - 120 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon structuré coloré d'accumulation : BT₂**Couleur** : 7,5 YR 3/4, brun vif**Structure** : polyédrique, anguleuse moyenne, peu nette**Texture** : argilo-limoneux**Consistance** : assez cohérent, agrégats friables**Porosité** : forte, pores fins et moyens tubulaires**Cutanes** : argillanes sur les faces verticales**Transition** : assez nette, régulière**HORIZON 6** : 120 cm +**Dénomination de l'horizon** :

Roche mère : calcaire corallien ancien : R



ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

N° profil : IRH 14					
N° ECHANTILLON	1	2	3	4	5
PROFONDEUR					
TEXTURE %					
Argile	43,40	62,80	82,70	91,00	89,60
Limon fin	12,90	24,20	12,30	6,60	7,70
Limon grossier	3,40	2,90	1,70	0,40	0,60
Sable fin	3,20	4,70	1,80	0,30	0,40
Sable grossier	4,50	3,10	0,70	0,20	0,10
Element grossier					
M.O totale	43,30	4,20	2,10	0,70	-
Totale	110,70	101,90	101,30	99,20	98,40
pF					
pF 4.2	76,00	34,80	36,80	39,10	39,70
pF 3	81,70	43,80	45,80	43,30	48,80
pF 2.5	87,60	44,30	50,70	48,10	49,50
pH					
pH (H2O)	7,4	6,2	6	6,1	6
pH (KCl)	6,9	5,7	5,7	5,7	5,7
MATIERE ORGANIQUE (mg/g)					
Carbone	251,40	24,50	12,20	4,00	-
Azote	15,60	2,80	1,52	0,68	-
C/N	16,10	8,70	8,00	5,90	-
COMPLEXE D'ECHANGE (mé/100g)					
Calcium	60,89	12,16	9,69	11,37	16,74
Magnésium	7,91	3,56	2,62	1,59	2,30
Potassium	0,96	0,11	0,08	0,05	0,10
Sodium	0,65	0,49	0,77	0,70	0,78
Somme des bases	70,41	16,30	13,16	13,71	19,92
PHOSPORE (mé/100g)					
Capacité d'échange	56,10	22,10	18,40	17,70	23,80
Taux de saturation	.	73,8	71,5	77,5	83,70
Aluminium	-	-	-	-	-
PHOSPORE (mé/100g)					
Total	5,49	4,48	3,71	2,91	-
Assimilable	-	-	-	-	-
Calcaire total (%)					
Calcaire total (%)	-	-	-	-	-
Calcaire actif (%)					
Calcaire actif (%)	-	-	-	-	-

ANNEXE 2.2

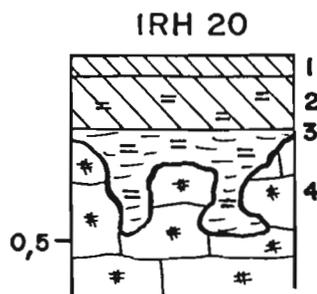
Les sols des sites d'Ouvéa:

descriptions des profils et données analytiques

ANNEXE 2.2.1

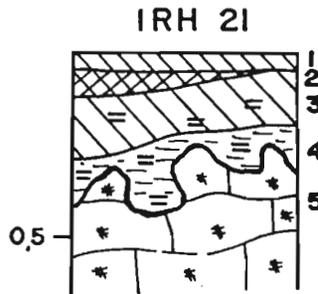
Les sols des sites d'Ouvéa.

**Sols bruns allitiques de Saint Joseph:
descriptions des profils et données analytiques**

PROFIL : IRH 20**HORIZON 1** : 0 - 5 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon de surface humifère : A₁**Couleur** : 5 YR 3/2, brun rouge foncé**Structure** : grumeleuse très fine (< 3mm)**Texture** : limoneux**Consistance** : très meuble**Porosité** : très forte, intergranulaire**Racines** : très nombreuses, fines moyennes (cocotier) horizontales (mat racinaire)**Transition** : diffuse régulière**HORIZON 2** : 5 - 20 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon de transition humifère : A₃B**Couleur** : 5 YR 3/3, brun rouge foncé**Structure** : grumeleuse très fine (< 2mm)**Texture** : limoneux**Consistance** : très meuble**Porosité** : très forte, intergranulaire**Racines** : très nombreuses, fines, moyennes (cocotier) horizontales**Transition** : distincte**HORIZON 3** : 20 - 29, 40 cm aléatoire**Dénomination de l'horizon** : horizon oxydique : B_{ox}**Couleur** : 5 YR 3/4, brun rouge foncé**Structure** : aliatode (massive ; micro-particulaire)**Texture** : limoneux**Consistance** : très meuble**Porosité** : forte**Racines** : très nombreuses, fines, moyennes (cocotier), horizontales**Transition** : très nette, très ondulée**HORIZON 4** : 20, 40 cm - 50 cm**Dénomination de l'horizon** : roche mère : calcaire corallien : R_{Ca}**Couleur** : blanc**Structure** : massive**Consistance** : très dur

ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

N° profil : IRH 20				
N° ECHANTILLON	1	2	3	
PROFONDEUR				
TEXTURE %				
Argile	21,30	25,30	24,20	
Limon fin	35,30	42,90	38,40	
Limon grossier	7,50	1,90	10,10	
Sable fin	8,60	8,50	10,60	
Sable grossier	5,50	1,60	1,10	
Element grossier				
M.O totale	27,50	25,90	16,70	
Totale	105,70	106,10	101,10	
pF				
pF 4.2	40,00	47,60	40,00	
pF 3	-	-	-	
pF 2.5	80,80	73,40	81,20	
pH				
pH (H2O)	7,2	6,9	7,5	
pH (KCl)	6,8	6,5	7,1	
MATIERE ORGANIQUE (mg/g)				
Carbone	159,00	151,00	96,60	
Azote	12,00	11,30	8,51	
C/N	13,30	134,00	11,40	
COMPLEXE D'ECHANGE (mé/100g)				
Calcium	50,27	40,03	25,28	
Magnésium	4,53	1,93	1,13	
Potassium	2,33	0,47	0,08	
Sodium	0,19	0,13	0,55	
Somme des bases	57,32	42,56	27,04	
PHOSPORE (mé/100g)				
Capacité d'échange	44,72	35,07	24,70	
Taux de saturation		90,90		
Aluminium	-	-	-	
PHOSPORE (mé/100g)				
Total	13,33	9,81	9,05	
Assimilable	2030	0,091	0,029	
PHOSPORE (mé/100g)				
Calcaire total (%)	0,45	0,25	0,55	
Calcaire actif (%)	-	-	-	

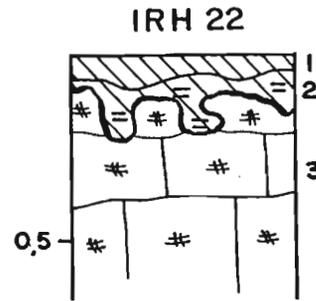
PROFIL : IRH 21**HORIZON 1** : 0 - 5 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon surfacehumifère : A₁₁**Couleur** : 5 YR 3/2, brun rouge foncé**Structure** : grumeleuse très fine (< 3 mm)**Texture** : limoneux**Consistance** : meuble, les agrégats sont assez friables**Porosité** : très forte, intergranulaire**Racines** : très fines à fines, horizontales**Transition** : très irrégulière, nette avec horizon 2, progressive avec horizon 3**HORIZON 2** : 5 - 10 cm, aléatoire**Dénomination de l'horizon** : horizon pyrogéné sous l'horizon de surface : Ap**Couleur** : 5 YR 5/8, 5 YR 4/6, rouge**Structure** : grumeleuse très nette, très fine (<3 mm)**Texture** : limoneuse**Consistance** : très meuble à bouillante**Porosité** : très forte, intergranulaire**Éléments figurés** : morceaux de charbons de bois**Racines** : très fines, horizontales**Transition** : distincte, régulière**HORIZON 3** : 20 - 30 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon oxydique humifère : A₃B_{ox}**Couleur** : 5 YR 3/3, brun rouge foncé**Structure** : massive**Texture** : limoneuse**Consistance** : très meuble, ensemble friable**Porosité** : très forte, micropores**Racines** : très nombreuses, très fines**Transition** : très nette, très irrégulière**HORIZON 4** : 10, 30 + cm**Dénomination de l'horizon** : poche de calcaire corallien en partie diagénétisé : R_{ca}**Couleur** : blanc**Structure** : massive**Consistance** : très dure

ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

N°profil : IRH 21				
N° ECHANTILLON	1	2	3	
PROFONDEUR				
TEXTURE %				
Argile	24,90	12,90	5,20	
Limon fin	30,90	32,90	21,50	
Limon grossier	5,40	9,90	17,50	
Sable fin	15,30	18,70	35,30	
Sable grossier	6,00	22,30	14,80	
Element grossier				
M.O totale	26,30	7,40	16,50	
Totale	108,80	103,70	110,80	
pF				
pF 4.2	37,70	39,40	45,90	
pF 3	-	-	-	
pF 2.5	84,30	89,50	78,80	
pH				
pH (H2O)	7,7	7,6	7,5	
pH (KCl)	7,2	7,2	6,9	
MATIERE ORGANIQUE (mg/g)				
Carbone	152,00	43,00	95,70	
Azote	12,00	4,10	8,42	
C/N	12,70	10,50	11,40	
COMPLEXE D'ECHANGE (mé/100g)				
Calcium	40,70	16,56	22,31	
Magnésium	6,65	2,64	1,56	
Potassium	0,22	0,03	4,34	
Sodium	0,07	0,09	0,03	
Somme des bases	47,64	19,32	28,24	
PHOSPORE (mé/100g)				
Capacité d'échange	29,38	15,14	23,96	
Taux de saturation				
Aluminium	-	-	-	
PHOSPORE (mé/100g)				
Total	15,62	14,79	10,88	
Assimilable	3,20	3,38	0,23	
PHOSPORE (mé/100g)				
Calcaire total (%)	1,30	0,35	0,50	
Calcaire actif (%)	-	-	-	

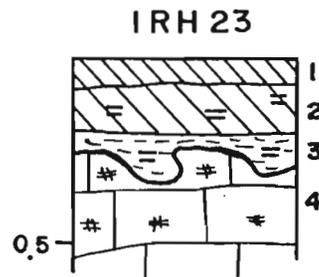
PROFIL : IRH 22**HORIZON 1** : 0 - 5 cm**Dénomination de l'horizon** : Horizon de surface humifère : A₁₁

nombreux fragments organiques non décomposés (écorce)

Couleur : 5 YR 3/2, brun rouge foncé**Texture** : limoneuse**Consistance** : très meuble à boulant, agrégats très friables**Porosité** : très forte, intergranulaire**Transition** : très irrégulière, peu nette**HORIZON 2** : 5 - 20 cm**Dénomination de l'horizon** : Horizon humifère de transition : A₃B**Couleur** : 5 YR 3/3, brun rouge foncé**Structure** : grumeleuse très fine (< à 3 mm)**Texture** : limoneuse**Consistance** : meuble**Porosité** : très forte, intergranulaire**Racines** : fines à moyenne sub-horizontales, généralisées dans Horizon**Transition** : brutale et très irrégulière**HORIZON 3** : 20 - 25 + cm**Dénomination de l'horizon** : R_{Ca} (calcaire corallien)

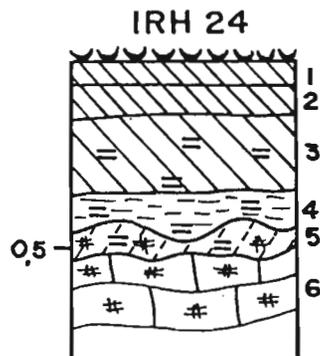
ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

N°profil : IRH 22				
N° ECHANTILLON	1	2		
PROFONDEUR				
TEXTURE %				
Argile	20,20	14,40		
Limon fin	32,20	28,40		
Limon grossier	4,60	5,20		
Sable fin	7,80	16,30		
Sable grossier	3,30	14,00		
Element grossier				
M.O totale	40,60	29,70		
Totale	108,70	108,00		
pF				
pF 4.2	55,80	53,00		
pF 3	-	-		
pF 2.5	79,90	75,40		
pH				
pH (H2O)	7,8	7,6		
pH (KCl)	7,2	7		
MATIERE ORGANIQUE (mg/g)				
Carbone	23,60	172,00		
Azote	18,30	15,00		
C/N	12,90	11,50		
COMPLEXE D'ECHANGE (mé/100g)				
Calcium	47,72	40,03		
Magnésium	12,57	1,93		
Potassium	0,82	0,47		
Sodium	0,14	0,13		
Somme des bases	61,25	42,56		
PHOSPORE (mé/100g)				
Capacité d'échange	53,32	39,50		
Taux de saturation				
Aluminium	-	-		
PHOSPORE (mé/100g)				
Total	10,67	10,57		
Assimilable	0,518	0,109		
PHOSPORE (mé/100g)				
Calcaire total (%)	1,70	0,80		
Calcaire actif (%)	-	-		

PROFIL : IRH 23**HORIZON 1** : 0 - 7 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon de surface humifère : A₁₁**Couleur** : 5 YR 2/2, brun rouge foncé**Structure** : grumeleuse très fine (< 3 mm)**Texture** : limoneux**Consistance** : très meuble, agrégats friables**Porosité** : très forte, intergranulaire**Racines** : 40 % du volume, horizontales à sub-horizontales (cocotier)**Transition** : diffuse**HORIZON 2** : 7 - 20 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon humifère de transition : A₁₂**Couleur** : 5 YR 3/2, brun rouge foncé**Structure** : très fine (< 3 mm)**Texture** : limoneuse**Consistance** : très meuble à meuble**Porosité** : très forte, intergranulaire**Racines** : 40 % du volume, horizontales à sub-horizontales**Transition** : diffuse**HORIZON 3** : 20 - 30 + cm**Dénomination de l'horizon** :**Couleur** : 5 YR 3/2 à 3/3, brun rouge foncé**Structure** : micro-agrégée (< 1 mm)**Texture** : limoneuse**Consistance** : très meuble**Porosité** : très forte**Racines** : 30 % du volume, fines sub-horizontales à horizontales**Transition** : très nette**HORIZON 4** : 30 - 35 + cm**Dénomination de l'horizon** : calcaire corallien induré : R_{Ca}

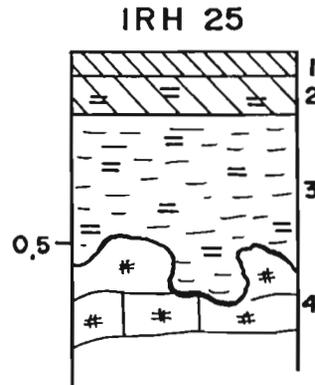
ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

