

Décembre 2015
volume n° 5 / numéro n° 2
www.agronomie.asso.fr

Agronomie

environnement & sociétés



La revue de l'association française d'agronomie

Innovations agricoles : quelle place pour l'agronomie et les agronomes ?

Agronomie, Environnement & Sociétés

Revue éditée par l'Association française d'agronomie (Afa)

Siège : 16 rue Claude Bernard, 75231 Paris Cedex 05.

Secrétariat : 2 place Viala, 34060 Montpellier Cedex 2.

Contact : douhairi@supagro.inra.fr, T : (00-33)4 99 61 26 42, F : (00-33)4 99 61 29 45

Site Internet : <http://www.agronomie.asso.fr>

Objectif

AE&S est une revue en ligne à comité de lecture et en accès libre destinée à alimenter les débats sur des thèmes clés pour l'agriculture et l'agronomie, qui publie différents types d'articles (scientifiques sur des états des connaissances, des lieux, des études de cas, etc.) mais aussi des contributions plus en prise avec un contexte immédiat (débats, entretiens, témoignages, points de vue, controverses) ainsi que des actualités sur la discipline agronomique.

ISSN 1775-4240

Contenu sous licence Creative commons



Les articles sont publiés sous la *licence Creative Commons 2.0*. La citation ou la reproduction de tout article doit mentionner son titre, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue AE&S et de son URL, ainsi que la date de publication.

Directeur de la publication

Marc BENOÎT, président de l'Afa, Directeur de recherches, Inra

Rédacteur en chef

Olivier RÉCHAUCHÈRE, chargé d'études Direction de l'Expertise, Prospective & Etudes, Inra

Membres du bureau éditorial

Pierre-Yves LE GAL, chercheur Cirad

Hervé SAINT MACARY, directeur adjoint du département Persyst, Cirad

Philippe PRÉVOST, directeur Agreenium Université en ligne

Danielle LANQUETUIT, consultante Triog et webmaster Afa

Comité de rédaction

- Marc BENOÎT, directeur de recherches Inra

- Valentin BEAUVAL, agriculteur

- Jacques CANEILL, directeur de recherches Inra

- Joël COTTART, agriculteur

- Thierry DORÉ, professeur d'agronomie AgroParisTech

- Sarah FEUILLETTE, cheffe du Service Prévision Evaluation et Prospective Agence de l'Eau Seine-Normandie

- Yves FRANCOIS, agriculteur

- Jean-Jacques GAILLETON, inspecteur d'agronomie de l'enseignement technique agricole

- François KOCKMANN, chef du service agriculture-environnement Chambre d'agriculture 71

- Marie-Hélène JEUFFROY, directrice de recherche Inra et agricultrice

- Aude JOMIER, enseignante d'agronomie au lycée agricole de Montpellier

- Jean-Marie LARCHER, responsable du service Agronomie du groupe Axérial

- François LAURENT, chef du service Conduites et Systèmes de Culture à Arvalis-Institut du végétal

- Francis MACARY, ingénieur de recherches Irstea

- Jean-Robert MORONVAL, enseignant d'agronomie au lycée agricole de Chambray, EPLEFPA de l'Eure

- Christine LECLERCQ, professeure d'agronomie Institut Lassalle-Beauvais

- Adeline MICHEL, Ingénieure du service agronomie du Centre d'économie rurale de la Manche

- Philippe POINTEREAU, directeur du pôle agro-environnement à Solagro

- Philippe PRÉVOST, directeur Agreenium Université en Ligne

- Hervé SAINT MACARY, directeur adjoint du Département Persyst, Cirad

Secrétaire de rédaction

Philippe PREVOST

Assistantes éditoriales

Sophie DOUHAIRIE et Danielle LANQUETUIT

Conditions d'abonnement

Les numéros d'AE&S sont principalement diffusés en ligne. La diffusion papier n'est réalisée qu'en direction des adhérents de l'Afa ayant acquitté un supplément (voir conditions à <http://www.agronomie.asso.fr/espace-adherent/devenir-adherent/>)

Périodicité

Semestrielle, numéros paraissant en juin et décembre

Archivage

Tous les numéros sont accessibles à l'adresse <http://www.agronomie.asso.fr/carrefour-inter-professionnel/evenements-de-lafa/revue-en-ligne/>

Soutien à la revue

- En adhérant à l'Afa via le site Internet de l'association (<http://www.agronomie.asso.fr/espace-adherent/devenir-adherent/>). Les adhérents peuvent être invités pour la relecture d'articles.
- En informant votre entourage au sujet de la revue AE&S, en disséminant son URL auprès de vos collègues et étudiants.
- En contactant la bibliothèque de votre institution pour vous assurer que la revue AE&S y est connue.
- Si vous avez produit un texte intéressant traitant de l'agronomie, en le soumettant à la revue. En pensant aussi à la revue AE&S pour la publication d'un numéro spécial suite à une conférence agronomique dans laquelle vous êtes impliqué.

