

# Mise au point et diffusion de technologies : rôle de la caractérisation agro-écologique

LA 'CARACTERISATION AGRO-ÉCOLOGIQUE' et la 'caractérisation' sont des termes couramment utilisés par les agronomes. Que signifient-ils et pourquoi est-il important d'allouer des ressources suffisantes à la caractérisation qui rentre dans le programme global de recherche agronomique ? La première phase du Consortium bas-fonds (CBF) touche à sa fin et la caractérisation a été un des éléments majeurs du programme de recherche. Le CBF représente donc un cas d'étude parfait.

L'ADRAO est responsable du mandat écorégional du Groupe consultatif pour la recherche agricole inter-nationale (GCRAI) pour la mise en valeur des bas-fonds en Afrique subsaharienne. Le Consortium bas-fonds (CBF) pour la mise en valeur durable des écosystèmes de bas-fonds est une activité écorégionale à l'échelle du système soutenue par le GCRAI et présidée par l'ADRAO en collaboration avec les instituts nationaux et inter-nationaux œuvrant à améliorer la productivité et la viabilité des systèmes d'exploitation des sols des bas-fonds.

## Pourquoi caractériser ?

Les champs des agriculteurs ont des caractéristiques très variables. Comparez un champ à un autre et vous trouverez certainement, entre autres facteurs, des différences dans la structure du sol, la répartition des éléments nutritifs et la dynamique de l'eau. A une autre échelle, une région agricole est différente d'une autre pour les mêmes facteurs mais aussi parce que la densité de population est différente, de même que le climat, la géologie, l'accès aux marchés, etc. Pour la recherche et le développement agricoles modernes, les technologies (telles que les variétés culturales, les pratiques agricoles, l'équipement adéquat) doivent être spécifiquement adaptées à l'environnement biophysique et aux besoins et ressources des agriculteurs. Dans ce cas, comment décider des meilleurs sites où travailler avec les agriculteurs pour générer des technologies et les évaluer ? Une technologie développée pour une exploitation ou une région agricole peut-elle convenir à un autre agriculteur ou à une région agricole différente dans le même pays ou encore dans un autre pays ? Des essais soldés par des échecs sont trop coûteux, demandent trop de temps et dilapident les ressources. La solution pour optimiser les ressources consiste à travailler sur des sites d'essais adaptés, qui peuvent être identifiés grâce à la caractérisation — c'est-à-dire en inventariant les caractéristiques des communautés et régions agricoles afin de déterminer les similarités proches et lointaines de même que les différences.

Le terme général de 'caractérisation' est souvent utilisé dans le cas de descriptions spécifiques. La caractérisation agro-écologique est une approche plus large qui sous-tend une description intégrée des agro-écosystèmes, comprenant les caractéristiques bio-physiques et socio-économiques. Le CBF a développé une approche de caractérisation agro-écologique multi-niveaux. Celle-ci permet la sélection de sites importants et représentatifs pour la génération et l'évaluation de technologies et la quantification des contraintes principales à l'intensification et la diversification agricoles. De plus, les résultats de la caractérisation agro-écologique serviront de base pour le transfert de technologies et permettront d'établir des priorités de recherche. En tâchant de déterminer les caractéristiques des bas-fonds et leurs communautés

agricoles, nous en découvrirons certains pour lesquels il n'existe pas encore de technologies disponibles. Ces informations seront incorporées dans le processus de détermination des priorités de recherche qui permettra à la recherche sur le développement des technologies de cibler les systèmes d'exploitation les plus nécessaires.

### **Un potentiel important pour la sécurité alimentaire**

Les bas-fonds sont définis comme la partie supérieure des systèmes de drainage. Ici, la dynamique de l'eau circulant à travers le système est relativement faible et peut être contrôlée par des dispositifs de gestion de l'eau assez simples. Les plaines inondées de taille plus importante ne font pas partie de la définition. Les bas-fonds peuvent être divisés le long de la toposéquence (profil) en trois unités de terrain différentes (voir Figure 4). Les plateaux (crêtes et versants) forment les parties supérieures bien drainées du système. Les fonds de vallées sont les parties inférieures, sujettes aux inondations au cours de la saison des pluies. Les franges hydromorphes sont les bandes de terre intermédiaires qui ont une nappe phréatique affleurant la surface pendant la saison des pluies, ce qui représente une source d'eau supplémentaire pour les cultures dans cette zone. Les bas-fonds offrent un potentiel important pour l'expansion et l'intensification de l'agriculture en Afrique de l'Ouest et pourraient aider à nourrir la population à croissance rapide.

