



## Détermination des périodes favorables aux semis agricoles dans la ville de Pointe-Noire (République du Congo)

### Detection of probable sowing dates in Pointe-Noire City (Republic of Congo)

Martin MASSOUANGUI-KIFOUALA<sup>1</sup>, Elvie DESSOUZA MARIANO & Pépys Sheley Lydie MALEKE

**Abstract :** With climate change, planting failures in rural areas have become very recurrent in rainfed agriculture. The main objective of this study is to highlight the periods considered favourable for sowing. The daily precipitation values over the period from July 1, 1932 to June 30, 2017 were analyzed using three complementary methods. The combination of the results from the probability model of the Markov chain, the agronomic method for detecting the dates of the start of the seasons and the water balance show that it is better to sow from the first decade of November for the first rainy season. For the second rainy season, the favorable period for sowing is in the first ten days of March with the possibility of sowing earlier in February. These decades are characterized by a greater or lesser probability of rains and the presence of water in the soil. Any sowing made before these indicated periods exposes the farmers to the misdeeds linked to false starts.

Keywords: Republic of Congo, Pointe-Noire, rainy seasons, sowing periods

**Résumé :** Avec les changements climatiques, les échecs de semis en milieu rural sont devenus très récurrents en agriculture pluviale. Mettre en évidence les périodes jugées favorables aux semis est le principal objectif de cette étude. Les valeurs des précipitations journalières sur la période allant du 1<sup>er</sup> juillet 1932 au 30 juin 2017 ont été analysées à partir de trois méthodes complémentaires. La combinaison des résultats issus du modèle de probabilités de la chaîne de Markov, de la méthode agronomique de détermination des dates de démarrage des saisons et du bilan hydrique montrent qu'il est préférable de semer à partir de la première décennie du mois de novembre, pour la première saison des pluies. Mais pour la deuxième saison des pluies, la période propice aux semis se situe dans la première décennie du mois de mars, qui permet, éventuellement, de semer précocement en février. Ces décennies sont caractérisées par une probabilité plus ou moins importante des pluies et la présence de l'eau dans le sol. Tout semis effectué avant ces périodes expose les paysans aux méfaits liés aux faux démarrages.

Mots-clés: République du Congo, Pointe-Noire, saisons des pluies, périodes de semis

## INTRODUCTION

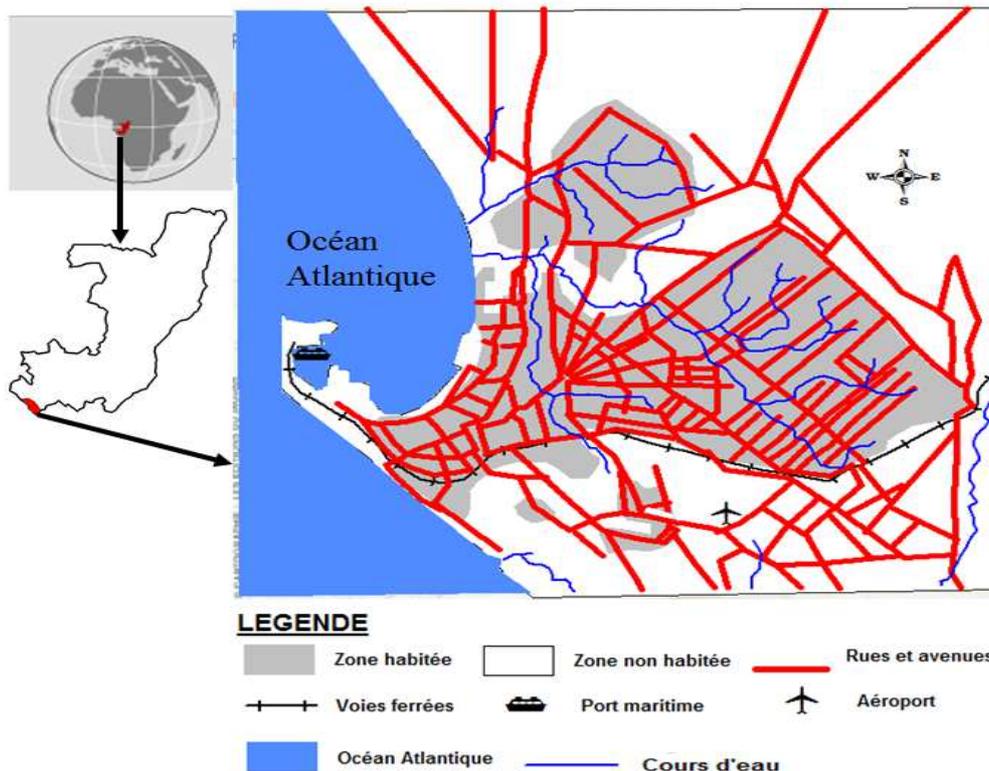
L'agriculture urbaine et péri-urbaine joue un rôle important dans l'éradication du chômage et dans la sécurité alimentaire des grandes agglomérations (SCHILTER, 1991; LEVASSEUR, 2013). Malheureusement, à Pointe-Noire, cette activité est confrontée à deux grands défis de taille qui limitent sa performance et l'empêchent de faire face à la demande qui ne cesse de s'accroître au fil des années, suite à l'explosion démographique (SDU, 2016). L'extension du tissu urbain qui réduit considérablement les zones agricoles d'année en année est le premier défi. Le second goulot d'étranglement est le changement climatique qui vient compliquer le calendrier agricole et pose le problème de calage des cycles culturels (MANKESSI, 2013; MASSOUANGUI-KFOUALA, 2021). Parlant des changements climatiques, les études menées en Afrique subsaharienne en général, et dans le sud du Congo en particulier ont mis en évidence trois paramètres essentiels pouvant impacter les activités agricoles. Il s'agit des dates de démarrage et de fin de la saison des pluies, de la répartition des précipitations intra-saisonnière et le cumul saisonnier de pluie (DIOP, 1996; HOUNDENOU & HERNANDEZ, 1998; SAMBA, 2000; SULTAN, 2002; SULTAN *et al.*, 2005).