Instructions aux auteurs

Si vous êtes intéressé(e) par la soumission d'un manuscrit à la revue AE&S, les recommandations aux auteurs sont disponibles à l'adresse suivante :

<http://www.agronomie.asso.fr/carrefour-inter-professionnel/evenements-de-lafa/revue-en-ligne/pour-les-auteurs/>

À propos de l'Afa

L'Afa a été créée pour faire en sorte que se constitue en France une véritable communauté scientifique et technique autour de cette discipline, par-delà la diversité des métiers et appartenances professionnelles des agronomes ou personnes s'intéressant à l'agronomie. Pour l'Afa, le terme agronomie désigne une discipline scientifique et technologique dont le champ est bien délimité, comme l'illustre cette définition courante : « *Etude scientifique des relations entre les plantes cultivées, le milieu [envisagé sous ses aspects physiques, chimiques et biologiques] et les techniques agricoles* ». Ainsi considérée, l'agronomie est l'une des disciplines concourant à l'étude des questions en rapport avec l'agriculture (dont l'ensemble correspond à l'agronomie au sens large). Plus qu'une société savante, l'Afa veut être avant tout un carrefour interprofessionnel, lieu d'échanges et de débats. Elle se donne deux finalités principales : (i) développer le recours aux concepts, méthodes et techniques de l'agronomie pour appréhender et résoudre les problèmes d'alimentation, d'environnement et de développement durable, aux différentes échelles où ils se posent, de la parcelle à la planète ; (ii) contribuer à ce que l'agronomie évolue en prenant en compte les nouveaux enjeux sociétaux, en intégrant les acquis scientifiques et technologiques, et en s'adaptant à l'évolution des métiers d'agronomes.

Lisez et faites lire AE&S !

Sommaire

Avant-propos

P7- O. RÉCHAUCHÈRE (Rédacteur en chef) et M. BENOÎT (Président de l'Afa)

Éditorial

P9- L. PROST, B. TRIOMPHE et P.Y. LE GAL (coordonnateurs du numéro)

Des récits d'innovation en agriculture

P13- De nouveaux horizons et une meilleure valorisation des plantes et des déjections animales grâce à la méthanisation : l'expérience de l'EARL Fritsch en Alsace.

Ch. BARBOT, Ch. GINTZ, JF. FRITSCH

P17- Quand innovations technique et organisationnelle se complètent : les Coopératives d'utilisation de matériel agricole (Cuma) au Bénin

M. BALSE, M. HAVARD, P. GIRARD, C. FERRIER, T. GUÉRIN

P25-Témoignage d'une CUMA engagée dans le développement durable

Y. FRANCOIS

P27- Fraîche française : diffusion de la culture sur substrat

M. MIQUEL, B. PLANTEVIN

Quel est le rôle des agronomes et quelle place de l'agronomie dans le processus d'innovation ?

P33- Le collectif en faveur de la transition des agriculteurs vers des systèmes plus économes et plus autonomes

Témoignage de Fred et Véronique Kaak, éleveurs en Limousin

L. BLONDEL

P39- Accompagner l'innovation en agriculture de conservation : quels apports des agronomes du système de culture ?

C. NAUDIN, P.Y. LE GAL, L. RANAIVOSON, E. SCOPEL

P47- Les agriculteurs sources d'innovations : exemple des associations pluri-spécifiques dans le grand Ouest de la France

A. LAMÉ, M.H. JEUFFROY, E. PELZER, J.M. MEYNARD

P55- L'articulation recherche-développement et son organisation territoriale, défi pour l'agronomie : l'expérience Agro-Transfert

J. BOIFFIN, M. CHOPPLET

P65- La fertilisation des cacaoyères en Côte d'Ivoire. 35 ans d'innovations villageoises et les rendez-vous ratés des agronomes et de l'Industrie du chocolat

F. RUF

Quelles conséquences sur les concepts et les modes d'intervention des agronomes et sur l'agronomie ?

