



Rapport de Mission

Nouvelle Calédonie – Province Sud

du 29 Mars au 10 Avril 2009

Expertise sur les systèmes de « grande culture »
pratiqués dans l’Ouest de la Grande Terre

Propositions pour la mise en œuvre
d’un programme de développement pilote
centré sur le transfert « Sud-Sud » et l’adaptation
des technologies de Semis direct sur Couverture Végétale



Stéphane Boulakia

CIRAD-PERSYST - UPR 1 SCV

SOMMAIRE

Introduction	1
I – Regard « extérieur » sur l’agriculture néo-calédonienne	2
I.1 – Systèmes de production et de cultures et utilisation de l’espace	2
I.2 – Principales caractéristiques du climat de la Côte Ouest de la Grande Terre	3
I.3 – Principaux systèmes de « grandes cultures » pratiqués en Grande Terre	4
I.4 – Elevage bovins extensifs sur piémonts et collines basses	6
II - Premières propositions pour ces alternatives SCV	7
II.1 – Sur terrasses alluviales et colluvions avec irrigation	8
II.2 – Construction d’une agriculture pluviale sur collines basses et piémonts	11
II.3 – Régénération des pâturages dégradés et renforcement de l’offre fourragère en SFS	16
II.4 – Pistes pour une gestion SCV en maraîchage	19
III – Grandes lignes d’un programmes d’adaptation et de diffusion pilote	20
III.1 – Les composantes d’un programme d’adaptation – diffusion- formation centré sur le transfert des SCV	20
III.2 – Matériel de semis direct	23
III.3 – Chronogramme indicatif	28
Conclusion	29
Annexes	30

Introduction

Cette mission fait suite à une demande d'expertise de la Direction du Développement Rural de la Province Sud auprès de l'UPR SCV du CIRAD-PERSYST sur les systèmes de « grande culture » (Maïs, Squash, Pomme de Terre principalement). Elle s'inscrit dans la politique de soutien de la DDR auprès de l'agriculture mécanisée qui, de manière générale, vise :

- à accroître la production agricole locale de façon à
 - * diminuer les déficits de production et les niveaux d'approvisionnement extérieur ; la Nouvelle Calédonie importe une part majoritaire de son alimentation
 - * renforcer un secteur d'activité (production agricole, approvisionnement, transformation, export) de diversification de l'économie calédonienne
- à améliorer les fonctions « agri-environnementales » des activités agricoles (gestion des paysages, lutte contre les feux ... tout en améliorant le contrôle des externalités négatives - érosion, pollutions ...-, exigences renforcées par le classement récent des zones littorales)
- à contribuer au maintien d'un tissu socio-économique diffus sur l'ensemble du territoire (fonctions « socio-territoriales »)

Elle vise à apporter des éléments de réponses agro-techniques face au constat d'impasse des systèmes de culture et de production actuels :

- fort degré d'intensification lié au recours systématique à l'irrigation, à des niveaux élevés de fumure minérale, à des séquences de travail du sol très lourdes induisant une sur-mécanisation des exploitations agricoles sur des assises foncières étroites (concentration des productions végétales sur les terrasses alluviales en bordure de fleuve, coût élevé du foncier)
- fragilité des performances économiques, malgré des prix apparemment très attractifs (prix soutenu du Maïs, filière d'export squash contraignante mais rémunératrice ...) liés aux coûts élevés des facteurs de production (travail, intrants...) et aux très forts aléas climatiques (crues, cyclones ...)
- forte pression exercée sur les ressources naturelles « sol » (érosion, dégradation ...) et « eau » (irrigation, risque de pollution ...)

... conduisant à une faible durabilité économique (hors soutiens financiers), social (difficulté d'installation de jeunes agriculteurs hors cadre familiale agricole), agronomique et environnementale des grandes productions végétales.

Le rapport présente :

- une analyse rapide des pratiques agricoles actuelles sur terrasses alluviales (La Foa, Bourail) et piémonts (Boulouparis, Poya + Lycée agricole de Pouembout)
- des propositions pour la construction d'un programme de développement pilote d'alternatives agro-techniques fondés sur le transfert et l'adaptation des techniques de Semis direct sur Couverture Végétale (SCV) ; l'introduction des SCV pourraient permettre de dépasser le cadre aujourd'hui imparti aux productions végétales (plaines irriguées) en testant les potentialités d'un développement agricole pluvial sur les zones de piémonts et collines basses (actuellement couvertes par des pâturages extensifs).
- des propositions de pistes pour une gestion SCV des cultures maraîchères de plein champ et le renforcement des productions fourragères.

I/ Regard “extérieur” sur l’agriculture néo-calédonienne

I.1 – Systèmes de production et de cultures et utilisation de l’espace

Afin de pouvoir bénéficier de l’irrigation (par pompage dans les cours d’eau, principalement) et des sols présentant un bon niveau de fertilité naturel, les « grandes cultures » de la côte Ouest sont pour l’essentiel conduites sur les terrasses alluviales récentes ou anciennes qui bordent le cours inférieur des cours d’eau (fleuve, « *creek* »).

Ces cours d’eau s’inscrivant dans des bassins versants de petites dimensions, aux pentes prononcées et dont les sols présentent souvent des capacités d’infiltration réduites (disparition ou dégradation du couvert forestier, pâturages dégradés, forts taux d’argiles dominants), se comportent comme des « oueds », avec des crues très importantes et brutales, lors des fortes précipitations de SPC (Saison Pluvieuse Chaude – cf. I.2.) : montées des eaux de plusieurs mètres en quelques heures suivies de décrues rapides -en moins de 24 h- après l’arrêt des pluies. Ces dernières années des crues sont également survenues lors d’orages exceptionnels survenues en SSF (Saison Sèche Fraîche).

Cette situation a conduit la DDR à réaliser une classification de ces terres basses en fonction du risque climatique :

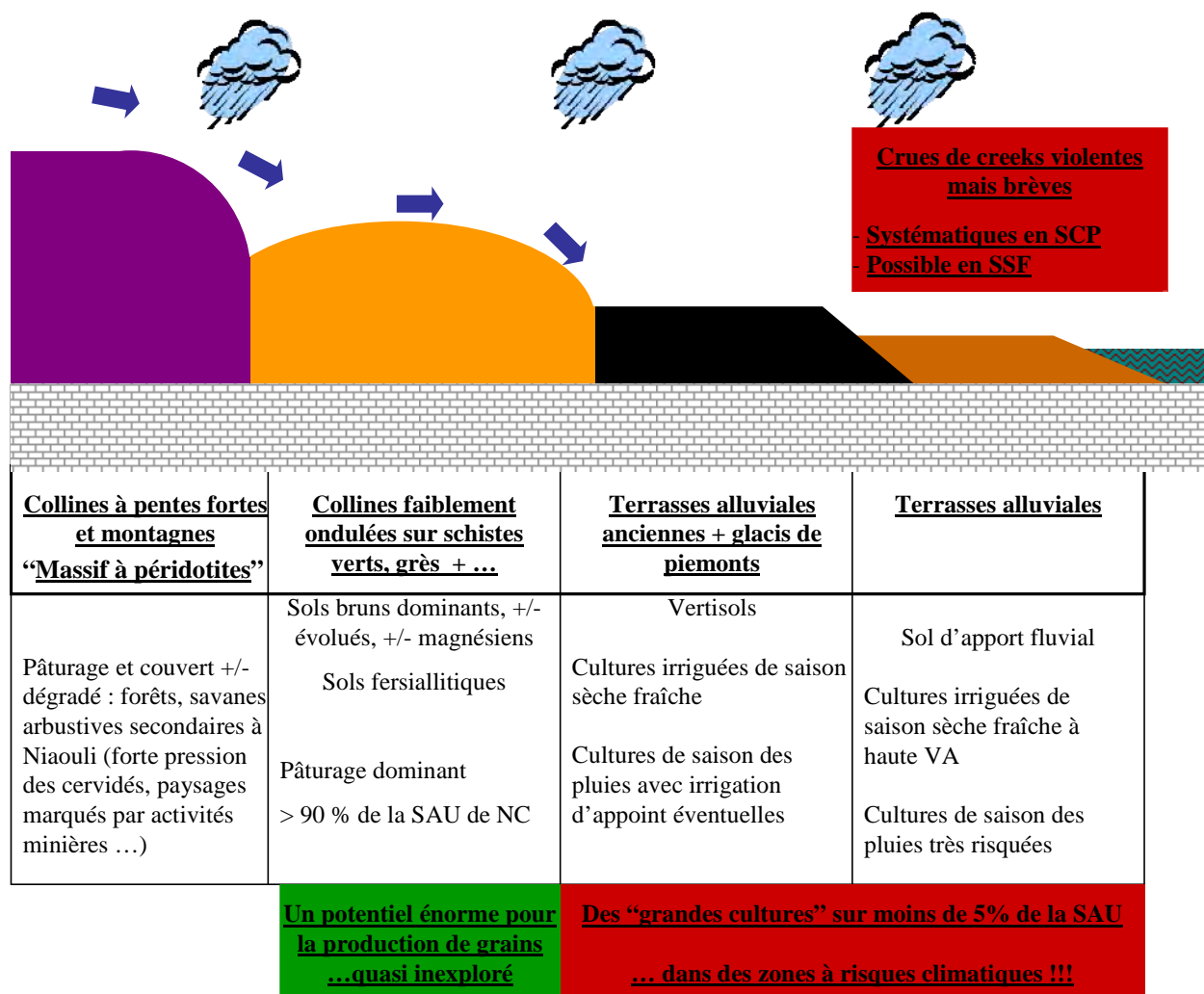
- les zones rouges, les plus basses sont désormais interdite à toute culture et font l’objet de mesures de mises en défend des berges
- les zones oranges, sont soumises à un risque probable de crues en SPC mais faible en SSF
- les zones vertes, hors d’atteintes des crues (transitions vers les anciennes terrasses alluviales et bas versant – apparitions des traits vertiques)

Les collines basses (sur roches éruptives basiques ou complexe de grès et de schistes) sont quasiment exclusivement mises en valeur au travers de pâturages extensifs (naturels ou implantés en *Brachiaria decumbens* ou *Chloris gayana*, principalement). Les tentatives d’agriculture pluviale de SCP sur collines basses sont quasi inexistantes : une seule parcelle de Sorgho (entre Bourail et Poya), probablement à vocation fourragère, a été vue au cours de la mission, sur les quelques 250 km qui séparent Port Laguerre et Pouembout.

Les massifs à péridotites, issus du complexe ophiolitique charrié à l’écène supérieur, constituent le « domaine minier » et sont impropres à toutes activités de grandes cultures (accès difficiles, versants à pentes très fortes ...-cf **Figure n°1.**).

Les pâturages extensifs, sur collines basses, représentent plus de 95% des quelques 250 000 ha de la SAU calédonienne (qui elle-même représente moins de 15% de la superficie totale du territoire). Au regard des possibilités que pourraient offrir, sur ces milieux, les techniques de SCV (productions de grains diversifiés en rotation -ou non- avec des cultures fourragères), les formes de mise en valeur agricole actuelles constituent une forte sous valorisation du potentiel foncier et climatique (eau, température et ensoleillement) de la côte Ouest calédonienne.

Figure n°1. Schématisation des toposéquences « géomorphopédologiques » de la côte Ouest de la Grande Terre



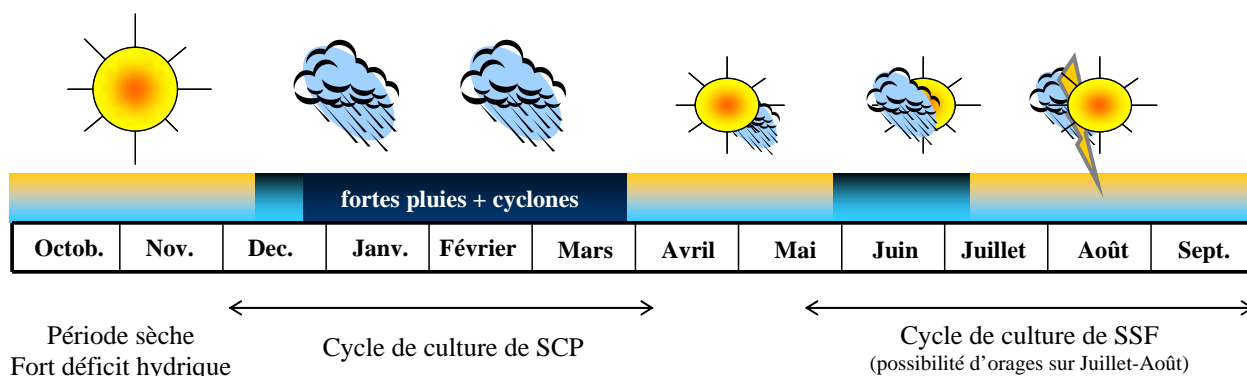
N.B. pour plus de détails cf Annexes 5 et 6.

I.2 – Principales caractéristiques du climat de la Côte Ouest de la Grande Terre (cf. Annexe 4.)

La côte ouest calédonienne est soumise à un climat subtropical présentant deux saisons principales intercalées de deux périodes de transitions :

- saison Chaude Pluvieuse (SPC), de courant Décembre à fin Mars-début Avril (55 à 60 % de la pluviométrie totale, comprise entre 800 et 1 300 mm) ; les températures sont comprises entre des minima et des maxima moyens de 22°C et 32°C environ ; période cyclonique
- intersaison « fraîchissante » et sporadiquement arrosée, sur Avril- début Juin, caractérisée par une baisse de la pluviométrie (avec un mois de juin en moyenne légèrement plus arrosé que Mai et Juillet) et la chute rapide des températures
- saison Sèche Fraîche (SSF), de courant Juin à Septembre (de 20 à 25% de la pluviométrie totale) ; températures comprises entre des minima et des maxima moyens de 12°C et 25°C (minima absolu positif, de 4 à 6°C) ; ETP réduite au cours de cette période
- intersaison très sèche sur Octobre-début Décembre, marquée par de très faible précipitations (entre 80 et 125 mm en 60 jours) et la remontée des températures et de l'ETP ; période de fort déficit hydrique.

Figure n°2. Principaux traits du climat de la Côte Ouest de la Grande Terre.



Ce climat se caractérise également par une très forte variabilité interannuelle du volume des précipitations qui n'est pas nécessairement induite par le passage des cyclones (très fortes pluviométries en 2008 et sur le début de l'année 2009 sans évènement cyclonique), comme le montre les relevés effectués sur la station fruitière de Pocquereux (La Foa, cf. **Annexe 4**) ; sur les 23 dernières années, la pluviométrie annuelle moyenne est de 1 336 mm, mais :

- 4 années avec $P \leq 800$ mm
- 11 années avec $800 < P \leq 1\,400$ mm
- 8 années avec $P > 1\,400$ mm

... un CV de plus de 30 % !

N.B. 1/ cette variabilité est déjà notable sur les relevés climatiques de Nouméa, au début du 20^{ème} siècle.
 2/ ces conditions climatiques sont comparables à celles prévalant au sud du Brésil dans l'état de Sao Paulo avec cependant des totaux pluviométriques légèrement moins importants : 1 100 – 1 200 mm sur la majeure partie de la côte Ouest calédonienne (exception faite de quelques zones moins arrosées -entre 800 et 1 000 mm-, autour de Boulouparis – Tontouta au Sud et sur 2 aires centrés sur Pouembout et Ouaco au Nord. Ces similarités devraient permettre un transfert direct des itinéraires techniques SCV et du matériel végétal développés au sud du Brésil.

I.3 - Principaux systèmes de « grandes cultures » pratiqués en Grande Terre

Les systèmes de grandes cultures sont centrés sur les productions à forte valeur ajoutée conduite en SSF ; il s'agit principalement de :

- la pomme de terre, avec un marché intérieur en diminution au cours des dernières années et « saturable » avec une surface d'environ 150 ha (d'où un système de quota piloté au travers de la distribution des semenceaux, importés pour des raisons sanitaires)
- la squash (*Cucurbita maxima*), destinée à l'export sur le Japon ; un quota de 5 000 t, attribué dans le cadre d'accord d'exportation passé avec la Nouvelle Zélande devrait être atteint pour la première fois en 2009 (avec des surfaces de l'ordre de 400 – 450 ha)
- du Maïs (également cultivé en SPC sur les zones non inondables –cf. infra) dont la production totale se situe entre 5 et 6 000 t/an, soit entre 800 et 1 000 ha semés (rendement moyen de l'ordre de 6 t/ha), qui couvre l'essentiel des besoins du territoire (provende), notamment grâce à une politique de prix soutenus fortement incitative (de l'ordre de 55 XFP, soit environ 460 euros/t)

Ces cultures sont conduites sous irrigation (par enrouleur ou couverture totale sous réseau de sprinklers) sur les terrasses alluviales bordant le cours moyen et inférieur des « creeks ». En SPC, la plupart de ces zones étant inondables (zone orange), les agriculteurs sont incités à planter des plantes de couverture (Sorgho et Dolique, principalement) de façon à protéger les sols, notamment au

cours des crues. Ces couvertures sont gérées en « engrais vert », *i.e.* gyrobroyées puis enfouies au cours des travaux de préparation des sols.

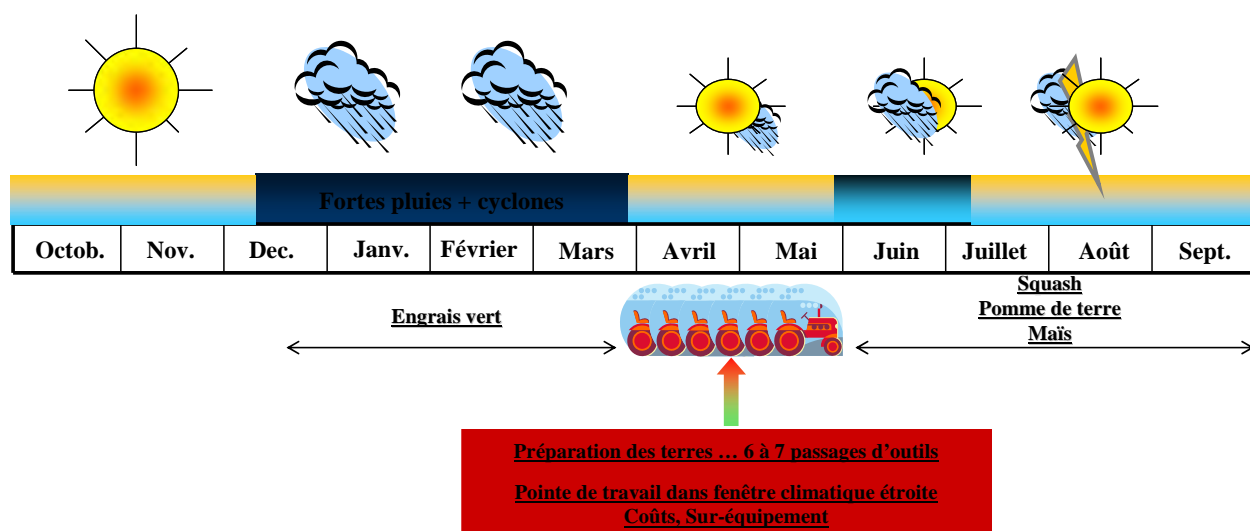
N.B. 1/ ce mode de gestion limite (annihile ?) les bénéfices agro-techniques que pourraient procurer ces fortes productions de biomasse : ces biomasses étant enfouies au début de la séquence de préparation des terres (qui peut s'étaler sur plus d'un mois), dans des sols encore humides, elles sont probablement largement décomposées, et les éléments minéraux relâchés, en grande partie lixiviés, lors du pic de besoins des cultures (*e.g.* début d'élongation des squash à 35 jours après semis)
2/ vu au cours de la mission, un producteur qui craignant de voir son Sorgho engrais vert produire un stock de graines potentiellement « ingérable » dans sa parcelle, décida de passer le gyrobroyeur juste après la floraison ; la quasi-totalité de la biomasse fut peu après emportée par une crue « tardive » de la rivière voisine.

La préparation des sols représente un poste de charge très élevé et un pic de travail important pour les producteurs ; la plupart des producteurs rencontrés au cours de la mission effectuée entre 5 et 7 passages d'outils pour préparer les terrains :

- 1 gyrobroyage de la plante de couverture ou des adventices
- 1 à 2 passages de de cover crop
- 1 sous-solage (réalisé sur des sols très argileux encore très humide)
- 1 ou 2 passages en reprise avec des outils animés : herse rotative ou cultivateur à axe horizontal (parfois précédé d'un labour aux socs)

Cette séquence est réalisée sur une période limitée, entre la fin des « grandes pluies » -fin Mars-début Avril- et mi Mai-début Juin (meilleures dates de semis sur mi Mai), conduisant les exploitations agricoles à se suréquiper en puissance de traction (vu une exploitation « extrême » possédant 10 tracteurs -dont un de 160 cv- pour moins de 40 ha de culture).

Figure n°3. Schématisation des principaux systèmes de grande culture.



Ces modes de gestion induisent une prolifération des pestes végétales, au premier rang desquelles la cypéracée, *Cyperus rotundus* (« herbe à oignon »). Ces fortes pressions d'adventices obligent les agriculteurs à utiliser une dominante d'herbicides pré-émergents (fort « grammage » hectare), *e.g.* :

- 4 300 g/ha d'EPTC en pré semis incorporé contre *C. rotundus* sur maïs, pomme de terre
- 1 350 g/ha de dimetenamide sur Maïs, 720 g/ha sur squash
- 700 g/ha de metribuzine sur pomme de terre ...

Bien que pratiquées sur des surfaces relativement limitées, l'impact de ces applications herbicides sur des parcelles régulièrement inondées par des fleuves débouchant sur des zones de lagons classées est

une préoccupation croissante tant pour la « société civile » que les services techniques de la DDR, les producteurs restant dans l'attente de toute alternative efficace.

N.B. 1/ la DDR préconise l'emploi en POST sur Squash de la sulfonyle urée Halosulfuron methyl (à raison de 53 g de m.a./ha) contre *C. rotundus*, mais craint le développement rapide de résistance en cas d'utilisation fréquente
2/ d'autres sulfonyle urée, efficace contre cypéracées, pourrait être introduite et testé en application post sur les principales cultures : Azimsulfuron (enregistré sur Riz)

Les niveaux de fertilisation minérale sont également assez élevés ;

Tableau I. Niveau de fumure recommandée et coût 2009.

	Dose préconisée	Coût unitaire 2009 (XFP/kg)	Coût hectare (XFP/ha)
Mais	200-100-170 + 180 CaO	Urée – 45,6 Phosphate naturel – 56,4 Sulfate de potasse – 69,1	19 800 19 500 23 500 Total = 62 800 XPF/ha (525 euros/ha)
Squash	140-135-250 + 240 CaO	Id.	13 900 26 250 34 550 Total = 74 700 XPF/ha (625 euros/ha)
Pomme de terre	180-100-300 + 180 Cao	Id.	17 850 19 500 41 450 Total = 78 800 XPF/ha (655 euros/ha)

Sur la zone de Boulouparis, plusieurs producteurs ont amorcé un mouvement de « sortie des eaux » de ces formes d'agriculture en mettant en valeur des zones de vertisols (et/ ou sols brun vertique) correspondant souvent aux anciennes terrasses alluviales et à des zones de colluvionnement. Ces agriculteurs cultivent de plus grandes surfaces (plus grande disponibilité de surface sur ces unités de sols que sur les terrasses alluviales actuelles) avec des systèmes de cultures irrigués (rampe et pivot) à dominantes de Maïs.

Certains d'entre eux se sont néanmoins « essayés » à des cultures pluviales strictes : culture de Maïs en SPC (David Perrard) et Blé en SSF (Jérôme Siret) avec des résultats encourageants ... Des essais similaires ont été conduits en blé notamment sur l'exploitation du lycée agricole de Pouembout (Steve Blomme, Bernard Angonin).

I.4 – Elevage bovins extensifs sur piémonts et collines basses

Le système d'élevage bovin repose sur l'emploi de pâturages naturels extensifs où améliorés à base de *Brachiaria decumbens* et *Chloris gayana* principalement. La productivité de ces espèces tropicales est très sensible à la baisse des températures en SSF, comme l'illustre le tableau II (d'après B. Toutain in L. Desvals, 1995).

Les éleveurs, pour pallier ce déficit fourrager du second semestre, conduisent parfois des cultures fourragères irriguées (Chloris, Sorgho, Maïs) et fortement fertilisées sur des surfaces réduites. Ce système est coûteux, demande des équipements spécifiques et l'accès à des surfaces irrigables, principalement en zone de plaine alluviale.

Tableau II. Productivité fourragère (avec fort apport de fumure, sans irrigation) sous une « bonne pluviométrie » annuelle (d'après L. Desvals, 1996).

Période	Chaud et humide Janvier - Avril	Fraîche Mai - Août	Sèche Sept. - Décembre	Total annuel
Pluviométrie (mm)	604	367	329	1 300
Production de matière sèche				
- kg / ha	7 400	2 600	2 600	12 600
- % prod. Annuelle	58,7	20,6	20,6	100

Les pâturages présentent souvent un état de dégradation avancé, avec un fort niveau de compaction et d'invasion par des adventices sans valeur fourragère (*Sphagneticola trilobata*, *Stachytarpheta urticaefolia*...).

N.B. la forte pression des populations de Cervidés (dont la population sauvage estimée en 2004 à 250 000 têtes est de l'ordre du double de celle du cheptel bovins # 120 000 têtes) contribue à dégrader l'état des pâturages et constitue probablement, pour les éleveurs, un frein à leur régénération.

Ces quelques éléments succincts (truismes pour les éleveurs calédoniens) pour souligner que le développement de systèmes de cultures SCV, reposant sur l'emploi de plantes de couverture à bonne valeur fourragère, sur des surfaces conséquentes, pourrait également contribuer à lever une contrainte systémique forte de l'élevage bovin calédonien.

Des itinéraires SCV pour la régénération des pâturages en dérobée d'une production de grain seront proposés (*cf infra*).

II/ Premières propositions pour des alternatives SCV

Préliminaire : définitions des SCV (L. Ségué, S. Boulakia)

Les techniques de SCV -également connues dans le monde sous le sigle anglais de DMC pour « Direct seeding Mulch based Cropping systems »- sont construites autour de la mise en application de trois principes : *primo*, aucun travail du sol (semis direct) ; *secundo*, couverture végétale permanente du sol (morte -on l'appelle aussi « mulch »- ou vivante) ; et *tercio*, diversité des espèces en succession ou rotation. Elles mettent ainsi en œuvre une gestion intégrée de la fertilité des sols centrée sur un cycle biologique puissant, efficace et entretenu de production-minéralisation de la matière organique dans la parcelle de culture, à l'image du fonctionnement des écosystèmes forestiers.

