

**AFPP – VINGT ET UNIÈME CONFÉRENCE DU COLUMA
JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES
DIJON – 8 ET 9 DÉCEMBRE 2010**

**LA PLATEFORME AFROWEEDS – LE PARTAGE D'INFORMATION
ET L'AIDE A L'IDENTIFICATION DES ADVENTICES DES RIZIERES EN AFRIQUE
DANS UNE DEMARCHE COLLABORATIVE REGIONALE**

T. LE BOURGEOIS⁽¹⁾, P. GRARD⁽²⁾, P. MARNOTTE⁽³⁾ et J. RODENBURG⁽⁴⁾

⁽¹⁾ CIRAD, UMR AMAP, TA A51/PS2, 34398 Montpellier cedex 5, France,
thomas.le_bourgeois@cirad.fr

⁽²⁾ CIRAD, UMR AMAP, Institut polytechnique de Hanoi, Viet nam, pierre.grard@cirad.fr

⁽³⁾ CIRAD, UR SCA, TA B-102/02, 34398 Montpellier cedex 5, France,
pascal.marnotte@cirad.fr

⁽⁴⁾ AFRICARICE, P.O. Box 33581, Dar es Salaam, Tanzania, j.rodenburg@cgiar.org

RÉSUMÉ

AfroWeeds est la plateforme de travail d'un réseau de malherbologues d'Afrique de l'Ouest, du Centre, de l'Est et d'Europe qui souhaitent partager leurs connaissances sur les adventices des systèmes rizicoles. Cette plateforme utilise les sciences informatiques appliquées à l'agriculture pour réaliser une base de connaissance régionale et d'aide à l'identification des espèces, ainsi que la diffusion de méthodes de lutte. Un espace Web collaboratif permet d'accéder à une base de connaissance commune et à différents outils tels que les systèmes d'identification, d'information, de mise à disposition de documents, de forum, de wikini, etc. Par ailleurs chaque partenaire peut également gérer localement sa propre base de connaissance et échanger tout ou partie de ses données personnelles avec la base commune et/ou importer des données issues de la base commune. Le partage de données et de connaissances entre acteurs, souvent isolés, et entre grandes sous-régions d'Afrique permettra d'améliorer les connaissances de chacun et d'optimiser les méthodes de lutte contre les adventices du riz.

Mots-clés : adventice, riz, Afrique, base de connaissance, plateforme informatique.

SUMMARY

AFROWEEDS: A COLLABORATIVE PLATFORM FOR AFRICAN WEED SCIENTISTS AIMED AT ENHANCING KNOWLEDGE ON RICE WEEDS IN AFRICA

AfroWeeds is a Web-based platform for a network of weed scientists from West, Central, East Africa and Europe who want to share their knowledge on rice weeds. This ICT based science and technology network is used to develop a regional weed science knowledge database and a weed identification system. Through this collaborative platform, partners can access database and several tools such as the identification systems a discussion forum, Wikini, and a document repository to work together. Each partner can manage his/her own local knowledge base and share part of his/her data with a common regional base. He/she can also download some data from the common base to his/her local database. In sharing data and knowledge between actors who are geographically isolated from each other, AfroWeeds will contribute to disseminating and enhancing the knowledge on rice weeds and adopting best weed management practices which in turn benefit productivity enhancement of African rice-based cropping systems.

Key words: weed, Africa, rice, knowledge base, computing platform.

