



SOGREAH
Ingénieurs Conseils

RÉPUBLIQUE SOCIALISTE DU VIETNAM

O.N.U.A.A.

PROJET D'IRRIGATION THACH NHAM

ASSISTANCE PRÉPARATOIRE

Étude des sols

32 0763 R2

Mai 1983

RÉPUBLIQUE SOCIALISTE DU VIETNAM

ORGANISATION DES NATIONS UNIES
POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE

PROJET D'IRRIGATION THACH NHAM

ASSISTANCE PRÉPARATOIRE

ETUDE DES SOLS

32 0763 RZ



SOGREAH
Ingénieurs Conseils
GRENOBLE - FRANCE

Mai 1983

SOMMAIRE

OBJET DE L'ETUDE	I
SYNTHESE ET CONCLUSION	III
CHAPITRE 1 - L'ENVIRONNEMENT	1
1.1 La zone du projet	1
1.2 Climatologie	2
1.2.1 Pluviométrie	2
1.2.2 Températures	2
1.2.3 Humidité relative	3
1.2.4 Les vents	3
1.2.5 Evaporation et évapotranspiration	3
1.3 Aperçu géologique et géomorphologique	3
1.4 Les cultures actuelles	4
CHAPITRE 2 - LES SOLS	5
2.1 L'étude	5
2.1.1 Documents de base	5
2.1.2 Organisation	5
2.2 Classification	6
2.2.1 Généralités	6
2.2.2 Principales caractéristiques morphologiques et physico-chimiques	7
2.2.3 Caractéristiques morphologiques des horizons profonds	19

2.3	Propriétés chimiques	19
2.3.1	L'acidité pH	19
2.3.2	Matière organique et azote	23
2.3.3	Rapport C/N	24
2.3.4	Le complexe absorbant : capacité totale d'échange, somme des bases échangeables, taux de saturation	24
2.3.5	Le phosphore	30
2.3.6	Le potassium	33
2.3.7	Les rapports cationiques	38
2.4	Propriétés physiques	41
2.4.1	La texture	41
2.4.2	Densité réelle, densité apparente, porosité totale	44
2.4.3	Capacité de rétention, point de flétrissement permanent, eau utile	48
2.4.4	La dose d'irrigation	48
2.4.5	Caractéristiques hydrodynamiques	53
2.5	Présentation d'ensemble du périmètre irrigué	57
2.5.1	Les limites du périmètre	57
2.5.2	La répartition des sols à l'intérieur du périmètre	57
CHAPITRE 3 - CLASSIFICATION DE L'APTITUDE DES TERRES A L'IRRIGATION		61
3.1	Objet	61
3.2	Bases de la classification	61
3.3	Les modes d'utilisation des terres	62
3.3.1	Les objectifs du projet	62
3.3.2	Les types d'utilisation des terres	63
3.4	Les facteurs limitant l'aptitude des terres à l'irrigation	65
3.5	Ordres et classes d'aptitude actuelle à l'irrigation	65
3.6	Sous-classes et unités d'aptitude	66
3.7	Améliorations foncières et investissements d'ordre général	67
3.7.1	Corrections des limitations liées au drainage	68
3.7.2	Corrections des limitations liées à la topographie	68
3.7.3	Corrections des limitations liées au sol	69
3.8	Répartition des terres en fonction de leur aptitude à l'irrigation	70

CHAPITRE 4 - LES BESOINS EN EAU DES CULTURES	73
4.1 Généralités	73
4.2 Les besoins en eau en riziculture	74
4.2.1 Hypothèses de base	74
4.2.2 Résultats	74
4.2.3 Conclusions	80
4.3 Les besoins en eau de la canne à sucre	80
4.4 Les besoins en eau du maïs	81
4.5 Les besoins en eau du bananier	81
4.6 Les besoins en eau du soja	82
4.7 Les besoins en eau des autres cultures	82

ANNEXES

Annexe 1 - Description des profils et résultats d'analyses	A.1 - 1
Annexe 2 - Triangles texturaux	A.2 - 1
Annexe 3 - Perméabilité des sols	A.3 - 1
Annexe 4 - Méthode des trois récipients utilisée pour le riz	A.4 - 1
Annexe 5 - Exigences édaphiques des principales cultures du secteur	A.5 - 1
Annexe 6 - Besoins en eau (extrait du draft report de juin 1979)	A.6 - 1

Carte d'aptitude à l'irrigation en deux parties (Sud et Nord) jointe en pochette.

OBJET DE L'ETUDE

Dans le cadre de l'accord conclu entre le Gouvernement de la République Socialiste du Vietnam et l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture concernant "l'Assistance Préparatoire au Projet d'Irrigation Thach Nham", cette dernière a confié* à SOGREAH divers travaux et services, notamment l'étude des sols objet du présent rapport.

L'objet de cette étude est de :

- . compléter la carte pédologique existante (à l'échelle du 1/100 000),
- . préciser les propriétés hydrodynamiques des sols,
- . appréhender les problèmes d'aménagement,

et, sur la base de ces éléments :

- . dresser la carte d'aptitude des terres à l'irrigation des cultures envisagées par l'Administration locale, carte à l'échelle du 1/50 000.

La prospection de terrain a été effectuée en septembre-octobre 1981. Sols et eaux ont été analysés dans les laboratoires de Thach Nham et d'Hanoi.

oOo

* Contrat TF/VIE/10-1 (IFAD)/AGOF

SYNTHESE ET CONCLUSION

Plaine littorale située à une centaine de km au Sud de Danang (soit environ à 15° de latitude Nord et 109° de longitude Est), la zone étudiée couvre approximativement 42 000 ha.

La pluviométrie annuelle moyenne est de 2 290 mm.

La température mensuelle moyenne varie peu, de 21°5 C en janvier à 29°0 en juin.

L'humidité annuelle moyenne est de 86 %, l'évapotranspiration potentielle de 820 mm.

De 10 à 15 m en limite Ouest, l'altitude moyenne décroît lentement vers l'Est, jusqu'à 2 à 3 m à proximité des dunes.

Des schistes cristallins constituent le sous-bassement de la plaine qu'ils limitent à l'Ouest.

Trois fleuves la drainent, l'engraissant chaque année de leurs crues :

- . le Song Tra Bong,
- . le Song Tra Khuc,
- . le Song Vê.

Les sols irrigables se répartissent entre trois grandes unités :

- . les sols alluvionnaires (gleysols et fluvisols),
- . les sols gris (luvisols et podzols),
- . les sols ferrallitiques (ferralsols).

Ils sont bordés de sols sableux, de sols salés et de "sols" lessivés bruts, sols non irrigables actuellement (dans des conditions rentables).

LES SOLS ALLUVIONNAIRES

Ils se divisent en trois sous-unités :

- . Les sols à gley, situés dans des zones basses, profonds, de texture fine à très fine, à capacité de rétention élevée, fertiles mais difficiles à drainer (absence d'exutoire) et à travailler ;
- . les sols alluvionnaires inondés tous les ans, de texture fine, à bonne capacité de rétention, à peine moins fertiles que les précédents et plus faciles à drainer ; ces sols conviennent parfaitement pour la riziculture par submersion mais devront être protégés contre les crues ;
- . les sols alluvionnaires inondés tous les 2 à 5 ans, de texture fine à moyenne, sensiblement moins fertiles que les précédents ; leur capacité de rétention un peu plus faible et, surtout, leur perméabilité plus élevée accroissent en culture irriguée les pertes par percolation de sorte que l'irrigation gravitaire à la raie y serait souvent préférable à l'irrigation par submersion (riziculture) actuellement pratiquée ; ils sont par contre plus faciles à drainer que les précédents, notamment parce que situés en position plus haute dans le paysage.

LES SOLS GRIS

Il s'agit de sols profonds, de texture légère, sablo-limoneuse le plus souvent avec graviers et cailloux, acides, assez peu structurés.

Leur fertilité, toujours faible, est fonction du degré de lessivage en éléments fins et en éléments fertilisants dont ils ont été l'objet.

Leur faible capacité de rétention et leur perméabilité élevée limitent leur aptitude à l'irrigation. Seule l'irrigation à la raie ou, de préférence, par aspersion peut y être pratiquée ; leur mise en valeur nécessite un redressement de leur fertilité par des fumures de fond, d'autant plus importantes que le lessivage a été intense.

LES SOLS FERRALLITIQUES

Ils constituent la classe la plus hétérogène en raison de la diversité des roches mères sur lesquelles ils se sont développés : roche magmatique acide, alluvions anciennes, roche siliceuse, basalte, mica-schistes.

- . Les sols ferrallitiques développés sur roche magmatique acide sont souvent peu profonds, de texture grossière, associés à de nombreux blocs ferrallitiques, d'autant moins fertiles que leur pente est plus forte.

- Les sols ferrallitiques développés sur alluvions anciennes sont un peu plus profonds, de texture sablo-limoneuse, acides ; ils sont un peu plus fertiles que les précédents mais ici encore la faible capacité de rétention et la forte perméabilité limitent l'aptitude à l'irrigation.
- Les sols ferrallitiques jaunâtres développés sur roche sableuse sont à rapprocher des précédents tant du point de vue de leurs caractères physico-chimiques que de leur aptitude à l'irrigation.
- Les sols ferrallitiques développés sur basalte constituent les meilleurs sols de cette classe : souvent profonds, de texture fine, faiblement acides, bien structurés, relativement fertiles. Leur capacité de rétention élevée et leur perméabilité moyenne leur confèrent une bonne aptitude à l'irrigation. Ils sont malheureusement peu répandus et, surtout, situés en bordure de la plaine irrigable, sur des pentes relativement fortes qui les ont fait, le plus souvent, exclure de l'irrigation (sols non dominés gravitairement ; nécessité de pomper).
- A ces divers types de sols ferrallitiques viennent s'ajouter ceux "anthropiques" dont les caractéristiques naturelles ont été modifiées par la culture du riz, généralement limoneux ou sablo-limoneux, appauvris et acidifiés, souvent gleyeux, exposés au lessivage, assez peu fertiles.

Au point de vue chimique, les principales propriétés des sols sont les suivantes :

- tous les sols sont acides mais sans excès ($4,7 < \text{pH.H}_2\text{O} < 6,5$) ;
- les teneurs en matière organique et azote total sont faibles sur les sols alluviaux de texture fine, très faibles sur les sols alluviaux de texture grossière et sur tous les autres types de sol ; le rapport C/N est extrêmement variable ;
- la capacité totale d'échange (T) et la somme des bases échangeables (S) sont moyennes dans l'horizon de surface et l'horizon moyen des sols alluviaux inondés annuellement ; elles sont sensiblement plus faibles dans les sols alluviaux inondés tous les 2 à 5 ans ; dans les 2 cas, elles sont plus élevées en profondeur.

Sur tous les autres sols, T est faible et S moyen quelle que soit la profondeur considérée.

- Les sols alluviaux inondés annuellement peuvent être considérés comme saturés ($100 \text{ S/T} > 90 \%$) ; tous les autres sols sont faiblement à moyennement désaturés ;

- . les sols alluviaux sont moyennement à bien pourvus en phosphore assimilable ; les sols non alluviaux sont souvent carencés, notamment les sols ferrallitiques développés sur roche sableuse ;
- . pratiquement tous les sols alluviaux et de nombreux sols gris accusent une carence en potassium ; les réserves sont cependant élevées dans le premier cas (faibles dans le second) ;
- . on relève très fréquemment une carence calcique.

Les principales propriétés physiques et hydrodynamiques sont les suivantes :

- . la densité réelle varie peu avec le type de sol : 2,5 à 2,6 ;
- . la densité apparente présente par contre d'importantes variations en fonction de la texture et, surtout, de la structure du sol ;
- . la porosité totale est faible (de l'ordre de 35 %) dans l'horizon supérieur des sols alluviaux, en relation avec leur submersion ainsi que dans celui, déstructuré, des sols gris lessivés ;
- . la capacité de rétention est de l'ordre de 30 à 40 % pour les sols alluviaux modaux de texture fine ; sur matériaux plus grossiers, elle tombe à 20, voire même 10 % ;
- . pour un enracinement de 50 cm, les doses d'irrigation sont approximativement les suivantes :
 - 600 m³/ha sur un sol alluvial modal inondé tous les ans,
 - 400 m³/ha sur un sol alluvial modal inondé tous les 2 à 5 ans,
 - 500 m³/ha sur un sol ferrallitique,
 - 100 à 200 m³/ha sur un sol gris ;
- . la perméabilité est 4 à 5 fois plus élevée sur les sols alluviaux inondés tous les 2 à 5 ans que sur les sols alluviaux inondés tous les ans ; les pertes par percolation profonde peuvent être estimées à 15 % dans le second cas, 25 à 30 % dans le premier.

La classification adoptée pour cartographier l'aptitude des terres à l'irrigation est la classification FAO (1976).

. 3 ordres ont été distingués :

- l'ordre R : terres aptes à la riziculture par submersion,
- l'ordre S : terres aptes à l'irrigation par ruissellement, infiltration ou aspersion,
- l'ordre N : terres inaptées à l'irrigation ;

. 3 classes d'aptitude (élevée = 1, moyenne = 2, marginale = 3) ont été distinguées pour les deux premiers ordres en fonction de l'intensité des facteurs limitant leur aptitude à l'irrigation :

- facteurs liés au sol : texture, profondeur, gravillons, percolation,
- facteurs liés à la topographie : pente,
- facteurs liés au drainage externe (inondations) ou interne (nappe concrétisée par gley).

La répartition des terres entre les différents ordres et les différentes classes d'aptitude se présente de la façon suivante :

Ordre	Classe d'aptitude	Superficies (en ha)	Totaux	
R	r 1	17 880	} 18 045	28 175
	r 1 S 1	165		
	r 2 S 1	9 360	59 770	
	r 2 S 2	770		
S	S1	645	31 595	59 770
	S2	10 240		
	S3	20 710		
N	N1	21 115	21 115	

Ont en outre été examinées et cartographiées :

. Les cultures préconisées :

- riz en triple, double ou simple culture,
- assolement riz en double culture + cultures industrielles,
- riz en culture simple + cultures industrielles,
- riz en culture simple + cultures complémentaires,
- culture de rente de plein champ,
- canne à sucre,
- cultures industrielles,
- cultures complémentaires,
- cultures fruitières ;

. Les améliorations foncières majeures conditionnant l'aptitude potentielle :

- travaux d'endiguement (obligatoires ou éventuels),
- drainage (normal ou difficile),
- terrassement (importants),
- fumure de fond (forte ou faible).

Ont enfin été présentés (chapitre 4) les besoins en eau des principales cultures envisagées.

Chapitre 1

L'ENVIRONNEMENT

-

1.1 LA ZONE DU PROJET

La zone du projet est située à une centaine de kilomètres au Sud de Danang dans la plaine côtière de la partie centrale du Vietnam.

Les coordonnées approximatives sont :

- . latitude : de 14°45' à 15° 20' Nord
- . longitude : de 108°37' à 109°03' Est

La distance entre les extrémités Nord et Sud est d'environ 65 km ; de l'ordre de 5 à 6 km à l'extrémité Sud, la largeur moyenne s'accroît progressivement vers le Nord : 15 km environ au niveau de Quang Nghia, 15 à 20 km au Nord de Tra Khuc River.

La superficie de la zone étudiée est de l'ordre de 42 000 ha. Quang Nghia située en position centrale en est la ville principale. Route (dite coloniale) et voie ferrée, reliant Ho Chi Minh City à Hanoï, la traversent du Sud au Nord.

Trois rivières, orientées Est-Ouest, drainent la plaine vers la mer orientale :

- . Tra Bong River, au Nord ;
- . Tra Khuc River, au centre ;
- . Song Ve River, au Sud.

Le barrage de dérivation envisagé, point de départ des deux canaux principaux se dirigeant l'un vers le Nord (10 m³/s, 38 km), l'autre vers le Sud (34 m³/s, 60 km), est situé sur le Trakhuc River.

Six districts de la province de Nhia Binh sont concernés par le projet.

1.2 CLIMATOLOGIE

1.2.1 PLUVIOMETRIE

Tableau 1

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Minimale	15	-	-	-	0,7	-	-	3,0		93,0	133,0	41,0	-
Moyenne	132	56,6	40,8	38,0	59,4	77,1	78,4	121,7	294,4	580,5	533,5	276,4	2290
Maximale	386,2	187,0	292	193,6	335,5	375,2	390,4	377,0	918,0	1247,1	1663,6	1176,1	-

Octobre et novembre, mois les plus pluvieux, représentent à eux seuls environ 50 % de la pluviométrie annuelle.

Près des trois-quarts des pluies (73,60 %) sont concentrés sur 4 mois : septembre, octobre, novembre et décembre.

Si, avec le FIDA (draft report de juin 1979), on considère comme efficaces les pluies de fréquence 70 % (c'est-à-dire assurées 7 années sur 10), on obtient :

Tableau 2

PLUVIOMETRIE EFFICACE (en mm)												
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total de Jv. à Sept.
92	30	18	11	26	38	42	76	199	413	356	182	532

1.2.2 TEMPERATURES (Quang Nghia - 54 années d'observation)

- . Température mensuelle minimale : 21,5°C en janvier
- . Minimum absolu : 13°C en janvier
- . Température mensuelle maximale : 29,0°C en juin
- . Maximum absolu : 40,0°C en juin

1.2.3 HUMIDITE RELATIVE (Quang Nghia - 28 années d'observation)

L'humidité moyenne annuelle est de 86 %.

Elle passe par un maximum de 90 % en novembre et par un minimum de 79 % en juillet.

1.2.4 LES VENTS

En hiver les vents les plus fréquents viennent du Nord, en été de l'Ouest. Pendant les mois de transition entre été et hiver ils soufflent de préférence du Nord ou du Nord-Est, entre hiver et été de l'Est, du Nord-Est ou du Sud-Est.

Leur vitesse moyenne annuelle est de 2-3 m/s. La vitesse est en général plus élevée en saison sèche qu'en saison des pluies.

1.2.5 EVAPORATION ET EVAPOTRANSPIRATION

L'évaporation moyenne annuelle est de 820 mm (32 années d'observation).

L'évapotranspiration * (formule utilisée ?) est la suivante :

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
86	101	150	203	205	190	204	197	158	137	93	82

1.3 APERCU GEOLOGIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE

La zone du projet est toute entière située sur l'étroite bande de terre côtière constituée par les apports sédimentaires des trois fleuves : Song Tra Bong, Song Tra Khuc et Song Vê.

Des schistes cristallins (granites, gneiss, micaschistes) qui limitent la plaine à l'Ouest en constituent le soubassement.

Au Nord de Quang Nghia et à l'Est de l'axe routier Nord-Sud, trois butes formées d'une assise granitique anthracolithique surmontée d'une couche basaltique à sommet tabulaire (à 100 m environ d'altitude) témoignent d'une morphologie quaternaire.

* Source : Draft report of the Socialist Republic of Vietnam - Thach Nham Irrigation Project - Preparation Progress Report"

Du Cap Batangan, à 2 km au Nord de l'embouchure du Tra Khuc, jusqu'à l'extrémité Sud du secteur, une bande de dunes côtières actuelles, stériles, sépare de la mer Orientale la plaine côtière enrichie d'apports fluviaux annuels.

De 10 à 15 m en limite Ouest, l'altitude moyenne de la plaine décroît lentement vers l'Est jusqu'à 2 à 3 m à proximité des dunes.

1.4 LES CULTURES ACTUELLES (extrait du Report FAO No 22/79 DDC RUN 2
June 1979 - Preparation Progress Report)

Les superficies actuellement cultivées sont les suivantes (en ha) :

. Riz en triple culture	1 010
. Riz, double culture + 1 culture complémentaire	2 020
. Riz, double culture (printemps et été)	8 260
. Riz, double culture (printemps et automne)	4 370
. Riz de printemps et culture d'automne	1 200
. Cultures de printemps et riz d'automne	5 200
. Cultures (d'automne) à cycle court	6 800
. Manioc	6 650
. Canne à sucre	3 700
. Fruits et légumes	2 650
. Total cultivé	41 860
. Total riz supplémentaire	38 760
. Cultures de plein champs	21 870
. Cultures pérennes (6350 x 2)	12 700
TOTAL	73 300

Chapitre 2

LES SOLS

2.1 L'ETUDE

2.1.1 DOCUMENTS DE BASE

Les documents de base utilisés ont été les suivants :

- . carte topographique à l'échelle du 1/100 000, coupures de Quang Nguĩa et de Sa Huỳnh, carte établie en 1967 revue en 1976 ;
- . cartes topographiques à l'échelle du 1/50 000 ;
- . cartes topographiques à l'échelle du 1/25 000 : coupures de Vinh Lac, Phuoc Dien, Wikden, Van Trich, La Thuy, Thuong Liet, Thuong Van, Tuyet Diem, An Thinh, Xuan Khuong, Ky Khuong, Dam Thuy, Nam Binh, Khuong Quang, Kim Thanh, Thuong Hathanh, Toan My, An Hoa, Mylai, Nghia Hanh, Thanh An, Thanh Gieng, Duyen Phuoc, Plei Leo ;
- . carte des sols à l'échelle du 1/100 000.

Aucun document photographique n'a pu être utilisé.

2.1.2 ORGANISATION

L'étude de terrain s'est déroulée en deux phases :

- . une phase de contrôle par sondages à la tarière (80 sondages) des zones délimitées sur la carte des sols ;
- . une phase de caractérisation complémentaire des principales unités concernant leurs propriétés physico-chimiques et hydrodynamiques. Vingt profils ont ainsi été décrits et échantillonnés (approfondis à la tarière jusqu'à une profondeur de 5 m) ; les mesures de perméabilité ont été effectuées par la méthode du double cylindre (méthode Müntz).

2.2 CLASSIFICATION

2.2.1 GENERALITES

La cartographie des sols de la province de Nghia Binh à l'échelle du 1/100 000 a été réalisée par M. VA, Ingénieur Pédologue Responsable de la Section Agronomique de Quang Nghia et son équipe.

La classification utilisée est la classification russe.

Les sols se répartissent entre 10 unités :

- 1 - Sols sableux
- 2 - Sols salés
- 3 - Sols alluvionnaires
- 4 - Sols gris
- 5 - Sols noirs
- 6 - Sols ferrallitiques
- 7 - Sols des vallées
- 8 - Sols bourbeux
- 9 - Sols humiques
- 10 - Sols lessivés bruts

Sur la zone du projet sont représentées les unités 1, 2, 3, 4 et 6 ; seules les trois dernières ont été retenues pour l'irrigation.

Diverses sous-unités ont été cartographiées dont la distinction repose soit sur le type d'alluvions, soit sur la prédominance d'un processus secondaire d'évolution (hydromorphie, podzolisation, lessivage), soit sur la nature de la roche mère.

Ont, en outre, été cartographiés les caractères suivants :

la texture

Elle est sableuse, sablo-limoneuse, limoneuse, limono-argileuse, argilo-limoneuse, argileuse.

l'épaisseur du sol

- | | |
|---|-----------|
| 1 | > 120 cm |
| 2 | 70-120 cm |
| 3 | 50-70 cm |
| 4 | 30-50 cm |
| 5 | 0-30 cm |

- . la pente
 - I 0-3°
 - II 3-8°
 - III 8-15°
 - IV 15-25°
 - V 20-25°
 - VI > 25°

- . la profondeur d'apparition d'un gley (horizon réduit)
 - 0-30 cm
 - > 30 cm

- . la nature de la roche mère

Granite, gneiss, basalte, micaschiste, phyllite

- . la présence de cailloux, roches et de concrétions ferro-manganiques
 - 10 à 30 % : 0 < profondeur d'apparition < 50 cm
 - 30 à 50 % : profondeur d'apparition > 50 cm

- . la présence d'une cuirasse, d'une dalle, ou de blocs latéritiques
 - dalle à moins de 30 cm
 - dalle à plus de 30 cm
 - blocs ferrallitiques dispersés peu nombreux
 - blocs ferrallitiques dispersés nombreux
 - blocs ferrallitiques dispersés très nombreux
 - concrétions à la base du profil

2.2.2 PRINCIPALES CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES ET PHYSICO-CHIMIQUES

2.2.2.1 Classe des sols alluvionnaires

a. Sols à gley

Localisation

dans les zones basses de secteurs inondés annuellement,

- . quelques plages, d'extension souvent réduite, en rive gauche du Song Tra Khuc ou entre ce dernier et le Song Vê,
- . une large zone qui s'étend, au Sud du Song Vê et à l'Est de la route "coloniale", jusqu'à 13-14 km au Sud de Mo Duc.

Principales caractéristiques

- . sols profonds,
- . gley d'ensemble ou apparaissant à une profondeur très généralement inférieure à 30 cm (couleur gris-verdâtre),
- . texture limono-argileuse ou argilo-limoneuse sur l'ensemble du profil,
- . riches en humus,
- . acides sur tout le profil (pH = 4 en surface, 4,5 en profondeur),
- . capacité de rétention (CR) élevée.

Aptitude

- . terres fertiles, parmi les meilleures pour la riziculture mais problèmes d'aménagement difficiles à résoudre.

Correspondances de classification

- . classification française : sols hydromorphes à gley (ou amphigley),
- . classification FAO : gleysol mollique.

- b. Sols alluvionnaires bénéficiant d'apports annuels

Localisation

- . en position basse le long des trois fleuves qui assurent un certain assainissement,
- . sur une zone assez vaste située à l'Ouest de la route entre le Song Tra Khuc et le Song Vê.

Principales propriétés

- . sols profonds,
- . texture limoneuse, limono-argileuse ou argilo-limoneuse, localement sablo-limoneuse, souvent argilo-sableuse en profondeur,
- . couleur brun jaunâtre à nombreuses taches d'oxydo-réduction,
- . le pH acide dès la surface (4,5) diminue en profondeur,
- . riche en humus,
- . bonne capacité de rétention,
- . fertilité maintenue par les apports annuels, par les crues d'éléments fertilisants.

Aptitude

- . très bons pour la riziculture lorsque la texture est suffisamment fine, plus sains et plus faciles à travailler et à aménager que les précédents,
- . aptes à toutes cultures avec des rendements élevés.

Correspondances de classification

- . classification française : sols hydromorphes à pseudogley,
- . classification FAO : fluvisol dystrique.

c. Sols alluvionnaires inondés tous les 2 à 5 ans (parfois plus)

Localisation

- . en position relativement haute le long de 3 fleuves, notamment dans les secteurs amont,
- . sur une vaste zone située au Sud de Quang Nghia, entre le Song Tra Khuc et le Song Vê, principalement à l'Est de la route "coloniale",
- . sur le prolongement de la zone précédente, sur 5 à 6 km au Sud du Song Vê mais à l'Ouest de la route,
- . sur une importante plage située entre 10 et 20 km au Sud de Mo Duc.

Principales caractéristiques

- . sols profonds,
- . texture limoneuse ou limono-argileuse, généralement argilo-sableuse en profondeur,
- . taches d'oxydo-réduction à un niveau variable dans le profil,
- . meilleure structure que sur les sols précédents,
- . capacité de rétention encore bonne mais percolation plus élevée,
- . bonne teneur en humus mais début de tendance au lessivage,
- . acidité moindre.

Aptitude

- . terres moins aptes à la riziculture que les précédentes, notamment en raison d'une perméabilité et donc d'un taux de percolation souvent plus élevé, et d'une capacité de rétention plus faible,
- . bonnes pour toutes les autres cultures.

Correspondances de classification

- . classification française : sols hydromorphes à pseudogley peu prononcé, ou à pseudogley profond,
- . classification FAO : fluvisol eutriqué.

d. Sols alluvionnaires reposant sur sables du littoral

Localisation

- . trois plages d'extension limitée situées au Sud du Song Vê, sur des zones inondées annuellement.

Principales propriétés

- . alluvions limoneuses ou limono-argileuses reposant sur sables,

- . épaisseur des alluvions comprise entre 30 et 50 cm,
- . bonne teneur en matière organique,
- . caractères d'hydromorphie plus ou moins marqués à la base des horizons alluviaux ou au sommet des horizons sableux,
- . capacité de rétention moyenne dans les horizons alluviaux supérieurs, très faible en dessous.

Aptitude

- . équivalente à celle des terres précédentes de la catégorie b. mais doses et fréquences d'irrigation doivent être correctement déterminées pour limiter les pertes par percolation,
- . certaines limitations liées à la rupture brutale dans le profil hydrique (cane à sucre).

e. Sols alluvionnaires reposant sur niveau ferrallitique

Localisation

- . quelques plages situées en bordure de la plaine, entre le Song Tra Khuc et le Song Vê,
- . trois plages d'extension réduite vers l'extrémité Sud du périmètre.

Principales propriétés

- . texture variable : soit sablo-limoneuse, soit limoneuse, soit limono-argileuse,
- . épaisseur des alluvions comprise entre 30 et 50 cm,
- . bonne teneur en matière organique,
- . taches d'oxydo-réduction nombreuses à la base des alluvions,
- . bonne capacité de rétention.

Aptitude

- . équivalente à celle des terres précédentes de la catégorie c. avec certaines restrictions liées à l'hétérogénéité du profil.

2.2.2.2 Classe des sols gris

a. Sols gris non lessivés

Localisation

- . cinq plages localisées de part et d'autre du Song Tra Khuc à une distance moyenne de 3 à 5 km,
- . cinq plages également situées au Sud du Song Vê au pied des premiers contreforts granitiques, à l'Ouest de la route "coloniale",

Principales caractéristiques

- . sols profonds développés sur altération de roche magmatique acide,
- . texture sablo-limoneuse, souvent avec cailloux et graviers de quartz,
- . structure peu nette et instable,
- . grisâtres en surface puis jaune-rouge,
- . acides sur tout le profil (pH de 4,5 à 5),
- . très perméables et exposés au lessivage,
- . faible capacité de rétention,
- . faible fertilité.

Utilisation actuelle

- . partielle : manioc, riz (1 culture/an), faibles rendements.

Aptitude

- . utilisation proposée (notice des sols) : pâturages irrigués,
- . avec engrais, cultures industrielles (canne à sucre éventuellement), ananas, avocats.

Correspondances de classification

- . classification française : sols ocres podzoliques,
- . classification FAO : acrisol gleyique.

b. Sols gris lessivés

Localisation

- . vaste ensemble au Nord des alluvions du Song Tra Khuc, se poursuivant au Nord du Song Tra Bong, situé entre la route "coloniale" et la limite Ouest de la plaine ;
- . deuxième ensemble, un peu moins étendu, au Sud-Ouest de Quang Nghia ;
- . chapelet de plages dispersées, à l'Ouest de la route "coloniale" et le plus souvent au pied des premières collines granitiques, au Sud de l'ensemble précédent jusqu'à l'extrême Sud du périmètre.

Principales caractéristiques

Elles sont très proches de celles des sols précédents :

- . sols profonds développés sur roche magmatique acide,
- . sablo-limoneux,
- . horizon de surface gris-blanc à nombreux graviers,
- . pauvres en matière organique et humus,
- . très acides (pH de 4 à 4,5),
- . très perméables et exposés au lessivage,
- . très faible capacité de rétention,
- . faible fertilité.

Utilisation actuelle

- . riz (1 culture), manioc, patate.

Aptitude

- . avec engrais (et irrigation prudente : faibles doses à fréquence élevée).

Correspondances de classification

- . Classification française : podzols
- . Classification FAO : podzol orthique.

2.2.2.3 Classe des sols ferrallitiques

En fonction de la roche mère sur laquelle ces sols se sont développés, la carte des sols distingue :

- . les sols ferrallitiques développés sur roche magmatique acide,
- . les sols ferrallitiques développés sur alluvions anciennes,
- . les sols ferrallitiques jaunâtres sur roche siliceuse,
- . les sols ferrallitiques développés sur basalte,
- . les sols ferrallitiques développés sur micaschiste,

auxquels vient s'ajouter la formation anthropique des "sols modifiés par la culture du riz".

- a. Sols ferrallitiques développés sur roche magmatique acide

Localisation

- . nombreuses plages situées entre le Song Tra Khuc et le Song Tra Bong, en association avec des terres lessivées (B2) ; pentes très variables, de faible (0-3°) à forte (20-25°) ;
- . deuxième ensemble de plusieurs mamelons, également de pente variable, localisés en rive gauche du Song Tra Khuc, sur les quinze premiers kilomètres à l'aval du site du barrage ;
- . une dizaine de mamelons disséminés au Sud de Quang Nghia jusqu'à l'extrême Sud du périmètre, mamelons à pente généralement élevée (supérieure à 8-10° jusqu'à 25°).

Principales caractéristiques

- . sols très généralement peu profonds (moins de 50 cm),
- . souvent, notamment au Sud de Quang Nghia et à l'amont du Song Tra Khuc, associés à de nombreux blocs ferrallitiques,
- . texture sablo-limoneuse à résidus granitiques grossiers,
- . pauvres en matière organique et humus,
- . structure fragile,
- . faible capacité de rétention,
- . exposés au lessivage,
- . fertilité faible sur pentes fortes, un peu meilleure sur pentes plus faibles.

Utilisation actuelle

- . très généralement inculte.

Aptitude

- . sur forte pente ($> 15^\circ$) : à réserver aux forêts,
- . sur pente moyenne ($5-15^\circ$) : cultures complémentaires (maïs, arachides, manioc, ananas),
- . sur pente faible ($< 5^\circ$) : pâturages

Correspondances de classification

- . classification française : sols ferrallitiques moyennement désaturés,
- . classification FAO : ferralsol xanthique.

b. Sols ferrallitiques développés sur alluvions anciennes

Localisation

- . quelques ondulations à pente inférieure à 3° situées en rive droite à l'extrême amont du Song Tra Khuc,
- . quelques pointements à pente inférieure à 8° en limite Nord-Ouest du périmètre à l'amont du Song Tra Bong et en limite Nord.

Principales caractéristiques

- . profondeur généralement supérieure à 70 cm,
- . couleur gris-brun en surface puis brun-jaune à jaunâtre,
- . texture sabio-limoneuse,
- . très acides sur tout le profil (pH = 4),
- . perméabilité élevée et faible capacité de rétention, sensibilité au lessivage.

Utilisation actuelle

- . manioc, patate, arachide ; rendements faibles.

Aptitude

- . cultures industrielles.

Correspondances de classification

- . classification française : sols ferrallitiques moyennement désaturés,
- . classification FAO : ferralsol xanthique.

c. Sols ferrallitiques développés sur basalte

Localisation

- . au Nord-Est du périmètre, importants affleurements à pente généralement supérieure à 8° délimitant la plaine irrigable.

Principales propriétés

- . sols souvent profonds, de couleur brun et brun-rouge,
- . texture argilo-limoneuse à argileuse,
- . horizon humifère épais finement structuré,
- . bonne capacité de rétention notamment en profondeur,
- . faible acidité (pH de 5 à 7),
- . bonne fertilité.

Aptitude

- . toutes cultures, notamment celles à racines pivotantes,
- . "Impeccable pour les cultures industrielles",
- . restrictions : contraintes d'aménagement (escaliers).

Correspondances de classification

- . classification française : sols ferrallitiques faiblement désaturés,
- . classification FAO : ferralsol rhodique.

d. Sols ferrallitiques jaunâtres développés sur roches sableuses

Localisation

- . quelques plages situées en rive gauche à l'extrême amont du Song Tra Khuc ; pentes variables pouvant atteindre 8 à 15°.

Principales propriétés

- . gris-jaune en surface, jaunâtres ensuite,
- . profondeur variable, généralement comprise entre 50 et 120 cm, mais parfois moins,
- . texture sablo-limoneuse ou limoneuse,
- . sols acides (pH de 4,5 à 5),
- . faible capacité de rétention,
- . fertilité faible.

Utilisation actuelle

- . manioc, patate ; rendements faibles.

Aptitude

- . propositions (notice des sols) :
 - si pente < 15° : arachides, canne à sucre, plantes complémentaires,
 - si irrigable : riz avec beaucoup d'apport d'engrais.

Correspondances de classification

- . classification française : sols ferrallitiques moyennement à fortement désaturés,
- . classification FAO : ferralsol orthique.

e. Sols ferrallitiques transformés par la culture du riz

Localisation

- . collines et coteaux aménagés en terrasses pour la riziculture.
- . quelques plages d'extension assez réduite, toutes localisées dans la moitié Nord du périmètre, notamment en limite Nord-Est.

Principales caractéristiques

- . sols profonds,
- . texture limoneuse ou sablo-limoneuse,
- . couleur variable, gris-brun en surface, à dominante jaunâtre ensuite,
- . horizon humifère appauvri et acidifié,
- . souvent présence d'un gley,
- . exposé au lessivage.

Utilisation actuelle

- . riz, une culture par an ensuite jachère ; rendements faibles car le sol manque toujours d'eau.

Aptitude

- . riziculture + cultures complémentaires, mais nombreuses contraintes d'aménagement (diguettes, chaulage, engrais).

Correspondances de classification

- . classification française : sols anthropiques,
- . classification FAO : intergrade ferralsol xanthique - ochrique.

2.2.3 CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES DES HORIZONS PROFONDS (jusqu'à 5 m)
(voir tableau page suivante)

2.3 PROPRIETES CHIMIQUES

2.3.1 L'ACIDITE pH
(voir tableaux 1.1 et 1.2 pages suivantes)

2.3.1.1 Remarque préliminaire

Ont été systématiquement effectuées les mesures de la réaction pH dans une suspension dans l'eau et dans une solution KCl . L'acidité dite "potentielle" correspondant à cette dernière est considérée comme plus stable, représentant une caractéristique plus permanente du sol, que l'acidité "réelle" correspondant au pH à l'eau.

Par ailleurs, la différence entre pH-H₂O et pH-KCl fournit une indication sur la possibilité de mise en réserve de cations ; comme l'indique J. SEGUY " plus Δ pH sera élevé, plus sera grande la quantité de cations H⁺ fixés à la place des bases et plus l'exploitation des réserves en bases sera difficile".

CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES DES HORIZONS PROFONDS (jusqu'à 5 m)

No de profil	Profondeur de l'horizon (ca)	Caractéristiques des horizons profonds				Profondeur de la neppe (ca)
		Couleur (code Munsell)	Texture (USBR)	Hydromorphie *	Consistance	
1	180 - 320 320 - 380 380 - 500	2,5 YR 4/6 Rouge jaune Jaune	A _s /S _a A/A _s S _g	Bariolé pg pg	Boulant	
2	45-300 300-500	10 YR 8/1 Jaune bariolé de gris	A A	qqs cc		70
3	180 - 430 >430	Jaune Vert	A _s /A A _s			50
4	80 - 130 130 - 500	Brun jaunâtre Jaune	S _f + S _g S _g		Boulant	
5	jusqu'à 5 m	10 YR 5/5	S _g		Boulant	350
6	130 - 250 > 250		A _s S/S _h			110
7	100 - 200 200 - 300 300		S _a A _s g	Taches d'O.R G dominant	Horizon induré	60
8	200 - 500		A _s g	G		
9	> 200		S		Horizon boulant	
10	200 - 300 300 - 400 > 400	10 YR 5/4 Gris	S _g S _g	G	Horizon boulant	300
11	150 - 250 250	10 YR 5/4 Bariolée	S _g A _s	pg	Horizon induré	75
12	> 50		S/S _h		Horizon induré	50
13	> 120	10 YR 6/2	S _g	G	Boulant	40
14	> 200	Rougeâtre	Argile			50
15	> 55		S _g A		Horizon induré	50
16	110 - 255 255 - 350 >350	10 YR 4/6	A A à A _s A			150
17	180 - 230 230	Rouge	A		Présence de débris de cuirasse Cuirasse	160
18	> 190	10 YR 5/6	A _s f / S _f A			-
19	180 - 450	10 YR 5/6	A _s f			~ 450
20	90 - 250 > 250	10 YR 5/5 Gris bleuté	S _g L L _a	pg G		60

* G = Gley pg = pseudogley CC = concrétions O.R = oxydo-réduction S_g = sable grossier SA = sable argiloux A_s = argile sableuse A = argile

Tableau 1.1

TERRES ALLUVIALES - pH-H₂O et pH-KCl

Type de terre	Faciès	Profondeur (cm)	pH-H ₂ O			pH-KCl		
			Minimum	Moyenne	Maximum	Minimum	Moyenne	Maximum
Terres* alluviales inondées annuellement.	Modal	0-20/30	5,4	5,5	5,6	-	4,8	-
		20/30 à 40/50	5,6	6,0	6,2	-	5,0	-
		> 40/50	6,2	6,2	6,3	-	5,4	-
	Sur levée de berge (alluvions grossières)	0-20	-	6,3	-	-	5,3	-
		20-80	-	6,0	-	-	4,6	-
		80-130	-	5,7	-	-	4,6	-
		130-200	-	6,0	-	-	-	-
	Alluv. fines / Alluv. grossières	0-15/20	5,6	5,8	6,0	-	4,7	-
		15/20 à 40/80	5,6	5,8	6,0	-	5,0	-
		40/80 à 130/200	5,2	5,6	6,0	-	5,4	-
Ensemble des alluvions fines	0-15/20	5,4	5,6	6,0	4,7	4,75	4,8	
	15/20 à 40/80	5,6	5,9	6,2	5,0	5,0	5,0	
	>40/80	6,2	6,2	6,3	-	-	-	
Terres alluviales inondées tous les 2 à 5 ans	Modal	0-15/25	5,4	5,45	5,6	-	4,8	-
		15/25 à 60/110	5,6	6,05	6,2	-	5,2	-
			5,6	6,1	6,4	-	5,4	-
	Sur collu-alluvions (colluv. granitiques)	0-15	-	5,5	-	-	-	-
		15-35	-	5,4	-	-	-	-
	Reposant sur terre ferrallitique	0-20/25	5,4	5,45	5,5	-	4,8	-
		20/25 à 50/75	5,4	5,9	6,4	-	5,6	-
		90-150	5,6	6,0	6,3	-	-	-
Ensemble	0-15/25	5,4	5,5	5,6	4,8	4,8	4,8	
	15/25 à 35/110	5,4	5,9	6,4	5,2	5,4	5,6	
	>35/110	5,6	6,1	6,4	-	5,4	-	

* Les pédologues vietnamiens utilisent indifféremment les termes de "terre" et "sol".

Tableau 1.2

TERRES NON ALLUVIALES - pH-H₂O et pH-Kcl

Type de terre	Faciès	Profondeur (cm)	pH-H ₂ O			pH-Kcl		
			Minimum	Moyenne	Maximum	Minimum	Moyenne	Maximum
Terres ferrallitiques	Sur roche magmatique acide	0-20	-	5,4	-	-	4,8	-
		20-55	-	5,4	-	-	4,6	-
		55-125	-	6,2	-	-	4,6	-
	Sur roche sableuse	0-20	-	5,6	-	-	4,8	-
		20-45	-	5,4	-	-	4,7	-
		> 45	-	5,4	-	-	4,8	-
	Ensemble	0-20	5,4	5,5	5,6	4,8	4,8	4,8
		20 à 45/55	5,4	5,4	5,4	4,6	4,6	4,7
		> 45	5,4	5,8	6,2	4,6	4,7	4,8
Terre grise	Sur roche magmatique acidz	0-15/20	5,3	5,5	5,6	-	4,8	-
		15/20 à 60/80	4,8	5,3	5,8	-	4,9	-
		60/80 à 100/130	5,2	5,6	6,2	-	4,8	-
		130-150						
Terre lessivée	Sur roche magmatique acide	0-20	-	6,1	-	-	5,4	-
		20-55	-	6,4	-	-	5,8	-
		> 55	-	-	-	-	-	-

2.3.1.2 Résultats

- . pH-H₂O
 - compris entre 4,8 et 6,5, il dénote une acidité généralisée mais non excessive* ;
 - les valeurs les plus faibles ont été relevées sur les sols gris développés sur roches magmatiques acides ; aucune différence significative n'apparaît entre les autres types de sols.

- . pH-KCl
 - il ne descend jamais en dessous de 4,6.

- . La différence pH-H₂O - pH-KCl est faible, toujours inférieure à une unité pH.

2.3.1.3 Incidences agronomiques

- . défaut d'assimilation de certains éléments, P₂O₅ notamment,
- . éviter l'utilisation d'engrais acidifiants.

2.3.2 MATIERE ORGANIQUE ET AZOTE

(voir tableaux 2.1 et 2.2 pages suivantes)

2.3.2.1 Matière organique

- . sur les sols alluviaux modaux développés dans des alluvions fines, la teneur en matière organique est comprise entre 1 et 1,5 % dans l'horizon de surface, elle est ensuite très faible dès l'horizon moyen ;
- . sur tous les autres sols, quels que soient le type et la profondeur considérés, les teneurs sont très faibles, inférieures à 1 %.

* d'après Vink :

pH	5,0	5,5	6	6,7
Acidité	très forte	forte	modérée	faible

2.3.2.2 Azote total

Cette forme n'a pratiquement aucune valeur sur le plan agronomique car elle comprend pour sa plus grande part l'azote organique qui n'est pas utilisable directement par les plantes.

Quoi qu'il en soit, les taux d'azote total, très généralement inférieurs à 1 % sur les sols alluviaux développés sur alluvions fines et à 0,50 % sur ceux développés sur alluvions grossières et sur les autres types de sols, sont très faibles.

2.3.3 RAPPORT C/N (tableaux 2.1 et 2.2)

Le rapport C/N permet de déterminer la qualité des conditions de minéralisation. On admet généralement qu'elles sont bonnes lorsque C/N est compris entre 7 et 13.

Les tableaux 3 et 4 mettent en évidence le fait que ces conditions ne sont que très rarement réalisées :

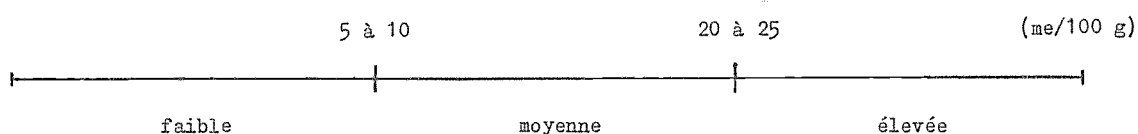
- . le rapport C/N est extrêmement variable, compris entre 2 et 79 ;
- . la gamme des rapports est très ouverte même à l'intérieur d'un seul type de sol considéré ;
- . sur les sols alluviaux modaux, développés sur alluvions fines, le rapport C/N est très généralement supérieur à 13 ce qui indique une vitesse de minéralisation trop lente de la matière organique (en relation avec les inondations et irrigations).

2.3.4 LE COMPLEXE ABSORBANT : CAPACITE TOTALE D'ECHANGE (T), SOMME DES BASES ECHANGEABLES (S), TAUX DE SATURATION (100 S/T) - Tableaux 3.1 et 3.2

2.3.4.1 Capacité totale d'échange en me/100 g de terre sèche

La valeur T est le paramètre qui traduit le mieux la fertilité potentielle du sol ; elle exprime la capacité d'échange des colloïdes.

M. S. TOUJAN (SOGREAH) en propose l'interprétation suivante :



En application, on peut dire que :

- . T est moyen, compris entre 7 et 14, dans l'horizon de surface et l'horizon moyen des sols alluviaux inondés annuellement ;
- . T est faible, compris entre 3,50 et 5,20, dans ces mêmes horizons des sols inondés tous les 2 à 5 ans ;
- . T est plus élevé, généralement supérieur à 10 me, dans l'horizon profond de la totalité des sols alluviaux ;
- . T est faible, inférieur à 5,80 sur tous les autres types de sol, quelle que soit la profondeur considérée.

2.3.4.2 Somme des bases échangeables en me/100 g de terre sèche

Nous utiliserons, pour caractériser la valeur des réserves en bases, la classification proposée par B. DABIN et valable en zone tropicale semi-humide.

L'auteur propose l'échelle suivante :

Valeur de S en me/100 g de terre	Valeurs des réserves
inférieur à 1,5	faible
de 1,5 à 3	médiocre
de 3 à 6	moyenne
de 6 à 12	bonne
de 12 à 24	très bonne
supérieure à 24	exceptionnelle

- . les réserves sont bonnes en surface et dans l'horizon moyen, très bonnes en profondeur, sur les sols alluviaux inondés annuellement ;
- . elles sont plus faibles, médiocres à moyennes en surface et à moyenne profondeur, bonnes ensuite (si les alluvions sont fines) sur les sols alluviaux inondés épisodiquement ;
- . elles sont moyennes sur tous les autres types de sol, quelle que soit la profondeur considérée.

2.3.4.3 Taux de saturation

Le rapport $100 S/T$ exprime la quantité de bases échangeables qui saturent le complexe absorbant.

Tableau 2.1

TERRES ALLUVIALES - Taux de matière organique et d'azote, rapport C/N

Type de terre	Faciès	Profondeur (cm)	MO (%)			N (‰)			C/N		
			Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.
Terres alluviales inondées annuellement	Modal	0-20/30	0,91	1,31	1,92	0,14	0,33	0,70	9	42	79
		20/30 à 40/50	0,50	0,79	1,28	0,14	0,19	0,56	5	27	53
		> 40/50	-	0,50	-	-	0,14	-	-	21	-
	Sur levée de berge (alluv. grossières)	0-20	-	0,36	-	-	0,42	-	-	4,2	-
Alluv. fines / Alluv. grossières	Alluv. fines / Alluv. grossières	0-15/20	1,00	1,11	1,23	0,84	1,07	1,30	8	10,5	13
		15/20 à 40/80	-	0,59	-	-	0,63	-	-	5,0	-
		Ensemble des alluvions fines	0-15/20 15/20 à 40/80 > 40/80	0,36 0,50	1,23 0,74 0,50	1,92 1,28	0,14 0,14	0,52 0,30 0,14	1,30 0,63	8 - -	29 21,5 21
Terres alluviales inondées tous les 2 à 5 ans	Modal	0-15/25	0,41	0,95	1,23	0,70	0,95	1,12	11	50	71
		15/25 à 60/110	-	0,77	-	-	0,22	-	-	45	-
		> 60/110	-	0,41	-	-	0,42	-	-	24	-
	Sur collu-alluvions (colluv. granitiques)	0-15 15-35	- -	0,77 0,59	- -	- -	0,56 0,14	- -	- -	8 24	- -
Reposant sur terre ferrallitique	Reposant sur terre ferrallitique	0-20/25	0,96	1,48	2,01	0,14	0,64	1,14	10	25	40
		20/25 à 50/75	-	0,64	-	-	0,84	-	-	4	-
		90-150	-	0,09	-	-	0,14	-	-	3,5	-
Ensemble	Ensemble	0-15/25	0,41	1,07	2,01	0,14	0,81	1,14	8	40	71
		15/25 à 35/110	0,64	0,67	0,77	0,14	0,40	0,84	-	24	-
		>35/110	-	0,25	-	0,14	0,28	0,42	-	14	-

Tableau 3.1

TERRES ALLUVIALES - S, T, S/T

Type de terre	Faciès	Profondeur (cm)	S			T			S/T		
			Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.
Terres alluviales inondées annuellement	Modal	0-20/30	6,41	8,54	12,81	7,05	9,29	13,45	87,00	91,0	95,2
		20/30 à 40/50	8,81	10,41	11,21	9,77	11,26	12,17	90,2	92,3	94,6
		> 40/50	9,60	13,74	17,20	10,24	14,38	17,84	93,4	95,2	96,4
	Sur levée de berge (alluv. grossières)	0-20	-	8,01	-	-	8,65	-	-	92,6	-
		20-80	-	6,41	-	-	6,97	-	-	92,0	-
		80-130	-	4,81	-	-	5,45	-	-	88,3	-
		130-200	-	3,21	-	-	3,85	-	-	83,4	-
	Alluv. fines / Alluv. grossières	0-15/20	9,60	10,40	11,21	10,84	11,34	11,85	88,6	91,6	94,6
		15/20 à 40/80	6,43	8,42	10,41	7,39	9,22	11,05	87,0	90,6	94,2
		40/80 à 130/200	-	4,80	-	-	5,44	-	-	88,2	-
Ensemble des alluvions fines	0-15/20	6,41	9,28	12,81	7,05	10,11	13,45	87,0	91,2	95,2	
	15/20 à 40/80	6,43	9,61	11,21	7,39	10,44	12,17	87,0	91,6	94,6	
	> 40/80	9,60	13,74	17,20	10,24	14,38	17,84	93,4	95,2	96,4	
Terres alluviales inondées tous les 2 à 5 ans	Modal	0-15/25	2,40	3,00	3,21	3,84	4,20	5,12	60,0	72,3	83,4
		15/25 à 60/110	3,20	4,80	6,41	3,84	5,44	7,05	83,3	86,8	90,9
		> 60/110	7,21	10,61	15,20	7,85	12,77	15,84	84,9	92,0	96,0
	Sur collu-alluvions (colluv. granitiques)	0-15	-	1,60	-	-	3,52	-	-	45,5	-
		15-35	-	3,21	-	-	4,49	-	-	71,5	-
		35-90	-	3,21	-	-	4,17	-	-	77,0	-
		90-140	-	5,61	-	-	7,53	-	-	74,5	-
	Reposant sur terre ferrallitique	0-20/25	3,20	3,60	4,01	4,48	4,56	4,65	71,4	78,8	86,2
		20/25 à 50/75	4,80	5,20	5,60	5,44	6,32	7,20	77,8	83,0	88,2
		90-150	3,21	4,00	4,80	5,17	5,30	5,44	62,1	75,1	88,2
Ensemble	0-15/25	1,60	2,97	4,01	3,52	4,21	5,12	45,5	70,3	86,2	
	15/25 à 35/110	3,20	4,69	6,41	3,84	5,56	7,20	71,5	83,5	90,9	
	> 35/110	3,21	7,66	15,20	4,17	9,41	15,84	77,0	85,0	96,0	
	-	-	5,61	-	-	7,53	-	-	74,5	-	

Tableau 3.2

TERRES NON ALLUVIALES - S, T, S/T

Type de terre	Faciès	Profondeur (cm)	S			T			S/T		
			Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.
Terres ferrallitiques	Sur roche magmatique acide	0-20	-	4,80	-	-	5,76	-	-	83,3	-
		20-55	-	4,00	-	-	5,28	-	-	75,8	-
		55-125	-	4,01	-	-	5,61	-	-	71,5	-
	Sur roche sableuse	0-20	-	4,02	-	-	4,98	-	-	80,7	-
		20-45	-	3,21	-	-	4,81	-	-	66,7	-
		> 45	-	4,01	-	-	5,81	-	-	69,0	-
	Ensemble	0-20	4,02	4,41	4,80	4,98	5,37	5,76	80,7	82,0	83,3
		20 à 45/55	3,21	3,60	4,00	4,81	5,04	5,28	66,7	71,2	75,8
		> 45	4,01	4,01	4,01	5,61	5,71	5,81	69,0	70,2	71,5
Terre grise	Sur roche magmatique acide	0-15/20	3,20	3,60	4,01	4,48	4,80	4,97	66,7	74,8	80,7
		15/20 à 60/80	2,40	2,60	3,20	3,36	3,72	4,16	60,1	70,0	76,9
		60/80 à 100/130	2,40	3,20	4,01	4,16	4,32	4,65	55,5	73,9	86,2
		130-150	-	4,01	-	-	7,52	-	-	74,5	-
Terre lessivée	Sur roche magmatique acide	0-20	-	3,24	-	-	4,08	-	-	79,4	-
		20-55	-	3,21	-	-	3,53	-	-	90,9	-

Les valeurs reportées sur les tableaux n°3. correspondent aux moyennes calculées sur les échantillons ayant fait l'objet d'une détermination simultanée de S et de T et non pas au rapport des valeurs moyennes de S et de T.

- . Les sols alluviaux inondés annuellement peuvent être considérés comme saturés, leur taux de saturation étant très généralement supérieur à 90 % quelle que soit la profondeur considérée ;
- . Les sols alluviaux inondés plus irrégulièrement, ainsi que tous les autres types de sols, sont faiblement à moyennement désaturés (rapport compris entre 60 et 90 %) quelle que soit la profondeur considérée.

2.3.5 LE PHOSPHORE

2.3.5.1 Phosphore total (tableaux 4.1 et 4.2)

Cette analyse est sans grande signification pratique sur le plan agronomique. Elle peut cependant venir à l'appui du phosphore assimilable, particulièrement dans les sols très pauvres.

A titre indicatif, l'échelle suivante peut être proposée :

- . moins de 200 ppm (= 0,0088 %) : sol très pauvre
- . de 200 à 500 ppm (= 0,022 %) : sol pauvre
- . de 500 à 1000 ppm (= 0,044 %) : sol moyennement pourvu
- . au-delà de 1000 ppm : sol bien pourvu

Si l'on compare les résultats obtenus à cette échelle on peut dire que :

- . les terres alluviales inondées annuellement sont bien pourvues ; celles inondées tous les 2 à 5 ans le sont un peu moins mais elles le sont encore moyennement, tout au moins en surface ;
- . les terres ferrallitiques sont moyennement pourvues sur les 50 premiers cm, pauvres au-dessous ;
- . les terres grises et les terres lessivées sont pauvres ou moyennement pourvues en surface, dès 25 cm elles ont des teneurs faibles.

2.3.5.2 Phosphore assimilable (tableaux 5.1 et 5.2)

M. S. TOUJAN propose l'échelle d'interprétation suivante en mg/100 g :

0	2	4	9
très pauvre	pauvre	moyennement pourvu	bien pourvu

Tableau 4.1

TERRES ALLUVIALES - P et K total (en %)

Type de terre	Faciès	Profondeur (cm)	P			K		
			Minimum	Moyenne	Maximum	Minimum	Moyenne	Maximum
Terres alluviales inondées annuellement	Modal	0-20/30	0,045	0,054	0,064	0,51	0,65	0,74
		20/30 à 40/50	0,045	0,051	0,056	0,55	0,70	0,83
		> 40/50	-	0,052	-	-	0,62	-
	Sur levée de berge (alluvions grossières)	0-20 20-80 80-130	-	0,054	-	-	0,044	-
Alluv. fines / Alluv. grossières	15/20 à 40/80	0-15/20	0,056	0,353	0,650	0,43	0,63	0,83
		15/20 à 40/80	-	0,038	-	-	0,72	-
		Ensemble des alluvions fines	0-15/20 15/20 à 40/80 40/80 à 130/200	0,045 0,038 -	0,154 0,048 -	0,650 0,056 -	0,43 0,55 -	0,61 0,71 -
Terres alluviales inondées tous les 2 à 5 ans	Modal	0-15/25	0,015	0,028	0,045	0,10	0,30	0,62
		15/25 à 60/110	-	0,045	-	-	0,54	-
		> 60/110	-	0,050	-	-	0,55	-
	Sur collu-alluvions (colluv. granitiques)	0-15 15-35	- -	0,022 0,015	- -	- -	0,29 0,30	- -
Reposant sur terre ferrallitique	0-20/25 20/25 à 50/75	0-20/25	0,038	0,053	0,067	0,22	0,28	0,33
		20/25 à 50/75	-	0,018	-	-	0,12	-
Ensemble	0-15/25 15/25 à 35/110	0-15/25	0,015	0,034	0,067	0,10	0,29	0,62
		15/25 à 35/110	0,015	0,026	0,045	0,12	0,32	0,54

Tableau 4.2

TERRES NON ALLUVIALES - P et K total (en %)

Type de terre	Faciès	Profondeur (cm)	P			K		
			Minimum	Moyenne	Maximum	Minimum	Moyenne	Maximum
Terres ferrallitiques	Sur roche magmatique acide	0-20	-	0,038	-	-	0,14	-
		20-55	-	0,038	-	-	0,10	-
	Sur roche sableuse	0-20	-	0,023	-	-	0,02	-
		20-45	-	0,023	-	-	0,05	-
		>45	-	0,015	-	-	0,43	-
	Ensemble	0-20	0,023	0,030	0,038	0,02	0,08	0,14
20 à 45/55		0,023	0,030	0,038	0,05	0,07	0,10	
>45		-	0,015	-	-	0,43	-	
Terre grise	Sur roche magmatique acide	0-15/20	0,015	0,026	0,038	0,01	0,03	0,05
		15/20 à 60/80	0,015	0,016	0,019	0,01	0,05	0,11
Terre lessivée	Sur roche magmatique acide	0-20	-	0,025	-	-	0,03	-
		20-55	-	0,015	-	-	0,02	-

On constate que :

- . les terres alluviales sont moyennement à bien pourvues sur l'ensemble du profil ;
- . les terres non alluviales présentent des teneurs très variables, souvent insuffisantes ; seules les terres ferrallitiques développées sur roche magmatique acide offrent des teneurs correctes ; par contre celles développées sur roche sableuse sont particulièrement carencées.

2.3.5.3 Rapport P total/P assimilable (tableaux 6.1 et 6.2)

Il rend compte de la réserve et donne, en culture tropicale, de bonnes corrélations avec les rendements.

Il est compris entre 1,4 et 21,9 sur l'ensemble de terres alluviales, entre 1,1 et 14,6 sur l'ensemble des terres non alluviales (très souvent inférieur à 5).

2.3.6 LE POTASSIUM

2.3.6.1 Potassium échangeable (tableaux 5.1 et 5.2)

L'échelle suivante peut servir de référence :

Teneur du sol en K ₂ O échangeable		Appréciation
me/100 g	mg/100 g	
< 0,20	< 7,8	Faible
0,20 à 0,60	7,8 à 23,4	Normale
0,30 à 0,60	11,7 à 23,4	Normale (pour tubercules)
> 0,60	> 23,4	Elevée

On constate que :

- . à l'exception du faciès modal, toutes les terres alluviales, même celles inondées annuellement, présentent une certaine carence ;
- . à l'exception des terres ferrallitiques et de certaines terres grises, développées sur roche magmatique acide qui offrent une teneur normale, toutes les terres non alluviales sont carencées.

Tableau 5.1

TERRES ALLUVIALES - N, P₂O₅, K₂O assimilables (en mg pour 100 g)

Type de terre	Faciès	Profondeur (cm)	N			P ₂ O ₅			K ₂ O		
			Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.
Terres alluviales inondées annuellement	Modal	0-20/30	3,50	4,29	7,00	3,06	9,77	13,13	9,50	16,50	25,50
		20/30 à 40/50	2,63	4,09	5,25	13,13	13,13	13,13	7,50	11,75	16,00
		> 40/50	-	3,50	-	-	13,13	-	-	7,50	-
	Sur levée de berge (alluv. grossières)	0-20	-	1,75	-	-	13,13	-	-	7,50	-
		20-80	-	-	-	-	18,75	-	-	5,00	-
80-130		-	-	-	-	18,75	-	-	7,50	-	
130-200		-	-	-	-	6,25	-	-	2,50	-	
Alluv. fines / Alluv. grossières	0-15/20	0,87	2,18	3,50	13,13	13,13	13,13	5,50	6,50	7,50	
	15/20 à 40/80	-	0,88	-	3,06	10,90	13,75	7,50	8,50	9,50	
	40/80 à 130/200	-	-	-	-	-	-	-	2,50	-	
Ensemble des alluvions fines	0-15/20	0,87	3,40	7,00	3,06	11,11	13,13	5,50	12,50	25,50	
	15/20 à 40/80	0,88	3,28	5,25	3,06	12,24	18,75	7,50	10,45	16,00	
	40/80 à 130/200	-	3,50	-	-	13,13	-	-	7,50	-	
Terres alluviales inondées tous les 2 à 5 ans	Modal	0-15	1,75	4,19	6,25	6,25	11,60	27,50	1,50	6,37	17,50
		15/25 à 60/110	-	2,63	-	13,13	15,60	18,75	1,50	8,17	20,50
		>60/110	-	1,75	-	13,13	15,00	18,75	2,50	7,67	17,50
	Sur collu-alluvions (colluv. granitiques)	0-15	-	2,63	-	-	13,13	-	-	4,00	-
15-35		-	2,63	-	-	4,69	-	-	5,00	-	
Reposant sur terre ferrallitique	0-20/25	2,63	3,94	5,25	3,06	4,65	6,25	5,00	5,00	5,00	
	20/25 à 50/75	-	5,06	-	-	15,94	-	2,50	3,75	5,00	
Ensemble	0-15/25	1,75	3,89	6,25	3,06	9,83	27,50	1,50	5,64	17,50	
	15/25 à 35/110	2,63	3,84	5,06	4,69	13,79	18,75	1,50	6,45	20,50	
	>35/110	-	-	-	-	-	-	2,50	7,67	17,50	

Tableau 5.2

TERRES NON ALLUVIALES - N, P₂O₅, K₂O assimilables (en mg pour 100 g)

Type de terre	Faciès	Profondeur (cm)	N			P ₂ O ₅			K ₂ O		
			Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.
Terres ferrallitiques	Sur roche magmatique acide	0-20	-	3,50	-	-	13,13	-	-	13,00	-
		20-55	-	4,38	-	-	13,13	-	-	3,50	-
	Sur roche sableuse	0-20	-	2,62	-	-	0,023	-	-	0,02	-
		20-45	-	0,06	-	-	0,023	-	-	0,05	-
		> 45	-	0,03	-	-	0,015	-	-	0,43	-
	Ensemble	0-20	2,62	3,06	3,50	0,02	6,58	13,13	0,02	6,51	13,00
20 à 45/55		0,06	2,21	4,38	0,02	6,58	13,13	0,05	4,77	9,50	
> 45		-	0,03	-	-	0,02	-	-	0,43	-	
Terre grise	Sur roche magmatique acide	0-15/20	2,63	3,28	3,50	3,06	7,17	13,13	4,00	8,80	17,50
		15/20 à 60/80	1,75	2,63	3,50	6,25	9,68	13,13	-	7,50	-
		60/80 à 100/130	-	-	-	-	-	-	-	3,75	-
Terre lessivée	Sur roche magmatique acide	0-20	-	3,50	-	-	1,75	-	-	5,00	-
		20-55	-	3,50	-	-	13,13	-	-	5,00	-

Tableau 6.1

TERRES ALLUVIALES - Rapport élément total/élément échangeable

Type de terre	Faciès	Profondeur (cm)	N total/N échangeable			P ₂₀₅ total/P ₂₀₅ échangeable			K ₂₀ total/K ₂₀ échangeable			
			Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	
Terres alluviales inondées annuellement	Modal	0-20/30	3,2	12,4	24	3,4	8,4	16,7	20,0	47,9	72,6	
		20/30 à 40/50	3,2	28,5	71,6	3,4	3,9	4,3	51,9	66,6	74,7	
		> 40/50	-	4,0	-	-	4,0	-	-	82,7	-	
	Sur levée de berge (alluv. grossières)	0-20	-	24	-	-	4,1	-	-	5,9	-	
Alluv. fines / Alluv. grossières	Ensemble des alluvions fines	0-15/20	24	86,2	148,5	4,3	4,6	4,9	78,2	94,1	110,1	
		0-15/20	3,2	41,9	148,5	3,4	6,9	16,7	20,0	66,4	110,1	
		15/20 à 40/80	3,2	28,5	71,6	3,4	3	4,9	51,9	66,6	74,7	
>40/80	-	4,0	-	-	4,0	-	-	-	82,7	-		
Terres alluviales inondées tous les 2 à 5 ans	Modal	0-15/25	13,3	27,8	48	1,4	3,4	7,2	5,7	97,8	155	
		15/25 à 60/110	-	8,4	-	-	3,4	-	-	216	-	
		> 60/110	-	24,0	-	-	3,8	-	-	220	-	
	Sur collu-alluvions (colluv. granitiques)	0-15	-	4,3	-	-	5,5	-	-	72,5	-	
		15-35	-	3,0	-	-	3,0	-	-	60,0	-	
	Reposant sur terre ferrallitique	Ensemble	0-20/25	5,3	13,5	21,7	6,1	14,0	21,9	44	55	66
			20/25 à 50/75	-	11,2	-	-	1,9	-	-	72	-
90-150			-	5,3	-	-	1	-	-	20	-	
150-250	4,3	20,4	48	1,4	6,7	21,9	5,7	82,0	155			
Ensemble	15/25 à 35/110	3,0	7,5	11,2	1,9	2,8	3,4	60	116	216		
	>35/110	5,3	10,8	24,0	1,0	2,4	3,8	20	120	220		

Tableau 6.2

TERRES NON ALLUVIALES - Rapport élément total/élément échangeable

Type de terre	Faciès	Profondeur (cm)	N tot/N échangeable			P ₂ O ₅ tot/P ₂ O ₅ échangeable			K ₂ O tot/K ₂ O échangeable		
			Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.
Terres ferrallitiques	Sur roche magmatique acide	0-20	-	4,0	-	-	2,9	-	-	10,8	-
		20-55	-	3,2	-	-	2,9	-	-	10,5	-
	Sur roche sableuse	0-20	-	29,3	-	-	1,2	-	-	4,0	-
		20-45	-	16,0	-	-	14,6	-	-	20,0	-
		> 45	-	6,4	-	-	2,4	-	-	172	-
	Ensemble	0-20	4,0	16,6	29,3	1,2	2,1	2,9	4,0	7,4	10,8
20 à 45/55 > 55		3,2 -	9,6 6,4	16,0 -	2,9 -	8,8 2,4	14,6 -	10,5 -	15,2 172	20,0 -	
Terre grise	Sur roche magmatique acide	0-15/20	3,2	10,9	26,0	2,4	5,4	9,5	1,0	5,4	12,5
		15/20 à 60/80	12,6	16,2	20,0	1,1	1,6	2,4	1,0	7,9	14,7
Terre lessivée	Sur roche magmatique acide	0-20	-	8,0	-	-	1,4	-	-	6,0	-
		20-55	-	16,0	-	-	1,1	-	-	4,0	-

2.3.6.2 Potassium total (tableau 4.1 et 4.2)

L'interprétation en est délicate compte tenu des corrélations peu satisfaisantes entre cet élément et les rendements des cultures. Cette somme caractérise l'état des réserves (cf. ci-après).

2.3.6.3 Rapport K total/K échangeable (tableaux 6.1 et 6.2)

Dans un contexte "quelque peu" différent (climat méditerranéen), on considère que ce rapport indique des réserves faibles lorsqu'il est égal à 5 et élevées lorsqu'il est égal à 50.

On peut ici considérer que :

- . les réserves sont élevées sur toutes les terres alluviales,
- . les réserves sont faibles sur toutes les terres non alluviales.

2.3.7 LES RAPPORTS CATIONIQUES (tableaux 13 et 14)

M. S. TOUJAN propose l'échelle de référence suivante concernant l'analyse des cations Ca et Mg par rapport à la somme de cations échangeables :

Cation \ %	7 à 8	10 à 12	50	75
Ca			bas	normal
Mg		normal	élevé	très élevé

Nous adopterons par ailleurs les normes d'équilibre proposées par B. DABIN :

$$1 < Ca/Mg < 5$$

Ca/S, Mg/S et Ca/Mg ont été reportés sur les tableaux n° 7.1 et 7.2

On constate que :

- . les terres alluviales ont un rapport Ca/Mg toujours compris entre 1 et 3, donc équilibré, dans l'horizon de surface ; le rapport est parfois inférieur à 1 dans les horizons sous-jacents, notamment dans le cas des colluvions granitiques, en raison de rapports Ca/S anormalement bas et, simultanément, de rapports Mg/S très élevés ;
- . les terres non alluviales ont un rapport Ca/Mg très fréquemment inférieur à 1 ou proche de 1, toujours inférieur à 3.

Très fréquemment donc on relève une carence calcique.

Tableau 7.1

TERRES ALLUVIALES - Rapports Ca/S, Mg/s, Ca/Mg

Type de terre	Faciès	Profondeur (cm)	Ca/S			Mg/S			Ca/Mg		
			Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.
Terres alluviales inondées annuellement	Modal	0-20/30	50	52,1	56,2	43,7	47,9	50	1	1,1	1,3
		20/30 à 40/50	42,8	52,1	63,6	36,3	47,8	57,1	0,75	1,2	1,75
		> 40/50	37,2	44,8	58,3	41,7	51,3	61,0	0,65	0,9	1,4
	Sur levée de berge (alluv. grossières)	0-20	-	50	-	-	50	-	-	1	-
		20-80	-	50	-	-	50	-	-	1	-
80-130		-	50	-	-	50	-	-	1	-	
130-200		-	50	-	-	50	-	-	1	-	
Alluv. fines / Alluv. grossières	0-15/20	50	50	50	50	50	50	1	1	1	
	15/20 à 40/80	50	55,6	61,5	38,4	44,2	50	1	1,3	1,6	
	40/80 à 130/200	-	50	-	-	50	-	-	1	-	
Ensemble des alluvions fines	0-15/20	50	51,3	56,2	43,7	48,7	50	1	1,15	1,3	
	15/20 à 40/80	42,8	53,5	63,6	36,3	46,4	57,1	0,75	1,2	1,75	
	> 40,80	37,2	44,8	58,3	41,7	51,3	61,0	0,65	0,9	1,4	
Terres alluviales inondées tous les 2 à 5 ans	Modal	0-15/25	50	66,6	75	25	33,3	50	1	2,25	3
		15/25 à 60/110	40	58,2	75	15	41,8	60	0,7	1,9	3
		> 60/110	31,2	44,8	66,6	33,3	55,1	68,7	0,4	1,0	2
	Sur collu-alluvions (colluv. granitiques)	0-15	-	50	-	-	50	-	-	1	-
		15-35	-	25	-	-	75	-	-	0,33	-
35-90		-	25	-	-	75	-	-	0,33	-	
90-140		-	43	-	-	57,0	-	-	0,75	-	
Reposant sur terre ferrallitique	0-20/25	50	55	60	40	45	50	1	1,25	1,5	
	20/25 à 50/75	33,3	41,7	50	50	58,3	66,6	0,5	0,75	1	
	90-150	50	53,5	57,1	42,8	46,4	50	1	1,15	1,3	
	150-250	40	57,5	75	25	42,5	60	0,7	1,85	3	
Ensemble	0-15/25	50	60,9	75	25	39,0	50	1	1,8	3	
	15/25 à 35/110	25	48,7	75	25	51,3	75	0,33	1,35	3	
	> 35/110	25	44,5	66,6	33,3	55,5	75	0,33	0,95	2	
		40	52,7	75	25	47,3	60	0,7	1,5	3	

2.4 PROPRIETES PHYSIQUES ET HYDRODYNAMIQUES

2.4.1 LA TEXTURE

Les catégories de grosseurs utilisées sur la carte des sols pour le classement des éléments sont les suivantes :

- . sable grossier : de 1 à 0,2 mm
- . sable fin : de 0,2 mm à 20 μ
- . limon : de 20 à 2 μ
- . argile : < 2 μ

Ce classement correspond sensiblement à celui proposé en 1926 par l'Association Internationale de la Science du Sol. Il ne distingue malheureusement pas, au sein de la classe des sables fins, la fraction des éléments compris entre 20 et 50 μ dont les propriétés, plus proches de celles des limons que des sables, les ont fait ultérieurement et internationalement rattacher à la classe des limons sous l'appellation "limons grossiers". En conséquence les résultats d'analyse ont été reportés sur "l'ancien" diagramme textural admis internationalement, établi à la suite des propositions de 1926 (cf annexe n° 2) ; ce diagramme comprend neuf classes de textures :

Texture argileuse	_____	A
Texture argilo-limoneuse	_____	Al
Texture argilo-sableuse	_____	As
Texture limono-argileuse	_____	La
Texture limoneuse	_____	L
Texture limono-sableuse	_____	Ls
Texture sablo-limoneuse	_____	Sl
Texture sablo-argileuse	_____	Sa
Texture sableuse	_____	S

En fonction du type de sol et de la profondeur de prélèvement de l'échantillon, les résultats obtenus à l'analyse par prélèvement à la pipette Robinson, sont les suivants (cf. tableaux 8.1 et 8.2 ci-après) :

Tableau 8.1

TERRES ALLUVIALES - LA TEXTURE

Type de terre	Faciès	Profondeur (cm)	Argile			Limon			Sable fin			Sable grossier			Limon/argile			Sable fin/sable grossier		
			min.	moy.	max.	min.	moy.	max.	min.	moy.	max.	min.	moy.	max.	min.	moy.	max.	min.	moy.	max.
Terres alluviales inondées annuellement	Modal	0-20/30	14,4	16,3	17,8	28,4	32,3	40,0	40,5	49,9	55,2	0,7	2,5	4,7	1,7	2,0	2,2	8,6	37,8	77,1
		20/30 à 40/50	20,4	26,0	34,5	23,6	30,1	34,6	30,2	42,4	52,8	0,7	1,6	3,1	0,9	1,2	1,7	9,7	42,9	66,3
		> 40/50	19,6	27,8	40,7	22,1	29,0	40,5	18,4	42,4	54,5	0,3	0,5	1,0	0,9	1,0	1,2	4,6	39,5	81
	Sur levée de berge (alluv. grossières)	0-20		8,4			6,1			25,8			59,7			0,7				0,4
		20-80		6,0			3,5					41,4			0,6				1,2	
		80-130		7,5			6,2					38,1			0,8				1,3	
	Alluv. fines / Alluv. grossières	0-15/20	13,8	20,5	27,3	20,5	21,1	21,8	43,7	46,6	49,5	8,4	11,6	14,9	0,8	1,2	1,6	3,3	4,2	5,2
15/20 à 40/80		11,9	14,1	16,2	12,2	14,0	15,8	42,3	49,8	57,3	10,7	22,1	33,5	1,0	1,0	1,0	1,3	3,3	5,4	
40/80 à 130/200		4,8	6,0	7,2	2,4	3,5	4,6	0,1	15,2	30,3	58,0	75,3	92,7	0,5	0,6	0,6	0,01	0,2	0,5	
	Ensemble des alluvions fines	0-15/20	13,8	18,4	27,3	20,5	26,7	40,0	40,5	48,2	55,2	0,7	7,0	14,9	0,8	1,6	2,2	3,3	21	77,1
15/20 à 40/80		11,9	20,0	34,5	12,2	22,0	34,6	30,2	46,1	57,3	0,7	11,8	33,5	0,9	1,1	1,7	1,3	23,1	66,3	
40/80 à 130/200		19,6	27,8	40,7	22,1	29,0	40,5	18,4	42,4	54,5	0,3	0,5	1,0	0,9	1,0	1,2	4,6	39,5	81	
Terres alluviales inondées tous les 2 à 5 ans	Modal	0-15/25	9,0	14,3	19,0	0,1	17,6	29,8	41,6	45,9	47,9	3,6	22,6	44,1	0,1	1,3	2,5	1,0	7,4	23,6
		15/25 à 60/110	16,9	28,0	46,4	6,8	14,0	20,8	21,9	39,1	50,8	10,1	18,8	29,4	0,3	0,5	0,7	1,4	2,5	5,0
		> 60/110	13,3	30,0	46,3	9,6	33,2	66,3	16,1	22,2	26,7	0,6	14,5	49,3	0,4	1,7	4,9	0,3	16,5	32,7
	Sur collu-alluvions (colluv. granitiques)	0-15		8,8			7,9			53,4			29,9			0,9				1,8
		15-35		9,0			14,9			45,2			30,9			1,7			1,5	
		35-90		7,4			7,0			61,4			29,2			0,9			2,1	
		90-140		10,2			15,6			59,7			14,6			1,5			4,1	
	Reposant sur terre ferrallitique	0-20/25	13,9	16,6	19,3	9,8	12,0	14,2	47,0	49,6	52,3	18,4	21,6	24,9	0,5	0,75	1,0	2,8	13,8	24,9
20/25 à 50/75		13,0	30,3	47,6	9,2	17,1	25,0	27,3	31,3	35,3	0,15	21,4	42,6	0,5	0,6	0,7	0,8	-	182	
90-150			47,6				25,0			27,3			0,15			0,5			182	
150-250			13,0				9,2			35,3			42,6			0,7			0,8	
	Ensemble	0-15/25	8,8	14,2	19,3	0,1	14,6	29,8	41,6	48,0	53,4	3,6	23,3	44,1	0,1	1,1	2,5	1,0	8,4	24,9
15/25 à 35/110		9,0	25,9	47,6	6,8	15,0	25,0	21,9	37,7	50,8	10,1	21,3	42,6	0,3	0,7	1,7	0,8	-	182	
> 35/110		7,4	32,6	46,3	7,0	28,0	66,3	16,1	30,0	61,4	0,6	17,4	49,3	0,4	1,5	4,9	0,3	-	32,7	

Tableau 8.2

TERRES NON ALLUVIALES - LA TEXTURE

Type de terre	Faciès	Profondeur (cm)	Argile			Limon			Sable fin			Sable grossier			Limon/argile			Sable fin/sable grossier		
			min.	moy.	max.	min.	moy.	max.	min.	moy.	max.	min.	moy.	max.	min.	moy.	max.	min.	moy.	max.
Terres ferrallitiques	Sur roche magmatique acide	0-20		17,1			8,1			38,1			36,7			0,5			1,0	
		20-55		12,8			9,2			40,3			36,7			0,7			1,1	
		55-125		36,9			14,1			23,8			25,2			0,4			0,9	
	Sur roche sableuse	0-20		9,9			6,7			50,1			33,2			0,7			1,5	
		20-45		24,5			12,0			45,0			18,5			0,5			2,4	
		> 45		52,2			23,8			20,2			3,8			0,5			5,3	
Ensemble	0-20	9,9	13,5	17,1	6,7	7,4	8,1	38,1	44,1	50,1	33,2	34,9	36,7	0,5	0,6	0,7	1,0	1,25	1,5	
	20 à 45/55	12,8	18,7	24,5	9,2	10,6	12,0	40,3	42,6	45,0	18,5	27,6	36,7	0,5	0,6	0,7	1,1	1,75	2,4	
	> 45	36,9	44,5	52,2	14,1	18,9	23,8	20,2	22,0	23,8	3,8	14,5	25,2	0,4	0,45	0,5	0,9	3,1	5,3	
Terre grise	Sur roche magmatique acide	0-15/20	7,6	9,1	10,2	1,2	3,4	5,2	18,2	25,0	39,2	46,8	62,5	70,9	0,1	0,4	0,6	0,3	0,4	0,8
		15/20 à 60/80	8,5	13,7	24,1	2,1	4,3	6,3	21,4	30,9	40,1	46,7	51,1	56,3	0,2	3,5	0,5	0,4	0,6	0,8
		60/80 à 100/230	17,6	23,8	26,2	4,1	4,7	6,6	21,7	27,5	40,7	36,6	44,0	45,2	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	1,1
terre lessivée	Sur roche magmatique acide	0-20		9,5			9,7			13,9			66,9			1,0			0,2	
		20-55		7,6			7,8			20,6			64,0			1,0			0,3	
		> 55		22,6			10,2			18,4			48,8			0,4			3,4	

Les classes texturales représentées (sur les échantillons prélevés) sont les suivantes :

TABLEAU 9 - LES CLASSES TEXTURALES												
Type de terre		Horizon de surface			Horizon moyen			Horizon profond				
Terres alluviales inondées annuellement	Faciès modal	S1	Sa	S	Sa	A	A	AS	A	Al	L	
	Sur levée de berge	S			S			S				
	Alluv./Alluv. fines/grossières	As	S1		Sa	S		S				
Terres alluviales inondées tous les 2 à 5 ans		S	S1		S	S1	As	(Al)	S	S1	As	Al
Terres ferrallitiques		Sa	S		Sa	S		As	A			
Terre grise		S			S			Sa				
Terre lessivée		S			Sa	S		Sa	As			

2.4.2 DENSITE REELLE (dr), DENSITE APPARENTE (da), POROSITE TOTALE (Po) (cf. tableaux 10.1 et 10.2).

2.4.2.1 Densité réelle

Pratiquement indépendante de la texture, la densité réelle ne présente que peu de variations avec le type de sol.

