

Pour une meilleure utilisation de l'agrométéorologie dans les pays en développement

Ayorinde A. Olufayo, Charles Baldy

Les pays en développement (PVD)* s'efforcent d'accroître leur production alimentaire, mais trop d'agriculteurs, souvent illettrés, couvrent difficilement leurs propres besoins en aliments, du fait de leurs faibles moyens techniques. La croissance continue des populations augmente encore les risques de pénurie dans l'avenir et amène à rechercher des méthodes de formation et de vulgarisation plus adaptées.

Des programmes de formation en agrométéorologie, pour les enseignants et les vulgarisateurs qui sauront appliquer les résultats des recherches aux problèmes locaux, peuvent contribuer puissamment au développement de l'agriculture et de l'économie des PVD. Notre exemple est centré sur le cas du Nigeria, pays le plus peuplé d'Afrique, qui comporte presque toutes les zones écologiques tropicales, mais les thèmes abordés sont applicables à la plupart de ces pays.

La production agricole dépend de la succession des phénomènes météorologiques au cours d'une année, mais aussi des

variations interannuelles du climat [1, 2] qui doivent guider le choix des systèmes de culture à adopter en un lieu donné. Le succès d'une opération dépendra donc de l'utilisation de méthodes adéquates, en particulier de la prise en compte des conditions météorologiques des jours précédents et de la prévision de celles des jours suivants. On sait qu'une période adéquate de semis améliorera généralement le rendement d'une culture donnée. La réalisation des travaux au moment adéquat et dans les limites de temps optimales constitue une des clés principales du succès, qui demande des outillages adaptés. Améliorer la production agricole passe par la réduction des

risques pendant l'exécution de chaque opération [3], comme l'illustre la figure 1.

L'agrométéorologiste doit étudier comment adapter les activités agricoles aux conditions climatiques locales ainsi que leurs interactions avec chaque culture. Cela inclut l'utilisation des prévisions météorologiques et des analyses de risques, mais aussi le choix de successions culturales peu agressives, de méthodes phytosanitaires adaptées et des modifications du milieu naturel (telles que brise-vent ou méthodes anti-érosives) qui réduiront les effets d'un accident climatique [4]. Au Nigeria, comme dans la plupart des PVD, trop de pay-

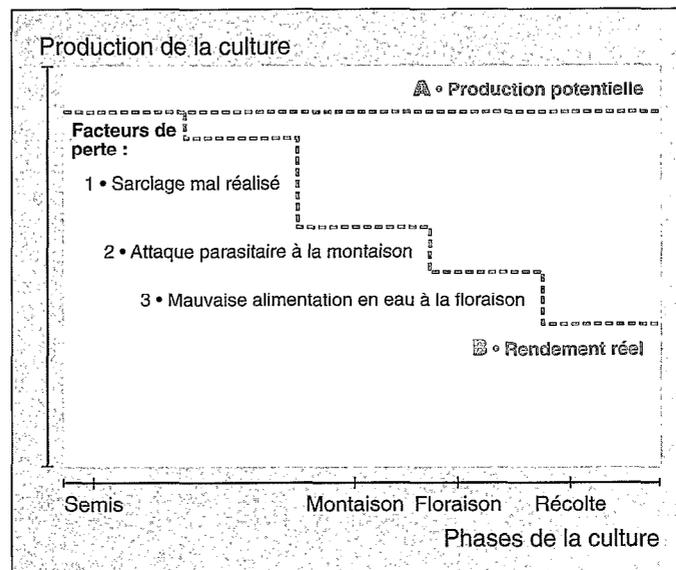


Figure 1. Illustration schématique des réductions de production potentielle résultant de réalisations imparfaites des travaux agricoles ou des accidents météorologiques dans le cas d'une céréale (d'après Rijks [3]).

Figure 1. Diagram of successive reductions in potential cereal crop production due to poor farming practices or meteorological hazards.