INTRODUCTION

Le riz est l'une des principales céréales consommée en Afrique et le niveau de consommation continue à s'accroître au fil des ans. La sécurité alimentaire en Afrique est un enjeu très important dépendant a) de l'écart entre la production et la consommation de riz au niveau du continent et b) du phénomène continu d'augmentation du prix du riz au niveau du marché international. L'Afrique est largement dépendante du marché international du riz dans la mesure où ses importations annuelles, de l'ordre de 10 millions de tonnes de riz, ne suffisent pas à la demande toujours croissante. L'Afrique demeure le principal importateur mondial, avec un marché représentant près d'un tiers du marché international du riz. Même en 2008 avec une bonne production, l'Afrique a importé près de 9,3 millions de tonnes de riz d'autres régions du monde afin de nourrir sa population (FAO, 2009). L'augmentation de la production provient généralement d'une extension des surfaces cultivées et non de la résolution de certaines contraintes majeures de productivité comme la gestion des adventices ou des ravageurs et maladies. L'Afrique de l'Est et l'Afrique de l'Ouest sont les principales sous-régions productrices de riz représentant 95% de la production de riz au sud du Sahara. La limitation de l'accroissement de la production de riz est due à la grande étendue des zones de cultures pluviales, pour lesquelles la principale contrainte de production est attribuée à l'inefficacité du désherbage.

La croissance mal contrôlée des adventices est reconnue pour être responsable de pertes de rendement de 28 à 74% dans le riz repiqué de bas-fond, de 28 à 89% en riz semé de bas-fond et de 48 à 100% dans le riz pluvial en Afrique de l'Ouest (Akobundu, 1996 ; Johnson, 1997 ; Johnson *et al.*, 2004). Ces pertes représentent pour la région un coût annuel estimé de 2,2 millions de tonnes de riz, équivalent à 1,45 milliard de dollars américain (Rodenburg et Johnson, 2009). Cette mauvaise gestion des enherbements est en grande partie due à une méconnaissance des espèces et des moyens de lutte. C'est pourquoi le partage de données et de connaissances entre acteurs de la recherche, du développement et de la production ainsi que la mise à disposition d'informations et d'outil d'identification des espèces régulièrement actualisés par les acteurs eux-mêmes est un enjeu important du développement agricole africain. Nous présentons ici, la mise en œuvre de la plateforme AfroWeeds (African Weeds of rice) et son fonctionnement au travers d'un réseau de partenaires africains et européens. La diffusion de pratiques de désherbage appropriées et leur adoption par les acteurs agricoles permettra d'accéder à une meilleure productivité des systèmes rizicoles africains et contribuera à améliorer la sécurité alimentaire de la région.

MATERIEL ET MÉTHODE

L'OBJET D'ETUDE LES ADVENTICES DU RIZ

De façon à circonscrire l'étude et pour permettre une meilleure généralisation des résultats et des échanges d'expérience plus enrichissants d'une région à l'autre, il a été décidé de travailler sur les adventices des systèmes de culture rizicoles irrigués et de bas-fond. En effet, ces contextes agroécologiques liés à la présence permanente ou intermittente d'une lame d'eau durant la période de croissance du riz réduit les effets de sélection floristique en fonction des facteurs environnementaux. La présence d'eau devient le facteur sélectif prépondérant. Le système de culture pluvial au contraire engendre une diversité floristique beaucoup plus grande, similaire aux autres cultures pluviales tropicales (cotonnier, maïs, sorgho), qui se traduit par une flore adventice beaucoup plus diversifiée et beaucoup plus variable en fonction des conditions environnementales. Une liste de 185 espèces adventices du riz irrigué et du riz de bas-fond en Afrique a été élaborée initialement à partir des connaissances et de l'expérience des malherbologues d'AfricaRice et du Cirad. Cette liste a été soumise à l'ensemble des malherbologues nationaux afin de renseigner le degré de nuisibilité de l'espèce dans le pays et de proposer l'ajout de nouvelles espèces.

Les partenaires devaient affecter à chaque espèce une note d'importance agronomique selon l'échelle présentée dans le tableau I, afin de sommer ces notes sur l'ensemble des pays concernés et finalement sélectionner ensemble les espèces à étudier en fonction de leur degré d'ubiquité, d'abondance ou d'agressivité dans certains contextes particuliers.