Les valeurs de dr adoptées sont les suivantes :

Terres alluviales inondées annuellement	_____	2,45
Terres alluviales inondées tous les 2 à 5 ans	_____	2,65
Terres ferrallitiques	_____	2,60
Terres grises et terres lessivées	_____	2,55

2.4.2.2 Densité apparente

Elle présente des variations beaucoup plus importantes en relation avec la texture, et surtout la structure.

Les valeurs obtenues sont les suivantes :

- . terres alluviales inondées annuellement :
 - faciès modal : 2,0
 - sur levée de berge : 1,3 jusqu'à 20 cm, 1,45 ensuite
 - alluvions fines/alluvions grossières : 1,25
- . terres alluviales inondées tous les 2 à 5 ans :
 - 1,8 jusqu'à 20 cm, 2,0 ensuite
- . terres grises : 1,4
- . terres lessivées :
 - 1,6 jusqu'à 20 cm
 - 1,8 ensuite
- . terres ferrallitiques :
 - sur roche magmatique acide : assimilées aux terres lessivées (1,6 jusqu'à 20 cm, 1,8 ensuite)
 - sur roche sableuse : 1,4

2.4.2.3 Porosité totale

Définie comme la somme des porosités capillaire et non capillaire, elle peut être calculée à partir des valeurs de d_a et d_r :

$$P_o = \frac{d_r - d_a}{d_r} \times 100$$

Les résultats obtenus ont été reportés sur les tableaux n° 11.1 et 11.2. En relation avec la riziculture, la porosité totale est faible, de l'ordre de 35 %, dans l'horizon supérieur des terres alluviales (à l'exception des sols sur levée de berge et des sols hétérogènes) ; elle l'est également sur les terres lessivées et, vraisemblablement, sur les terres ferrallitiques, en raison, principalement, de la destruction de ces sols.

Tableau 10.1

DENSITE REELLE ET APPARENTE, POROSITE TOTALE

Type de terre	Faciès	Profondeur (cm)	dr			da			Po *		
			Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.
Terres alluviales inondées annuellement	Modal	0-20/30	2,04	2,33	2,48	1,81	1,88	1,97	28,6	32,0	36,3
		20/30 à 40/50	2,48	2,57	2,69	1,93	2,03	2,09	34,9	41,1	50,6
		> 40/50	2,40	2,45	2,51	1,95	2,00	2,06	32,0	33,2	34,4
	Sur levée de berge (alluv. grossières)	0-20	-	2,29	-	-	1,27	-	-	44,5	-
		20-80	-	2,78	-	-	1,50	-	-	46,0	-
		80-130	-	2,54	-	-	1,40	-	-	44,9	-
	Alluv. fines / Alluv. grossières	0-15/20	2,46	2,50	2,53	1,06	1,23	1,40	43,1	50,6	58,1
		15/20 à 40/80	2,46	2,50	2,54	1,17	1,25	1,33	47,6	50,0	52,4
		40/80 à 130/200	2,53	2,57	2,61	1,26	1,31	1,36	47,9	49,0	50,2
	Ensemble des alluvions fines	0-15/20	2,04	2,40	2,53	1,06	1,62	1,40	43,1	39,4	58,1
15/20 à 40/80		2,46	2,54	2,69	1,17	1,72	2,09	34,9	44,7	52,4	
40/80 à 130/200		2,40	2,45	2,51	1,95	2,00	2,06	32,0	33,2	34,4	
Terres alluviales inondées tous les 2 à 5 ans	Modal	0-15/25	2,64	2,68	2,73	-	1,79	-	-	33,9	-
		15/25 à 60/110	2,53	2,64	2,75	1,46	2,00	2,21	30,9	37,1	43,2
	Sur collu-alluvions (colluv. granitiques)	0-15	-	2,61	-	-	-	-	-	-	-
		15-35	-	2,62	-	-	-	-	-	-	-
		35-90	-	2,60	-	-	-	-	-	-	-
Reposant sur terre ferrallitique	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ensemble	0-15/25	2,61	2,67	2,73	-	1,79	-	-	33,9	-	
	15/25 à 35/110 > 35/110	2,53	2,64	2,75	1,46	2,00	2,21	30,9	37,1	43,2	

* $Po = \frac{dr - da}{dr} \times 100$

Tableau 10.2

DENSITE REELLE ET APPARENTE, POROSITE TOTALE

Type de terre	Faciès	Profondeur (cm)	dr			da			Po		
			Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.
Terres ferrallitiques	Sur roche magmatique acide	0-20	-	2,57	-						
		20-55	-	2,53	-						
		55-125									
Terres ferrallitiques	Sur roche sableuse	0-20	-	2,68	-						
		20-45	-	2,70	-						
		Ensemble	0-20 20 à 45/55	2,57 2,53	2,62 2,62	2,68 2,70					
Terre grise	Sur roche magmatique acide	0-15/20	2,51	2,54	2,58	-	1,35	-	-	46,2	-
		15/20 à 60/80	2,47	2,53	2,59	-	1,49	-	-	39,7	-
		60/80 à 100/130	2,46	2,63	2,81	-	1,42	-	-	42,2	-
Terre lessivée	Sur roche magmatique acide	0-20	-	2,54	-	-	1,61	-	-	36,6	-
		20-55	-	2,53	-	-	1,77	-	-	30,0	-

2.4.3 CAPACITE DE RETENTION (CR), POINT DE FLETRISSEMENT PERMANENT (PFP),
EAU UTILE (EU) - (cf. tableaux 11.1 et 11.2)

2.4.3.1 Capacité de rétention

La capacité de rétention peut être définie comme "la quantité d'eau capillaire retenue par le sol".

L'énergie de rétention de cette eau est d'autant plus élevée que la texture est plus fine mais, compte tenu de l'absence de textures extrêmes (lourdes ou très grossières), nous avons considéré qu'elle était ici la même pour tous les types de sol : 1 atmosphère, ce qui correspond à un potentiel capillaire de 3,0 (pF 3,0).

La capacité de rétention est de l'ordre de 30 à 40 % pour les terres alluviales modales ; sur matériaux plus grossiers, notamment sur colluvions granitiques et surtout sur levées de berge, elle descend à 20 % voire 10 %. Il en est de même sur les terres grises et les terres lessivées.

2.4.3.2 Point de flétrissement permanent

Le point de flétrissement permanent marque la limite de l'eau absorbable par les plantes ; on admet qu'il correspond à une énergie de rétention d'environ 16 atmosphères soit à un potentiel capillaire de 4,2.

2.4.3.3 Eau utile (EU)

On désigne ainsi l'eau théoriquement mise à la disposition des plantes exprimée en poids.

Elle correspond à la différence entre la CR (pF 3,0) et la quantité d'eau retenue dans le sol au point du flétrissement permanent (pF 4,2). Les valeurs ainsi obtenues ont été reportées sur les tableaux 11.1 et 11.2.

2.4.4 LA DOSE D'IRRIGATION (tableaux 12.1 et 12.2)

L'eau mise à la disposition des plantes, en m³/ha par centimètre de sol, s'exprime par le produit de l'eau utile et de la densité apparente.

Pour préciser la dose d'arrosage nous prendrons en considération deux profondeurs d'enracinement, 50 et 100 cm et nous admettrons que, pour tenir compte de la diminution de l'absorption hydrique lorsque le pF prend des valeurs proches de 4,2, l'arrosage est nécessaire lorsque la moitié de l'eau utile est consommée.

Compte tenu de ces hypothèses et des profondeurs moyennes des horizons successifs, nous obtenons les doses d'arrosage (dose pratique maximale) suivantes :

Tableau 11.1

TERRES ALLUVIALES - CR, PFP, EU

Type de terre	Faciès	Profondeur (cm)	CR			PFP			EU		
			Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.
Terres alluviales inondées annuellement	Modal	0-20/30	36,3	36,9	37,5	18,8	22,8	25,9	11,0	14,1	18,7
		20/30 à 40/50	34,1	37,8	39,6	22,5	24,8	28,0	10,3	11,7	17,1
		> 40/50	31,9	35,0	39,6	25,1	28,0	31,5	4,7	7,1	8,5
	Sur levée de berge (alluv. grossières)	0-20	-	13,4	-	-	8,2	-	-	5,2	-
		20-80	-	9,8	-	-	7,9	-	-	1,9	-
		80-130	-	10,8	-	-	7,9	-	-	2,9	-
	Alluv. / Alluv. fines / grossières	0-15/20	26,3	27,9	29,5	21,6	23,0	24,4	1,9	4,9	7,9
		15/20 à 40/80	-	40,4	-	-	16,2	-	-	2,42	-
		40/80 à 130/200	8,8	-	10,4	6,4	-	8,0	2,3	2,35	2,4
	Ensemble des alluvions fines	0-15/20	26,3	33,3	37,5	18,8	22,8	25,9	1,9	11,8	18,7
15/20 à 40/80		34,1	38,4	40,4	16,2	22,6	28,0	10,3	11,7	17,1	
> 40/80		31,9	35,0	39,6	25,1	28,0	31,5	4,7	7,1	8,5	
Terres alluviales inondées tous les 2 à 5 ans	Modal	0-15/25	23,7	29,1	39,4	9,1	17,0	33,8	5,6	10,8	17,4
		15/25 à 60/110	20,6	28,1	36,1	14,1	21,5	29,6	3,4	6,6	11,7
		> 60/110	29,2	35,8	42,3	27,2	32,8	38,3	2,0	3,0	4,1
	Sur collu-alluvions (colluv. granitiques)	0-15	-	17,6	-	-	12,1	-	-	5,6	-
		15-35	-	20,4	-	-	12,7	-	-	7,7	-
		35-90	-	20,0	-	-	12,4	-	-	7,5	-
	Reposant sur terre ferrallitique	0-20/25	23,0	23,4	23,9	20,3	21,4	22,1	1,0	2,3	3,6
		20/25 à 50/75	21,4	27,4	33,4	15,8	23,3	30,7	2,7	4,1	5,6
		90-150	15,7	20,2	24,8	10,2	14,4	18,7	5,5	5,8	6,1
	Ensemble	0-15/25	17,6	25,8	39,4	9,1	17,6	33,8	1,0	7,6	17,4
15/25 à 35/110		20,4	26,8	36,1	12,7	20,8	30,7	2,7	6,0	11,7	
> 35/110		15,7	29,1	42,3	10,2	24,6	38,3	2,0	4,4	7,5	

Tableau 11.2

TERRES ALLUVIALES - CR, PFP, EU

Type de terre	Faciès	Profondeur (cm)	CR			PFP			EU		
			Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.
Terres ferrallitiques	Sur roche magmatique acide	0-20	-	34,2	-	-	13,2	-	-	21,0	-
		20-55	-	19,2	-	-	14,2	-	-	5,0	-
		55-125	-	29,1	-	-	20,8	-	-	8,3	-
	Sur roche sableuse	0-20	-	28,0	-	-	7,2	-	-	20,8	-
		20-45	-	25,6	-	-	15,4	-	-	10,3	-
		> 45	-	37,5	-	-	33,9	-	-	3,6	-
	Ensemble	0-20	28,0	31,1	34,2	7,2	10,3	13,2	20,8	20,9	21,0
		20 à 45/55	19,2	22,4	25,6	14,2	14,8	15,4	5,0	7,6	10,3
		> 45	29,1	33,3	37,5	20,8	27,3	33,9	3,6	6,0	8,3
Terre grise	Sur roche magmatique acide	0-15/20	10,5	23,1	37,3	5,7	8,0	13,8	3,8	9,6	17,9
		15/20 à 60/80	8,0	12,6	18,1	6,2	8,4	12,1	1,0	4,2	10,4
		60/80 à 100/130	9,8	15,7	18,9	5,7	9,3	12,6	2,9	6,4	13,2
Terre lessivée	Sur roche magmatique acide	0-20	-	18,6	-	-	16,4	-	-	2,2	-
		20-55	-	16,4	-	-	10,6	-	-	5,8	-

Tableau 12.1

DOSE D'IRRIGATION POUR UN ENRACINEMENT DE 50 cm

Type de terre	Faciès	EU (en % de poids)			Da (adoptée)			EU (m3/ha/cm)			Profondeur moyenne (cm)			Eau disponible (m3/ha)			Eau disponible sur 50 cm (m3/ha)	Dose d'irriga- tion (m3/ha)
		1er hor.	2e hor.	3e hor.	1e hor.	2° hor.	3° hor.	1e hor.	2° hor.	3° hor.	1e hor.	2e hor.	3° hor.	1e hor.	2° hor.	3° hor.		
Terres alluviales inondées annuellement	Modal	14,1	11,7	7,1	2,0	2,0	2,0	28,2	23,4	14,2	0-25	25-45	45-50	705	468	71	1 245	620
	Sur levée de berge	5,2	1,9	2,9	1,3	1,45	-	6,8	2,8	-	0-20	20-50	-	136	84	-	220	110
	Alluv. fines / Alluv. grossières	4,9	2,4	2,3	1,25	1,25	-	6,1	3,0	-	0-20	20-50	-	122	90	-	212	110
Terres alluviales inondées tous 2 à 5 ans	Modal	10,8	6,6	3,0	1,8	2,0	-	19,4	13,2	-	0-20	20-50	-	388	396	-	784	390
	Sur collu- alluvions	5,6	7,7	7,5	1,8	2,0	2,0	11,2	15,4	15,0	0-15	15-35	35-50	168	224	225	617	310
	Sur terre ferrallitique	2,3	4,1	5,8	1,8	2,0	-	4,1	8,2	-	0-20	20-50	-	82	246	-	328	160
Terres ferrallitiques	Sur roche magmatique acide	21,0	5,0	8,3	1,6	1,8	-	33,6	8,0	-	0-20	20-50	-	672	240	-	912	460
	Sur roche sableuse	20,8	10,3	3,6	1,4	1,4	-	29,1	14,4	-	0-20	20-50	-	582	432	-	1 014	510
Terres grises	Sur roche magmatique acide	9,6	4,2	6,4	1,4	1,4	-	13,4	5,9	-	0-20	20-50	-	260	177	-	437	220
Terres lessivées	Sur roche magmatique acide	2,2	5,8	5,8	1,6	1,8	-	3,5	10,4	-	0-20	20-50	-	70	187	-	257	130

Tableau 12.2

DOSE D'IRRIGATION POUR UN ENRACINEMENT DE 100 cm

Type de terre	Faciès	EU (en % de poids)			Da (adoptée)			EU (m ³ /ha/cm)			Profondeur moyenne (cm)			Eau disponible (m ³ /ha)			Eau disponible sur 100 cm (m ³ /ha)	Dose d'irriga- tion (m ³ /ha)
		1er hor.	2e hor.	3e hor.	1e hor.	2° hor.	3° hor.	1e hor.	2° hor.	3° hor.	1e hor.	2e hor.	3° hor.	1e hor.	2° hor.	3° hor.		
Terres alluviales inondées annuellement	Modal	14,1	11,7	7,1	2,0	2,0	2,0	28,2	23,4	14,2	0-25	25-45	45-100	705	468	781	1 954	980
	Sur levée de berge	5,2	1,9	2,9	1,3	1,45	1,45	6,8	2,8	4,2	0-20	20-80	80-100	136	168	84	388	190
	Alluv. / Alluv. fines / grossières	4,9	2,4	2,3	1,25	1,25	1,25	6,1	3,0	2,9	0-20	20-60	60-100	122	120	116	358	180
Terres alluviales inondées tous 2 à 5 ans	Modal	10,8	6,6	3,0	1,8	2,0	2,0	19,4	13,2	6,0	0-20	20-85	85-100	388	858	90	1 336	670
	Sur collu- alluvions	5,6	7,7	7,5	1,8	2,0	2,0	11,2	15,4	15,0	0-15	15-35	35-100	168	308	975	1 451	730
	Sur terre ferrallitique	2,3	4,1	5,8	1,8	2,0	2,0	4,1	8,2	11,6	0-20	20-60	60-100	82	328	464	874	440
Terres ferrallitiques	Sur roche magmatique acide	21,0	5,0	8,3	1,6	1,8	1,8	33,6	8,0	14,9	0-20	20-55	55-100	672	280	670	1 622	810
	Sur roche sableuse	20,8	10,3	3,6	1,4	1,4	1,4	29,1	14,4	5,0	0-20	20-45	45-100	582	360	275	1 217	610
Terres grises	Sur roche magmatique acide	9,6	4,2	6,4	1,4	1,4	1,4	13,4	5,9	9,0	0-20	20-70	70-100	260	295	270	825	410
Terres lessivées	Sur roche magmatique acide	2,2	5,8	5,8	1,6	1,8	1,8	3,5	10,4	10,4	0-20	20-55	55-100	70	364	468	902	450

2.4.5 CARACTERISTIQUES HYDRODYNAMIQUES

2.4.5.1 Sols à nappe proche de la surface

Nous avons utilisé, pour déterminer la perméabilité, la "méthode des puits" de Porchet dans le cas où "le trou de sondage atteint le plan d'eau".

La détermination a été effectuée sur toutes les tranchées pédologiques où la nappe phréatique était présente.

Méthode

On utilise la formule :

$$Q = \frac{K \Delta (2H - \Delta)}{3}$$

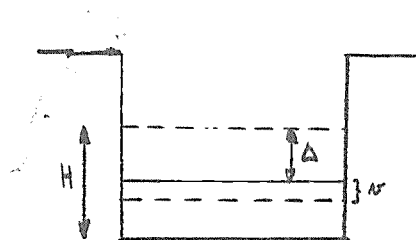
dans laquelle :

Q Est le débit (en m³/s) correspondant à une dénivellation Δ (en mètre),

K La vitesse de filtration par unité de pente (en mètre/seconde).

De la formule précédente on tire :

$$K = \frac{3Q}{\Delta (2H - \Delta)}$$



La mesure s'effectue de la façon suivante : une fois l'équilibre établi, c'est-à-dire quand l'eau a atteint dans le trou le niveau de la nappe d'eau dans le sol, ce que l'on constate par la stabilité de ce niveau, on mesure H ; puis on retire un certain volume d'eau, de manière à provoquer un petit abaissement Δ du plan d'eau. On mesure cette dénivellation. On retire ensuite un volume d'eau v , on note l'heure et l'on attend que le niveau se rétablisse. On détermine ainsi le temps t nécessaire pour qu'un volume d'eau v ait pénétré dans le puit, le débit Q est égal à v/t et l'on peut alors effectuer le calcul.

Résultats

En fonction du type de texture, les résultats obtenus (détails : cf. annexe n° 4.1) sont les suivants :

Tableau 13 : PERMEABILITES

Profil	Type de sol	Texture		K en m/s	P* en cm/h
		-	Simplifiée		
7	Sols gris lessivés/micaschiste	sa	grossière	$2,6 \cdot 10^{-3}$	940
2	Sol alluvial inondé tous les 2 à 5 ans (P)	as	moyenne	$7,5 \cdot 10^{-4}$	270
11	Sol alluvial à taches d'oxidation (Pf)	las		$5,0 \cdot 10^{-4}$	180
9	Sol alluvial inondé tous les 2 à 5 ans (P)	al	fine	$1,3 \cdot 10^{-4}$	47
2	Sol alluvial inondé tous les ans (Pg)	a	très fine	$1,1 \cdot 10^{-5}$	4

Les résultats obtenus nous paraissent systématiquement trop élevés ; ils mettent cependant en évidence la corrélation entre la perméabilité et la fréquence des inondations, soit encore entre la perméabilité et la texture.

Il conviendrait, vu l'aspect essentiel de cette question dans la détermination des besoins en eau, de ne pas s'en tenir à cette simple estimation. Nous présentons en annexe (n° 4) une méthode simple et efficace (mais nécessitant plus de temps que nous n'en disposions), méthode dite "des trois récipients", qui permet d'évaluer conjointement l'évapotranspiration, la percolation, les besoins en eau et également les précipitations efficaces, dans une culture de riz. La mise en place du dispositif et le suivi des mesures pourraient être facilement assurés par le personnel de la station d'agronomie de Quang Nghia.

2.4.5.2 Sols à nappe profonde

Le trou de sondage n'atteint pas le plan d'eau.

Méthode

La méthode utilisée pour caractériser la perméabilité in situ dans ce cas a été la méthode du double cylindre de Müntz. Le coefficient de perméabilité K est la hauteur d'eau unitaire infiltrée par unité de temps, exprimée en centimètre d'eau par heure.

Résultats

La vitesse d'infiltration I (quantité d'eau dy passant dans le sol pendant le temps dt) est déterminée graphiquement suivant la méthode exposée en annexe n° 3.2.

Les représentations graphiques des mesures d'infiltration sont présentées dans l'annexe n°3.3.

En fonction du type de sol et de la profondeur ils peuvent être récapitulés de la façon suivante :

Tableau 14

RESULTATS DES MESURES D'INFILTRATION

N° de profil	Type de sol	Horizon*	Quantité d'eau infiltrée au temps t - Ycm =	Vitesse d'infiltration instantanée - I =	Vitesse d'infiltration moyenne - I' =
1	Sol alluvionnaire inondé tous les 2 à 5 ans	S	1,4 t ^{0,42}	35 t ^{-0,58}	84 t ^{-0,58}
		P	7 t ^{0,36}	151 t ^{-0,64}	414 t ^{-0,64}
2	Sol alluvionnaire inondé tous les 2 à 5 ans	S	0,1 t ^{-0,83}	50 t ^{-0,17}	60 t ^{-0,17}
		P	1,25 t ^{-0,77}	57,9 t ^{-0,23}	75,2 t ^{-0,23}
3	Sol alluvionnaire inondé tous les 2 à 5 ans	S	0,1 t ^{0,39}	2,34 t ^{-0,61}	6 t ^{-0,61}
		P		idem surface	
6	Sol gris lessivé développé sur roche magmatique acide	S	0,85 t ^{-0,76}	38,7 t ^{-0,24}	51 t ^{-0,24}
		P	4 t ^{0,76}	105,6 t ^{-0,56}	240 t ^{-0,56}
8	Sol alluvionnaire inondé tous les 2 à 5 ans	S	0,11 t ^{0,65}	4,3 t ^{-0,35}	6,6 t ^{-0,35}
		P	0,18 t ^{0,75}	8,1 t ^{-0,25}	10,8 t ^{-0,25}
11	Sol alluvionnaire inondé tous les 2 à 5 ans reposant sur niveau ferrallitique	S	0,6 t ^{0,65}	23,4 t ^{-0,35}	36 t ^{-0,35}
		P	0,8 t ^{0,80}	38,4 t ^{-0,20}	48 t ^{-0,20}
14	Sol gris lessivé tous les 2 à 5 ans reposant sur niveau ferrallitique	S	1,4 t ^{0,83}	69,7 t ^{-0,17}	84 t ^{-0,17}
		P	0,17 t ^{0,98}	9,9 t ^{-0,02}	10,2 t ^{-0,02}
16	Sol alluvionnaire inondé tous les ans	S	0,1 t ^{0,80}	4,8 t ^{-0,20}	6 t ^{-0,20}
		P1	0,14 t ^{0,74}	6,2 t ^{-0,26}	8,4 t ^{-0,26}
		P2	0,1 t ^{0,89}	5,3 t ^{-0,11}	6 t ^{-0,11}
17	Sol ferrallitique développé sur roche magnétique acide	S	1,1 t ^{0,77}	50,8 t ^{-0,23}	66 t ^{-0,23}
		P	0,65 t ^{0,84}	32,7 t ^{-0,16}	39 t ^{-0,16}

* P = profond, S = de surface

2.5 PRESENTATION D'ENSEMBLE DU PERIMETRE IRRIGUE

2.5.1 LES LIMITES DU PERIMETRE

Le périmètre irrigué est limité :

- . à l'Ouest par le tracé des deux canaux principaux, Nord et Sud, tracé déjà défini lors des études antérieures en tenant compte du site de barrage retenu, de la topographie de la plaine alluviale et des disponibilités en eau d'irrigation ;
- . à l'Est :
 - soit par des sols salés exclus a priori en raison des problèmes d'aménagement que pose leur position basse, des faibles rendements prévisibles et des surconsommations en eau (lessivage) ;
 - soit par des sols situés sur pente non dominés gravitairement dont la fertilité, et donc les rendements attendus, ne justifieraient pas le surcroît lié à l'aménagement (terrasses et pompage) ;
 - soit, dans la moitié Sud, par des sables dunaires ou des sables rouges non ferrallitiques tous deux infertiles ;
 - soit encore, localement, par des sols lessivés incultes et sans valeur agricole ;
- . au Nord par des sols appartenant aux deux premières catégories précédentes ;
- . au Sud par la disparition des formations alluviales et le rétrécissement de la bande des terres cultivables, terres de moindre fertilité.

2.5.2 LA REPARTITION DES SOLS A L'INTERIEUR DU PERIMETRE

Trois secteurs géographiques peuvent être distingués :

2.5.2.1 Premier secteur : au Nord du Song Tra Khuc

Au plan pédologique on peut distinguer quatre sous-secteurs :

a. Zone alluviale située le long du Song Tra Khuc

La bande alluviale, d'environ 2 km de largeur moyenne (0,5 à 3,5 km) à l'Ouest de la route coloniale s'élargit à l'Est où elle atteint 5 à 6 km.

Le long du fleuve des alluvions sableuses se sont déposées en bancs plus larges vers l'aval.

Suivant leur position dans la topographie, les sols du lit majeur sont inondés à une fréquence variable et bénéficient donc d'un engraissement en éléments fins fertilisants, fonction de celle-ci et de la durée des crues.

Certains bas-fonds sont occupés par des sols à gley.

b. Zone située au Nord des alluvions précédentes et à l'Ouest de la route coloniale (jusqu'aux alluvions du Song Tra Bong)

Elle est occupée essentiellement par des terres grises lessivées disposées autour d'un noyau central non lessivé ; ces terres sont associées à des sols ferrallitiques qui constituent de larges ondulations à pente variable.

c. Zone située au Nord des alluvions précédentes et à l'Est de la route coloniale (jusqu'aux alluvions du Song Tra Bong)

Il s'agit d'un secteur plus hétérogène :

- . limité à l'Ouest par des sols ferrallitiques pentus (généralement $> 8^\circ$) développés soit sur basalte, soit sur micaschiste
- . constitué au Nord-Est par un ensemble hétéroclite de sols ferrallitiques et de terres grises lessivées développées sur roche magmatique acide, de sols ferrallitiques développés sur micaschistes, de sols alluviaux et de terres de vallée d'apport colluvial ;
- . limité au Nord par des sols salés.

d. Zone alluviale située le long du Song Tra Bong

Des dépôts alluviaux engraisés annuellement ou à une fréquence moindre longent le fleuve, semblables à ceux que l'on trouve le long du Song Tra Khuc.

En limite du périmètre et à l'amont du fleuve se trouvent trois plages de terres ferrallitiques développées sur alluvions anciennes.

2.5.2.2 Deuxième secteur : entre le Song Tra Khuc et le Song Vê

Il est principalement constitué de terres alluviales inondées soit tous les ans, soit de façon épisodique, profondes, de texture limoneuse ou limono-argileuse, très localement gleyeuse.

Des terres grises non lessivées développées sur micaschistes, associées à des terres grises lessivées développées sur granit, constituent également une vaste zone située au Sud-Ouest de Quang Nghia.

On trouve en outre :

- . quelques plages de terres ferrallitiques brun jaunâtre, sablo-limoneuses, développées sur des ondulations douces d'alluvions anciennes localisées à l'extrême amont du Song Tra Khuc ;
- . deux ondulations douces granitiques portant des terres grises lessivées à leur sommet et des terres ferrallitiques modifiées par la riziculture sur leurs flancs, ondulations situées à 4 km environ au Sud de Quang Nghia ;
- . quelques petites plages disséminées çà et là, vers le Sud du secteur de terres grises non lessivées ou de terres ferrallitiques, toutes deux développées sur micaschistes, et de terres ferrallitiques rouge jaunâtre sur granit.

2.5.2.3 Troisième secteur : au Sud du Song Vê

Trois sous-secteurs peuvent ici aussi être distingués :

a. Zone située au Sud immédiat du Song Vê (sur 5 à 6 km)

Une bande de terres alluviales inondée chaque année de 0,2 à 1 km de large longe le Song Vê en rive droite sur presque toute sa longueur. Ces terres sont limoneuses ou limono-argileuses.

Au sud de cette bande les terres, également alluviales, sont soit à dominance "terres à gley" vers l'Est, soit à dominance "saines, inondées épisodiquement" vers l'Ouest ; dans ce dernier cas la texture est parfois sablo-limoneuse.

On note également la présence d'ondulations à pente souvent forte (8 à 25°) de terres ferrallitiques développées sur micaschistes. Ces terres, peu profondes (< 50 cm), sont de texture variable sablo-limoneuse, limoneuse ou argilo-limoneuse.

b. Zone située à l'extrémité Sud du périmètre (10 derniers kilomètres)

Il s'agit d'une zone hétérogène constituée :

- . en majorité de terres grises sablo-limoneuses, plus ou moins lessivées, développées sur granit ;
- . d'une association de terres ferrallitiques rouge-jaune sur roche magmatique acide et de terres alluviales inondées de façon épisodique.

c. Zone située entre les deux précédentes

On y observe une certaine zonalité :

- . à l'Est, constamment bordée par des sables rouges, une bande continue de sols alluviaux à gley, de 1 à 2 km de largeur moyenne, se poursuit jusqu'à environ une dizaine de kilomètres au Sud de Mo Duc ; là elle laisse la place à des sols salés toujours bordés de sables rouges. La nappe phréatique sub-affleure fréquemment, tout au moins dans les terres à gley. Dans les deux types de sol la texture est limoneuse ou limono-argileuse ;
- . à l'Ouest, au pied des collines granitiques des terres grises sablo-limoneuses plus ou moins lessivées, développées sur granit, constituent une bande de 0 à 3 km de large ;
- . entre ces deux bandes se trouve une bande de largeur très variable constituée de terres alluviales, localement ferrallitisées, limoneuses, inondées de façon épisodique.

Chapitre 3

CLASSIFICATION DE L'APTITUDE DES TERRES A L'IRRIGATION

-

3.1 OBJET

L'objet de cette partie de l'étude est de définir et cartographier l'aptitude des terres à l'irrigation des cultures envisagées par l'Administration locale :

- . riz,
- . canne à sucre,
- . cultures de rente (de plein champ),
- . cultures fruitières.

3.2 BASES DE LA CLASSIFICATION

La classification adoptée respecte la méthodologie préconisée par la FAO (FAO framework for land evaluation - 1976) et s'inspire des spécifications de l'USBR.

Il s'agit :

- . d'une classification qualitative : l'aptitude relative est exprimée en termes qualitatifs seulement, sans qu'il soit fait appel aux calculs précis des dépenses et des profits ;
- . d'une classification d'aptitude potentielle : l'aptitude indiquée correspond à une utilisation donnée (culture irriguée pour une spéculation déterminée) après apport, s'il y a lieu, de certaines améliorations majeures*.

* Améliorations majeures : améliorations entraînant une modification sensible et permanente des qualités de la terre et nécessitant un input important mais non renouvelable ; exemple : drainage

Améliorations mineures : améliorations dont les effets sont assez faibles et/ou provisoires, assumables par l'exploitant.

Quatre niveaux d'aptitude sont distingués :

- . l'ordre, indique si l'unité de terre considérée est apte ou inapte au mode d'utilisation envisagé ;
- . la classe, précise à l'intérieur de chaque ordre le degré d'aptitude ;
- . la sous-classe, exprime la nature des facteurs limitants ;
- . l'unité d'aptitude, précise l'intensité du facteur limitant.

3.3 LES MODES D'UTILISATION DES TERRES

3.3.1 LES OBJECTIFS DU PROJET (cf. Progress Report)

- . En matière de superficie assolée et irriguée

Cultures	Superficie cultivée (ha)	Superficie assolée/an (ha)
Riz	25 650	53 650
Cultures de rente de plein champ	3 900	16 100
Canne à sucre	8 200	16 400
Cultures fruitières	3 650	7 300
TOTAL	41 400	93 450

- . En matière de mécanisation

Afin d'améliorer l'efficacité des labours (notamment en double et triple culture de riz où le temps qui leur est consacré est limité), d'assurer l'intensification des cultures et d'alléger la charge croissante des 25 000 animaux de traits qui, actuellement, assument la totalité des travaux, le projet prévoit d'introduire la mécanisation sur 50 % de la superficie assolée.

- . En matière d'utilisation de fertilisants

Les rendements visés ne pourront être atteints que si l'on apporte des quantités nettement plus importantes de fertilisants.

Le projet prévoit :

Fertilisants	Consommation estimée de fertilisants (kg/ha)	Riz (kg/ha)	Cultures de rente (kg/ha)	Canne à sucre (kg/ha)
Sulfate d'ammonium *	actuelle	150	50	300
	prévue	400	100	600
Phosphate	actuelle	50	0	150
	prévue	200	25	300

* Compte tenu de l'acidité des sols (cf 2.3.1), nous conseillons de remplacer cet engrais acidifiant par de l'urée.

- En matière d'utilisation de produits phytosanitaires

Le projet prévoit de doubler la quantité de produits utilisés actuellement estimée à 5 kg/ha.

- En matière de structure d'exploitation

La mise en place de 180 coopératives, chacune comprenant 200 à 300 familles et travaillant 200 à 300 ha de terres agricoles, devrait être achevée fin 1981.

3.3.2 LES TYPES D'UTILISATION DES TERRES

Compte tenu des objectifs précédents nous définirons comme suit les modes d'utilisation des terres proposées :

- a. Riziculture en double et triple culture ; irrigation par submersion

Ce type de mise en valeur correspond à une culture mécanisée intensive nécessitant des investissements importants (équipement de mécanisation, contrôle de l'érosion, protection contre les crues, fertilisation). Les terres doivent avoir une topographie très régulière et être correctement drainées.

Compte tenu de ces contraintes, doivent être choisis des secteurs composés de vastes zones de terres homogènes.

- b. "Assolement" riz + culture industrielle ; alternance d'irrigation par submersion et d'irrigation gravitaire

Ce mode d'utilisation ne devrait intervenir que pour compléter les besoins de production en riz (satisfaction des besoins de consommation) sur des terres a priori moins aptes à la riziculture.

Compte tenu des exigences souvent opposées (drainage, structure, semelle de labour, profil parcellaire, etc.) entre la riziculture et toutes les autres cultures, on ne devrait en fait pratiquer que des "pseudo-assolements" avec succession de deux séries culturales (par exemple : 4 à 5 années de riz puis 4 à 5 années d'une association de cultures industrielles), séquences de durée d'autant plus longue qu'il faudra amortir des travaux fonciers de mise en état entre chacune d'elles.

Ce type de mise en valeur correspondra à une culture semi-mécanisée et semi-intensive et nécessitera des investissements moindres que dans le mode d'utilisation précédent.

La régularité de la topographie pourra être moins parfaite et les terres seront éventuellement plus morcelées.

- c. Cultures de rente de plein champ : arrosage à la raie (ou par aspersion sur texture grossière)

Il s'agit principalement de tabac, soja, ricin, mûrier, oignons et d'autres plantes légumières.

Ce type d'utilisation des terres correspond à une culture mécanisée semi-intensive ou intensive (en fonction de la fertilité) et nécessite des investissements relativement importants : équipement de mécanisation, contrôle de l'érosion, et, surtout, fertilisation.

Le projet prévoit de réduire (de plus de 30 %) la superficie actuellement consacrée à ce type d'utilisation.

- d. Canne à sucre ; arrosage à la raie

Les gros travaux de préparation des sols ne sont à renouveler qu'au terme de plusieurs années d'exploitation de la plantation, et les travaux de récolte seront exécutés manuellement compte tenu de la main-d'oeuvre disponible ; en conséquence il devrait s'agir d'une culture faiblement mécanisée et les investissements devraient être relativement limités.