L'établissement du calendrier agricole est d'une très grande importance dans les pays en voie de développement dont l'économie est essentiellement basée sur l'agriculture, comme c'est le cas en République du Congo. La détermination de la date des semis nécessite une bonne analyse du déroulement des saisons des pluies et du bilan hydrique de la zone étudiée (CHOPART *et al.*, 1991).

<sup>1</sup> Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines, Département de géographie, Université Marien Ngouabi, Brazzaville, République du Congo; Laboratoire de Géographie, Environnement, Aménagement (LAGEA) [mmartinkif@gmail.com](mailto:mmartinkif@gmail.com)

L'observation des habitudes agricoles montre qu'octobre (pour le premier cycle) et mars (pour le deuxième cycle) sont considérés par les paysans comme les mois des semis. Or, chacun de ces mois marque respectivement le début de la première saison des pluies (octobre-novembre-décembre), et de la deuxième saison des pluies (mars-avril-mai). Cependant, les semis effectués pendant ces deux mois sont souvent voués à l'échec à cause du déficit hydrique très sévère qui les caractérise (MASSOUANGUI-KIFOUALA, 2019). Du fait de cet épineux problème, il y a lieu de s'interroger sur les critères à prendre en compte pour déterminer les dates ou décades de semis. Ainsi, le seuil de probabilité d'un épisode pluvieux doit-il déclencher le semis? La date des semis doit-elle être calée sur les dates de démarrage agronomique de la saison des pluies ou bien sur le rythme de l'évolution de l'eau dans le sol ? Telles sont les questions autour desquelles s'articulera cet article.

Son objectif est de mettre en lumière les dates ou périodes jugées favorables aux semis afin de mieux seconder les « citadins-paysans » de l'agglomération de Pointe-Noire située dans la partie sud-ouest du Congo, plus précisément entre les latitudes 4° et 5° de latitudes Est et entre 11°30' et 12° de longitude Sud (Fig. 1).



**Figure 1** : Situation géographique de l'agglomération de Pointe-Noire

## METHODOLOGIE

### Données

Les données des précipitations utilisées dans cette étude proviennent de la Direction de la météorologie nationale du Congo. Elles ont été enregistrées journalièrement à la station synoptique de Pointe-Noire sur la période allant de 1932 à 2017. Nous avons donc au total 31390 valeurs. Elles ont été ramenées à 36 valeurs correspondant chacune à une décade afin de calculer les paramètres du bilan hydrique. Pour des raisons de traitement, le mois de février compte 29 jours et l'année 366 jours dans notre matrice, une matrice rangée en année agricole (du 1<sup>er</sup> juillet au 30 juin). Les données manquantes ont été remplacées par le code -9988, conformément aux exigences du logiciel utilisé (Instat Plus V3.36).

### Méthodes

Trois méthodes sont utilisées pour déterminer les périodes favorables aux semis dans l'agglomération de Pointe-Noire. Il s'agit du modèle de probabilités de la chaîne de Markov, programmé dans le logiciel Instat Plus V3.36 ; de l'approche agronomique de détermination des dates de démarrage des saisons des pluies et du bilan hydrique.