A.A. Olufayo : Departement of Agricultural Engineering, Federal University of Technology, PMB 704 Akuré, Nigeria.

C. Baldy : Institut national de la recherche agronomique, Département de bioclimatologie, 98, allée de Bresse, 73000 Chambéry cedex, France.

Tirés à part : C. Baldy

* Les sigles et termes spéciaux sont expliqués dans le glossaire p. 297.

sans, mais aussi d'agronomes, ignorent encore les bénéfices qu'ils pourraient en tirer.

Le Nigeria encourage des entrepreneurs (nationaux ou étrangers) à investir dans l'agriculture. Les aides fournies comportent des prêts bancaires, des taxes faibles ou nulles sur les intrants agricoles, etc. Mais la réponse obtenue est très faible, alors que les secteurs non agricoles attirent les investisseurs. Une raison majeure de cette faible réponse des entrepreneurs est liée au fait qu'il s'agit d'investissements à haut risque, dû en grande partie aux aléas climatiques importants qui affectent l'agriculture. Un travail de longue haleine attend encore les agrométéorologistes pour analyser, puis réduire les risques dans ce secteur. Toute étude de faisabilité concernant un projet agricole devrait s'appuyer sur une étude agrométéorologique : certaines institutions financières l'exigent et ne délivrent le prêt que si le risque est faible et prédictible. À cet égard, la formation, la recherche et la vulgarisation en agrométéorologie peuvent aider à améliorer et régulariser la production agricole.

Formation initiale et formation continue

Dans les enseignements secondaire et universitaire, les formations en agrométéorologie sont actuellement presque partout insuffisantes. Cela est dû en partie à l'absence de cette matière dans les cursus d'agronomie ou de disciplines telles que l'écologie, mais aussi dans ceux de la météorologie. Jusqu'à une date récente, la science agronomique tropicale était fondée sur des modèles du « monde occidental », ou de « pays développés », issus des connaissances acquises en climats tempérés : les programmes de formation ont été mis au point par des expatriés, sans tenir vraiment compte des effets du climat tropical, ni d'ailleurs d'autres conditions locales particulières.

Dans trop d'universités africaines, les premiers cycles d'agronomie, de génie agronomique, de foresterie ou d'écologie n'incluent aucun enseignement de météorologie agricole. Ainsi, au Nigeria, seule l'Université agronomique d'Abéokuta (État d'Ogun) assure une formation en agrométéorologie dès le premier cycle. En conséquence, le Nigeria, comme la plupart des PVD, a peu d'agrométéoro-

logistes et ceux-ci sont éparpillés entre différents services gouvernementaux et les établissements d'enseignement. L'enseignement de l'agrométéorologie est plus développé dans les pays francophones (photo 1), tels le Burkina Faso ou la Côte d'Ivoire, où cours et travaux pratiques constituent un module important dès la première année du deuxième cycle d'études agronomiques.

Dans les pays sahéliens, pour pallier cette carence, l'OMM a créé, pour le CILSS, le Centre Agrhymet à Niamey (Niger) [5] qui assure des formations en agrométéorologie et en hydrologie, effectue des recherches et appuie les services d'agrométéorologie opérationnelle de la sous-région en leur fournissant des éléments d'information et de prévision destinés à sécuriser les productions agricoles [6-8].

Les formations universitaires en météorologie sont orientées surtout vers leurs applications à l'aéronautique, principal bailleur de fonds. Ainsi, l'Université fédérale de Technologie d'Akure, dans l'État d'Ondo (Nigeria) a été choisie par l'OMM comme l'un des Centres assurant cette formation en Afrique occidentale anglophone. La formation en météorologie de cette université au niveau du *bachelors degree* (correspondant à la licence française) couvre un large domaine. Mais le programme ne consacre qu'un seul module à l'agrométéorologie. Et les météorologistes formés aux applications

en agriculture (ou au milieu naturel de façon générale) trouvent trop peu de débouchés.