Ces techniques d'agriculture de conservation ont été adoptées au cours des trois dernières décennies principalement aux Etats-Unis, au Canada, en Australie, ainsi qu'en Amérique du sud où il est notable qu'elles ont émergé de façon indépendante des systèmes nationaux de recherche et de vulgarisation. Au Brésil, les surfaces en SCV sont passées de moins d'un million d'hectares en 1990 à environ 25 millions d'hectares de nos jours, soit plus de 55 % des surfaces consacrées à la production de grains. En Argentine et au Paraguay, ces proportions atteignent désormais près de 60 % et plus de 80 % respectivement et ont continué à fortement augmenter ; ce sont les plus élevées du monde.

Les SCV sont maintenant reconnus comme aptes à ouvrir les voies de systèmes de cultures durables à base de plantes annuelles pluviales et à faible niveau d'intrants chimiques grâce aux nombreux services écosystémiques gratuits fournis par les apports de biomasse annuelle fortement diversifiée ; en milieux subtropical et tropical humide, les cultures principales de grains sont associées ou en rotation avec des plantes de couverture multifonctionnelles du sol.

Les techniques SCV permettent ainsi de substituer progressivement l'utilisation massive actuelle d'énergie industrielle et fossile (machinisme, carburant, engrais minéraux, pesticides...) par une énergie culturale biologique de plus en plus performante (voir « Révolution doublement verte » et les solutions proposées par l'agroécologie au CIRAD).

II.1 – Sur terrasses alluviales et colluvions avec irrigation

Les propositions de systèmes de culture SCV tiennent compte du zonage « risque d'inondation de saison pluvieuse chaude » :

- en zone orange où les inondations de SPC sont hautement probables, les cultures de SPC sont principalement des couvertures végétales et/ou des productions de grains à faible niveau d'intensification (gestion du risque, *e.g.* Sorgho extensif),
- en zone verte, les risques d'inondation étant faibles, l'éventail des cultures de SPC possibles - avec ou sans irrigation d'appoint -, en combinaison avec une production biomasse de couverture, s'élargit.

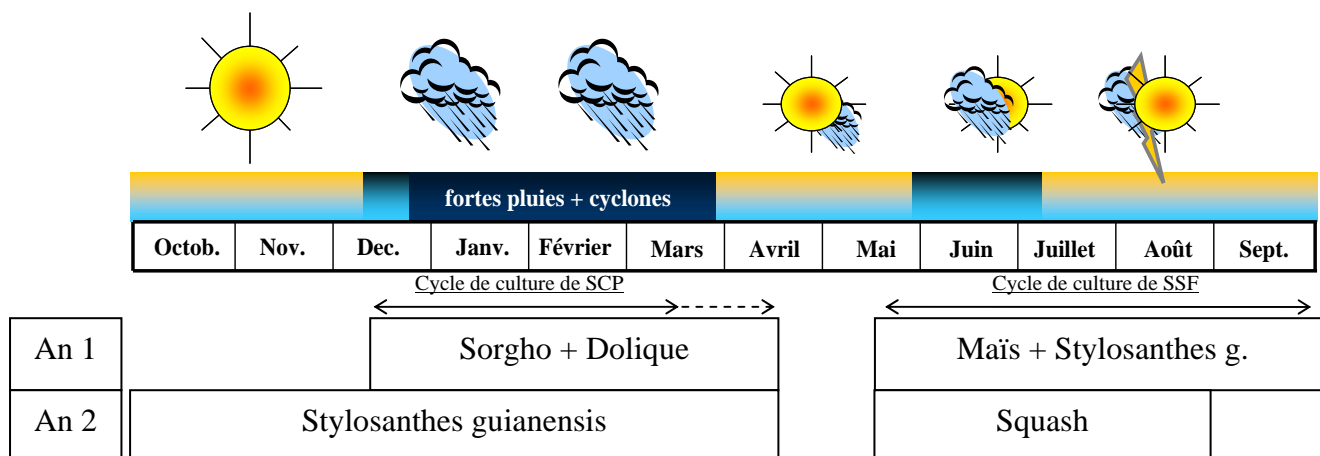
En SSF, ces propositions sont centrées, sur les deux principales cultures de rente, la squash et le maïs ; des alternatives prospectives (diversification) pourront être testées au niveau du dispositif pilote central (matrice des systèmes de culture, et/ou parcelles semi-contrôlées chez agriculteurs).

N.B. La pomme de terre n'est pas intégrée dans ces propositions SCV car d'une part la construction d'itinéraires SCV mécanisés pour la pomme de terre, si elle est envisageable (des itinéraires en culture manuel sont régulièrement pratiqués sur les Hauts Plateaux malgaches, essais en culture mécanisée conduits en Suisse), elle ne sera pas aisée : adaptation d'outils pour la mise en terre, nécessité de travailler sans buttage, forte perturbation du sol à la récolte ; d'autre part les enjeux demeurent limités en terme de surface (marché calédonien couvert avec 150 ha). Voir néanmoins propositions pour allègement des préparations de sols en *infra*.

II.1.1 En zone orange

Architecture générale des systèmes SCV de première génération, i.e. basé sur les filières existantes (Maïs, squash) ; les cultures de SPC sont conduites sans irrigation complémentaire.

Figure n° 4. 1^{ère} propositions SCV pour les zones de plaines inondables en SPC (« zone orange »)



Commentaires

En 1^{ère} année, viser la plus grosse production de biomasse

- le dernier travail du sol est réalisé au Chisel (équipé d'un rouleau cage), sur sol bien ressuyé, en Octobre-Novembre (1 passage ou 2 passages légèrement croisés) ; voir nécessité d'une reprise au vibroculteur (ou Canadien, proscrire les outils animés de reprise, générant trop de terre fine) ; en cas de forte compaction profonde, réalisé la séquence décompacteur (30-40 cm de profondeur, reprise au Chisel + vibroculteur) ; viser au final un état de surface sans ondulations pouvant induire une réduction de la vitesse et de la qualité des travaux ultérieurs, semis, herbicide ...
- Sorgho et Dolique sont semés simultanément en rangs alternés, à 40-50 cm d'interligne

- choisir des variétés de Sorgho (non hybride, semences de ferme) à croissance rapide, haute, panicule ouverte ou semi-ouverte (ressuyage rapide des grains après inondations) et bonne résistance à la verse, afin de tester les possibilités de récolte en fin de cycle malgré les crues ; e.g. Irat 203, Irat 377, var type CEP ... ; tester également le calage du cycle, dans les conditions calédoniennes, des sorgho guinéens (« Pool preto ») photosensibles ; si possibilité de récolte, voir possibilité de valorisation en provenderie (sélection secondaire des variétés sur les taux de protéines, > 11-12% sur certaines variétés) ;
- si les Sorghos sélectionnés sont récoltables et valorisables en provenderie mais que la Dolique par son développement empêche une récolte mécanisée (barre de coupe la plus haute possible), tester les associations Sorgho + Pois d'Angole (*Cajanus cajan*), Sorgho + *Crotalaria juncea*
- si les Sorghos ne sont pas récoltables (verse partielle, grains salis par les crues), rouler les associations après la floraison et avant la pleine maturité des grains de Sorgho
- après roulage le couvert est herbicide avec le mélange glyphosate (900-1060 g) + 2,4 D amin (360-720 g)
- l'association Maïs + Stylosanthes est semée sur la couverture, environ 25-30 jours après l'application d'herbicide, en rang alternés à 40 cm d'interligne ; environ 3 kg/ha de semences de Stylosanthes guianensis (entrer en collection les var. CIAT 184, Mineirao, Nina, Intermedia ...) ; meilleur hybride de maïs de cycle moyen long (125-130 jours)
 - gestion herbicide de l'association : 1 500 g de pendimethaline en Pre (si forte pression de graminées attendue et taux de couverture insuffisant) et Bentazone en Post (anti dicot et cyperacées, selectif des légumineuses) à 25-30 Jours Après Semis (JAS)
 - le Stylosanthes g. est conservé après la récolte du Maïs effectuée sur sol portant afin d'éviter de recompresser les profils ; il reprend sa croissance avec les premières pluies de la SPC en Novembre-Décembre

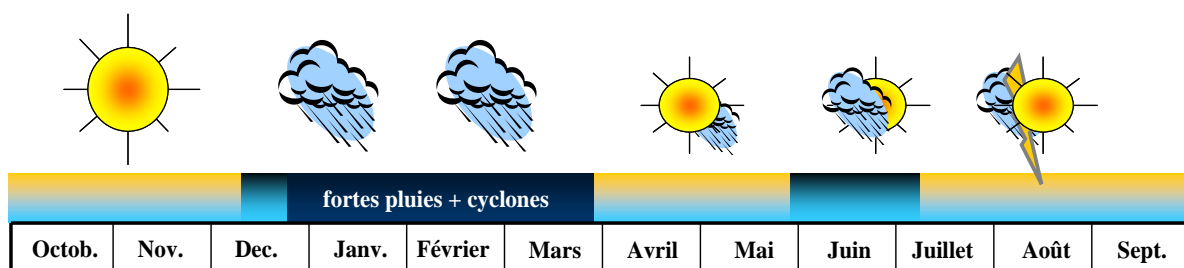
En 2^{ème} année

- le Stylosanthes g. est conservé tout au long de la SPC ; il est roulé et herbicide, une fois les sols bien ressuyés, environ 35 jours avant le semis de la Squash : mélange 1080 g de glyphosate + 1080 g de 2,4 D amin (tester aussi en remplacement du 2,4 D -le Stylosanthes étant en partie tolérant- l'application de 6-8 g/ha de metsulfuron methyl
- la squash est semée en direct, à densité normale (interrang de 1,5 m), aux meilleures dates de semis, vers la mi Mai (meilleur contrôle des calendriers et plus grande facilité de programmation des travaux en SCV ... le partage d'équipements entre agriculteurs est ainsi facilité ; herbicides, semis ... et récoltes échelonnés)
 - Dès la 2^{ème} année, abandon des herbicides Pré émergents (dimethenamide) ; lutte herbicide à base d'application Post d'Halosulfuron methyl sur repousses de *C. rotundus*, encore possible en 2^{ème} année sur les fortes infestations initiales, et Fluzifop p butyl sur graminées.
- l'association Sorgho + Dolique est semé en direct dans les résidus de squash, aux premières pluies de SPC courant décembre ; adapter l'application d'herbicides totaux en fonction de l'état d'enherbement

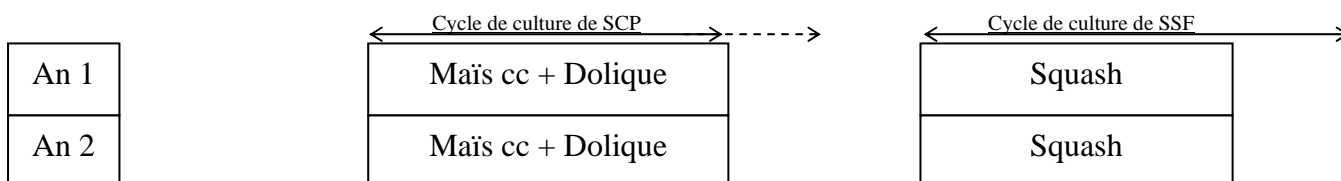
II.1.2 En zone verte

Les premières propositions sont simples, uniquement basées sur les filières existantes et peuvent être mise en œuvre rapidement avec le matériel végétal dores et déjà disponible. Les développements ultérieurs conduiront à une plus grande diversité des espèces en rotation, tant pour les productions de grains que pour les plantes de couverture et fourragère.

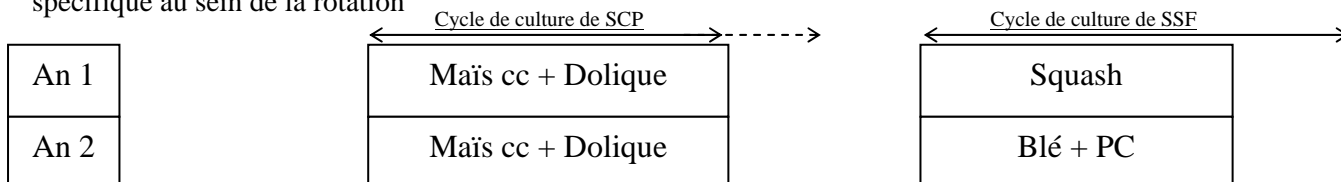
Figure n° 5. 1^{ère} propositions SCV pour les zones de plaines inondables en SPC (« zone verte »)



Option 1 – Intensification du cycle de SPC (risque d’inondation nulle) et squash en SSF ; irrigation d’appoint sur cycle de SPC, en cas de nécessité (début de cycle principalement)



Option 2 – Introduction de la culture de Blé en SSF et accroissement progressif de la diversité spécifique au sein de la rotation



Commentaires

Sur l’option 1

En 1^{ère} année

- même préparation de sol
- Maïs de cycle court (hybride de 110 jours, tester également la variété Irat 200) et Dolique sont semés simultanément en rangs alternés, à 40 cm d’interligne, mi Décembre (prévoir nécessité d’irriguer en début de cycle avant pleine installation du régime des pluies et d’une réserve hydrique) ; la dolique est conservée jusqu’à début Mai avant d’être herbicidee, environ 25 jours avant le semis de la squash
 - o en cas de développement de fort développement de la Dolique, induisant des problèmes à la récolte du Maïs, tester des associations avec des légumineuses à démarrage plus lent et/ou peu ou pas volubiles : Pueraria phaseoloides, Macroptilium atropurpureum (Siratro), Macroptilium lathyroides (adventices très présentes dans les zones humides), Cajanus cajan, Crotalaria sp. (juncea, spectabilis, pallida)
 - o tester l’association avec la graminée Brachiaria ruziziensis (semer à 5 cm de profondeur de façon à retarder légèrement la levée, augmenter légèrement la dose d’azote) ou, également, avec l’association B. ruziziensis + légumineuses (*M. atropurpureum*, *Cajanus c.*, *Crotalaria sp.* ...) ; création d’un couvert de paille à plus longue rémanence (rapport C/N plus élevé que les légumineuses, vitesse de décomposition ralentie en SSF), probablement favorable au développement de fruits sains (pas de contact direct avec le sol humide)
- Tester également l’intérêt d’une production de biomasse de Mil, semer en direct à 40 cm d’interligne (10-12 kg/ha), juste après la récolte de squash ; nécessité d’un tour d’eau (15-20 mm) après semis et d’un second à 15 JAS (20 mm) si aucune pluies ne survient entre temps.

Sur l'option 2

En 1^{ère} année, *idem* option 1.

En deuxième année, introduction de la culture de blé de SSF ; la culture de blé peut être destinée

- à la minoterie (favoriser les variétés à haute valeur ajoutée type Florence Aurore –cycle de 135 j environ-, Prinqual, Tigre ... déjà testées sur la ferme du Lycée agricole de Pouembout) ; tester rapidement les possibilités d'associations avec des légumineuses de couverture type Trèfle (plusieurs espèces possibles), Desmodium sp., Chamaecrista rotundifolia, Lotus corniculatus ... (semis en mélange ou sursemis de la couverture après levée du blé) ; les premières années, ces plantes de couverture sont gérées en couverture morte dans la succession Maïs (herbicide total avant semis du Maïs) ; les modes de gestion en couverture vive pourront être testés par la suite (augmentation de la technicité des producteurs et techniciens, diminution des pressions d'adventices à flore complexe) par contrôle partiel avant semis et en cours de culture (application de dose limitée de Metsulfuron methyl 2-4 g/ha)
- à la provenderie (choix de variétés élargi, possibilité de remplacement du Blé par le Triticale) ; en ce cas, la graminée peut-être associée à des légumineuses grains également destinées à l'alimentation animale : Féverole, Pois fourrager (*e.g.* var. Assas, Gali), Pois protéagineux, Vesce, Lupin (Lupin blanc -méditerranéen-, *L. albus*, Lupin bleu australien *L. angustifolius* ... à rentrer en collection) ; les cycles de la graminée et de la légumineuse sont comparables et les cultures sont récoltées en mélange (consommation direct du mélange ou triage post récolte). (cf. **Annexe 7.**)

N.B. chacune de ces filières sont pour l'heure fournies par des importations de volume comparable, de l'ordre de 15 000 t/an, représentant des potentiels de productions de plusieurs milliers d'ha (6-7 000 ha) qui dépasse le seul cadre des terrasses alluviales.

II.2 – Construction d'une agriculture pluviale sur collines basses et piémonts

Comme déjà dit, les potentiels de surfaces pour le développement de ce type d'agriculture sont considérables au regard, d'une part des surfaces de « grandes cultures » actuelles et d'autre part des capacités d'absorption de l'étroit marché intérieur calédonien ...

Le climat calédonien est par ailleurs propice à une grande variété de cultures et les possibilités techniques de diversification sont considérables (cf. **Tableau III.**).

Tableau III. Principales spéculations (liste non exhaustive) pouvant entrer dans les systèmes de cultures SCV.

	Avec possibilité d'irrigation d'appoint		Sans irrigation d'appoint	
	SPC*	SSF	SPC	SSF
Zone entre 750-1 000 mm	Maïs (hybride), Sorgho Haricot, Niébé, Pois mungo Tournesol	Squash Blé, Triticale Lupin	Maïs (variété), Sorgho, Mil, Eleusine coracana Sésame Haricot, Niébé, Pois mungo	Blé, Blé dur Blé noir, Lupin, Pois chiche
Zone entre 1 000- 1300 mm	Idem + Riz pluvial Soja Tournesol	Squash Blé, Triticale Pois, Féverole, Lupin	Maïs (hybride ou variété), Sorgho, Mil, Eleusine coracana Riz pluvial Soja Haricot, Niébé, Pois mungo, ... Tournesol	Blé, Blé dur, Triticale Avoine Blé noir Pois, Féverole, Lupin Colza

* en SPC, irrigation d'appoint uniquement pour sécuriser les cycles, permettant un degré d'intensification (fumure, potentiel variétal) plus élevé

Maïs : filière existante ou « aisément » développable (industries, marché intérieur)

Tournesol : filière secondaire pour lesquels il existe une volonté de développement (e.g. Tournesol) et/ou des marchés secondaires (e.g. légumes secs)

Sorgho : Culture prioritairement destinées à l'alimentation animale

N.B. La consommation calédonienne de Riz représente l'équivalent de 13-14 000 tonnes de paddy (2 500 ha environ en pluvial) ; les futures variétés développées devront pouvoir concurrencer les qualités importées (probablement à dominante de Riz de luxe, long-fin parfumé)

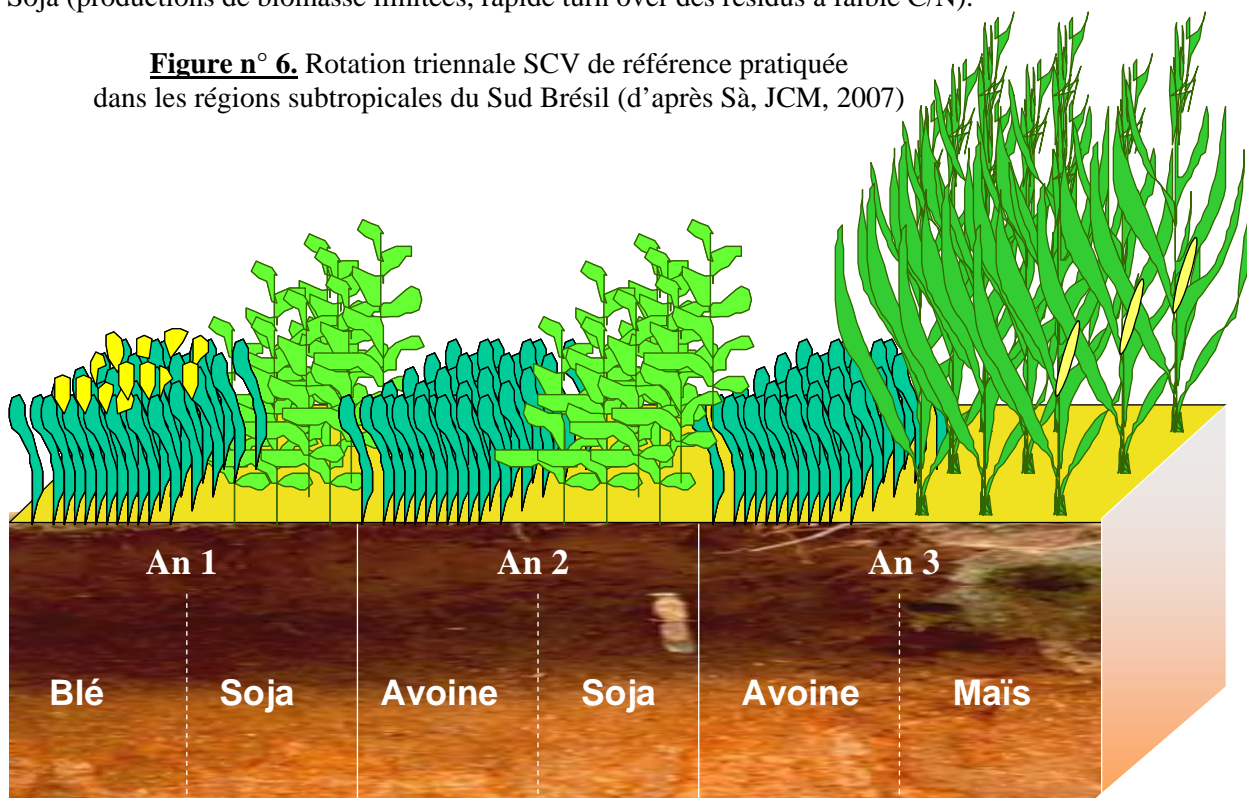
Les schémas « avec possibilités d'irrigation d'appoint » concernent principalement les producteurs ayant doré et déjà développé des systèmes d'irrigation sur terrasses alluviales hautes (ou sur collines et piémonts) ; ce mode de mise en valeur, compte tenu de son coût et des pressions qu'il exerce sur les ressources en eaux limitées de la côte ouest de la Grande Terre, devrait rester limité. La R & D sur des systèmes de culture et de production devra donc se concentrer prioritairement sur le montage de schémas sans irrigation d'appoint ; pour les producteurs ayant déjà développé des systèmes d'irrigation sur piémonts et collines, les propositions de systèmes SCV sont analogues, les possibilités d'irrigation d'appoints, permettant de gérer le risque hydriques, autoriseront un degré accru d'intensification (choix des variétés, niveaux de fertilisation ...) des systèmes de culture (optimisation du niveau d'intensification par calcul de la marge brute)

II.2.1 Systèmes SCV pluviaux pour zones « humides » (1 000 – 1 300 mm)

La construction des systèmes de culture pourrait se développer progressivement par la mise en œuvre de variantes autour de la référence principale, pratiquée à large échelle dans les écologies équivalentes du Sud Brésil. Ces variantes se construisent en réponse à des objectifs de production spécifiques et selon des logiques agronomiques nécessaires à la durabilité -agro-technique- des systèmes proposés : niveau de restitution de biomasse, diversité spécifique (graminée/légumineuse + autre dicotylédone), type d'exploration racinaire (racine pivotante, fasciculée).

Le système de référence sud Brésilien (**figure n°6**) est une succession triennale de culture « d'hiver » (Blé, Avoine) et « d'été » (Soja, Maïs) ; les cultures d'avoine visent principalement au renforcement de la production de biomasse (pas ou peu d'exportation), compensant les restitutions insuffisantes du Soja (productions de biomasse limitées, rapide turn over des résidus à faible C/N).

Figure n° 6. Rotation triennale SCV de référence pratiquée dans les régions subtropicales du Sud Brésil (d'après Sà, JCM, 2007)



Ce système de culture SCV sur résidus présente l'avantage de pouvoir être facilement mis en œuvre (pratiqué sur plusieurs millions d'hectares) par les agriculteurs calédoniens. Mais il demeure centré sur la production de Soja (filrière clef de l'agro-industrie brésilienne) dont les besoins calédoniens sont, pour l'heure, limités (# 1 500 t de tourteaux, # 1 000 t de graines – statistiques douanières).

Tableau IV. Premières bases de propositions pour la construction d'itinéraires SCV en zones humides sur des « filières cible ».

An 1		An 2		An 3	
« été »	« hiver »	« été »	« hiver »	« été »	« hiver »
<i>Référence Sud Brésil</i>					
Maïs	Blé	Soja	Avoine	Soja	Avoine
<i>Variantes avec diminution du poids du Soja et production de fourrage d'hiver</i>					
Maïs	Blé m	Haricot / Mil*	Avoine	Soja cc + Sorgho*	Avoine
Maïs	Blé p + Pois f ou p	Haricot / Mil*	Avoine	Soja cc + Sorgho*	Avoine
<i>Variantes avec renforcement du « poids » du Maïs dans la rotation</i>					
Maïs + PC**	Blé m	Maïs + PC**	Avoine + PC**	Soja cc + Sorgho	Avoine + PC**
Maïs + PC**	Blé p + Pois f ou p	Maïs + PC**	Avoine + PC**	Soja cm + Mil**	Avoine + PC**
<i>Variantes avec introduction de la culture du Riz pluvial</i>					
Maïs + PC	Blé p + Pois f ou p	Riz + PC***	Avoine + PC	Soja cm + Mil	Avoine + PC
<i>Variantes avec introduction d'oléagineux (Tournesol, Colza) fonction de la pertinence / développement des filières - cf. futures propositions par L. Séguy (expérience faible à nulle sur ces cultures de S. Boulakia !)</i>					

Blé m = blé minotier (Blé de force), Blé p = Blé (ou Triticale pour provenderie) pouvant être associé à du Pois fourrager ou protéagineux, Soja cc = Soja de cycle court (≤ 100 j), Soja cm = Soja de cycle moyen (≤ 125 j)

Commentaires

Sur les variantes avec diminution du poids du Soja et production de fourrage d'hiver

* Mil de production de biomasse semé en succession des Haricots (ou Niébé = *Vigna unguiculata*, ou Pois mungo = *Vigna radiata* = « germe de Soja » ... selon orientations marchandes), à 0,4 m d'interligne, entre le 15/2 et le 15/3 ; le Mil est roulé puis herbicide après 60 j environ, l'avoine est semé environ 3 semaines après ; une fois le semis direct « installé », une coupe de l'avoine deviendra possible (à 70 JAS environ) en cas de forte production de biomasse du précédent Mil.