Le CBF a été créé en 1993 afin d'explorer le potentiel d'intensification et de diversification des fonds de vallées et leurs franges hydromorphes. On estime que cet habitat représente entre 20 et 50 millions d'hectares à travers l'Afrique de l'Ouest (l'écart important s'explique par les différentes définitions utilisées par les instituts et les individus et la mauvaise connaissance des terroirs). De plus, il semblerait que seulement 10 à 25 % de cette zone soient cultivés — d'où les possibilités d'expansion. Si deux millions d'hectares supplémentaires de cette zone étaient affectés à la seule riziculture, avec des rendements moyens de 3 tonnes à l'hectare, l'Afrique de l'Ouest pourrait arrêter les coûteuses importations de riz ! Et cette situation ne concerne pas uniquement la riziculture, les bas-fonds représentant également un potentiel important pour la diversification de cultures telles que les légumes, les bananes et le manioc.

### **Toutefois...**

Cependant, comme tout système agro-écologique existant ou potentiel, les bas-fonds sont variés, surtout si l'on tient compte de leur hydrologie (ou plutôt des mouvements hydriques). Généralement la base de l'intensification et de la diversification des cultures de bas-fonds commence par l'amélioration de la gestion de l'eau. Un certain niveau de contrôle de l'eau permet l'introduction de pratiques rizicoles améliorées et plus productives. Le contrôle total de l'eau n'est pas une option à retenir dans le cas des bas-fonds — parce que les bas-fonds couvrent une zone limitée, le coût du contrôle total de l'eau ne sera jamais rentabilisé par une augmentation de la production de riz. Par contre, l'option de systèmes simples et à moindre coût de gestion de l'eau semble plus adaptée. Toutefois, le choix d'un système adapté nécessite de recueillir beaucoup d'informations. Les caractéristiques hydrologiques ne dépendent pas seulement de la pluviométrie. D'autres paramètres comme la lithologie (roche mère), l'intensité d'exploitation des sols sur les plateaux adjacents et la morphologie jouent un rôle important dans la détermination de la dynamique de l'eau globale des bas-fonds. La caractérisation est l'élément clé pour comprendre la dynamique du système et identifier les technologies développées ailleurs qui sont, ou

pourraient être, adoptées par ou adaptées à un site spécifique. Si le site ciblé est similaire à un autre site où des technologies ont déjà fait leurs preuves, celles-ci amélioreront très probablement la production agricole dans la zone ciblée. Lorsque les technologies appropriées font défaut, la caractérisation génère toutes les informations nécessaires pour développer des technologies qui auront raison des contraintes dominantes. Toutefois, lorsque nous décidons de caractériser, ne fût-ce qu'un champ, de nombreuses mesures sont à prendre, à la fois physiques — par exemple, la température journalière, les flux des éléments nutritifs et de l'eau — et socio-économiques — par exemple, la disponibilité en engrais et pesticides, le revenu de l'exploitant, la proximité des marchés ou des lieux d'échange. Il est évident que recueillir toutes ces informations prendrait beaucoup de temps et est de toute façon irréalisable. A partir de son expérience, le Consortium a identifié une 'collection de données minimum' — voir encadré (page 26) — qui permet une caractérisation suffisante pour générer, évaluer et transférer les technologies. Il est évident cependant que ces collections de données représentent un travail de collecte important pour un seul institut.