Tableau I : Echelle des notes d'importance agronomique des adventices à l'échelle du pays ou de la région considérée
Scale of notes of importance of weed species in terms of distribution and abundance at the country or regional level

Note	Importance agronomique
1	Information inconnue
2	Espèce absente dans le pays
3	Espèce rare et peu abondante
4	Espèce fréquente mais peu abondante
5	Espèce rare mais abondante là où elle se trouve
6	Espèce fréquente et régulièrement abondante

LES ACTEURS

Le projet AfroWeeds est coordonné par deux institutions principales le Cirad (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement) avec deux malherbologues tropicaux et un botaniste informaticien et AfricaRice (Centre du riz pour l'Afrique appartenant au GCRAI - Groupe Consultatif pour la Recherche Agricole Internationale) avec un malherbologue du riz.

Le projet est mis en œuvre en partenariat avec 12 malherbologues d'institutions de recherche (Université ou Centre de recherche agronomique) africaines impliqués dans des programmes de recherche sur le désherbage du riz. Ainsi, ce réseau régional bilingue francophone/anglophone couvre 11 pays d'Afrique Centrale, d'Afrique de l'Ouest et d'Afrique de l'Est (Bénin, Burkina-Faso, Côte d'Ivoire, Mali, Sénégal, Ghana, Nigeria, Tchad, Tanzanie, Kenya et Ouganda).

L'ensemble des partenaires va contribuer à la définition des objectifs, à la structuration de la plateforme à l'alimentation des bases de connaissance et à la production des outils d'identification et d'information. Ils vont partager leurs connaissances et leurs données. Ils vont former le premier noyau d'un réseau d'acteurs concernés par le désherbage du riz en Afrique. Au fur et à mesure de l'avancement du projet et de l'opérationnalité de la plateforme AfroWeeds, le réseau pourra accueillir de nouveaux acteurs souhaitant partager leurs données. D'autre part, l'interface publique de la plateforme sera rendue accessible à l'ensemble des acteurs de terrain concernés par le désherbage du riz, notamment les structures de recherche (comme les SNAR's), celles de développement agricole, les ONGs, les entreprises agricoles, les agriculteurs mais également les enseignants et étudiants des universités et des écoles d'agronomie de la région. A terme, c'est cet ensemble d'acteurs qui participera et fera vivre le réseau et la plateforme AfroWeeds soit en utilisant les informations et outils mis à disposition soit en alimentant la base de connaissance et en partageant les expériences avec d'autres acteurs.

LES OUTILS

Un site Web collaboratif

Le projet AfroWeeds est doté d'un site Web comprenant un espace public et un espace privé accessible uniquement aux membres du réseau. Dans cet espace privé, différents outils ont été mis en œuvre pour permettre le travail collaboratif entre les partenaires.

Une base de connaissance

La base de connaissance AfroWeeds a été structurée à partir du logiciel PI@ntNote (Birnbaum, 2009 ; Birnbaum *et al.*, 2009) qui permet de gérer de façon géolocalisée tout type d'information en botanique (taxonomie, observation de terrain, photo, herbier, etc.). Des modules d'information peuvent être ajoutés et structurés en fonction des objectifs de la base. Ces modules ont été élaborés à partir de l'analyse des besoins des partenaires. Dans sa version actuelle, ce logiciel fonctionne en installation locale monoposte. Une nouvelle version est en cours de développement permettant un fonctionnement soit local monoposte, soit délocalisé multiposte avec possibilité d'interactions entre plusieurs bases locales et une base commune délocalisée correspondant à l'objectif du projet.