- e. Cultures fruitières ; arrosage par cuvettes ou rigoles circulaires (à la raie pour l'ananas, aspersion sur texture grossière)

Il s'agit de cultures faiblement mécanisées.

3.4 LES FACTEURS LIMITANT L'APTITUDE DES TERRES A L'IRRIGATION

Ordres et classes d'aptitude actuelle à l'irrigation sont définis en fonction de l'intervention (ou non) de facteurs limitants et de leur intensité :

- . facteurs liés au sol : texture, profondeur, présence de gravillons ou de cailloux dans le profil, de blocs ferrallitiques en surface, percolation (pertes par) ;
- . facteurs liés à la topographie : pente du terrain (sensibilité à l'érosion) ;
- . facteurs liés au drainage : drainage externe (crues), drainage interne (présence d'une nappe phréatique).

3.5 ORDRES ET CLASSES D'APTITUDE ACTUELLE A L'IRRIGATION

Trois ordres d'aptitude sont distingués :

. Ordre S

Terres pour lesquelles on attend d'une utilisation permanente en culture irriguée par ruissellement, infiltration ou aspersion, qu'elles produisent des avantages qui justifieront les dépenses courantes sans risques excessifs pour la conservation des terres dans l'unité considérée ou dans les unités voisines.

. Ordre R

Terres pour lesquelles on attend d'une utilisation permanente en riziculture par submersion qu'elles produisent des avantages qui justifieront, après apport des améliorations majeures indispensables (protection contre les crues, nivellement, drainage), les dépenses courantes d'exploitation.

. Ordre N

Terres ayant des caractéristiques qui semblent exclure leur utilisation permanente en culture irriguée ou qui entraîneraient des problèmes de production, d'entretien et de conservation nécessitant un niveau de dépenses courantes inacceptables au moment de l'étude.

Les ordres S et R comprennent trois classes d'aptitude :

a. Classe 1 (aptitude élevée)

Terres ne présentant pas de facteurs limitants significatifs pour l'utilisation définie ou seulement des limitations mineures qui ne réduiront pas de manière significative les niveaux de production et/ou qui n'augmenteront pas les dépenses courantes ni les frais d'investissements au-delà d'un seuil acceptable.

b. Classe 2 (aptitude moyenne)

Terres présentant des facteurs limitants qui dans l'ensemble sont moyennement contraignants pour l'utilisation définie, et qui réduiront les niveaux de production et/ou augmenteront les dépenses courantes et les frais d'investissements mineurs pour la production et la conservation des sols, à un point tel que l'ensemble des avantages obtenu de leur utilisation, bien qu'encore rémunérateur, sera inférieur à celui attendu pour les terres de la classe d'aptitude élevée.

c. Classe 3 (aptitude marginale)

Terres présentant des facteurs limitants qui dans l'ensemble sont sévères pour l'utilisation définie et réduiront ainsi les niveaux de production et/ou augmenteront de même les dépenses courantes pour la production, et/ou la conservation, à un point tel que ces dépenses ne seront justifiées que d'une façon marginale.

L'ordre N n'est pas scindé en classes. L'inaptitude de ces terres peut être souvent considérée comme actuelle et non permanente car elles présentent des limitations "surmontables avec le temps mais qu'on ne peut pas corriger en l'état actuel des connaissances à un prix acceptable" (salinité, pente, texture). Le symbole de cartographie adopté a ainsi été N1*.

3.6 SOUS-CLASSES ET UNITES D'APTITUDE

Trois types de limitations interviennent :

Limitations liées au sol (s)

. Texture

t₁ - argileuse

t₂ - argilo-limoneuse

* N1 : inaptitude actuelle (cf. bulletin pédologique de la FAO n° 32 "Cadre pour l'évaluation des terres" Rome 1976).

- t_3 - limono-argileuse
- t_4 - sablo-limoneuse
- t_5 - sableuse (facteur d'exclusion)

Nota : t_1 et t_2 ne sont pas représentées

. Profondeur

- e_1 - profondeur inférieure à 30 cm
- e_2 - profondeur comprise entre 30 et 70 cm
- e_3 - profondeur comprise entre 70 et 120 cm

. Gravillons (concrétions et/ou cailloux - entre 30 et 50 %)

- c_1 - à une profondeur inférieure à 50 cm
- c_2 - à une profondeur supérieure à 50 cm

. Percolation

Faible, moyenne, élevée.

Limitations liées à la topographie (t)

. Pente

- P - pente supérieure à 14 %
- p_1 - pente comprise entre 5 et 14 %
- p_2 - pente comprise entre 0,5 et 5 %

Limitations liées au drainage

- . n_1 - gley dont la profondeur d'apparition est supérieure à 30 cm
- . n_2 - gley dont la profondeur d'apparition est inférieure à 30 cm
- . i_1 - inondation annuelle
- . i_2 - inondation tous les 2 à 5 ans (ou plus)

3.7

AMELIORATIONS FONCIERES ET INVESTISSEMENTS D'ORDRE GENERAL

Les améliorations foncières ont pour objectif de corriger certaines limitations concernant le drainage (externe et interne), la topographie ou le sol.

3.7.1 CORRECTIONS DES LIMITATIONS LIEES AU DRAINAGE

Il s'agit soit d'empêcher la formation d'une nappe perchée autorisant ainsi, ou facilitant, les façons culturales, soit de maintenir la nappe phréatique à une profondeur compatible avec le développement racinaire des cultures.

Ces sujétions impliquent différents niveaux dans les travaux recommandés :

. d

Assainissement de surface avec réseau plus dense* dans le cas de risque de formation de nappe perchée et/ou drainage de coût moyen pour maintenir la nappe à une certaine profondeur.

. D

Drainage difficile à réaliser dans des zones à faible perméabilité et sans exutoire (bas-fonds).

. E

Travaux d'endiguement obligatoires pour protéger les terres inondées annuellement.

. (E)

Travaux éventuels d'endiguement pour protéger les terres inondées tous les 2 à 5 ans (ou plus) ; il s'agit principalement de la surélévation des digues mises en place le long des fleuves et rivières pour la protection des terres inondées annuellement ; seuls des calculs économiques précis peuvent permettre de préciser la hauteur optimale de ces digues en fonction du rapport gain de récolte estimé/coût des travaux.

3.7.2 CORRECTIONS DES LIMITATIONS LIEES A LA TOPOGRAPHIE

Il s'agit des travaux de terrassement nécessaires pour rectifier les pentes trop fortes ; nous avons distingué :

* L'assainissement de surface est de toute façon indispensable sur toutes les terres rizicoles pour permettre l'évacuation des eaux de submersion excédentaire.

. N

Travaux courants réalisés à un coût moyen dans le cas de pentes inférieures à 5 %.

. N

Travaux importants réalisés à un coût élevé dans le cas de pentes comprises entre 5 et 14 %.

Actuellement la majorité des terres dont la pente est inférieure à 5 % et une partie de celles dont la pente est comprise entre 5 et 14 % sont en culture et ont déjà fait l'objet de travaux de rectification des pentes ; cependant ces travaux seront souvent à reprendre pour permettre le développement de la mécanisation (parcelles trop petites).

Les terres situées sur des pentes supérieures à 14 % ont été considérées comme actuellement non irrigables, tant en raison du coût très élevé des travaux de terrassement nécessaires à leur aménagement, que du surcoût d'exploitation lié à l'élévation de l'eau.

3.7.3 CORRECTIONS DES LIMITATIONS LIEES AU SOL

L'analyse chimique a mis en évidence l'acidité généralisée des sols ; on peut donc admettre que, quel que soit le type de sol considéré, des chaulages auront un effet bénéfique ; à titre indicatif, les apports ci-après (en tonnes de Ca O) peuvent être préconisés :

pH	5	6	7	8
Sols sableux	0,8	1,3	1,6	
Sols moyens	1,4	2,5	5,0	
Sols lourds	1,6	5,0		

Nous estimons par ailleurs que les sols gris lessivés, tout particulièrement, mais aussi la quasi-totalité des sols non alluviaux devraient faire l'objet de mesures de redressement (fumures de fond) de leur fertilité.

3.8

REPARTITION DES TERRES EN FONCTION DE LEUR APTITUDE A L'IRRIGATION

Ordre	Classe d'aptitude	Catégorie de sol	Superficies (en ha)			
R	r 1	1	1 432	17 878	18 042	
		2	1 463			
		3	38			
		4	4 476			
		5	p.m.*			
		6	9 147			
		7	69			
		8	1 193			
	r 1 S 1	26	164	164		
R	r 2 S 1	9	273	9 360	10 130	28 172
		10	1 581			
		11	370			
		12	1 825			
		13	368			
		14	103			
		15	3 339			
		15bis	52			
		16	1 260			
		18	149			
		25	40			
R	r 2 S 2	27	102	770		
		28	30			
		29	84			
		30	47			
		30bis	193			
		31	41			
		32	179			
		32bis	94			
	r 3 S 3	17	p.m.*	-	-	

* p.m. = pour mémoire, hors périmètre

Ordre	Classe d'aptitude	Catégorie de sol	Superficies (en ha)			
S	S 1	33	634	643	643	31 687
		33bis	9			
	S 2	18	93	10 332	10 332	
		19	98			
		20	1 249			
		21	2 153			
		22	288			
		23	p.m.*			
		24	240			
		34	3 821			
		35	148			
		36	77			
		37	69			
		41	219			
		42	64			
		42bis	256			
		43	205			
		44	304			
		49	p.m.*			
		50	389			
	51	258				
53	100					
54	301					
S 3	38	16 933	20 712	20 712		
	39	952				
	40	519				
	45	292				
	46	104				
	47	p.m.*				
	48	1 376				
	52	178				
	55	217				
	56	141				
N	N ₁ = 21 115 ha (dont 8 734 ha de sols à pente > 14 %)					

* p.m. = pour mémoire, hors périmètre

Chapitre 4

LES BESOINS EN EAU DES CULTURES

4.1 GENERALITES

Le besoin brut en eau d'irrigation est la somme de 3 éléments :

$$LP + ETc + P^*$$

LP étant l'eau éventuellement nécessaire pour la préparation du sol,

ETc l'évapotranspiration de la culture considérée,

P les pertes par percolation.

Il vient par ailleurs :

$$Q_N \text{ (besoin net d'irrigation)} = Q_B \text{ (besoin brut)} - P_e$$

P_e étant la pluviométrie efficace, soit encore la pluviométrie utilisable par la culture.

Nous admettrons avec le FIDA (cf draft report de juin 1979) que la pluviométrie efficace correspond aux pluies de probabilité 70 % (pluviométrie assurée 7 années sur 10).

Evapotranspiration potentielle (cf 1.2.5), pluviométrie efficace et déficit hydrique ($P_e - ET_o$) se présentent ainsi :

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ET _o	93	82	86	101	150	203	205	190	204	157	158	137
P 70 %	356	182	92	30	18	11	26	38	42	76	199	413
Dh	-	-	-	71	132	192	179	152	162	121	-	-

Le déficit hydrique annuel est de 1 009 mm réparti sur 7 mois, d'avril à octobre.

* Nous considérerons comme nulles les pertes par ruissellement compte tenu du nivellement existant, des diguettes existantes et du regroupement des parcelles.

4.2 LES BESOINS EN EAU EN RIZICULTURE

4.2.1 HYPOTHESES DE BASE

4.2.1.1 Coefficient cultural kc

L'humidité relative étant supposée toujours supérieure à 70 %, nous avons adopté les valeurs suivantes de kc :

Premier mois	Deuxième mois	Mi-saison	Quatrième mois
1,1	1,1	1,05	0,95

4.2.1.2 Taux de percolation

En l'absence de données d'expérimentation (cf annexe n° 4), nous utiliserons les normes USDA :

	Terres légères		Terres moyennes		Terres lourdes	
	Pertes	Efficiéce de l'irrigation	Pertes	Efficiéce de l'irrigation	Pertes	Efficiéce de l'irrigation
Percolation dans la riziére	40 %	0,6	15 %	0,85	10 %	0,90
Percolation dans les canaux	15 %	0,85	10 %	0,90	5 %	0,95
Percolation totale adoptée	50 %	0,5	25 %	0,75	15 %	0,85

4.2.2 RESULTATS

Les besoins bruts et nets en eau d'irrigation ont été déterminés dans chacun des 3 cas - texture légère (G), moyenne (M), fine (F) - pour le riz de printemps, les riz d'été et le riz d'automne.

Les rapports $\frac{Q_{NG}}{Q_{NM}}$, $\frac{Q_{NG}}{Q_{NF}}$ et $\frac{Q_{NM}}{Q_{NF}}$ permettent de comparer les besoins nets entre les divers cas de texture.

Ces résultats sont reportés ci-après.

4.2.2.1 Riz de printemps

en mm	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars
ETo	93	82	86	101	150
P 70 %	356	182	92	30	18

a) Pépinière :

		kc = 1,4			Besoin total en mm/ha
	LPo		-		
	ETc	65	57		
TG	P	65	57		
	Q _B	130	114		
	Q _N	0	0		
TM	P	22	19		
	Q _B	87	76	Pépinière	0
	Q _N	0	0		
TF	P	11,5	10		
	Q _B	76,5	67		
	Q _N	0	0		

b) Riz repiqué :

		kc = 1,1	1,1	1,05	0,95	
	LP	180	-	-	-	
	ETc	45	95	106	71	
TG	P	225	95	106	71	
	Q _B	450	190	212	142	994
	Q _N	359	98	132	133	772
TM	P	75	32	35	24	
	Q _B	300	127	141	95	663
	Q _N	209	35	111	86	441
TF	P	40	17	19	12,5	
	Q _B	265	112	125	83,5	586
	Q _N	174	20	95	74,5	364

$\frac{Q_{NG}}{Q_{NM}}$	40	17	19	12,5	
$\frac{Q_{NG}}{Q_{NF}}$	2,1	4,9	1,9	1,8	2,12
$\frac{Q_{NM}}{Q_{NF}}$	1,20	1,75	1,17	1,15	1,21

4.2.2.2 Riz d'été 1

en mm	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
ETo	101	150	203	205	190
P 70 %	30	18	11	26	38

a) Pépinière :

			kc = 1,4					Besoin total en mm/ha
	LP	20	-					
	ETc	71	105					
TG	}	P	71	105				
		Q _B	162	210				372
		Q _N	147	201				
TM	}	P	30	35				
		Q _B	121	140			Pépinière	261
		Q _N	106	131				
TF	}	P	16	19				
		Q _B	107	124				231
		Q _N	92	115				

b) Riz repiqué :

			kc = 1,1 1,1 1,05 0,95						
	LP	180	-	-	-				
	ETc	105	223	215	90				
TG	}	P	285	223	215	90			
		Q _B	570	446	430	180		1 626	
		Q _N	561	435	404	161		1 561	

TM	P	95	74	72	30	
	Q_B	380	297	287	120	1 084
	Q_N	362	286	261	101	1 010
TF	P	30	39	38	16	
	Q_B	335	262	253	106	956
	Q_N	326	251	227	87	891
	$\frac{Q_{NG}}{Q_{NM}}$	1,5	1,5	1,5	1,6	1,55
	$\frac{Q_{NG}}{Q_{NF}}$	1,7	1,7	1,8	1,9	1,75
	$\frac{Q_{NM}}{Q_{NF}}$	1,11	1,14	1,15	1,16	1,13

4.2.2.3 Riz d'été 2

en mm	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
ETo	203	205	190	204	197
P 70 %	11	26	38	42	76

a) Pépinière :

		kc = 1,4		Besoin total en mm/ha
	LP	20	-	
	ETc	142	144	
TG	P	142	144	
	Q_B	304	288	592
	Q_N	298	275	
TM	P	54	48	
	Q_B	216	192	408
	Q_N	211	179	
TF	P	28	25	
	Q_B	190	169	359
	Q_N	184	156	

b) Riz repiqué :

		kc = 1,1	1,1	1,05	0,95	
	LP	180	-	-	-	
	ETc	113	209	224	94	
TG	{ P	293	209	224	94	
	{ Q _B	586	418	448	188	1 640
	{ Q _N	573	380	406	150	1 509
TM	{ P	98	70	75	31	
	{ Q _B	391	279	299	125	1 094
	{ Q _N	378	241	257	87	963
TF	{ P	52	37	40	17	
	{ Q _B	345	246	264	111	966
	{ Q _N	332	208	222	73	835
	$\frac{Q_{NG}}{Q_{NM}}$	1,5	1,6	1,6	1,7	1,57
	$\frac{Q_{NG}}{Q_{NF}}$	1,7	1,8	1,8	2,0	1,81
	$\frac{Q_{NM}}{Q_{NF}}$	1,14	1,16	1,16	1,19	1,15

4.2.2.4 Riz d'automne

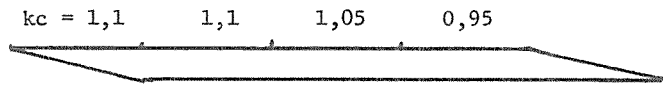
en mm	Jun	Juillet	Août	Septembre	Octobre
ETo	190	204	197	158	137
P 70 %	38	42	76	199	413

a) Pépinière :

	kc = 1,4		Besoin total en mm/ha
LP	40	-	
ETc	133	143	

TG	⎧	P	173	143	632
		Q _B	346	286	
		Q _N	327	265	
TM	⎧	P	58	48	422
		Q _B	231	191	
		Q _N	212	149	
TF	⎧	P	31	25	359
		Q _B	204	168	
		Q _N	185	147	

b) Riz repiqué :



	LP	180	-	-	-		
	ETc	112	217	166	65		
TG	⎧	P	292	217	166	65	1 480
		Q _B	584	434	332	130	
		Q _N	563	358	133	0	
TM	⎧	P	97	72	55	22	986
		Q _B	389	289	221	87	
		Q _N	347	213	22	0	
TF	⎧	P	52	38	29	11	870
		Q _B	344	255	195	76	
		Q _N	323	179	0	0	
	$\frac{Q_{NG}}{Q_{NM}}$	1,6	1,7	6,0	-	1,81	
	$\frac{Q_{NG}}{Q_{NF}}$	1,7	2,0	-	-	2,10	
	$\frac{Q_{NM}}{Q_{NF}}$	1,07	1,10	-	-	1,16	

4.2.3 CONCLUSIONS

- . Entre un sol à texture grossière et un sol à texture moyenne, le besoin en eau global annuel en riziculture est approximativement :
 - de 75 à 80 % supérieur pour un riz de printemps ou d'automne,
 - de 55 % supérieur pour un riz d'été ;

- . Entre un sol à texture grossière et un sol à texture fine, il est approximativement :
 - 2 fois supérieur pour un riz de printemps ou d'automne,
 - 75 à 80 % supérieur pour un riz d'été ;

- . Entre un sol à texture moyenne et un sol à texture fine, le besoin est approximativement :
 - de 15 % supérieur pour un riz d'été ou d'automne,
 - de 20 % supérieur pour un riz de printemps.

4.3 LES BESOINS EN EAU DE LA CANNE A SUCRE

Nous avons adopté les valeurs de kc retenues dans le draft report de juin 1979 ; il vient :

Mois		N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O
kc		0,6	0,7	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	0,9	0,8	0,7
ET ₀		93	82	86	101	150	202	205	190	204	197	158	138
ET _c = kc x ET ₀		56	57	77	91	150	223	226	209	224	177	126	97
P 70 %		356	182	92	30	18	11	26	38	42	76	199	413
Besoins à la plante		-	-	-	61	132	212	200	171	182	101	-	-
Q _N (mm)	e = 0,75*	-	-	-	81	176	283	266	228	243	135	-	-
	e = 0,50	-	-	-	122	264	424	400	342	364	202	-	-

* Efficience de l'irrigation

4.4 LES BESOINS EN EAU DU MAIS

Nous avons distingué 2 cas : maïs de printemps et maïs d'été (localement).

		Mois			
		D	J	F	M
kc		0,80	0,95	1,05	0,80
ET ₀		82	86	101	150
ET _c		66	82	106	120
P 70 %		182	92	30	18
Besoins à la plante		-	-	76	102
Q _N (mm)	e = 0,75	-	-	101	136
	e = 0,50	-	-	152	204

				M	J	J	A
kc				0,60	0,90	1,05	0,80
ET ₀				205	150	204	197
ET _c				123	171	214	158
P 70 %				26	38	42	76
Besoins à la plante				97	133	182	82
Q _N (mm)				129	177	243	109
Q _N (mm)				194	266	364	164

4.5 LES BESOINS EN EAU DU BANANIER

		Mois									
		M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
kc		0,65	0,60	0,55	0,60	0,70	0,85	0,95	1,0	1,0	1,0
ET ₀		150	203	205	190	204	197	158	137	93	82
ET		38	122	113	114	143	167	150	137	93	82
P 70 %		18	11	26	38	42	76	199	413	356	182
Besoins à la plante		80	111	87	76	101	91	-	-	-	-
Q _N (mm)	e = 0,75	107	148	116	101	135	121	-	-	-	-
	e = 0,50	160	222	174	152	202	182	-	-	-	-

4.6

LES BESOINS EN EAU DU SOJA

Le cas du soja en culture intercalaire du riz (cas b) a été examiné :

Cas a

Mois		J	F	M
		kc	0,05	1,0
ET ₀		86	101	150
ET		43	101	105
P 70 %		92	30	18
Besoins à la plante		-	71	87
Q _N (mm)	e = 0,75		95	116
	e = 0,50		142	174

Cas b

M	J	J
0,5	1,0	0,7
205	190	204
102	190	143
26	38	42
26	152	101
35	203	135
52	304	202

4.7

LES BESOINS EN EAU DES AUTRES CULTURES

Cf annexe n° 6 : extrait du draft report de juin 1979.

Annexe 1

DESCRIPTION DES PROFILS ET
RESULTATS D'ANALYSE

1.1 LES SOLS

PROFIL N° 1

-

Plaine alluviale (centre forme) - Alluvions - Submersion temporaire par débordement - Zone cultivée : jardin (manioc) - Irrigation intermittente par submersion - modelé modifié par ados et diguettes - Travail attelé - Façons soins fréquents - Parcelle non clôturée - Sol moyennement perméable puis peu perméable - Sous-sol (à plus de 4 m) perméable.

1er horizon : 0 - 20 cm - Frais - Brun jaunâtre clair (10 YR 4/4) - Texture sableuse - Structure fragmentaire, peu nette, généralisée, polyédrique subanguleuse fine et moyenne - Nombreux pores tubulaires fins sans orientation - matériau friable - racines fines et moyennes sans orientation - Transition irrégulière.

2ème horizon : 20 - 100 cm - Frais - Brun jaunâtre (10 YR 5/8) - Texture argilo-sableuse à sablo-argileuse (à sable fin dominant) - Structure particulaire - Nombreux pores intergranulaires fins sans orientation - Matériau friable - Quelques racines fines et moyennes sans orientation - Transition régulière.

3ème horizon : 100 - 320 cm - Très humide - Pseudogley - Gris clair à jaune pâle (10 YR 7/3) - Nombreuses tâches d'oxydation rougeâtres, non associées, arrondies, moyennes, à limite nette, très contrastées ; nombreuses autres tâches, de réduction, gris clair - Texture sablo-argileuse à argilo-sableuse (à sable grossier dominant) - Structure fragmentaire, nette, généralisée, polyédrique subanguleuse moyenne et fine - Peu de pores - Matériau plastique et collant - Pas de racines.

4ème horizon : 320 - 400 cm - Très humide - Pseudogley - Couleur de fond rouge jaunâtre - Texture argileuse à argilo-sableuse (sable fin dominant) - Peu perméable.

5ème horizon : 400 - 500 cm - Très humide - Pseudogley - Sable grossier jaunâtre - Très perméable.

PROFIL N° 1

Profondeur (cm).	Argile	Limons	Sable fin	Sable grossier	pH	
					Kcl	H ₂ O
0-20	11,80	0,12	44,90	44,10	-	5,60
60-80	26,20	6,80	42,10	24,90	-	5,60
120-150	49,30	16,10	9,60	25,00	-	5,60
380	16,10	39,70	1,00	43,20		

Cations échangeables (en meq/100 g TS*)				
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺	K ⁺	Na ⁺
2,40	0,80	0,64	0,002	0,004
2,40	0,80	0,64	0,001	0,008
3,20	4,00	1,28	0,001	0,011

* TS = terre sèche

Matière organique (%)	Élément total (%)			Élément soluble (mg/100 g)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0,96	0,11	0,04	0,10	6,25	27,50	17,50
					18,75	20,50
					18,75	17,50

Densité		Humidité à pf...	
Réelle	Apparente	3	4.2
2,75	-	23,71	9,10
2,70	-	14,12	25,87

PROFIL N° 2

-

Plaine alluviale (centre forme) - Alluvions - Submersion temporaire par nappe phréatique - Nappe à 70 cm - Riziculture - Irrigation intermittente par submersion - Travail attelé - Façons soins fréquents - Parcelle non clôturée - Perméabilité très faible dès 50 cm, moyenne en surface.

1er horizon : 0 - 20 cm - Humide - Brun (10 YR 5/3) à taches d'oxydation non associées, moyennes - Texture sableuse (à sable fin et grossier) - Structure fragmentaire, peu nette, localisée, polyédrique subanguleuse - Moyenne - Nombreux pores tubulaires fins sans orientation - Racines fines et moyennes sans orientation - Transition régulière.

2ème horizon : 20 - 45 cm - Humide - Pseudogley jaune brunâtre (10 YR 6/8) - Nombreuses taches d'oxydo-réduction rouge foncé (10 R 3/6), non associées, irrégulières, moyennes - Texture sablo-argileuse à argilo-sableuse (sable fin dominant) - Structure particulaire - Nombreux pores tubulaires fins - Matériau friable - Quelques racines fines sans orientation - Transition régulière.

3ème horizon : 45 - 300 cm - Noyé - Gley - Blanc (10 YR 8/1) à très nombreuses taches d'oxydation-réduction rouge foncé (10 R 3/6) arrondies, moyennes, à limite nette - Concrétions et nodules ferro-manganiques - Texture argileuse - Structure fragmentaire nette généralisée polyédrique argileuse fine - Matériau plastique et collant - Peu de pores - Pas de racines.

4ème horizon : 300 - 500 cm - Horizon bariolé jaune pâle de texture argileuse - Quelques concrétions ferrugineuses rouges - Peu perméable.

Nappe phréatique à 70 cm.

PROFIL N° 2

Profondeur (cm)	Argile	Limons	Sable fin	Sable grossier	pH	
					Kcl	H ₂ O
0-20	9,90	6,70	50,10	33,30	4,80	5,60
20-45	24,50	12,00	45,00	18,50	4,70	5,40
> 45	52,20	23,80	20,20	3,80	4,80	5,40

Cations échangeables (en meq/100 g TS*)				
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺	K ⁺	Na ⁺
2,40	1,60	0,96	0,002	0,014
1,60	1,60	1,60	0,003	0,006
1,60	2,40	1,80	0,003	0,006

* TS = terre sèche

Matière organique (%)	Elément total (%)			Elément soluble (mg/100 g)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0,68	0,08	0,02	0,02	2,62	18,75	5,00
0,32	0,06	0,02	0,05	3,50	1,58	2,50
0,41	0,03	0,015	0,43	4,38	6,25	2,50

Densité		Humidité à pf...	
Réelle	Apparente	3	4.2
2,68		28,02	7,19
2,70		25,65	15,38
		37,48	33,88

PROFIL N° 3

-

Plaine alluviale (centre forme) - Alluvions - Submersion temporaire par nappe phréatique - Nappe à 50 cm - Irrigation intermittente par submersion - Modelé modifié par riziculture - Travail attelé, façons soins fréquents, parcelle non clôturée - Sol et sous-sol peu perméables.

1er horizon : 0 - 15 cm - Sec - Brun pâle (10 YR 6/3) à nombreuses taches d'oxydation brun vif (7,5 YR 5/8) associées aux vides, irrégulières, fines - Texture sableuse à sablo-limoneuse (sable fin dominant) - Structure massive - Peu de pores - Non fragile - Quelques racines fines - Transition régulière.

2ème horizon : 15 - 60 cm - Frais - Brun jaunâtre (10 YR 5/4) - Nombreuses taches d'oxydation brun vif (7,5 YR 5/8) non associées, moyennes - Texture argileuse - Structure massive - Peu de pores - Matériau peu friable - Quelques racines fines - Transition distincte régulière.

3ème horizon : 60 - 95 cm - Humide - Gris à gris clair (2,5 Y 6/1) - Très nombreuses taches d'oxydation brun vif (7,5 YR 5/8) - Texture argileuse - Structure fragmentaire, peu nette, généralisée, en plaquettes obliques, moyenne, associée à structure polyédrique anguleuse - Peu de pores - Matériau peu friable - Pas de racines - Transition régulière.

4ème horizon : 95 - 180 cm - Humide - Gley gris verdâtre (5 GY 6/1) - Très nombreuses taches d'oxydation rouges non associées irrégulières, grandes, à limites nettes, très contrastées - Texture argilo-sableuse (à sable fin et grossier) - Structure fragmentaire nette généralisée prismatique moyenne et grossière - Peu de pores - Matériau peu friable - Pas de racines.

5ème horizon : 180 - 430 cm - Très humide - Horizon hétérogène de couleur jaunâtre, alternativement argilo-sableuse et sablo-argileuse.

6ème horizon : 430 - 500 cm - Très humide - Argilo-sableuse - Vert pâle.

PROFIL N° 3

Profondeur (cm)	Argile	Limons	Sable fin	Sable grossier	pH	
					Kcl	H ₂ O
0-15	9,00	22,20	50,00	19,30	-	5,40
15-60	46,40	20,80	21,90	10,90	-	6,20
60-95	46,30	19,50	26,70	7,30	-	6,20
150	32,90	12,00	29,70	25,40		
400	27,10	16,10	24,20	32,60		

Cations échangeables (en meq/100 g TS*)				
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺	K ⁺	Na ⁺
2,40	0,80	0,64	0,001	0,004
4,80	1,60	0,64	0,002	0,004
4,80	2,40	0,64	0,005	0,004

* TS = terre sèche

Matière organique (%)	Élément total (%)			Élément soluble (mg/100 g)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0,41	0,08	0,015	0,13	1,75	6,25	1,50
					13,13	1,50
					13,13	3,00

Densité		Humidité à pf...	
Réelle	Apparente	3	4.2
2,64	-	28,97	11,52
2,71	-	36,15	29,56
		29,24	27,21

PROFIL N° 4

-

Levée de berge (centre de forme) - Alluvions - Submersion temporaire par débordement - Zone non cultivée - Végétation herbacée et ligneuse basse - Modelé non modifié - Sol et sous-sol très perméables.

1er horizon : 0 - 20 cm - Frais - Brun jaunâtre foncé (10 YR 4/4) - Texture sableuse (sable grossier) à sablo-limoneuse - Structure particulaire - Poreux - Matériau bouillant - Racines fines - Transition distincte et régulière.

2ème horizon : 20 - 80 cm - Frais - Brun jaunâtre (10 YR 5/4) - Texture sablo-limoneuse (à sable grossier) - Structure particulaire - Poreux - Matériau peu cohérent - Quelques racines - Transition régulière.

3ème horizon : 80 cm et plus - Frais - Brun jaunâtre (10 YR 5/4) - Texture sableuse (à sable grossier) - Structure particulaire - poreux - Matériau bouillant - Pas de racines.

Horizons profonds : Sable grossier bouillant.

PROFIL N° 4

Profondeur (cm)	Argile	Limons	Sable fin	Sable grossier	pH	
					Kcl	H ₂ O
0-20	8,40	6,10	25,80	59,70	5,30	6,30
20-80	6,00	3,50	49,10	41,40	4,60	6,00
80-130	7,50	6,20	48,30	38,10	4,60	5,70
130-200	6,30	1,60	1,10	90,95		6,00
300	3,60	3,00	8,40	85,00		

Cations échangeables (en meq/100 g TS*)				
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺	K ⁺	Na ⁺
4,00	4,00	0,64	0,004	0,006
3,20	3,20	0,56	0,002	0,006
2,40	2,40	0,64	0,002	0,006
1,60	1,60	0,64	0,001	0,006

* TS = terre sèche

Matière organique (%)	Elément total (%)			Elément soluble (mg/100 g)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0,36	0,04	0,05	0,44	1,75	13,13	7,50
					18,75	5,00
					18,75	7,50
					6,25	2,50

Densité		Humidité à pf...	
Réelle	Apparente	3	4.2
2,29	1,27	13,42	8,25
2,78	1,50	9,77	7,89
2,54	1,40	10,76	7,87

PROFIL N° 5

Levée de berge (centre forme) - Alluvions - Submersion temporaire par débordement - Nappe phréatique à 3,50 m - Zone cultivée (jardinage) - Irrigation intermittente - Sol et sous-sol très perméables.

1er horizon : 0 - 20 cm - Frais - Brun à brun foncé (10 YR 4/3) - à taches d'oxydation associées aux racines - Texture argilo-sableuse à sablo-limoneuse (sable fin dominant) - Structure fragmentaire, nette, généralisée, polyédrique subanguleuse moyenne et fine - Nombreux pores tubulaires, fins et moyens, sans orientation - Matériau friable - Nombreuses racines fines et moyennes - Transition régulière.

2ème horizon : 20 - 80 cm - Frais - Brun jaunâtre foncé (10 YR 4/4) - A taches d'oxydation, non associées, arrondies, à limites peu nettes - Texture sablo-argileuse (sable fin dominant) - Structure fragmentaire nette généralisée polyédrique anguleuse moyenne et fine - Nombreux pores tubulaires fins et moyens sans orientation - Matériau friable - Racines fines et moyennes - Transition régulière.

3ème horizon : 80 - 180 cm - Frais - Brun jaunâtre (10 YR 5/5) à taches d'oxydation, non associées, arrondies, à limites peu nettes - Texture sableuse (sable grossier dominant) - Structure particulaire - Nombreux pores tubulaires fins et moyens sans orientation - Matériau très friable - Pas de racines.

Sable grossier bouillant jusqu'à 5 m et plus.

PROFIL N° 5

Profondeur (cm)	Argile	Limons	Sable fin	Sable grossier	pH	
					Kcl	H ₂ O
0-20	27,30	20,50	43,70	8,40	-	6,00
20-80	16,20	15,80	57,30	10,70	-	5,60
80-130	7,20	4,60	30,30	58,00		6,00
130-200	2,60	3,30	4,90	39,20		
300	3,70	5,90	16,00	74,70		

Cations échangeables (en meq/100 g TS*)				
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺	K ⁺	Na ⁺
5,60	5,60	0,64	0,001	0,011
6,40	4,00	0,64	0,002	0,015

* TS = terre sèche

Matière organique (%)	Elément total (%)			Elément soluble (mg/100 g)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1,00	0,13	0,06	0,43	0,87	13,13 3,06	5,50 9,50

Densité		Humidité à pf...	
Réelle	Apparente	3	4.2
2,46	1,40	26,33	24,44
2,46	1,17	18,05	18,54
2,53	1,26	8,85	6,40

PROFIL N° 6

Plaine alluviale (centre forme) - Alluvions - Submersion temporaire par débordement - Nappe phréatique à 110 cm - Riziculture - Irrigation planifiée par submersion - Modelé modifié par ados et diguettes - Travail attelé - Sol perméable, sous-sol peu perméable.

1er horizon : 0 - 15 cm - Frais - Brun grisâtre foncé (10 YR 4/2) - Taches d'oxydation - Texture sableuse (sable grossier) - Structure fragmentaire nette généralisée, polyédrique subanguleuse moyenne et fine - Matériau poreux et très friable - Racines fines et moyennes - Transition distincte régulière.

2ème horizon : 15 - 30 cm - Frais - Brun jaunâtre clair (10 YR 6/4) - Nombreuses taches d'oxydo-réduction gris rougeâtre (5 YR 6/2) non associées, irrégulières, moyennes, à limites peu nettes, contrastées - Texture sablo-argileuse à argilo-sableuse (sable grossier dominant) - Structure fragmentaire nette généralisée, polyédrique subanguleuse moyenne - Matériau poreux et friable - Quelques racines fines et moyennes - Transition régulière.

3ème horizon : 30 - 55 cm - Frais - Jaune brunâtre (10 YR 6/6) - Nombreuses taches d'oxydo-réduction gris rougeâtre (5 YR 6/2) non associées, irrégulières, moyennes, à limites peu nettes, contrastées - Texture argilo-sableuse à sablo-argileuse (sable grossier dominant) - Structure massive - Matériau poreux et friable - Pas de racines - Transition régulière.

4ème horizon : 55 - 130 cm - Noyé - Pseudogley (limite gley) - Gris à gris clair (10 YR 6/1) - Nombreuses taches d'oxydation rouge jaunâtre (5 YR 5/6), non associées, grandes, à limites peu nettes, contrastées - Texture argilo-sableuse à sablo-argileuse (sable grossier dominant) - Structure massive - Matériau poreux, peu plastique et peu collant - Pas de racines.

5ème horizon : 130 - 250 cm - Horizon argilo-sableux, bariolé, noyé, peu perméable.

6ème horizon : 250 et plus - Horizon sableux à sablo-argileux, noyé, perméable.

Nappe phréatique à 110 cm.

PROFIL N° 6

Profondeur (cm)	Argile	Limons	Sable fin	Sable grossier	pH	
					Kcl	H ₂ O
0-15	9,40	5,20	21,60	63,70	-	5,60
15-30	24,00	6,00	20,40	49,60	-	5,40
30-55	24,20	6,60	22,40	46,80	-	5,40
55-130	26,20	3,20	21,70	48,90	-	5,40

Cations échangeables (en meq/100 g TS*)				
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺	K ⁺	Na ⁺
1,60	1,60	1,28	0,001	0,004
2,40	0,80	0,96	0,002	0,004
2,40	0,80	0,96	0,001	0,004
2,40	1,60	0,96	0,002	0,007

* TS = terre sèche

Matière organique (%)	Elément total (%)			Elément soluble (mg/100 g)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0,77	0,09	0,02	0,05	3,50	6,25	4,00
0,59	0,07	0,02	0,11	3,50	13,12	7,50

Densité		Humidité à pf...	
Réelle	Apparente	3	4.2
2,51	1,35	37,32	6,10
2,47	1,49	15,48	12,11
2,46	1,42	18,47	12,48
		14,25	14,03

PROFIL N° 7

Plaine alluviale (centre forme) - Alluvions - Zone cultivée : canne à sucre - Submersion temporaire par débordement - Nappe phréatique à 60 cm - Travail attelé - Sol et sous-sol perméables.

1er horizon : 0 - 15 cm - Frais - Brun jaunâtre (10 YR 5/2) - Quelques taches d'oxydation rouge jaunâtre - Texture sableuse (sable fin et grossier) - Structure fragmentaire nette généralisée, polyédrique subanguleuse fine - Matériau friable - Nombreux pores tubulaires fins et moyens - Nombreuses racines fines et moyennes - Transition régulière.

2ème horizon : 15 - 60 cm - Humide - Brun jaunâtre (10 YR 5/4) - Taches d'oxydation rouge jaunâtre (5 YR 5/6) - Texture sableuse (sable fin et grossier) - Structure fragmentaire peu nette, polyédrique subanguleuse moyenne - Nombreux pores tubulaires fins - Racines fines - Transition régulière.

3ème horizon : 60 - 100 cm - Noyé - Brun jaunâtre (10 YR 5/5) - Nombreuses taches d'oxydation rouge jaunâtre (5 YR 5/6) - Texture sablo-argileuse (sable fin et grossier) - Structure particulaire - Nombreux pores fins et intergranulaires - Quelques racines fines.

4ème horizon : 100 - 200 cm - Horizon bariolé sablo-argileux à argilo-sableux (sable fin et grossier) moyennement perméable.

