

# ***Atouts et contraintes des milieux naturels pour la mise en valeur agricole des bas-fonds***

## **ATOUTS ET CONTRAINTES LIES AU CLIMAT ET A LA RESSOURCE EN EAU**

Comparés aux autres climats de la planète, les climats ouest-africains présentent deux atouts majeurs : un ensoleillement dont la durée varie peu au cours de l'année, des températures minimales qui ne sont jamais négatives et descendent rarement au-dessous de 10°C.

Dans la zone qui nous intéresse, entre 10 et 15 degrés de latitude nord, la longueur de la saison des pluies, la répartition des averses et le total pluviométrique annuel déterminent les possibilités agricoles régionales. La répartition de l'eau dans le paysage et son stockage dans les réservoirs superficiels et souterrains dépendent de la géologie, de la géomorphologie et de la physiographie des bassins versants. Les études climatiques et hydrologiques menées sur les cinq sites pilotes ont permis de définir un ensemble de critères à prendre en compte pour hiérarchiser les contraintes dues à la ressource en eau et mettre en évidence ses atouts. Ces critères sont reportés dans le tableau XXV pour chacun des cinq sites du projet.

**Tableau XXV : Atouts et inconvénients liés à la ressource en eau**

Projet pilote	Longueur de la saison des pluies	Écoulement annuel	Crues	Eaux souterraines	Qualité de l'eau
Yatenga	La durée de la saison des pluies varie entre 50 et 95 jours. Elle est souvent trop courte pour le riz.	De l'ordre de 6% du total pluviométrique en année médiane. Pas d'écoulement de base.	Crues fortes.	Présence de deux nappes dont une peu profonde. Alimentation aléatoire en année sèche.	Bonne pour l'eau de surface comme pour l'eau souterraine.
	- - -	-	-	+	+++
Siné-Saloum	La durée de la saison des pluies varie entre 70 et 160 jours. Suffisante, si bonne répartition.	De 2 à 4% de la pluie annuelle. Peut être insuffisant les années sans fortes crues. Pas d'écoulement de base.	Crues violentes.	Nappe importante mais très profonde (40 m).	Problème des transports solides dans les eaux de surface.
	+	--	---	+	--
Casamance	La durée de la saison des pluies est toujours supérieure à 120 jours. Suffisante pour la majorité des cultures.	Forte irrégularité inter-annuelle. Essentiellement de l'écoulement de base.	Peu de crues fortes.	Nappe douce peu profonde sur les plateaux. Nappes très salées dans le bas-fond. Nappe puissante et profonde du Maestrichien.	Problème de salinité, d'acidité dans les eaux de surface et dans la nappe phréatique du bas-fond.
	+++	-	++	++	---
Mali-Sud	La durée de la saison des pluies varie entre 100 et 150 jours. Risques pour les cycles de 120 jours.	Entre 3 et 5% de la pluie annuelle. Très faible pour les années à pluviométrie inférieure à 800mm.	Crues fortes très rares.	Présence d'une nappe importante dans les altérites. Réalimentation annuelle faible les années sèches.	Bonne pour l'eau de surface comme pour l'eau souterraine.
	++	-	++	++	++
Comoé	La durée de la saison des pluies est toujours supérieure à 120 jours. Suffisante pour la majorité des cultures.	Supérieur à 10% de la pluie annuelle et composé à 50% par de l'écoulement de base qui permet la riziculture.	Risque de crues importantes, par leur volume et leur débit de pointe.	Aquifère peu profond dans les altérites.	Bonne pour l'eau de surface comme pour l'eau souterraine.
	+++	++	-	++	++

- - - à +++ critère allant d'inconvénient majeur à atout majeur

La comparaison entre les ressources pluviales au pas de temps décadaire et les besoins en eau d'une culture de riz pluvial montre une nette différence entre la zone au nord de l'isohyète 1000 mm et celle qui se situe au sud de cette isohyète. Au nord de l'isohyète 1000 mm, la durée de la saison des pluies est souvent trop courte pour assurer la culture du riz. Le développement durable de l'agriculture de bas-fond ne peut pas être envisagé sans une irrigation complémentaire à partir du stockage d'eaux superficielles ou de pompages dans la nappe phréatique. Dans le Yatenga et dans toute la zone où la pluviométrie interannuelle est inférieure à 600 mm, l'existence d'une nappe phréatique superficielle et d'une autre, plus profonde, est un atout, malgré leur alimentation aléatoire pendant les années sèches. Au sud de l'isohyète 1000 mm, la culture du riz pluvial voit ses besoins en eau satisfaits 8 années sur 10 dans la région du Sud-Mali, 9 années sur 10 en Casamance et dans la Comoé.