### **L'approche pour la caractérisation agro-écologique**

C'est ici que le concept du Consortium prend forme. Le Consortium rassemble les organisations nationales et internationales dans un partenariat de recherche et de développement qui capitalise sur les forces de chaque partenaire et rend le travail plus efficace (voir encadré, page 28). Cependant, même au sein d'un partenariat, les informations recueillies par les différents partenaires peuvent être incompatibles ou ne pas être comparables. Dès lors, l'une des premières tâches du CBF a été de déterminer des méthodes standardisées de collecte de données à utiliser par tous les partenaires. De cette façon, un bas-fond situé au Nigéria, par exemple, peut être comparé directement avec un bas-fond du Mali.

'Toutefois', pourrait-on se demander, 'nous parlons d'au moins 20 millions d'hectares. Comment comparer des communautés agricoles et des vallées sur une telle superficie ?' Evidemment, nous ne pouvons pas caractériser chaque communauté agricole dans chaque bas-fond d'Afrique de l'Ouest. Donc, le CBF a développé un système de caractérisation à quatre niveaux. Une '**macro**' caractérisation est réalisée à travers toute la région ; ensuite une caractérisation de '**reconnaissance**' est effectuée au niveau national ; en troisième lieu, la caractérisation '**semi-détaillée**' est menée dans une plus petite région et enfin la caractérisation '**détaillée**' est effectuée pour un seul système de bas-fond (voir Figure 5, page 27). Le plan à moyen terme consiste à relier la caractérisation détaillée aux autres niveaux et à déterminer quelles caractéristiques biologiques, physiques ou climatiques des niveaux plus généraux ont le plus d'impact sur les caractéristiques des vallées au niveau détaillé. Une fois ce travail terminé, un ciblage préliminaire des technologies peut être réalisé à partir des caractérisations de reconnaissance ou semi-détaillée.

**‘Collection de données minimum’ pour trois niveaux de caractérisation agro-écologique utilisés au cours de la Phase I du CBF**

Discipline	Niveau		
	Reconnaissance	Semi-détaillée	Détaillée
Agronomie	Cultures principales ; bas-fonds cultivés (%)	Système d’exploitation des sols ; types de cultures ; associations ; rotations ; fertilisation ; lutte intégrée ; gestion de l’eau ; contraintes potentielles ; mécanisation ; production animale	<i>Cultures</i> : variété, cycle ; densité ; méthode de semis ; calendrier de gestion ; associations et rotations ; agroforesterie ; organisation et durée des jachères ; production ; facteurs limitatifs de rendement ; intrants ; gestion de l’eau et du sol <i>Elevage</i> : description ; points d’eau
Socio-économie	Unités administratives, groupes ethniques ; densité et répartition de la population ; activités principales ; infrastructure et marchés	Population (démographie, activités liées au genre et aux groupes ethniques, migration) ; infrastructure (marchés, routes, écoles, santé) ; régime de propriété de l’eau et de la terre (accès aux bas-fonds, genre, groupes ethniques, croyances) ; objectifs de production ; activités de vulgarisation	<i>Exploitation</i> : taille de la famille ; composition et groupe ethnique, disponibilité de main d’œuvre ; genre et droit foncier ; distance aux champs <i>Economie</i> : prix des intrants et extrants ; revenus ; marchés ; distance ; fournitures ; achat des intrants ; organisation paysanne de crédit ; droit foncier et gestion de l’eau ; subsides ; agences de développement ; santé ; éducation ; perceptions paysannes des technologies
Climatologie	Régime pluviométrique ; évapotranspiration potentielle ; durée de la période humide et surplus d’eau ; variabilité temporelle	Voir Reconnaissance	Données pluviométriques journalières ; minima et maxima des températures ; radiation ; vitesse moyenne du vent ; pression atmosphérique ; humidité relative ; évapotranspiration ; bac à évaporation
Géologie	Unité morpho-structurale (bassin sédimentaire, socle) ; lithologie	Lithologie	Lithologie
Géo-morphologie	Relief ; classification des talus	Description des sous-éléments de la terre (talus, longueur, largeur, surface), superficie de bassin versant	Sous-éléments de la terre et les risques d’érosion ; caractéristiques de l’érosion et indication du degré de sévérité ; analyse des principaux facteurs de lutte contre l’érosion
Sols	Unités principales de sols (des systèmes nationaux et de la FAO)	Caractéristiques de la toposéquence ; analyse chimique et physique ; dégradation ; classification (nationale et FAO)	Description standard à 1,2 m ; profondeur de la couche imperméable ; activité biologique générale ; conditions et risques de dégradation de la couche supérieure du sol ; analyse chimique et physique détaillée
Hydrologie	Densité du drainage	Caractéristiques des inondations (fréquence, profondeur, période) ; débit (si données disponibles) ; fluctuation de la nappe phréatique ; qualité de l’eau ; densité du drainage	<i>Eau de surface</i> : débit, écoulement de base ; régime du débit ; qualité de l’eau ; modèle du débit de la pluviométrie <i>Eau souterraine</i> : fluctuations dans la nappe phréatique ; flux souterrain ; qualité de l’eau
Flore	Type de végétation générale ; classification	Type de végétation caractérisant différents sous-éléments ; classification	Structure de la végétation ; composition ; couverture (par sous-élément)