N°profil : IRH 23				
N° ECHANTILLON	1	2	3	
PROFONDEUR				
TEXTURE %				
Argile	24,20	23,70	9,20	
Limon fin	37,80	38,10	25,70	
Limon grossier	4,80	7,70	13,50	
Sable fin	8,60	9,60	29,10	
Sable grossier	4,20	2,10	6,60	
Element grossier				
M.O totale	28,10	19,60	18,40	
Totale	107,70	100,80	102,50	
pF				
pF 4.2	43,40	44,70	43,80	
pF 3	-	-	-	
pF 2.5	78,30	68,40	70,80	
pH				
pH (H ₂ O)	7,4	7,5	7,6	
pH (KCl)	6,9	7	7,1	
MATIERE ORGANIQUE (mg/g)				
Carbone	163,00	114,00	107,00	
Azote	12,10	9,53	9,21	
C/N	13,50	11,90	11,60	
COMPLEXE D'ECHANGE (mè/100g)				
Calcium	36,93	40,03	8,52	
Magnésium	9,40	1,93	0,09	
Potassium	0,23	0,47	0,03	
Sodium	0,20	0,13	0,00	
Somme des bases	46,76	42,56	9,64	
Capacité d'échange	44,19	29,31	27,27	
Taux de saturation				
Aluminium	-	-	-	
PHOSPORE (mè/100g)				
Total	10,79	8,34	7,13	
Assimilable	0,706	0,203	0,044	
Calcaire total (%)	0,70	0,70	0,70	
Calcaire actif (%)	-	-	-	

PROFIL : I R H 24**HORIZON 1** : 0 - 5 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon de surface humifère : A₁₁**Couleur** : 5 YR 3/2, brun rouge foncé**Structure** : grumo-anguleuse très nette (5 à 10 mm)**Texture** : limoneux**Consistance** : très meuble**Porosité** : très forte, intergranulaire**Racines** : environ 25 % du volume, fines et moyennes horizontales**Transition** : distincte, régulière**HORIZON 2** : 5 - 15 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon humifère sous l'horizon de surface : A₁₂**Couleur** : 5 YR 3/3, brun rouge foncé**Structure** : grumeleuse (< 5 mm)**Texture** : limoneux**Consistance** : très meuble**Porosité** : très forte, intergranulaire**Racines** : 40 % du volume, fines et moyennes, horizontales**Transition** : diffuse et régulière**HORIZON 3** : 15 - 35 cm**Dénomination de l'horizon** : A_{3B}**Couleur** : 5 YR 3/3, brun rouge foncé**Structure** : micro-agrégée à particulaire (allatode)**Texture** : limoneux**Consistance** : très meuble**Porosité** : très forte, intergranulaire**Transition** : nette et régulière**HORIZON 4** : 35 - 45 cm**Dénomination de l'horizon** : oxydique : B_{ox}**Couleur** : 7.5 YR 5/6, brun vif**Structure** : micro-agrégée à particulaire (allatode)**Texture** : limono-sableuse**Consistance** : assez cohérent**Porosité** : fine, tubulaire**Induration** : calcaire**Transition** : irrégulière, ondulée, distincte**HORIZON 5** : 45 - 50 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon de transition, latérite de roche calcaire : BC_{Ca}**Couleur** : 10 YR 6/4, brun jaunâtre clair**Structure** : amérode**Texture** : limono-sableux**Consistance** : cohérent**Porosité** : fine, tubulaire**Transition** : irrégulière, ondulée, distincte**HORIZON 6** : 50 - 55 cm**Dénomination de l'horizon** : roche mère : calcaire corallien induré : CR_{Ca}

ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

N°profil : IRH 24					
N° ECHANTILLON	1	2	3	4	5
PROFONDEUR					
TEXTURE %					
Argile	26,40	14,20	8,90	5,00	5,80
Limon fin	35,80	29,00	21,10	33,60	15,40
Limon grossier	1,20	3,80	10,90	13,50	8,30
Sable fin	2,50	18,40	31,50	32,70	22,90
Sable grossier	1,00	14,80	17,10	10,50	43,30
Element grossier					
M.O totale	39,20	28,00	20,40	6,50	3,20
Totale	106,10	108,20	109,90	101,80	98,90
pF					
pF 4.2	64,40	54,60	45,30	22,80	15,3
pF 3	-	-	-	-	-
pF 2.5	89,60	76,20	73,90	57,30	35,5
pH					
pH (H2O)	7,7	7,5	7,6	8	7,9
pH (KCl)	7,2	7,1	7,2	7,6	7,6
MATIERE ORGANIQUE (mg/g)					
Carbone	228,00	162,00	118,00	38,00	18,8
Azote	16,60	13,70	10,50	3,32	1,66
C/N	13,70	11,90	11,20	11,40	11,3
COMPLEXE D'ECHANGE (mé/100g)					
Calcium	53,09	40,03	8,52	8,91	10,74
Magnésium	9,77	1,93	0,09	0,08	1,06
Potassium	0,96	0,47	0,03	0,01	0,01
Sodium	0,17	0,13	0,00	0,06	0,52
Somme des bases	63,99	42,56	9,64	9,06	12,33
Capacité d'échange					
Capacité d'échange	54,62	39,82	30,22	9,80	4,40
Taux de saturation					
Taux de saturation	-	-	-	-	-
Aluminium					
Aluminium	-	-	-	-	-
PHOSPORE (mé/100g)					
Total	8,37	9,4	9,58	3,43	1,66
Assimilable	0,108	0,04	0,022	0,005	0,003
Calcaire total (%)					
Calcaire total (%)	2,60	1,60	1,10	30,60	46,6
Calcaire actif (%)					
Calcaire actif (%)	-	-	-	12,10	10,6

PROFIL : IRH 25**HORIZON 1** : 0 - 5 cmdénomination de l'horizon : horizon de surfacehumifère : A₁Couleur : 5 YR 3/2, brun rouge foncéStructure : grumeleuse très nette très fine (< 3 mm)Texture : limoneuxConsistance : très meuble à boulantPorosité : très forte, inter agrégatsRacines : 30 % du volume, moyennes, horizontales ; fines et très fines quelconquesTransition : distincte , régulière**HORIZON 2** : 5 - 15 cmDénomination de l'horizon : horizon de transition : A₃BCouleur : 5 YR 3/3 à 4/4, brun rouge foncéStructure : grumeleuse très nette, très fine (< 3 mm)Texture : limoneuxConsistance : très meuble à boulantPorosité : très forte, inter agrégatsRacines : 30 % du volume, moyennes horizontales ; fines et très fines quelconquesTransition : nette et régulière**HORIZON 3** : 15 - 50, 65 cmDénomination de l'horizon : oxydique : B_{ox}Couleur : 5 YR 3/3 à 4/4, brun rouge foncéStructure : massive, micro structure farineuseTexture : limoneuxConsistance : meublePorosité : forte, tubulaire fine moyenne grossièreRacines : 15 % du volume, fines et moyennes, horizontalesTransition : brutale très irrégulière**HORIZON 4** :Dénomination de l'horizon : R_{Ca}Roche : calcaire corallien, très dur, faciès de recristallisation, surface en pinacle

ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

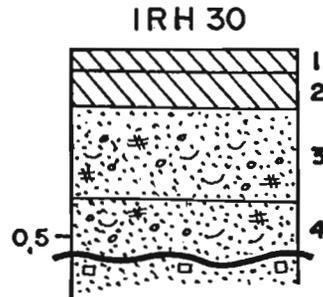
N°profil : IRH 25				
N° ECHANTILLON	1	2	3	
PROFONDEUR				
TEXTURE %				
Argile	27,50	26,70	13,00	
Limon fin	36,50	41,90	38,30	
Limon grossier	3,60	5,40	14,80	
Sable fin	7,00	6,70	24,10	
Sable grossier	1,90	0,70	2,30	
Element grossier				
M.O totale	22,90	16,70	8,50	
Totale	99,40	98,10	101,00	
pF				
pF 4.2	42,80	39,60	34,00	
pF 3	-	-	-	
pF 2.5	63,40	58,90	67,60	
pH				
pH (H2O)	7,5	7,3	6,4	
pH (KCl)	7	6,7	6,2	
MATIERE ORGANIQUE (mg/g)				
Carbone	133,00	97,00	49,30	
Azote	10,80	8,97	4,18	
C/N	12,30	10,80	11,80	
COMPLEXE D'ECHANGE (mé/100g)				
Calcium	28,10	40,03	8,52	
Magnésium	8,84	1,93	0,09	
Potassium	0,64	0,47	0,03	
Sodium	0,19	0,13	0,00	
Somme des bases	37,77	42,56	9,64	
Capacité d'échange	34,63	27,76	12,01	
Taux de saturation		90,40	61,10	
Aluminium	-	-	-	
PHOSPORE (mé/100g)				
Total	8,00	7,21	6,59	
Assimilable	0,31	0,06	0,02	
Calcaire total (%)	0,30	0,20	0,10	
Calcaire actif (%)	-	-	-	

ANNEXE 2.2.2

Les sols des sites d'Ouvéa.

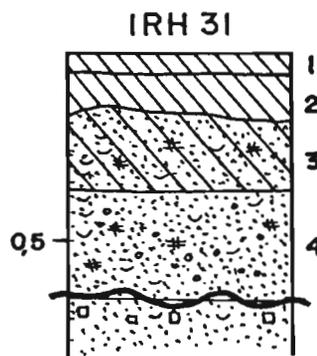
Rendzines de Lékine:

descriptions des profils et données analytiques

PROFIL : IRH 30**HORIZON 1** : 0 - 5 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon de surface humifère : A₁₁**Couleur** : 10 YR 4/2, brun gris très foncé**Structure** : subanguleux, polyédrique peu nette (0,8 à 1 cm)**Texture** : sablo-limoneux**Consistance** : meuble**Porosité** : forte, inter agrégats**Racines** : très fines et fines pénétrant les agrégats, généralisées, d'orientation quelconque**Transition** : distincte régulière**HORIZON 2** : 5 - 15 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon humifère sous l'horizon de surface : A₁₂**Couleur** : 10 YR 4/2, brun gris foncé**Structure** : polyédrique, anguleuse, très peu nette (1 à 3 cm)**Texture** : sableux**Consistance** : assez cohérent**Porosité** : forte, pores fins, moyens, grossiers tubulaires**Racines** : fines et moyennes (cocotier), horizontales, pénétrant les agrégats**Éléments grossiers** : graviers (15 %), fragments de coquilles et débris arrondis de calcaire**Transition** : très nette, assez régulière**HORIZON 3** : 15 - 40 cm**Dénomination de l'horizon** : C_{Ca1}**Couleur** : 10 YR 8/3, très pâle**Structure** : massive et particulaire**Texture** : sableux**Consistance** : cohérent, peu cimenté**Porosité** : forte, tubulaire et intergranulaire**Racines** : fines, sub-verticales ; moyennes, horizontales**Taches** : de l'horizon 2 dans l'horizon 3 suivant la pénétration des racines**Transition** : progressive et régulière**HORIZON 4** : 40 - 55 cm**Dénomination de l'horizon** : C_{Ca2}**Couleur** : 10 YR 8/2, blanc**Structure** : massive**Texture** : sableux**Consistance** : meuble**Porosité** : intergranulaire**Transition** : brutale**HORIZON 5** : 55 cm**Dénomination de l'horizon** : hydrophyse saumâtre et colorée (blanc)

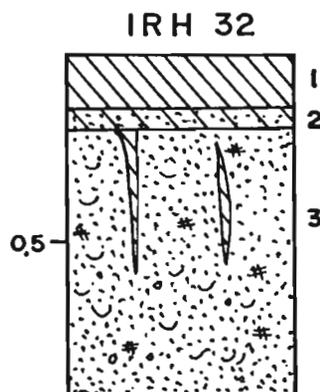
ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

N°profil : IRH 30				
N° ECHANTILLON	1	2	3	4
PROFONDEUR				
TEXTURE %				
Argile	22,40	16,20	8,40	5,60
Limon fin	12,70	12,90	4,40	3,80
Limon grossier	6,80	6,80	6,50	6,20
Sable fin	44,60	43,80	48,90	54,40
Sable grossier	9,40	11,90	28,70	27,70
Element grossier				
M.O totale	7,60	6,80	0,90	0,80
Totale	103,50	98,40	97,80	98,50
pF				
pF 4.2	14,80	14,50	8,20	5,80
pF 3	-	-	-	-
pF 2.5	32,90	32,30	15,60	13,10
pH				
pH (H ₂ O)	7,9	8,1	8,9	8,7
pH (KCl)	7,5	7,6	8,6	8,5
MATIERE ORGANIQUE (mg/g)				
Carbone	44,10	39,30	5,10	4,89
Azote	3,64	3,54	0,51	0,54
C/N	12,10	11,10	10,00	9,10
COMPLEXE D'ECHANGE (mé/100g)				
Calcium	16,83	40,03	8,52	8,91
Magnésium	1,51	1,93	0,09	0,08
Potassium	0,01	0,47	0,03	0,01
Sodium	0,12	0,13	0,00	0,06
Somme des bases	18,47	42,56	9,64	9,06
Capacité d'échange	13,48	11,51	0,40	0,01
Taux de saturation				
Aluminium	-	-	-	-
PHOSPORE (mé/100g)				
Total	1,02	0,91	0,05	0,20
Assimilable	0,025	0,019	0,007	0,007
Calcaire total (%)	50,90	50,60	56,20	57,50
Calcaire actif (%)	14,20	16,20	15,90	10,10

PROFIL : IRH 31**HORIZON 1** : 0 - 5 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon de surface humifère : A₁₁**Couleur** : 10 YR 2/1, noir**Structure** : grumo-anguleuse très peu nette (1 cm)**Texture** : sablo-limoneux**Consistance** : très meuble**Porosité** : forte, inter agrégats**Racines** : fines et moyennes pénétrant les agrégats**Transition** : distincte, régulière**HORIZON 2** : 5 - 15, 18 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon humifère sous l'horizon de surface : A₁₂**Couleur** : 10 YR 3/1, gris très foncé**Structure** : polyédrique anguleuse très peu nette (2 à 3 cm)**Texture** : sableux**Consistance** : meuble**Porosité** : forte, inter-agrégats, nombreux pores fins moyens et grossiers tubulaires**Racines** : fines, verticales ; moyennes, horizontales (cocotier)**Charbons de bois** : assez nombreux, 5 à 10 % de l'horizon (1 à 2 cm)**Transition** : très nette, ondulée**HORIZON 3** : 15, 18 - 35 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon de transition entre l'horizon humifère et l'horizon sableux (roche mère) : AC_{Ca}**Couleur** : 10 YR 6/3, brun pâle**Structure** : massive, particulaire**Texture** : sableux**Consistance** : meuble assez cohérent**Porosité** : forte, intergranulaire, pores tubulaires fins et moyens**Transition** : très diffuse**HORIZON 4** : 35 - 65 cm**Dénomination de l'horizon** : roche mère : sable calcaire : C_{Ca}**Couleur** : 10 YR 7/4, brun très pâle**Structure** : massive particulaire**Texture** : sableuse**Consistance** : meuble à assez cohérent**Porosité** : forte intergranulaire**Transition** : très nette, régulière**HORIZON 5** : 65 - 70 + cm**Dénomination de l'horizon** : hydrophyse saumâtre