5ème horizon : 200 - 300 cm - Horizon à gley dominant argilo-sableux à sable grossier, peu perméable.

A 300 cm : Niveau induré impénétrable à la tarière, imperméable.

Nappe phréatique à 60 cm.

PROFIL N° 7

Profondeur (cm)	Argile	Limons	Sable fin	Sable grossier	pH	
					KCl	H ₂ O
0-15	10,20	3,80	39,20	46,80	-	5,40
15-60	8,50	4,60	40,10	46,70	-	4,80
60-100	17,60	5,00	40,70	36,60	-	5,20
200	20,00	4,60	39,90	39,80		
300	18,00	5,00	41,20	33,80		

Cations échangeables (en meq/100 g TS*)				
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺	K ⁺	Na ⁺
1,60	1,60	1,60	0,001	0,004
1,60	0,80	1,60	0,001	0,006
1,20	1,20	1,92	0,001	0,004

* TS = terre sèche

Matière organique (%)	Elément total (%)			Elément soluble (mg/100 g)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0,73	0,02	0,03	0,03	3,50	3,06	5,00
0,32	0,02	0,01	0,03	1,75	6,25	2,50
						2,50

Densité		Humidité à pf...	
Réelle	Apparente	3	4.2
2,58	-	10,47	6,65
2,59	-	18,13	7,72
2,81	-	15,50	12,60

PROFIL N° 7BIS

Plaine alluviale (centre de forme) - Canne à sucre - Irrigation intermittente par submersion - Travail attelé - Façons soins fréquents - Profil inondé par pluies.

1er horizon : 0 - 15 cm : frais, friable - Brun à brun foncé (10 YR 4/3) - Quelques taches d'oxydation non associées en traînées verticales, contrastées (5 YR) - Texture sableuse (sable fin dominant) - Nombreux pores tubulaires fins et moyens, sans orientation - Structure fragmentaire nette généralisée polyédrique subanguleuse moyenne et fine - Nombreuses racines fines et moyennes - Transition régulière.

2ème horizon : 15 - 35 cm : Frais, friable - Brun jaunâtre (10 YR 5/4) - Quelques taches d'oxydation non associées en traînées verticales, contrastées (5 YR) - Texture sableuse (sable fin et grossier) - Structure fragmentaire nette généralisée polyédrique anguleuse moyenne et fine - Nombreux pores tubulaires fins et moyens sans orientation - Racines fines et moyennes - Transition régulière.

3ème horizon : 35 - 90 cm : frais, friable - Brun jaunâtre (10 YR 5/5) - Nombreuses taches d'oxydation (75 YR) non associées, arrondies, contrastées - Texture sableuse (sable fin dominant) - Structure fragmentaire peu nette généralisée polyédrique anguleuse moyenne - Nombreux pores tubulaires fins et moyens sans orientation - Quelques racines fines et moyennes - Transition régulière.

4ème horizon : 90 - 140 cm : frais, très friable - Brun jaunâtre (10 YR 5/5) - Taches d'oxydation (7,5 YR) non associées, arrondies, contrastées - Texture sableuse à sablo-argileuse (sable fin dominant) - Structure fragmentaire peu nette, localisée, polyédrique anguleuse moyenne et grossière - Nombreux pores tubulaires fins et moyens - Quelques racines fines et moyennes - Transition régulière.

5ème horizon : 140 - 250 cm - Texture sableuse à sablo-argileuse (sable fin dominant) brun jaunâtre (10 YR 5/5) à nombreuses taches d'oxydation (pseudogley).

6ème horizon : 250 cm et plus - Texture argileuse - Gris bleuté (gley).

PROFIL N° 7bis

Profondeur (cm)	Argile	Limons	Sable fin	Sable grossier	pH	
					Kcl	H ₂ O
0-15	8,80	7,90	53,40	29,90	-	5,50
15-35	9,00	14,90	45,20	30,90	-	5,40
35,90	7,40	7,00	61,40	29,20		
90-140	10,20	15,60	59,70	14,60		
200	12,90	9,20	62,50	15,50		
400	46,70	28,90	22,70	1,69		

Cations échangeables (en meq/100 g TS*)				
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺	K ⁺	Na ⁺
0,80	0,80	1,92	0,0004	0,004
0,80	2,40	1,28	0,002	0,006
0,80	2,40	0,96	0,001	0,015
2,40	3,20	1,92	0,001	0,013

* TS = terre sèche

Matière organique (%)	Elément total (%)			Elément soluble (mg/100 g)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0,77	0,06	0,02	0,29	2,63	13,125	4,00
0,59	0,01	0,015	0,30	2,63	4,69	5,00

Densité		Humidité à pf...	
Réelle	Apparente	3	4.2
2,61	-	17,63	12,08
2,62	-	20,44	12,73
2,60	-	19,90	12,45

PROFIL N° 8

-

Plaine alluviale (centre forme) - Alluvions - Submersion temporaire par débordement - Riziculture - Irrigation intermittente par submersion - Modelé modifié par rizières - Sol perméable jusqu'à 60 cm, peu perméable ensuite.

1er horizon : 0 - 20 cm - Noyé - Gris (10 YR 5/1) à taches d'oxydation (7,5 YR 5/6) brun vif, non associées, fines contrastées, à limites nettes - Texture sablo-argileuse à sablo-limoneuse (sable fin dominant) - Structure fragmentaire nette généralisée polyédrique anguleuse grossière - Peu de pores - Matériau meuble et peu plastique - Quelques racines fines - Transition régulière.

2ème horizon : 20 - 35 cm - Noyé - Gris à gris clair (10 YR 6/1) à taches d'oxydation brun vif (7,5 YR 5/6), non associées, fines, contrastées, à limites nettes - Texture sablo-argileuse (sable fin dominant) - Structure fragmentaire peu nette généralisée polyédrique anguleuse moyenne - Peu de pores - Matériau meuble et peu plastique - Pas de racines - Transition régulière.

3ème horizon : 35 - 60 cm - Noyé - Brun jaunâtre (10 YR 5/8) à taches d'oxydation brun vif (7,5 YR 5/6) fines, contrastées, à limites peu nettes - Taches et concrétions ferrugineuses - Texture sablo-argileuse (sable fin dominant) - Structure fragmentaire peu nette généralisée polyédrique anguleuse moyenne - Matériau meuble et peu plastique - Pas de racines - Transition régulière.

4ème horizon : 60 - 200 cm - Noyé - Brun vif (10 YR 5/6) à taches d'oxydation brun vif (7,5 YR 5/6), non associées, moyennes et grandes, contrastées, à limites peu nettes - Texture limoneuse - Structure fragmentaire nette généralisée en colonnes, très grossières - Sans pores - Matériau cohérent, plastique et collant - Pas de racines - Transition régulière.

5ème horizon : 300 - 500 cm - Noyé - Horizon à gley, argilo-sableux à sable grossier, peu perméable.

Profil inondé (après pluies).

PROFIL N° 8

Profondeur (cm)	Argile	Limons	Sable fin	Sable grossier	pH	
					Kcl	H ₂ O
0-20	17,60	17,20	41,60	23,60	-	5,40
25-60	16,90	12,20	41,60	29,40	-	6,20
60-200	13,50	66,30	19,60	0,63		
> 200	11,80	3,80	26,30	58,10		

Cations échangeables (en meq/100 g TS*)				
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺	K ⁺	Na ⁺
1,60	0,80	1,60	0,0004	0,004
1,60	2,40	0,64	0,002	0,051
4,00	8,80	0,96	0,001	0,013

* TS = terre sèche

Matière organique (%)	Elément total (%)			Elément soluble (mg/100 g)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1,18	0,07	0,0125	0,36	5,25	6,25	2,50

Densité		Humidité à pf...	
Réelle	Apparente	3	4.2
2,73	-	24,20	13,67
2,57	1,46	20,65	17,23
		42,35	38,26

PROFIL N° 9

-

Plaine alluviale (centre forme) - Alluvions - Rizières - Submersion temporaire par débordement - Travail attelé - Façons soins fréquents - Sol peu perméable, sous-sol imperméable.

1er horizon : 0 - 20 cm - Noyé - Brun foncé (10 YR 4/3) à taches d'oxydation rouge jaunâtre - Texture sablo-limoneuse (à sable fin) - Structure fragmentaire peu nette généralisée polyédrique anguleuse moyenne - Nombreux pores tubulaires fins et moyens - Matériau peu plastique et peu collant - racines fines et moyennes - Sur 2 à 3 cm à la base de l'horizon accumulation de manganèse - Transition distincte.

2ème horizon : 20 - 110 cm - Noyé - Brun jaunâtre (10 YR 5/6) à taches d'oxydation rouge jaunâtre plus ou moins indurées - Texture sablo-argileuse à argilo-sableuse (à sable fin) - Structure fragmentaire peu nette généralisée polyédrique anguleuse moyenne et grossière - Nombreux pores tubulaires fins et moyens - Matériau peu plastique et peu collant - Quelques racines fines - Transition régulière.

3ème horizon : 110 - 200 cm - Noyé - Gley dominant gris brunâtre clair (10 YR 6/2) à nombreuses taches d'oxydation brun vif (5 YR 5/6) - Texture argilo-limoneuse - Structure massive - Peu de pores - Matériau plastique et collant - Pas de racines.

4ème horizon : plus de 200 cm (épaisseur ?) - Sable bouillant gris foncé (7,5 YR 4/0).

Profil inondé.

PROFIL N° 9

Profondeur (cm)	Argile	Limons	Sable fin	Sable grossier	pH	
					Kcl	H ₂ O
0-20	19,00	29,80	47,60	3,60	-	5,40
20-110	22,80	16,30	50,80	10,10	-	6,20
110-200	35,30	37,50	26,30	0,90	-	6,40
> 200						

Cations échangeables (en meq/100 g TS*)				
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺	K ⁺	Na ⁺
1,60	1,60	1,92	0,001	0,006
2,40	3,20	0,64	0,0004	0,006
5,60	9,60	0,64	0,001	0,004

* TS = terre sèche

Matière organique (%)	Elément total (%)			Elément soluble (mg/100 g)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1,23	0,11	0,045	0,62	3,50	6,25	4,00
0,77	0,02	0,045	0,54	2,63	13,13	2,50
0,41	0,04	0,05	0,55	1,75	13,13	2,50

Densité		Humidité à pr...	
Réelle	Apparente	3	4.2
2,65	1,79	39,37	33,75
2,53	2,21	29,77	25,02

PROFIL N° 10

--

Plaine alluviale - Levée de berge - Submersion temporaire par débordement -
Nappe phréatique à 30 cm - Horticulture - Façons soins fréquents - Sol et
sous-sol perméable.

1er horizon : 0 - 17 cm - Frais - Brun grisâtre très foncé (10 YR 3/2) -
Texture sablo-limoneuse (sable fin dominant) - Structure fragmentaire nette
généralisée polyédrique subangulaire moyenne et fine - Nombreux pores fins et
moyens, tubulaires, sans orientation - Matériau meuble - Nombreuses racines
fines - Transition régulière.

2ème horizon : 17 - 40 cm - Frais - Brun grisâtre foncé (10 YR 4/2) - Texture
sableuse (sable fin et grossier) à sablo-argileuse - Structure fragmentaire
nette localisée polyédrique subanguleuse moyenne - Nombreux pores tubulaires
fins, sans orientation - Matériau meuble - Racines fines - Transition ondulée.

3ème horizon : 40 - 200 cm - Frais - Brun jaunâtre (10 YR 5/4) - Texture sableuse
(sable grossier) - Structure particulière - Nombreux pores fins intergranulaires -
Matériau bouillant - Quelques racines.

4ème horizon : 200 - 300 cm - Sable grossier brun jaunâtre (10 YR 5/4).

5ème horizon : 300 - 400 cm - Sable grossier gris gleyifié.

Supérieur à 400 cm : sable bouillant.

PROFIL N° 10

Profondeur (cm)	Argile	Limons	Sable fin	Sable grossier	pH	
					Kcl	H ₂ O
0-15	13,80	21,80	49,50	14,90	4,70	5,60
17-40	11,90	12,20	42,30	33,50	5,00	6,00
40-200	4,80	2,40	0,13	92,70	5,40	5,20

Cations échangeables (en meq/100 g TS*)				
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺	K ⁺	Na ⁺
4,80	4,80	1,24	0,001	0,0085
3,20	3,20	0,96	0,002	0,030
2,40	2,40	0,64	0,001	0,006

* TS = terre sèche

Matière organique (%)	Elément total (%)			Elément soluble (mg/100 g)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1,29	0,08	0,06	0,83	3,50	13,13	7,50
0,59	0,06	0,04	0,72	0,88	18,75	7,50
						2,50

Densité		Humidité à pf...	
Réelle	Apparente	3	4,2
2,53	1,06	29,51	21,63
2,54	1,33	40,45	16,25
2,61	1,36	10,35	8,00

PROFIL N° 11

-

Glacis alluvial (profil au bas de forme) à pente régulière (3 %) - Exposition Est - Collu-alluvions - Submersion temporaire par débordement - Nappe phréatique à 70 cm - Horticulture (rotation avec friches ou jachères) - Bon entretien - Irrigation de complément par gravité - Modelé modifié par ados et diguettes - Perméabilité variable dans le profil.

1er horizon : 0 - 25 cm - Frais - Brun vif (7,5 YR 4/6) - Texture sablo-argileuse (sable fin dominant) - Structure fragmentaire peu nette généralisée polyédrique subanguleuse moyenne - Nombreux pores fins intergranulaires sans orientation - Matériau friable - Nombreuses racines fines - Transition régulière.

2ème horizon : 25 - 75 cm - Frais - Brun vif (7,5 YR 4/6) - Texture argileuse - Structure fragmentaire nette généralisée feuilletée moyenne - Nombreux pores tubulaires fins sans orientation - Friable - Transition régulière.

3ème horizon : 75 - 95 cm - Noyé - Brun jaunâtre (10 YR 5/4) - Nombreuses taches d'oxydation rouges (2,5 YR 4/6) non associées, irrégulières, fines, peu contrastées - Nombreuses autres taches de réduction gris à gris clair (10 YR 6/1) - Eléments modulaires ferro-manganiques - Texture sablo-argileuse (sable fin et grossier) - Structure particulaire - Peu de pores - Matériau peu plastique et peu collant - Quelques racines fines - Transition régulière.

4ème horizon : 95 - 150 cm - Noyé - Brun jaunâtre (10 YR 5/4) - Nombreuses taches d'oxydation rouges (2,5 YR 4/6) non associées, irrégulières, fines, peu contrastées - Nombreuses autres taches de réduction gris à gris clair (10 YR 6/1) - Texture sablo-limoneuse (sable fin dominant) - Structure fragmentaire généralisée peu nette polyédrique anguleuse moyenne.

5ème horizon : 150 - 250 cm - Noyé - Sable grossier à structure particulière brun jaunâtre (10 YR 5/4).

A 250 cm : Argile sableuse bariolée impénétrable à la tarière.

Nappe phréatique à 75 cm.

PROFIL N° 11

Profondeur (cm)	Argile	Limons	Sable fin	Sable grossier	pH	
					Kcl	H ₂ O
0-25	19,30	9,80	52,30	18,40	-	5,40
25-75	47,60	25,00	27,30	0,10	-	5,40
75-95	21,00	13,40	39,60	26,00	-	5,00
95-150	17,50	27,20	36,00	19,30	-	6,60
250	34,40	12,10	26,00	27,20		

Cations échangeables (en meq/100 g TS*)				
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺	K ⁺	Na ⁺
1,60	1,60	1,28	0,002	0,006
3,20	2,40	1,60	0,001	0,006
2,40	0,80	1,96	0,001	0,015

* TS = terre sèche

Matière organique (%)	Elément total (%)			Elément soluble (mg/100 g)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0,96	0,01	0,07	0,33	2,63	3,06	5,00 5,00 9,50

Densité		Humidité à pf...	
Réelle	Apparente	3	4.2
		23,03	22,09
		33,45	30,75
		24,80	18,67

PROFIL N° 12

-

Plaine alluviale (centre de forme) - Alluvions - Submersion temporaire par débordement et pluies - Nappe phréatique à 50 cm - Modelé modifié par rizières - Sol perméable - Sous-sol peu perméable.

1er horizon : 0 - 20 cm - Humide - Brun à brun foncé (10 YR 4/3) à taches d'oxydation rouges associées aux racines - Texture sableuse à sablo-argileuse (sable fin dominant) - Structure fragmentaire peu nette généralisée polyédrique subanguleuse moyenne et grossière - Nombreux pores tubulaires fins et moyens sans orientation - Matériau meuble et peu plastique - Racines fines et moyennes - Transition régulière.

2ème horizon : 20 - 25 cm - Humide - Gris brunâtre clair (10 YR 6/2) à taches d'oxydation brun vif non associées - Texture sableuse à sablo-argileuse (sable fin et grossier) - Structure particulaire - Nombreux pores tubulaires fins et moyens sans orientation - Matériau bouillant non plastique - Quelques racines fines - Transition régulière.

3ème horizon : 25 - 50 cm - Très humide - Brun jaunâtre (10 YR 5/6) - Nombreuses taches d'oxydation brun vif non associées - Texture sableuse (sable grossier et fin) - Structure particulière - Nombreux pores tubulaires fins et moyens sans orientation - Matériau bouillant, non plastique - Pas de racines.

A 50 cm : Horizon impénétrable à la tarière à concentration élevée d'éléments ferrugineux diffus - Imperméable.

PROFIL N° 12

Profondeur (cm)	Argile	Limons	Sable fin	Sable grossier	pH	
					Kcl	H ₂ O
0-20	13,90	14,20	47,00	24,90	4,80	5,50
20-25	14,60	14,30	33,10	37,95	5,50	6,40
25-50	11,40	4,00	37,40	47,20	5,60	6,30

Cations échangeables (en meq/100 g TS*)				
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺	K ⁺	Na ⁺
2,40	1,60	0,64	0,002	0,013
1,60	3,20	0,64	0,001	0,0085
2,40	2,40	0,64	0,002	0,007

* TS = terre sèche

Matière organique (%)	Elément total (%)			Elément soluble (mg/100 g)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2,01	0,12	0,04	0,22	5,25	6,25	5,00
0,64	0,08	0,025	0,18	7,50	13,13	2,50
0,09	0,02	0,01	0,05	2,62	18,75	2,50

Densité		Humidité à pf...	
Réelle	Apparente	3	4.2
		23,93	20,35
		21,38	15,84
		15,69	10,18

PROFIL N° 13

-

Plaine alluviale (fossés de bord de forme) - Collu-alluvions - Nappe phréatique à 40 cm - Horticulture sans irrigation - Modelé modifié par buttes - Sol et sous-sol perméables.

1er horizon : 0 - 15 cm - Frais - Brun à brun foncé (10 YR 4/3) - Texture sableuse (sable grossier) - Structure fragmentaire peu nette généralisée polyédrique subanguleuse moyenne - Nombreux pores tubulaires fins et moyens - Matériau meuble - Racines fines et moyennes - Transition régulière.

2ème horizon : 15 - 27 cm - Humide - Gris brunâtre clair (10 YR 6/2) - Quelques taches d'oxydation rouge jaunâtre associées aux racines - Texture sableuse (sable grossier) - Structure fragmentaire peu nette généralisée polyédrique subanguleuse grossière - Matériau meuble et poreux - Quelques racines fines - Transition régulière.

3ème horizon : 27 - 80 cm - Très humide - Brun grisâtre (10 YR 5/2) - Taches d'oxydation brun jaunâtre (10 YR 5/6) - Texture sableuse (sable grossier) - Structure particulaire - Matériau poreux et bouillant - Quelques racines fines - Transition régulière.

4ème horizon : 80 - 120 cm - Noyé - Gris brunâtre clair (10 YR 6/2) - Nombreuses taches d'oxydation rouge foncé - Texture argilo-sableuse à sablo-argileuse (sable grossier dominant) - Structure particulaire - Matériau poreux et bouillant - Pas de racines.

5ème horizon : Supérieur à 120 cm - Sable grossier gris brunâtre clair (10 YR 6/2) - Matériau bouillant - Horizon perméable.

PROFIL N° 13

Profondeur (cm)	Argile	Limons	Sable fin	Sable grossier	pH	
					Kcl	H ₂ O
0-15	9,30	1,20	21,00	68,50	-	5,30
15-27	11,50	3,50	32,40	52,60	-	5,30
27-80	6,70	4,70	34,90	53,70	-	5,40
80-130	25,30	6,60	22,90	45,20	-	5,60
130-150	28,80	6,40	30,10	34,70	-	5,60

Cations échangeables (en meq/100 g TS*)				
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺	K ⁺	Na ⁺
1,60	2,40	0,96	0,008	0,011
0,80	1,60	0,96	0,001	0,013
1,60	1,60	0,96	0,003	0,011
2,40	3,20	1,92	0,002	0,0085
1,60	2,40	2,56	0,005	0,013

* TS = terre sèche

Matière organique (%)	Elément total (%)			Elément soluble (mg/100 g)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0,77	0,01	0,015	0,01	4,38	6,25	11,50
0,23	0,04	0,015	0,01	2,63	13,13	17,50

Densité		Humidité à pf...	
Réelle	Apparente	3	4.2
		20,90	13,85
		8,85	7,85
		9,80	6,35
		23,10	6,52

PROFIL N° 14

-

Plaine alluviale (bord de forme) - Collu-alluvions - Nappe phréatique à 45 cm - Horticulture irriguée - Modelé modifié par buttes - Parcelle avec clôture vive - Sol perméable, sous-sol imperméable.

1er horizon : 0 - 20 cm - Frais - Gris (10 YR 5/1) à taches d'oxydation brun vif (7,5 YR 5/6) non associées à limites peu nettes - Texture sableuse - Structure particulière - Matériau poreux, friable - Racines fines - Transition régulière.

2ème horizon : 20 - 60 cm - Frais puis humide et noyé - Brun (10 YR 5/2) à taches d'oxydation brun vif (7,5 YR 5/6) non associées, irrégulières, fines, à limites peu nettes - Texture sableuse à sablo-argileuse - Structure particulière - Matériau poreux, friable - Quelques racines fines - Transition régulière.

3ème horizon : 60 - 130 cm - Noyé - Brun (10 YR 5/2) à nombreuses taches brun vif (7,5 YR 5/6), non associées, en larges traînées verticales ; autres taches gris à gris clair (10 YR 6/1) - Concrétions ferrugineuses - Texture argilo-sableuse à sablo-argileuse - Structure fragmentaire peu nette généralisée polyédrique subanguleuse moyenne - Matériau poreux, peu plastique - Pas de racine.

4ème horizon : 130 - 200 cm - Noyé - Brun (7,5 YR 5/2) à nombreuses taches brun vif (7,5 YR 5/6) arrondies, grandes, limites peu nettes ; autres taches gris clairs (10 YR 6/1) - Concrétions ferrugineuses - Texture argileuse - Structure massive - Matériau peu poreux, plastique - Pas de racine.

5ème horizon : 200 cm et plus - Argile rougeâtre.

PROFIL N° 14

Profondeur (cm)	Argile	Limons	Sable fin	Sable grossier	pH	
					KCl	H ₂ O
0-20	7,60	3,30	18,20	70,90	4,80	5,60
20-60	13,20	2,10	28,40	56,30	4,90	5,80
> 60	26,10	4,10	24,70	45,10	4,80	6,20
250-280	51,90	4,30	21,00	22,90		

Cations échangeables (en meq/100 g TS*)				
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺	K ⁺	Na ⁺
1,60	2,40	0,96	0,002	0,006
0,80	1,60	0,96	0,002	0,006
1,60	2,40	0,64	0,001	0,011

* TS = terre sèche

Matière organique (%)	Elément total (%)			Elément soluble (mg/100 g)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0,41	0,03	0,04	0,01	3,50	6,25	5,00

Densité		Humidité à pf...	
Réelle	Apparente	3	4.2
		23,62	5,70
		8,02	6,17
		18,93	5,70

PROFIL N° 15

-

Plaine alluviale (bord de forme) - Collu-alluvions - Nappe phréatique à 50 cm - Irrigation de complément - Modelé modifié par rizières - Sol perméable, sous-sol peu perméable.

1er horizon : 0 - 21 cm - Humide - Brun grisâtre (10 YR 5/2) - Pas de taches - Texture sableuse à sable grossier - Structure fragmentaire peu nette, localisée, polyédrique subanguleuse moyenne - Nombreux pores fins et moyens tubulaires sans orientation - Matériau meuble - Racines fines et moyennes - Transition régulière.

2ème horizon : 21 - 55 cm - Noyé - Gris à gris clair (10 YR 6/1) - Pas de taches - Texture sableuse à sable grossier - Structure particulaire - Nombreux pores tubulaires fins et moyens sans orientation - Matériau bouillant - Quelques racines fines et moyennes - Transition régulière.

3ème horizon : 55 cm et plus - Horizon induré à éléments ferrugineux diffus - Texture sablo-argileuse à sable grossier dominant - Structure massive - Matériau poreux et très cohérent, cimenté - Pas de racines.

PROFIL N° 15

Profondeur (cm)	Argile	Limons	Sable fin	Sable grossier	pH	
					Kcl	H ₂ O
0-20	9,50	9,70	13,90	66,90	5,40	6,11
20-55	7,60	7,80	20,60	64,00	5,80	6,40
> 55	22,60	10,20	18,40	48,80		

Cations échangeables (en meq/100 g TS*)				
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺	K ⁺	Na ⁺
1,60	1,60	0,84	0,005	0,038
1,60	1,60	0,32	0,002	0,013

* TS = terre sèche

Matière organique (%)	Élément total (%)			Élément soluble (mg/100 g)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1,09	0,014	0,025	0,03	3,50	1,75	5,00
0,09	0,028	0,015	0,02	3,50	13,13	5,00

Densité		Humidité à pf...	
Réelle	Apparente	3	4.2
2,54	1,61	18,57	16,42
2,53	1,77	16,42	10,60

PROFIL N° 16

-

Plaine alluviale (centre de forme) - Alluvions - Irrigation planifiée par submersion - Nappe phréatique à 150 cm - Modelé modifié par rizières - Travail attelé - Façons soins fréquents - Sol peu perméable, sous-sol imperméable - Surface motteuse.

1er horizon : 0 - 10 cm - Frais - Brun jaunâtre foncé (10 YR 4/4) à taches d'oxydation rouge jaunâtre (5 YR 5/6), non associées, irrégulières, fines et moyennes, contrastées, à limites nettes ; pas d'autres taches - Texture sablo-limoneuse - Structure fragmentaire nette généralisée polyédrique anguleuse moyenne - Nombreux pores tubulaires fins sans orientation - Matériau peu plastique et peu collant - Nombreuses racines fines et moyennes - Transition régulière.

2ème horizon : 10 - 30 cm - Frais - Brun jaunâtre foncé (10 YR 4/4) à taches d'oxydation brun vif (7,5 YR 5/6), non associées, irrégulières, fines et moyennes, contrastées, à limites nettes ; pas d'autres taches - Texture argilo-sableuse à argilo-limoneuse - Structure fragmentaire nette généralisée polyédrique anguleuse moyenne et fine - Nombreux pores tubulaires fins sans orientation - Matériau plastique et collant - Racines fines et moyennes - Transition régulière.

3ème horizon : 30 - 110 cm - Frais - Brun jaunâtre foncé (10 YR 4/6) à nombreuses taches d'oxydation brun vif (7,5 YR 5/6), non associées, peu contrastées et à limites peu nettes ; pas d'autres taches - Texture argilo-sableuse à argileuse - Structure fragmentaire nette généralisée polyédrique anguleuse moyenne associée à structure en plaquettes obliques - Nombreux pores tubulaires fins sans orientation - Matériau plastique et collant - Racines fines et moyennes - Transition régulière.

4ème horizon : 110 - 255 cm - Humide puis noyé - Brun jaunâtre foncé (10 YR 4/6) à nombreuses taches d'oxydation brun vif (7,5 YR 5/6) non associées, irrégulières, fines et moyennes, à limites peu nettes, contrastées - Taches et concrétions ferro-manganiques - Texture argileuse - Structure fragmentaire nette généralisée polyédrique anguleuse moyenne et grossière - Peu de pores - Matériau plastique et collant - Pas de racines.

5ème horizon : 255 - 350 cm - Texture argileuse à argilo-sableuse.

6ème horizon : 350 cm et plus - Argile.

PROFIL N° 16

Profondeur (cm)	Argile	Limons	Sable fin	Sable grossier	pH	
					Kcl	H ₂ O
0-30	17,80	37,00	40,50	4,70	-	5,60
30-50	34,50	32,10	30,20	3,10	-	6,20
50-110	40,70	40,50	18,40	0,40	-	6,30

Cations échangeables (en meq/100 g TS*)				
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺	K ⁺	Na ⁺
3,20	3,20	0,64	0,002	0,011
5,60	5,60	0,96	0,003	0,011
6,40	8,80	0,64	0,003	0,008

* TS = terre sèche

Matière organique (%)	Élément total (%)			Élément soluble (mg/100 g)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O

Densité		Humidité à pf...	
Réelle	Apparente	3	4.2
2,48	1,97	36,87	25,90
2,55	2,09	39,64	28,02
		39,64	31,48

PROFIL N° 17

Plaine alluviale (centre forme) - Alluvions - Nappe phréatique à 160 cm - Horticulture - Bon entretien - Irrigation planifiée par gravité - Modelé modifié par ados et diguettes - Travail attelé - Façons soins fréquents - Sol perméable, sous-sol peu perméable.

1er horizon : 0 - 15 cm - Frais - Brun jaunâtre (10 YR 5/4) - Quelques taches d'oxydation non associées brun vif (7,5 YR 5/6) - Texture sablo-argileuse - Structure particulière - Matériau poreux et friable - Racines fines et moyennes - Transition régulière.

2ème horizon : 15 - 60 cm - Frais - Jaune olivâtre (2,5 Y 6/6) - Quelques taches d'oxydation non associées brun vif (7,5 YR 5/6) - Texture sableuse à sablo-argileuse - Structure fragmentaire peu nette généralisée polyédrique subanguleuse moyenne - Matériau poreux et friable - Racines fines - Transition régulière.

3ème horizon : 60 - 120 cm - Frais - Rouge (10 R 4/6) - Nombreuses taches d'oxydation non associées brun vif (7,5 YR 5/6), arrondies, fines, contrastées - Texture argilo-sableuse - Structure fragmentaire nette généralisée polyédrique subanguleuse moyenne - Matériau peu poreux, plastique et collant - Quelques racines fines - Transition régulière.

4ème horizon : 120 - 180 cm - Frais puis humide et noyé à la base - Rouge (10 YR 4/6) - Nombreuses taches d'oxydation non associées brun vif (7,5 YR 5/6), arrondies, contrastées - Texture argileuse à argilo-sableuse - Structure fragmentaire généralisée polyédrique subanguleuse associée à anguleuse moyenne - Matériau peu poreux, plastique et collant - Pas de racines.

PROFIL N° 17

Profondeur (cm)	Argile	Limons	Sable fin	Sable grossier	pH	
					Kcl	H ₂ O
0-20	17,10	8,10	38,10	36,70	4,80	5,40
20-55	12,80	9,20	40,30	36,70	4,60	5,40
55-125	36,90	14,10	23,80	25,20	4,60	5,40

Cations échangeables (en meq/100 g TS*)				
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺	K ⁺	Na ⁺
1,60	3,20	0,96	0,003	0,006
2,40	1,60	1,28	0,005	0,006
1,60	2,40	1,60	0,004	0,011

* TS = terre sèche

Matière organique (%)	Elément total (%)			Elément soluble (mg/100 g)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0,68	0,01	0,04	0,14	3,50	13,13	13,00
1,05	0,01	0,04	0,10	4,38	13,13	9,50

Densité		Humidité à pf...	
Réelle	Apparente	3	4.2
2,57	-	34,20	13,18
2,53	-	19,24	14,23
		29,10	20,83

PROFIL N° 18

-

Plaine alluviale (près bord de forme) - Alluvions - Irrigation planifiée par submersion - Modelé modifié par rizières - Façons soins fréquents - Parcelle non clôturée - Sol assez peu perméable.

1er horizon : 0 - 20 cm - Frais, friable - Brun à brun foncé (10 YR 4/3) - Quelques taches rouge jaunâtre (5 YR 5/6) - Texture sablo-limoneuse - Structure fragmentaire nette généralisée polyédrique subanguleuse moyenne et fine associée à structure polyédrique anguleuse - Racines fines et moyennes - Transition régulière.

2ème horizon : 20 - 40 cm - Frais, friable - Brun jaunâtre foncé (10 YR 4/4) - Taches ferro-manganiques très foncées (5 YR 3/1) non associées, irrégulières, contrastées - Concrétions ferromanganiques - Texture sablo-limoneuse - Structure fragmentaire nette généralisée polyédrique anguleuse moyenne et grossière - Poreux - Racines fines et moyennes - Transition régulière.

3ème horizon : 40 - 190 cm - Frais, friable - Brun jaunâtre (10 YR 5/6) - Taches ferro-manganiques gris très foncé (5 YR 3/1) non associées, irrégulières, contrastées - Quelques autres taches ocre-rouille - Texture limono-argilo-sableuse à limono-argileuse - Structure fragmentaire nette généralisée polyédrique anguleuse moyenne et grossière - Quelques racines fines.

4ème horizon : 190 cm et plus - Matériau homogène : argile sableuse à sable fin.

PROFIL 18

Profondeur (cm)	Argile	Limons	Sable fin	Sable grossier	pH	
					Kcl	H ₂ O
0-22	14,40	28,40	55,20	2,00	-	5,40
22-50	20,40	34,30	44,30	0,70	-	5,60
50-100	19,60	24,90	54,50	1,00	-	6,20
300	26,40	32,00	40,80	0,80		

Cations échangeables (en meq/100 g TS*)				
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺	K ⁺	Na ⁺
7,20	5,60	0,64	0,004	0,013
5,60	3,20	0,96	0,002	0,013
5,60	4,00	0,64	0,001	0,006

* TS = terre sèche

Matière organique (%)	Elément total (%)			Elément soluble (mg/100 g)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1,92	0,01	0,07	0,74	4,38	13,13	14,50
1,28	0,01	0,06	0,71	4,38	13,13	9,50

Densité		Humidité à pf...	
Réelle	Apparente	3	4.2
2,46	1,81	37,50	18,79
2,48	1,93	39,57	22,50
2,51	2,06	31,95	27,28

PROFIL N° 19

-

Plaine alluviale (près bord de forme) - Alluvions - Jachère - Parcelle cultivée sans irrigation de complément - Nappe phréatique à 4,50 m - Sol et sous-sol assez peu perméables.

1er horizon : 0 - 20 cm - Frais, friable - Brun à brun foncé (10 YR 4/3) - Taches d'oxydation rouge jaunâtre (5 YR 5/6) associées aux racines - Texture sablo-limoneuse - Structure fragmentaire nette généralisée polyédrique anguleuse moyenne et fine - Pores tubulaires fins et moyens sans orientation - Racines fines et moyennes - Transition régulière.

2ème horizon : 20 - 40 cm - Frais, friable - Brun jaunâtre foncé (10 YR 4/4) - Nombreuses taches grises très foncées (5 YR 3/1) ; indurations locales en concrétions ferro-manganiques - Texture sablo-limoneuse - Structure fragmentaire nette généralisée polyédrique anguleuse moyenne et grossière - Pores tubulaires fins et moyens sans orientation - Quelques racines fines - Transition régulière.

3ème horizon : 40 - 180 cm - Frais, peu friable - Brun jaunâtre (10 YR 5/6) - Taches gris très foncé (5 YR 3/1) - Pas de concrétions - Texture sablo-limoneuse à argilo-sableuse - Structure fragmentaire nette généralisée polyédrique anguleuse moyenne et fine - Pores tubulaires fins et moyens - Quelques racines fines.

4ème horizon : 180 cm et plus - Matériau homogène : argile sableuse à sable fin.