## Partenaires du Consortium Bas-fonds

### Pays (les partenaires comprennent les SNRA, les services de vulgarisation, les ONG et les universités)

- „ Bénin
- „ Burkina Faso
- „ Cameroun
- „ Côte d'Ivoire
- „ Ghana
- „ Guinée
- „ Mali
- „ Nigéria
- „ Sierra Léone
- „ Togo

### Instituts internationaux

- „ Association pour le développement de la riziculture en Afrique de l'Ouest (ADRAO/WARDA)
- „ Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD)
- „ Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)
- „ Institut international d'agriculture tropicale (IITA)
- „ Institut international de recherche sur l'élevage (ILRI)
- „ Winand Staring Centre for integrated land, soil and water research (SC-DLO)
- „ Université agronomique de Wageningen (WAU)

### Collaborateurs

- „ Institut de recherche pour le développement (IRD, précédemment ORSTOM)
- „ Réseaux de la Conférence des responsables de la recherche agricole en Afrique de l'Ouest et du Centre (CORAF)
- „ Institut international de gestion de l'eau (IWMI)
- „ Programme international de recherche technologique en irrigation et drainage (IPTRID)

### Donateurs

- „ Pays-Bas (DGIS)
- „ France

La présente approche de caractérisation agro-écologique n'est pas une fin en soi. Après la caractérisation de 15 sites clés dans 10 pays d'Afrique de l'Ouest, nous aurons une meilleure compréhension des systèmes des bas-fonds et des paramètres à différents niveaux qui sont les principales caractéristiques des propriétés des ces systèmes. Finalement, l'exercice de caractérisation produira des outils de décision pour la sélection et le transfert de technologies associés de méthodes pour collecter les données nécessaires de façon efficace. Ceci devrait représenter une économie véritable au niveau de l'investissement dans la recherche.

Les données recueillies à chaque niveau de détail sont différentes, qualitativement et quantitativement, tout comme les outils utilisés pour les collecter. Pour la **macro caractérisation**, les zones agro-écologiques principales de la région sont identifiées sur la base de la durée de la saison de croissance. D'autres données sont associées, comme la lithologie et la géomorphologie provenant d'études régionales et nationales afin de définir les 'unités agro-écologiques'.

La **caractérisation de reconnaissance** dépend également d'informations provenant d'autres sources (par exemple les cartes et les rapports) mais peut aussi inclure des discussions avec les services de vulgarisation sur les caractéristiques agricoles générales et des inventaires rapides de systèmes de production et d'exploitation des terres. Le but de la caractérisation de reconnaissance est de diviser les unités macro agro-écologiques en sous-unités agro-écologiques en utilisant des paramètres qui ne varieront pas aux niveaux plus détaillés, comme la lithologie, la pluviométrie, les principaux systèmes de cultures, la densité de population et la densité de drainage.