**Modèle de probabilité de la chaîne de Markov :** Il permet de déterminer le démarrage éventuel des saisons des pluies à partir de la date à laquelle la probabilité des pluies commence à s'affirmer (25%). C'est un modèle qui encapsule toutes les informations pertinentes à partir des données des précipitations. En cas de confirmation, il devrait être tel que les données simulées, en utilisant le modèle, soient identiques par leur structure aux données réelles. Le modèle comporte deux volets : le premier concerne le(s) risque(s) de pluie, le second est se réfère aux quantités de précipitations des jours pluvieux. Il part d'une hypothèse la plus simple selon laquelle les quantités de précipitations quotidiennes suivent une distribution exponentielle. La distribution exponentielle n'a qu'un seul paramètre, la moyenne. Par conséquent, dans ce cas, la deuxième composante du modèle est l'équation de la courbe ajustée à la pluie moyenne les jours de pluie tout au long de l'année (Stern R et al., 2006) ;

**Critères agronomiques :** Il a permis de déterminer les dates de début et de fin de saison des pluies en utilisant l'algorithme du logiciel Instat Plus V3.36. Cette approche a été utilisée dans de nombreux travaux, aussi bien au Congo qu'ailleurs (NDONG, 2003; ADEWI, 2012; TRABOULSI, 2012, MASSOUANGUI-KIFOUALA, 2021). Elle a l'avantage de présenter à la fois les totaux pluviométriques et les poches de sécheresse. Nous l'avons adaptée aux réalités climatiques du sud du Congo, où est située Pointe-Noire. A cet effet, nous considérons comme date de démarrage de la saison des pluies, le mois d'octobre et/ou novembre pour la première saison des pluies ; février et /ou mars pour la deuxième saison des pluies, quand le cumul pluviométrique d'un ou deux jours consécutifs est au moins de 20 mm non suivi d'une séquence de 10 jours sans pluies, après ce cumul, dans l'intervalle des 30 ou 31 jours que compte le mois. L'adoption de ces dates découle des enquêtes menées sur le terrain auprès des paysans.

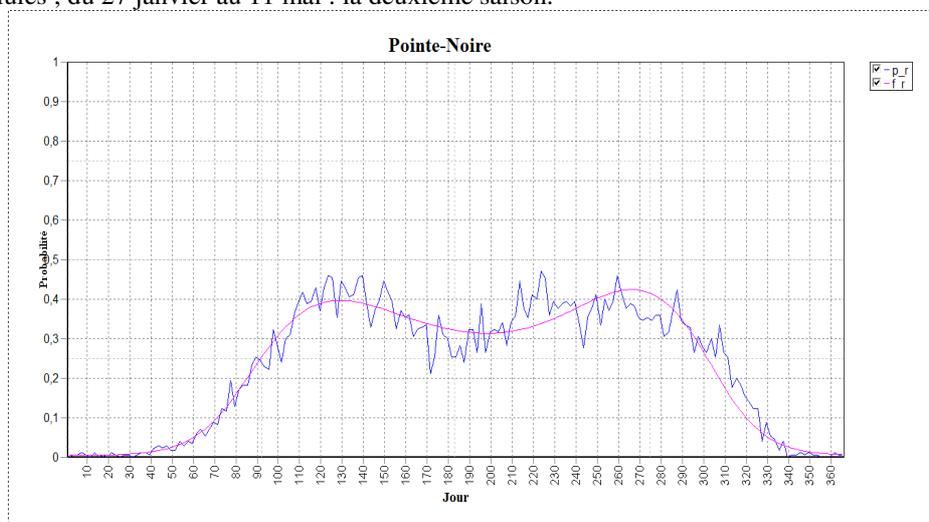
**Le bilan hydrique :** Le bilan hydrique est un outil de gestion technique simple, qui permet d'analyser, en fin de saison, l'ensemble des besoins et des apports en eau. Le bilan hydrique permet de conserver la trace des périodes déficitaires et des périodes excédentaires tout au long de la campagne. Son analyse, en fin de saison, quand on a connaissance des rendements, peut expliquer le fonctionnement des parcelles et les réactions des cultures aux divers événements climatiques (DANCETTE, 1978 ; ILUNGA & MUGIRANEZA, 2006; CHOISNEL, 1992 ; POSS *et al.*, 1988 ; HUFTY, 2001 ; LAMY & DUBREUIL, 2013).

## RESULTATS

### Probabilité des pluies

La connaissance des probabilités de pluie au cours de l'année, et surtout celle de la saison des pluies, a une importance capitale dans l'élaboration du calendrier agricole. Elle donne aux agriculteurs des informations nécessaires quant aux périodes favorables et défavorables aux semis. A cet effet, nous avons utilisé le modèle de la chaîne de Markov de second ordre (complexité harmonique trois).