P77- L'innovation locale au Bénin – trajectoires de développement en agriculture sur les trente dernières années

A. FLOQUET, R. MONGBO, B. TRIOMPHE

P87- Lorsque les agriculteurs familiaux innovent : Cas de la plaine du Saïs (Maroc)

P. DUGUÉ, F. AMEUR, M. BENOUNICHE, M. EL AMRANI, M. KUPER

P97- L'innovation dans les pratiques professionnelles des agronomes face aux externalités négatives du modèle dominant en grandes cultures

S. GROSSO

P105- Nanomatériaux et nanotechnologies en agriculture : questions pour l'agronomie

D. LANQUETUIT, M. DETCHEVERRY

Colloques, notes de lecture

P117- La diversification des cultures : Lever les obstacles agronomiques et économiques – Ed.Quae

M. BENOIT

P121-Le rapport « Agriculture innovation 2025 »

P. CLOUVEL

P123 - Compte rendu sur le colloque :

Partage des données pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement : des opportunités pour innover et créer de la

P. PRÉVOST et O. HOLOGNE

Annexe

P127 Appel à contribution du numéro



Lorsque les agriculteurs familiaux innovent : cas des systèmes de production irrigués de la plaine du Saïs (Maroc)

Patrick DUGUÉ* - Fatah AMEUR** - Maya BE-NOUNICHE** - Mohamed EL AMRANI*** Marcel KUPER** ****

*Cirad, UMR Innovation - Montpellier - France

**IAV Hassan II - Département de Génie Rural - Rabat - Maroc

***ENA - Département Ingénierie de développement Meknès - Maroc

****Cirad - UMR G-Eau - Montpellier, France

Résumé

Les innovations paysannes conçues et/ou développées par des agriculteurs familiaux et d'autres acteurs du secteur informel proche, ont accompagné depuis 3 décennies le développement des cultures irriguées dans la plaine du Saïs (Maroc) et plus particulièrement le maraîchage. L'adaptation du système d'irrigation localisée ou « goutte » importé de l'étranger puis des grandes exploitations d'arboriculture, a été réalisée par ces agriculteurs en partenariat avec des artisans et des installateurs « informels ». Elle a consisté à valoriser des équipements fabriqués localement et à rendre les systèmes d'irrigation mobiles et moins coûteux. Face à la raréfaction des eaux souterraines (profondeur de la nappe, moindre débit des puits), agriculteurs et puisatiers ont conçu des systèmes de drainage basés sur des micro-galeries en fond de puits, moins coûteux que l'installation de forages. Plus récemment, la fertigation organique basée sur la fabrication d'un purin dilué est venue compléter dans quelques exploitations familiales la fertigation minérale des arbres fruitiers et des cultures légumières.

Ce dynamisme s'explique par (i) la proximité entre les agriculteurs familiaux et les grandes entreprises de production pratiquant l'irrigation avec les techniques importées des pays du pourtour méditerranéen depuis plus longtemps, (ii) la présence d'un système d'innovation local, multi-acteurs et dynamique, et surtout (iii) le besoin de changer les pratiques culturelles ou de s'adapter à de nouvelles contraintes ou opportunités. Partant de ces constats empiriques, nous proposons aux agronomes des structures d'appui au développement et de recherche de mieux prendre en considération ces innovations paysannes et les processus qui ont permis de les faire émerger. Cette reconnaissance des capacités d'innovation des agriculteurs interpelle les méthodes de conception dans le secteur agricole et plus largement la définition des politiques agricoles.

Mots-clés

Innovation, cultures irriguées, système de production, conception, adaptation, plaine du Saïs, Maroc.

Abstract

Since three decades, in the Saïs Plain (Morocco), the development of irrigated crops, especially vegetable cropping have been accompanied by farmers' innovations, designed and/or developed by family farmers and other actors in the close informal sector. The drip irrigation system, imported from abroad and developed by large arboriculture farms, has been adapted by these farmers in partnership with artisans and "informal" installers. Making use of locally manufactured equipments it lowered the

price of mobile irrigation systems. Given the depletion of groundwater (depth, flow intensity), farmers and diggers designed drainage systems using micro-galleries in the bottom of wells, which is cheaper than borehole installation. More recently, in few family farms, organic fertigation using diluted slurry began to complement mineral fertigation of fruit trees and vegetable crops. This dynamism is explained by (i) the proximity between family farmers and large production companies' using irrigation techniques imported from the Mediterranean countries for a longer time, (ii) the presence of a dynamic local multi-actors innovation system, and more over (iii) the need for changing agricultural practices or adapting to new constraints or opportunities. Based on these empirical findings we propose that agronomists of advising services and research institutions should better consider farmers' innovations and processes that allowed these to occur. This recognition of farmers' innovation capacities appeals to question the design methods in the agricultural sector and more broadly the definition of agricultural policies.