Système d'identification IDAO et IKONA

La base de connaissance est associée à des outils d'aide à l'identification. L'un utilise le procédé IDAO (Grard *et al.*, 2009 ; Le Bourgeois *et al.*, 1996 ; Le Bourgeois *et al.*, 2004 ; Le Bourgeois *et al.*, 2008a), l'autre le procédé Ikona (Boujema *et al.*, 2001 ; Yahiaoui *et al.*, 2006). Le procédé IDAO consiste à identifier la plante à l'aide d'un portrait robot à partir duquel l'utilisateur peut décrire de façon graphique les quelques éléments de l'échantillon qui lui paraissent les plus caractéristiques de l'espèce. Ces éléments peuvent être d'ordre morphologique ou agroenvironnemental. Un accent particulier sera mis dans ce projet pour la prise en compte d'éléments agro-environnementaux pour l'identification des espèces. Ce procédé présente l'avantage d'être utilisable facilement par des non spécialistes de la botanique et à partir d'échantillons incomplets à n'importe quel stade de développement ce qui est particulièrement important pour la reconnaissance des adventices. Le procédé Ikona procède par analyse d'image et permet d'approcher la reconnaissance des espèces à partir de photos de l'échantillon mises en comparaison avec les photos d'une grosse base iconographique de référence. Ainsi l'utilisateur pourra soumettre une ou plusieurs photos de la plante. Ces deux approches de l'identification peuvent être utilisées de façon complémentaire.

Dans le cadre du projet AfroWeeds, le développement des différents outils va évoluer de façon à les rendre tous interopérables et permettre aux utilisateurs de développer en commun leur propre système d'information et d'identification des espèces.

LA METHODE DE TRAVAIL

L'objectif du projet AfroWeeds est de permettre aux acteurs partageant la problématique du désherbage des rizières en Afrique, de travailler en réseau pour partager leurs connaissances et leurs données et mettre à disposition d'un public plus large les informations disponibles à l'aide d'une plateforme informatique collaborative.

Un processus évolutif

Les outils constitutifs de cette plateforme existent déjà de façon indépendante, mais doivent être améliorés pour permettre leur interopérabilité. Aussi le projet verra trois phases se mettre en œuvre :

- La première phase permettra la concertation de l'ensemble des partenaires pour définir en commun les objets et les objectifs de l'étude. Ce travail sera réalisé à l'occasion d'un atelier et sera prolongé avec l'utilisation de l'espace collaboratif du site Web du projet. La base de connaissance sera structurée et pourra être utilisée en fonctionnement local par les partenaires.
- La deuxième phase correspond au passage du fonctionnement avec des bases de connaissance locales individuelles au fonctionnement avec des bases locales en interaction avec une base de connaissance commune.
- La troisième phase verra le fonctionnement intégré du réseau des bases locales et de la base commune avec les systèmes d'identification et la mise à disposition de l'ensemble des acteurs des outils d'aide à l'identification et d'information sur les espèces.

La concertation entre les acteurs sur les objectifs et les objets d'étude

La concertation continue entre les partenaires du projet est un élément-clé de celui-ci. Après une définition commune des objets et des objectifs lors d'un atelier de lancement du projet, chacun doit pouvoir proposer de nouveaux éléments ou des modifications qui sont discutés au travers du forum ou de la liste de discussion de la plateforme.

A partir du moment où la base commune de connaissance sera accessible pour échange avec les bases locales, tout partenaire aura accès à l'ensemble des informations de la base commune. Il pourra ainsi contribuer à la validation de ces données. Cependant, seul le propriétaire de la donnée et un administrateur général seront en mesure de modifier une donnée. Par exemple, si une photo ou un scan de plante apparaît mal déterminé, ou si la description d'un caractère botanique paraît erroné, tout partenaire pourra envoyer un message au propriétaire de la donnée pour l'informer de l'erreur et lui proposer une correction ou en cas de doute pourra demander l'avis de l'ensemble des partenaires via le groupe de discussion.