L'analyse des écoulements annuels et des crues dans les bas-fonds met en évidence la différence entre les zones situées au nord et au sud de l'isohyète 1000 mm. Au nord de cette isohyète, l'écoulement annuel est essentiellement composé par le ruissellement et les bas-fonds s'assèchent complètement entre deux pluies. Cet écoulement est plus faible en zone sédimentaire (2 à 4 % de la pluviométrie annuelle dans le Siné-Saloum) qu'en zone de socle (de l'ordre de 6% du total pluviométrique annuel dans le Yatenga). Dans cette zone, les crues sont violentes, même sur les petits bassins, et nécessitent d'être maîtrisées pour garantir une certaine sécurité aux cultures de bas-fonds. Au sud de l'isohyète 1000 mm, l'écoulement annuel est soutenu par un débit de base important permettant, les meilleures années, une mise en eau des casiers de riz pendant toute la saison agricole. Dans le domaine sédimentaire de cette zone climatique, les crues ne sont pas un danger pour l'agriculture de bas-fond. Dans le domaine cristallin, elles deviennent une contrainte importante pour les bas-fonds lorsque la superficie des bassins versants dépasse 50 km<sup>2</sup> (cas des bas-fonds de la Comoé).

Les bas-fonds de la zone sèche et ceux des grands bassins (superficie supérieure à 50 km<sup>2</sup>) de la zone humide dans le domaine cristallin ont des crues violentes. Associées à l'érosion sur les versants, celles-ci favorisent le transport des sédiments et provoquent l'ensablement des champs de bas-fonds qui constitue une contrainte au développement de la riziculture. Ainsi, dans le projet pilote du Siné-Saloum, la violence des crues est-elle la première contrainte à lever par un aménagement car elles provoquent l'arrachage des jeunes plants, la verse après la montaison et la stérilisation des sols.

Les aquifères présentent une ressource en eau non négligeable dans toute notre zone d'étude. Dans les régions sédimentaires sèches, les nappes phréatiques sont puissantes mais profondes; l'exhaure de l'eau nécessite alors une importante dépense énergétique. Dans les bas-fonds estuariens, la contamination des aquifères, par les eaux marines salées, limite les possibilités d'utilisation des eaux souterraines peu profondes. Des réserves de bonne qualité existent dans le Maestrichien mais ne sont accessibles que par des forages profonds. Dans les régions de socle, c'est l'irrégularité de la réalimentation annuelle de la nappe des altérites qui limite son exploitation; les réserves en eau, localisées dans les fissures du socle, sont plus difficiles à exploiter et sont réservées à l'alimentation humaine. Cette irrégularité est d'autant plus prononcée que la pluviométrie interannuelle est faible. Au Yatenga, l'exploitation de la nappe des altérites à des fins agricoles ne peut se concevoir qu'à partir d'un aménagement permettant la réalimentation artificielle des nappes.

La qualité chimique des eaux des nappes, comme celle des eaux de ruissellement, est partout bonne pour l'irrigation comme pour la consommation, excepté dans le domaine marin estuarien de Casamance où les sols des bas-fonds, anciennement colonisés par la mangrove, puis acidifiés par exondation, ont été stérilisés par la toxicité des éléments chimiques libérés après acidification (Al, Fe, SO<sub>4</sub>, Cl, etc.).

Les eaux de ruissellement peuvent être très chargées en matières en suspension: plus de 30 g/l dans les eaux des bas-fonds du Siné-Saloum.

# ATOUTS ET CONTRAINTES LIÉS À LA NATURE DES SOLS

Le tableau XXVI rassemble, pour chaque projet pilote, les atouts et les inconvénients liés à la nature des sols de bas-fonds.