Les résultats obtenus montrent que la probabilité d'enregistrer un jour pluvieux d'1 mm d'eau à Pointe-Noire est très faible au cours de l'année (fig.2). Elle est inférieure à 60% quelle que soit la période de l'année considérée. Elle croît et devient importante à partir du 8 septembre (70<sup>ème</sup> jour) de l'année et décroît après le 21 mai (325<sup>ème</sup> jour) jusqu'à atteindre des valeurs nulles : c'est la grande saison sèche. Du 23 septembre (90<sup>ème</sup> jour) au 11 mai (315<sup>ème</sup> jour) de chaque année, on a une probabilité supérieure ou égale à 25%. La période allant du 17 décembre (170<sup>ème</sup> jour) au 26 janvier (210<sup>ème</sup> jour) est caractérisée par une diminution de la probabilité d'avoir des jours pluvieux. Il s'agit là d'une petite saison sèche qui s'intercale entre deux saisons des pluies. Chaque saison pluvieuse correspond sur le plan agricole à un cycle cultural. Du 23 octobre au 17 décembre : la première saison des pluies ; du 27 janvier au 11 mai : la deuxième saison.



**Figure 2 :** Probabilités des pluies à Pointe-Noire (1932-2017)

## Dates de démarrage des saisons des pluies

L'application des critères agronomiques nous a permis de fixer les dates de démarrage des saisons des pluies à Pointe-Noire aux fréquences de 20% (2 ans sur 10 : démarrage précoce), 50% (5 ans sur 10 : situation normale ou moyenne) et 80% (8 années sur 10 : démarrage tardif) :

- **Dates de démarrage de la 1<sup>ère</sup> saison des pluies (Ntombo) ou OND**: les résultats obtenus montrent qu'en moyenne à Pointe-Noire, la première saison des pluies démarre le 19 octobre. Mais il arrive parfois que le démarrage soit précoce, le 8 octobre. Le démarrage est dit tardif, à partir du 3 novembre. La différence entre le démarrage à 20% et à 80% donne 26 jours. Ce qui traduit une forte variabilité des dates de démarrage. En prenant la date du 8 octobre comme référence, toute pluie qui tombe avant cette date est considérée comme faux démarrage.

- **Dates de démarrage de la 2<sup>ème</sup> saison des pluies (Ntombo) ou MAM** : à Pointe-Noire, la deuxième saison des pluies démarre vers le 15 mars. Quand le démarrage survient le 7 mars, il est qualifié de précoce. Mais il est tardif à partir du 28 mars. Comparée à la première saison des pluies, on peut dire que la variabilité de la date de démarrage est moins importante pendant cette saison. Elle est de 21 jours, soit deux décades.

**Tableau I** : Dates de démarrage des saisons des pluies

Saison	Fréquences		
	20%	50%	80%
OND	08-oct	19-oct	03-nov
MAM	07-mars	15-mars	28-mars

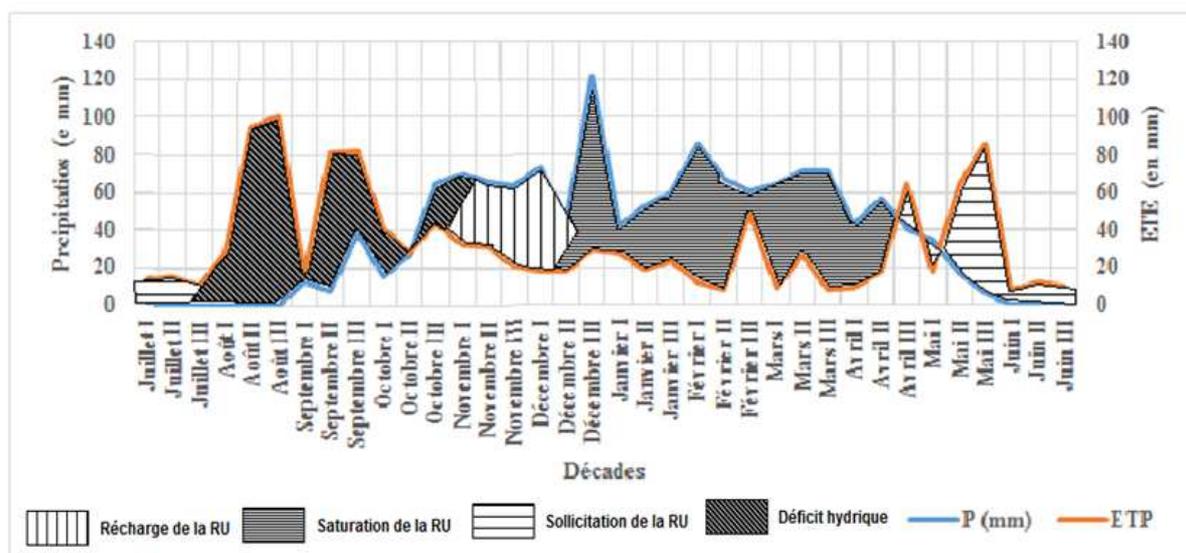
Les dates de démarrage des saisons des pluies sont très instables à Pointe-Noire. Ce constat est valable pour les deux saisons (tableau I).