La météorologie agricole devrait être introduite dans les programmes scolaires dès le niveau de l'école primaire, et en tous cas à celui du lycée (comme aux États-Unis), pour expliquer aux élèves en quoi leur environnement diffère de celui des pays tempérés [9, 10].

Des formations continues en agrométéorologie sont à développer aussi, car elles font défaut dans la plupart des PVD. Les programmes sont à adapter aux problèmes locaux. Ils doivent être fortement rattachés à la géographie, à l'écologie, à la botanique et aux ressources biologiques existantes [11]. Autrement dit, cette formation doit être différente en zones de forêt, de savane ou soudano-sahélienne. Dans chaque État du Nigeria, des programmes de sensibilisation de courte durée seraient à organiser pour les agriculteurs, gérants de domaines, agents des services agricoles et agents de vulgarisation, impliqués dans la gestion quotidienne des décisions à prendre au niveau de la ferme.

Les universités ont donc un rôle majeur à jouer : elles doivent former des enseignants aptes à assurer les cours dans les lycées, les écoles d'agriculture et les universités, mais aussi capables de proposer la vulgarisation à des groupements d'agriculteurs.

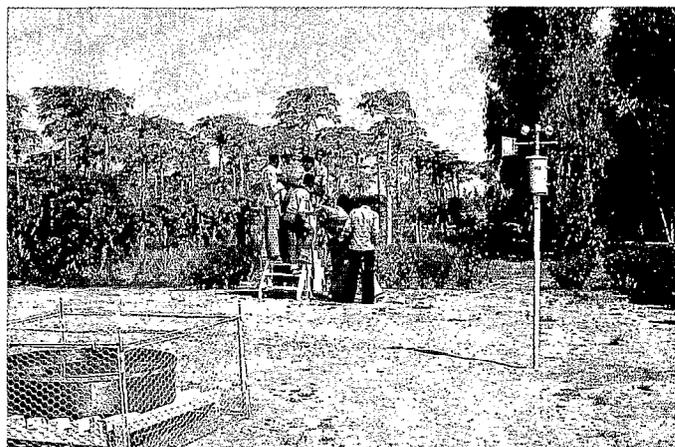


Photo 1. Stage pratique d'agrométéorologie d'un groupe d'élèves ingénieurs de la faculté d'agronomie de Ouagadougou (Burkina Faso). Les étudiants apprennent à utiliser les instruments et à exploiter les données à des fins agricoles (cliché dû à C. Baldy).

Photo 1. Agricultural meteorology training course with a group of students at the Faculty of Agronomy in Ouagadougou (Burkina Faso). They learn how to use meteorological instruments and analyse the data for agricultural purposes.

Notons que, en appui au programme *ad hoc* de l'OMM, la Belgique a créé à Arlon, depuis près de quinze ans, deux formations en agrométéorologie, qui durent neuf mois ou deux ans, à l'intention d'ingénieurs agronomes ou de météorologistes confirmés. La formation longue peut aboutir à un mémoire de doctorat. Elles sont destinées (avec les bourses correspondantes) aux ressortissants des pays francophones.

Les applications de la recherche

Les applications de l'agrométéorologie sont très variées et leur impact est multidisciplinaire (figure 2). Elles englobent génie rural, physique, mathématiques, pathologie, génie génétique, entomologie, etc. C'est ainsi, par exemple, qu'agronomes, zootechniciens, pathologistes et entomologistes ont mis en relation le développement de nombreuses maladies et attaques d'insectes, les conditions atmosphériques et les rapports existant entre eau, sol et températures [12].