Keywords

Innovation, irrigated crop, farming system, design, adaptation, Saïs Plain, Morocco.

Introduction

L'innovation se rapporte ici au processus technique, économique et social amenant à un changement de pratiques décidé par l'agriculteur et fondé sur des inventions (Alter, 2000). L'invention peut provenir des chercheurs, des ingénieurs mais aussi des artisans et des agriculteurs. Généralement les processus d'innovation concernant les exploitations familiales rencontrent deux types de difficultés (Sibelet et Dugué, 2007). Premièrement, une partie des chercheurs et développeurs considèrent encore aujourd'hui le processus d'innovation comme linéaire : les chercheurs proposent des nouvelles techniques, les développeurs en font la promotion et la vulgarisation, et les agriculteurs les adoptent en les intégrant dans leurs systèmes de production. C'est « l'innovation objet » qui ne tient pas compte du caractère immatériel de certaines composantes de l'innovation, par exemple son insertion sociale et mentale (Lanneau, 1967 ; Gaglio, 2011). Dans cette démarche linéaire, les ingénieurs gèrent les dispositifs de conception et de diffusion de l'innovation dans une relation asymétrique avec les agriculteurs et sans tenir compte de la diversité des dimensions du processus d'innovation, par exemple, le besoin de coordination entre agriculteurs proches ou la nécessité d'adapter l'innovation aux spécificités locales (Faysse et al., 2012). Deuxièmement, les politiques publiques ont tardé à faciliter l'émergence de systèmes d'innovation pluri-acteurs où les agriculteurs, les acteurs de l'amont et de l'aval de la production, et les chercheurs sont associés à la gestion des processus d'innovation et de diffusion à travers par exemple la conception et la gestion des dispositifs d'accompagnement ou le choix des mesures incitatives. Cette situation courante dans les pays du Sud, a conduit dans le passé à privilégier le transfert de technologies depuis des pays du Nord, un processus considéré par les décideurs publics comme efficace, car simple et rapide. Plus récemment des politiques publiques en Afrique du Nord et de l'Ouest ont favorisé les échanges entre les producteurs et les services publics de recherche et de développement pour gérer des pro-

grammes d'appui à l'agriculture familiale (par exemple, le pilier 2 du Plan Maroc Vert¹, Akesbi, 2011) ou de co-conception d'innovations techniques et organisationnelles (par exemple, le programme WAAPP/PPAAO² en Afrique de l'Ouest).

Au-delà des évolutions des politiques publiques, de nombreux travaux ont montré que les agriculteurs du continent africain pouvaient être les moteurs des processus d'innovation, en inventant des solutions techniques ou en adaptant des innovations proposées (Chambers *et al.*, 1994 ; Corrado, 2010 ; Dugué *et al.*, 2006 ; Sibelet *et al.*, 2007). De façon un peu simpliste, nous faisons l'hypothèse de distinguer deux types d'innovation : **l'innovation paysanne** reposant sur une construction multi-acteurs et locale où les agriculteurs, seuls mais aussi et surtout collectivement, tiennent une place centrale, et **l'innovation pensée et pilotée par l'ingénieur** dans le cadre d'une démarche diffusionniste. Cet article se focalise sur le premier type d'innovation (et sur les processus de conception qui les sous-tendent) du secteur des cultures irriguées dans une région du Maroc, la plaine du Saïs (figure 1). L'agriculture de cette région a fortement évolué depuis 30 ans avec le développement de l'accès aux eaux souterraines.