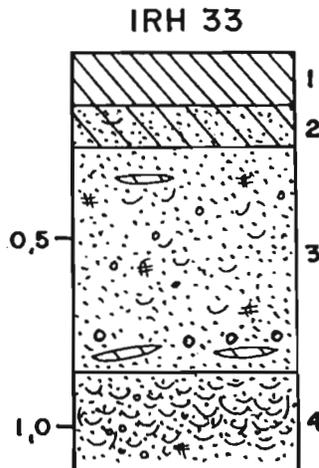
ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

N°profil : IRH 31				
N° ECHANTILLON	1	2	3	4
PROFONDEUR				
TEXTURE %				
Argile	9,50	11,70	3,00	2,70
Limon fin	4,30	3,90	1,90	1,40
Limon grossier	3,50	3,30	3,40	6,20
Sable fin	55,70	52,90	75,90	74,00
Sable grossier	13,70	15,20	13,60	13,20
Element grossier				
M.O totale	12,60	13,10	1,30	0,90
Totale	99,30	100,10	99,10	98,40
pF				
pF 4.2	17,10	17,80	6,10	4,70
pF 3	-	-	-	-
pF 2.5	32,30	32,90	12,30	10,70
pH				
pH (H ₂ O)	7,9	7,9	8,7	8,9
pH (KCl)	7,3	7,5	8,4	8,5
MATIERE ORGANIQUE (mg/g)				
Carbone	73,10	75,90	7,40	5,26
Azote	5,88	5,90	0,72	0,55
C/N	12,40	12,90	10,30	9,60
COMPLEXE D'ECHANGE (mé/100g)				
Calcium	16,83	40,03	8,52	6,75
Magnésium	1,51	1,93	0,09	0,17
Potassium	0,01	0,47	0,03	0,01
Sodium	0,12	0,13	0,00	0,06
Somme des bases	18,47	42,56	9,64	6,99
PHOSPORE (mé/100g)				
Capacité d'échange	22,34	21,95	1,90	1,00
Taux de saturation				
Aluminium	-	-	-	-
PHOSPORE (mé/100g)				
Total	1,71	1,88	0,25	0,06
Assimilable	0,169	0,041	0,009	0,009
PHOSPORE (mé/100g)				
Calcaire total (%)	47,80	46,00	57,40	57,20
Calcaire actif (%)	14,10	14,40	6,80	6,60

PROFIL : IRH 32**HORIZON 1** : 0 - 13 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon de surface humifère : A₁₁**Couleur** : 10 YR 2/2, brun très foncé**Structure** : subanguleuse très peu nette (0,5 à 1 cm)**Texture** : sableux**Consistance** : très meuble**Porosité** : forte, intergranulaire**Racines** : très fines, orientation quelconque, généralisées dans l'horizon**Transition** : nette et régulière**HORIZON 2** : 13 - 20 cm**Dénomination de l'horizon** : transition : A₃C**Couleur** : 10 YR 5/3, brun**Structure** : subanguleuse, très peu nette**Texture** : sableux**Consistance** : très meuble**Porosité** : intergranulaire**Racines** : très fines, orientation quelconque, généralisées dans l'horizon**Transition** : distincte et irrégulière**HORIZON 3** : 20 - 80 cm**Dénomination de l'horizon** : sable très fin calcaire : C_{Ca}**Couleur** : 10 YR 7/4, brun très pâle**Structure** : massive (particulaire)**Texture** : sableux**Consistance** : meuble**Porosité** : très forte, intergranulaire**Racines** : moyennes à fines, verticale**Matière organique** : en taches brunes associées à la pénétration des racines et aux volumes peu cimentés ; fins revêtements de matière organique à la surface des volumes cimentés

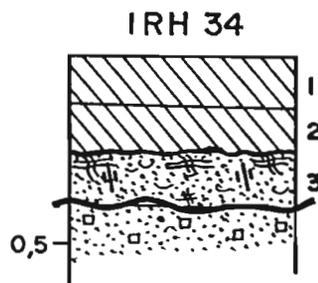
ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

N°profil : IRH 32				
N° ECHANTILLON	1	2	3	
PROFONDEUR				
TEXTURE %				
Argile	8,80	5,40	3,00	
Limon fin	3,20	0,80	0,10	
Limon grossier	1,10	0,40	0,10	
Sable fin	45,80	57,40	33,10	
Sable grossier	24,90	30,50	61,20	
Element grossier				
M.O totale	18,60	4,60	0,50	
Totale	102,40	99,10	98,00	
pF				
pF 4.2	21,60	9,20	2,80	
pF 3	-	-	-	
pF 2.5	32,70	14,60	5,30	
pH				
pH (H2O)	7,8	8,3	9	
pH (KCl)	7,3	7,9	8,8	
MATIERE ORGANIQUE (mg/g)				
Carbone	109,00	26,90	2,81	
Azote	8,15	2,48	0,37	
C/N	13,20	10,90	7,60	
COMPLEXE D'ECHANGE (mé/100g)				
Calcium	32,27	12,71	4,70	
Magnésium	2,63	0,66	0,07	
Potassium	0,05	0,01	0,01	
Sodium	0,10	0,01	0,01	
Somme des bases	35,05	13,39	4,79	
Capacité d'échange	29,22	8,80	0,50	
Taux de saturation				
Aluminium	-	-	-	
PHOSPORE (mé/100g)				
Total	2,3	0,58	0,25	
Assimilable	0,143	0,042	0,01	
Calcaire total (%)	41,00	53,90	57,90	
Calcaire actif (%)	7,70	6,20	1,70	

PROFIL : IRH 33**HORIZON 1** : 0 - 13 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon de surface humifère : A₁**Couleur** : 10 YR 2/1, noir**Structure** : polyédrique subanguleuse, très peu nette (0,5 à 1,0 cm)**Texture** : sablo-limoneux**Consistance** : meuble à très meuble**Porosité** : forte, inter agrégats, intergranulaire**Racines** : fines, verticales; moyennes, horizontales**Transition** : distincte, régulière**HORIZON 2** : 13 - 27 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon de transition humifère : AC**Couleur** : 10 YR 4/3, brun foncé**Structure** : subanguleuse, très peu nette (2 à 3 cm), à particulaire**Texture** : sableux**Consistance** : très meuble**Porosité** : très forte, intergranulaire**Racines** : fines, verticales ; moyennes, horizontale**Transition** : distincte, irrégulière**HORIZON 3** : 27 - 85 cm**Dénomination de l'horizon** : sable calcaire coquillier fin : C₁Ca**Couleur** : 10 YR 7/4, brun très pâle**Structure** : particulaire**Texture** : sableux (sables fins)**Consistance** : très meuble à boulant**Porosité** : très forte, intergranulaire**Cimentation** : faible, horizontale, associée au système racinaire avec coloration : 10 YR 4/2**Racines** : fines, très peu nombreuses**Éléments grossiers** : pierres ponces (3 à 5 cm), environ 5 % du volume**Transition** : nette**HORIZON 4** : 85 - 100 + cm**Dénomination de l'horizon** : sable calcaire coquillier grossier : C₁Ca**Couleur** : 10 YR 7/4, brun très pâle**Structure** : particulaire**Texture** : sableux (sables grossiers)**Consistance** : boulant**Porosité** : très forte, intergranulaire**C_{Ca}** : sable coquillier