De telles informations, sous forme de banques de données et de guides pratiques, permettraient aux services agrométéorologiques de fournir en temps utile à la protection des végétaux des informations permettant d'estimer et de mieux contrôler la vitesse de pullulation des mauvaises herbes, des animaux nuisibles ou des agents de maladies. Les services de vulgarisation agricole pourraient ainsi amener les agriculteurs à n'effectuer les traitements qu'au bon moment et à doses plus faibles. La prévision d'un événement climatique ou d'un risque agricole peut se faire aux niveaux local ou régional. Ainsi, la prévision d'une période de sécheresse est toujours fondée sur l'analyse des variations régionales des températures et des pluies, qui sont loin d'être toujours fiables, car le nombre de postes climatiques qui transmettent les informations en temps réel est très réduit. Le Centre Agrhymet envoie à tous les services météorologiques de son réseau, en temps réel, les informations fournies par les satellites d'observation de la terre sur le développement des lignes de grain au-dessus de la zone soudano-sahélienne. Le problème est de faire parvenir assez rapidement l'information aux agriculteurs...

Le suivi par télédétection spatiale de faibles variations des températures de

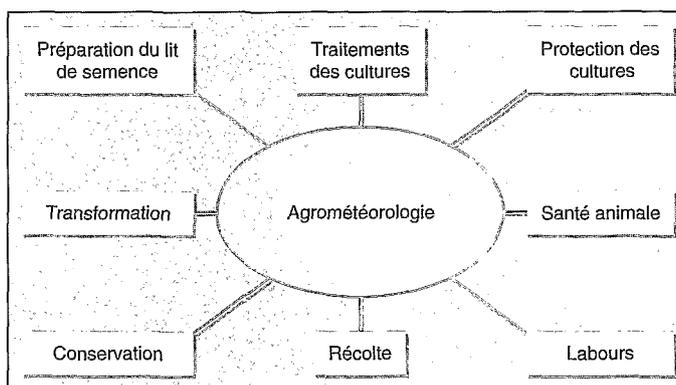


Figure 2. Interrelations existant entre l'agrométéorologie et différentes activités agricoles.

Figure 2. Relations between agricultural meteorology and some agricultural activities.

surface de l'océan Pacifique fournit des indicateurs de risques de sécheresse très fiables pour l'Afrique du Sud et assure une prévision, valable à plus de 60 %, des rendements du maïs au Zimbabwe [13]. Le modèle développé analyse l'évolution de cette culture dans la région avec assez de précision et assez longtemps à l'avance pour informer chaque année en temps utile les agriculteurs de la meilleure période de semis.

Ce même type d'étude est réalisé depuis plusieurs années au Mali [10] en recou-

pant données satellitaires et observation locale des pluies et de l'humidité des sols. Il permet de fournir en temps utile des recommandations concernant notamment les semis des céréales ou les traitements phytosanitaires de certaines cultures (encadré 1).

Au niveau local, à l'échelle du champ, le microclimat mesuré dans des cultures peut être couplé à des notations phénoménologiques, ce qui permet de proposer des solutions. Ainsi pour le sorgho [14], des variations des températures de l'air pen-

Encadré 1

Calendrier prévisionnel des dates de semis du mil et du sorgho au Mali (d'après Blad [10])

Durée des cycles de culture

Cent vingt jours

- Ne pas semer avant le 1^{er} juin.
- Semer du 1^{er} au 10 juin, si le cumul pluviométrique décadaire a été égal ou supérieur à 40 millimètres.
- Semer du 11 au 20 juin, si le cumul décadaire a été au moins égal à 20 millimètres.
- Semer à partir du 21 juin, même en sec, mais de préférence après une pluie.
- Après le 10 juillet, il est recommandé de semer une variété à cycle plus court.

Quatre-vingt-dix jours

- Ne pas semer avant le 10 juin.
- Semer du 11 au 20 juin si le cumul pluviométrique décadaire a été égal ou supérieur à 40 millimètres.
- Semer du 21 au 30 juin, si le cumul décadaire a été au moins égal à 20 millimètres.
- Semer du 1^{er} au 10 juillet, si le cumul pluviométrique est de 10 millimètres au moins.
- Semer du 11 au 20 juillet, même en sec, mais de préférence après une pluie.
- Après ces dates, il est conseillé d'employer une variété à cycle plus court.