PROFIL N° 19

Profondeur (cm)	Argile	Limos	Sable fin	Sable grossier	pH	
					Kcl	H ₂ O
0-20	16,80	28,50	54,00	0,70	4,80	5,60
20-40	23,10	23,60	52,80	1,00	5,00	6,20
40-100	23,30	22,10	54,30	0,30	5,40	6,20
300	30,60	22,00	47,40	0,04		
400	29,70	19,80	50,40	0,04		

Cations échangeables (en meq/100 g TS*)				
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺	K ⁺	Na ⁺
3,20	3,20	0,96	0,011	0,023
4,80	6,40	0,64	0,002	0,011
5,60	8,80	0,64	0,001	0,015

* TS = terre sèche

Matière organique (%)	Élément total (%)			Élément soluble (mg/100 g)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1,09	0,07	0,05	0,51	7,00	3,06	25,50
0,50	0,06	0,05	0,55	5,25	13,13	7,50
0,50	0,01	0,05	0,62	3,50	13,13	7,50

Densité		Humidité à pf...	
Réelle	Apparente	3	4.2
2,04	1,85	36,26	23,76
2,69	2,06	34,10	23,76
2,40	1,95	33,55	25,06

1.2 LES EAUX

LES EAUX

N° de l'échantillon	Cl ⁻	H CO ₃ ⁻	CO ²⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Na ⁺
I1	0,30	0,02	-	-	0,000335	0,0017
1	0,80	0,01	-	-	0,00147	0,0038
2	0,50	0,01	-	-	0,000335	0,0025
3	0,70	0,026	-	-	0,000335	0,0046
4	0,60	0,073	-	-	0,002613	0,003
5	0,90	0,114	-	-	0,002412	0,0032
6	0,50	0,046	-	-	0,00047	0,0042
7	0,90	0,055	-	-	0,000335	0,0051
7bis	0,50	0,055	-	-	0,000335	0,0080
8	0,50	0,022	-	-	0,000335	0,0038
9	0,60	0,071	-	-	0,000335	0,0071
11	0,40	0,007	-	-	0,000174	0,0025
12	0,80	0,01	-	-	0,000174	0,0080
13	2,20	0,007	-	-	0,000938	0,0127
15	13,00	0,0025	-	-	0,004154	0,0430
16	0,40	0,042	-	-	0,000335	0,0059
19	0,40	0,029	-	-	0,000470	0,0034

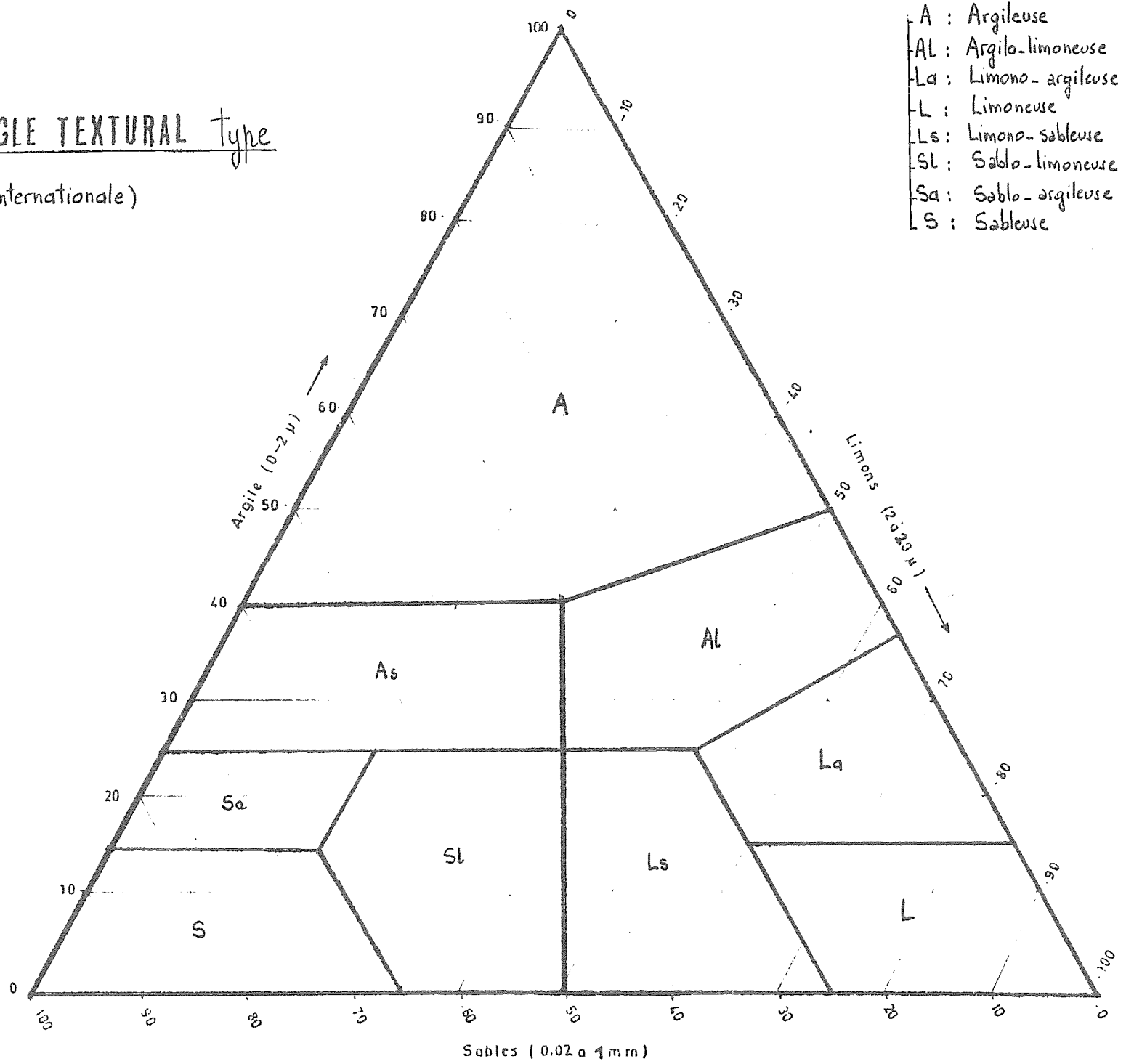
Annexe 2

TRIANGLES TEXTURAUX

TRIANGLE TEXTURAL Type

(ancienne échelle internationale)

- Teneur
- A : Argileuse
 - AL : Argilo-limoneuse
 - La : Limono-argileuse
 - L : Limoneuse
 - Ls : Limono-sableuse
 - Sl : Sablo-limoneuse
 - Sa : Sablo-argileuse
 - S : Sableuse



TRIANGLE TEXTURAL

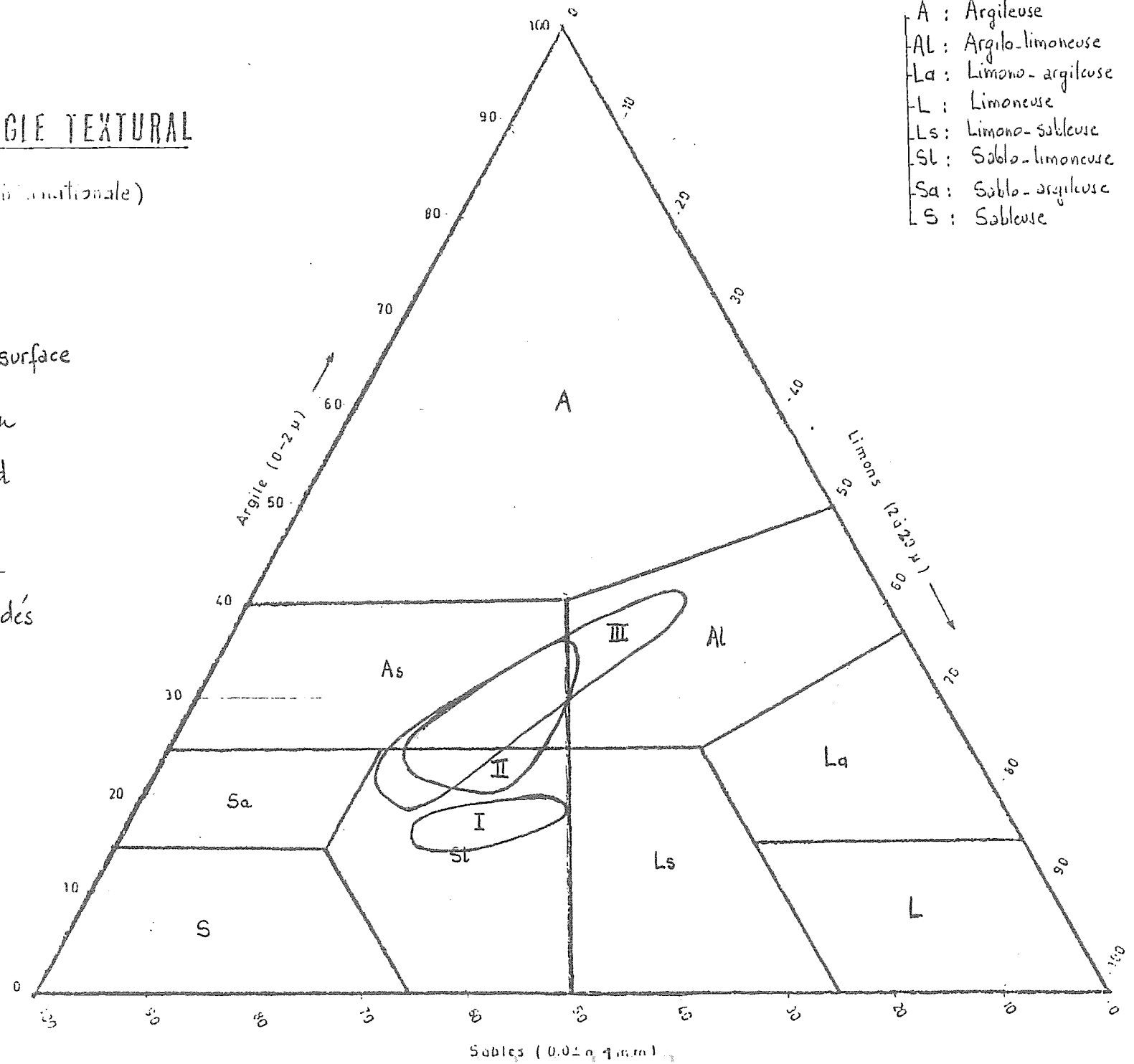
(arrangé selon l'Internationale)

- A : Argileuse
- AL : Argilo-limoneuse
- La : Limono-argileuse
- L : Limoneuse
- Ls : Limono-sableuse
- Sl : Sable-limoneuse
- Sa : Sable-argileuse
- S : Sableuse

- I : horizon de surface
- II : horizon moyen
- III : horizon profond

Profils 16, 18 et 19

Sols alluviaux inondés
tous les ans



Sables (0.02-0.9mm)

TRIANGLE TEXTURAL

(unite internationale)

- | | | |
|----------------|--------------------------|----------------------|
| levée de berge | all. fines | |
| ● | all. sur all. grossières | ○ |
| ○ | | ⊙ |
| □ | | ⊠ |
| ■ | | ⊡ |
| | | horizon de surface |
| | | horizon moyen |
| | | horizon profond |
| | | horizon tres profond |

Profil 4 (levée de berge)

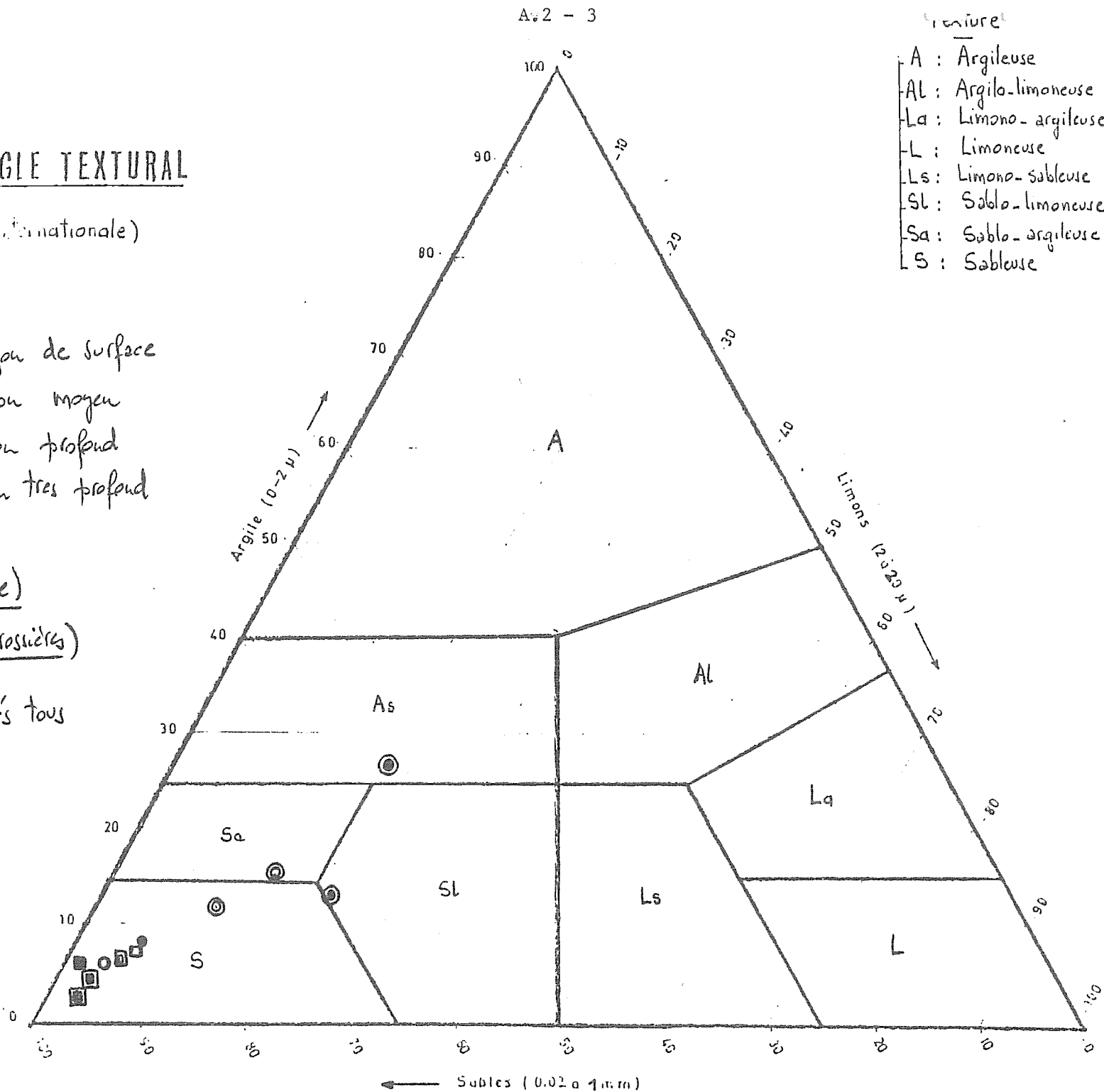
5 et 10 (all. fines/all. grossières)

Sols alluviaux inondés tous

les ans

Texture

- A : Argileuse
- AL : Argilo-limoneuse
- La : Limono-argileuse
- L : Limoneuse
- Ls : Limono-sableuse
- Sl : Sable-limoneuse
- Sa : Sable-argileuse
- S : Sableuse



TRIANGLE TEXTURAL

(à l'échelle internationale)

Texture

- A : Argileuse
- AL : Argilo-limoneuse
- La : Limono-argileuse
- L : Limoneuse
- Ls : Limono-sableuse
- SL : Sable-limoneuse
- Sa : Sable-argileuse
- LS : Sableuse

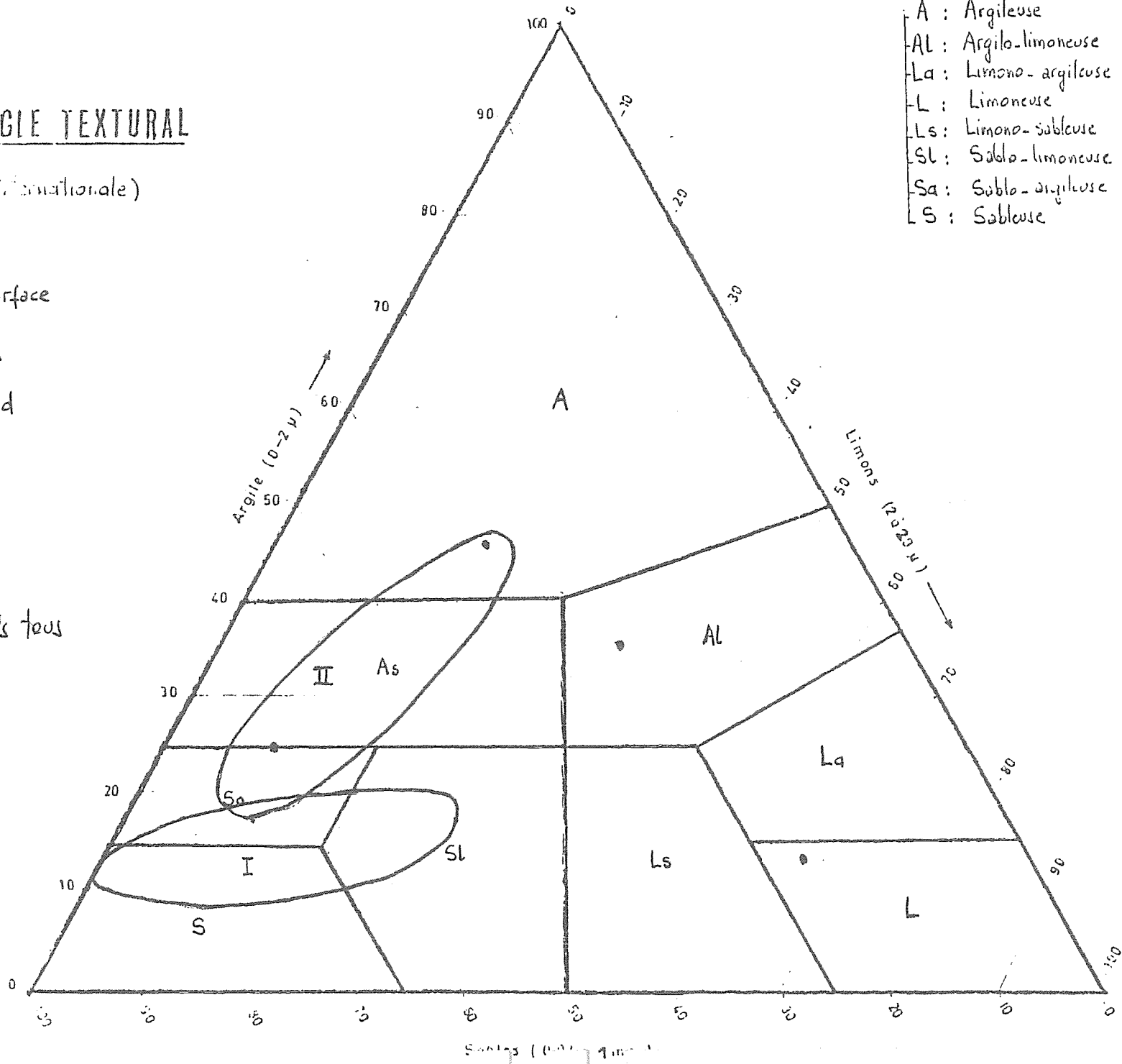
I : horizon de surface

II : horizon moyen

● : horizon profond

Profils 1.3.8.9

Sols alluviaux inondés tous les 2 à 5 ans (ou plus)



Sables (0.075 à 0.25 mm)

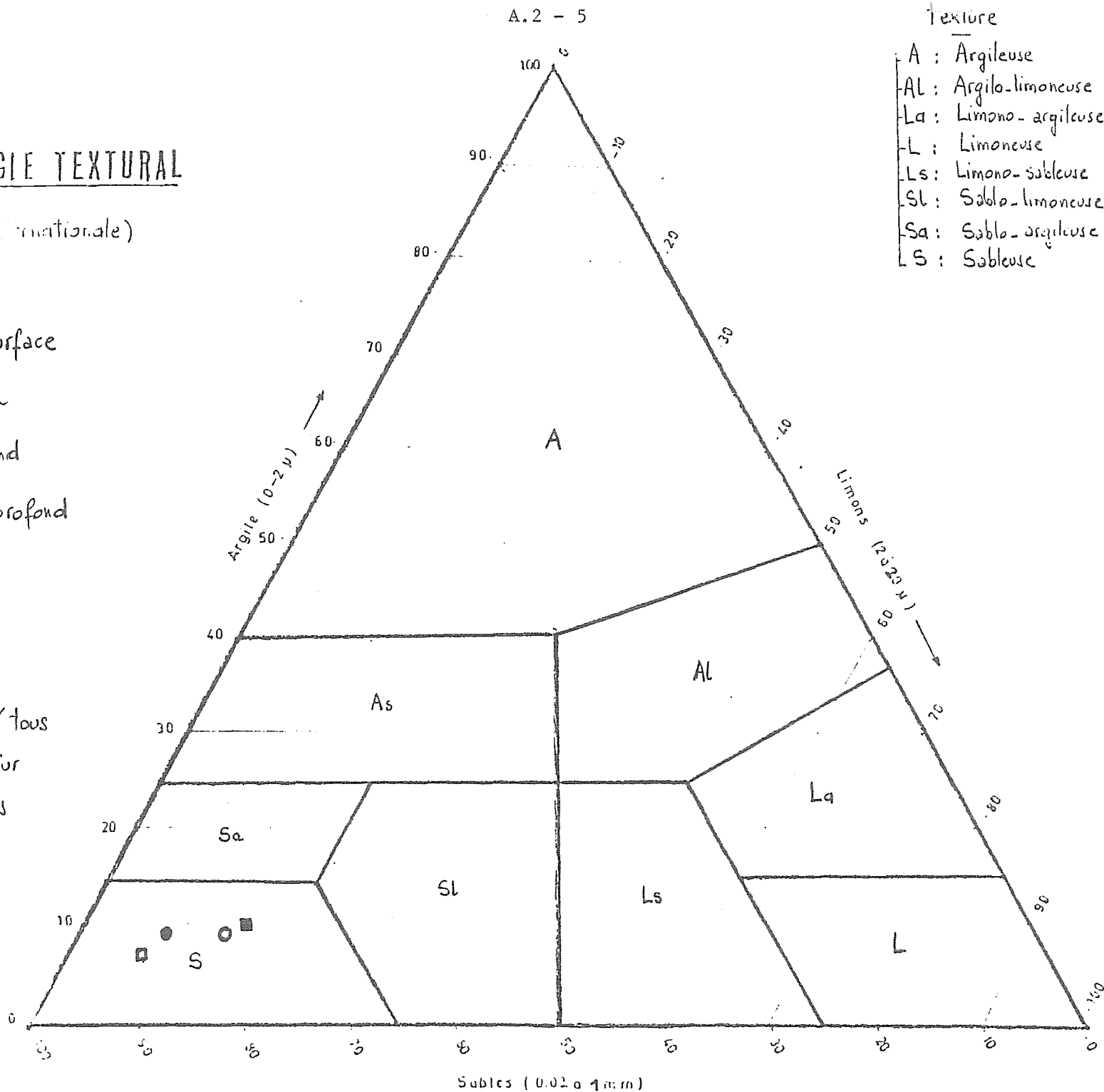
TRIANGLE TEXTURAL

(unite internationale)

- horizon de surface
- horizon moyen
- horizon profond
- horizon tres profond

Profil 7 bis

Sol alluvial inonde tous les 2 à 5 ans developpe sur collu-alluvions (colluvions granitiques)



Texture

- A : Argileuse
- AL : Argilo-limonense
- La : Limono-argileuse
- L : Limoneuse
- Ls : Limono-sableuse
- SL : Sablo-limonense
- Sa : Sablo-argileuse
- LS : Sableuse

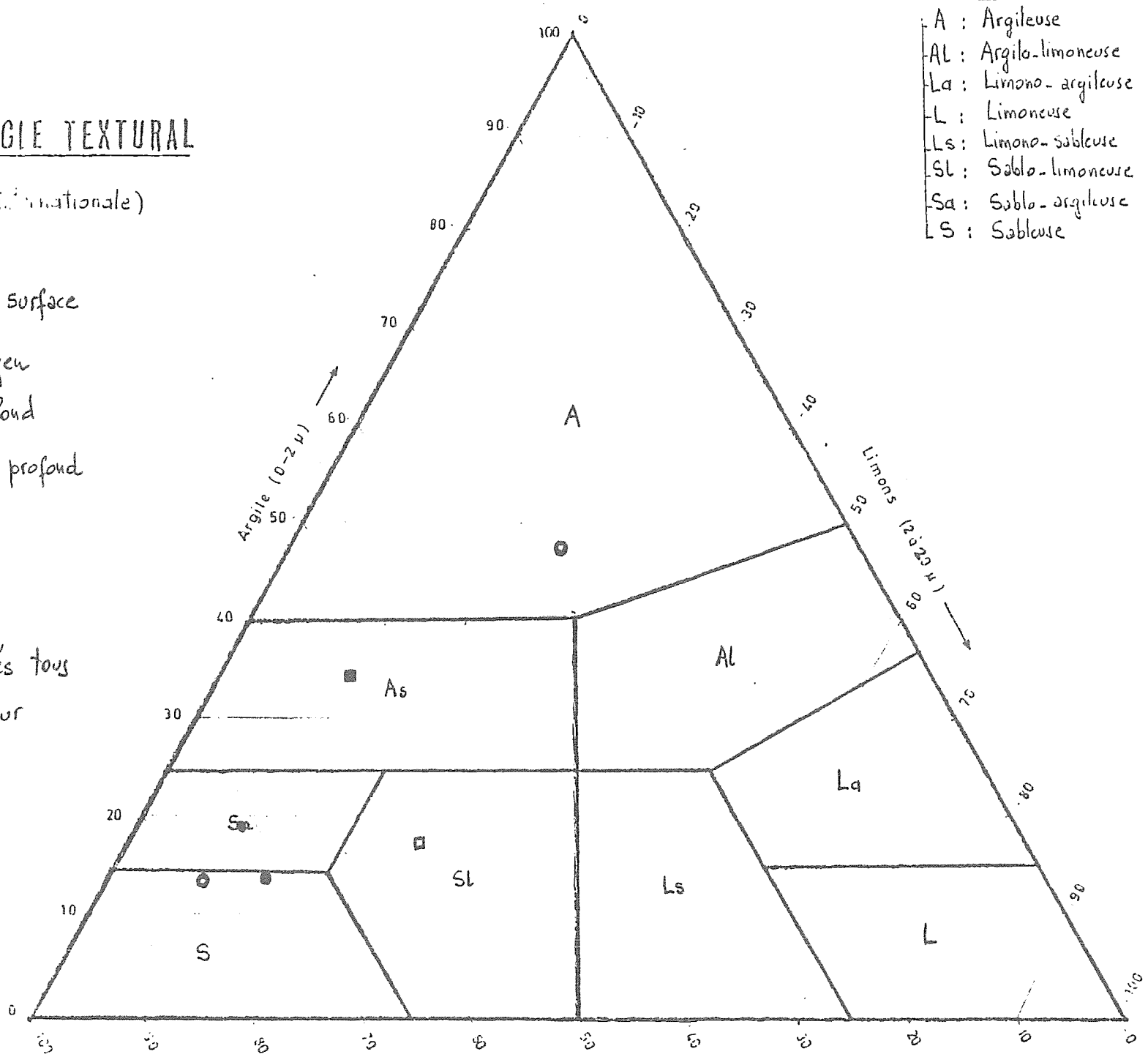
pp. 7/14

TRIANGLE TEXTURAL

(selon l'échelle internationale)

- horizon de surface
- horizon moyen
- horizon profond
- horizon très profond

- Texture
- A : Argileuse
 - AL : Argilo-limoneuse
 - La : Limono-argileuse
 - L : Limoneuse
 - Ls : Limono-sableuse
 - SL : Sable-limoneuse
 - Sa : Sable-argileuse
 - LS : Sableuse



Profils 11-12

Sols alluviaux inondés tous les 2 à 5 ans reposant sur niveau ferrallitique

TRIANGLE TEXTURAL

(selon l'échelle internationale)

- A : Argileuse
- AL : Argilo-limoneuse
- La : Limono-argileuse
- L : Limoneuse
- Ls : Limono-sableuse
- Sl : Sable-limoneuse
- Sa : Sable-argileuse
- S : Sableuse

Fa



horizon de surface



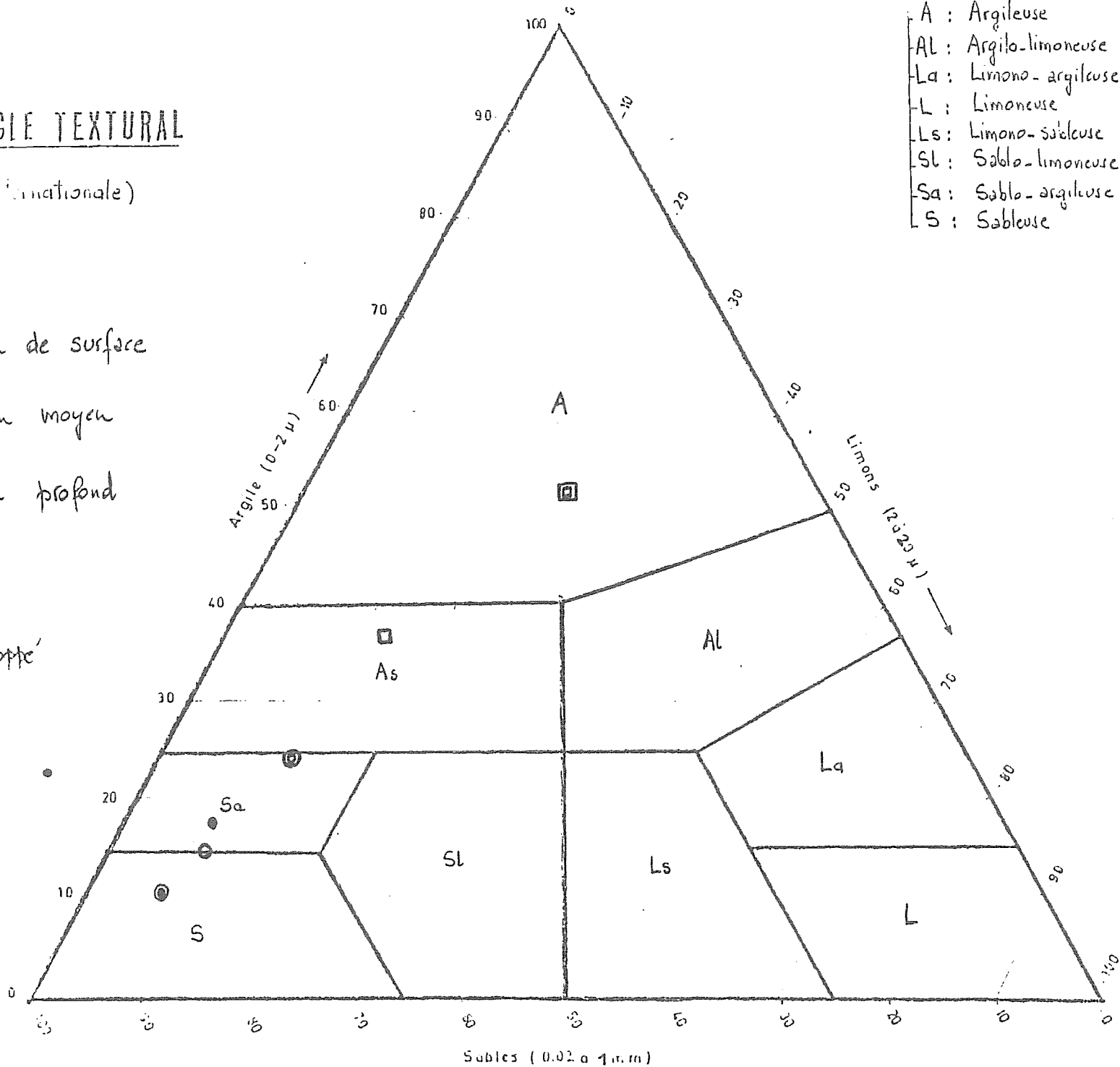
horizon moyen



horizon profond

Profil 17

Sol ferrallitique développé sur roche magmatique acide



Sables (0.02 à 1 mm)

TRIANGLE TEXTURAL

(norme internationale)

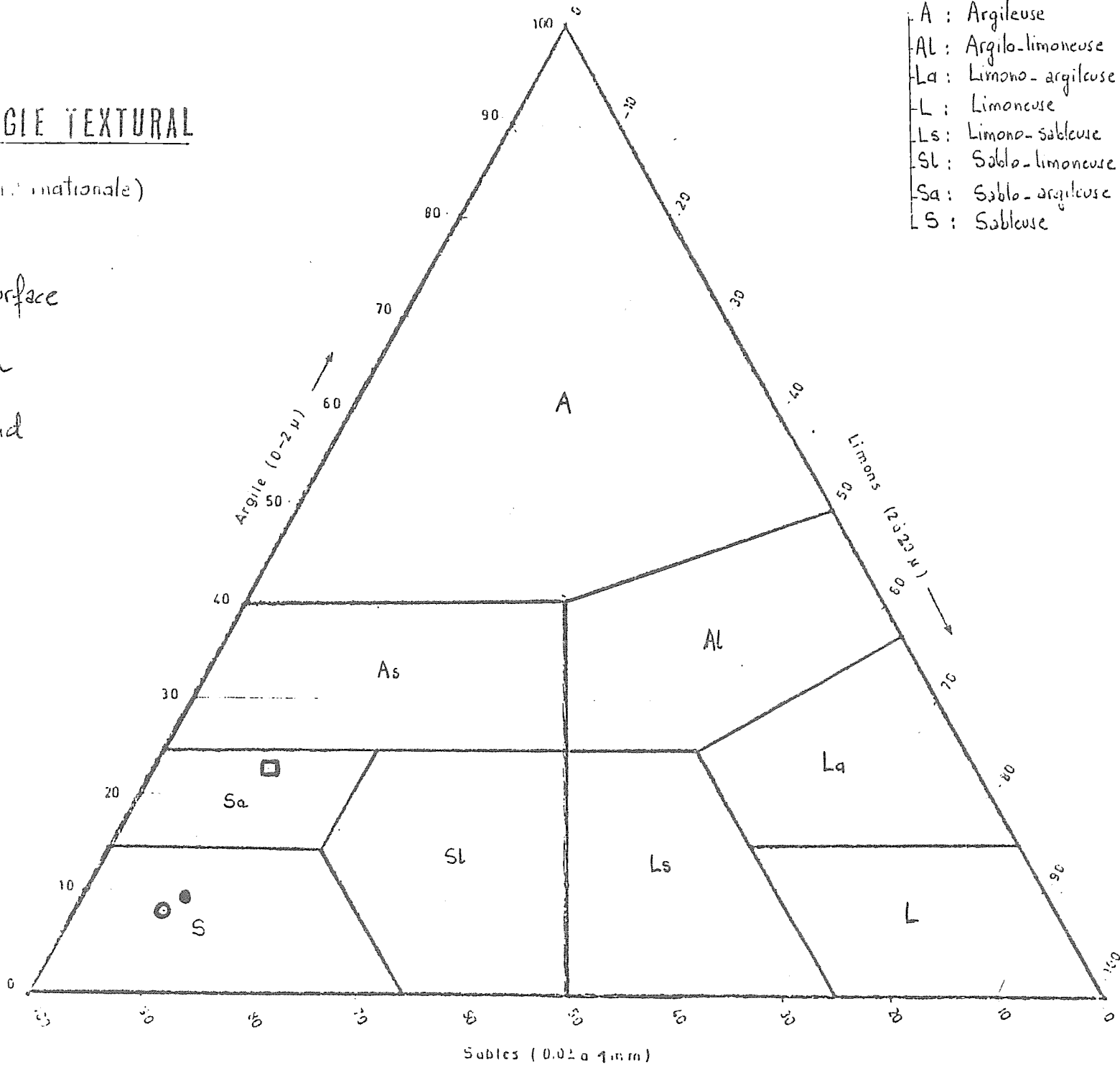
- horizon de surface
- horizon moyen
- horizon profond

Profil 15

Sol gris non lessivé
développé sur résidu
de roche magmatique
acide (albic luvisol)

Texture

- A : Argileuse
- AL : Argilo-limoneuse
- La : Limono-argileuse
- L : Limoneuse
- Ls : Limono-sableuse
- SL : Sable-limoneuse
- Sa : Sable-argileuse
- LS : Sableuse



TRIANGLE TEXTURAL

(univ. de l'agriculture internationale)

I : horizon de surface

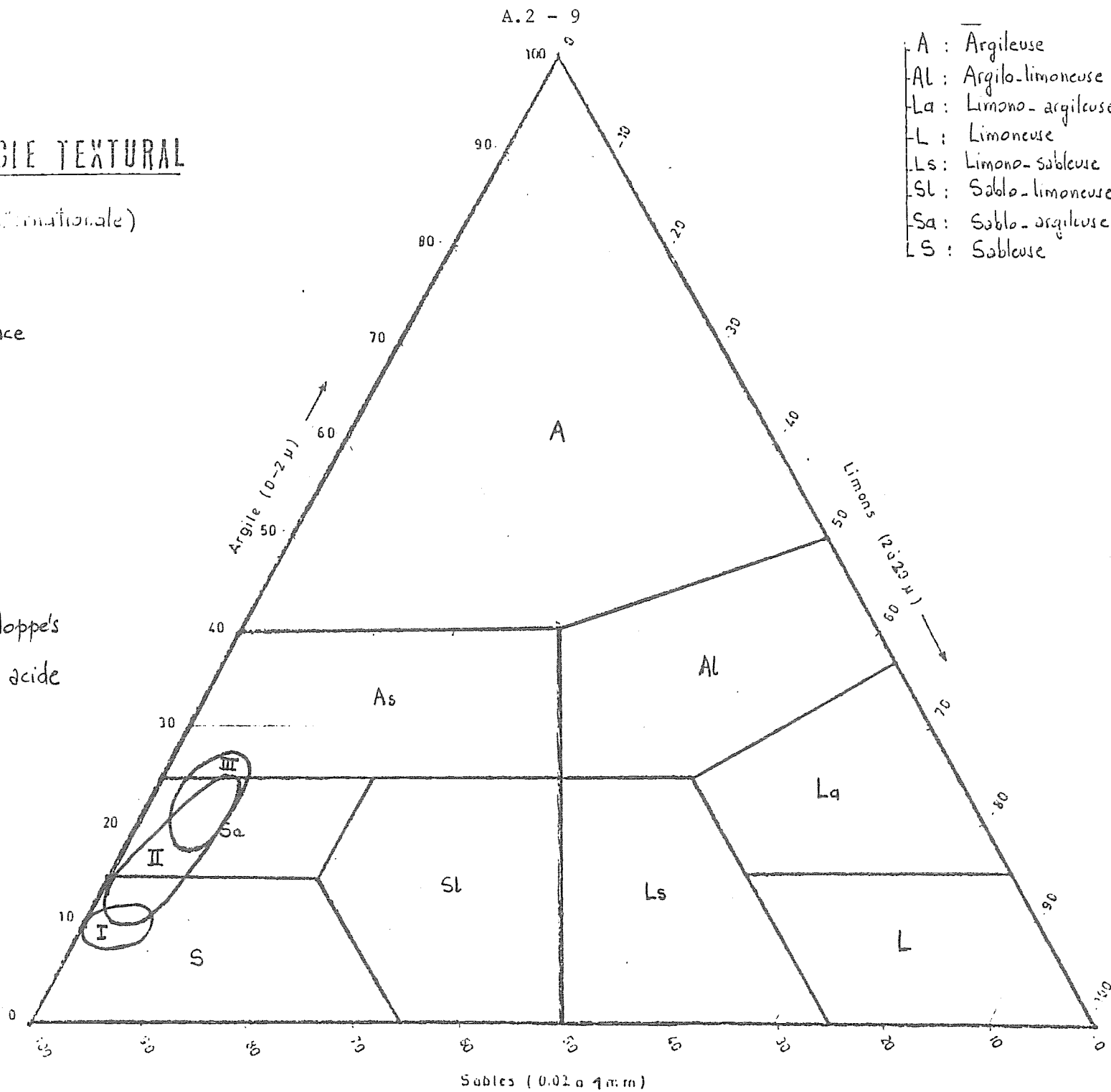
II : horizon moyen

III : horizon profond

Profils 6-7-13-14

Sols gris lessivés développés sur roche magmatique acide (huma-ferric podzols)

- A : Argileuse
- AL : Argilo-limoneuse
- La : Limono-argileuse
- L : Limoneuse
- Ls : Limono-sableuse
- Sl : Sable-limoneuse
- Sa : Sable-argileuse
- LS : Sableuse



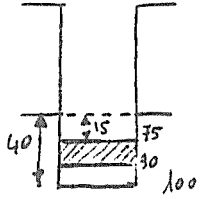
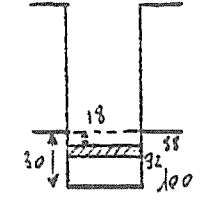
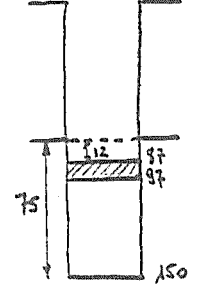
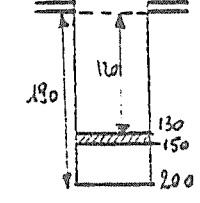
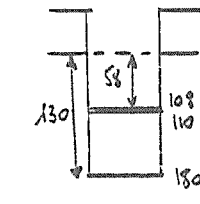
ANNEXE N° 3

LA PERMEABILITE DES SOLS

Annexe n° 3.1

CALCULS DE PERMEABILITE
METHODE PORCHET

(le trou de sondage atteint le plan d'eau)

<p>P7 Sa</p>		<p>H = 40 cm Δ = 15 cm v = 15.10⁻² m³/s t = 30,60 s</p>	$Q = \frac{15 \cdot 10^{-2}}{18 \cdot 10^2} = 8,33 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ $K = \frac{25 \cdot 10^{-5}}{15 \times 65 \times 10^{-4}} = \frac{25 \cdot 10^{-1}}{0,65 \cdot 10^2} = 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$
<p>P2 As</p>		<p>H = 30 cm Δ = 18 cm v = 4.10⁻² m³/s t = 35,60 s</p>	$Q = \frac{4 \cdot 10^{-2}}{21 \cdot 10^2} = 1,90 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ $K = \frac{5,71 \times 10^{-5}}{18 \times 42 \times 10^{-4}} = \frac{5,71 \times 10^{-1}}{0,76 \times 10^3} = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$
<p>P11 Las</p>		<p>H = 75 cm Δ = 12 cm v = 10.10⁻² m³/s t = 60,60 s</p>	$Q = \frac{10 \cdot 10^{-2}}{36 \cdot 10^2} = 2,78 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ $K = \frac{8,33 \times 10^{-5}}{12 \times 138 \times 10^{-4}} = \frac{8,33 \times 10^{-1}}{1,66 \times 10^3} = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$
<p>P9 A1</p>		<p>H = 190 cm Δ = 120 cm v = 20.10⁻² m³/s t = 25,60 s</p>	$Q = \frac{20 \cdot 10^{-2}}{15 \cdot 10^2} = 1,33 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ $K = \frac{4,0 \times 10^{-4}}{120 \times 260 \times 10^{-4}} = \frac{4,0 \times 10^{-1}}{3,1 \times 10^4} = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$
<p>P3 A</p>		<p>H = 130 cm Δ = 58 cm v = 2.10⁻² m³/s t = 75,60 s</p>	$Q = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{4,5 \cdot 10^3} = 0,44 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ $K = \frac{1,33 \times 10^{-5}}{58 \times 202 \times 10^{-4}} = \frac{1,33 \times 10^{-1}}{1,17 \times 10^4} = 1,1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

Annexe n° 3.2

REPRESENTATION GRAPHIQUE DES MESURES D'INFILTRATION

-

D'après CRIDDLE (1956), la vitesse d'infiltration I (quantité d'eau dy passant dans le sol pendant un temps dt) suit une courbe exponentielle de type At^n .

$$I = \frac{dy}{dt} = At^n \quad \begin{array}{l} t \text{ en heure } \\ y \text{ en cm} \end{array} \quad I \text{ en cm/H}$$

La quantité d'eau infiltrée y_{cm} s'obtient par l'intégrale de I

$$y = \int_0^t \frac{dy}{dt} = \frac{At^{n+1}}{n+1}$$

Si t est exprimé en minutes, on a $y_{cm} = \frac{At^{n+1}}{60(n+1)}$

En coordonnées log-log, cette équation est représentée par une droite $y_1 = (n+1)t_1 + C$

$$y_1 = \log y \quad t_1 = \log t \quad C = \text{constante}$$

Les résultats des mesures de terrain permettent de construire cette droite dont on mesure la pente $n+1$ par le rapport corrigée/abscisse d'un point quelconque.