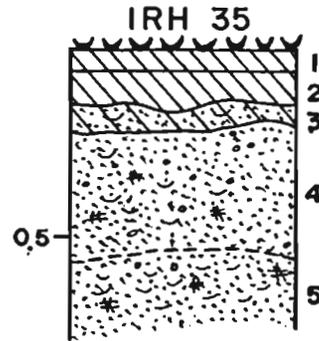
ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

N°profil : IRH 33				
N° ECHANTILLON	1	2	3	
PROFONDEUR				
TEXTURE %				
Argile	6,60	4,20	2,30	
Limon fin	4,70	1,00	0,90	
Limon grossier	0,70	33,10	0,10	
Sable fin	23,80	56,80	21,10	
Sable grossier	38,90	2,50	72,80	
Element grossier				
M.O totale	25,20	2,50	0,40	
Totale	99,90	98,00	97,60	
pF				
pF 4.2	26,50	7,50	2,80	
pF 3	-	-	-	
pF 2.5	41,20	13,20	5,20	
pH				
pH (H2O)	7,8	8,3	9	
pH (KCl)	7,3	8,1	8,8	
MATIERE ORGANIQUE (mg/g)				
Carbone	146,00	14,30	2,26	
Azote	11,10	1,33	0,32	
C/N	13,20	10,80	7,10	
COMPLEXE D'ECHANGE (mé/100g)				
Calcium	39,56	8,68	4,97	
Magnésium	3,11	0,29	0,01	
Potassium	0,21	0,16	0,05	
Sodium	0,05	0,04	0,02	
Somme des bases	42,93	9,17	5,05	
PHOSPORE (mé/100g)				
Capacité d'échange	40,98	5,90	0,90	
Taux de saturation				
Aluminium	-	-	-	
PHOSPORE (mé/100g)				
Total	5,18	0,71	0,23	
Assimilable	0,482	0,035	0,012	
CALCAIRE (%)				
Calcaire total (%)	36,10	55,50	59,20	
Calcaire actif (%)	13,70	8,80	3,10	

PROFIL : IRH 34**HORIZON 1** : 0 - 12 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon de surface humifère : A₁₁**Couleur** : 10 YR 2/1, noir**Structure** : polyédrique subanguleuse assez nette (< 1 cm)**Texture** : sablo-limoneux**Consistance** : meuble**Porosité** : forte, inter agrégats**Racines** : moyennes, horizontales (cocotiers) ; fines, verticales (graminées, cypéracées)**Charbons de bois** : nombreux (1 à 5 cm) ; débris organiques divers**Transition** : distincte, régulière**HORIZON 2** : 12 - 25 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon humifère sous l'horizon de surface : A₁₂**Couleur** : 10 YR 4/1, gris foncé**Structure** : anguleuse grossière très peu nette (> 3 cm)**Texture** : sableux**Consistance** : assez cohérent**Porosité** : forte, intergranulaire ; pores fins, moyens, tubulaires**Racines** : comme dans l'horizon 1**Charbons de bois** : nombreux (1 à 5cm)**Transition** : nette régulière**HORIZON 3** : 25 - 40 cm**Dénomination de l'horizon** : C hydromorphe (à sable calcaire coquillier et grains grossiers)**Couleur** : 10 YR 5/2, brun grisâtre**Structure** : massive à particulaire**Texture** : sableux**Consistance** : assez cohérent**Porosité** : forte, intergranulaire ; pores fins, moyens, tubulaires**Hydrophyse** : saumâtre

ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

N°profil : IRH 34				
N° ECHANTILLON	1	2	3	
PROFONDEUR				
TEXTURE %				
Argile	7,40	6,40	5,80	
Limon fin	7,00	8,80	4,00	
Limon grossier	1,20	2,80	2,00	
Sable fin	15,20	22,10	23,50	
Sable grossier	50,70	50,50	60,70	
Element grossier				
M.O totale	20,80	9,90	1,50	
Totale	102,30	100,50	97,50	
pF				
pF 4.2	24,60	17,00	10,90	
pF 3	-	-	-	
pF 2.5	40,30	30,40	22,40	
pH				
pH (H ₂ O)	8	8,2	8,4	
pH (KCl)	7,5	7,7	8,1	
MATIERE ORGANIQUE (mg/g)				
Carbone	121,00	57,40	8,95	
Azote	8,50	3,60	0,72	
C/N	14,20	15,90	12,40	
COMPLEXE D'ECHANGE (mé/100g)				
Calcium	32,13	21,87	9,16	
Magnésium	3,03	2,43	0,65	
Potassium	0,28	0,39	0,11	
Sodium	0,28	0,21	0,14	
Somme des bases	35,72	24,90	10,06	
Capacité d'échange	33,40	21,24	3,50	
Taux de saturation				
Aluminium	-	-	-	
PHOSPORE (mé/100g)				
Total	1,64	0,68	0,46	
Assimilable	0,042	0,017	0,018	
Calcaire total (%)	40,00	47,90	56,80	
Calcaire actif (%)	22,10	22,10	20,40	

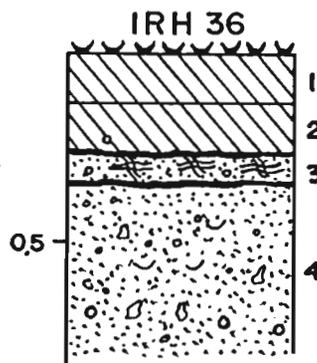
PROFIL : IRH 35**HORIZON 1** : 0 - 5 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon de surface humifère : A₁₁**Couleur** : 10 YR 2/1, noir**Structure** : grumeleuse très peu nette (0,5 à 1 cm)**Texture** : limono-sableux**Consistance** : très meuble**Porosité** : très forte, inter agrégats**Racines** : 30 % du volume, très fines, fines et moyennes, horizontales**Transition** : distincte, régulière**HORIZON 2** : 5 - 12 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon humifère sous l'horizon de surface : A₁₂**Couleur** : 10 YR 2/2, brun très foncé**Structure** : subanguleuse très peu nette (1 à 3 cm)**Texture** : sablo-limoneux**Consistance** : meuble**Porosité** : très poreux, intergranulaire ; pores très fins, tubulaires**Racines** : fines et moyennes horizontales**Transition** : distincte, irrégulière**HORIZON 3** : 12 - 20 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon de transition humifère : AC_{Ca}**Couleur** : 10 YR 4/2, brun grisâtre foncé**Structure** : massive à particulaire**Texture** : sableux**Consistance** : meuble**Porosité** : très forte, intergranulaire**Racines** : fines, quelques moyennes, horizontales**Transition** : graduelle, irrégulière**HORIZON 4** : 20 - 55 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon d'apport marin : C_{Ca}**Couleur** : 10 YR 7/4, brun très pâle**Structure** : massive à particulaire**Texture** : sableux**Consistance** : très meuble**Porosité** : forte, intergranulaire**C_{Ca}** : sable calcaire coquillier très fin, rares débris grossiers**Transition** : distincte, régulière**HORIZON 5** : 55 - 65 + cm**Dénomination de l'horizon** : horizon d'apport marin : C_{Ca}**Couleur** : 10YR 8/1, blanc**Structure** : massive à particulaire**Texture** : sableux**Consistance** : très meuble**Porosité** : forte, intergranulaire**C_{Ca}** : sable calcaire coquillier très fin, rares débris organiques

ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

N°profil : IRH 35					
N° ECHANTILLON	1	2	3	4	5
PROFONDEUR					
TEXTURE %					
Argile	23,30	9,10	6,20	2,00	8,10
Limon fin	5,20	6,70	4,70	2,40	1,90
Limon grossier	1,10	4,30	6,40	7,30	7,40
Sable fin	16,90	54,60	61,90	68,30	59,00
Sable grossier	5,00	9,50	16,50	17,20	21,30
Element grossier					
M.O totale	55,20	28,00	2,60	0,90	-
Totale	106,70	112,30	98,30	98,10	97,70
pF					
pF 4.2	83,80	27,10	12,80	4,30	6,40
pF 3	-	-	-	-	-
pF 2.5	95,90	39,00	25,60	9,70	10,60
pH					
pH (H ₂ O)	7,4	7,7	8,4	8,6	8,80
pH (KCl)	6,7	7,3	8	8,5	8,60
MATIERE ORGANIQUE (mg/g)					
Carbone	320,00	162,00	15,00	5,43	-
Azote	4,17	7,44	1,34	0,51	-
C/N	76,80	21,80	15,00	10,60	-
COMPLEXE D'ECHANGE (mé/100g)					
Calcium	72,69	30,18	10,33	7,37	6,66
Magnésium	14,81	2,76	0,18	0,03	0,22
Potassium	0,90	0,40	0,08	0,10	0,05
Sodium	1,03	0,20	0,27	0,03	0,03
Somme des bases	89,43	33,54	10,86	7,53	6,96
Capacité d'échange	85,95	30,13	5,30	2,40	0,90
Taux de saturation					
Aluminium	-	-	-	-	-
PHOSPORE (mé/100g)					
Total	2,83	2,23	0,34	0,23	
Assimilable	0,096	0,045	0,014	0,007	0,01
Calcaire total (%)	17,70	45,70	55,80	58,90	58,80
Calcaire actif (%)	16,80	17,40	18,60	7,30	14,50

PROFIL : IRH 36**HORIZON 1** : 0 - 13 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon desurface humifère : A₁₁

restes de fragments organiques en voie de décomposition

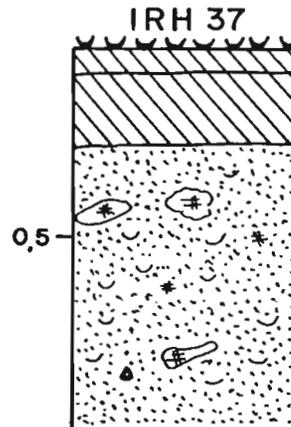
Couleur : 10 YR 2/2, brun très foncé**Structure** : grumeleuse très peu nette (centimétrique)**Texture** : sablo-limoneux**Consistance** : très meuble**Porosité** : très forte,**Racines** : 20 à 30 % du volume, fines et moyennes horizontales**Transition** : distincte régulière**HORIZON 2** : 13 - 28 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon humifère sous l'horizon de surface : A₁₂**Couleur** : 10 YR 3/2, brun grisâtre très foncé**Structure** : subanguleuse très grossière très peu nette (1 à 3 cm)**Texture** : sablo-limoneux**Consistance** : très meuble**Porosité** : très forte, intergranulaire**Éléments grossiers** : rares pierres ponces de 1 à 2 cm**Racines** : fines et moyennes sub-horizontales**Transition** : tranchée, régulière**HORIZON 3** : 18 - 35 cm**Dénomination de l'horizon** : niveau à croute calcaire assez indurée : C_{1Ca}**Couleur** : 10 YR 7/2 et 10 YR 6/2, gris clair, à gris brun clair**Structure** : massive**Texture** : sableux fin**Consistance** : très cohérent**Porosité** : importante, pores très fin et fin tubulaire**Racines** : fines, horizontalesC_{Ca} : horizon d'apport marin sable très fin calcaire induré**Éléments grossiers** : pierres ponces arrondies (1 à 2 cm)**Transition** : distincte et régulière**HORIZON 4** : 35 - 75 + cm**Dénomination de l'horizon** : horizon d'apport marin sableux : C_{Ca}**Couleur** : 10 YR 7/3, brun très pâle**Structure** : particulaire**Texture** : sableux**Consistance** : assez cohérent**Porosité** : très forte, intergranulaire**Éléments grossiers** : pierres ponces (< 5 %), arrondies, altérées, 7,5 YR 4/6, brun vif (altélithoreliques)**Racines** : rares, fines

ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

N°profil : IRH 36				
N° ECHANTILLON	1	2	3	4
PROFONDEUR				
TEXTURE %				
Argile	19,10	10,40	8,40	4,70
Limon fin	4,70	7,20	104,00	2,90
Limon grossier	0,80	2,10	2,90	4,00
Sable fin	15,50	38,20	32,20	50,70
Sable grossier	23,80	34,50	41,80	35,90
Element grossier				
M.O totale	39,90	8,60	3,30	-
Totale	103,80	101,00	99,00	98,20
pF				
pF 4.2	61,70	18,60	16,70	6,50
pF 3	-	24,20	32,90	-
pF 2.5	73,90	27,80	37,80	16,60
Saturation	-	29,80	34,30	-
pH				
pH (H2O)	7,7	8	8,5	8,8
pH (KCl)	7,1	7,5	8,1	8,5
MATIERE ORGANIQUE (mg/g)				
Carbone	23,20	49,90	19,20	-
Azote	16,20	4,64	1,71	-
C/N	14,30	10,80	11,20	-
COMPLEXE D'ECHANGE (mé/100g)				
Calcium	57,64	17,62	10,31	6,75
Magnésium	8,41	1,42	1,90	0,49
Potassium	0,77	0,26	0,05	0,08
Sodium	0,23	0,11	0,50	0,46
Somme des bases	67,05	19,41	12,76	7,78
Capacité d'échange	62,78	13,80	6,10	1,40
Taux de saturation				
Aluminium	-	-	-	-
PHOSPORE (mé/100g)				
Total	2,32	1,16	0,35	-
Assimilable	0,138	0,025	0,002	0,007
Calcaire total (%)	27,10	49,30	56,50	57,60
Calcaire actif (%)	5,00	17,50	18,40	16,00

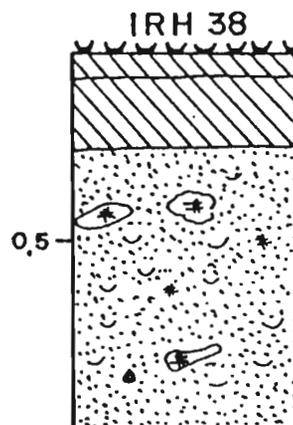
PROFIL : I R H 37**HORIZON 1** : 0 - 7 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon de surface humifère : A₁₁**Couleur** : 10 YR 2/1, noir**Structure** : grumeleuse, très peu nette, (5 cm)**Texture** : sablo-limoneux**Consistance** : très meuble**Porosité** : forte inter agrégats**Racines** : 30 % du volume, fines à très fines horizontales**Transition** : distincte, régulière**HORIZON 2** : 7 - 25 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon humifère sous l'horizon de surface : A₁₂**Couleur** : 10 YR 2/2, brun très foncé**Structure** : grumeleuse grossière très peu nette**Texture** : sableuse**Consistance** : très meuble**Porosité** : très forte**Racines** : 40 % du volume, fine moyennes, horizontales**Transition** : irrégulière (passage de racines)**HORIZON 3** : 25 - 95 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon d'apport sableux calcaire : C_{Ca}**Couleur** : 10 YR 7/4, brun très pâle**Structure** : massive à particulaire**Texture** : sableuse**Consistance** : très meuble**Porosité** : forte, intergranulaire**Éléments grossiers** : 5 %, mésorudite :