Cropping calendar for millet and sorghum in Mali.

Length of the crop cycle : 120 days ; 90 days

dant les phases végétatives, puis le remplissage du grain, et les conditions pluviométriques pendant les phases de présemis et de croissance végétative expliquent au moins 80 % de la variabilité du rendement à Kabba (Nigeria). Des températures élevées et des pluies fortes pendant les quatre-vingt-quatorze premiers jours après le semis réduisent le rendement final du sorgho sur cette station expérimentale. De telles informations peuvent avoir une grande portée pour l'agriculture, si elles sont correctement utilisées.

Les performances de plusieurs méthodes de travail du sol sur le développement du sorgho ont été étudiées, à Saria (Burkina Faso), en comparant la température de l'air sous abri à celle d'émission du feuillage, obtenue par radiothermométrie infrarouge. L'utilisation sur le terrain de cette méthode a débuté récemment, quand des appareils simples et fiables sont apparus ; elle est encore très peu utilisée dans les PVD. Les mesures, simples, aisées et rapides, permettent de comparer de façon non destructive les températures de l'air, de la surface du sol et du feuillage des plantes [16-18]. Les écarts observés pendant des phases telles que la montaison et la floraison expliquent bien les différences de rendement final, liées aux diverses techniques culturales appliquées.

L'utilisation de technologies de ce type est à encourager, car elles peuvent révolutionner les recherches et les services que l'agrométéorologie peut rendre. L'expérimentation en agrométéorologie est en effet parfois très coûteuse et l'acquisition des données sur le terrain demande beaucoup d'efforts.

La vulgarisation

Les paysans connaissent empiriquement l'importance des conditions de milieu et en tiennent compte pour organiser leurs travaux. Mais les interactions existant entre climat et agriculture sont très complexes et des services de vulgarisation efficaces sont nécessaires afin de diffuser l'information pour chaque saison de culture, en l'adaptant aux zones pédoclimatiques et en utilisant, de préférence, les langues nationales. Ces services ont des effectifs et des compétences très différents, tant entre États du Nigeria que plus généralement en Afrique.

Dans les pays développés, les agriculteurs interrogent aisément les services agromé-

Summary

How can education and extension in agricultural meteorology be improved to ensure sustainable agriculture in developing countries?

A.A. Olufayo, C. Baldy

All forms of agricultural production are closely dependent on weather and climate. Both of these uncontrolled factors have an impact on farm production management practices, from seed-bed preparation to harvest. They therefore have to be taken into consideration when making decisions on suitable management practices. An understanding of agricultural meteorology would be helpful in reducing environmental risks due to the use of poor agricultural practices. Unfortunately, in developing countries, agricultural meteorology is currently not being sufficiently taught in schools. Consequently, there are not enough agricultural meteorologists to meet countries' research, education and service needs. More attention should be given to agrometeorology training, both at secondary school and university levels, in order to improve the present situation and ensure increased agricultural production.

Cahiers Agricultures 1997 ; 6 : 293-8.

téorologiques qui fournissent les informations sous des formes peu coûteuses et aisément utilisables par des professionnels capables de prendre des décisions économiques [19]. Ainsi, en France, Météo-France et les services agrométéorologiques des Chambres d'agriculture de certains départements fournissent par Minitel ou téléphone les données quotidiennes et les prévisions sur une semaine aux agriculteurs et aux autres usagers. Aucun service de ce type ne fonctionne encore de façon satisfaisante en Afrique, où les agriculteurs continuent à n'employer que leurs connaissances empiriques. Ainsi, les dates de plantation sont souvent choisies à l'aveuglette, alors qu'il est possible de prévoir les dates de semis les plus favorables, quand la pluie se stabilise de région en région [10, 20, 21].