* le Sorgho (variété non hybride, cycle court < 110 j ; sélection variétale secondaire sur taux de protéines des grains pour une meilleure valorisation en provenderie) est semé à la volée (20 kg/ha) aux premières feuilles jaunes du Soja, *i.e.* entre le 15/2 et le 15/3, 30 jours environ avant la récolte ; 2 sous options à tester pour l'implantation de l'avoine : sur-semis dans le Sorgho après la récolte du Soja (20/3-20/4) ou en séquence, après la récolte du Sorgho (10/6 – 10/7)

* Blé m : les variétés Florence Aurore, Prinqual, Tigre ont été testées en grandes cultures par le Lycée Agricole de Pouembout (cycle de 135 j environ pour des semis entre Avril et fin Juin – semis à 180-200 kg/ha, rendement de 3-4 t/ha sur labour – communication S. Blomme, B. Angonin)

N.B. Stratégies de gestion du risque cyclonique (plus haute probabilité sur 1er Février – 15 Mars) ; elles pourront se construire en fonction de la précocité des pluies de SSP entre 2 schémas possibles :

- « Stratégie d'esquive », *i.e.* semis précoce (fin Novembre - début Décembre) d'une variété de cycle très court (< 100 j – type Irat 200) – diminution du potentiel de production mais longue interculture en séquence permettant une plus forte production de biomasse de la couverture associée (récolte en période pluvieuse, frais de séchage plus important) et une plus grande latitude dans le calage de la succession d'hiver (semis plus précoce, a priori plus favorable) ;

- « Stratégie d'évitement », i.e. semis tardif (2^{ème} quinzaine de Janvier) d'une variété hybride de cycle moyen-long (120-130 j) – plus fort potentiel de production de la culture de Maïs, récolte en période sèche mais interculture courte, moindre développement de la PC associée et semis tardif de la succession d'hiver

Idem pour l'ensemble des cultures de SPC : Haricot, Soja cc ... en « esquivé » avec possibilité de récolte des Mil ou Sorgho associés ; Soja cm ... en « évitement », les Mil ou Sorgho associés ne produisent pas de grains ...

Sur les variantes avec renforcement du « poids » du Maïs dans la rotation

** pour compenser la diminution de la fréquence des « légumineuses grains » dans la rotation, les cultures de Maïs sont associées à des plantes de couvertures (PC) légumineuses : tester *Dolichos lablab*, *Pueraria phaseoloides*, *Macroptilium lathyroides* ... (i.e. des PC de saison chaude et humides à développement rapide) afin de limiter les problèmes à la récolte (croissance de ces légumineuses « lianesentes » sur les cannes de Maïs), favoriser des Maïs de cycle court (Hybride de 110 j) ou remplacement par des espèces non grimpantes (*Crotalaria sp.*, *Chamaecrista rotundifolia* var. Wynn ...) ; les Maïs sont semés à 0,8 m d'interligne et les PC au milieu de l'interrang ; les premières années (fortes pressions d'adventices), le contrôle de l'enherbement de ces associations peut se faire avec de l'Alachlore (application en PRE à 3 000 g/ha) ou par la combinaison Pendiméthaline (en PRE à 1 500 g/ha) + Application POST de bentazone (480 - 720 g/ha) ; l'utilisation des herbicides pré-émergents devrait rapidement diminuer puis être supprimé après 2-3 années de SCV (substitution par contrôle biologique des couvertures) ; possibilité de basculer sur des associations avec des mélanges d'espèces de PC associées (e.g. *Stylosanthes guianensis* + *Brachiaria ruziziensis* semés en lignes alternées dans les intercalaires de Maïs ; association avec des variétés de cycle court semées précocement) une fois les pressions d'adventices réduites après quelques années (moindre possibilités de contrôle herbicides sur ces associations).

** la Mil est semé à la volée (# 12 kg/ha) au premières feuilles jaunes du Soja cm (lui même semé tardivement – « évitement »- au cours de la 1^{ère} quinzaine de Janvier) ;

** pour les associations Céréales – Pois, voir les fiches techniques ITAB et OPABA en annexe 7

** l'avoine pourra progressivement être associée à des légumineuses de couverture adaptée aux températures fraîches, après évaluation en collection : Trèfle (*Trifolium sp.*), Vesce (*Vicia sp.*), Lupin (*Lupinus albus*, *L. angustifolius*), Lotier (*Lotus corniculatus*), Pois ...

Sur les variantes avec introduction de la culture du Riz pluvial

*** le choix des variétés se définit en premier par rapport aux habitudes de consommation (spécificité des habitudes alimentaires en Nouvelle Calédonie et sur les marchés potentiels de proximité dans le Pacifique ?) ; discuter avec L. Séguy introduction d'un germoplasme diversifié.

*** PC associée au riz, 2 types d'option peuvent être testées :

- sursemis dans le Riz, à 35-40 JAS, de *Stylosanthes guianensis* (à 0,4 m d'interligne ou volée 3 kg/ha) ; l'association Avoine + PC est sur semée (lignes alternées) avec des interlignes resserrées (0,25-0,30 m), permettant un contrôle mécanique du jeune couvert de Stylo dont le développement est par la suite limité par la baisse des températures en SSF ; le Stylo redémarre sur les pluies « parasites » d'Octobre-Décembre avec la remontée des températures (forte adaptation aux conditions sèches) avant implantation de la succession de SPC (« association relais »)
- semis à la volée dans le Riz de la légumineuse associée à l'avoine en SSF (Trèfle, Vesce, Lotier ...) entre 60 et 30 jours avant la récolte du Riz ; l'Avoine est sursemée (interligne de 0,4 m) en succession ; possibilité d'application de metsulfuron méthyl (2-3 g de m.a./ha) pour limiter la croissance de la légumineuse pendant l'installation de l'avoine

II.2.2 Systèmes SCV pluviaux pour zones « sèches » (750 – 1 000 mm)**Tableau V.** Premières bases de propositions pour la construction d'itinéraires SCV en zones sèches sur des « filières cible ».

An 1		An 2		An 3	
« été »	« hiver »	« été »	« hiver »	« été »	« hiver »
<i>Variantes avec production de Maïs (variété non hybride de cycle court) ou Sorgho + Haricot-Niébé x production de fourrage d'hiver</i>					
Maïs	Blé m	Niébé / Mil	Avoine	Niébé / Mil	Avoine
Maïs	Blé p + Pois f ou p	Niébé / Mil	Avoine	Niébé / Mil	Avoine
<i>Variantes avec renforcement du « poids » du Maïs ou Sorgho dans la rotation</i>					
Maïs + PC*	Blé m	Maïs + PC*	Avoine + PC*	Sorgho cc + V. umbellata*	Avoine + PC*
Maïs + PC*	Blé p + Pois f ou p	Maïs + PC*	Avoine + PC*	Sorgho cc + V. umbellata*	Avoine + PC*
<i>Variantes avec introduction de la culture du Tournesol</i>					
Maïs + PC	Blé p + Pois f ou p	Tournesol + PC**	Avoine + PC	Sorgho cc + V. umbellata	Avoine + PC

Variantes avec renforcement du « poids » du Maïs ou Sorgho dans la rotation

* les espèces de PC associées au Maïs (non hybride – réduction des charges et du risque économique) ou Sorgho de cycle court sont choisies pour leur meilleure tolérance aux conditions plus sèches :

- *Macroptilium atropurpureum* (Siratro), *M. lathyroides*, *Neotonia wightii* (glycine), *Dolichos lablab*, *Stylosanthes guianensis*
- Sur faibles pressions d'adventices (et contraintes de physique de sol), tester les associations *Stylosanthes guianensis* + *Brachiaria ruziziensis*, Stylo. + *Cenchrus sp.*, Stylo. + *Bothriocola sp.* ...

* les PC associées à l'avoine sont analogues à celles utilisées en zone humide (meilleure adaptation aux conditions sèches des Lupins bleus, des féveroles, des pois ... d'origine australienne - ?-)

* les sorghos cc pourront être testés en association avec du Vigna umbellata (forte production de biomasse et possibilité de récolte à tester ; les variétés de V. umbellata asiatique –rice bean- sont photosensibles, le calage de leur cycle sera évalué dans les conditions calédoniennes).

Variantes avec introduction de la culture du Tournesol

** la culture de Tournesol (variétés non hybride de zone sèche – e.g. variété tunisienne sélectionnée par L. Séguéy) pourra être testée en SPC en association avec les mêmes PC que celles utilisées dans les Maïs et Sorgho

N.B. Les ressources génétiques des plantes à grains actuellement présentes en Nouvelle Calédonie sont assez pauvres (principalement des hybrides commerciaux introduits à la demande) ; le développement pilotes des itinéraires SCV doit donc s'accompagner d'un transfert accéléré d'un important germoplasme (Maïs var., Riz pluvial, Sorgho, Mil, *Eleusine coracana*, Blé, Triticale, Avoine, Blé noir ... pour les céréales ... Soja, Vigna radiata, V. unguiculata, V. umbellata, Pois, Féverole, Lupins ... pour les légumineuses ... Tournesol, Colza, Radis fourrager, Radis chinois ...) issu de régions aux conditions climatiques comparables à celle de la NC ; à cet égard le sud Brésil et le Nord de l'Australie -Sud Queensland- seront des origines à favoriser en première priorité. Ce matériel sera évalué (collections testées, essais variétaux) dans des systèmes de culture SCV ; les espèces et variétés sélectionnées rentreront dans un programme de sélection conservatrice. Ces deux étapes clés pour le soutien aux producteurs et au développement des filières pourraient être assurées par le Centre de Recherches et d'Expérimentation Agronomiques (CREA – sites de Bourail-Nessadiou -1 200-1 300

mm et Ouenghi -900-1 000 mm) ; les multiplications des volumes commerciaux se feront chez des agriculteurs multiplicateurs (développement à terme de capacité de séchage et de triage).

La plupart des espèces proposées comme plantes de couverture sont des plantes fourragères ayant déjà fait l'objet d'introduction sur le territoire de Nouvelle Calédonie ; leur réintroduction éventuelle et leur multiplication ne devraient donc pas se heurter à la vigilance des services de Protection des Végétaux ; des collections d'évaluation (parcelle de l'ordre de 100 m² non irriguées !) pourraient être montées sur le site de la Station zootechnique de Port Laguerre (900 mm).

L'évaluation du matériel végétale (potentiel de production de grain, de biomasse, résilience/ variations climatiques ...) constitue l'étape de base de la construction des itinéraires SCV. Les premières propositions, volontairement réduites ici, laissent entrevoir le champ de possibilités agro-techniques « quasiment illimité » qu'offrent les techniques SCV.

Les itinéraires se construisent (« jeu de construction ») par emboitements successifs de « briques élémentaires » :

- matériel végétal,
- associations d'espèces (aller progressivement vers plus de diversité variétale et spécifique permettant d'accroître la résilience des systèmes de culture par rapport aux variations climatiques, aux pressions parasitaires ...),
- gestion des successions (couverture morte après contrôle herbicide, mécanique, organique ; culture relais installée en dérobée ; à terme couverture vive permanente),
- construction des rotations

... le tout paramétré par des objectifs de production, une évaluation économique continue (avec intégration des risques et opportunités climatiques, commerciaux ... dans les conditions d'exploitations des agriculteurs) et une recherche de « praticabilité » aisée.

Une difficulté majeure de cet exercice de création est de construire une offre hiérarchisée qui sans devenir pléthorique (problème d'évaluation, incompréhension ...) doit rester évolutive afin de permettre son optimisation continue au fur et à mesure de l'accroissement du potentiel de production liés à l'amélioration des conditions pédologiques et de la technicité des agriculteurs.

Dans le cadre de ce processus d'adaptation et d'optimisation continue la modélisation socio-économique, nourrie par des données issues du réel, peut constituer un complément utile pour les études prospectives d'impacts.

II.3 – Régénération des pâturages dégradés et renforcement de l'offre fourragère en SFS

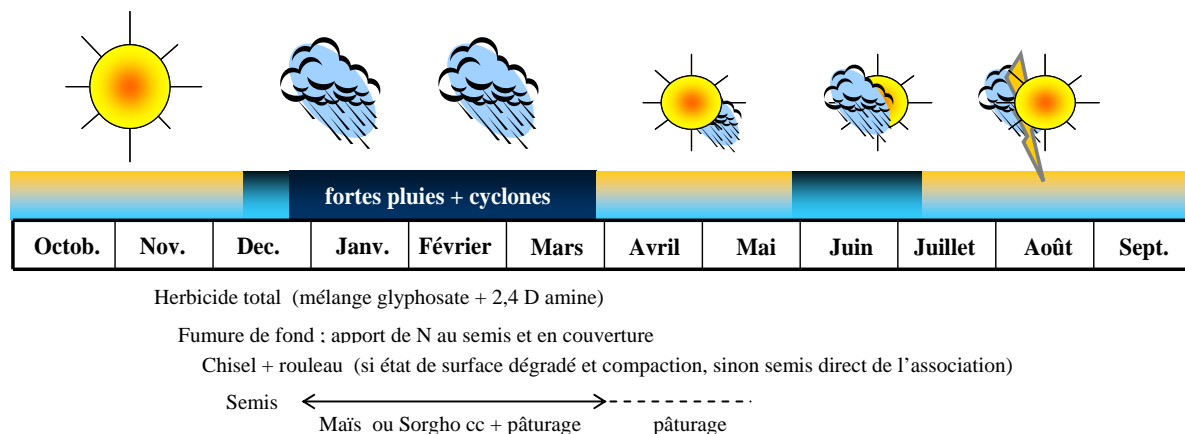
Quelques rapides propositions suite à la visite de la Station Zootechnique de Port Laguerre et discussions avec MM. Nicolas Pebay et Patrick Mercier. A noter que plusieurs tentatives ont déjà été conduites pour la mise au point de techniques de régénération de pâturages en semis direct ou TCS.

II.3.1 Régénération de pâturage en association d'une culture de Maïs ou de Sorgho

En cas de fort dégradation de l'état de surface et de recompaction du profil (surpâturage sur sols argileux), la mise en place des cultures est précédée par une décompaction au chisel (Herbicides total + 1 ou 2 passages légèrement croisé – angle de 30° environ vers la fin Novembre début Décembre) muni de disques ouvreurs et d'un rouleau cage (cf. cultivateur lourd Berends présents sur la Station ou, après équipement de disques ouvreurs, le Chisel avec contrôle de pression d'escamotage des dents du Lycée agricole de Pouembout, combiné à un « rouleau packer à ergots » - voir avec cet équipement la possibilité d'installer une distribution de semence entre dents et rouleau – cf aussi en infra le Chisel brésilien type Jan).

Le décompactage est précédé d'une application de fumure de fond (e.g. 0,5-1,0 t/ha de Phosphate naturel + 100 K₂O - KCl ou K₂SO₄).

Figure n°7. Itinéraire technique pour régénération des pâturages en association d'une culture pluviale de Maïs (zones à 1 000 - 1 300 mm) ou de Sorgho (750 - 1 000 mm)



Les pâturages sont semés en plein ou dans l'interligne d'une culture de Maïs (var. non hybride de cycle court – en semis précoce de Décembre) en zones humides (espérance de pluies entre 1 000 et 1 300 mm) ou de Sorgho (pluies < 1 000 mm). Les coûts d'implantation et de fumure sont ainsi couverts par la production de grains associée

Tableau VI. Propositions indicatives pour compléter les collections et tester des associations graminées / légumineuses en fonction des niveaux pluviométriques et des modes de gestion.

	Gestion « raisonnée »		Gestion « extensive »	
Zones à 750 – 1 000 mm	Brachiaria ruziziensis Panicum sp.* Bana grass*	Stylosanthes guianensis M. atropurpureum Neotonia wightii	B. decumbens Chloris gayana Bothriochloa barbinodis & sp. Cenchrus ciliaris*	Stylosanthes hamata M. atropurpureum
Zones à 1 000 – 1 300 mm	B. ruziziensis B. hybride var. Mulato B. brizantha* Panicum sp.* Pennisetum purpureum* Cynodon dactylon*	Stylosanthes guianensis N. wightii Centrosema pascuorum* Arachis pintoi*	B. decumbens B. brizantha B. humidicola Chloris gayana	S. capitata + S. macrocephala* Arachis pintoi Chamaecrista rotundifolia*

Gestion « raisonnée » : application de fumure en couverture, pâturage tournant, retrait des animaux sur les périodes très humides et lorsque l'état de la légumineuse est altérée dans les associations graminée-légumineuse

- * Panicum sp. = voir possibilité d'introduire l'écotype à feuille fine repéré par L. Séguy au Nord Cameroun
- Bana grass = hybride stérile Pennisetum typhoides x P. purpureum (plutôt gestion en coupe, enrubannage - ?- / ensilage)
- B. brizantha = var. Marandu et surtout la var. à très haut potentiel MG4 (semences Matsuda – Brésil)
- Pennisetum purpureum = var. Relaza (Matsuda) à très haut potentiel de production
- Cynodon dactylon = voir possibilité d'introduire l'hybride stérile Tifton 85
- Cenchrus ciliaris = grande tolérance au sec, résistance aux feux ... mais potentiellement envahissant !
- Centrosema pascuorum = var. Cavalcade (bonne adaptation aux zones humides (bas fonds)
- Arachis pintoi = bonne tolérance au surpâturage ... mais semences couteuses et implantation par boutures plus « laborieuse »

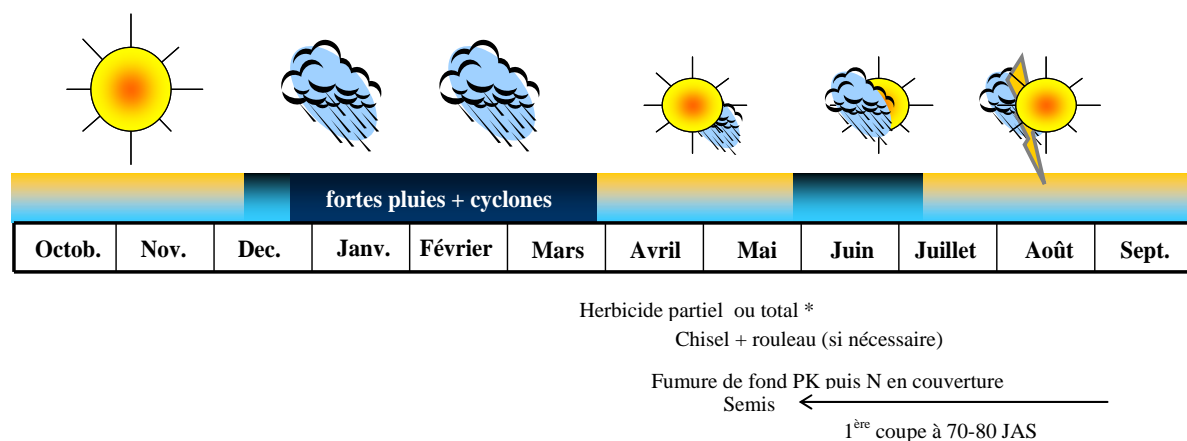
Stylosanthe capitata + S. macrocephala = var. Campo Grande (Brésil) – a priori peu adapté aux sols basiques

Chamaecrista rotundifolia = var. Wynn (déjà introduite en NC - communication Jean Planche)

II.3.2 Sursemis de production fourragère « d'hiver » dans un pâturage

Cette base de proposition vise à renforcer -à moindre coût- la production fourragère déficitaire au cours de la SSF (baisse de productivité des pâturages tropicaux avec la chute des températures sur Mai - Septembre) par sursemis sur pâturage partiellement ou totalement contrôlé.

Figure n°8. Itinéraire technique pour renforcement de l'offre fourragère hivernale par sursemis d'associations fourragères sur pâturages tropicaux installés



* option herbicide partiel, sur pâturages de *Brachiaria d.* ou *Chloris g.* non dégradés : application d'une « ½ » dose de fluazifop p butyl (à ajuster par test thématique entre 60 et 100 g/ha de m.a. - ?- fin Avril) sur le pâturage (*B. decumbens*, *Chloris gayana*) + 4-6 g/ha de metsulfuron methyl, en cas de présence de dicotylédones ; cette application d'herbicide ne vise pas à tuer le pâturage en place mais à « l'assommer » pour réduire la compétition pendant l'implantation de l'association d'espèces fourragères « hivernale » ; la reprise du pâturage est par la suite limitée par la baisse des températures ; il doit pouvoir redémarrer avec la remontée des températures et les pluies « parasites » en Septembre-Octobre et pleinement se réinstaller en Décembre-Janvier.

* option herbicide total sur pâturage dégradé (option de régénération des pâturages en dérobée d'une production hivernale) : le pâturage en place est desséché (mélange Glyphosate + 2,4 D) mi-fin Avril ; ce traitement peut être compléter par un décompactage et re-profilage de l'état de surface (1 ou 2 passages croisés) à l'aide d'un chisel avec disques ouvreurs + rouleau packer. Les cultures fourragères hivernales (pure ou association graminée-légumineuse) sont semées début-mi Mai (interligne à 0,4 m) ; tester 2 options pour la réimplantation l'espèce fourragère de SCP : en mélange au semis ou sursemé à 8-10 JAS (interligne de 0,8 m).

Tester en production fourragère « hivernale » les espèces suivantes (en pure ou en associations graminée + légumineuse) :

- Avoine (*A. sativa*, *A. strigosa*)
- Blé, Triticale, Seigle
- Vesce (*Vicia sativa*, *V. villosa*)
- Trèfle (*T. alexandrinum*, *T. incarnatum*, ...)
- Lotier (*L. corniculatus*)
- Pois fourrager, P. protéagineux, Féverole ...

Cf. aussi **annexe 7**.

II.4 – Pistes pour une gestion SCV en maraîchage

Les cultures maraîchères de plein champ, semées ou transplantées, pourraient également être implantées en semis / planting direct (travail plus prospectif car moins de références disponibles) sur couverture végétale. Les cultures maraîchères « hivernales » seraient installées sur des couvertures mise en place en association avec un cycle de Maïs de SPC (culture intensive puisque bénéficiant de système d'irrigation d'appoint – Hybride de cycle court semé tôt, mi Novembre - début Décembre, de façon à laisser la couverture parfaire son développement après la récolte, avant traitement et implantation du maraîchage) ou de Sorgho en zone inondable :

Maïs et Sorgho pourraient être associés à :

- *Brachiaria ruzizensis*
- B. ruz + Dolique (Brach. et Dolique en ligne alternées dans l'interrang du Maïs)
- B. ruz + *V. umbellata*

Les surfaces à planter sont roulées puis herbicides (900 g glyphosate + 720 g 2,4 D amine) environ 1 mois avant (grande flexibilité du système pour gestion de semis échelonnés).

La mise en œuvre de cette approche requerrait de légère adaptation technique des outils :

- remplacement des « sabots » sur les repiqueuses par un système de doubles disques ouvreurs (cf. **photos n° 3 et 4**)
- montage d'une distribution pneumatique sur un petit semoir de semis direct (type Vence Tudo 7 300 i.e. 7 rangs à # 17 cm d'interligne) ou montage des lignes de semis direct sur le semoir de conventionnel (avec adjonction de lest pour une bonne pénétration) (**Photos n°1 et 2**)

La suppression du travail du sol dans ces successions Maïs + PC (ou Sorgho + PC en « zone orange ») / cultures maraîchères permettrait de maintenir les « structures primaires » du réseau d'irrigation (couverture totale par réseau de sprinklers) ; elle faciliterait probablement également le passage en micro-irrigation (mini sprinklers, drippers, tuyaux poreux) sur maraichage (+ fortes économies d'eau renforcées par la présence du mulch ...).



Photo n°1. Corps semeur d'un Vence Tudo 7 300 (semoir porté, ici en configuration 7 lignes)



Photo n°2. Petit semoir conventionnel à distribution pneumatique utilisé par M. Yoshihama pour l'oignon

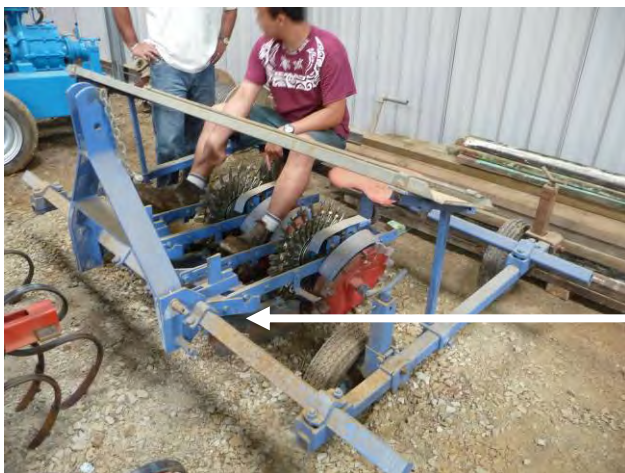


Photo n°3. Repiqueuse 2 lignes

Photo n°4. Corps semeur Baldan démonté
(ferme de M. G. Moulin - Bourail)



Remplacement des « sabots » par système de double disque ouvreuse + renforcement du système de « resserrage » de la ligne de plantation

III/ Grandes lignes d'un programmes d'adaptation et de diffusion pilote

III.1 – Les composantes d'un programme d'adaptation – diffusion – formation centré sur le transfert des SCV

Ce programme doit viser la plus grande opérationnalité de façon à transférer le plus rapidement possible chez les agriculteurs, au niveau d'un réseau pilote d'évaluation, les premiers itinéraires techniques SCV répondant à leurs objectifs (en lien avec ceux des « acteurs filières ») et conditions de productions. Ces premiers itinéraires sont alors encore largement évolutifs et perfectibles ; travail « tendu » ou la R & D ne dispose généralement que d'une campagne agricole d'avance -ou de recul, question de posture !- par rapport aux premiers « adoptants ».

On peut artificiellement scinder ce type de programme en 2 composantes (dans la pratique intimement liés, se « nourrissant l'une sur l'autre ») :

- Création de l'offre technologique
- Diffusion pilote/ Evaluation

... autour desquels se greffent les actions d'informations et de formation des acteurs.(agriculteurs, techniciens, décideurs politiques, industriels ...).