De part leur origine et leur histoire récente, la plupart des sols de l'Afrique de l'Ouest ont de faibles qualités agronomiques. Dans l'ensemble des bas-fonds étudiés, on rencontre, suivant la classification française des sols tropicaux:

- des sols ferrugineux tropicaux peu lessivés à lessivés dans les zones de raccordement du bas-fond,
- des sols peu évolués d'apport colluvio-alluvial ou des sols hydromorphes en bordure des zones à inondation prolongée,
- des sols hydromorphes à pseudo-gley dans les parties centrales topographiquement les plus basses.

Pour les bas-fonds estuariens, comme ceux de la basse Casamance, les sols des parties les plus basses ont une pédogenèse liée à la présence actuelle ou ancienne de la mangrove et sont potentiellement sulfatés acides ou déjà acidifiés (cas de la vallée de Djiguioum). Dans ces bas-fonds, sous influences marines, les sols hydromorphes sont salés.

## **Les sols hydromorphes à pseudo-gley**

Les zones temporairement inondées sont caractérisés par des sols hydromorphes à pseudo-gley avec une texture argilo-limoneuse. Ils présentent une bonne réserve en eau utile, de l'ordre de 50 mm pour un riz à enracinement moyen (50 cm). Leur conductivité hydraulique à saturation est faible: de l'ordre de quelques dixièmes de mm à 2 mm par heure. Elle permet la culture du riz inondé. Ils sont riches en matière organique et en azote, bien que cette richesse soit très relative. Dans les bas-fonds de la zone sahélienne, leur fertilité organique reste faible; elle est meilleure dans les bas-fonds plus humides du Mali-Sud et de la Comoé.

Dans la vallée de Djiguioum, les sols hydromorphes à pseudo-gley ont évolué vers des sols sulfatés acides après la disparition de la mangrove et le rabattement important de la nappe aquifère durant ces vingt dernières années. L'acidité très élevée de ces sols a induit une toxicité importante pour le riz par l'apparition d'ions ferriques et aluminiques dans les eaux superficielles. Des concrétions de sels ferriques ou aluminiques apparaissent à la surface du sol formant des pellicules blanchâtres, jaunes ou couleur rouille.

## **Les sols peu évolués d'apport colluvio-alluvial et les sols hydromorphes**

Ces sols se trouvent dans les parties centrales situées en amont des bas-fonds. Dans les zones sèches, Yatenga et Siné-Saloum, ce sont des sols peu évolués d'apport colluvio-alluvial. Dans les zones plus humides, Mali-Sud, Comoé et Casamance, la durée de l'inondation dans les parties amont est suffisante pour qu'ils évoluent vers une hydromorphie plus ou moins accusée et qu'ils soient classés dans les sols hydromorphes.

Ces sols ont une texture sablo-limoneuse à argileuse, leur réserve utile en eau dépend du taux d'argiles dans les horizons les moins profonds. La conductivité hydraulique est forte et seul un écoulement hypodermique important ou une irrigation d'appoint permettent de maintenir l'inondation des casters rizicoles.

Ces sols ont une fertilité organique faible. Ils sont pauvres en calcium et magnésium et souvent carencés en sodium et potassium. A l'exception du bas-fond du Siné-Saloum, proche des gisements de phosphates du Sénégal, ils sont également carencés en phosphore assimilable. En Casamance les sols hydromorphes sont peu salés à salés suivant leur position topographique; parfois acides, ils peuvent présenter des caractères de toxicité modérée.

## **Les sols ferrugineux tropicaux**

Ces sols se situent en limite des bas-fonds et se développent sur les pentes des versants jusqu'aux plateaux. Ils ont une texture sableuse à sablo-limoneuse. Dans les zones les plus sèches (Yatenga), ils sont peu lessivés et présentent des concrétions. Leurs horizons superficiels sont composés de sables fins et de limons qui permettent la constitution de réserves utiles en eau encore appréciables. Dans les autres régions, dès que la pluviométrie interannuelle dépasse 800 mm, ils sont lessivés; les sables grossiers y sont dans des proportions plus importantes et les réserves utiles y sont beaucoup plus faibles.