RESULTATS

LES PARTENAIRES DEFINISSENT DES OBJECTIFS COMMUNS

Les 12 malherbologues des institutions nationales des différents pays concernés et les malherbologues du Cirad et d'AfricaRice se sont réunis pour définir les objectifs, les objets et la méthode de travail. Cette concertation a mis en évidence qu'une grande quantité d'information sur les adventices du riz en Afrique existe sous forme de littérature grise (rapports techniques ou expérimentaux), connaissances personnelles isolées au sein des Universités ou des instituts de recherche agronomique et donc inaccessible à la communauté des scientifiques, des acteurs de production ou des enseignants de la région. Un consensus est apparu clairement sur l'intérêt de partager ces données et ces connaissances afin de :

- structurer et homogénéiser cette information,
- rendre les informations accessibles à tous,
- analyser et comparer les situations à grande échelle (méta-analyses),
- mettre en évidence et préciser les phénomènes, les situations et les méthodes de gestion d'enherbement généralisables ou extrapolables à d'autres situations.

LES ESPECES ET LES ELEMENTS D'INFORMATION A ETUDIER SONT SELECTIONNES

La liste initiale de 185 espèces adventices du riz irrigué en Afrique soumise à l'avis des malherbologues a été amendée par chacun et chaque espèce a été notée pour chaque pays. Les notes ont été sommées sur l'ensemble des pays de façon à hiérarchiser les espèces en fonction de leur fréquence et de leur agressivité à l'échelle régionale.

Cette hiérarchisation a ensuite été discutée de façon à sélectionner les espèces d'intérêt général mais aussi certaines espèces peu fréquentes mais qui représentent une contrainte majeure pour les agriculteurs de certaines zones. En conclusion des discussions, 12 espèces ont été retirées car leur nuisibilité était jugée globalement très faible ou ces espèces étaient surtout inféodées au riz pluvial, et 19 nouvelles espèces ont été rajoutées. Ainsi la liste d'adventices du projet AfroWeeds comprend actuellement 192 espèces.

Les informations à prendre en compte lors des observations de terrain ont été listées :

- Environnement (sahélien, savane, forêt, mangrove, plaine alluviale),
- Zone géographique (littorale, intérieur),
- Type de sol,
- Type de culture (irrigué, bas-fond, mangrove),
- Système de culture (inconnu, manuel, attelé, motorisé),
- Intensification (inconnu, sans intrant, engrais, herbicides, engrais + herbicides),
- Recouvrement de la culture (absent, faible, moyen, fort),
- Stade de la culture (absent, levée, tallage, montaison, fructification, récolte),
- Surface de la parcelle (<0,5 ha, 0,5-1 ha, >1 ha),
- Recouvrement adventice dans la parcelle (rare, >1 indiv/m², +-50%, +-75%, 100%),
- Agressivité de l'espèce pour la zone ou le pays (rare et peu abondante, fréquente et peu abondante, rare et abondante, fréquente et abondante),
- Stade phénologie (levée, végétation, floraison, fructification, dispersion),
- Méthode de lutte,
- Evaluation de la méthode de lutte.