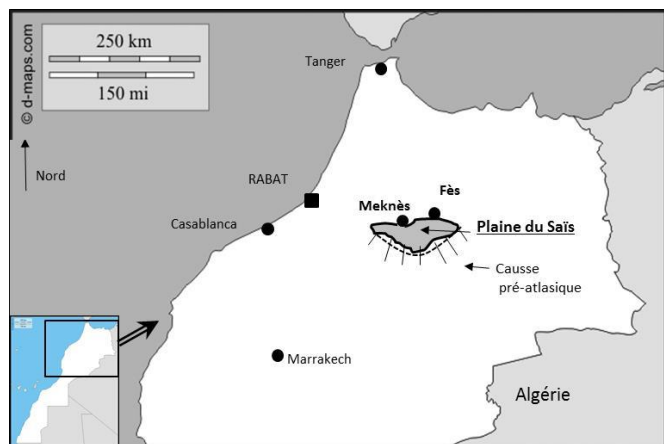


Figure 1 : Localisation de la plaine du Saïs dans la partie centre nord du Maroc

Après avoir caractérisé le contexte et la méthodologie d'étude, nous présentons les processus d'innovation paysans relatifs aux cultures irriguées. A partir de cette analyse empirique et contextualisée, nous discuterons en fin d'article de l'intérêt pour l'agronome de mieux prendre en compte les innovations paysannes en vue d'améliorer la co-conception des systèmes agricoles innovants et les dispositifs d'accompagnement des agriculteurs et plus globalement, les politiques agricoles.

Contexte d'étude

La plaine du Saïs se situe dans la partie centrale du Maroc entre les villes de Fès et Meknès (figure 1). D'une superficie de 2200 km², cette plaine présente un fort potentiel agricole grâce à la présence de sols argilo-calcaires fertiles et de nappes d'eaux souterraines peu profondes et relativement abondantes. Le climat du Saïs est semi-aride avec une plu-

viométrie annuelle moyenne de 510 mm (Gameroff et Pommier, 2013).

Ces caractéristiques physiques expliquent que l'agriculture y était tournée traditionnellement vers les cultures pluviales (céréales, légumineuses à graines, fourrages) et l'élevage de ruminants (ovin, bovin) valorisant les résidus des cultures. Le Saïs a connu plusieurs années très sèches depuis les années 1980 et récemment en 2011/12 et 2015/16 avec moins de 300 mm/an (la variabilité interannuelle pour la période 1980 – 2015 est comprise entre 207 à 677 mm/an). Elles ont fortement affecté les productions pluviales et le niveau des nappes (Quarouch *et al.*, 2014). La diversité des statuts fonciers et l'histoire récente du Maroc (protectorat français de 1912 à 1956, réforme agraire dans les années 1960-70) sont à l'origine de la diversité actuelle des exploitations agricoles (Baccar *et al.*, 2016). Cette région comprend deux grandes catégories de structures : d'une part, les grandes entreprises de production détenues par des investisseurs, des sociétés et de grands propriétaires terriens historiques, d'autre part, un grand nombre d'exploitations familiales cultivant moins de 20 ha et souvent moins. 72% des exploitations familiales de la plaine cultivent moins de 10 ha et disposent d'un faible équipement.

Les sécheresses répétées ont amené ces deux grandes catégories de producteurs à développer les cultures irriguées aux performances considérées comme moins aléatoires, en mobilisant les eaux souterraines par des puits et forages (El Amrani, 2002). Les entreprises se sont surtout orientées vers l'arboriculture irriguée (prunier, pêcher, plus récemment raisin de table et olivier) et les exploitations familiales vers les cultures maraîchères de plein champ (oignon et pomme de terre). En 2012, 22% de la surface cultivable de la plaine étaient irriguées (encadré 1) soit 49 677 ha, dont 45 316 ha dépendent des eaux souterraines et le reste des sources captées et des oueds (statistiques Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime, MAPM). L'arboriculture irriguée, qui concerne peu les exploitations familiales, correspond à 42% de cette surface et les cultures maraîchères réalisées presque exclusivement par ce type d'exploitation couvrent 35%, le reste - 23% - comprend des fourrages (maïs, luzerne, etc.) et un peu de céréales et fèves recevant une irrigation d'appoint. Les cultures maraîchères (17 400 ha) comprennent principalement l'oignon d'été (51%), la pomme de terre de mars à décembre (28%) et d'autres cultures maraîchères d'été comme les cucurbitacées, solanacées (21%) (MAPM, *ibid.*).

Les cultures pluviales, principalement des céréales, restent prépondérantes en surface mais pas en revenu monétaire, d'autant qu'une partie de leur production sert à l'alimentation familiale et à celle des troupeaux. Quelques grandes exploitations combinent arboriculture irriguée et cultures pluviales en cherchant à intensifier ces dernières à travers l'amélioration des pratiques : fumure minérale, semences sélectionnées, fongicides, herbicides, rotation biennale céréale/féverole. Ces pratiques sont partiellement mises en œuvre par les petites exploitations familiales, par manque de trésorerie et de matériel et du fait des risques pris en cas de sécheresse.