A partir de là, graphiquement on peut représenter les droites correspondant aux vitesses d'infiltration moyenne et instantanée.

L'ordonnée à l'origine $y(t=1)$ est repérée sur le graphique

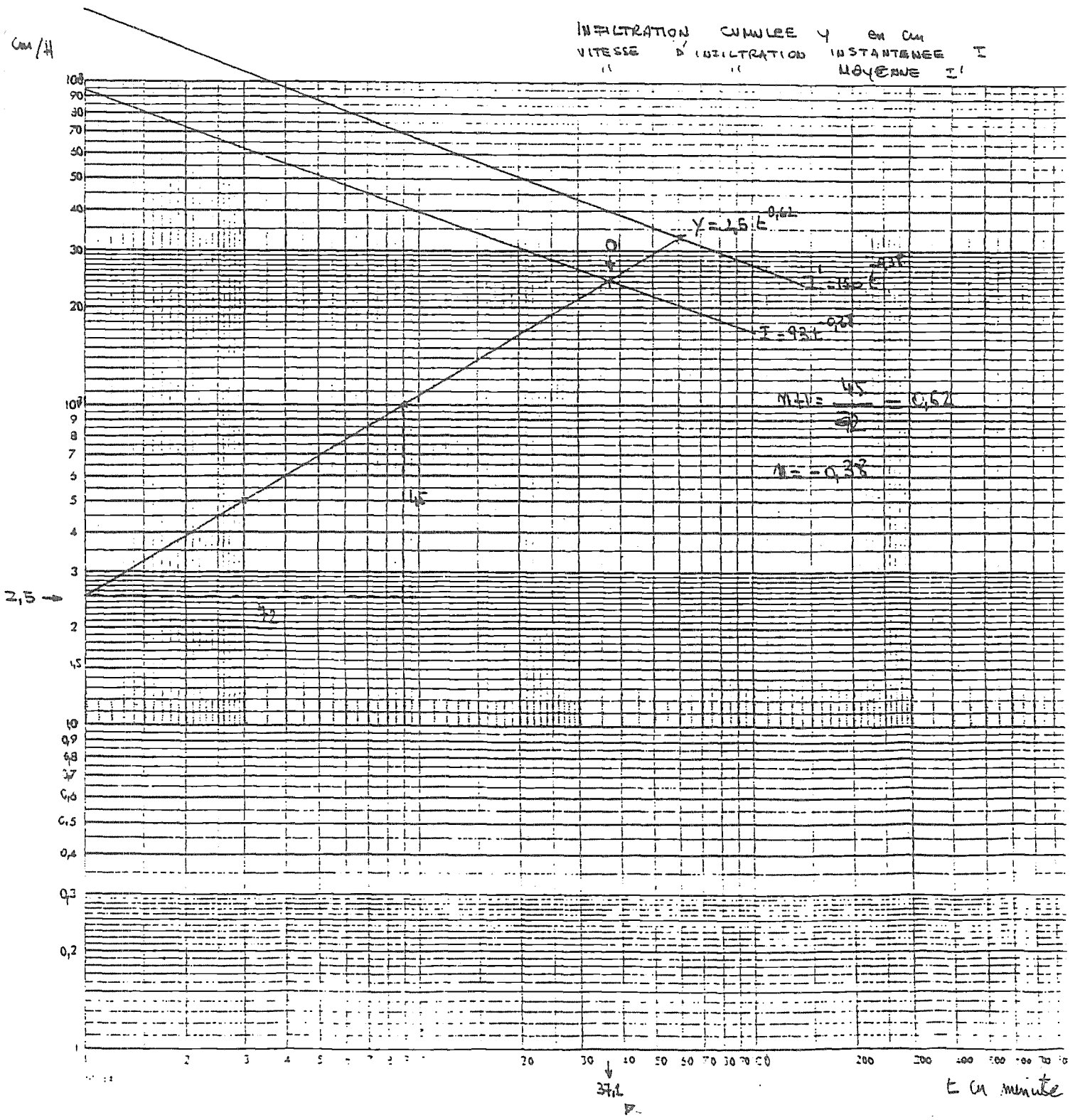
$$Y(t=1) = \frac{A}{60(n+1)} \quad \text{d'où } A = 60 Y(t=1) (n+1)$$

L'équation de $I = At^n$ devient $I = \frac{A}{60} Y(t=1) (n+1) t^n$. On obtient l'abscisse d'un point d'intersection O des droites y et Y en faisant $y = I$, soit :

$$y = I \quad A_{to}^n = \frac{A_{to}^{n+1}}{60(n+1)} \quad \text{d'où } t_o = 60(n+1)$$

que l'on reporte sur le graphique.

INFILTRATION CUMULEE y EN CM
 VITESSE D'INFILTRATION INSTANTANEE I
 " " MOYENNE I'



La vitesse moyenne d'infiltration I' (quantité d'eau infiltrée y au temps t sur t) est représentée par une droite parallèle à la précédente

$$I' = \frac{y}{t} = \frac{At^n}{n+1}$$

EXEMPLE

Quantité d'eau infiltrée :	5,0 cm	10,0 cm
Temps :	3 mn	9 mn

$$n + 1 = \frac{45}{72} = 0,62 \quad n = -0,38$$

$$y(t=1) = 2,5 \quad \text{d'où } A = 93 = I(t-1)$$

$$t_0 = 60(n+1) = 37,2 \quad \text{d'où le point } 0$$

Les équations y , I et I' sont les suivantes :

$$y = 2,5 t^{0,62} \quad \text{ou} \quad y = 31,6 T^{0,62} \quad \begin{array}{l} (t \text{ en mn}) \\ (T \text{ en heure}) \end{array}$$

$$I = 93 t^{-0,38} = 19,6 T^{-0,38}$$

$$I' = 150 t^{-0,38} = 31,6 T^{-0,38}$$

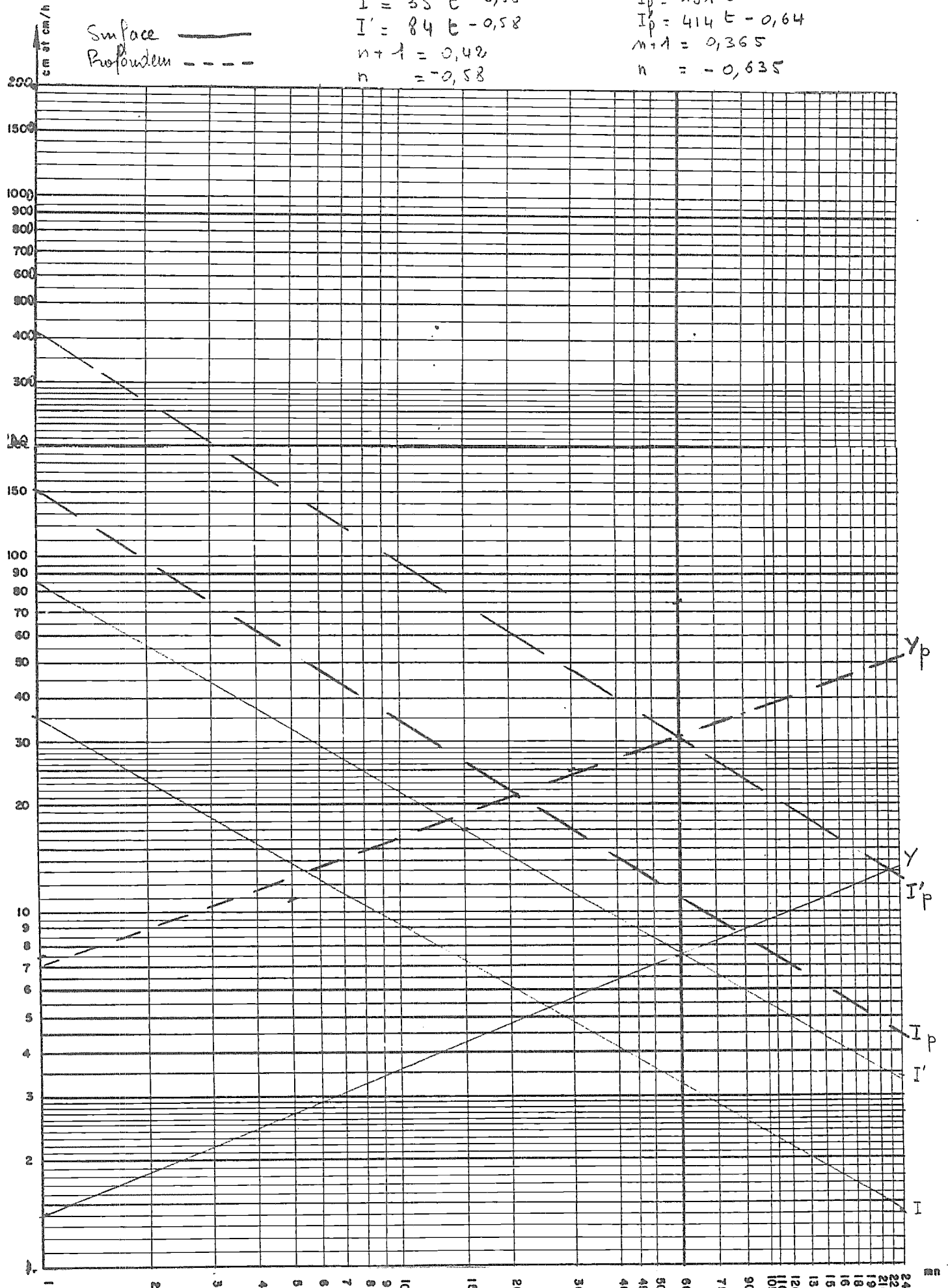
Annexe n° 3.3

RESULTATS DES MESURES D'INFILTRATION
(Méthode du double cylindre de Müntz)

Profil n° 1

Surface
 $Y = 1,4 t^{0,42}$
 $I = 35 t^{-0,52}$
 $I' = 84 t^{-0,58}$
 $n+1 = 0,42$
 $n = -0,58$

Profondeur (40cm)
 $Y_p = 7 t^{0,36}$
 $I_p = 151 t^{-0,64}$
 $I'_p = 414 t^{-0,64}$
 $n+1 = 0,365$
 $n = -0,635$



Attention, ce graphique est décalé vers le haut à cause d'une grande vitesse d'infiltration

Field no 2

Surface ———

$$Y = 0,1 t + 0,83$$

$$I = 50 t - 0,17$$

$$I' = 60 t - 0,17$$

$$n+1 = 0,83$$

$$n = -0,17$$

Podzolium - - - (40 cm)

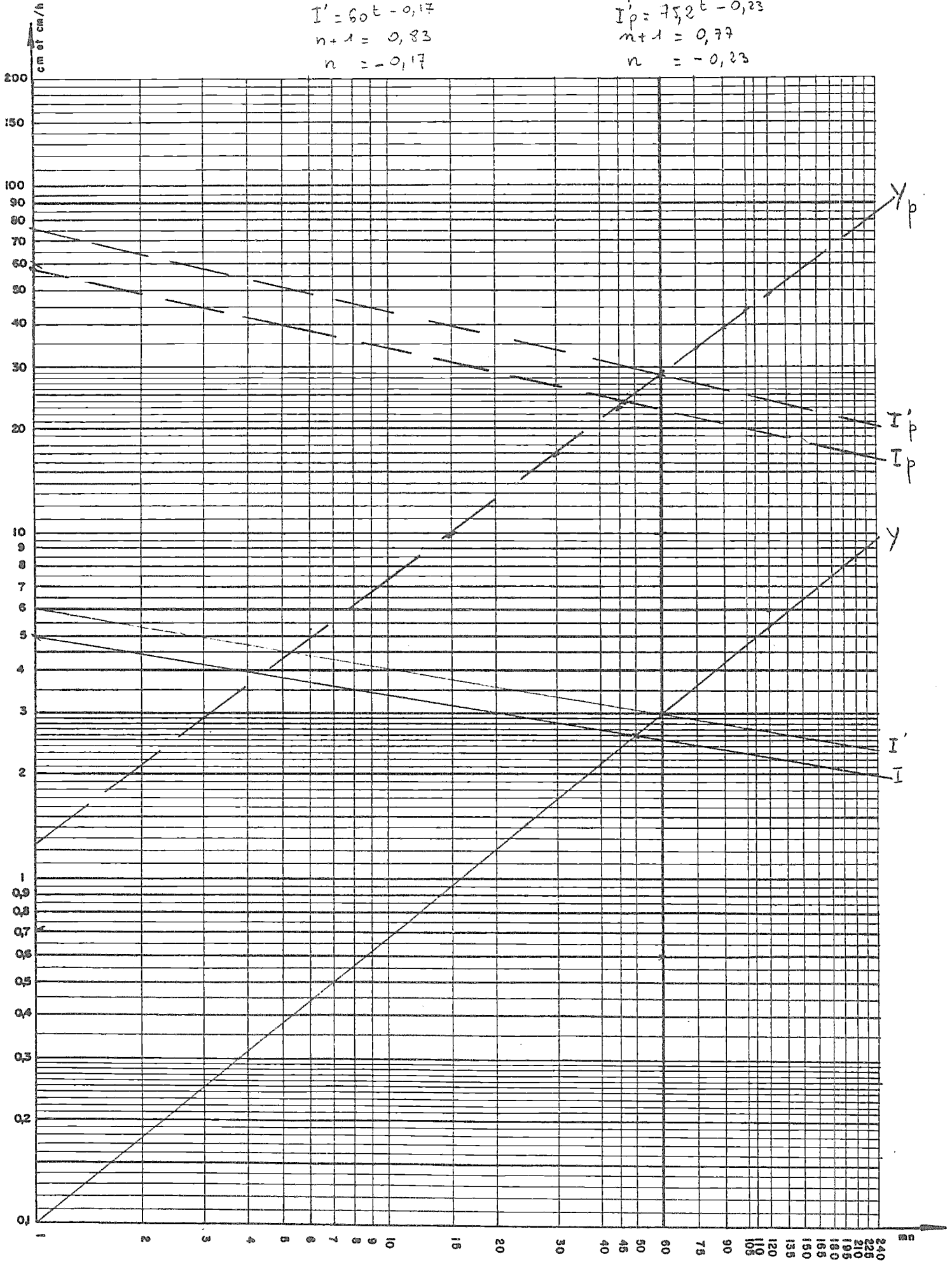
$$Y_p = 1,25 t + 0,77$$

$$I_p = 57,9 t - 0,23$$

$$I'_p = 75,2 t - 0,23$$

$$n+1 = 0,77$$

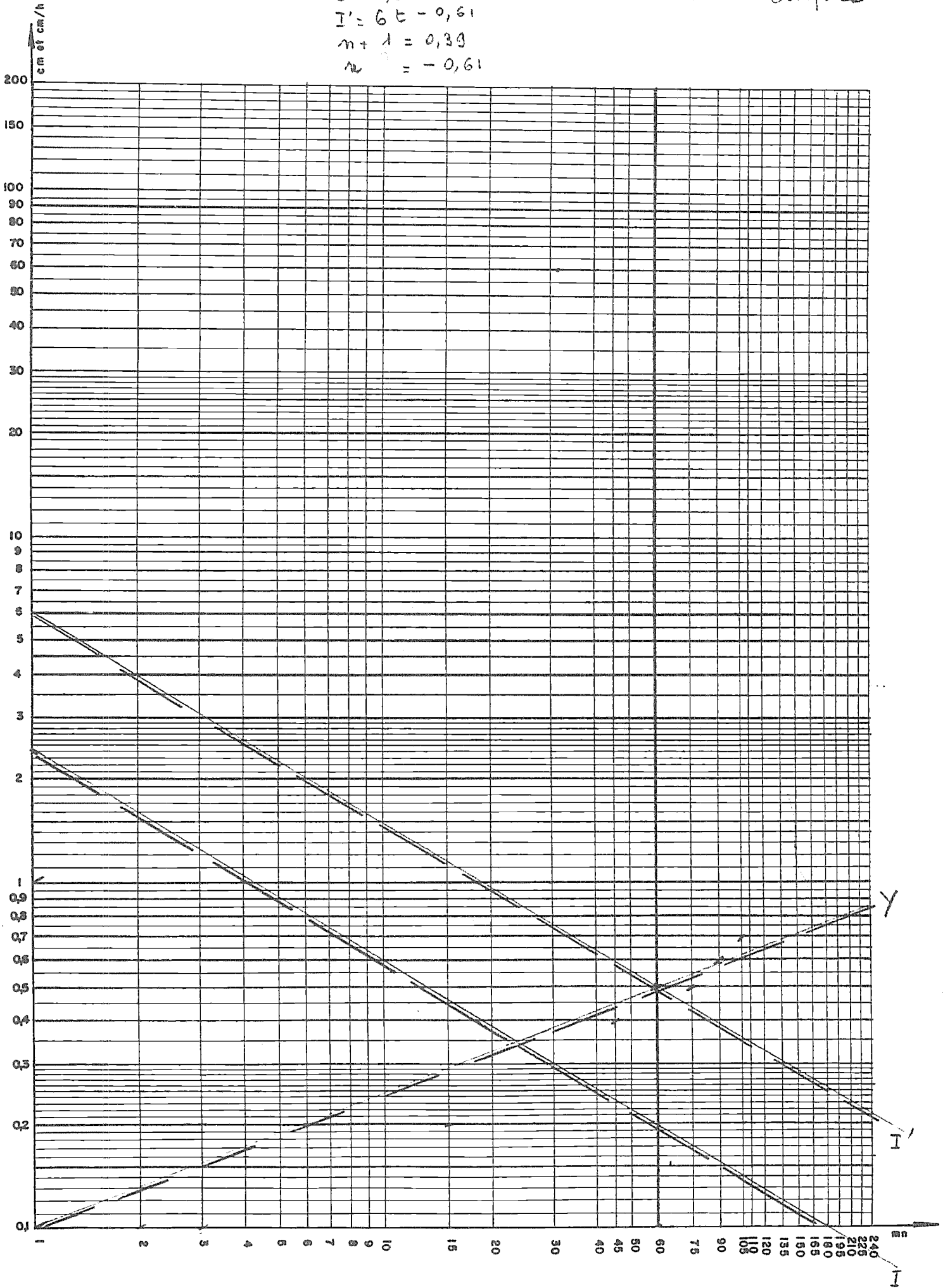
$$n = -0,23$$



Profil n° 3

Ends 12
 $\gamma = 0,1 \text{ à } 0,39$
 $I = 2,34 \text{ à } -0,61$
 $I' = 6 \text{ à } -0,61$
 $n + 1 = 0,39$
 $n = -0,61$

Profondeur - - -
idem surface



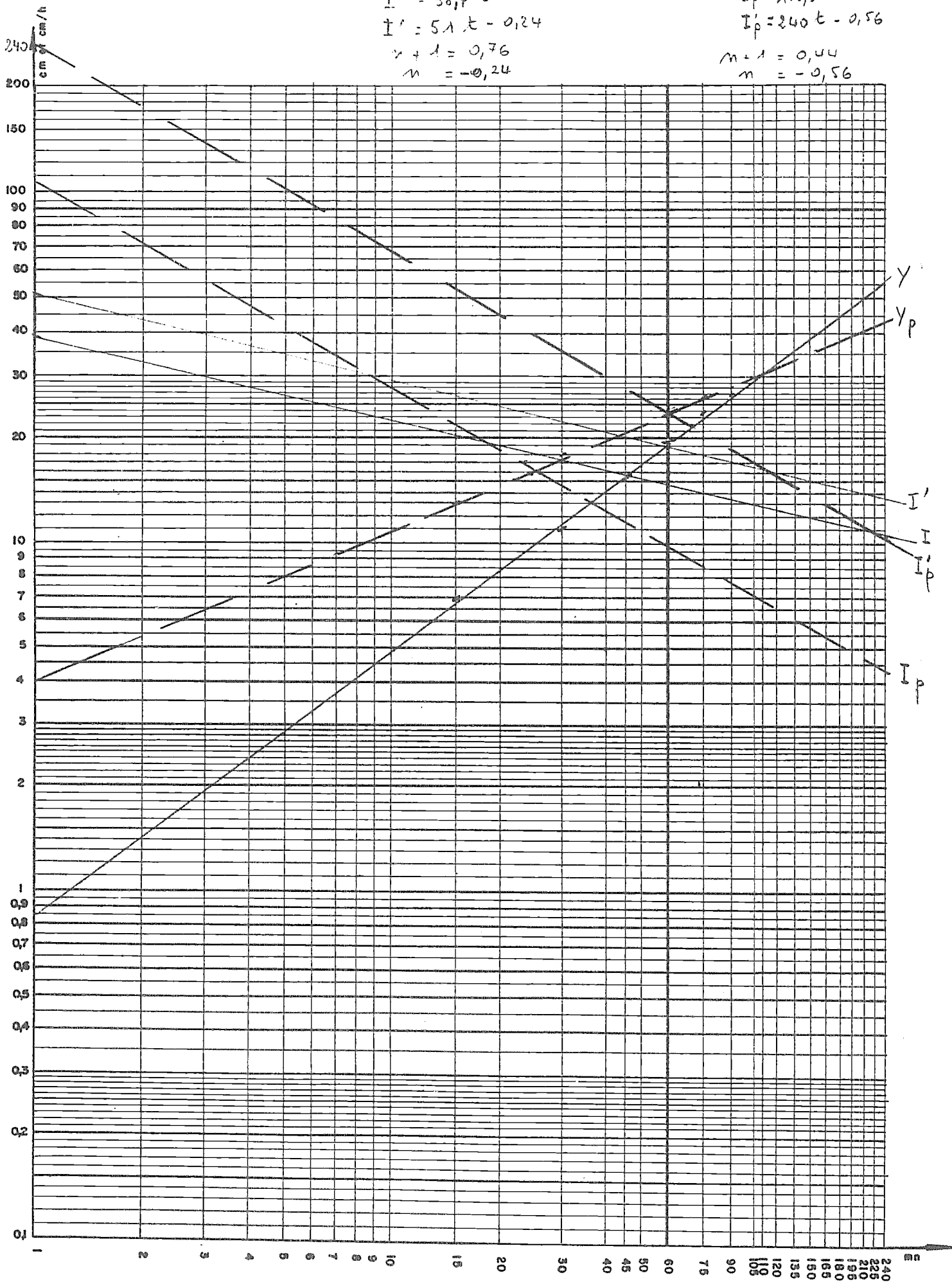
Profil no 6

Surface ———

Profondeurs - - -

$Y = 0,85 t^{0,76}$
 $I = 38,7 t^{-0,24}$
 $I' = 51 t^{-0,24}$
 $\nu + 1 = 0,76$
 $n = -0,24$

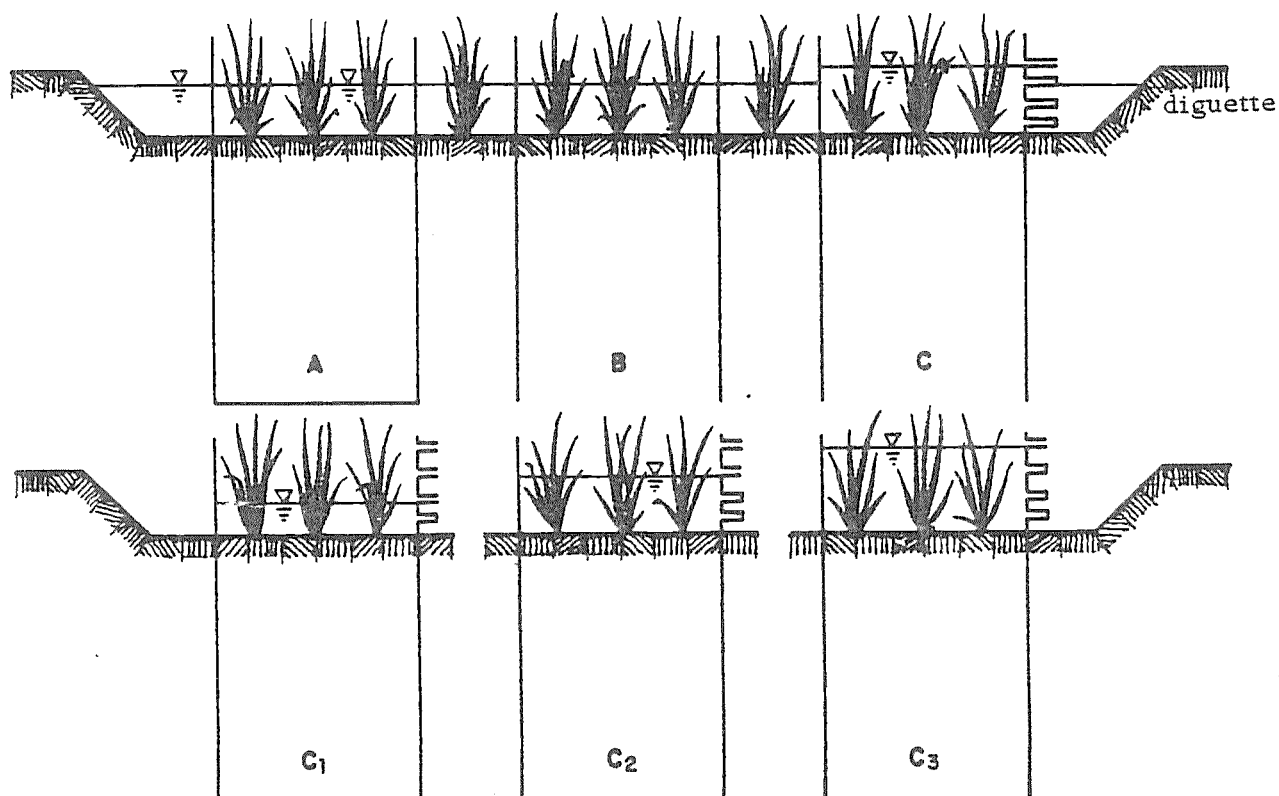
$Y_p = 14 t^{0,44}$
 $I_p = 105,6 t^{-0,56}$
 $I'_p = 240 t^{-0,56}$
 $m + 1 = 0,44$
 $n = -0,56$



Annexe n° 4

METHODE DES TROIS RECIPIENTS UTILISEE POUR LE RIZ

Dastane *et al.* (1966) ont mis au point une technique utilisant trois récipients pour évaluer l'évapotranspiration, la percolation, les besoins en eau et également les précipitations inefficaces dans une culture de riz (voir figure). Trois récipients (ou bidons) A, B et C, d'une capacité d'environ 40 gallons (180 litres), de 50 cm de diamètre et 125 cm de haut, sont enfouis dans une rizière, en laissant à peu près un quart de leur hauteur au-dessus du niveau du sol. Les fonds des récipients B et C ont été enlevés. On adapte au récipient C, soit des orifices de déversement à des intervalles de 5 cm, soit un échelle coulissante permettant un contrôle précis du niveau de l'eau. Les tuyaux partant des orifices peuvent être raccordés à un dispositif récepteur d'eau. Les récipients sont remplis avec le sol de la rizière, et on y fait pousser du riz, en même temps que celui qui est cultivé dans le champ adjacent. Les niveaux de l'eau dans les bidons sont maintenus au même niveau qu'à l'extérieur. La différence entre les valeurs pour deux jours consécutifs et résultant de la perte d'eau journalière dans le récipient A représente l'évapotranspiration, tandis que, dans le récipient B elle indique les besoins totaux journaliers en eau (évapotranspiration + percolation). La différence journalière entre les niveaux des récipients A et B représente donc les pertes par percolation.



A : ET; B : ET + percolation; C : ET + percolation + ruissellement

Le rôle du récipient C est d'évaluer les précipitations inefficaces. La profondeur maximale de submersion est commandée par la plus faible des deux valeurs : hauteur de la culture de riz et hauteur des diguettes de la rizière. Toute chute de pluie qui submergera cette culture au-dessus d'une certaine hauteur critique ou qui fera que le niveau dépasse la hauteur des diguettes, sera à considérer comme inefficace. A mesure que la hauteur du riz augmente, les orifices seront obturés (ou l'échelle coulissante poussée progressivement vers le haut), jusqu'à ce que la hauteur des diguettes devienne le facteur limitatif.

Le niveau de l'eau est réglé à une hauteur choisie dans le récipient C. Cette hauteur peut être modifiée avec l'augmentation de la taille des plantes de riz. L'évapotranspiration et la percolation se poursuivent et créent chaque jour un déficit. Lorsque la pluie surviendra, elle commencera à combler ce déficit. Lorsqu'elle deviendra excessive, le surplus s'écoulera par les tuyaux d'écoulement. C'est là une pluie efficace. La différence entre les niveaux de l'eau dans les récipients B et C représente donc des précipitations inefficaces. Mais s'il n'y a pas de pluie, le niveau de l'eau dans le récipient C va atteindre graduellement la surface du sol, et il faudra alors irriguer le riz conformément à la pratique habituelle. Cette méthode est simple, ne coûte presque rien, et est facile à appliquer. Il en est donné ci-dessous un exemple typique en utilisant une fiche de relevés journaliers (cf. pages suivantes) :

. Hauteur d'eau permise = 75 mm

- colonne 2 : de la lecture du compteur d'eau ;
- colonne 3 : des relevés du pluviomètre ;
- colonne 4 : à régler chaque jour d'après les lectures des colonnes 6 et 5, et à observer le jour suivant ;
- colonne 6 : lecture d'après les observations journalières ;
- colonne 7 : colonne 6 du jour précédent + colonne 3 - colonne 4 ;
- colonne 8 : colonne 6 du jour précédent + colonne 3 - colonne 5 ;
- colonne 9 : colonne 8 - colonne 7 ;
- colonne 10 : colonne 5 - colonne 6.

Date	Irrigation	Précipitations journalières	Récipient			Evapotranspiration ETa	ETa + percolation	Percolation	Précipitations inefficaces
			A	B	C				
1	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	7 mm	8 mm	9 mm	10 mm
Jour précédent	0	0	75	75	75	0	0	0	0
1	0	20	90	80	75	5	15	10	5
2	0	40	107	97	75	8	18	10	22
3	0	100	170	160	75	5	15	10	85
4	0	15	85	75	75	5	15	10	0
5	0	0	67	57	57	8	18	10	0
6	0	0	48	38	38	9	19	10	0
7	0	20	51	41	41	7	17	10	0
8	0	60	95	85	75	6	16	10	10
9	0	70	140	130	75	5	15	10	55
10	0	0	67	57	57	8	18	10	0
11	0	0	49	39	39	8	18	10	0
12	0	0	32	22	22	7	17	10	0
13	0	0	17	7	7	5	15	10	0
14	75	0	75	65	65	7	17	10	0
15	0	30	90	80	75	5	15	10	5
Total	75	355	-	-	-	98	248	150	182

Annexe n° 5

EXIGENCES EDAPHIQUES DES PRINCIPALES
CULTURES DU SECTEUR

Annexe n° 5

EXIGENCES EDAPHIQUES DES PRINCIPALES CULTURES DU SECTEUR

1. LE RIZ (*Oriza sativa*)

1.1 "CULTURES TROPICALES - PLANTES VIVRIERES" PAR R. CERIGHELLI

" Ce n'est pourtant que sur les sols légers, perméables, qu'il produit les grains de la meilleure qualité : durs, translucides et riches en protides. Mais de tels sols exigent pour leur submersion de très grandes quantités d'eau. Il faut en employer jusqu'à 50 à 60 l/s/ha alors que les sols compacts n'en exigent que 1 à 2 l ; et au-dessus de quelques litres l'irrigation est souvent onéreuse et anti-économique. C'est la principale raison qui fait écarter les sols sablonneux.

Les sols trop argileux ne conviennent pas davantage : difficiles à travailler avant d'être saturés, ils empêchent les labours précoces souvent si utiles ; de plus, ils s'assèchent trop lentement à l'approche de la maturité de la plante. Les sols doivent néanmoins présenter une certaine consistance pour supporter au moment de la moisson les machines ou même les hommes qui procèdent à cette opération. Il leur faut en définitive des qualités moyennes de compacité. Ce sont celles des sols argilo-limoneux renfermant en moyenne 50 % d'argile, 30 % de limon, 10 % de sable fin, 5 % de sable grossier et autant d'humus. Les sols plus limoneux et plus perméables peuvent également convenir s'ils ne sont pas très profonds et s'ils reposent sur un sous-sol argileux et imperméable.

... Bien que le riz puisse se développer dans des sols plus ou moins acides et même légèrement alcalins, c'est dans ceux qui ont une faible acidité (pH variant de 5,5 à 6,5) qu'il donne les meilleurs résultats".

1.2 "CULTURES TROPICALES - PLANTES VIVRIERES" PAR R. CERIGHELLI

- Choisir pour la culture du riz des sols lourds ou ayant des couches indurées et de faible profondeur.
- Pratiquer cette culture sur de grandes surfaces plutôt que dans des parcelles isolées étant donné que les infiltrations peuvent être inversement proportionnelles au périmètre de la zone cultivée.

- 1.3 "MEMENTO DE L'AGRONOME - TECHNIQUES RURALES EN AFRIQUE" (République Française - Ministère de la Coopération)

"Le riz est assez plastique en ce qui concerne les sols. Il préfère cependant les sols à texture fine contenant 40 % d'argile, perméables sans trop, de pH compris entre 5 et 8, l'optimum se situant entre 6 et 7 ; les éléments grossiers sont défavorables...

... En culture aquatique, pour des raisons économiques (pertes en eau de percolation) on préférera des sols plus argileux (50 %). Conviennent particulièrement les sols alluvionnaires ou colluvionnaires (entre autres les deltas), les argiles noires tropicales, les sols ferallitiques, les sols organiques à engorgement temporaire.

Une salure de 1 % est un maximum ; la présence de sulfures, ou sulfates, est très défavorable (sols de mangrove).

Il est à noter que les jeunes rizières voient leur qualité augmenter au fil des années si les soins nécessaires sont donnés à leur sol, celui-ci "se faisant" peu à peu.

- 1.4 "LES PRINCIPALES CULTURES DU CONGO BELGE" par VAN DEN ABEELE et VANDENPUT

"Le riz irrigué a besoin d'une terre à sous-sol argileux, imperméable qui puisse retenir l'eau d'irrigation."

- 1.5 "LE RIZ" par A. ANGLADETTE

"Le riz par lui-même est aussi peu exigeant que possible, au point de vue des propriétés physiques et chimiques des sols de culture ; les seules exigences (réelles résultent des impératifs hydrauliques en culture aquatique...

... S'il est évident que la riziculture aquatique ne peut être pratiquée que sur des sols suffisamment imperméables en surface ou en sous-sol pour que la lame d'eau nécessaire à la végétation puisse être maintenue continuellement, ou au moins pendant des périodes successives de submersion, il est non moins évident que de tels sols doivent pouvoir être suffisamment et rapidement drainés pour permettre d'une part un certain nombre d'opérations culturales, notamment la récolte et, d'autre part, une réoxygénation suffisante des couches exploitées par le système racinaire du plant du riz...

... Il est donc certain que les sols cultivés à sec, les sols livrés à la riziculture aquatique se transforment sous l'action de la submersion, du drainage, du travail de l'homme...

... On peut presque affirmer qu'il n'existe pas a priori de sols à riziculture aquatique, mais des sols qui sous l'action du climat et surtout de l'eau, se transforment et supportent alors avantageusement la culture aquatique du riz...

... La submersion temporaire ou permanente des sols de rizière aquatique et la composition texturale du sol et du sous-sol, et plus précisément des horizons superficiels et sub-superficiels des sols à riz, sont, avec la structure même de ces horizons, les facteurs déterminants de la vocation rizicole de ces sols...

... Les meilleurs rendements correspondent à des proportions déterminées d'argile et de limon, la texture grossière ou sableuse étant la plus défavorable à la riziculture aquatique...

... Sous l'influence du labour, de l'émottage et surtout de la submersion, la structure des diverses couches des sols de rizière se modifie souvent profondément... mais en présence d'une texture très argileuse en période sèche, le sol se craquelle ; cette structure défavorable exige une humidification préalable pour permettre les façons culturales...

... La structure originelle des diverses couches, notamment de l'horizon sous-jacent, influe sur les facilités de drainage, de travail des sols et éventuellement sur les possibilités de rotation".

2. LA CANNE A SUCRE (Saccharum robustum)

2.1 "LA CANNE A SUCRE" PAR R. FAUCONNIER ET D. BASSEREAU

"Caractéristiques les plus souhaitables :

- sols d'origine volcanique ou alluvions récentes ;
- texture limoneuse ou argilo-sableuse ;
- structure granuleuse, poreuse ;
- forte capacité de rétention ;
- profondeur de 0,70 m à 0,80 m et si possible bien davantage ;
- drainage naturel aisé et non limité par une nappe phréatique située trop près de la surface (1,50 m à 2,00 m) ;
- pH situé entre 6,0 et 8,0 ;

... On peut presque affirmer qu'il n'existe pas a priori de sols à riziculture aquatique, mais des sols qui sous l'action du climat et surtout de l'eau, se transforment et supportent alors avantageusement la culture aquatique du riz...

... La submersion temporaire ou permanente des sols de rizière aquatique et la composition texturale du sol et du sous-sol, et plus précisément des horizons superficiels et sub-superficiels des sols à riz, sont, avec la structure même de ces horizons, les facteurs déterminants de la vocation rizicole de ces sols...

... Les meilleurs rendements correspondent à des proportions déterminées d'argile et de limon, la texture grossière ou sableuse étant la plus défavorable à la riziculture aquatique...

... Sous l'influence du labour, de l'émottage et surtout de la submersion, la structure des diverses couches des sols de rizière se modifie souvent profondément... mais en présence d'une texture très argileuse en période sèche, le sol se craquelle ; cette structure défavorable exige une humidification préalable pour permettre les façons culturales...

... La structure originelle des diverses couches, notamment de l'horizon sous-jacent, influe sur les facilités de drainage, de travail des sols et éventuellement sur les possibilités de rotation".

2. LA CANNE A SUCRE (Saccharum robustum)

2.1 "LA CANNE A SUCRE" PAR R. FAUCONNIER ET D. BASSEREAU

"Caractéristiques les plus souhaitables :

- sols d'origine volcanique ou alluvions récentes ;
- texture limoneuse ou argilo-sableuse ;
- structure granuleuse, poreuse ;
- forte capacité de rétention ;
- profondeur de 0,70 m à 0,80 m et si possible bien davantage ;
- drainage naturel aisé et non limité par une nappe phréatique située trop près de la surface (1,50 m à 2,00 m) ;
- pH situé entre 6,0 et 8,0 ;

- . vie microbienne active et teneur en matière organique et en azote suffisante ;
- . réserves assez fortes en azote et en éléments minéraux assimilables ;
- . ni excès de sels toxiques, ni carences en oligo-éléments ;
- . topographie à peine inclinée et régulière ;
- . sans pierres, souches ou obstacles physiques".