III.1.1 Création de l'offre technologique

De façon simplifiée ici, elle pourrait s'articuler entre des :

- des collections de matériel végétal (combiné à de l'évaluation variétale et de la sélection conservatrice - G0, G1)
 - o collections de plantes à grains sur les sites du CREA (Bourail-Nessadiou et Ouenghi) – discuter la possibilité de conduire des essais variétaux et des collections testés (en SCV, i.e. une fois les premiers cadres « systèmes de culture » définis) sur le Lycée Agricole de Pouembout (écologie plus sèche, 800-1 000 mm) ;

- collections de plantes de couverture et fourragères (évaluation des potentiels de productions de biomasses) sur la Station Zootechnique de Port Laguerre.

Tableau VII. Récapitulatif des principales espèces à rentrer en collection.

Grains et tubercules			Plante de couverture et fourragère	
Céréales	Légumineuses	Oléagineux et autres	Graminées	Légumineuses
Maïs composite	Soja	Tournesol (var. non hybride)	Brachiaria ruziziensis	Stylosanthes scabra
Sorgho	Haricot (Phaseolus sp.)	Colza	B. brizantha	S. guianensis
Riz pluvial	Vigna unguiculata	Sésame	B. decumbens	S. capitata
Mil	Vigna umbellata	Chanvre textile	B. hybride mulato	S. macrocephala
Eleusine coracana	Vigna radiata		Panicum sp.	Macroptilium atropurpureum
Sarrasin (Blé noir)			Pennisetum purpureum	Neotonia wightii
Blé	Pois fourrager et protéagineux		Chloris gayana	Centrosema pascuorum
Blé dur	Feverole		Bothriochloa sp.	Chamaecrista rotundifolia
Triticale	Lupin		Cenchrus ciliaris	Dolichos lablab
Millet	Pois chiche		Cynodon dactylon	
Seigle				
			Avoine (A. sativa, A. strigosa)	Vicia villosa V. sativa Lotus corniculatus Trifolium alexandrinum T. incarnatum

- des parcelles de mise au point des systèmes de culture

Cet étape est généralement conduite par la mise en œuvre de dispositifs expérimentaux relativement lourds comparant les systèmes de cultures (succession – rotation des espèces x modes de gestion des sols) sur des niveaux de fumure contrastés (généralement 3, allant d'un niveau faible à un niveau élevé, « anti-économique » mais permettant d'exprimer le potentiel de productions des cultures dans l'année climatique); ces dispositifs croisant systèmes et niveau d'intensification constituent des « matrices de systèmes de cultures » ; elles sont installés et pérennisés sur des parcelles représentatives des contextes pédo-climatiques et des modes de mise en valeur des grandes zones abordées ; les systèmes de référence (pratiques dominantes des agriculteurs généralement basé sur du travail du sol) servent de témoin et permettent de visualiser les évolutions contrastées des sols et des performances technico-économiques des systèmes au fil des années. Ces parcelles doivent être représentatives des conditions d'exploitation des agriculteurs (modélisation pratique) et mesurent donc, en conduite mécanisées, un minimum de 1 000 m².

La mise en œuvre de tels dispositifs dans le contexte calédonien semble a priori délicate et probablement couteuse (évaluation des rendements, multiplicité de petites récoltes difficiles à sécher, commercialiseret multiplicité des dispositifs pour recroiser la grande variabilité pédoclimatique de la côte Ouest).

Ce point primordial pourra être discuté avec la DDR au cours de la mission L. Séguy – F. Jullien en Août 2009. Il est ici proposé de construire les systèmes de culture SCV sur des parcelles conduites par le développement (programme DDR de développement pilote des SCV) chez des agriculteurs (contrat de location et d'expérimentation pluri-annuel) ; « parcelle élémentaire » de l'ordre de 0,5 ha à 1,5 ha ; chaque système conduit sur 2 niveaux de fumure (faible-moyen / fort-potentiel).

L'offre technologique systémique élaborée sur ces parcelles pourrait être regroupée autour de plante filière pivot (système à base de Maïs, Blé, Riz ...) ; de tels dispositifs n'auraient probablement pas la « puissance prospective » de véritables matrices de système de culture (hiérarchisation des contraintes agro-techniques, offre technologique évolutive, ...) mais offriraient l'avantage d'une plus grande « démonstrativité » pratique pour les agriculteurs et les décideurs à coûts plus maîtrisés

(commercialisation des productions, évaluation des nouvelles productions au sein de filières agro-industrielles pilote).

Ces parcelles aident à constituer les premières références technico-économiques (enregistrement des coûts de production et des temps de travaux).

* *Pour terrasses alluviales irriguées (zone verte – non inondable)*

An 1		An 2		An 3	
« été »	« hiver »	« été »	« hiver »	« été »	« hiver »
<i>Système de Référence Agriculteur</i>					
Basé sur travail du sol comparable aux pratiques en vigueur avant chaque cycle de culture					
Maïs	Squash	idem		idem	
<i>Alternatives DMC</i>					
1/ Maïs + Dolique*	Squash	idem		idem	
2/ Maïs + Dolique	Blé m*	Maïs + Dolique*	Squash	Idem (rotation sur 2 ans)	
3/ Maïs + Dolique	Blé f + Pois f.**	Maïs + Dolique*	Squash	Idem (rotation sur 2 ans)	

* **Variantes** : elles sont testées sur des sous parcelles semées « manuellement » (petit semoir monoligne type Knapick ou Fitarelli 2 lignes)

Les Maïs sont des hybrides de cycle court semés précocement sous irrigation (fin Novembre)

1/ * Blé m : tester association avec Trifolium sp., Lotus corniculatus

* Dolique : tester l'association Dolique + Brachiaria, Stylosanthes + Brachiaria avant Squash (vitesse de décomposition de la couverture réduite/ Dolique pure)

2/ ** Blé f. + Pois fourrager ou protéagineux ; association conduite si possibilité de triage du mélange après récolte

Possibilité d'ouverture de parcelles de démonstration en année 2 ou 3, pour systèmes DMC uniquement une fois calages des cycles et des associations affinés et bonne maîtrise technique acquise (éviter les contre démonstrations !), afin de recouper la diversité ; notamment, en zone orange, remplacer la culture de Maïs de SCP par une couverture de Sorgho (S.guianensis photopériodique + Dolique).

* *Pour agriculture pluviale stricte sur collines et piémonts en zone humide (1 100-1 300 mm)*

An 1		An 2		An 3	
« été »	« hiver »	« été »	« hiver »	« été »	« hiver »
<i>Système de Référence sur Travail du sol</i>					
Pas de référence « agriculteur » à proprement parler ; montage d'un système sur W du sol pour « contraster » les évolutions de sols					
Maïs	Blé m	Soja	Blé m	Idem	
<i>Alternatives DMC</i>					
<i>Référence Sud Brésil</i>					
1/ Maïs*	Blé	Soja	Avoine*	Soja	Avoine
<i>Variantes avec diminution du poids du Soja et production de fourrage d'hiver</i>					
2/ Maïs + Dolique	Blé m	Haricot / Mil	Avoine + PC	Soja cc + Sorgho	Avoine
3/ Maïs + Dolique	Blé p + Pois	Haricot / Mil	Avoine + PC	Soja cc + Sorgho	Avoine
<i>Variantes avec renforcement du « poids » du Maïs dans la rotation</i>					
4/ Maïs + PC**	Blé m	Maïs + PC	Avoine + PC	Soja cc + Sorgho	Avoine + PC
5/ Maïs + PC**	Blé p + Pois f ou p	Maïs + PC	Avoine + PC	Soja cm + Mil	Avoine + PC
<i>Variantes avec introduction de la culture du Riz pluvial</i>					
6/ Maïs + PC	Blé p + Pois f ou p	Riz + PC***	Avoine + PC	Soja cm + Mil	Avoine + PC

Variantes avec introduction d'oléagineux (Tournesol, Colza) fonction de la pertinence / développement des filières - cf. futures propositions par L. Séguy

1/ * Tester variantes avec Maïs + Dolique ; Avoine + Vicia sp., Av. + Trifolium sp.

Le système de « référence labour » et le système DMC 1/ sont répétés en haut et bas de toposéquence de façon à encadrer une variabilité probable sur ces sols à forte hétérogénéité.

Cette parcelle pourra être implantée sur sols bruns ou sur sols fersiallitiques (choisir a priori le plus représentatif) ; l'autre type de sol sera alors abordé par une ou 2 parcelles de démonstration ne reprenant que 2 ou 3 systèmes de culture, à partir de l'année 2 ou 3.

* *Pour agriculture pluviale stricte sur collines et piémonts en zone plus aride (800 -1 000 mm)*

An 1		An 2		An 3	
« été »	« hiver »	« été »	« hiver »	« été »	« hiver »
Système de Référence sur Travail du sol					
Pas de référence « agriculteur » à proprement parler ; montage d'un système sur W du sol pour « contraster » les évolutions de sols					
Maïs	Blé m	Soja	Blé m	Idem	
Variantes avec production de Maïs (variété non hybride de cycle court) ou Sorgho + Haricot-Niébé x production de fourrage d'hiver					
Maïs	Blé m	Niébé / Mil	Avoine + PC	Niébé / Mil	Avoine
Maïs	Blé p + Pois f ou p	Niébé / Mil	Avoine + PC	Niébé / Mil	Avoine
Variantes avec renforcement du « poids » du Maïs ou Sorgho dans la rotation					
Maïs + PC	Blé m	Maïs + PC	Avoine + PC	Sorgho cc + V. umb	Avoine + PC
Variantes avec introduction de la culture du Tournesol					
Maïs + PC	Blé p + Pois f ou p	Tournesol + PC**	Avoine + PC	Sorgho cc + V. umb	Avoine + PC

- Réseau de parcelles et de fermes pilotes

Un réseau de parcelles SCV se constituent progressivement chez des agriculteurs « pionniers » avec l'appui de la cellule DDR en charge du programme ; les enregistrements de coûts et de temps de travaux, à l'échelle de la parcelle (système de culture) sont réalisés et permettent de compléter les données technico-économique en conditions réels (évaluation de la variabilité des performances). Ces données servent de base pour des simulations à l'échelle du système de production pour les différents types d'exploitations agricoles (suivi par les services de conseil de gestion de la DDR en comparaison d'un groupe témoin).

III.2 – Matériel de Semis direct

III.2.1 Semoirs

Semoir manuel et motoculture pour expérimentation



Pour implantation de collections, complément de semis, semis en intercalaire des cultures principales (test des variantes de plantes de couverture associée)

Roue semeuse Knapick
635 USD/ unit (depart Brésil)



Semoir 2 rangs Fitarelli

2 436 USD/ unit (départ Brésil)

Principalement pour être utilisé –temporairement pour le semis des PC en intercalaire des Maïs et Sorgho à environ 20-25 JAS et ma mise en place des collections-multiplifications de matériel végétales.

Par la suite, une fois le semis direct « installé » (profile restauré, pression d'adventices réduite, forte biomasse en recyclage continu, ...), les plantes de couverture peuvent être semé en simultané des Maïs et Sorgho (réduire les interrangs à 50-60 cm pour un ombrage plus rapide.

Voir également la possibilité également de monter des corps semeurs de semis direct sur un bâti de bineuse pour les semis décalé en intercalaire.

Semoir pour tracteurs de petite-moyenne puissance (55-90 HP)

Probablement la gamme à rentrer en NC pour la mise en place des parcelles de mise au point des technologies et les réseaux de parcelles de démonstration et parcelles pilote chez les agriculteurs (capacité de semis de l'ordre de 10-15 ha/jour).

Semoir Vence Tudo SA-11500

Ici en configuration 5 rangs de Soja

Semis de 3 lignes de Maïs

Kit pour semis de 11 lignes (riz et petites graines)

12 344 USD/ unit

(Maïs, Riz, Sorgho, Soja, Haricot ... + plante de couverture)



Semoir Vence Tudo SA-7300

Ici en configuration 7 rangs « petites graines »

Semis de 3 lignes de Soja, 2 lignes Maïs

Base possible pour adaptation aux cultures maraîchères après combinaison avec une distribution pneumatique

Caractéristiques des autres modèles Vence Tudo

CARACTERÍSTICAS	MODELOS																	
	SA 7300				SA 9400				SA 11500				SA 14600					
Número de Linhas	7	3	2	5	9	4	3	2	11	5	3	4	14	7	6	5	4	3
Espaçamento em cm		40	60			40				40	70							
	17	42,5	80	25	17	42,5	60	80	17	42,5	80	50	17	40	42,5	60	70	90
		45	85				45	70	90		45	85	60		45			80
		50	90								90				47			
			100															
Capacidade Sementes (Kg)/Linha	-	30	30	-	-	30	30	30	-	30	30	38	-	30	30	30	-	-
Capacidade Sementes (Lts)/Linha	-	38	38	-	-	38	38	38	-	38	38	38	-	38	38	38	-	-
Capacidade Sementes (Kg)	84	-	-	84	109	-	-	-	136	-	-	-	170	-	-	-	-	-
Capacidade Sementes (Lts)	113	-	-	113	147	-	-	-	182	-	-	-	226	-	-	-	-	-
Cap. de Sementes - Pastagem Kg	15	-	-	15	19	-	-	-	24	-	-	-	30	-	-	-	-	-
Cap. de Sementes - Pastagem Lts	22	-	-	22	28	-	-	-	35	-	-	-	44	-	-	-	-	-
Capacidade de Fertilizantes Kg			100				142				162				200			-
Capacidade de Fertilizantes Lts			125				177				202				250			-
Peso aproximado kg	552	720	589	615	573	808	677	546	810	1110	848	979	972	1435	1303	1171	1040	909
Potência min. do trator (cv)		35		50		55				65					75			
Observação															Há a possibilidade do rodado ser montado internamente com espaçamento mínimo de 45 cm.			

Semoir Semeato Sam 200

18 533 USD/ unit (départ Brésil)

Présence d'une caisse supplémentaire « petites graines » (possibilités de semis combiné accrues)



Options n° of rows x Spacing	Small grains	11 rows x 17 cm 09 rows x 20 cm
	Large grains	05 rows x 40 cm 04 rows x 50 cm 03 rows x 80 cm
Approximated tractor power requirement		60 HP (guillotine knife) 75 HP (offset knife) 55 HP (dephased disc) 55 HP (triple disc)
Tires		5.6 x 15
Seed box capacity	Small grains	230 L ~ 172 kg
	Large grains	34 L ~ 26 kg per row
Pasture box capacity		38 L
Fertilizer box capacity		255 L ~ 288 kg
Weight		1340 to 1700 kg
Speed	Small grains	06 to 08 km/h
	Large grains	04 to 06 km/h

Voir également ultérieurement modèles Baldan distribués en NC mais de plus grandes tailles.

III.2.2 Rouleaux

Les rouleaux peuvent être nécessaires pour le contrôle des couverts végétaux, avant application des herbicides (ils serviront également d'outils de base pour le développement ultérieur d'itinéraires techniques à faible niveau d'intrants chimiques ... voire strictement organique).

Possibilité d'utiliser les rouleaux disponibles sur l'île ...



... mais rapidement reproduire le rouleau à cornières en chevron développé par le Rodale Institute, spécialisé dans le développement du semis direct organique (plan disponible sur le site web)



Rouleau du Rodale Institute à lames en chevron – ici en monte avant pour semis combiné



Rouleau à lames en chevron en « monte » arrière



Rouleau combiné à un pulvérisateur - changer l'orientation des buses (Colombie)

III.2.3 Pulvérisateurs

De nombreux pulvérisateurs sont déjà présents au sein des exploitations agricoles de la côte Ouest. Le programme de développement pilote pourrait s'appuyer sur ces équipements de moyenne capacité (pulvérisateurs portés, rampe de 12 m et cuve de 600 l) pour le traitement des parcelles de mise au point des technologies.



Pour les petites surfaces (collections et tests thématiques) et de façon à gagner en flexibilité d'intervention sur des surfaces réduites (< 3-4 ha), le programme pourrait se doter de petits pulvérisateurs trainés par motoculteurs (cuve de 150 l, rampe de 6-7 m – e.g. Modèle Rubemaq cuve 200 l – rampe de 7 m – 1 128 USD/unit départ Brésil).

En **Photo**, pulvérisateur à traction humaine (rampe de 3 m – cuve de 80 l – Modèle Knapick 448 USD/unit départ Brésil)

III.2.4 Travail du sol et régénération de pâturages

Les derniers travaux de sols avant conversion au semis direct vise à lever les grosses contraintes physiques (semelles de labour) et à restaurer des états de surface plans (plus grande vitesse de travail au semis, meilleure qualité des traitements ...).

Ces travaux sont réalisés avec des outils à dents (Décompacteur + Chisel + reprise au Canadien ou Vibroculteur, ou Chisel + Vibro.) en condition « sèche », fin Novembre-Début Décembre ; laisser un état de surface motteux de façon à prévenir une reprise en masse rapide (colmatage par terres fines) et limiter les levées d'adventices.

Chisel Jan JMH5 complete – 5 dents / 2m de large

5 490 USD/ unit (version 5 dents portée avec disque ouvreur et rouleau cage - départ Brésil)

Usage : équipement pour les derniers travaux de sol avant passage au semis direct ou pour régénération de pâturage (présence de disques ouvreurs devant les dents)



Existe en version trainée (voir tableau ci-dessous)

Especificaciones Técnicas									
Technical specifications									
Modelo	Engate	Disco de Corte	N. brazos	Dist. brazos	Ancho de trab.	Profundidad	N. de rodillos	Potencia	Peso aprox.
Model	Clamp syst.	Cut disc	# arms	Distances	Operation	Depth	# rolls	Powercv	Approx. Weight
				among arms	width (m)	(cm)		(cv)	(kg)
JMH-3	3ptos/3= point	Opcional/Opcional	3	53	1,80	20/40	1	45/80	500
JMH-5	3ptos/3= point	Opcional/Opcional	5	40	2,00	20/40	1	80/95	800
JMH-7	3ptos/3= point	Opcional/Opcional	7	40	2,80	20/40	2	100/20	1.075
JMHS-5	3ptos/3= point	en disco/without disc	5	40	2,00	20/40	1	80/95	645
JMHS-7	3ptos/3= point	en disco/without disc	7	40	2,80	20/40	2	100/120	795
JMA-5	arrastre/pulled	Opcional/Opcional	5	40	2,00	20/40	1	80/95	985
JMA-7	arrastre/pulled	Opcional/Opcional	7	40	2,80	20/40	2	100/120	1.460
JMA-9	arrastre/pulled	Opcional/Opcional	9	40	3,60	20/40	2	130/160	1.815
JMA-11	arrastre/pulled	Opcional/Opcional	11	40	4,40	20/40	3	160/190	2.230
JMAB-13	arrastre/pulled	Opcional/Opcional	13	40	5,20	20/40	3	+ 280	4.070
JMAC-5	arrastre/pulled	Opcional/Opcional	5	40/45 e 50	2,0 - 2,25 e 2,50	30 a 80	Opcional/Opcional	100/230	2.790

III.3 – Chronogramme indicatif

Année 1	Année 2	Année 3	Année 4
Collection multiplication	→		
1 ^{ère} parcelles de mise au point des itinéraires SCV	Totalité des parcelles de m.a.p. en place	→	
	1 ^{ères} parcelles de démonstration	Ensemble des démos en place	
		1 ^{ères} parcelles chez les agriculteurs Constitution du réseau de parcelles puis de fermes de référence	→
	Orientations sur le développement des filières Intégration progressive dans les programmes d'enseignement agricoles	Définitions des mesures incitatives et d'appui à l'adoption	→

Conclusion

Le programme d'adaptation et de développement pilote des techniques de Semis direct sur Couverture Végétale proposé peut bénéficier d'un important corpus de références pratiqués à large échelle dans des écologies équivalentes à celles de la côte ouest calédonienne. Il devrait donc ainsi, appuyé par des mesures incitatives et de soutien aux filières émergentes, permettre des premiers transferts rapides et significatifs (3-4 ans) au sein des exploitations agricoles.

Les SCV en créant des possibilités d'associations agriculture-élevage, en gestion pluviale, sur collines et piémonts pourraient profondément modifier la place des productions végétales dans les paysages. Les potentialités de développement concernent très probablement plusieurs dizaines de milliers d'hectares (conversion de 10, 20 % ... - ?- des 250 000 hectares de pâturages ; cet ordre de grandeur pourrait être aisément précisé à l'aide des SIG en cours de développement au sein de la DDR).

La mise en valeur, au travers de productions de grains diversifiés, de telles surfaces se heurtera rapidement à l'étroussure du marché intérieur calédonien et devra donc se tourner vers des marchés d'exportation régionale. Cet impératif, à moyen terme, imposera donc de viser, dès les phases initiales de conception et de mise en œuvre des systèmes de culture, des productions de qualité à coûts de revient les plus bas possible.



Paysage de la Côte Ouest
Pâturage extensif sur collines basses
et massifs à péridotites



Parana (Sud Brésil)
Gestion 100 % SCV des unités de paysage collinaire

Annexes

1. TDR Mission
2. Liste des personnes rencontrées
3. Vue satellitaire « Google Earth » de la Côte Ouest entre Boulouparis et Bourail
4. Conditions climatiques sur la côte Ouest de la Grande Terre – comparaison avec le sud Brésil
5. Géologie, Géomorphologie et pédologie (extraits de l'Atlas ORSTOM -éd. 1978 – de la Nouvelle Calédonie)
6. Quelques analyses de sols (extrait de la base de données IRD « Valpedo » + Analyses DDR)
7. Documents internet sur les associations Blé (Triticale) + Pois
 - Fiche Institut Technique de l'Agriculture Biologique (ITAB)
 - Fiche Technique de l'Organisation Professionnelle de l'Agriculture Biologique en Alsace (OPABA)



1 - TDR MISSION

CONVENTION D'ETUDE

N° C489-08.

relative à une expertise en agroécologie.

ENTRE :

le directeur du développement rural, agissant en qualité au nom et pour le compte de la province Sud, ci-après désigné dans le corps de l'acte par « la province »,

d'une part,

ET :

Le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad) – département Performances des systèmes de production et de transformation tropicaux (Persyst) – Unité de recherche n°1 : Systèmes de Culture sous couvert végétal (SCV), n° de siret : 331 596 270 00040, TA B-DIR/PS3 – Boulevard de la Lironde, 34398 Montpellier Cedex 5 représenté par M. Francis FOREST, chef de l'UR ayant tous pouvoirs aux fins des présentes, ci-après désigné dans le corps de l'acte par « le Cirad »,

d'autre part,

Préambule

Dans le souci d'un développement durable, la province Sud entend promouvoir les bonnes pratiques agricoles des différents systèmes de cultures (grandes cultures, arboriculture, cultures vivrières et maraichères, etc.). Des mesures d'accompagnement financier ont été adoptées le 6 novembre 2008 au travers des modifications de son code des investissements pour le secteur rural. Afin de mettre en œuvre ces nouvelles orientations il est nécessaire de disposer de référentiels techniques adaptés aux systèmes de production des agriculteurs de la province. Pour y parvenir l'Unité de recherche systèmes de culture sous couvert végétal du département Persyst du Cirad est sollicité pour un diagnostic et des recommandations visant la mise en œuvre de techniques culturales simplifiées permettant notamment la suppression du labour.

IL A ETE CONVENU CE QUI SUIT :

Article 1 - Objet de la convention

La présente convention a donc pour objet de fixer les conditions de mise en œuvre d'une mission d'expertise en province Sud de Nouvelle-Calédonie de M. Stéphane BOULAKIA dans le cadre de la promotion des techniques culturales simplifiées limitant la pratique du labour (TCS).

Article 2 - Prestations de l'UR SCV du Cirad-persyst

M. Stéphane BOULAKIA effectuera une mission de 12 jours du 30 mars au 10 avril 2009 pour produire un rapport de mission sur les trois points ci-dessous :

1. / Effectuer un diagnostic des pratiques de préparation de sol et de conduite mécanique des principales cultures de plein champ (céréales, squash, pomme de terre, cultures maraîchères).
2. / En fonction du constat, proposer des modifications de pratiques culturales, le choix des matériels à utiliser et les adaptations pratiques réalisables sur les matériels actuellement employés par les agriculteurs des filières mentionnées et pouvant être mises en œuvre au cours de la campagne hivernale 2009 au travers de prescriptions techniques.
3. / Identifier les besoins éventuels d'expérimentations et tests complémentaires à mettre en place pour valider les choix techniques (élaboration des protocoles)

Rapport de mission

Le Cirad s'engage à remettre un rapport intégrant dans son contenu les trois chapitres fixés ci-dessus.

Le rapport sera présenté sous forme informatique au format PDF et transmis par mail à la direction du développement rural.

Article 3 - Prestations à la charge de la province

La province Sud prend à sa charge la rémunération de l'étude conformément à l'article 4 ci-après et s'engage à mettre à disposition du prestataire les informations utiles et nécessaires pour la réalisation de sa mission (données climatiques, inventaires du matériel agricoles utilisé, analyses de terre, statistiques, enquêtes,...).

La province s'engage aussi, par l'intermédiaire de la direction du développement rural, à aider aux déplacements de M. Stéphane BOULAKIA et à faciliter tout contact utile au déroulement de la mission dans différents domaines :

- techniciens des administrations pour des informations diverses,
- socioprofessionnels et acteurs locaux,
- élus de la province Sud et de la Nouvelle-Calédonie.

Article 4 - Financement

Le montant de la commande est fixé conformément au devis du Cirad ci-joint à la somme de 12 699 (douze mille six cent quatre vingt dix neuf) euros hors taxe :

- déplacement avion et frais de séjour pour une valeur globale de 4 350 euros,
- 12 jours de mission (10 jours ouvrés) et frais de fabrication du rapport pour 8 349 euros.

En contrepartie des engagements pris par le Cirad, la province Sud s'engage à lui verser cette somme en 3 fractions :

- 30 % (soit 3 810 euros) dès certification exécutoire de la présente convention ;
- 60 % (soit 7 619 euros) à l'issue de la mission sur attestation de sa réalisation par la direction du développement rural ;
- 10 % (soit 1 270 euros) à la remise du rapport de mission.

Les différents règlements seront effectués par virements bancaires à l'ordre du Cirad-Persyst sur le compte référencé à la Banque Nationale de Paris-Paribas, Etoile Entreprises, 83 avenue Charles de Gaulle, BP 57, 92202 Neuilly-sur-Seine sous le numéro IBAN : **FR76 3000 4008 9200 0104 4361 521**.