Très pauvres en matière organique, ces sols sont très peu structurés en surface et sujets aux phénomènes de battance. Placés sur les plus fortes pentes, ils sont soumis à une érosion intense dès que le couvert végétal disparaît. Des croûtes de ruissellement s'installent sur toutes les parties de sol nu, limitant l'infiltration vers les horizons plus profonds pour lesquels la conductivité hydraulique serait plutôt forte. En aval des croûtes de ruissellement, apparaissent des croûtes d'érosion, puis des griffes qui se transforment en ravines apportant des sables qui se déposent en cônes de déjection dans les bas-fonds. Ce phénomène, important dans toute la zone au nord de l'isohyète 1000 mm, où le couvert végétal est très discontinu, apparaît dans les régions plus humides et s'accroît avec le défrichage intensif des versants.

Ces sols présentent une fertilité organique pauvre et une fertilité chimique faible. Ils sont très pauvres en calcium et magnésium, carencés en sodium et potassium. Leurs capacités d'échange cationique du complexe absorbant est faible.

### **Principaux atouts et contraintes liés aux sols rencontrés dans les bas-fonds des projets pilotes**

Au Yatenga, les sols des bas-fonds présentent des caractéristiques hydriques et chimiques favorables à leur mise en valeur agricole avec cependant un taux de matière organique un peu faible.

Dans le Siné-Saloum, la principale contrainte à la mise en valeur agricole des bas-fonds est leur envahissement par les apports sableux en provenance des versants et leur très faible teneur en matière organique.

Au Mali et dans la Comoé, l'hétérogénéité granulométrique des sols et leur faible fertilité (chimique et organique) constituent les contraintes majeures pédologiques au développement des cultures.

En Casamance, la salinisation et la toxicité des sols sulfatés acides sont les contraintes majeures au développement de la riziculture. C'est cependant dans ces bas-fonds que les sols ont les meilleures qualités hydrauliques pour la riziculture et la plus forte fertilité organique.

**Tableau XXVI : Atouts et inconvénients liés à la nature des sols.**

Projet pilote	Type de sol classification française	Localisation dans le bas-fond	Texture	Caractéristiques hydriques		Qualité chimique		
				Réserve utile	Conductivité hydraulique	Bases	MO	Toxicité
Yatenga	Sols ferrugineux tropicaux peu lessivés à concrétions	Bas versants	Sableux à sablo-limoneux	+	-	-	--	++
	Sols peu évolués d'apport colluvio-alluvial	Zone centrale amont	Sablo-limoneux à argileux	+	+	-	-	++
	Sols hydromorphes à pseudo-gley	Zone centrale aval	Arglo-limoneux	+	++	+	-	++
Siné- Saloum	Sols ferrugineux tropicaux lessivés	Versants	Sableux à sablo-limoneux	-	--	--	--	++
	Sols peu évolués d'apport colluvio-alluvial	Zone centrale	Sableux en surface sablo-argileux	--	-	+	--	++
	Sols hydromorphes à pseudo-gley	Zone centrale mare	Arglo-limoneux	++	+	+	--	++
Casamance	Sols ferrugineux tropicaux lessivés, beiges	Bas versants	Sableux	--	--	--	-	+
	Sols hydromorphes peu salés	Zone centrale amont	Argileux en surface Sableux en profondeur	+	+	-	++	+
	Sols sulfatés acides	Zone centrale aval	Argileux à argilo-sableux	+	+	-	++	---
Mali-Sud Comôé	Sols ferrugineux tropicaux lessivés	Bas versants	Sableux	--	--	--	--	++
	Sols hydromorphes	Zone centrale amont	Limono-argilo-sableux à sablo-limoneux	-	-	-	-	++
	Sols hydromorphes à pseudo-gley	Zone centrale aval	Arglo-sableux à sableux	+	++	-	-	++
Réserve utile du sol + bonne - faible -- très faible Conductivité hydraulique ++ faible + normale - forte -- très forte				Teneurs en bases et matières organiques(MO) -- très faible - faible + moyenne ++ forte Toxicité --- très forte + moyenne ++ nulle				