## Bilan hydrique

La détermination des périodes de semis ne doit pas se limiter à l'analyse des totaux des précipitations. Il est important de mener des études qui combinent les données pédologiques, météorologiques et agronomiques. A Pointe-Noire, les paysans ont aussi recours à la Réserve Utile pour pratiquer l'agriculture pendant la saison sèche dans les zones humides..

### Rythme annuel de la Réserve Utile

La Réserve Utile (RU) à la Pointe-Noire évolue en quatre grandes phases : recharge de la RU ; sollicitation ; épuisement ; déficit hydrique (fig. 3).



**Figure 3** : phases de l'évolution annuelle de la RU à Pointe-Noire (1932-2017)

- **Recharge de la RU** : se fait de façon très rapide à Pointe-Noire. Elle couvre la période allant de la première décennie du mois de novembre à la deuxième décennie de décembre. La recharge est favorisée par les pluies souvent très abondantes qui caractérisent le mois de novembre, mois le plus pluvieux de l'année dans toute la partie sud du Congo. Cette phase correspond à la période humide, très propices aux activités agricoles, plus précisément aux semis et au sarclage des champs du premier cycle.

- **Saturation**: le sol de Pointe-Noire est souvent saturé pendant une longue période qui commence à partir de la troisième décennie du mois de décembre et s'étale jusqu'à la fin de la deuxième décennie du mois d'avril. Les surplus d'eau se manifestent par des ruissellements. Les observations sur le terrain montrent que, pendant cette période, à Pointe-Noire, les phénomènes d'érosion (dans les zones à pentes plus ou moins fortes) et d'inondation (dans les dépressions voire dans des quartiers non aménagés) sont très récurrents.

Il est aussi important de souligner que l'excès d'eau est très nuisible aux cultures comme l'arachide et le manioc en période de maturation. La perte de récolte est alors très probable. Si les précipitations connaissent un ralentissement partant de la première décennie à la troisième décennie de janvier, ce fléchissement pluviométrique ne se fait pas sentir au niveau de sol. La récolte, souvent prévue en janvier, doit se faire de façon rapide.

- **Sollicitation de la RU** : commence à se faire sentir à partir de la première décennie du mois de juin et se poursuit jusqu'à la fin de la deuxième décennie de juillet. Elle reprend à la deuxième décennie de mai et se poursuit jusqu'à la troisième décennie de juin. Pendant cette phase les « citadins-paysans » consacrent leur temps à la première récolte des champs du deuxième cycle.

-**Épuisement de la RU ou déficit hydrique** : couvre la période allant de la troisième décennie de juillet à la troisième décennie d'octobre. Elle se caractérise par des valeurs nulles de la RU et une évapotranspiration (ETP) élevée. Cette phase correspond à la préparation des champs du deuxième cycle. Le mois de septembre est marqué par des feux de brousse, phénomène le plus redoutable. Il peut arrêter brutalement la préparation des champs comme les *maa'la* (écobuage).

S'il est vrai que les premières pluies peuvent tomber alors elles ne suffisent cependant à humidifier assez les sols pour déclencher les semis. Généralement les « citadins-paysans » attendent les pluies d'octobre pour se lancer dans les opérations de semis des champs du premier cycle. Entre temps, les « citadins-paysans » s'affairent au maraîchage. Ils apportent de l'eau par arrosage. C'est pourquoi, le plus souvent, les jardins sont installés le long des cours d'eau permanents pour faciliter cette opération.

### Evapotranspiration potentielle (ETP)

Elle varie très peu tout au long de l'année. Les valeurs maximales sont enregistrées pendant la deuxième et la troisième décennie de mai (85 mm d'eau) et pendant la période qui court de la deuxième décennie du mois d'août à la troisième décennie de septembre (80 à 100 mm d'eau). De la première décennie de novembre à la deuxième décennie d'avril, les valeurs de l'ETP sont faibles, comprises entre 17 et 49 mm d'eau.