A la somme versée s'ajoute la TSS dont le montant sera réglé directement par la province au Trésor public chargé de reverser la taxe auprès du service de la recette de la direction des services fiscaux de la Nouvelle-Calédonie.

La dépense est imputable au budget de la province Sud, exercice 2009 - chapitre 962 : "Interventions en matière agricole", sous chapitre 2 : "Etudes et statistiques", article 636 : "Frais d'études et de recherche", opération 06D00399 : " Etudes - Agriculture".

Article 5 - Durée de la convention

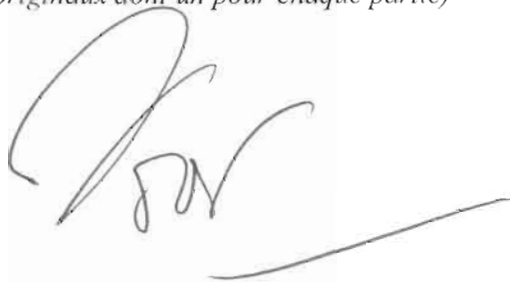
La présente convention, d'une durée de 6 mois, entrera en vigueur à compter de son caractère exécutoire.

Article 6 - Défaut de prestation

Sauf cas de force majeure, la non-remise du document stipulé à l'article 2 ci-dessus, dans le délai prévu à l'article 5, entraînera le remboursement des sommes perçues par le Cirad à partir d'un titre de recettes émis par les services provinciaux.

Fait à Nouméa, le

(en 2 exemplaires originaux dont un pour chaque partie)



Pour le CIRAD
Le chef de l'UR SCV du département Persyst

Pour la province Sud
le Directeur du développement rural



François MADEMBA-SY

Francis FOREST



2- Liste des personnes rencontrées

DDR Province Sud

M. François Mademba Sy – Directeur

M. Philippe Sevérian – Directeur adjoint

Mme Christine Nuns – Chef du Service d'appui technique et de conseil de gestion

Département des productions végétales

M. Olivier Ratiarson – Responsable

M. Philippe Gatier – Responsable du Bureau des cultures annuelles (Port Laguerre)

M. Vaimoana Fogliani – Technicien DPV-CA (Bourail)

M. Michel De Maleprade – Technicien DPV-CA (Bourail)

M. Joël Sanmoestanom – Technicien DPV-CA (La Foa)

Mme Danyela Salmon – Responsable du Bureau des cultures pérennes (Nouméa)

Département des productions animales

M. Nicolas Pebay – Responsable du Bureau de la Station zootechnique (Port Laguerre)

M. Patrick Mercier – Technicien de la Station zootechnique

M. Jean Planche – Technicien DPA-ruminants et équidés (La Foa)

Service des études et du développement local – Département des études

M. Didier Jullien (Bourail)

M. Laurent Desvals

M. Eric Capdeville (Port Laguerre)

Elus

M. Reginald Bernut

Agriculteurs

M. G. Marinacce (La Foa) – 31/3

MM. C. Akinaga et Fils (La Foa) – 31/3

M. J. Condoya (La Foa) – 1/4

M. C. Ollivier – SCA MC (La Foa) – 1/4

M. Y. Dubaton (La Foa) – 1/4

Mme M-C. Hemler (La Foa) – 1/4

M. D Perrard (Boulouparis) – 2/4

M. J. Siret (Boulouparis) – 2/4

M. R. Gaillot (Boulouparis) – 2/4

MM. Robelin Père et Fils (Bourail) – 3/4

M. G. Moulin (Bourail) – 3/4

M. A. Bone (Bourail) – 3/4

M. G. Roy (Bourail) – 6/4

M. F. Thiriet (Poya) – 6/4

M. E Yoshihama (Poya) – 6/4

M. S. Bertoni (Pouembout) – 8/4

AICA (Association Interprovinciale de gestion des Centres Agricoles) – CREA (Centre de Recherches et d'Expérimentations Agronomiques)

Mme S. Cornu-Mercky - Directrice AICA et CREA

M. F. Garcia – Adjoint CREA

Station de Recherche Fruitière de Pocquereux

M. Z. Lemerre Desprez – Responsable du site - Agronomie et physiologie des espèces fruitières

M. S. Lebegin - Agronome

IAC (Institut Agronomique néo-calédonien)

M. R. Gallois – Agro-physiologiste, responsable de l'axe 1 \ Maraîchage SCV « connaissance et amélioration des agrosystèmes »

Lycée Agricole de Poembout

M. S. Blomme – Chef de l'exploitation
M. P. Goffinet – Professeur de machinisme

Direction du Développement Economique et de l'Environnement (Province Nord)

M. B. Angonin – spécialiste machinisme agricole
M. S. Bressler

Chambre d'Agriculture

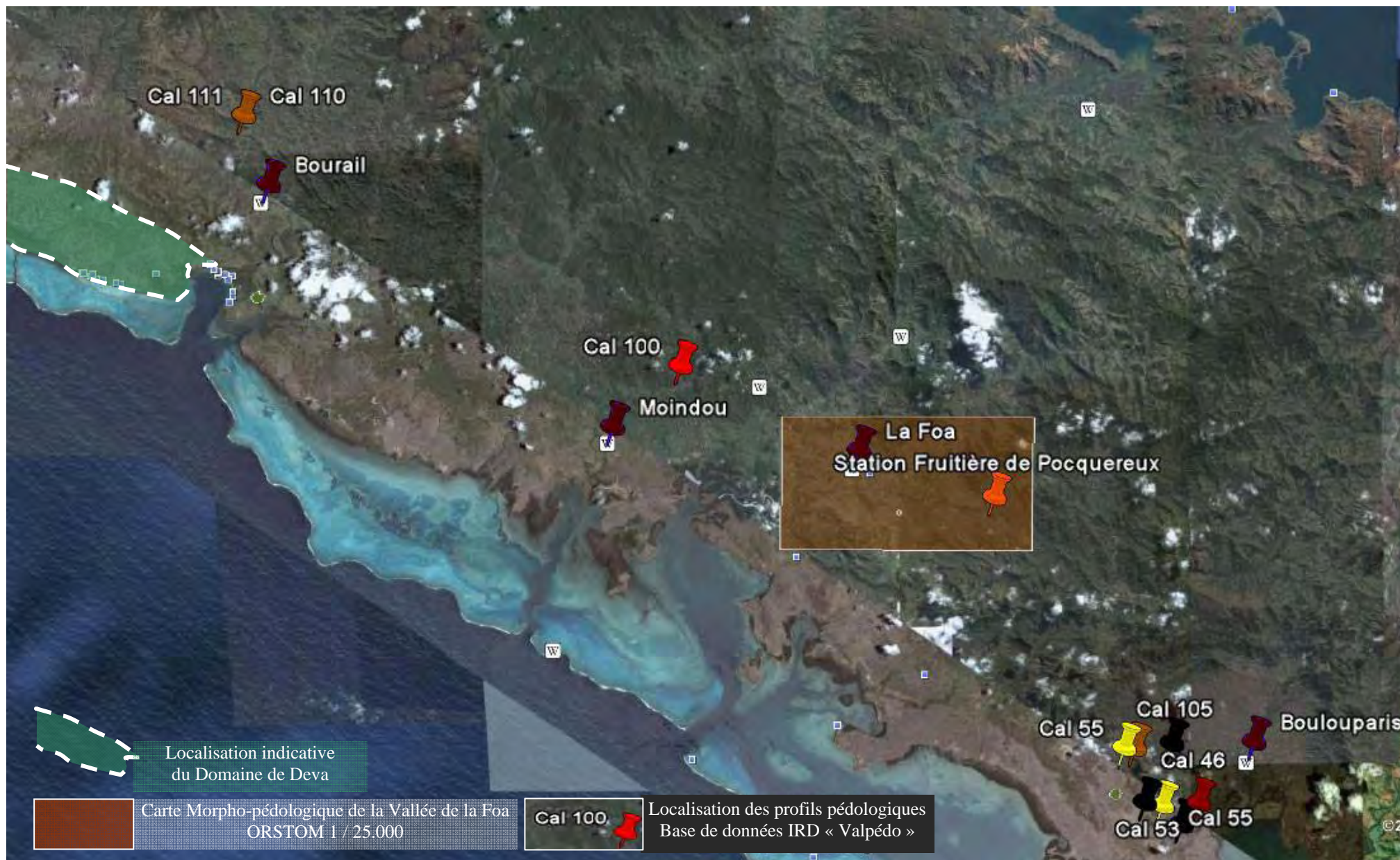
M. C. Gandet

APICAN (Agence de Prévention et d'Indemnisation des Calamités Agricoles Naturelles)

M. X. Talem – Directeur

Représentant « Baldan » (matériel agricole Brésilien) à Boulouparis

3- **« Vue satellitaire – “Google Earth” des principales zones visitées entre Boulouparis et Bourail**



4 - Conditions climatiques sur la côte Ouest de la Grande Terre **Comparaison avec le sud Brésil**

Données Pluviométriques sur quelques stations météorologiques de la côte Ouest

Moyenne sur 1952-1984 (32 années)

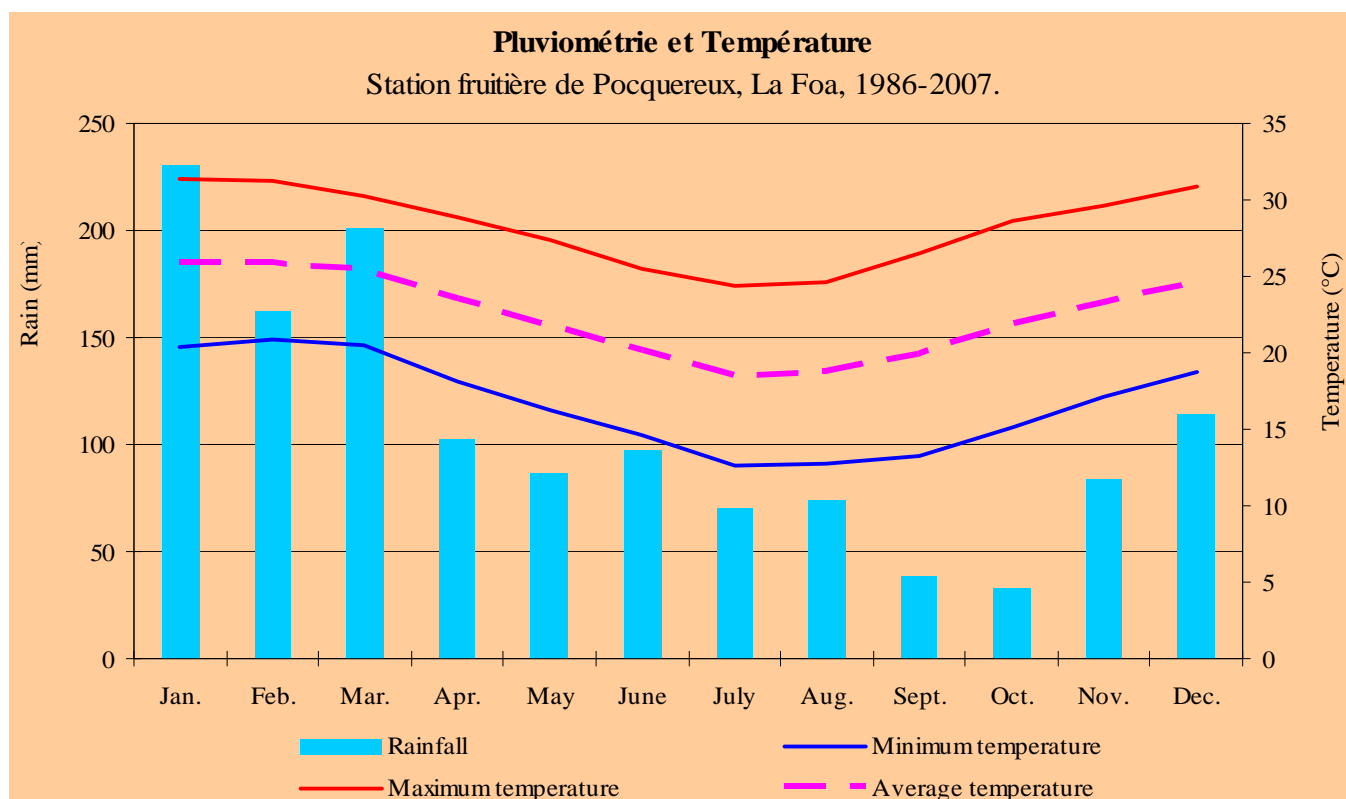
Données extraites de la base de données IRD – « Valpedo »

<u>Nouméa</u> latitude : -22.26 ; longitude : 166.45 <u>Pluviométrie Annuelle</u> : 987	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
	101	105	115	108	90	115	76	67	43	52	45	70
<u>Port Laquerre</u> latitude : -22.10 ; longitude : 166.32 <u>Pluviométrie Annuelle</u> : 1136	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
	131	142	142	104	97	113	79	72	57	59	57	83
<u>Tontouta</u> latitude : -22.01 ; longitude : 166.22 <u>Pluviométrie Annuelle</u> : 906	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
	109	125	117	67	70	95	66	55	39	48	38	77
<u>Boulouparis</u> latitude : -21.86 ; longitude : 166.04 <u>Pluviométrie Annuelle</u> : 853	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
	116	110	103	67	55	92	68	49	32	43	43	75
<u>La Foa</u> latitude : -21.76 ; longitude : 165.82 <u>Pluviométrie Annuelle</u> : 1 104	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
	152	158	138	84	64	96	79	56	49	57	66	105
<u>Boghen Malmezac</u> latitude : -21.60 ; longitude : 165.54 <u>Pluviométrie Annuelle</u> : 1 248	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
	181	185	162	105	75	98	83	65	55	55	70	114
<u>Pova</u> latitude : -21.34 ; longitude : 165.15 <u>Pluviométrie Annuelle</u> : 1 082	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
	172	152	142	85	75	83	65	52	45	48	68	95
<u>Nepoui</u> latitude : -21.32 ; longitude : 164.98 <u>Pluviométrie Annuelle</u> : 1 145	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
	152	137	150	80	70	125	100	55	41	60	78	97
<u>Pouembout</u> latitude : -21.11 ; longitude : 164.90 <u>Pluviométrie Annuelle</u> : 941	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
	154	151	145	80	49	68	51	35	30	40	60	79
<u>Kone</u> latitude : -21.05 ; longitude : 164.86 <u>Pluviométrie Annuelle</u> : 1 036	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
	159	163	139	73	63	77	59	47	44	44	67	99
<u>Voh</u> latitude : -20.95 ; longitude : 164.69 <u>Pluviométrie Annuelle</u> : 933	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
	160	161	150	70	52	69	44	28	26	36	40	96
<u>Ouaco</u> latitude : -20.83 ; longitude : 164.46 <u>Pluviométrie Annuelle</u> : 737	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
	90	110	90	50	67	66	48	36	34	31	34	80
<u>Gomen</u> latitude : -20.66 ; longitude : 164.39 <u>Pluviométrie Annuelle</u> : 1 046	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
	155	169	126	68	82	79	55	49	45	36	59	123
<u>Koumac</u> latitude : -20.55 ; longitude : 164.28 <u>Pluviométrie Annuelle</u> : 947	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
	139	162	125	65	72	62	54	42	42	33	50	101
<u>Poum</u> latitude : -20.23 ; longitude : 164.02 <u>Pluviométrie Annuelle</u> : 1 180	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
	202	172	170	100	75	68	56	38	47	40	70	142

Illustration de la grande variabilité interannuelle du climat calédonien

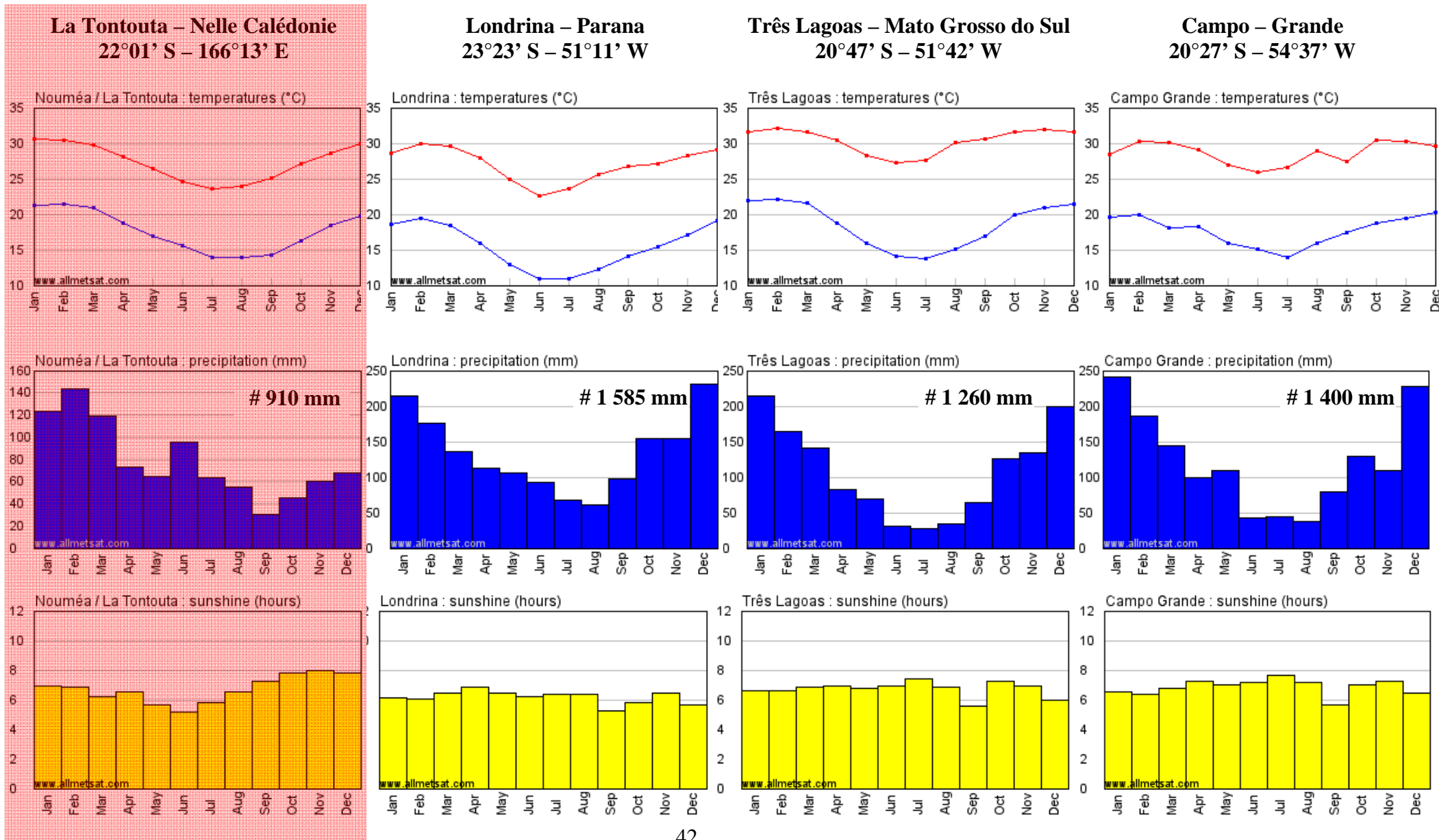
Données de la station fruitière de Pocquereux – La Foa (1986-2008)

Longitude : 165° 54' Latitude : 21° 05' Altitude : 38 m



	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	MOY AN
1985				105,0	57,0	72,0	138,0	60,0	149,0	55,0	26,0	144,0	
1986	294,0	212,0	218,0	28,0	251,0	98,0	31,0	49,0	36,0	3,0	70,0	179,0	1469,0
1987	67,0	70,0	14,0	21,0	13,0	31,0	54,0	72,0	36,0	104,0	113,0	102,0	697,0
1988	343,0	167,0	165,0	100,0	140,0	85,0	60,0	49,0	82,0	0,0	347,0	88,0	1626,0
1989	514,0	147,0	90,0	217,0	84,0	180,0	42,0	98,0	57,0	41,0	98,0	246,0	1814,0
1990	674,0	309,0	280,0	32,0	6,0	149,0	45,0	97,0	11,0	69,0	92,0	10,0	1774,0
1991	50,0	173,0	137,0	49,0	67,0	110,0	16,0	5,0	14,0	11,0	10,0	118,0	760,0
1992	123,0	246,0	301,0	317,0	20,0	148,0	18,0	34,0	28,0	21,0	93,0	12,0	1361,0
1993	34,0	139,0	169,0	22,0	16,0	26,0	27,0	33,0	2,0	20,0	97,0	68,0	653,0
1994	173,0	188,0	78,0	47,0	7,0	51,0	23,0	51,0	7,0	10,0	19,0	23,0	677,0
1995	73,0	61,0	211,0	160,0	43,0	24,0	24,0	100,0	38,2	6,8	53,0	232,0	1026,0
1996	266,0	165,0	660,0	26,8	114,0	37,6	153,0	128,2	149,3	62,2	93,6	104,2	1959,9
1997	320,6	159,4	52,5	13,4	152,6	104,2	267,8	26,4	11,9	4,4	81,7	137,1	1332,0
1998	55,0	55,3	115,1	223,2	166,7	63,2	30,4	99,1	81,1	50,5	144,5	252,7	1336,8
1999	341,8	391,2	137,3	173,3	110,9	36,4	112,8	95,5	33,7	57,2	68,9	190,5	1749,5
2000	348,7	223,9	78,8	33,9	97,1	206,4	64,8	72,4	7,4	83,7	131,4	21,1	1369,6
2001	210,1	325,3	225,2	59,9	31,1	59,0	68,2	83,3	11,4	24,9	138,0	44,8	1281,2
2002	177,6	87,7	380,5	209,5	73,2	113,4	78,8	70,9	13,5	10,9	1,2	108,7	1325,9
2003	111,6	37,6	312,0	113,9	92,8	48,2	205,5	27,0	45,5	57,3	12,5	278,0	1341,9
2004	48,9	162,8	197,0	30,1	128,1	321,2	50,5	36,8	10,1	25,1	17,6	44,2	1072,4
2005	528,0	83,7	121,6	150,1	106,5	21,7	85,8	173,0	17,6	16,6	63,0	68,8	1436,4
2006	216,7	111,0	305,5	114,8	160,1	19,6	27,1	90,2	15,2	4,3	70,2	27,4	1162,1
2007	88,1	51,5	176,4	109,8	21,4	216,6	61,0	147,4	138,5	47,7	27,0	161,9	1247,3
2008	443,7	315,6	508,8	282,8	76,2	12,7	50,6	57,9	118,4	50,2	232,5	111,1	2260,5
MOYENNE	229,9	162,1	201,1	102,4	86,4	97,7	70,3	74,5	38,5	33,2	83,7	114,4	1294,2
ETP 2008	137	121	124	82	69	73	74	71	125	114	136	174	

Comparaison indicative des climats de Nouvelle Calédonie et du Sud Brésil (latitude équivalente)



5- Géologie, Géomorphologie et pédologie

(Extraits de l'Atlas ORSTOM -éd. 1978 - de la Nouvelle Calédonie)

Carte « Géologie » - Extrait de l'Atlas IRD (éd. 1978)

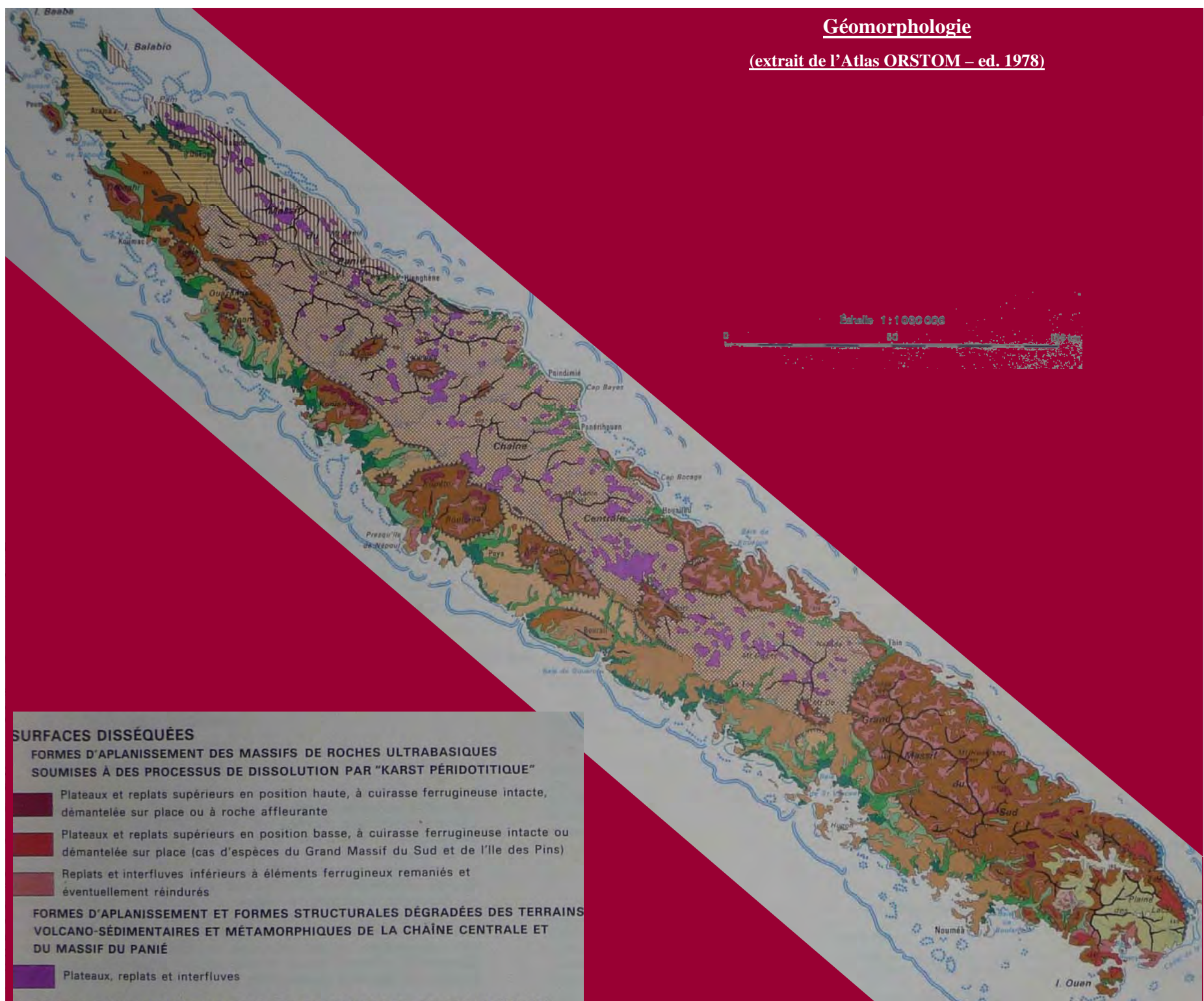
A imprimer sur feuille A3

Carte « Géomorphologie » - Extrait de l'Atlas IRD (éd. 1978)