2.2 "MEMENTO DE L'AGRONOME - TECHNIQUES RURALES EN AFRIQUE"

"Elle s'accommode plus ou moins de tous les sols (depuis 70 % d'argile jusqu'à 75 % de sable).

Les sols légers et perméables favorisent la maturation et les transports à la récolte.

Les principales exigences sont celles d'une certaine profondeur, d'une certaine aération et d'un pH ne dépassant pas des limites anormales."

3. LE MAIS (Zea mays)

3.1 "MEMENTO DE L'AGRONOME - TECHNIQUES RURALES EN AFRIQUE"

Le maïs est une plante exigeante, très sensible aux variations de fertilité du sol, répondant bien aux apports d'engrais et notamment d'azote ... Elle affectionne particulièrement les sols riches en matière organique et doués de bonnes propriétés physiques".

3.2 "LES GRANDES PRODUCTIONS VEGETALES - DOMINIQUE SOTTNER"

"Si la culture en sol profond, riche et à bonne structure est évidemment l'idéal, le maïs tire parti de terres souvent médiocres :

- . les terres très sableuses pourvu qu'elles soient, si nécessaire, drainées, puis irriguées et que leurs carences (notamment en Cu et Mg) soient corrigées ;

- . les terres argilo-humifères des fonds de vallée humides, à pH souvent acide, à condition qu'elles puissent être travaillées avant le semis suffisamment et assez tôt ;
- . les sols nettement calcaires pourvu que les oligo-éléments n'y soient pas bloqués, donc recevant de fréquents apports de matière organique.

La culture du maïs exigera seulement de ces sols :

- . soit qu'ils fournissent l'eau et les éléments nutritifs nécessaires à cette plante exigeante ;
- . soit qu'ils se prêtent à l'irrigation et aux apports fertilisants.

En contrepartie, le maïs améliorera la structure du sol par l'effet mécanique de ses puissantes racines et par les apports de matières organiques de ses résidus de récolte (tiges et racines).

3.3 "LES PRINCIPALES CULTURES DU CONGO BELGE - VAN DER ABEELE ET VANDENPUT"

"Système racinaire superficiel.

Le maïs est assez exigeant. Il lui faut un sol à bonnes qualités physiques et riche en humus.

Il craint les sols extrêmes, argileux ou sablonneux et les sols humides.

Les terrains forestiers et les sols alluvionnaires lui conviennent particulièrement."

4. CULTURES FRUITIERES

4.1 ANANAS (Anana comosus - Broméliacées)

4.1.1 "Memento de l'Agronome - Techniques rurales en Afrique"

"L'ananas exige des terres meubles, légères, bien aérées, fraîches et perméables.

Il répond positivement aux engrais azotés et potassiques.

Peu exigeant au point de vue chimique, il est bon que K/Mg soit inférieur à 1 et que le pH soit acide : 5,6 à 6."

4.1.2 "Les principales cultures du Congo Belge" par Van den Abeele et Vandemput

"L'ananas craint les sols compacts et imperméables. Il s'accommode le mieux de sols légers, meubles, bien aérés et bien drainés. Les sols calcaires ne lui conviennent pas. Le pH peut varier de 4,5 à 6,5.

Le fer est important pour l'assimilation de cette plante et il est plus rapidement assimilable dans les sols acides".

4.2 GOYAVIER (*Psidium guajava* - Myrtaceae)

"L'arbre prospère dans presque tous les sols". (Les principales cultures du Congo belge).

4.3 BANANIER (*Musa*)

4.3.1 "Les principales cultures du Congo Belge" V. D. Abeele et Vandemput

"Le bananier est une plante très exigeante qui réclame des sols riches en humus et en éléments minéraux (azote et potasse)".

4.3.2 "Memento de l'Agronome - Techniques rurales en Afrique"

"Les sols à vocation bananière ont les caractéristiques physiques suivantes : racines et bulbes doivent pouvoir se développer au mieux".

4.4 AVOCATIER (*Persea americana* - Lauraceae)

4.4.1 "Les principales cultures du Congo Belge" Van den Abeele et Vandemput

"L'avocatier n'est pas exigeant et réussit dans tous les sols pourvu qu'ils soient bien drainés et frais. Les sables profonds lui conviennent de même que les terres argileuses, perméables et bien drainées. Un limon profond et frais constitue pour cette culture le meilleur terrain."

4.4.2 "Memento de l'Agronome - Techniques rurales en Afrique"

"Ceux qui conviennent le mieux sont les sols profonds (un mètre), sableux, sur terre franche et bien drainée (plan d'eau à plus de 2 m).

Le pH optimum doit varier entre 5 et 6,5."

4.5 COCOTIER (Cocos nucifera)

4.5.1 "Les principales cultures du Congo belge" - Van den Abeele et Vandemput

"Le cocotier exige par dessus tout un sol très perméable : les terrains alluvionnaires, le littoral sablonneux de la mer lui conviennent très bien".

4.5.2 "Memento de l'Agronome - Techniques rurales en Afrique"

"Le cocotier demande des sols légers, meubles, profonds, bien aérés, correctement drainés et à texture grossière. Il se contente de sols pauvres.

Le pH du sol peu varier de 5 à 8."

5. SOJA (Soja hispida)

5.1 "MEMENTO DE L'AGRONOME - TECHNIQUES RURALES EN AFRIQUE"

"Le soja est une plante fragile qui craint l'excès d'humidité. Les exigences écologiques du soja sont voisines de celles du maïs. Il accepte toutefois des sols légers. C'est une culture aisément mécanisable : semis, entretien, et même récolte."

5.2 "LES PRINCIPALES CULTURES DU CONGO BELGE" - Van den Abeele et Vandemput

"Il s'accommode de tous les sols à condition qu'ils contiennent les bactéries des nodosités mais il préfère les terres légères, profondes et fraîches. Le soja paraît moins sensible à l'acidité que les autres légumineuses. Un sol chaud, riche en humus et suffisamment pourvu de calcaire lui convient le mieux. Sur sol vierge, il se développe souvent mal à cause du manque de bactéries."

6. RICIN (Ricinus communis - Euphorbiacées)

6.1 "MEMENTO DE L'AGRONOME - TECHNIQUES RURALES EN AFRIQUE"

"Plante exigeante en ce qui concerne les sols : sablolimoneux ou argileux, profonds (1,30 m à 1,50 m), pH 6 à 7."

6.2 "LES PRINCIPALES CULTURES DU CONGO BELGE" - VAN DEN ABEELE et VANDENPUT

"Il ne fournit une récolte abondante que s'il peut former un enracinement vigoureux et profond.

... plante exigeante, demande un sol riche, beaucoup de chaleur et d'humidité."

7. TABAC (Nicotiana - Solanacées)

7.1 "MEMENTO DE L'AGRONOME - TECHNIQUES RURALES EN AFRIQUE"

"Le tabac s'accommode de terrains très divers.

En règle générale, on trouvera des tabacs noirs et des tabacs corsés sur les terres argilo-sableuses assez lourdes et sur les argiles lourdes. Les tabacs légers demandent des terres claires, légères, sablonneuses, profondes, bien drainées.

Le tabac n'aime pas les terres marécageuses, les terres trop argileuses ou trop sableuses, les terres salées, etc...

La nappe phréatique ne doit pas être trop proche de la surface, entre 1 et 2 m de profondeur suivant la saison.

Le pH doit se situer entre 5,0 et 6,5."

8. THEIER (Camellia sinensis - Théacée)

8.1 "MEMENTO DE L'AGRONOME - TECHNIQUES RURALES EN AFRIQUE"

"Les sols les plus divers peuvent convenir au théier sous réserve qu'ils soient acides (pH 5,5), profonds (au moins 1,50 m) et bien drainés. Quoique peu exigeant, le théier préfère les sols forestiers riches en humus et en azote."

8.2 "LES PRINCIPALES CULTURES DU CONGO BELGE" - VAN DEN ABEELE ET VANDENPUT

"Le théier se cultive dans des sols très divers... Il a pu être constaté qu'en règle générale le théier souffre dans les sols caillouteux minces présentant des bancs rocheux à faible profondeur, dans les sols à drainage défectueux et dans ceux qui sont dégradés ou trop érodés... Un sol neutre ou alcalin est cependant contre-indiqué."

9. CANNELIER (Cinnamomum zaylanicum)

9.1 "LES PRINCIPALES CULTURES DU CONGO BELGE" - VAN DEN ABEELE ET VANDENPUT

"Le cannellier n'est pas très exigeant en ce qui concerne le sol où il est cultivé. Il vient parfaitement sur terres sablonneuses et dans des alluvions profondes et perméables mais réagit très bien à une teneur élevée du sol en matières organiques."

10. POIVRIER (Piper nigrum - Piperacée)

10.1 "MEMENTO DE L'AGRONOME - TECHNIQUES RURALES EN AFRIQUE"

"Le poivrier demande des sols profonds, perméables, frais, bien drainés, ayant une bonne structure physique, riches en matières minérales et en humus."

Il préfère les sols argilo-siliceux ou silico-argileux. Il redoute particulièrement l'eau stagnante et il faut que la nappe phréatique soit à au moins 2 m de la surface du sol. Dans les zones très arrosées, on placera, de préférence, les poivriers sur des terrains à pente faible afin de faciliter le drainage, c'est-à-dire sur les colluvions de bas de pente et sur les alluvions hautes.

En ce qui concerne le pH, il faut au poivrier une certaine acidité : de 5,5 à 7.

Au point de vue chimique, les sols doivent être riches en N (1 à 1,5 %) à forte capacité d'échange (20 à 30 me/100 g) à C/N élevé en surface (de 15 à 25)."

10.2 "LES PRINCIPALES CULTURES DU CONGO BELGE" - VAN DEN ABEELE ET VANDENPUT

"Le sol doit être humifère et léger (argilo-sablonneux)... et de préférence présenter une pente douce."

oOo

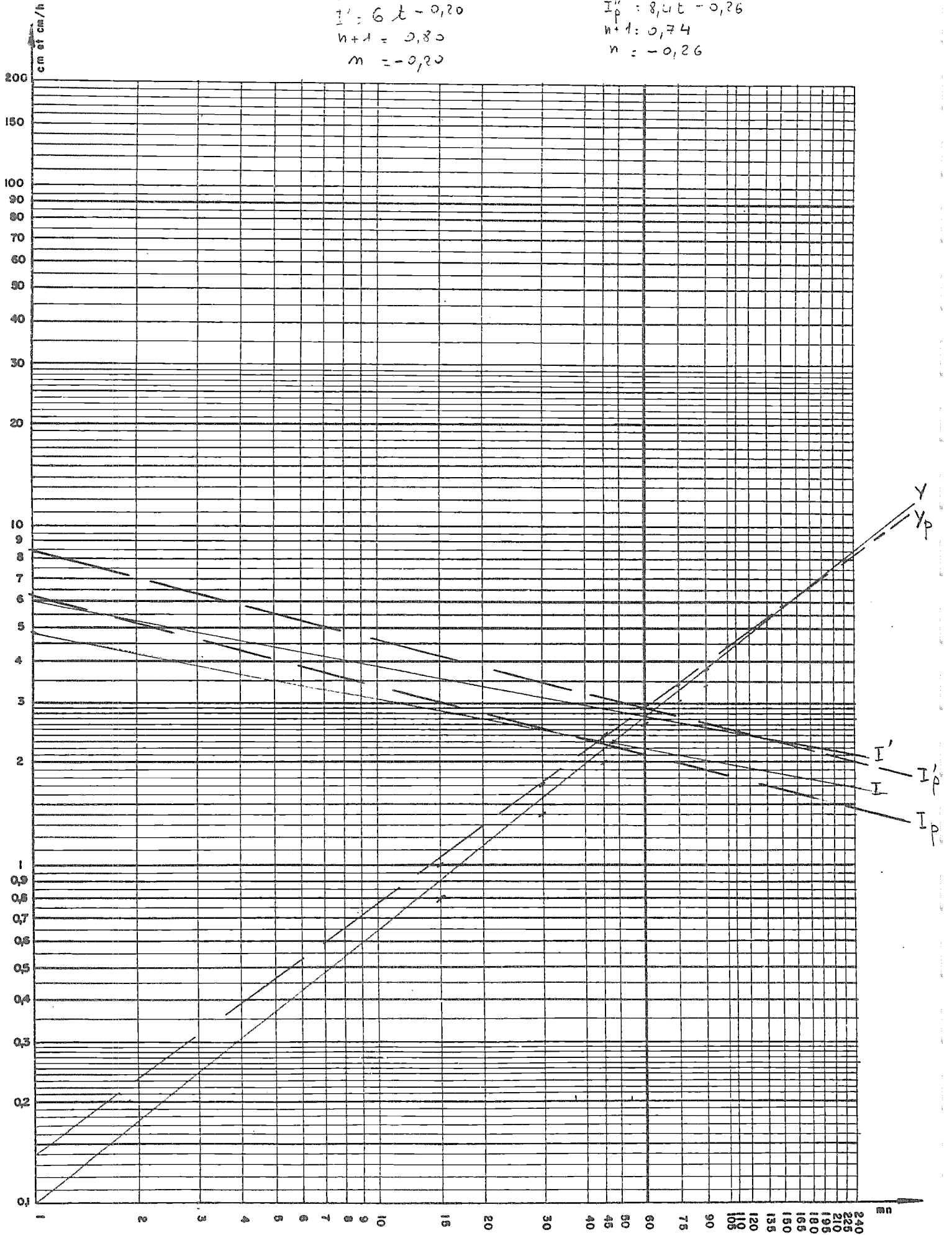
Bois no. 16

Surface ———

$$\begin{aligned}
 Y &= 0,1 t - 0,20 \\
 t &= 4,8 t - 0,20 \\
 t' &= 6 t - 0,20 \\
 n+1 &= 0,80 \\
 m &= -0,20
 \end{aligned}$$

Profondeur — — —

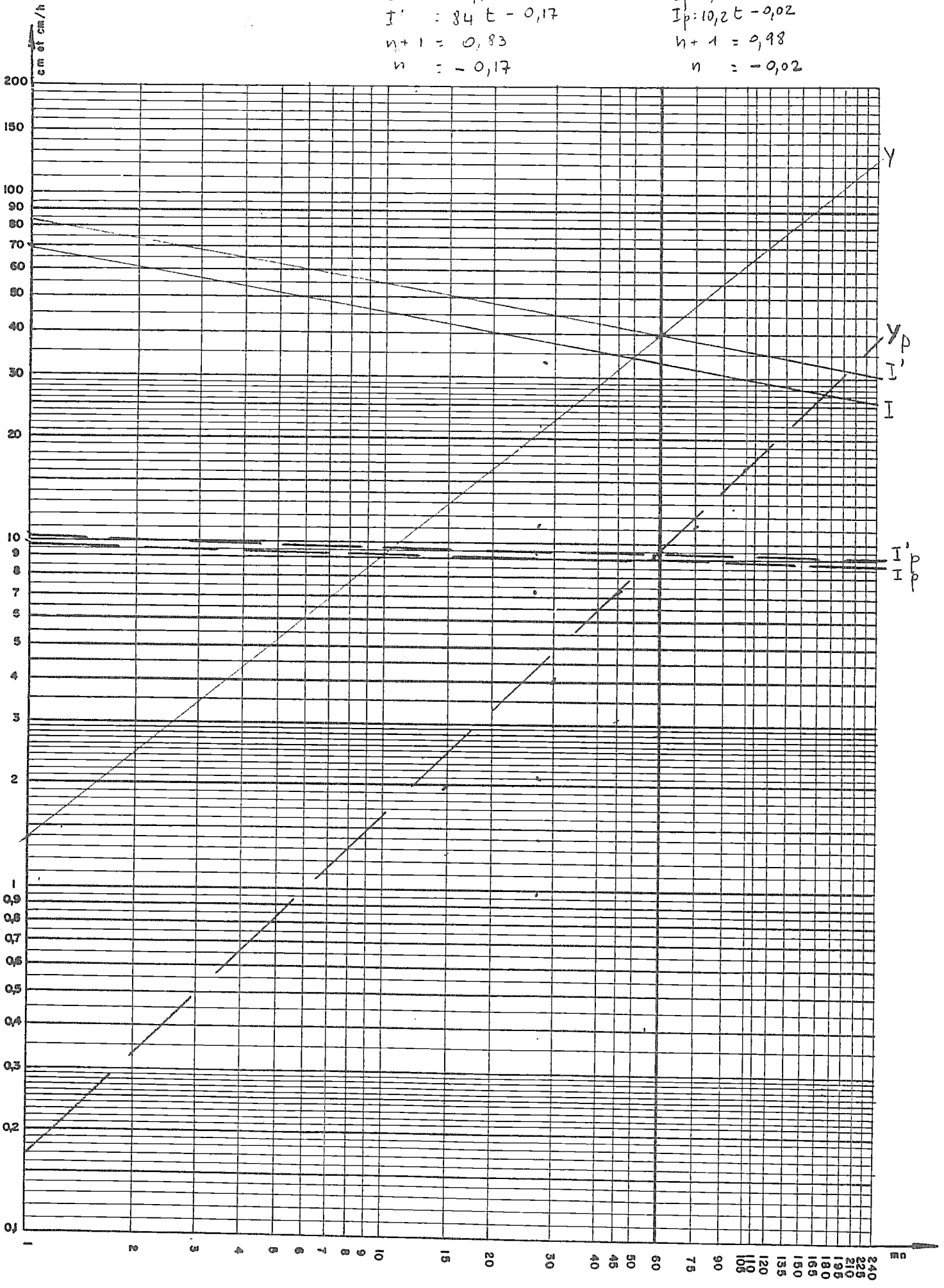
$$\begin{aligned}
 Y_p &= 0,14 t - 0,74 \\
 I_p &= 6,2 t - 0,26 \\
 I'_p &= 8,4 t - 0,26 \\
 n+1 &= 0,74 \\
 n &= -0,26
 \end{aligned}$$



Profile no 14

Surface
 $Y = 1,4 t - 0,83$
 $I = 60,7 t - 0,17$
 $I' = 84 t - 0,17$
 $n+1 = 0,83$
 $n = -0,17$

Profondeur
 $Y_p = 0,17 t - 0,98$
 $I_p = 3,9 t - 0,02$
 $I'_p = 10,2 t - 0,02$
 $n+1 = 0,98$
 $n = -0,02$

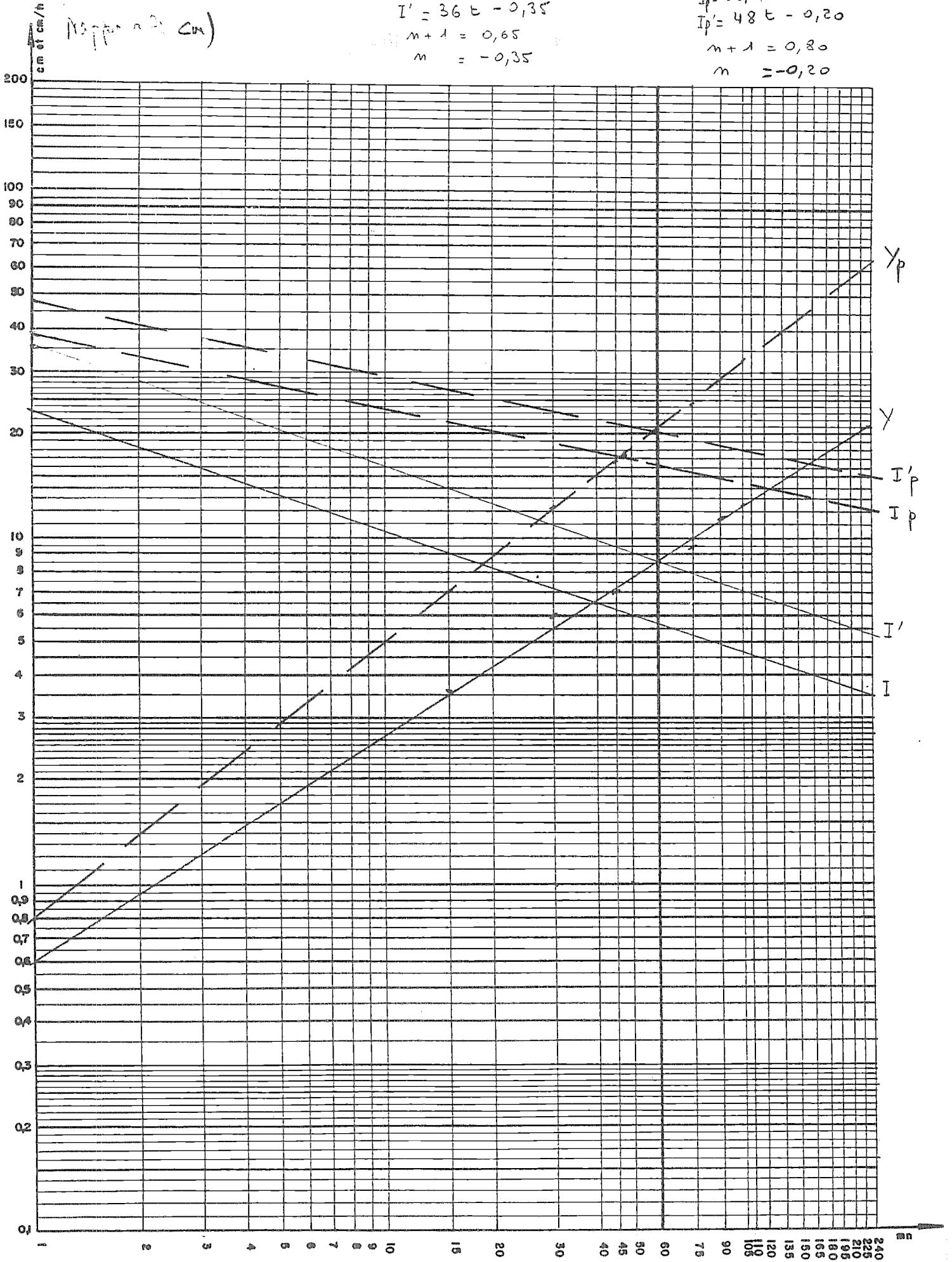


Profil no 11

Surfa ———
 $Y = 0,6 t - 0,65$
 $I = 23,4 t - 0,35$
 $I' = 36 t - 0,35$
 $m+1 = 0,65$
 $m = -0,35$

Profundem - - -
 $Y_p = 0,8 t - 0,80$
 $I_p = 38,4 t - 0,20$
 $I'_p = 48 t - 0,20$
 $m+1 = 0,80$
 $m = -0,20$

Asp. a 2 cm



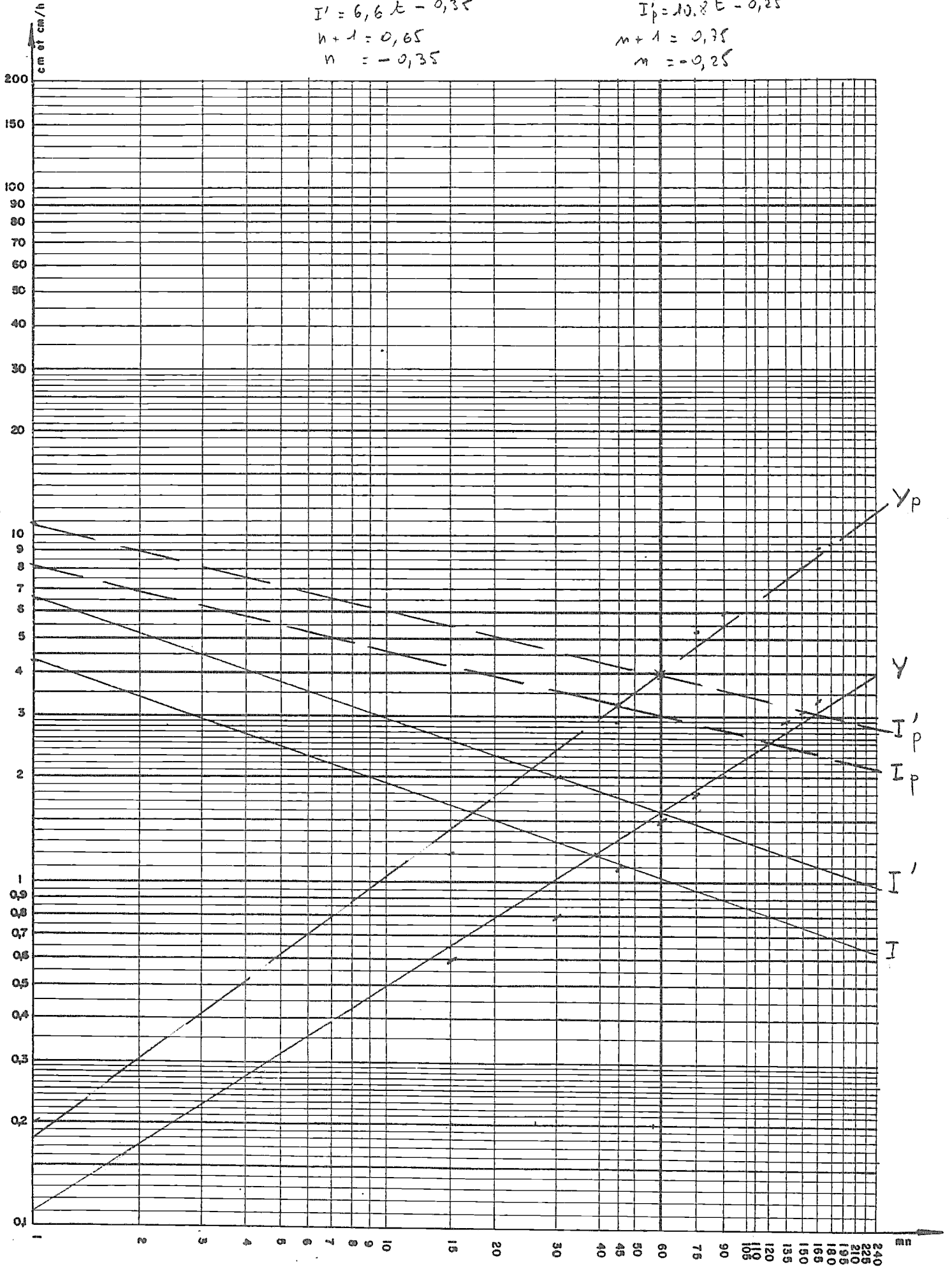
profil n° 8

Surface ———

Profondeur — — —

$Y = 0,11 \pm 0,65$
 $I = 4,3 \pm -0,35$
 $I' = 6,6 \pm -0,35$
 $n+1 = 0,65$
 $n = -0,35$

$Y_p = 0,18 \pm 0,75$
 $I_p = 8,1 \pm -0,25$
 $I'_p = 10,8 \pm -0,25$
 $m+1 = 0,75$
 $m = -0,25$



hoft 15
(suite)

2^{em} ena profoudeu

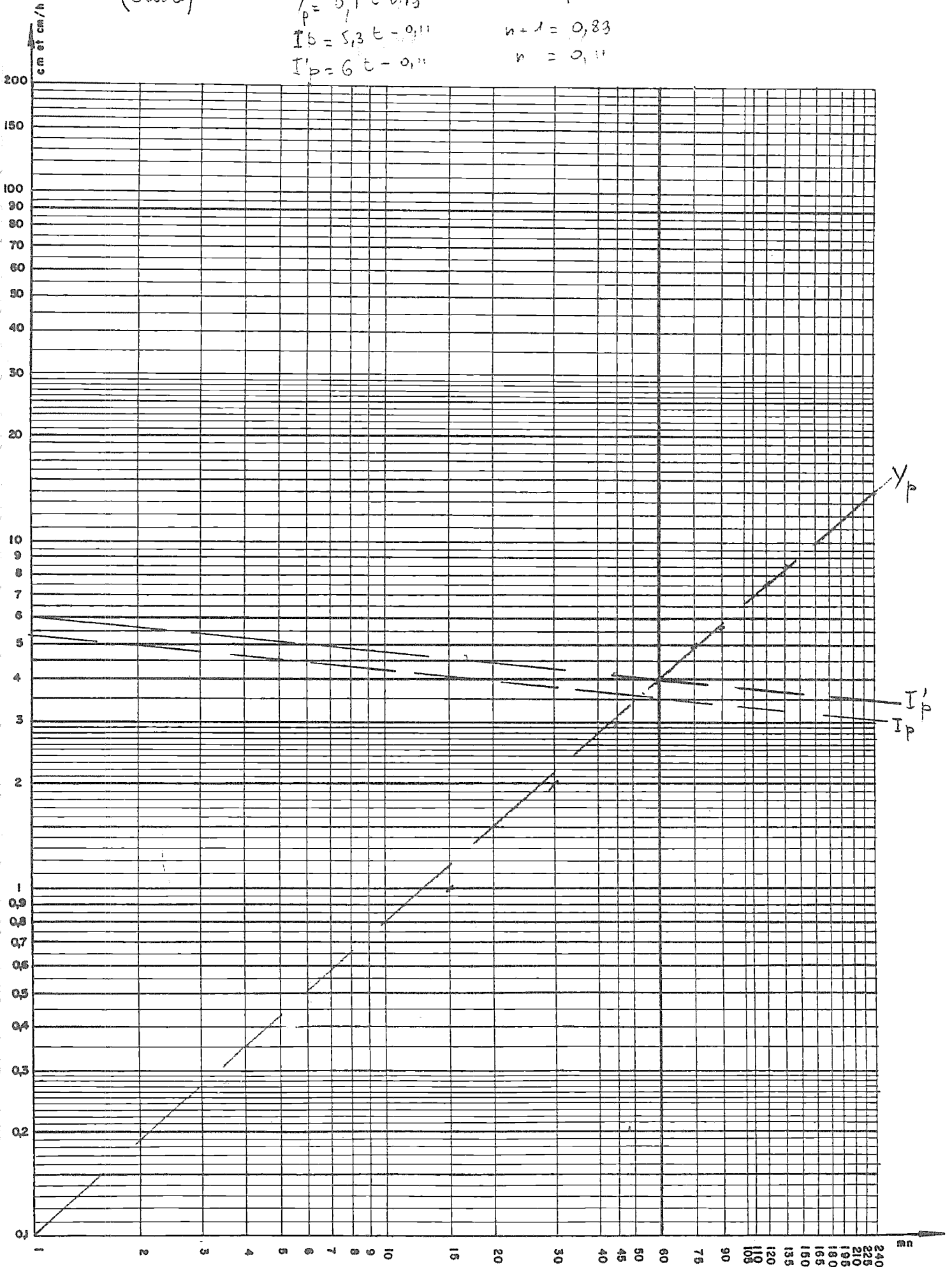
$$Y_P = 0,1 t - 0,13$$

$$I_B = 5,3 t - 0,11$$

$$I'_P = 6 t - 0,11$$

$$n+1 = 0,83$$

$$n = 0,11$$



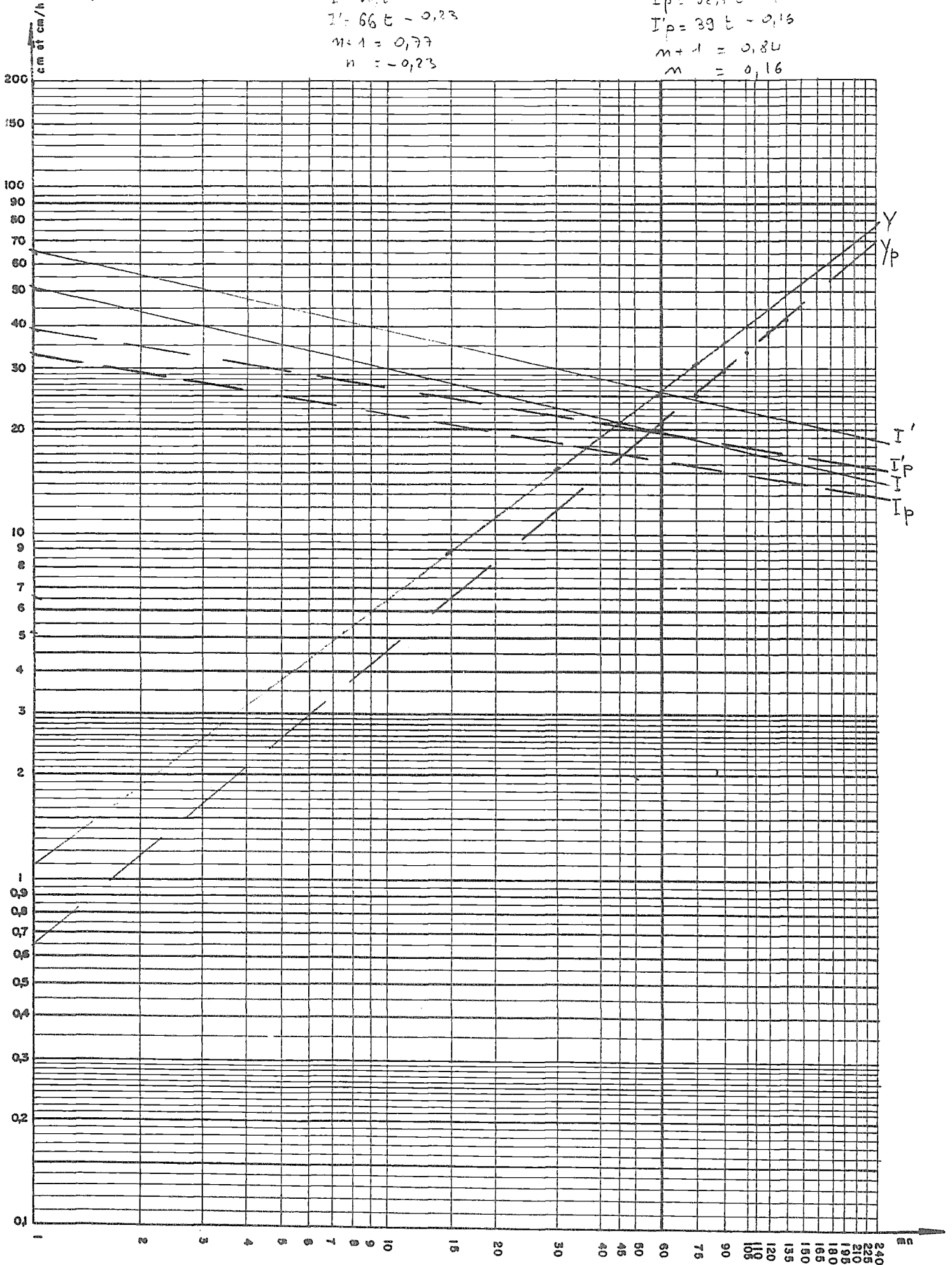
Proj. n. 17

Função

Função

$$\begin{aligned}
 Y &= 1,1 t - 0,17 \\
 I &= 50,8 t - 0,23 \\
 I' &= 66 t - 0,23 \\
 m+1 &= 0,77 \\
 m &= -0,23
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_p &= 0,65 t - 0,84 \\
 I_p &= 32,7 t - 0,16 \\
 I'_p &= 39 t - 0,16 \\
 m+1 &= 0,84 \\
 m &= 0,16
 \end{aligned}$$



Annexe n° 4

METHODE DES TROIS RECIPIENTS
UTILISEE POUR LE RIZ

Annexe n° 6

BESOINS EN EAU
(extrait du draft report de juin 1979)

A - SOLS ALLUVIONNAIRES

Unité cartographique	Forme paysagique	Pente	Unité de sol	Facteurs limitants						Aptitude actuelle	Aménagement		Améliorations foncières	Cultures préconisées	Aptitude potentielle	Superficie
				Texture	Profondeur	Gravillons	Inondation	Drainage	Percolation		Coût	Système d'irrigation				
1	Plaine Inondable (bas-fonds)	< 0,5 %	Sols alluvionnaires inondés chaque année (gleysols)	t3			11	n1		r2 t3 11 n1	élevé	submersion	Drainage difficile travaux d'endiguement	Riz en triple culture		1492
2	Plaine Inondable (zone basse)	< 0,5 %	"	t3			11			r1 t3 11	moyen	submersion	Travaux d'endiguement			1463
3	"	"	"	t3	e3		11			r1 t3 11 e3	"	"	"			38
4	"	"	Sols alluvionnaires inondés chaque année (fluvisols)	t3			11			r1 t3 11	"	"	"			4476
5	"	"	"	t3	e3		11			r1 t3 11	"	"	"			p.m.
6	Plaine Inondable (zone moyenne)	"	Sols alluvionnaires inondés tous les 2 à 5 ans (ou plus) (fluvisols)	t3			12			r1 t3 12	"	"	Travaux d'endiguement éventuels			9147
7	"	"	"	t3			12	n2		r1 t3 12 n2	"	"	Drainage Travaux d'endiguement éventuels			69
8	Plaine Inondable (en bordure)	"	Sols alluvionnaires reposant sur niveau ferrallitique (fluvisols/)	t3			12			r1 t3 12	"	"	Travaux d'endiguement éventuels			1193
9	Plaine Inondable (zone basse)	"	Sols alluvionnaires inondés chaque année (gleysols)	-			11		moyenne	r2 s1	"	Submersion ou par gravité	Travaux d'endiguement			273
10	Plaine Inondable (bas fond)	"	"	-			11	n1		r2 11 n1	élevé	"	Drainage difficile Travaux d'endiguement		1581	
11	Plaine Inondable (zone basse)	"	"	-			11	n2		r2 11 n2	moyen	"	Drainage Travaux d'endiguement		370	
12	"	"	"	-			11			r2 11	"	"	Travaux d'endiguement		1825	
13	"	"	"	-	e2		11			r2 11 e2	"	"	"		368	
14	"	"	"	-	e3		11			r2 11 e3	"	"	"		103	
15	Plaine Inondable (zone moyenne)	"	Sols alluvionnaires inondés tous les 2 à 5 ans (fluvisols)	-			12			r2 12	"	"	Travaux d'endiguement éventuels		3339	
15 bla	"	"	"	-	e3		12			r2 12 e3	"	"	"		52	
16	"	"	Sols alluvionnaires reposant sur niveau ferrallitique (fluvisols)	-			12			r2 12	"	"	"		1260	
18	"	"	Sols alluvionnaires reposant sur sables du littoral (fluvisols/)	-			12			r2 12	"	"	"		149	
17	"	"	Sols alluvionnaires reposant sur niveau ferrallitique (fluvisols/)	-		c1	12			r3 12 c1	"	"	"		p.m.	
19	Plaine Inondable (levee de berge)	"	Sols alluvionnaires inondés chaque année (gleysols)	t4			11		élevée	r3 t4 11	"	aspersion	Travaux d'endiguement		98	
20	"	"	"	t4			11			r3 t4 11	"	aspersion	"		1249	
21	"	"	Sols alluvionnaires inondés tous les 2 à 5 ans (fluvisols)	t4			12			r3 t4 12	"	aspersion	Travaux d'endiguement éventuels		2153	
22	Plaine Inondable	"	Sols alluvionnaires reposant sur niveau ferrallitique (fluvisols/)	t4			12			r3 t4 12	"	aspersion	"		288	
23	"	"	Sols alluvionnaires reposant sur sables du littoral (fluvisols/sables)	t4			12			r3 t4 12	"	aspersion	"		p.m.	
24	"	"	"	t4			12			r3 t4 12	"	aspersion	"		240	

ACCOBIND
BINDERS FOR EVERY PURPOSE
REF.
No B F 25 280.216.723
Acco Nederland B.V. - Cothen (H) - Holland