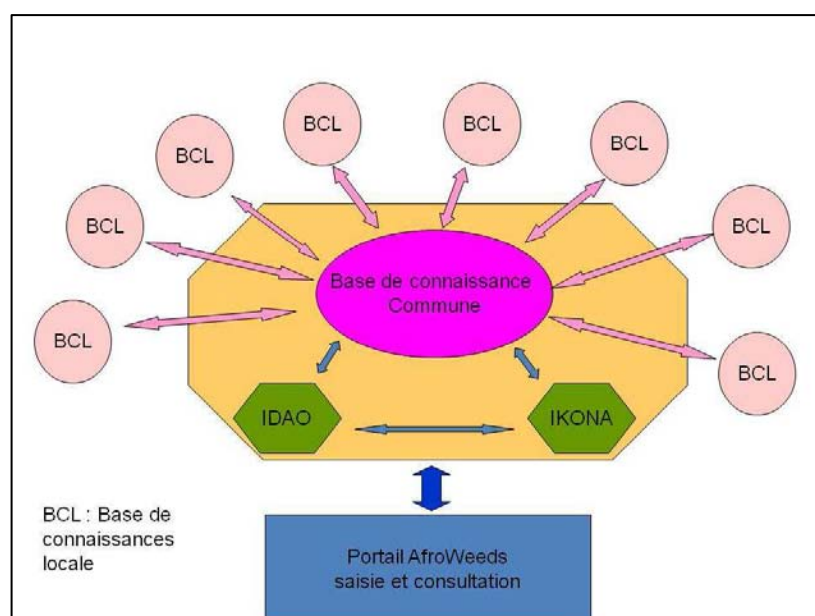
L'identification des espèces avec le système IDAO se fait actuellement à partir de caractères morphologiques de la plante. Un premier choix de caractères et d'états de caractère provenant du dernier logiciel IDAO publié sur les adventices des cultures des îles de l'Océan Indien, AdventOI (Le Bourgeois *et al.*, 2008b) a été présenté aux partenaires. Il concerne 31 caractères morphologiques disjoints en 266 états de caractères. L'expérience des botanistes et malherbologues de terrain montre que la connaissance de composantes de l'environnement dans lequel se développe l'espèce est souvent utilisée dans le processus d'identification. Cette démarche est particulièrement utilisée pour les espèces connues pour être des indicatrices écologiques. Aussi, nous avons décidé de rajouter 6 nouveaux caractères d'ordre géographique ou écologique dans le processus d'identification (pays, environnement, zone géographique, type de culture, présence de sel et altitude) correspondant à 24 nouveaux états de caractères. D'autre part, 3 nouveaux caractères morphologiques ont été ajoutés. Ils portent sur les caractères de la jeune feuille (identique aux adultes/différentes des adultes) et sur les caractères de pilosité des feuilles et des tiges pour lesquels il apparaît préférable de décomposer le processus d'information en deux étapes. Il faut d'abord préciser si la feuille ou la tige est glabre ou pileuse et n'accéder qu'ensuite au type de pilosité, car de nombreux utilisateurs sont en mesure de renseigner la première étape mais pas forcément la seconde.

LA MISE EN ŒUVRE DES OUTILS

La base de connaissance AfroWeeds

Il a été décidé de fonctionner à terme avec un système de bases de connaissance en réseau (fig. 1). Chaque partenaire possède sa propre base de connaissance locale dans laquelle il gère ses données en fonction de ses objectifs propres. Il est libre d'échanger et de partager tout ou partie de ses données avec une base de connaissance commune installée sur le serveur du projet pour les mettre à disposition de la communauté. Il peut dans le même temps sélectionner des données présentes sur la base de connaissance commune pour les télécharger dans sa propre base locale. Ainsi chacun reste libre et autonome pour gérer ses données localement et décider de mettre à disposition de la communauté une partie de ses données et bénéficier de celles des autres.

Figure 1 : Organisation en réseau de la plateforme AfroWeeds
The network structure of the AfroWeeds platform



La base de connaissance locale AfroWeeds.ptx a été structurée à partir des critères décidés par les partenaires.

Le logiciel PI@ntNote (Birnbaum, 2010) qui permet de faire fonctionner la base de données propose en standard différents modules (Taxonomie, Personne, Localité, Individu, Image, Herbar). Il est ensuite possible d'ajouter et de configurer d'autres modules en fonction des besoins de l'étude. Ainsi, différents modules ont été ajoutés et structurés pour répondre aux objectifs du projet :

- Observation : concerne toutes les éléments de caractérisation des sites observés, le degré d'agressivité de l'espèce et son stade de développement,
- Description : permet de décrire botaniquement l'espèce
- Identification : permet de renseigner les états des caractères d'identification qui seront utilisés dans le système d'identification IDAO associé,
- Programme de lutte : permet de décrire une méthode de lutte et d'en préciser l'efficacité observée sur le terrain,

- Nom vernaculaire : permet de renseigner les noms communs utilisés pour les espèces et leur signification,
- Usage : décrit les différentes utilisations possibles de l'espèce.