A imprimer sur feuille A3

Géomorphologie

(extrait de l'Atlas ORSTOM - ed. 1978)



SURFACES DISSÉQUÉES

FORMES D'APLANISSEMENT DES MASSIFS DE ROCHES ULTRABASIQUES SOUMISES À DES PROCESSUS DE DISSOLUTION PAR "KARST PÉRIDOTITIQUE"

- Plateaux et replats supérieurs en position haute, à cuirasse ferrugineuse intacte, démantelée sur place ou à roche affleurante
- Plateaux et replats supérieurs en position basse, à cuirasse ferrugineuse intacte ou démantelée sur place (cas d'espèces du Grand Massif du Sud et de l'île des Pins)
- Replats et interfluviaux inférieurs à éléments ferrugineux remaniés et éventuellement réindurés

FORMES D'APLANISSEMENT ET FORMES STRUCTURALES DÉGRADÉES DES TERRAINS VOLCANO-SÉDIMENTAIRES ET MÉTAMORPHIQUES DE LA CHAÎNE CENTRALE ET DU MASSIF DU PANIÉ

- Plateaux, replats et interfluviaux

FORMES ISSUES DE PROCESSUS DE CREUSEMENT ET D'ABLATION

MODELÉS MONTAGNEUX

- Versants "multifaces" en pentes très fortes, partiellement issus de processus de dissolution par "karst péridotitique"
- Modelés en creux des roches éruptives basiques et acides associées aux roches ultrabasiqes : alvéoles et cuvettes d'érosion différentielle
- Versants réguliers en pentes très fortes des terrains métamorphiques du Massif du Panié
- Versants réguliers en pentes fortes des terrains volcano-sédimentaires, métamorphiques et serpentiniteux de la Chaîne Centrale

MODELÉS COLLINAIRES

DE ROCHES PROFONDÉMENT ALTÉRÉES ET ENTAILLÉES PAR UN RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE TRÈS DENSE

- Collines faiblement ondulées issues de roches éruptives basiques
- Collines à crêtes arrondies et pentes fortes issues de roches schisteuses

DE ROCHES PROFONDÉMENT ALTÉRÉES ALTERNANT AVEC DES BANCS RÉSISTANTS PEU ENTAILLÉS

- Collines à crêtes aiguës et pentes fortes issues de roches sédimentaires siliceuses à bancs de phanites
- Collines à crêtes aiguës et pentes fortes issues de roches volcano-sédimentaires à bancs de grès, de calcaires et de rhyolites, associées à des collines basses schisteuses et gréseuses

MODELÉS KARSTIQUES

- Chicots de roches calcaires

FORMES ISSUES DE PROCESSUS D'ACCUMULATION

- 4 ■ Zones alluvionnaires intertidales : embouchures de rivières, vasières littorales
- 5 ■ Terrasses alluviales et glacis de piémonts récents à actuels
- 6 ■ Terrasses alluviales, cônes et glacis de piémonts anciens (Pléistocène pour l'essentiel)
- 7 ■ Bassins à dépôts colluviaux et fluvio-lacustres cuirassés et soumis à des processus de dissolution par "karst péridotitique"

FORMES ATYPIQUES

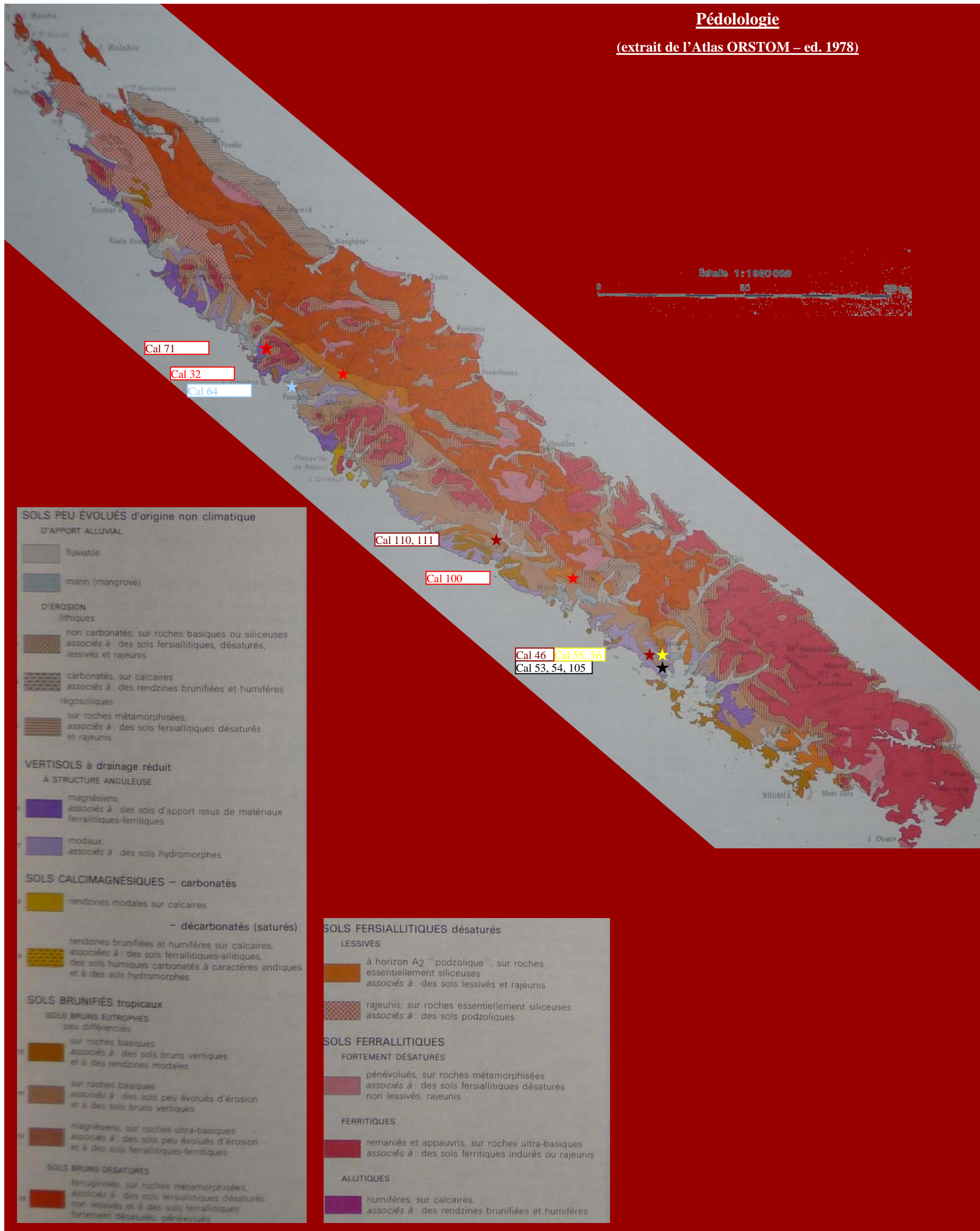
- 18 ■ Crêtes et chaînons rocheux
- 19 ■ Accident topographique d'origine lithologique ou tectonique :
 - ▲▲▲▲▲ Escarpement franc
 - ▬▬▬▬▬ Talus à dénivellation modérée
 - Vallée de ligne de faille

Carte « Pédologie » - Extrait de l'Atlas IRD (éd. 1978)

A imprimer sur feuille A3

Pédologie

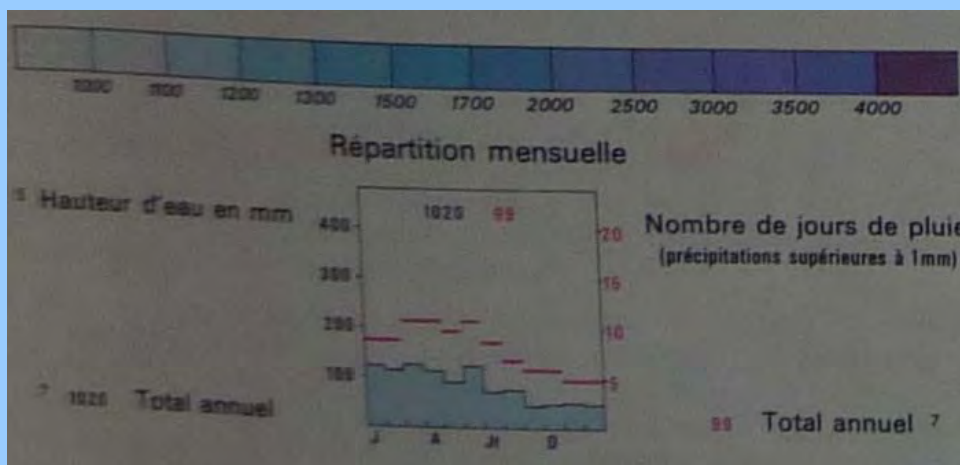
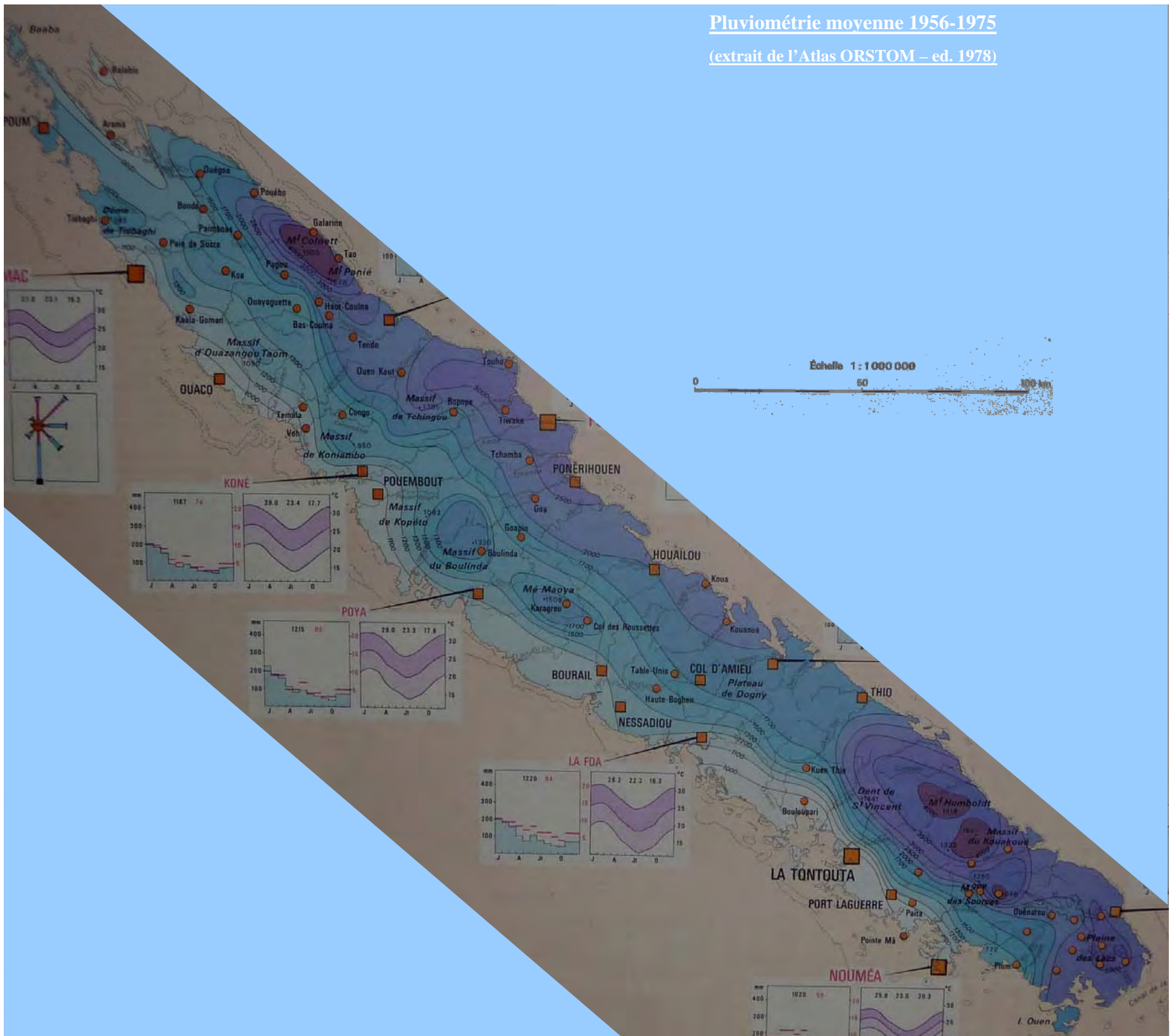
(extrait de l'Atlas ORSTOM – ed. 1978)



Carte « Isohyètes » - Extrait de l'Atlas IRD (éd. 1978)

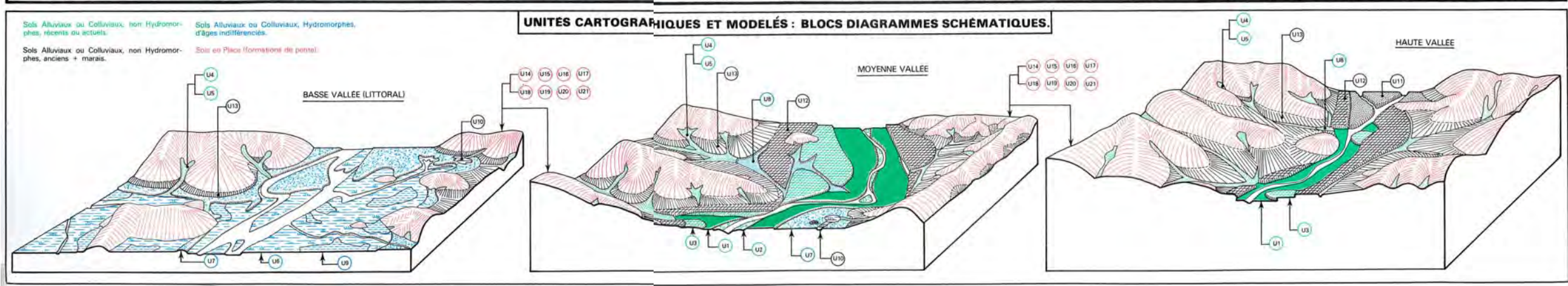
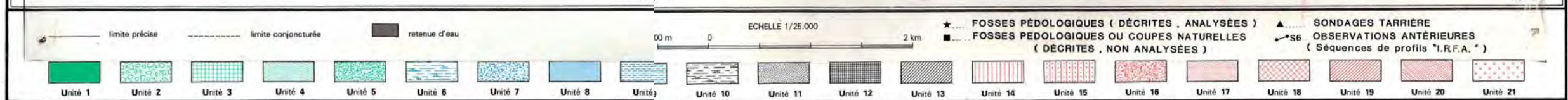
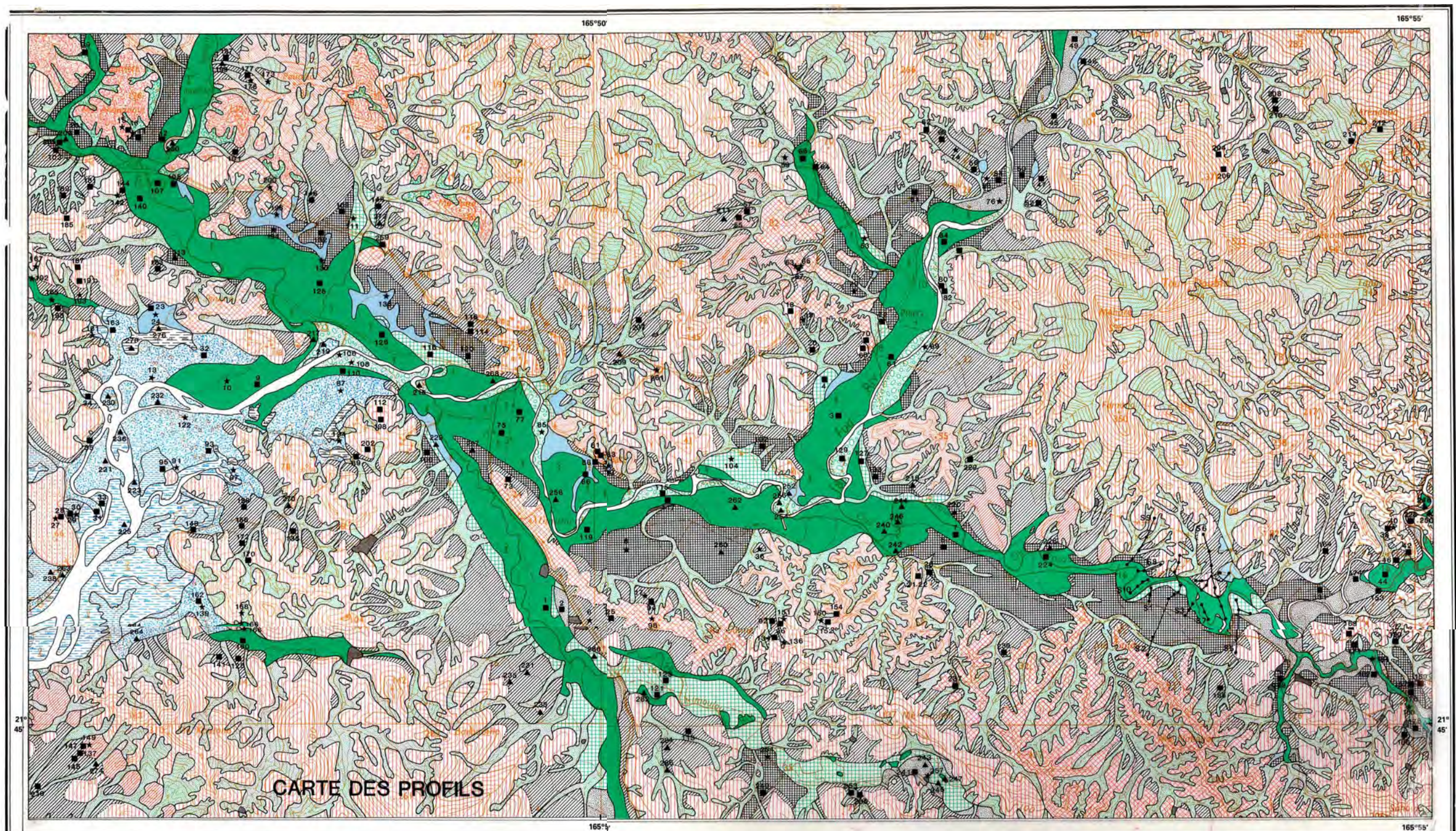
A imprimer sur feuille A3

Annexe 1 : Données climatiques



Carte Morphopedologie de la Vallée de la Foa

A imprimer sur feuille A3 (3 pages)



This document is a detailed soil science reference manual, organized into a grid of 12 columns and 4 rows. Each cell contains information for a specific soil profile (U1-U12).

Column 1 (Soil Profile): Shows a vertical cross-section of the soil with horizons labeled P1, P2, etc. It includes a description of the soil type and its parent material (e.g., 'TERRASSES ALLUVIALES FLUVIATILES RECENTES ET SUBRECENTES').

Column 2 (Soil Evolution): Describes the soil's evolution, such as 'SOL PEU EVOLUE NON CLIMATIQUE D'APPORT ALLUVIAL - humique'.

Column 3 (Soil Profile Diagram): A schematic diagram of the soil profile, often showing a concave or convex plan.

Column 4 (Soil Profile Description): A detailed text description of the soil profile, including horizon depths and characteristics.

Column 5 (Soil Profile Diagram): Another schematic diagram, sometimes showing a different plan view.

Column 6 (Soil Profile Description): Further details on the soil profile, including parent material and specific soil horizons.

Column 7 (Vegetation and Erosion): A table with columns for 'Végétation', 'Pente', 'Erosion', 'Drainage externe', and 'Variabilité'. It provides specific data for each profile.

Column 8 (Soil Profile Diagram): A third schematic diagram of the soil profile.

Column 9 (Soil Profile Description): Additional text description of the soil profile.

Column 10 (Soil Profile Diagram): A fourth schematic diagram of the soil profile.

Column 11 (Soil Profile Description): Final text description of the soil profile.

Column 12 (Vegetation and Erosion): A final table with columns for 'Végétation', 'Pente', 'Erosion', 'Drainage externe', and 'Variabilité'.

Bottom Section (Legend): A comprehensive legend titled 'LEGENDE DES FIGURES ET SYMBOLES' defining symbols for vegetation, soil horizons, and other features. It includes a scale for 'Echelle de Profondeur' (Depth Scale) and a 'DEFINITION DES HORIZONS' (Horizon Definition) section.

6- Quelques analyses de sols

Données extraites de la base de données IRD – « Valpedo » - Localisation indicative des profils sur Carte « pédologie »

1/ Vertisol

Ident du profil	CAL-105
Localisation	Boulouparis
Latitude	-21.8667 deg.D
Longitude	165.9983 deg.D
Altitude	40m
Localisation sur le segment	Au tiers inférieur du segment
Position sur le versant	En bas du versant
Estimation du drainage interne	Drainage faible
Estimation de la perméabilité	Moyenne
Classification française	Vertisols à drainage externe possible - à structure anguleuse sur au moins 15 cm – vertiques
Roche mère	Basalte
Classification FAO	VERTISOL PELLIC
Occupation/Utilisation du sol	Prairie à Heteropogon contortus avec en strate arbustive: Psidium guajava, Acacia farnesiana et Leucaena glauca
Informations complémentaires	"climat: subtropical humide, 970mm en moyenne; paysage ondulé; pente 5%; érosion en nappe"

PROFIL EN BREF (ANALYSES : MOYENNE PONDEREE DES HORIZONS DE SURFACE)

Séquence Horizons	A1 - B2
Epaisseur considérée	40 cm
Argile	388.4 g/kg-1
Limon	287.6 g/kg-1
Sable	321.2 g/kg-1
pH H2O	7.26
Ca échangeable	22.64 cmol/kg-1
Mg échangeable	16.45 cmol/kg-1
K échangeable	0.15 cmol/kg-1
Na échangeable	0.97 cmol/kg-1
Carbone	11.9 g/kg-1
Matière organique	20.3 g/kg-1
Réserve en eau	74.9 g/kg-1

DESCRIPTION DES HORIZONS DU PROFIL CAL-105

0 -25cm A1	Couleur : gris très foncé Code Munsel (sec : 10YR 3 /1) (Profil sec) ; Texture A ; Structure polyédrique subanguleuse , nette ; Porosité : Poreux (15 à 40 %) ; Peu fragile ; Enracinement : nombreuses (enracinement moyen) , fines et moyennes ; Teneur en matière organique : assez forte (4 à 10 %) , restes invisibles , très altérée ; Transition : graduelle et régulière
25 -60cm B2	Couleur : gris Code Munsel (humide : 10YR 5 /1) (Profil frais) ; Texture A ; Structure prismatique , très nette ,taille : 3.5mm faces de glissement obliques (slikensides) ; Non friable ; Enracinement : peu nombreuses(enracinement faible) , moyennes et fines ; Transition : graduelle et régulière Commentaire : à l'état sec on note des fentes de 2 à 3cm d'écartement

60 -100cm B3	Couleur : brun grisâtre Code Munsel (humide : 2,5YR 5 /2) (Profil humide) ; Texture A ; Structure prismatique ,taille : 7.5mm ; Très plastique ; Collant ; Enracinement : peu nombreuses(enracinement faible) , fines
------------------------	---

CARACTERES GENERAUX DU PROFIL PROFIL CAL-106 (TOM-2)

Ident du profil	CAL-106
Numéro ds notice	TOM-2
Localisation	Boulouparis
Position sur le versant	Au tiers supérieur du versant
Estimation du drainage interne	Drainage faible
Classification française	Vertisols à drainage externe possible à structure anguleuse sur au moins 15 cm vertiques
Complément classification	Peu accentué, sur colluvions et argiles remaniées, avec recouvrement
Roche mère	Basalte
Occupation/Utilisation du sol	Prairie
Informations complémentaires	Climat: subtropical humide, 970mm en moyenne. plaine glacis sous colline

PROFIL EN BREF (ANALYSES : MOYENNE PONDEREE DES HORIZONS DE SURFACE)

Numéro du profil	CAL-106
Epaisseur considérée	25 cm
pH H2O	6.28
Ca échangeable	14.84 cmol/kg-1
Mg échangeable	7.76 cmol/kg-1
K échangeable	0.3 cmol/kg-1
Na échangeable	2.67 cmol/kg-1
Carbone	22.2 g/kg-1
Matière organique	37.8 g/kg-1

DESCRIPTION DES HORIZONS DU PROFIL CAL-106

0 -18cm	Couleur : gris très foncé Code Munsel (humide : 10YR 3 /1) (Profil humide) ; Eléments grossiers : 40% , gravillons fins (0,2 à 2cm) , ferrugineux ; Texture As ; Structure grumeleuse , nette ,taille : 0.2mm ; Porosité : Poreux (15 à 40 %) ; Meuble ; Enracinement : nombreuses (enracinement moyen) , moyennes et fines ; Teneur en matière organique : assez forte (4 à 10 %) , restes invisibles , très altérée ; Transition : distincte et régulière
18 -25cm	Couleur : gris foncé (Profil sec) ; Eléments grossiers : 70% , graviers (0,2 à 2 cm) , de tuff, et débris de cuirasse ferrique ; Texture As ; Structure particulaire ; Porosité : Très poreux (> 40 %) ; Friable ; Enracinement : nombreuses (enracinement moyen) , moyennes et fines ; Transition : distincte et régulière
25 -60cm	Couleur : gris foncé Code Munsel (humide : 10YR 4 /1) (Profil frais) ; Eléments grossiers : 40% , graviers et cailloux , de tuffs ; Texture A ; Structure prismatique ; Porosité : Peu poreux (2 à 5 %) ; Collant ; Enracinement : peu nombreuses(enracinement faible) , moyennes et fines ; Transition : distincte et régulière
60 -80cm	Couleur : noir (Profil humide) ; Texture A ; Structure prismatique ,taille : 7.5mm ; Collant ; Enracinement : peu nombreuses(enracinement faible) , fines