La **caractérisation semi-détaillée** est effectuée sur un 'site clé' de 50 × 50 km (2500 km<sup>2</sup>) représentatif d'une sous-unité agro-écologique du niveau de reconnaissance. Les images satellites et les photographies aériennes sont utilisées pour identifier quatre bassins versants (chacun comprenant au moins ce qu'on appelle les bas-fonds de premier, deuxième et troisième ordre). Des entretiens ont lieu dans chaque village en utilisant le bassin versant pour générer des données au niveau du village (plutôt qu'au niveau de l'exploitation) et des études de transects (profils) sont

réalisées à 8-10 endroits du bassin versant pour la morphologie, les sols et le couvert végétal. Quand toutes ces données sont traitées, le système de bas-fond qui semble le plus représentatif de la sous-unité agro-écologique est sélectionné pour une caractérisation détaillée.

Les principaux objectifs de la **caractérisation détaillée** consistent à comprendre le fonctionnement de l'agro-écosystème des bas-fonds, de quantifier les contraintes et le potentiel de production et d'évaluer la variabilité des caractéristiques au sein du bas-fond.

La variabilité de la disponibilité en eau le long de la vallée affecte particulièrement le développement et l'évaluation des technologies. La caractérisation détaillée inclut des entretiens socio-économiques et agronomiques aux niveaux individuel et des ménages ; des observations des pratiques culturales ; des mesures détaillées d'aspects biologiques et physiques du système agro-écologique ; des mesures détaillées des précipitations et des mouvements hydriques ; et des études des sols et des systèmes d'utilisation des terres.

C'est cette caractérisation détaillée qui nous permet d'identifier les problèmes au niveau de l'exploitation dans les systèmes de production agricole et ces problèmes doivent être pris en charge par les technologies développées par la recherche agronomique. Par conséquent, si on trouve des liens entre les caractéristiques au niveaux de reconnaissance et au niveau semi-détaillé, ceux-ci peuvent servir à définir les caractéristiques au niveau détaillé et les problèmes que rencontrent les agriculteurs dans un système spécifique, et nous devrions pouvoir identifier des technologies qui s'adapteront et seront adoptées dans le bassin versant ciblé. Là où ces technologies n'existent pas, la même approche fournira à la recherche des informations en retour sur les technologies à développer.

L'approche de caractérisation agro-écologique contient des éléments de procédures de recherche connues. En effet, la caractérisation agro-écologique, réalisée grâce à des mesures biologiques et physiques comme le climat, le sol et les changements saisonniers de la disponibilité en eau suit une méthodologie standard. Il en va de même pour les études socio-économiques utilisées dans cet exercice, bien que celles-ci soient moins facilement quantifiables. La nouveauté de l'approche du CBF réside dans l'association de la caractérisation biophysique et socio-économique à différentes échelles. Ensuite, tous les partenaires (chercheurs, agriculteurs, agents de vulgarisation, etc.) travaillent conjointement sur l'analyse des contraintes et la sélection de technologies à évaluer ou à générer sur les sites clés.

Bien que la Phase I soit presque terminée et que la caractérisation ne soit pas totalement achevée, la mise en œuvre de l'approche ne devrait pas prendre plus de cinq ans. Un laps de temps important a été alloué pour développer la méthodologie conjointe au cours des deux premières années, rassembler et organiser les différents partenaires dans les pays membres du CBF. De plus, les caractérisations macro et de reconnaissance sont effectuées une seule fois. Dans les nouveaux sites clés, seules les caractérisations semi-détaillées et détaillées doivent être mises en place. Les 'collections de données minimum' recueillies au cours de la Phase I sont à présent disponibles pour une évaluation. Nous les utiliserons pour identifier les collections de données essentielles pour une future caractérisation qui sera par conséquent plus restreinte et plus facile à réaliser. Elle inclura l'identification de la manière la plus efficace de prélever les paramètres définis ; par exemple, il est possible que la mesure à un moment adéquat du débit de l'eau une fois par an soit utilisée plutôt qu'une surveillance tout au long de l'année — nous tentons de développer des appréciations rapides pour remplacer les mesures détaillées. Avec l'aide des collections de données

minimum et des évaluations rapides, la caractérisation entière devrait être mise en place d'ici un à deux ans.