### Périodes probables de semis à Pointe-Noire

Il est important de prendre en compte les résultats obtenus à partir des trois méthodes retenues pour mieux arrêter les périodes propices aux semis à Pointe-Noire. Il s'agit de la méthode des probabilités des pluies, des critères climatiques et du bilan hydrique. En effet, la première méthode ne s'intéresse qu'à la probabilité d'avoir un jour pluvieux dans le mois. La seconde tient compte des cumuls des pluies journalières et des séquences sans pluies. Quant à la troisième, elle suit l'évolution de la réserve utile (RU) dans le sol à partir des apports d'eau de pluie et de l'évapotranspiration potentielle tout au long de l'année. A vrai dire, ces trois méthodes sont tout à fait complémentaires. Parlant du critère agronomique, nous n'avons représenté dans le tableau ci-dessous (tableau II) que la date de démarrage de la saison des pluies tous les 5 ans (sur 10). Ce qui représente la situation moyenne

**Tableau II** : Comparaison des résultats des trois méthodes

Saisons	Méthodes ou critères de détermination			Période probable de semis
	Probabilité des pluies	Critères climatiques	Bilan hydrique	
Premier cycle cultural (OND)	23 septembre	19 octobre	1 <sup>er</sup> novembre	1 <sup>ère</sup> décennie du mois de novembre
Deuxième Cycle cultural (MAM)	26 janvier	15 mars	1 <sup>er</sup> mars	1 <sup>ère</sup> décennie du mois de mars

**-Semis de la saison OND :** L'analyse des probabilités des pluies montre que c'est à partir de la fin de la troisième décades du mois de septembre (23 octobre) qu'on a la chance d'avoir le plus des pluie à Pointe-Noire. En plus, le premier cycle démarre en moyenne à la fin de la deuxième décade du mois d'octobre (19 octobre). Le bilan hydrique quant à lui montre que c'est au début de la première décade du mois novembre que commence la recharge de la RU.

Partant donc de ces trois constatations, il paraît préférable de commencer à semer à Pointe-Noire au début du mois de novembre. A cette période, les graines d'arachide, de maïs ou les boutures de manioc ont la chance de trouver de l'eau dans le sol. Mais le risque est important avant cette date. Certes, les premières pluies à Pointe-Noire commencent à tomber à partir de la deuxième décade de septembre mais les quantités d'eau sont faibles. Il va de soi que le déficit hydrique, souvent très sévère d'août à octobre, ne permet pas à ces faibles cumuls d'eau de pluie d'humidifier assez le sol pour permettre des semis.

Les pluies de septembre et d'octobre ne provoquent que de faux démarrages. En effet, les poches de sécheresse sont très récurrentes pendant ces deux mois.

**-Semis la saison MAM :** Pendant cette saison, la probabilité des pluies est très grande, supérieure à 30% dès la deuxième décade et dès la fin de la troisième décade du mois de janvier (26 janvier). En moyenne, la deuxième saison des pluies débute au milieu de la deuxième décade de mars (15 mars). Le risque de semis manqué est presque nul pendant cette saison. L'eau est en permanence, voire en excès dans le sol et les pluies continuent à tomber. Il est donc possible de semer dès la première décade du mois de mars. On pourra même, au besoin, anticiper les semis à partir de la première décade de février (si toutefois les champs sont déjà prêts) pour les cultures très exigeantes en eau.

## DISCUSSION

Dans les pays d'Afrique au sud du Sahara où l'agriculture est encore essentiellement liée au régime des pluies, la réussite d'une campagne agricole dépend en partie de la qualité de la saison des pluies et du bon choix de la période ou de la date de semis. Les réalités et les données de terrain montrent que les paysans, en Afrique, ne comptent que sur leur expérience et la longue tradition héritée d'un passé ancestral et séculaire pour choisir et décider de la date des semis. Mais avec les changements climatiques, il est important de revoir la pratique de ces coutumes, ce se fait ou est en train de se faire dans des nombreux pays d'Afrique au sud du Sahara sur une base scientifique en ayant recours à plusieurs méthodes. Les résultats obtenus sont souvent confrontés aux dates retenues par les paysans. A ce sujet, nous pouvons citer les travaux de VAN DIEPEN & AZONTONDE sur le Bénin qui ont combiné la méthode de Franquin avec le bilan climatique décadaire et la pluviométrie décadaire à un niveau fixe de probabilité (année).

Pour le Rwanda, la recherche des dates de semis a été faite à partir de deux méthodes distinctes. La première combine la fréquence relative moyenne mensuelle de 1 jour humide sur 5, le constant accroissement pluviométrique et la faible probabilité (< 5%) d'une séquence sèche de 5 jours (ILUNGA & MUGIRANEZA, 2006). La seconde a été proposée par ILUNGA *et al.* (2008). Elle consiste à déterminer les jours humides ( $P > ETP$ ), donc favorables aux semis, en utilisant la valeur de l'ETP moyenne journalière maximale de Thornthwaite. Par la suite, on calcule les fréquences relatives mensuelles des jours humides et on détermine les mois probables des semailles qui doivent présenter une fréquence relative mensuelle (des jours humides) minimale de 1 jour sur 5.