CARACTERES GENERAUX DU PROFIL PROFIL CAL-53 (MEN-10)

Ident du profil	CAL-53
Numéro ds notice	MEN-10
Localisation	Ouameni

Latitude	-21.8983 deg.D
Longitude	165.983 deg.D
Altitude	20m
Position sur le versant	En bas du versant
Estimation du drainage interne	Drainage faible
Classification française	Vertisols à drainage externe nul ou réduit à structure anguleuse sur au moins 15 cm halomorphes
Complément classification	Et magnésien sur alluvions anciennes
Roche mère	Alluvions sur pédiments
Occupation/Utilisation du sol	prairie, Acacia farnesiana (strate arbustive), Ocimum gratissimum (faux basilic), Sida acutifolia (herbe à balai)
Informations complémentaires	Climat: tropical humide, semi-chaud 944 en moyennes. plaine alluviale ancienne. érosion: nulle. pente: nulle

PROFIL EN BREF (ANALYSES : MOYENNE PONDEREE DES HORIZONS DE SURFACE)

Numéro du profil	CAL-53
Séquence Horizons	A1 - B21 - B22
Epaisseur considérée	40 cm
Argile	554 g/kg-1
Limon	344.9 g/kg-1
Sable	59 g/kg-1
pH H2O	5.71
Ca échangeable	6.93 cmol/kg-1
Mg échangeable	29.28 cmol/kg-1
K échangeable	0.71 cmol/kg-1
Na échangeable	3.31 cmol/kg-1
Carbone	23.1 g/kg-1
Matière organique	39.2 g/kg-1
Réserve en eau	69.4 g/kg-1

DESCRIPTION DES HORIZONS DU PROFIL CAL-53

0 -10cm A1	Couleur : gris très foncé Code Munsel (sec : 10YR 3 /1) (Profil sec) ; Éléments grossiers : 5% , graviers (0,2 à 2 cm) ; Texture A ; Structure polyédrique , nette ,taille : 1.5mm ; Porosité : Peu poreux (2 à 5 %) ; Très compact ; Non fragile ; Enracinement : nombreuses (enracinement moyen) , racines fines ; Teneur en matière organique : assez forte (4 à 10 %) , restes invisibles , très altérée ; Transition : distincte et irrégulière
10 -35cm B21	Couleur : gris très foncé Code Munsel (sec : 10YR 3 /1) (Profil sec) ; Éléments grossiers : 5% , graviers (0,2 à 2 cm) ; Texture A ; Structure prismatique , nette ,taille : 5mm faces de glissement non luisantes ; Porosité : Poreux (15 à 40 %) , Fins tubulaires, fentes de retrait verticales, et obliques ; Très compact ; Non fragile ; Teneur en matière organique : assez forte (4 à 10 %) , restes invisibles , très altérée ; Transition : distincte et irrégulière
35 -90cm B22	Couleur : olive pâle Code Munsel (humide : 5Y 5 /4) (Profil frais) ; Taches : taches de petite dimension, brun à brun janâtre ; Éléments grossiers : 30% , graviers (0,2 à 2 cm) ; Texture A ; Structure prismatique , nette ,taille : 3.5mm faces de glissement obliques luisantes ; Porosité : Poreux (15 à 40 %) , Très fine, tubulaire ; Meuble ; Plastique ; Collant ; Enracinement : nombreuses (enracinement moyen) , fines ; Transition : distincte et régulière
90 -100cm BMn	Couleur : olive pâle Code Munsel (humide : 10Y 6 /4) (Profil frais) ; Taches : très nombreuses petites taches noires, très contrastées,étendues à limites nettes ; Texture A ; Structure prismatique , nette ; Porosité : Poreux (15 à 40 %) , Très fines, tubulaire ; Meuble ; Plastique ; Collant ; Enracinement : nombreuses (enracinement moyen) , fines ; Transition : distincte et régulière Commentaire : faces de glissement obliques

100 -150cm B23Ca	Couleur : brun olive pâle Code Munsel (humide : 2,5Y 5 /4) (Profil frais) ; Taches : petites taches, jaune à brun jaune , concrétions fines (0,2 à 2cm) , ferro-manganésifères sphériques, friables. éléments calcimagnésiques ; amas blanchâtres carbonatés ; Texture A ; Structure prismatique , nette ,taille : 3.5mm faces de glissement obliques luisantes ; Porosité : Peu poreux (2 à 5 %) ; Compact ; Non friable ; Enracinement : pas de racines (enracinement nul) ; Effervescence : forte , localisée aux éléments secondaires
----------------------------	--

CARACTERES GENERAUX DU PROFIL PROFIL CAL-54 (MEN-27)

Ident du profil	CAL-54
Numéro ds notice	MEN-27
Localisation	Ouameni
Latitude	-21.91 deg.D
Longitude	166.004 deg.D
Altitude	20m
Position sur le versant	En bas du versant
Estimation du drainage interne	Drainage faible
Classification française	Vertisols à drainage externe nul ou réduit à structure anguleuse sur au moins 15 cm halomorphes
Complément classification	Et magnésiens sur grauwackes
Roche mère	Grauwackes
Occupation/Utilisation du sol	savane très ouverte, Melaleuca quinquinerva (niaoulis), Acacia farnesiana et Ocimum gratissimum (faux basilic)
Informations complémentaires	Climat: tropical humide,semi-chaud 944mm en moyenne. glacis des collines bordant la vallée. érosion: nulle. pente:

PROFIL EN BREF (ANALYSES : MOYENNE PONDEREE DES HORIZONS DE SURFACE)

Numéro du profil	CAL-54
Séquence Horizons	A1 - B
Epaisseur considérée	40 cm
Argile	649.3 g/kg-1
Limon	269.1 g/kg-1
Sable	60.3 g/kg-1
pH H2O	5.24
Ca échangeable	4.3 cmol/kg-1
Mg échangeable	17.8 cmol/kg-1
K échangeable	0.6 cmol/kg-1
Na échangeable	4.28 cmol/kg-1
Carbone	14.2 g/kg-1
Matière organique	24.2 g/kg-1
Réserve en eau	102.7 g/kg-1

DESCRIPTION DES HORIZONS DU PROFIL CAL-54

0 -15cm A1	Couleur : gris foncé Code Munsel (sec : 5YR 3 /1) (Profil sec) ; Éléments grossiers : 10% , graviers (0,2 à 2 cm) , de grauwackes ; Texture A ; Structure polyédrique , très nette ,taille : 1mm ; Porosité : Peu poreux (2 à 5 %) , Fentes verticales de 4 à 6mm de large ; Compact ; Non fragile ; Enracinement : nombreuses (enracinement moyen) , fines ; Teneur en matière organique : assez forte (4 à 10 %) , restes invisibles , très altérée ; Transition : graduelle et régulière
15 -80cm B	Couleur : brun rouge Code Munsel (humide : 5YR 4 /4) (Profil frais) , graviers et cailloux , de grauwackes ; Texture A ; Structure prismatique , nette faces de glissement obliques ;

	Porosité : Peu poreux (2 à 5 %) , Nombreuses fentes de retrait verticales ; Compact ; Non friable ; Enracinement : peu nombreuses(enracinement faible) , fines ; Transition : distincte et régulière
80 -120cm C	Couleur : jaune brun Code Munsel (humide : 10YR 6 /8) Commentaire : altération de grauweekes

2/ Sols brunifiés

CARACTERES GENERAUX DU PROFIL PROFIL CAL-46 (MEN-17)

Ident du profil	CAL-46
Numéro ds notice	MEN-17
Localisation	Ouameni
Latitude	-21.8692 deg.D
Longitude	165.977 deg.D
Altitude	60m
Position sur le versant	A mi-hauteur du versant
Estimation du drainage interne	Drainage excessif
Classification française	Sols brunifiés des climats tropicaux bruns eutrophes
Complément classification	Peu développés, sur grauweekes
Roche mère	Grauweekes
Occupation/Utilisation du sol	savane, strate arbustive: Leucena(mimosas) et goyaviers, strate herbasée: Lantana et Ocimum gratissimum(faux basilic)
Informations complémentaires	Climat: tropical humide, semi-chaud 944mm en moyenne. collines bordant la vallée. érosion: faible si végétation naturelle, forte si défrichement important . pente: 25 à 60%

PROFIL EN BREF (ANALYSES : MOYENNE PONDEREE DES HORIZONS DE SURFACE)

Numéro du profil	CAL-46
Séquence Horizons	A1 - B
Epaisseur considérée	35 cm
Argile	370.6 g/kg-1
Limon	321 g/kg-1
Sable	273.9 g/kg-1
pH H2O	7.17
Ca échangeable	32.47 cmol/kg-1
Mg échangeable	5.81 cmol/kg-1
K échangeable	1.01 cmol/kg-1
Na échangeable	0.21 cmol/kg-1
Carbone	25 g/kg-1
Matière organique	42.5 g/kg-1
Réserve en eau	65.1 g/kg-1

DESCRIPTION DES HORIZONS DU PROFIL CAL-46

0 -10cm A1	Code Munsel (sec : 10YR 3 /2) (Profil sec) ; Texture A ; Structure polyédrique , nette ,taille : 1.5mm ; Activité biologique : Moyenne ; Porosité : Peu poreux (2 à 5 %) ; Compact ; Peu fragile ; Enracinement : nombreuses (enracinement moyen) , fines ; Teneur en matière organique : assez forte (4 à 10 %) , restes invisibles , très altérée
10 -35cm B	Couleur : brun gris très sombre Code Munsel (sec : 10YR 3 /2) (Profil sec) , graviers (0,2 à 2 cm) , 1 à 3mm de roche basique ; Eléments figurés : 15% ; éléments carbonatés

	blanchâtres ; Texture A ; Structure polyédrique , très nette ,taille : 1mm ; Porosité : Poreux (15 à 40 %) , Fins, tubulaires ; Très compact ; Peu fragile ; Enracinement : peu nombreuses(enracinement faible) ; Teneur en matière organique : assez forte (4 à 10 %) , restes invisibles , très altérée ; Transition : graduelle et régulière
35 -50cm (B)C	Couleur : brun très sombre Code Munsel (humide : 10YR 2 /2) (Profil frais) ; Eléments grossiers : 30% , graviers et cailloux , 2 à 3cm de roche basique, grauwackes, durs, de forme irrégulière, à arêtes anguleuses, et éléments calcimagnésiques plus abondants qu'en (b) ; Texture A ; Structure polyédrique , très nette ,taille : 1mm ; Compact ; Peu fragile ; Enracinement : pas de racines (enracinement nul)

CARACTERES GENERAUX DU PROFIL PROFIL CAL-110 (BOR-1)

Ident du profil	CAL-110
Numéro ds notice	BOR-1
Localisation	Bourail
Latitude	-21.5333 deg.D
Longitude	165.467 deg.D
Altitude	30m
Position sur le versant	Au tiers inférieur du versant
Estimation du drainage interne	Drainage modéré
Classification française	Sols brunifiés des climats tropicaux bruns eutrophes vertiques
Roche mère	Argilite et jaspes
Occupation/Utilisation du sol	savane à Niaouli, strate arborée: Niaouli, Melaleuca leucadendron, strate herbacée: Heteropogon contortus
Informations complémentaires	Climat: subtropical humide, 1364mm en moyenne. paysage ondulé. érosion en nappe

PROFIL EN BREF (ANALYSES : MOYENNE PONDEREE DES HORIZONS DE SURFACE)

Numéro du profil	CAL-110
Séquence Horizons	A0 - A1 - B1 - B2
Epaisseur considérée	40 cm
Argile	521.1 g/kg-1
Limon	270.7 g/kg-1
Sable	192.6 g/kg-1
pH H2O	6.28
Ca échangeable	9.96 cmol/kg-1
Mg échangeable	17.62 cmol/kg-1
K échangeable	0.19 cmol/kg-1
Na échangeable	0.58 cmol/kg-1
Carbone	16.3 g/kg-1
Matière organique	27.7 g/kg-1
Réserve en eau	90.9 g/kg-1

DESCRIPTION DES HORIZONS DU PROFIL CAL-110

0 -1cm A0	; Transition : nette et interrompue Commentaire : légère pellicule brune, argilo sableuse en surface
1 -10cm A1	Couleur : gris très foncé Code Munsel (humide : 10YR 3 /1) (Profil frais) ; Texture A ; Structure grumeleuse , nette ,taille : 0.4mm ; Porosité : Poreux (15 à 40 %) ; Friable ; Enracinement : nombreuses (enracinement moyen) , moyennes à fines ; Teneur en matière organique : assez forte (4 à 10 %) , restes invisibles , très altérée ; Transition : distincte et régulière

10 -35cm B1	Couleur : brun grisâtre très foncé Code Munsel (humide : 10YR 3 /2) Code Munsel (sec : 10YR 6 /1) (Profil sec) ; Texture As ; Structure polyédrique , nette , taille : 3.5mm ; Porosité : Poreux (15 à 40 %) ; Non friable ; Enracinement : nombreuses (enracinement moyen) , moyennes à fines ; Transition : graduelle et régulière
35 -80cm B2	Couleur : brun grisâtre Code Munsel (humide : 10YR 5 /2) (Profil frais) ; Taches : rouilles ; Texture A ; Structure prismatique , taille : 3.5mm à sous structure polyédrique moyenne à fine ; Porosité : Poreux (15 à 40 %) ; Commentaire : on note de petites concrétions de mn dans l'horizon inférieur

CARACTERES GENERAUX DU PROFIL PROFIL CAL-111 (BOR-2)

Ident du profil	CAL-111
Numéro ds notice	BOR-2
Localisation	Bourail
Latitude	-21.5333 deg.D
Longitude	16.4667 deg.D
Altitude	21m
Position sur le versant	Au tiers inférieur du versant
Estimation du drainage interne	Drainage modéré
Classification française	Sols brunifiés des climats tropicaux bruns eutrophes peu développés
Complément classification	Vertiques
Roche mère	Basalte
Occupation/Utilisation du sol	savane à Niaoulis, strate arborée: Melaleuca leucadendron, strate arbustive: Lantana camara, goyavier Psidium goyave, strate herbacée: Heteropogon contortus
Informations complémentaires	Climat: subtropical humide, 1364mm en moyenne. paysage ondulé. érosion en nappe

PROFIL EN BREF (ANALYSES : MOYENNE PONDEREE DES HORIZONS DE SURFACE)

Numéro du profil	CAL-111
Séquence Horizons	A1 - (B) - C
Epaisseur considérée	40 cm
Argile	190.2 g/kg-1
Limon	202.9 g/kg-1
Sable	334.6 g/kg-1
pH H2O	5.09
Ca échangeable	26.21 cmol/kg-1
Mg échangeable	38.4 cmol/kg-1
K échangeable	0.05 cmol/kg-1
Na échangeable	0.36 cmol/kg-1
Carbone	9.6 g/kg-1
Matière organique	16.3 g/kg-1
Réserve en eau	53.1 g/kg-1

DESCRIPTION DES HORIZONS DU PROFIL CAL-111

0 -10cm A1	Couleur : brun grisâtre très foncé Code Munsel (humide : 10YR 3 /2) (Profil humide) ; Texture A ; Structure grumelleuse , nette ; Porosité : Poreux (15 à 40 %) ; Peu friable ; Enracinement : nombreuses (enracinement moyen) , moyennes à fines ; Teneur en matière organique : assez forte (4 à 10 %) , restes invisibles , très altérée ; Transition : distincte et régulière
10 -32cm (B)	Couleur : brun grisâtre foncé Code Munsel (humide : 10YR 4 /2) (Profil humide) ; Eléments grossiers : 5% , concrétions fines (0,2 à 2cm) , quelques petites concrétions blanches faisant

	faiblement effervescences ; Texture A ; Structure polyédrique ,taille : 3.5mm ; Porosité : Peu poreux (2 à 5 %) ; Peu friable ; Enracinement : nombreuses (enracinement moyen) , fines à moyennes ; Transition : graduelle et irrégulière
32 -80cm C	Commentaire : roche altérée ayant conservée sa structure avec quelques passages de calcite
50 -60cm	

3/ Sols à sesquioxydes de fer

CARACTERES GENERAUX DU PROFIL PROFIL CAL-32 (K085)

Ident du profil	CAL-32
Numéro ds notice	K085
Localisation	Pouembout
Latitude	-21.0269 deg.D
Longitude	164.982 deg.D
Position sur le versant	Au tiers supérieur du versant
Classification française	Sols à sesquioxydes de fer fersiallitiques désaturés
Complément classification	Lessivés, rajeunis
Roche mère	Mica-schistes
Occupation/Utilisation du sol	repousse de niaoulis, goyaviers, lantana
Informations complémentaires	Climat: tropical humide, semi-chaud 1196 mm en moyenne. sur la route Koné-Netchaott. pente: 20%

PROFIL EN BREF (ANALYSES : MOYENNE PONDEREE DES HORIZONS DE SURFACE)

Numéro du profil	CAL-32
Séquence Horizons	A1 - AB - B
Epaisseur considérée	40 cm
Argile	299.3 g/kg-1
Limon	273.9 g/kg-1
Sable	399.8 g/kg-1
pH H2O	5.58
Ca échangeable	2.02 cmol/kg-1
Mg échangeable	2.68 cmol/kg-1
K échangeable	0.11 cmol/kg-1
Na échangeable	0.22 cmol/kg-1
Carbone	14.9 g/kg-1
Matière organique	25.3 g/kg-1
Réserve en eau	44 g/kg-1

DESCRIPTION DES HORIZONS DU PROFIL CAL-32

0 -6cm A1	Couleur : brun rouge foncé Code Munsel (humide :5YR 3 /3) (Profil frais) ; Eléments grossiers : 5% , graviers (0,2 à 2 cm) , mica-schistes altérés, et de quartz anguleux aux formes et tailles irrégulières ; Texture L ; Structure polyédrique , nette ,taille : 2mm ; Porosité : Poreux (15 à 40 %) , Fins et moyens, tubulaires ; Très compact ; Friable ; Enracinement : nombreuses (enracinement moyen) , fines ; Teneur en matière organique : assez forte (4 à 10 %) , restes invisibles , très altérée ; Transition : distincte et régulière
6 -20cm AB	Couleur : brun rouge Code Munsel (humide :5YR 4 /3) (Profil frais) ; Taches : sans tache jusqu'à 15cm, taches de couleur 2,5yr 4/8, peu nombreuses, irrégulières ; Eléments grossiers : 40% , graviers (0,2 à 2 cm) , mica-schistes altérés et friables ; Texture AI , nette ; Activité biologique : Faible ; Porosité : Peu poreux (2 à 5 %) , Tubulaires fins ; Très compact ; Peu friable ; Enracinement : nombreuses (enracinement moyen) , fines et moyennes ; Transition : distincte et régulière

20 -40cm B	Couleur : rouge Code Munsel (humide : 2,5YR 4 /8) (Profil frais) ; Taches : trainées verticales brunes 5yr 4/3 ; Eléments grossiers : 30% , graviers (0,2 à 2 cm) , petits graviers très altérés, de couleur jaune, friables, de mica-schistes, graviers de quartz anguleux et cailloux de mica-schistes plus ou moins altérés ; Texture Al ; Structure polyédrique , nette , taille : 5mm ; Porosité : Peu poreux (2 à 5 %) ; Très compact ; Peu friable ; Enracinement : nombreuses (enracinement moyen) , fines ; Transition : distincte et irrégulière
40 -90cm C	Couleur : rouge et jaune (Profil frais) Commentaire : quelques trames verticales brunes, structure de la roche conservée dont la schistosité, les schistes sont très rubéfiés, horizon massif et cohérent, petits filons de quartz

CARACTERES GENERAUX DU PROFIL PROFIL CAL-47 (MEN-26)

Ident du profil	CAL-47
Numéro ds notice	MEN-26
Localisation	Ouameni
Latitude	-21.8986 deg.D
Longitude	166.014 deg.D
Altitude	30m
Position sur le versant	En bas du versant
Estimation du drainage interne	Drainage favorable
Classification française	Sols à sesquioxydes de fer fersiallitiques non désaturés non lessivés modaux
Complément classification	Sur grauwackes
Roche mère	Grauwackes
Occupation/Utilisation du sol	fourré, acacia farnesiana, graminée et ocimum gratissimum (faux basilic)
Informations complémentaires	Climat: tropical humide, semi-chaud 944mm en moyenne. collines bordant la vallée. érosion: nulle quand végétation est présente . pente: 25 à 30%

PROFIL EN BREF (ANALYSES : MOYENNE PONDEREE DES HORIZONS DE SURFACE)

Numéro du profil	CAL-47
Séquence Horizons	A1 - B
Epaisseur considérée	40 cm
Argile	399.8 g/kg-1
Limon	418.9 g/kg-1
Sable	162.7 g/kg-1
pH H2O	6.06
Ca échangeable	4.85 cmol/kg-1
Mg échangeable	6.47 cmol/kg-1
K échangeable	0.49 cmol/kg-1
Na échangeable	0.14 cmol/kg-1
Carbone	13.6 g/kg-1
Matière organique	23.1 g/kg-1
Réserve en eau	77.2 g/kg-1

DESCRIPTION DES HORIZONS DU PROFIL CAL-47

0 -12cm A1	Couleur : brun Code Munsel (sec : 10YR 5 /3) (Profil sec) ; Eléments grossiers : 5% , cailloux (2 à 6 cm) , grauwackes ; Texture La ; Structure polyédrique , nette , taille : 3.5mm ; Porosité : Poreux (15 à 40 %) , Très fins, tubulaires ; Très compact ; Non fragile ; Enracinement : nombreuses (enracinement moyen) , fines ; Teneur en matière organique : assez forte (4 à 10 %) , restes invisibles , très altérée ; Transition : distincte et régulière
12 -60cm	Couleur : rouge Code Munsel (sec : 2,5YR 4 /8) (Profil sec) ; Eléments grossiers : 5% ,

B	graviers et cailloux , grauwackes ; Texture A1 ; Structure polyédrique , nette ,taille : 3mm ; Porosité : Peu poreux (2 à 5 %) ; Très compact ; Non fragile ; Enracinement : nombreuses (enracinement moyen) , fines, moyennes et grosses ; Transition : distincte et régulière
60 -90cm C	Commentaire : grauwackes altérées, brun-rouge et brun-jaune

CARACTERES GENERAUX DU PROFIL PROFIL CAL-100 (FOA-1)

Ident du profil	CAL-100
Numéro ds notice	FOA-1
Localisation	La Foa
Latitude	-21.6667 deg.D
Longitude	165.717 deg.D
Altitude	250m
Position sur le versant	Au tiers inférieur du versant
Estimation du drainage interne	Drainage modéré
Classification française	Sols à sesquioxydes de fer fersiallitiques désaturés lessivés hydromorphes
Roche mère	Sericito-schiste
Occupation/Utilisation du sol	savane à Niaoulis, strate arborée: Niaoulis, Melaleuca, leucadendron
Informations complémentaires	Climat: subtropical humide, 1211mm en moyenne. paysage ondulé. érosion en nappe

PROFIL EN BREF (ANALYSES : MOYENNE PONDEREE DES HORIZONS DE SURFACE)

Numéro du profil	CAL-100
Séquence Horizons	A1 – B
Epaisseur considérée	40 cm
Argile	420 g/kg-1
Limon	332.6 g/kg-1
Sable	196.7 g/kg-1
pH H2O	5.25
Ca échangeable	6 cmol/kg-1
Mg échangeable	5.55 cmol/kg-1
K échangeable	0.22 cmol/kg-1
Na échangeable	0.4 cmol/kg-1
Carbone	22.1 g/kg-1
Matière organique	37.6 g/kg-1
Réserve en eau	51.5 g/kg-1

DESCRIPTION DES HORIZONS DU PROFIL CAL-100

0 -20cm A1	Couleur : brun grisâtre très foncé Code Munsel (humide : 10YR 3 /2) Code Munsel (sec : 10YR 6 /2) (Profil sec) ; Texture As ; Structure polyédrique subanguleuse ; Friable ; Enracinement : nombreuses (enracinement moyen) , fines et moyennes ; Transition : distincte et régulière
20 -55cm B	Couleur : brun jaunâtre Code Munsel (humide : 10YR 5 /6) (Profil humide) ; Taches : taché avec des trainées brun foncé, 7,5yr 5/6, et taches rouilles ; Texture A ; Structure polyédrique ,taille : 3.5mm à prismatique ; Friable ; Enracinement : peu nombreuses(enracinement faible) , fines et moyennes ; Transition : distincte et régulière
55 -120cm C	Couleur : jaune brunâtre Code Munsel (humide : 10YR 6 /6) (Profil humide) ; Texture A1 Commentaire : structure de la roche conservée

4/ Sols ferrallitiques**CARACTERES GENERAUX DU PROFIL PROFIL CAL-71 (KO-24)**

Ident du profil	CAL-71
Numéro ds notice	KO-24
Localisation	Rt Voh Koné
Latitude	-20.9806 deg.D
Longitude	164.708 deg.D
Altitude	15m
Position sur le versant	En bas du versant
Estimation du drainage interne	Drainage excessif
Classification française	Sols ferrallitiques ferritiques remaniés
Complément classification	Induré, sur alluvions latéritiques anciennes
Roche mère	Alluvions latéritiques anciennes
Occupation/Utilisation du sol	savane à niaoulis, strate arborée: Melaleuca leucodendron, strate herbacée claire: graminées
Informations complémentaires	Climat: tropical humide, 1171mm en moyenne. mollement ondulée. érosion en nappe

PROFIL EN BREF (ANALYSES : MOYENNE PONDEREE DES HORIZONS DE SURFACE)

Numéro du profil	CAL-71
Séquence Horizons	A1 - A3
Epaisseur considérée	40 cm
Argile	179 g/kg-1
Limon	427.5 g/kg-1
Sable	379.5 g/kg-1
pH H2O	5.95
Ca échangeable	0.33 cmol/kg-1
Mg échangeable	3.47 cmol/kg-1
K échangeable	0.07 cmol/kg-1
Na échangeable	0.15 cmol/kg-1
Carbone	8.6 g/kg-1
Matière organique	14.6 g/kg-1
Réserve en eau	115.5 g/kg-1