### Résultats de la Phase I du CBF

#### Résultats de base

Beaucoup de progrès ont été réalisés au niveau de la caractérisation pendant la première phase du CBF (voir carte page suivante). La caractérisation agro-écologique doit cependant être finalisée dans quelques pays principalement parce que certains sont devenus membres du CBF plus tard — c'est le cas de la Guinée (1996), du Cameroun et du Togo (1998).

#### Résultats stratégiques

Plusieurs pays ont réalisé des activités en plus de la caractérisation agro-écologique standard.

- Reconnaissance du rôle des femmes (agricultrices) dans les bas-fonds (Bénin et Ghana).
- Développement d'une méthodologie pour utiliser les images satellites au niveau semi-détaillé (IITA).
- Le potentiel pour utiliser la végétation naturelle afin de caractériser l'étendue des zones hydromorphes (WAU).
- Un ensemble d'indicateurs socio-économiques a été défini pour la caractérisation semi-détaillée (ADRAO).
- Toutes les données de caractérisation du Bénin ont été téléchargées dans une base de données globale (Bénin).
- La plupart des données de caractérisation collectées par les partenaires du CBF ont été consolidées dans un Système d'informations géographiques (SIG), (Unité de coordination régionale CBF).
- Un système d'évaluation rapide pour caractériser l'hydrologie des bas-fonds et un système d'appui aux décisions pour la sélection des technologies les plus appropriées de gestion de l'eau dans ce bas-fonds ont été développés (CIRAD, Mali et Ghana).

#### Résultats appliqués/adaptés

Les pays membres qui ont achevé leur exercice de caractérisation ont ensuite établi un plan de développement des bas-fonds avec la participation active des agriculteurs. Deux exemples sont présentés ci-après :

##### *Bénin*

Sur le site de Gankpétin, de simples diguettes ont été construites par les agriculteurs afin d'améliorer la distribution de l'eau dans le fonds de la vallée légèrement concave. Les résultats ont été concluants :

- La culture du maïs comme culture précédant le riz avant inondation a été améliorée (avec la collaboration de l'IITA).
- La production de riz a augmenté pendant la saison principale, au moment de l'inondation, grâce à l'introduction de variétés améliorées, à la modification de la densité de semis pour lutter contre les adventices et à une meilleure utilisation des engrais.
- La culture de légumes post-riz bénéficie de la disponibilité accrue d'eau résiduelle, due à la réserve d'eau plus importante liée à l'introduction du système de gestion de l'eau.

L'ensemble des technologies introduites fonctionnent si bien que les agriculteurs mettent en valeur spontanément les bas-fonds en aval du site du projet.

##### *Ghana*

Sur le site clé de Mankran, seul le riz est cultivé dans le fond plat et étroit de la vallée. Les rizières ont été délimitées avec des digues et un canal central a été construit (pour l'irrigation et le drainage).

- La gestion améliorée de l'eau permet l'introduction de variétés et de techniques culturales améliorées, comme le repiquage en lignes et l'utilisation d'engrais chimiques et organiques.
- Etant donné que ce site est situé près de Kumasi, les agriculteurs produisent du riz pour le marché (plutôt que pour leur consommation personnelle) et peuvent ainsi investir davantage dans les engrais et autres intrants.

### Phase II — 1999 et après

En 1999, de nombreux pays commenceront à mettre en valeur les bas-fonds de leurs sites clés et à évaluer les technologies améliorées de production. Lorsque les technologies seront adaptées et adoptées par les agriculteurs dans les sites clés, les services nationaux de vulgarisation pourront alors les transférer à d'autres agriculteurs dans différentes régions.

Au cours de la seconde phase du CBF, qui débute en 1999, l'accent sera davantage placé sur l'évaluation et le transfert des technologies. De nouvelles activités de caractérisation seront également mises en place en plus de la finalisation des activités de caractérisation actuelles. Celles-ci prendront particulièrement en compte la quantification des processus dynamiques dans les bas-fonds, incluant l'hydrologie et le flux des éléments nutritifs, et l'impact du système d'utilisation des terres sur ces processus dynamiques. Les résultats de cette caractérisation seront utilisés pour

estimer l'impact des technologies améliorées sur les ressources naturelles ou encore sur la viabilité des technologies nouvellement introduites.