Tous ces modules sont renseignés pour un individu de type observation portant sur un spécimen ou une population d'une espèce observée sur le terrain ou dont l'information est accessible à partir de documents.

- Information : permet de faire la synthèse des modules précédents sur l'ensemble des individus observés concernant une espèce donnée. Cette fiche synthétique sera directement utilisée pour générer les pages Html de synthèse d'information sur les espèces qui seront rendues directement accessibles sur la page publique du site Web du projet ou via le logiciel d'identification.

Etant donné le caractère bilingue du projet AfroWeeds, chaque module peut être saisi en français ou en anglais. Le module « Information » a été décliné en français et en anglais de façon à disposer d'une synthèse des informations sur les espèces dans chaque langue.

Le site Web collaboratif

Le site Web AfroWeeds (<http://www.afroweeds.org>) est scindé en deux espaces. Un espace public présente le projet et de ses objectifs ainsi que des partenaires et les espèces prise en compte. L'espace privé rassemble les outils de la plateforme collaborative. Il est réservé au travail collaboratif des partenaires (accès à la base de connaissance, wikini, partage de documents, forum).

DISCUSSION - CONCLUSION

Les malherbologues sont trop peu nombreux dans chaque pays et/ou dans chaque institution de recherche en Afrique pour pouvoir mettre en œuvre tous les travaux qui seraient nécessaires afin de bien connaître les adventices des cultures, leur comportement et les moyens de lutte les plus pertinents. D'autre part, une grande part de la connaissance sur ses éléments n'a pas été publiée dans des revues scientifiques et n'est donc pas disponible pour la communauté internationale. Il est donc apparu comme une évidence que tout le monde avait beaucoup à gagner à partager ses connaissances locales et en échange de disposer des connaissances et informations d'autres chercheurs dans d'autres situations. Le projet AfroWeeds permettra à ces malherbologues d'une part de partager leurs connaissances et leurs données en les formalisant d'une façon homogène et d'autre part de confronter leurs expériences et de les discuter ensemble. La plateforme collaborative AfroWeeds par la mise à disposition de différents outils facilitera l'assemblage et la valorisation de ces connaissances, ainsi que les échanges entre les partenaires.

Dès que la base de connaissance commune en réseau sera opérationnelle en interaction avec les systèmes d'identification, l'espace public permettra à tout acteur d'accéder aux informations disponibles sur les espèces en temps réel à partir de pages html synthétiques et aux systèmes d'identification par portrait-robot ou par comparaison d'image.

Une fois le fonctionnement de la plateforme bien stabilisé, le groupe des partenaires initiaux s'ouvrira à de nouveaux partenaires souhaitant intégrer le réseau et contribuer à l'alimentation de la base de connaissance et au partage des informations. A plus grande échelle, cette plateforme pourra travailler également en relation avec d'autres plateformes similaire en cours de réalisation sur les adventices du riz au niveau mondial dans le cadre du projet PI@ntNet.

REMERCIEMENTS

Ce projet est réalisé grâce au financement du programme européen « ACP Science and Technology Programme » qui a démarré en octobre 2009.

Les auteurs tiennent à associer et à remercier les différents partenaires nationaux du projet AfroWeeds : Souleymane Diallo (ISRA/CRA-Sénégal), Israel K. Dzomeku (University For Development Studies-Ghana), Friday Ekeleme (Michael Okpara University of Agriculture-Nigeria), Thomas P. Kakema (Dakawa Agriculture Research Institute-Tanzanie), Adam Ahanchédé (Université d'Abomey Calavi-Bénin), Pascal Adéyèmi (INRAB/SPRR – Bénin), Sarra Soungalo (IER-Mali), Hamidou Traoré (INERA-Burkina-Faso), Ouéyé Bouré Gaouna (ITRAD-Tchad), Hottensiah Wambui Mwangi (KARI-Kenya), Joseph Ipou Ipou (Université de Cocody-Côte d'Ivoire) et Gerald Kyalo (ex-NARO-Ouganda, actuellement à AfricaRice).