Dans le cas particulier du Nigeria, la structure de l'agrométéorologie est organisée à trois niveaux : l'État, la zone et la nation avec, sur le plan national, rattachement au Service météorologique à Lagos. Un des objectifs prioritaires de la section d'agrométéorologie est de collecter les données qui constituent la base des recherches et des informations destinées aux services de vulgarisation. Mais le réseau de stations ne comporte que cent quarante postes pluviométriques simples et quarante stations principales [22]. Il ne peut rendre compte de la

diversité des situations météorologiques d'un pays de plus de 900 000 km².

En pratique, des informations sur les pluies et les températures sont difficiles à obtenir pour certaines zones, quelques séries de données présentent de nombreux manques et d'autres, enfin, ne comportent pas divers éléments utiles. Cela est dû à une méconnaissance de leur importance, mais aussi à une structure et à des moyens matériels inadaptés à leur acquisition. L'utilisateur perd beaucoup de temps à obtenir des renseignements qui devraient normalement être fournis en quelques minutes si une bonne base de donnée informatisée existait. La vulgarisation pourrait ainsi fournir aux agriculteurs énormément d'informations. Dans plusieurs pays voisins [9, 10, 23] au contraire, des bulletins agrométéorologiques sont diffusés régulièrement aux services de vulgarisation agricole depuis plus de dix ans.

Conclusion

Une meilleure utilisation de l'agrométéorologie peut améliorer la productivité de l'agriculture dans les PVD. Elle peut fournir des informations importantes aussi bien sur les risques climatiques (chaleur exceptionnelle, sécheresses, tornades, risques d'infections parasitaires...)

Encadré 2

Applications de l'agrométéorologie au développement agricole (d'après Rijks [24])

Applications liées au climat météorologique

Choix des systèmes de culture
 Organisation de l'espace
 Choix des cultures
 Choix des cultures associées à l'espèce principale
 Choix de la variété
 Choix du matériel agricole
 Choix de l'écartement des rangs
 Choix de la méthode d'irrigation
 Choix des méthodes phytosanitaires

Applications liées aux données

Date et durée de préparation du sol
 Date de plantation ou de semis
 Densités de plantation
 Choix d'une variété de remplacement (en cas d'anomalie météorologique)
 Organisation des travaux de terrain
 Distances de plantation dans le rang
 Doses et fréquences des irrigations
 Doses et fréquences des traitements phytosanitaires

Agricultural meteorology applications for agricultural development purposes

que sur le choix de pratiques agricoles mieux adaptées. Elle peut fournir aussi des solutions à des problèmes d'environnement négligés jusqu'à présent. Il y existe malheureusement peu d'agrométéorologistes formés à ces tâches, ce qui exige de se focaliser plus sur une formation continue en ce domaine. On a vu que les universités (et plus particulièrement leurs départements d'agriculture et de disciplines liées à l'agriculture) et les écoles d'enseignement agricole secondaire ont des rôles importants à jouer. Les agriculteurs, les directeurs de domaines et les vulgarisateurs généralistes ont besoin d'être mieux informés par des stages de courte durée sur l'importance de cette matière.

Les chercheurs des universités et des centres de recherche devraient concentrer leurs efforts sur les thèmes les plus importants en pratique pour les agriculteurs tels que le choix de la longueur du cycle de culture et des dates de semis des céréales (sorgho, maïs, riz pluvial...). Dans les périmètres irrigués, les dates de mise en place des pépinières et de repiquage du riz sont tout aussi importantes. On peut citer aussi le choix de variétés d'arbres fruitiers adaptées aux conditions climatiques locales (encadré 2). La mise

en œuvre de méthodes de lutte contre les pertes de sol (haies ou alignements de pierres en courbes de niveau) et de lutte intégrée contre les parasites des cultures demandent aussi un support agrométéorologique permanent.

Malheureusement, les thèmes pour lesquels les chercheurs trouvent des financements ont souvent peu de lien avec les besoins des agriculteurs. La faiblesse numérique et qualitative des services de vulgarisation fait d'ailleurs que beaucoup d'acquis « restent dans les tiroirs ».