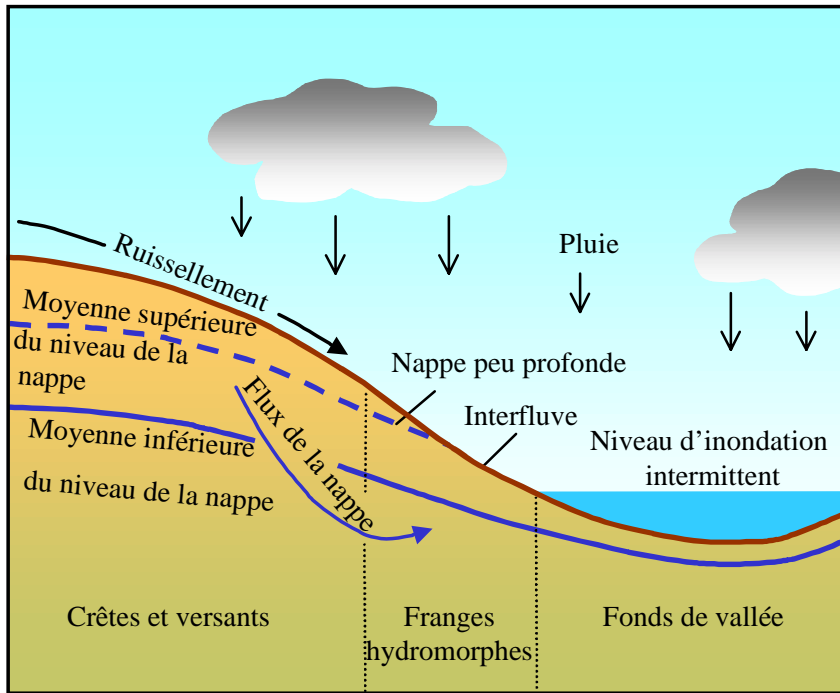


Figure 4. Profil simplifié et stylisé d'un bas-fond

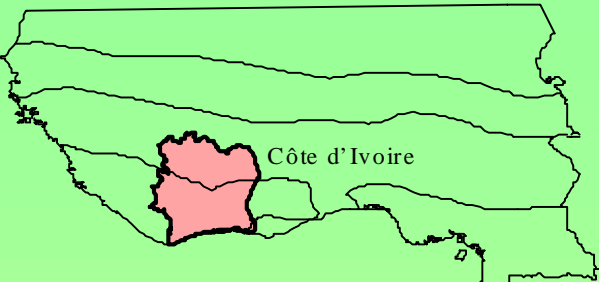

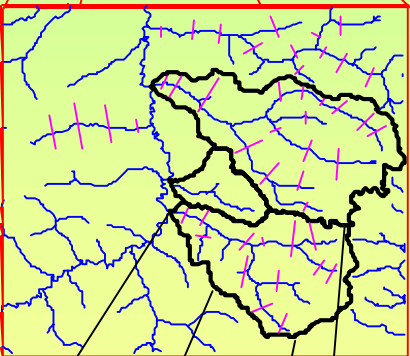

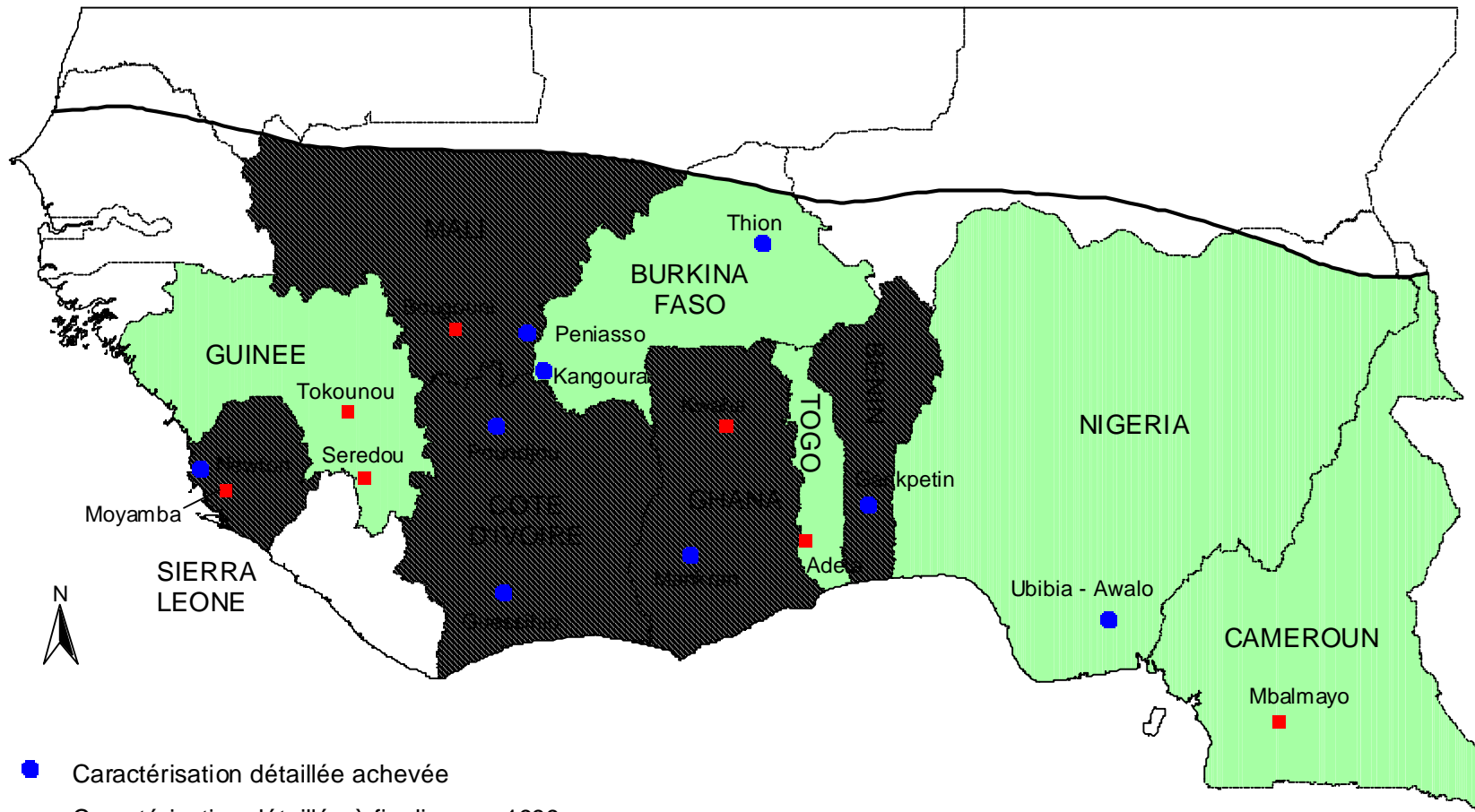
Niveau de caractérisation	Echelle	Couverture géographique
<p>MACRO</p> 	<p>1/5 000 000 to 1/1 000 000</p>	<p>Sous-continent, Afrique de l'Ouest</p>
<p>RECONNAISSANCE</p> 	<p>1/250 000 to 1/100 000</p>	<p>Pays ex. Côte d'Ivoire</p>
<p>SEMI-DETAILEE</p> 	<p>1/50 000 to 1/25 000</p>	<p>Site clé ex. Gagnoa</p>
<p>DETAILEE</p> 	<p>1/10 000 to 1/5 000</p>	<p>Bassin versant/ Terroir villageois</p>

Figure 5. Les quatre niveaux de caractérisation agro-écologique

# Progrès de la caractérisation agro-écologique dans les pays membres du CBF, Afrique de l'Ouest



0 200 400 600 Kilometers