BIBLIOGRAPHIE

Akobundu, I.O. 1996. Principles and prospects for integrated weed management in developing countries, Second International Weed Control Congress, Copenhagen, Danemark. 2: 591-600.

Birnbaum, P. 2009. PI@ntNote V.0.9.0. Cirad, Montpellier, France. Freeware.

Birnbaum, P., Molino, J.-F., Perez, J., Théveny, F. 2009. PI@ntNote: a flexible software for the management and share of data on plants. e-Biosphere 09 International Conference on Biodiversity Informatics., e-Biosphere 09 International Conference on Biodiversity Informatics, London, UK, 01-03/06/2009.

Birnbaum, P. 2010. PI@ntNote ver 0.9.21beta. Cirad, Montpellier, France.

Boujemaa, N., Fauqueur, J., Ferecatu, M., Fleuret, F., Gouet, V., Le Saux, B., Sahbi, H. 2001. IKONA: Interactive Generic and Specific Image Retrieval, International workshop on Multimedia Content-Based Indexing and Retrieval (MMCBIR'2001), Rocquencourt, France.
Fao. 2009. Rice Market Monitor, December 2009. FAO, Rome, Italy. http://www.fao.org/es/esc/en/15/70/highlight_71.html.

Grard, P., Bonnet, P., Edelin, C., Le Bourgeois, T., Théveny, F., Prospéri, J., Carrara, A., Barthélémy, D. 2009. A graphical tool for computer-assisted plant identification, e-Biosphere, London, UK, 1-3 June 2009. Poster.

Johnson, D.E. 1997. Les adventices en riziculture en Afrique de l'Ouest. ADRAO/WARDA, Bouaké, Côte-d'Ivoire.

Johnson, D.E., Wopereis, M.C.S., Mbodj, D., Diallo, S., Powers, S., Haefele, S.M. 2004. Timing of weed management and yield losses due to weeds in integrated rice in the Sahel. Field Crop Research 85: 31-42.

Le Bourgeois, T., Grard, P., Merlier, H. 1996. Adventrop Doc : a multimedia CD-ROM of african weeds of the sudano-sahelian area., 3e consultation du réseau inter-régional coopératif de recherches sur le coton, Montpelliern, France, Agropolis: 249.

Le Bourgeois, T., Jeuffrault, E., Grard, P., Carrara, A. 2004. A new process to identify the weeds of La Réunion Island: the AdvenRun system. In Sindel, B. M., Johnson, S. B. [eds.],

14th Australian Weeds Conference, Charles Sturt University, Wagga Wagga, Australia, 6-9 September 2004, Weed Society of New South Wales: 660-663.

Le Bourgeois, T., Bonnet, P., Edelin, C., Grard, P., Prospéri, J., Théveny, F., Barthélémy, D. 2008a. L'identification des adventices assistée par ordinateur avec le système IDAO, Innovations Agronomiques, Dijon, France, 2 décembre 2008. INRA. Poster.

Le Bourgeois, T., Carrara, A., Dodet, M., Dogley, W., Gaungoo, A., Grard, P., Ibrahim, Y., Jeuffrault, E., Lebreton, G., Poilecot, P., Prosperi, J., Randriamampianina, J.A., Andrianaivo, A.P., Théveny, F. 2008b. Advent-OI : Principales adventices des îles du sud-ouest de l'Océan Indien.V.1.0. In Cirad [ed.]. Cirad, Montpellier, France. Cdrom.

Rodenburg J, Johnson DE, 2009. Weed management in rice-based cropping systems in Africa. *Advances in Agronomy*, 103, 149-218

Yahiaoui, I., Hervé, N., Boujema, N. 2006. Shape-based image retrieval in botanical collections, Pacific-Rim Conference on Multimedia (PCM'06), Hangzhou, China.