Rien de tout cela ne peut se réaliser sans agents de vulgarisation bien formés et convaincus qui permettraient d'améliorer à peu de frais la production et le développement économique des PVD en vulgarisant les technologies nouvelles. La priorité est donc de développer leur formation et de leur fournir les moyens d'utiliser ces résultats.

Dans le cas particulier du Nigeria, la densité du réseau agrométéorologique devrait être renforcée et des bulletins d'informations régionalisés seraient à généraliser. Dans des pays tels que le Bénin, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, le Mali et le Niger, les services météorologiques nationaux, en coopération étroite avec les services de l'agriculture, ont

Glossaire

Activités agricoles : ce terme englobe la production, la transformation et la commercialisation des denrées, toutes soumises à des aléas d'origine météorologique.

Agrométéorologie : ensemble des applications de la météorologie (et de la climatologie) à l'agriculture (y compris l'élevage, les forêts et la conservation des espaces naturels).

Centre Agrhymet : centre de formation en météorologie agricole et hydrologie opérationnelle, basé à Niamey (Niger).

CILSS : Comité interÉtats de lutte contre la sécheresse dans le Sahel.

Formation continue : enseignements de courte durée organisés localement pour assurer l'approfondissement des connaissances, après la formation initiale obtenue dans les écoles ou les universités.

OMM : Organisation météorologique mondiale (WMO en anglais).

PVD : Pays en (voie de) développement.

Radiothermométrie infrarouge : méthode permettant de mesurer directement la température d'émission d'un corps dans l'infrarouge thermique. Comparée à la température de l'air, elle permet de définir des états de stress (hydrique ou pathologique) du végétal (ou de l'animal) concerné.

Zone soudano-sahélienne : ensemble climatique d'Afrique de l'Ouest situé entre les isohyètes annuelles 400 et 1 200 millimètres.

inclus l'agrométéorologie opérationnelle dans leurs programmes et des bulletins contenant des informations agrométéorologiques pratiques concernant les dates de semis ou de plantation, les traitements phytosanitaires, etc., sont déjà diffusés régulièrement [23] □

Remerciements

Les auteurs expriment leur gratitude au Dr T.A. Fasheun, météorologiste du Département de météorologie de l'Université fédérale de technologie d'Akure, Nigeria, et aux Dr Fagbenro et J.A. Fuwape de l'Université fédérale de technologie d'Akure pour les informations si utiles qu'ils ont fournies.