Pour le Niger, les dates de semis ont été arrêtées à partir de la combinaison de critères agronomiques et de critères climatiques (MARTEAU *et al.*, 2010). Quant à BALME *et al.* (2005), ils avaient combiné le critère climatique et le critère hydrologique pour déterminer les dates de démarrage des saisons des pluies

Pour la Côte d'Ivoire (KOUAKOU KOFFI, 2013), la méthode utilisée est celle d'Eldin. Elle permet de retracer l'état hydrique des plantes d'une région, décade après décade, et d'une année à une autre. Elle a servi à la détermination des périodes végétatives au cours desquelles des pluies sont supérieures à l'ETP et ETP/2. A cet effet, on procède en comparant la pluie (l'apport d'eau) et l'évapotranspiration potentielle (ETP) dans chaque décade de la série.

Toutes ces méthodes ont en commun, le pas de temps utilisé qui est la décade d'une part et les paramètres du bilan hydrique (précipitations et évapotranspiration potentielle). Notre méthode a l'avantage, en sus du bilan hydrique, de prendre aussi en compte les longues séquences sans pluies pour fixer les dates de démarrage. En effet, les séquences sèches constituent l'une des anomalies qui affectent souvent les effets de la saison des pluies. Leur apparition au tout début de la saison des pluies engendre une perte de semences, surtout avec le réchauffement climatique actuel, devenu plus qu'une réalité à Pointe-Noire (MASSOUANGUI-KIFOUALA *et al.*, 2021).

Les résultats obtenus montrent que Pointe-Noire, située dans la plaine côtière, présente presque les mêmes caractéristiques que la vallée du Niari. En effet, les travaux de MOUNZEO *et al.* (2012) ont montré, à partir de

deux variétés de manioc, que les deux premières décades de novembre sont favorables à la plantation et permettent d'obtenir de bons rendements.

Les travaux antérieurs se sont intéressés à la détermination des dates de démarrage des saisons des pluies considérées comme périodes favorables aux semis. Or, la réalité a montré que ces dates sont très variables d'une année à l'autre. Cette irrégularité met les paysans dans une situation très difficile pour décider de semer ou d'attendre encore. C'est pourquoi, il est préférable d'arrêter les périodes de semis en fonction des décades jugées favorables.

## CONCLUSION

L'objectif visé par cet article a toute son importance : identifier les périodes jugées favorables aux semis dans l'agglomération de Pointe-Noire. Avec l'explosion démographique qu'enregistre cette ville, la demande en denrées agricole ne fait que s'accroître. Et la meilleure façon d'approvisionner la ville en produits agricoles et de la rendre moins dépendante du reste du pays et surtout de la vallée du Niari est de réfléchir sur les stratégies pouvant permettre de renforcer l'agriculture urbaine et péri-urbaine. La recherche de dates favorables aux semis en est l'une des stratégies.

En prenant en compte les résultats issus des trois méthodes retenues pour cette étude, nous avons proposé la première décade du mois de novembre comme période de semis pour le premier cycle et la première décade de mars pour le deuxième cycle. Toutefois, il est possible de faire des semis précoces à Pointe-Noire ; dès le mois de février peu importe la décade.

En adoptant les périodes ainsi déterminées, on a la chance de voir s'établir un réel régime de pluies et une réserve utile en quantité acceptable. Face à l'instabilité des dates de démarrage des saisons des pluies, il vaut mieux s'intéresser aux périodes qu'à des dates pour réussir les semis.

En perspective, il serait très intéressant de mener une étude sur la perception et les stratégies d'adaptation locales adoptées par les « citadins-paysans » face aux aléas pluviométriques.