DESCRIPTION DES HORIZONS DU PROFIL CAL-71

0 -20cm A1	Couleur : brun rouge très foncé Code Munsel (humide : 2,5YR 3 /2) (Profil humide) ; Eléments grossiers : 5% , gravillons fins (0,2 à 2cm) , ferrugineux ; Texture La ; Structure polyédrique subanguleuse , peu nette ,taille : 1mm ; Porosité : Peu poreux (2 à 5 %) ; Peu plastique ; Enracinement : peu nombreuses(enracinement faible) , fines et moyennes ; Teneur en matière organique : assez forte (4 à 10 %) , très fragmentée , très altérée ; Transition : graduelle et régulière
20 -70cm A3	Couleur : brun rouge foncé Code Munsel (humide : 2,5YR 3 /4) (Profil humide) ; Eléments grossiers : 5% , concrétions fines (0,2 à 2cm) , ferrugineux ; Texture La ; Structure polyédrique , peu nette ,taille : 1mm ; Porosité : Peu poreux (2 à 5 %) ; Enracinement : peu nombreuses(enracinement faible) , fines et moyennes ; Transition : graduelle et régulière
70 -90cm B	Couleur : rouge Code Munsel (humide : 10R 3 /4) (Profil humide) ; Eléments grossiers : 40% , gravillons et blocs de cuirasse ; Texture Al ; Structure polyédrique , nette ,taille : 1mm ; Porosité : Peu poreux (2 à 5 %) ; Enracinement : pas de racines (enracinement nul) Commentaire : quelques éléments manganésifères en concrétion, quelques cailloux de roche peu altérée le tout légèrement induré

5/ Sols Calcimagnésiques**CARACTERES GENERAUX DU PROFIL PROFIL CAL-64 (KO-12)**

Ident du profil	CAL-64
Numéro ds notice	KO-12
Localisation	Koné
Latitude	-21.0944 deg.D
Longitude	164.722 deg.D
Altitude	10m
Position sur le versant	A mi-hauteur du versant
Estimation du drainage interne	Drainage excessif
Classification française	Sols calcimagnésiques carbonatés rendzines
Complément classification	Modale, sur basalte avec croute calcaire
Roche mère	Basalte
Occupation/Utilisation du sol	prairie, strate arbustive: Accacia farnesiana, Stabistarfeta, Wiekstroemia , strate herbacée: graminées
Informations complémentaires	Climat: tropical humide 1194mm en moyenne. presque île formée par une petite colline de basalte et de serpentinite. érosion en nappe

PROFIL EN BREF (ANALYSES : MOYENNE PONDEREE DES HORIZONS DE SURFACE)

Numéro du profil	CAL-64
Séquence Horizons	A1 - A3
Epaisseur considérée	35 cm
Argile	214.2 g/kg-1
Limon	455.7 g/kg-1
Sable	244.1 g/kg-1
pH H2O	8
Ca échangeable	111.57 cmol/kg-1
Mg échangeable	3.87 cmol/kg-1
K échangeable	0.41 cmol/kg-1
Na échangeable	0.35 cmol/kg-1
Carbone	10.3 g/kg-1
Matière organique	17.5 g/kg-1
Réserve en eau	88.5 g/kg-1

DESCRIPTION DES HORIZONS DU PROFIL CAL-64

0 - 15cm A1	Couleur : brun noir Code Munsel (humide : 10YR 3 /1) (Profil humide) ; Eléments grossiers : 2% , graviers (0,2 à 2 cm) ; Texture A ; Structure grumeleuse , très nette ,taille : 0.2mm ; Plastique ; Enracinement : très nombreuses (enracinement fort) , fines ; Teneur en matière organique : assez forte (4 à 10 %) , restes invisibles , très altérée ; Transition : distincte et régulière
15 -35cm A3	Couleur : brun foncé Code Munsel (humide : 10YR 5 /1) (Profil humide) ; Eléments grossiers : 15% , gravillons et blocs de cuirasse ; éléments carbonatés en grosses écailles de croute ; Texture A ; Structure polyédrique , très nette ,taille : 0.7mm ; Porosité : Peu poreux (2 à 5 %) ; Plastique ; Enracinement : très nombreuses (enracinement fort) , fines et moyennes ; Transition : nette et ondulée
35 -65cm C	Commentaire : roche altérée en place imprégnée de calcaire

6/ Sols halomorphes

CARACTERES GENERAUX DU PROFIL PROFIL CAL-55 (MEN-7)

Ident du profil	CAL-55
Numéro ds notice	MEN-7
Localisation	Ouameni
Latitude	-21.9 deg.D
Longitude	165.993 deg.D
Altitude	20m
Position sur le versant	En bas du versant
Estimation du drainage interne	Drainage faible
Classification française	Sols halomorphes (sodiques) à structure dégradée sodiques à horizon b (solonetz)
Complément classification	à structure prismatique, sur alluvions anciennes
Roche mère	Alluvions sur pédiments
Occupation/Utilisation du sol	""savane à strate herbacée assez dense, niaoulis pour la strate atborée, Acacia farnesiana, pour la strate arbustive; Heteropogon contortus et Ocimum gratissimum pour la strate hrbacée""
Informations complémentaires	""climat: tropical humide, semi-chaud 944mm en moyenne; . plaine alluviale ancienne. érosion: nulle . pente: ""

PROFIL EN BREF (ANALYSES : MOYENNE PONDEREE DES HORIZONS DE SURFACE)

Numéro du profil	CAL-55
Séquence Horizons	A1 - AB – B
Epaisseur considérée	40 cm
Argile	588.5 g/kg-1
Limon	280.8 g/kg-1
Sable	93.6 g/kg-1
pH H2O	5.03
Ca échangeable	5.39 cmol/kg-1
Mg échangeable	14.48 cmol/kg-1
K échangeable	0.37 cmol/kg-1
Na échangeable	2.94 cmol/kg-1
Carbone	19.5 g/kg-1
Matière organique	33.2 g/kg-1
Réserve en eau	105.6 g/kg-1

DESCRIPTION DES HORIZONS DU PROFIL CAL-55

0 -5cm A1	Couleur : gris brun Code Munsel (sec : 10YR 5 /2) (Profil sec) ; Taches : taches de petites dimensions, brun ; Eléments grossiers : 5% , graviers et cailloux , jaune et brun rouge de grauwackes ; Texture A1 ; Structure polyédrique , nette , taille : 1.5mm ; Activité biologique : Faible ; Porosité : Peu poreux (2 à 5 %) ; Très compact ; Peu fragile ; Enracinement : nombreuses (enracinement moyen) , fines ; Teneur en matière organique : assez forte (4 à 10 %) , restes invisibles , altérée ; Transition : distincte et régulière
5 -35cm AB	Couleur : brun rougeâtre Code Munsel (sec : 5YR 4 /3) (Profil sec) ; Eléments grossiers : 5% , cailloux (2 à 6 cm) , de grauwackes ; Texture A ; Structure prismatique , nette , taille : 7.5mm faces de glissements obliques ; Porosité : Peu poreux (2 à 5 %) , Fentes de 5 à 10 mm de large ; Très compact ; Non fragile ; Enracinement : nombreuses (enracinement moyen) , fines et moyennes ; Teneur en matière organique : assez forte (4 à 10 %) , restes invisibles , très altérée ; Transition : distincte et régulière
35 -90cm	Couleur : brun foncé Code Munsel (humide : 7,5YR 4 /4) (Profil frais) ; Texture A ; Structure

B	prismatique , nette ,taille : 7.5mm faces de glissement obliques ; Porosité : Peu poreux (2 à 5 %) ; Compact ; Non friable ; Enracinement : peu nombreuses(enracinement faible) , moyennes et grosses ; Transition : graduelle et régulière
90 -150cm B22g	Code Munsel (humide : 2,5YR 6 /4) (Profil frais) ; Taches : 10r 4/8 rouge, sans relations visibles avec les autres caractères ; Texture A ; Structure prismatique faces de glissement obliques ; Porosité : Peu poreux (2 à 5 %) ; Meuble ; Peu plastique ; Collant ; Enracinement : peu nombreuses(enracinement faible) , fines

CARACTERES GENERAUX DU PROFIL PROFIL CAL-56 (MEN-15)

Ident du profil	CAL-56
Numéro ds notice	MEN-15
Localisation	Ouameni
Latitude	-21.8692 deg.D
Longitude	165.971 deg.D
Altitude	25m
Position sur le versant	En bas du versant
Estimation du drainage interne	Drainage faible
Classification française	Sols halomorphes (sodiques) à structure dégradée sodiques à horizon b (solonetz)
Complément classification	à structure prismatique, sur alluvions anciennes
Roche mère	Alluvions sur pédiments
Occupation/Utilisation du sol	""savane, strate arborée: Melaleuca quinquinerva(niaoulis),strate arbustive: Acacia farnesiana, strate herbacée: Heteropogon contortus; herbe bleue""
Informations complémentaires	""climat: tropical humide, semi-chaud 944 en moyenne;. plaine alluviale ancienne. érosion: nulle . pente: nulle""

PROFIL EN BREF (ANALYSES : MOYENNE PONDEREE DES HORIZONS DE SURFACE)

Numéro du profil	CAL-56
Séquence Horizons	A11g - A12 - A(B)
Epaisseur considérée	40 cm
Argile	640.4 g/kg-1
Limon	260.5 g/kg-1
Sable	70.6 g/kg-1
pH H2O	5.36
Ca échangeable	5.88 cmol/kg-1
Mg échangeable	30 cmol/kg-1
K échangeable	0.14 cmol/kg-1
Na échangeable	6.09 cmol/kg-1
Carbone	14.6 g/kg-1
Matière organique	24.8 g/kg-1
Réserve en eau	89 g/kg-1

DESCRIPTION DES HORIZONS DU PROFIL CAL-56

0 -5cm A11g	Couleur : gris sombre à gris Code Munsel (sec : 10YR 4 /1) (Profil sec) ; Taches : 7,5yr 5/8 brun soutenu, de quelques mm ; Eléments grossiers : 5% , graviers et cailloux , quelques cailloux de 2 à 4 cm, et graviers de grauwackes dur, de forme irrégulière ; Texture A1 ; Structure polyédrique , nette ; Activité biologique : Faible , Fourmis et collemboles ; Porosité : Peu poreux (2 à 5 %) ; Très compact ; Non fragile ; Enracinement : nombreuses (enracinement moyen) , fines et moyennes ; Teneur en matière organique : assez forte (4 à 10 %) , restes invisibles , altérée ; Transition : distincte et régulière
----------------	---

<p>5 -25cm A12</p>	<p>Couleur : gris très sombre Code Munsel (sec : 10YR 3 /1) (Profil sec) ; Éléments grossiers : 5% , graviers et cailloux , cailloux de 2 à 4 cm, et graviers de grauweekes ; Texture AI ; Structure polyédrique , nette à tendance prismatique ; Porosité : Peu poreux (2 à 5 %) , Fentes verticales et obliques ; Meuble ; Peu fragile ; Enracinement : peu nombreuses(enracinement faible) , fines et moyennes ; Teneur en matière organique : assez forte (4 à 10 %) , restes invisibles , très altérée ; Transition : distincte et régulière</p>
<p>25 -50cm A(B)</p>	<p>Couleur : brun à brun très sombre Code Munsel (humide : 10YR 4 /3) (Profil frais) ; Éléments grossiers : 5% , graviers et cailloux , graviers et cailloux de petite taille (2-4cm) de grauweekes ; Texture A ; Structure prismatique , nette ,taille : 5mm quelques faces de glissement, obliques, nettes ; Porosité : Poreux (15 à 40 %) , Tubulaires très fins. fentes de 1 à 2 mm verticales et obliques ; Compact ; Peu plastique ; Collant ; Enracinement : nombreuses (enracinement moyen) , fines et moyennes ; Teneur en matière organique : assez forte (4 à 10 %) , restes invisibles , altérée ; Transition : distincte et régulière</p>
<p>50 -85cm B21</p>	<p>Code Munsel (humide : 10YR 5 /4) (Profil humide) ; Taches : petites taches peu nombreuses, 7,5yr 5/8, brun soutenu, de forme irrégulière, de 1 à 2 mm, contrastées, à limites peu nette ; Texture A ; Structure prismatique , nette ,taille : 5mm quelques faces de glissement nettes ; Porosité : Peu poreux (2 à 5 %) , Très fins, tubulaires ; Meuble ; Plastique ; Collant ; Enracinement : très peu nombreuses (enracinement très faible) , fines ; Teneur en matière organique : moyenne (1 à 4 %) , restes invisibles , très altérée ; Transition : distincte et régulière</p>
<p>85 -115cm B22g</p>	<p>Couleur : brun sombre Code Munsel (humide : 7,5YR 4 /4) (Profil frais) ; Taches : petites taches, de 1 à 3 mm, 2,5yr 5/8 ; Texture A ; Structure prismatique , peu nette tendance massive ; Porosité : Moyennement poreux (5 à 15 %) , Fentes verticales et obliques ; Peu compact ; Peu fragile ; Enracinement : pas de racines (enracinement nul) ; Transition : distincte et régulière</p>
<p>115 -165cm (B)23Mn</p>	<p>Couleur : brun Code Munsel (humide : 10YR 5 /4) (Profil frais) ; Éléments grossiers : 40% , concrétions fines (0,2 à 2cm) , ferro-manganésifères, noires ; Texture A ; Structure prismatique , peu nette à tendance massive ; Porosité : Moyennement poreux (5 à 15 %) , Fentes verticales et obliques ; Compact ; Peu fragile ; Enracinement : pas de racines (enracinement nul) ; Transition : distincte et régulière</p>

7. Associations Céréales Protéagineux

ITAB : Instituts Techniques de l'Agriculture Biologiques

OPABA : Organisation Professionnelle de l'Agriculture Biologique en Alsace

Les associations céréales- protéagineux



Leurs atouts :

Cultures plus résistantes (aux adventices, maladies et ravageurs) et plus productives que la culture de chaque espèce séparément.

Leurs faiblesses :

Difficulté de prévoir les proportions de chaque espèce à la récolte. Nécessité de séparer les espèces pour la vente.

Le bon choix des espèces et des densités de semis est l'un des facteurs les plus importants de réussite de la culture des associations céréales – protéagineux.

QUELLES ASSOCIATIONS SEMER ?

L'association d'hiver **Triticale – Pois fourrager** (variété Assas) est la plus courante, mais des mélanges très divers sont possibles, à condition de bien choisir les espèces et densités de semis adaptées à la situation.

Quelles espèces introduire selon la situation et la valorisation ?

Selon la valorisation (vente / auto-consommation)

En cas de **vente**, préférer une association binaire (une céréale + un protéagineux), plus facile à trier. D'autre part, **le blé et l'orge** sont les céréales les plus recherchées.

Pour l'**autoconsommation**, il est conseillé d'associer au moins 3 espèces pour augmenter les synergies inter-espèces et diversifier les nutriments dans la ration.

Selon les animaux à nourrir

Pour les **poules pondeuses**, il faut éviter les variétés de **féverole** contenant de la vicine-convicine.

Pour les **porcs et volailles de chair**, toutes les variétés de pois ou de féverole peuvent être employées. Mais les variétés sans tanins sont à privilégier, c'est-à-dire les variétés de **pois protéagineux et de féverole blanche**, car elles présentent des teneurs plus élevées en protéines et de meilleures digestibilités.

Pour les **ruminants**, toutes les espèces de protéagineux sont possibles.

Selon les conditions de culture

Le **blé** est moins rustique, plus exigeant en eau et moins compétitif vis-à-vis des adventices, mais plus productif que les céréales telles que le triticale, l'avoine, le seigle ou l'orge.

L'**avoine** peut être cultivée en sols humides, ressuyant mal ; l'**orge** en sols calcaires et profonds ; le **seigle** en sols superficiels et acides.

Le **triticale** est haut, assez résistant à la verse, étouffant et limite bien le développement des adventices. De plus, il a un bon rendement en paille.

L'**avoine**, par une couverture rapide du sol, limite bien le développement des adventices, (mais aussi celui du pois, il faut donc adapter la densité de semis).

Le **seigle** a une bonne tenue de tige et produit beaucoup de paille.

Quelles espèces sont compatibles entre elles ?

Il faut que concordent :

- les périodes de maturité (pour des dates de semis équivalentes),
- les vitesses de croissance, la taille à floraison et la hauteur de paille, pour éviter l'étouffement d'une ou plusieurs espèces par les autres.

En terme de précocité, les céréales et protéagineux peuvent être séparés en deux groupes, soit 2 catégories d'associations possibles :

- les précoces : **Orge – Seigle – Blé / Pois protéagineux**,
- les tardifs : **Triticale – Avoine / Féverole – Pois fourrager**.

Un petit décalage de maturité entre espèces est possible si l'espèce la plus précoce est peu sensible à l'égrenage.

Pour le **pois fourrager**, il est important de choisir des espèces et variétés de céréales résistantes à la verse, car elles lui servent de tuteur.

En quelles proportions semer chaque espèce ?

Les proportions céréales – protéagineux au semis ne doivent pas être définies par celles attendues à la récolte, car elles peuvent varier très fortement entre le semis et la récolte.

Les proportions de chaque espèce au semis sont à moduler **en fonction** :

- **des besoins de chaque espèce** : la **féverole** a besoin de lumière pour la fécondation des fleurs et le mûrissement des graines, quand elle est associée à l'**avoine** ; donc il faut limiter la densité de semis de l'avoine.
- **de la plus grande concurrence et « agressivité » de certaines espèces** par rapport à d'autres : **l'avoine, le triticale ou le seigle** sont plus « agressives » que le blé ou l'orge ; il faut donc limiter leur proportion au semis pour éviter qu'elles n'étouffent les autres.
- **de la parcelle et du précédent** : si les reliquats azotés laissés sont importants (par exemple après une prairie), la céréale est favorisée, donc il faut augmenter la proportion de légumineuse.
- **des dates de semis** : si l'on sème tôt, on favorise le développement du **pois**, donc il faut diminuer sa proportion dans l'association. Et inversement si l'on sème tard.

L'association la plus courante se compose de 15 % de **pois fourrager d'hiver** (variété Assas) et de 85 % de **triticale**, soit 25-30 kg/ha de pois sur un total de 200 kg/ha environ.

Tableau récapitulatif : « Pour bien choisir ses associations »

Composition des associations possibles	Légumineuse	Féverole	Pois fourrager	Pois protéagineux
	Proportion de la légumineuse au semis	45 % environ	15 % maximum	15 % minimum
	Céréales compatibles	Triticale, avoine		Orge, blé, seigle
	Bonne tenue de tige des céréales		Nécessaire et triticale : ++	Seigle : ++
Vente	Pour tous les mélanges	Tri nécessaire et 2 espèces maximum		
	Facilité de tri	oui	non	
	Débouchés		Limités	Pois pr., blé et orge recherchés
Autoconsommation sur la ferme	Poules pondeuses	Seulement les variétés sans vicine-convicine		++
	Porcs et volailles de chair	Préférer les féveroles blanches		++
	Ruminants	Toutes possibles	++	+
Sols	Humides, ressuyant mal	Avoine : ++		Orge : ++
	Calcaires et profonds			Orge : ++
	Superficiels et acides			Seigle : ++
Risques climatiques pour les légumineuses	Froid hivernal	Variétés Diva et Karl résistantes	Variété Assas résistante	Variétés Cheyenne, Lucy et Dove très résistantes
	Sécheresse	--		-
	Zone à forte pluviométrie		Diminuer la proportion de pois	
Risques climatiques pour les céréales	Froid hivernal	Triticale, avoine : ++		Certaines variétés de blé (Renan) : ++
	Sécheresse			Blé : --
Parcelle	Fort risque d'adventices	Triticale : ++ Avoine : +++	Triticale : ++ Avoine : +++ (mais augmenter la densité de pois)	Seigle : ++
	Fort reliquat azoté		Augmenter la proportion de pois	
Date de semis	En semis tardif		Augmenter la proportion de pois	
Souhait de production importante	En paille	Triticale : ++		Seigle : ++
	En grain			Blé : +++
	En énergie (pour la ration)			Blé : +++ Orge : +

Légende : + = adapté, ++ = très adapté, - = sensible, -- = très sensible

LES POINTS CLES DE L'ITINERAIRE TECHNIQUE

Semis :

Les semences sont en général mélangées avant d'être mises dans le semoir à céréales (par exemple à l'aide d'une bétonnière). Lors du semis, il faut veiller à **mélanger régulièrement** les graines à l'intérieur de la trémie, pour assurer une répartition homogène des espèces.

La profondeur de semis est de **3-4 cm** : c'est un compromis entre celle des céréales et celle des **pois**.

Pour les associations avec de la **féverole**, il est préférable de semer celle-ci séparément de la (des) céréale(s) associée(s). En effet, la féverole doit être semée à **7-8 cm** de profondeur et elle passe assez difficilement dans les ergots du semoir à céréales.

En cas de semis du mélange récolté l'année précédente : s'il ne contient plus assez de pois, il est conseillé de corriger la proportion de pois, en ajoutant de la semence de pois avant semis.

Maîtrise des adventices :

Un étrillage n'est pas obligatoirement nécessaire. Si besoin dans les associations contenant du **pois**, il faut le réaliser tôt (avant la formation des vrilles du pois), c'est-à-dire avant la levée et/ou au début du printemps.

Irrigation : A mener comme pour la culture des céréales, si elles sont majoritaires dans le mélange.

Fertilisation :

Eventuellement une fumure d'entretien avant le semis (5 à 15 T de compost/ha), si la proportion de légumineuse est faible, et si le mélange est mis en place après 2 cultures successives de céréales à paille.

Récolte :

A réaliser à maturité des céréales et non de la légumineuse, car elle a une floraison indéterminée et peut avoir des gousses à tous les stades de maturité.

Potentiel de rendement :

Il est généralement supérieur à la somme des rendements de chaque espèce si elles avaient été cultivées séparément.

Mais les proportions céréales – protéagineux sont variables suivant les conditions climatiques de l'année : les légumineuses sont favorisées en année humide.

MARGE BRUTE INDICATIVE EN 2004

Exemple pour l'association d'hiver Triticale-pois fourrager Assas en Alsace Bossue

<i>Montants en Euros/ha</i>	Triticale - pois fourrager
Produit d'activité /ha	
Vente /ha : 40 q/ha x 230 Euros/T	920
Prime PAC	345
Total Produit	1 265
Charges opérationnelles	
Semences	
- Pois : 25 kg/ha x 70 Euros/ql	18
- Triticale : 175 kg/ha x 60 Euros/ql	105
Fertilisation éventuelle (15 T/ha de compost à 6,5 Euros/T)	98
Récolte	100
Total Charges opérationnelles	321
MARGE BRUTE en Euros/ha	944

Les associations à base de triticale/pois fourrager en agriculture biologique

TECHN'ITAB
grandes cultures

Jusqu'au milieu des années cinquante, les associations céréales/protéagineux étaient largement cultivées en France et en Europe. Depuis, elles ont quasiment disparu en agriculture conventionnelle, mais sont toujours couramment pratiquées en agriculture biologique, où leur intérêt en fait une culture souvent incontournable dans la gestion de la rotation. Fixation d'azote atmosphérique, bonne maîtrise de l'enherbement, rendement régulier, apport d'énergie et de protéines en alimentation animale sont des atouts à ne pas négliger dans la gestion globale d'une exploitation en agriculture biologique.

Cette fiche technique traite uniquement des associations céréales/protéagineux de loin les plus cultivées en France : celles associant triticale et pois fourrager, destinées à l'auto-consommation. Les pois fourragers (à l'inverse des pois protéagineux) étant mono-tiges et pouvant atteindre plus de 2m de long, leur culture se fait forcément avec un tuteur, rôle assuré par la céréale ; selon les régions, on trouve fréquemment en plus du triticale une ou plusieurs céréales telles que blé, avoine ou seigle.

Intérêts des associations céréales/protéagineux

D'un point de vue agronomique, les avantages sont multiples.

Une bonne compétitivité vis-à-vis des adventices

Elle est due à une couverture rapide du sol, sans négliger la bonne exploration par l'association des ressources du sol, lesquelles sont donc moins disponibles pour les adventices.

Une moindre exigence en terme de fertilisation azotée

Non seulement la légumineuse fixe de l'azote atmosphérique, mais il semblerait que cette utilisation soit améliorée car les céréales sont plus compétitives vis-à-vis de l'azote du sol ; la légumineuse augmente donc sa part de fixation atmosphérique.

Une meilleure résistance aux maladies

Trois mécanismes interviennent : un effet barrière (les plantes d'espèces différentes jouent un rôle d'écran physique pour les agents contaminants), un effet de dispersion (moins de densité d'une culture d'où une moindre sensibilité), un effet de pré-munition (les spores d'une plante malade ne peuvent contaminer les plantes d'espèces différentes, mais induisent des réactions de défense de ces plantes).

Une limitation de la verse

Les céréales servent de tuteur au pois. Toutefois, si la densité du pois est trop importante, les tiges de céréales cassent et l'ensemble verse ; il convient donc de limiter la proportion de pois au semis.

Une amélioration de la structure du sol

Elle est liée à une biomasse racinaire importante et variée.



©Chambre d'Agriculture de Maine et Loire

De meilleurs rendements des associations par rapport aux cultures en pur

Ceci peut s'expliquer par plusieurs facteurs : fonctionnement complémentaire des espèces vis-à-vis des facteurs de croissance (lumière, eau, azote), moindre compétition entre plantes d'espèces différentes qu'entre plantes semblables, moindre compétition avec les adventices, celles-ci étant globalement moins présentes.

Terminologie

Les cultures en association de plusieurs espèces de céréales et de protéagineux (légumineuses à graines) sont regroupées sous le terme "associations céréales/protéagineux". Dans la pratique, elles sont souvent appelées "mélanges céréaliers", mais ce terme porte à confusion car il est admis qu'un "mélange" désigne la culture associée de plusieurs variétés au sein d'une même espèce (exemple : mélange de variétés de blé), alors qu'une "association" concerne plusieurs espèces. Les associations céréales/protéagineux peuvent être binaires, ternaires ou même complexes lorsqu'elles associent plus de quatre espèces.