Références

1. Baldy C. Agrométéorologie et développement des régions arides et semi-arides. Paris : INRA Edit., 1986a ; 114 p.
2. Baldy C. Agrométéorologie et irrigation en zone soudano-sahélienne. *La Météorologie* VII, 1986b ; 14 : 36-41.
3. Rijks D. Practical steps in operational meteorology for crop protection. *Proc. Seminar on agrometeorology and crop protection in the lowland humid and subhumid tropics. Cotonou Bénin 1987, Genève*. WMO Edit., 23-7.
4. Decker W. Developments in agricultural meteorology as a guide to its potential for the twenty-first century. *Agric For Meteorol* 1994 ; 69 : 9-25.
5. Morel R. Sécheresse et rendement des cultures. In : *Influence du climat sur la production des cultures tropicales*. Congrès régional F.I.S. Stockholm, C.T.A. Wageningen, 1991 ; 209 : 218.
6. Diarra B, Lahuc JP. Utilisation pratique des données agrométéorologiques au Mali : contribution des images satellitaires. *Veille Clim Satell* ; n° 53, Lannion : ORSTOM/MétéoFrance, 1995 ; 34 : 52.
7. Diarra B, Konaré K. Réduction de l'impact du climat sur le calendrier agricole au Sahel. In : Reyniers, Montoyo, eds. *Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale*. Paris : Éditions John Libbey, 1994 : 31-8.
8. Cortier B. Le diagnostic hydrique des cultures et la prévision des rendements en mil en zone sahélienne. In : Reyniers, Montoyo, eds. *Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale*. Paris : Éditions John Libbey, 1994 : 349-62.
9. Hallé F. *Un Monde sans hiver : les tropiques, nature et sociétés*. Paris : Seuil, 1993 ; 370 p.
10. Blad B. Future directions and needs for academic education in agricultural meteorology. *Agric For Meteorol* 1994 ; 69 : 27-32.
11. Buntings AH, Buntings F. *The future of shifting cultivation in Africa and task of the Universities*. Rome : FAO Edit., 1985 : 176-87.
12. Mathys G. Novel approaches in crop protection. *Proc. Seminar on agrometeorology and crop protection in the lowland humid and subhumid tropics*. Cotonou Bénin : WMO Edit., 1987 : 29-42.
13. Lane M, Buckland R. When the Pacific sneezes, Africa catches a cold. *Spore* 1994 ; 54 : 12.
14. Olaniran OJ, Babatolu JS. Climate and the growth of sorghum at Kabba, Nigeria. *J Agric Meteorol (Japan)* 1987 ; 42 : 301-8.
15. Olufayo A, Baldy C, Somé L, Traoré I. Tillage effects on grain sorghum (*Sorghum bicolor* (L) Moench) development and plant water status in Burkina Faso. *Soil and Tillage Res* 1994 ; 32 : 105-16.
16. Jackson RD, Idso SB, Reginato RJ, Pinter PJ Jr. Canopy temperature as a crop water stress indicator. *Water Res* 1981 ; 17 : 1133-8.
17. Olufayo A, Baldy C, Ruelle P. Effect of ambient conditions on calibration of hand held infrared radiothermometers. *Agronomie* 1993a ; 13 : 835-43.
18. Olufayo A, Baldy C, Ruelle P, Konaté J. Diurnal course of canopy temperature and leaf water potential of sorghum (*Sorghum bicolor* (L) Moench) under a Mediterranean climate. *Agric For Meteorol* 1993b ; 64 : 223-36.
19. Hollinger S. Future directions and needs in agricultural meteorology/climatology and modelling. *Agric For Meteorol* 1994 ; 69 : 1-7.
20. Stern RD, Dennett MD, Dale FC. Analyzing daily rainfall measurements to give agronomically useful results. I. Direct Methods. *Exp Agric* 1982 ; 18 : 223-36.
21. Fasheun TA. Modeling of daily rainfall sequences for farm operations planning in Ibadan. *Nigerian Meteorol J* 1983 ; 1 : 102-9.
22. Akeh LE. Highlights of agrometeorological activities in Nigeria. In : *Proceedings of the Seminar on agrometeorology and crop protection in the lowland humid and subhumid tropics*. Cotonou, Bénin : WMO Edit., 1987 : 189-91.
23. Agbadjagan J. Activités du Service météorologique du Bénin. In : *Proceedings of the Seminar on agrometeorology and crop protection in the lowland humid and subhumid tropics*. Cotonou, Bénin : WMO Edit., 1987 : 175-88.
24. Rijks D. Climatic information for sustainable and profitable agricultural production systems in the tropics. In : *Colloque « Influence du climat sur la production des cultures tropicales »*. FIS/CTA Ouagadougou. FIS Stockholm Edit., 1991 : 460-80.

Résumé

Les productions agricoles dépendent de la météorologie et du climat qui affectent les méthodes culturales de la préparation du lit de semence à la récolte. Une connaissance adéquate de la météorologie agricole pourrait aider à réduire les risques pour l'environnement qui découlent de l'utilisation de certaines méthodes de culture. Dans la plupart des pays en développement, les formations en météorologie agricole aux niveaux scolaire et universitaire sont très peu développées. On a donc un nombre très réduit d'agrométéorologistes capables de répondre aux besoins en matière de formation, de recherche et de vulgarisation. Il serait dès lors nécessaire de mieux organiser les formations en agrométéorologie aux différents niveaux d'enseignement.