## BIBLIOGRAPHIE

- ADEWI E., BADAMELI KOSSI M.S & DUBREUIL V., 2010. Evolution des saisons des pluies potentiellement utiles au Togo de 1950 à 2000, *Climatologie*, 7 : 89-107.
- BALME M, GALLE S. & LEBEL T., 2005. Démarrage de la saison des pluies au Sahel : variabilité aux échelles hydrologique et agronomique, analysée à partir des données EPSAT-Niger, *Sécheresse*; 16 (1) : 15-22.
- CHOISNEL E., 1992. Le calcul du bilan hydrique du sol : options de modélisation et niveaux de complexité, *Science du sol*, 30 : 15-31.
- CHOPART J.L., VAUCLIN M. & NICOU R., 1991. Le bilan hydrique: dilettantisme ou nécessité pour comprendre les relations milieu physique-culture en zone tropicale sèche?, Soil Water Balance in the Sudano Sahelian Zone (Proceedings of the Niamey Workshop, February 1991). *IAHS*, 199 : 345-355.
- DANCETTE C., 1978. Estimation des besoins en eau des principales cultures pluviales en zone soudano-sahélienne, *l'Agronomie Tropicale* 38 (4) :281-294.
- DIOP M., 1996. A propos de la durée de la saison des pluies au Sénégal. *Sécheresse*, 7 : 7-15.
- HOUNDENOU C. & HERNANDEZ K., 1998. Modification de la saison pluvieuse dans l'Atakora (1961-1990). Un exemple de sécheresse au nord-ouest du Bénin (Afrique occidentale), *Sécheresse*, 1 :23-34.
- HOUSSOU V. M. C., HOUNSOU B. M, ULRICH C.S., ALLE Y., HOUSSOU S. C. & AGBOSSOU K. E., 2016. Variabilité pluviométrique et impact sur le bilan hydrique des sols sous culture d'ananas au Sud-Bénin, *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 15 (4) : 830-845
- HUFTY A., 2001. *Introduction à la climatologie*. De Boeck Université, Bruxelles, 542 p.
- ILUNGA L. & MUGIRANEZA A., 2006. Méthode pour déterminer la date probable des semailles à Kigali et ses environs, *Geo-Eco-Trop*, 30 (2) : 13-20.
- ILUNGA L, MUKINGAMBEHO D, MUGWANEZA A., MUGIRANEZA A., MAGURU M., UWIMANA J. & MUHIRE I, 2008. Dates probables des semailles au Rwanda, *Geo-Eco-Trop*, 32 : 29-36
- KOUAKOU K. E. , KOUASSI A., KOUASSI F. W., GOULA BI TIE A. & SAVANE I., 2013. Détermination des périodes optimales de semis du riz pluvial au Centre-ouest de la Côte d'Ivoire, *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 3 (3) : 719-726.
- LAMY C. & DUBREUIL V., 2013. Impact potentiel du changement climatique sur les sécheresses pédologiques en Bretagne au 21<sup>ème</sup> siècle, *Climatologie*, 10 : 107-121
- LEVASSEUR D., 2014. *L'agriculture urbaine, un renforcement pour la sécurité alimentaire dans un contexte de changements climatiques: le cas du Québec et d'Oregon*, mémoire de maîtrise, Univ. de Sherbrooke, Faculté des Sciences, 106 p.

- MANKESSI J., 2013. *Les contraintes climatiques et bioclimatiques et leurs indices sur l'agriculture pluviale sur les plateaux Babembé (Congo-Brazzaville)*, Thèse de Doctorat, Université Marien Ngouabi, FLSH (République du Congo), 288 p.
- MASSOUANGUI-KIFOUALA, M. 2019. Cartographie et caractérisation du déficit hydrique dans la vallée du Niari (République du Congo). *Cinq Continents* 9 (20) : 226-238
- MASSOUANGUI-KIFOUALA M., 2021. Identification des dates de démarrage et de fin des saisons des pluies à Pointe-Noire (République du Congo), *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 32 (1) : 83-92
- MASSOUANGUI-KIFOUALA M., BATCHI MAV, A.P. & MALEKE, P.S.L. 2021. Tendances des événements extrêmes de température à Brazzaville et à Pointe-Noire (République du Congo) de 1950 à 2010. *Cinq Continents* 11 (23) :103-119
- Ministère de la Construction, de l'Urbanisme, de la Ville et du Cadre de Vie, 2016. *Schéma Directeur d'Urbanisme de la Ville de Pointe-Noire*, 88 p.
- MOUNDZEO L., MVOULATSIERI M., FOAHOM B., MBOU S. & SONWA D., 2012. Dates de plantation et de récolte des variétés de manioc dans la Vallée du Niari (Congo), *African Crop Science Journal*, 20, (82) : 603-612
- NDONG J.B., 2003. Caractérisation de la saison des pluies dans le centre-ouest du Sénégal, *publication de l'association internationale de climatologie*, 15 : 326-332
- POSS R., SARAGONI H. & IMBERNON J., 1988. Bilan hydrique simulé du maïs au Togo méridional, *L'agronomie Tropicale*, (3) :18-29.
- SAMBA G., 2000. *Agroclimatologie de la région du Pool (en République du Congo)*. Thèse de doctorat, Université de Bourgogne-Dijon, 212 p.
- SCHILTER C., 1991. L'agriculture urbaine: une activité créatrice d'emplois, en économie de survie (Le cas de Lomé), *Cah. Sci. Hum.* 27 (1-2):159-168.
- STERN R., RIJKS D., DALE I & KNOCK J., 2006. *Instat Climatic Guide*, 320p.
- TRABOULSI M, 2012. La saison pluvieuse au Proche-Orient: une tendance au raccourcissement, *Climatologie*, 9 : 9-29
- VAN DIEPEN C.A. & AZONTONDE A. H., 1979. *Détermination des dates de semis basée sur l'analyse fréquentielle de la pluviométrie décadaire au Bénin*, étude N° 208, 100p.