induration localisée, méso à macrorudite de platier corallien

C_{Ca} : sable corallien d'apport marin, coquillier

ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

N°profil : IRH 37				
N° ECHANTILLON	1	2	3	
PROFONDEUR				
TEXTURE %				
Argile	11,00	5,40	2,20	
Limon fin	2,70	1,30	0,30	
Limon grossier	0,20	0,40	0,10	
Sable fin	31,60	46,70	44,10	
Sable grossier	16,60	40,20	51,10	
Element grossier				
M.O totale	36,90	6,50	0,60	
Totale	99,00	100,50	98,40	
pF				
pF 4.2	48,30	12,60	3,20	
pF 3	-	-	-	
pF 2.5	67,30	19,40	6,30	
pH				
pH (H2O)	7,5	8,2	8,9	
pH (KCl)	7	7,7	8,6	
MATIERE ORGANIQUE (mg/g)				
Carbone	213,80	37,70	3,57	
Azote	15,20	3,80	0,43	
C/N	14,10	9,90	8,30	
COMPLEXE D'ECHANGE (mé/100g)				
Calcium	53,69	15,74	4,38	
Magnésium	7,04	1,37	0,14	
Potassium	0,65	0,17	0,02	
Sodium	0,52	0,08	0,01	
Somme des bases	61,90	17,36	4,55	
PHOSPORE (mé/100g)				
Capacité d'échange	59,55	14,85	0,90	
Taux de saturation				
Aluminium	-	-	-	
PHOSPORE (mé/100g)				
Total	2,89	1,13	0,26	
Assimilable	0,226	0,064	0,01	
PHOSPORE (mé/100g)				
Calcaire total (%)	29,60	51,90	58,00	
Calcaire actif (%)	1,90	19,50	2,20	

PROFIL : IRH 38**HORIZON 1** : 0 - 6 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon de surface humifère : A₁₁**Couleur** : 10 YR 2/1, noir**Structure** : grumeleuse, très peu nette, (5 cm)**Texture** : sablo-limoneux**Consistance** : très meuble**Porosité** : forte inter agrégats**Racines** : 30 % du volume, fines à très fines horizontales**Transition** : distincte, régulière**HORIZON 2** : 6 - 22 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon humifère sous l'horizon de surface : A₁₂**Couleur** : 10 YR 2/2, brun très foncé**Structure** : grumeleuse grossière très peu nette**Texture** : sableuse**Consistance** : très meuble**Porosité** : très forte**Racines** : 40 % du volume, fine moyennes, horizontales**Transition** : irrégulière (passage de racines)**HORIZON 3** : 22 - 60 cm**Dénomination de l'horizon** : horizon d'apport sableux calcaire : C_{Ca}**Couleur** : 10 YR 7/4, brun très pâle**Structure** : massive à particulaire**Texture** : sableuse**Consistance** : très meuble**Porosité** : forte intergranulaire**Éléments grossiers** : 5 %, mésorudite : induration localisée, méso à macrorudite de platier corallien**C_{Ca}** : sable corallien d'apport marin, coquillier

PROFIL : IRH 39**HORIZON 1** : 0 - 5 cm

Dénomination de l'horizon : horizon de surface humifère : A₁₁
Couleur : 2,5 Y 2/0, noir
Structure : grumeleuse fine très peu nette (< 1 cm)

Texture : limono-sableux
Consistance : très meuble
Porosité : forte, inter agrégats
Racines : volume supérieur à 50 %, fine, moyenne grossière, horizontales
Transition : distincte régulière

HORIZON 2 : 5 - 13, 15 cm

Dénomination de l'horizon : horizon humifère sous l'horizon de surface : A₁₂
Couleur : 10 YR 2/2, brun très foncé
Structure : grumeleuse fine à particulaire (< 0,5 cm)

Texture : sablo-limoneux (sables grossiers coquilliers)
Consistance : très meuble
Porosité : forte intergranulaire
Racines : 30 % du volume, moyennes, fines, grossières, horizontales
Transition : distincte, régulière

HORIZON 3 : aléatoire, 13, 15 - 25, 40 cm

Dénomination de l'horizon : horizon humifère de transition : A₃C

Couleur : 10 YR 4/2, brun grisâtre foncé
Structure : particulaire
Texture : sableux
Consistance : assez cohérent
Porosité : forte, intergranulaire
Racines : fine et moyenne, s'arrêtant dans l'horizon
Éléments grossiers : 5 %, fragment de coquilles, graviers cailloux (calcaire)
Transition : tranchée, très ondulée

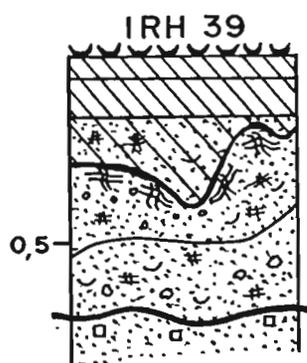
HORIZON 4 : 15, 40 - 48, 52 cm

Dénomination de l'horizon : C - croûte : ciment couleur gris, éléments grossiers de la taille des sables grossiers et graviers

Couleur : 10 YR 5/1, gris
Structure : massif
Texture : sableuse
Consistance : cimenté
Porosité : tubulaire très fine
 le degré de cimentation décroît vers le bas de l'horizon
Transition : nette, légèrement ondulée

HORIZON 5 : 48, 52 - 70 cm

Dénomination de l'horizon : C_{Ca}
Couleur : 10 YR 5/2, brun grisâtre
Structure : particulaire
Texture : sableux (sables grossiers)
Consistance : meuble
Porosité : forte, intergranulaire
 C_{Ca} : sables coquilliers d'apport marin ; 70 % de sables grossiers, 25 % de graviers, 5 % de cailloux



ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

N°profil : IRH 39					
N° ECHANTILLON	1	2	3	4	5
PROFONDEUR					
TEXTURE %					
Argile	21,10	10,10	9,60	9,10	3,40
Limon fin	0,10	3,50	6,60	5,90	2,20
Limon grossier	0,40	1,10	1,90	2,50	1,60
Sable fin	9,50	17,90	20,60	21,10	17,30
Sable grossier	25,50	54,10	57,40	58,00	72,50
Element grossier					
M.O totale	47,00	14,10	3,70	1,30	0,80
Totale	103,60	100,80	99,80	97,90	97,80
pF					
pF 4.2	65,40	24,50	13,90	16,10	5,90
pF 3	-	-	24,10	28,60	-
pF 2.5	84,10	38,40	26,50	31,10	14,10
pH					
pH (H2O)	7,3	7,7	8,4	8,5	8,70
pH (KCl)	6,9	7,4	7,9	8,3	8,40
MATIERE ORGANIQUE (mg/g)					
Carbone	273,00	81,60	21,30	7,46	4,42
Azote	19,10	7,89	2,26	0,60	0,39
C/N	14,30	10,30	9,40	12,40	11,30
COMPLEXE D'ECHANGE (mé/100g)					
Calcium	63,88	28,04	10,69	8,98	6,32
Magnésium	12,68	3,69	1,67	1,14	0,34
Potassium	0,71	0,46	0,08	0,08	0,06
Sodium	0,48	0,22	0,13	0,27	0,20
Somme des bases	77,75	32,41	12,57	10,47	6,92
PHOSPORE (mé/100g)					
Capacité d'échange	74,19	27,66	6,60	2,80	1,00
Taux de saturation					
Aluminium	-	-	-	-	-
PHOSPORE (mé/100g)					
Total	2,15	1,16	0,10	0,32	0,28
Assimilable	0,078	0,049	0,013	0,008	0,01
CALCAIRE (%)					
Calcaire total (%)	21,70	46,20	54,70	57,60	58,00
Calcaire actif (%)	-	8,80	17,00	19,80	9,90