¹ <http://www.agriculture.gov.ma/pages/la-strategie> et <http://www.ada.gov.ma/PlanMarocVert.php>

² Programme de Productivité de l'agriculture en Afrique de l'Ouest <http://waapp.coraf.org/index.php/fr>

Méthodologie

Partant de différents travaux de recherche menés dans le cadre du Projet Groundwater Arena³ (Fofack Tsabou, 2012 ; Ameur, 2013 ; Benouniche 2014 ; Benouniche *et al.*, 2014 a, b et c ; Dugué *et al.*, 2014 ; Benouniche *et al.*, 2016 ; Baccar *et al.*, 2016), il a été possible de repérer plusieurs processus d'innovation paysanne relatifs aux cultures irriguées en cours ou passés. Des enquêtes auprès d'agriculteurs cultivant une diversité de cultures irriguées ont été réalisées dans ce cadre. Elles comprennent, entre autres, l'analyse des pratiques actuelles et la reconstitution des trajectoires d'évolution des exploitations agricoles familiales depuis une génération au moins. Plus d'une centaine d'enquêtes ont été réalisées dans diverses zones d'agriculture irriguée de la plaine du Saïs, en particulier aux alentours des bourgs ruraux de Aïn Taoujdate et de El Hajeb. Des mesures de caractéristiques des systèmes d'irrigation ont complété ces enquêtes. L'analyse est centrée sur les exploitations familiales de moins de 20 ha et ne traite pas des processus d'innovation dans les grandes entreprises de production quelle que soit leur forme juridique. Toutefois nous montrons que ces derniers ont parfois influencé les processus d'innovation relatifs à l'agriculture familiale de cette région.

Résultats

Une première phase d'innovation paysanne : le développement des cultures maraichères irriguées (1980 - 2000)

Les petites exploitations familiales se lançant dans les cultures maraichères irriguées - oignon et pomme de terre - ont d'elles-mêmes mis au point deux innovations adaptées à leurs besoins et leurs ressources. Tout d'abord, avec la hausse rapide du prix des carburants (gasoil, essence) à la fin des années 2000, les agriculteurs ont opté pour le gaz butane pour faire fonctionner les moteurs couplés aux pompes immergées dans les puits. Cette innovation apparue initialement plus au sud au Maroc, s'est rapidement diffusée dans le Saïs du fait du faible prix du gaz, subventionné par l'Etat pour les consommateurs, d'une offre importante en moteurs d'occasion importés d'Europe, et du savoir-faire de mécaniciens. Ces derniers ont su adapter les moteurs à essence des véhicules automobiles courants afin qu'ils fonctionnent au gaz. Cette innovation paysanne n'avait pas lieu d'être soutenue par les ingénieurs et encore moins les décideurs car elle correspond à une augmentation très importante du volume total de la subvention du gaz butane qui pèse sur les finances publiques. De ce fait, l'Etat envisage de revoir le montant de cette subvention voire de la supprimer prochainement. Dans ce cas, cette innovation paysanne ne sera plus fonctionnelle et devra laisser la place à d'autres technologies (Doukkali et Lejars, 2015), dont le pompage solaire aussi subventionné par l'Etat marocain.

Dans le même esprit, les producteurs et les commerçants d'oignon ont mis au point il y a plusieurs décennies des silos de stockage leur permettant d'étaler leurs ventes et de

bénéficier des prix plus rémunérateurs entre 2 et 8 mois après la récolte. Cette innovation a évolué depuis 30 ans avec l'utilisation de films plastiques imperméables pour couvrir la partie haute des stocks d'oignon. Ces silos sont constitués de matériaux disponibles localement et peu coûteux : pierres et paille au niveau de la ferme, film plastique et cordelette au niveau des marchés ruraux. Ils permettent de conserver en hiver les bulbes sur la partie ouest de la plaine, la plus froide, en les protégeant des chaleurs de la journée, et du gel sur la partie haute du bassin de production, le causse pré-atlasique (> 800 m d'altitude). Cette innovation paysanne permet dans 80% des cas d'atteindre un niveau de perte inférieur à 30%, économiquement acceptable pour les exploitations familiales de petite surface vus l'augmentation des prix après 3 mois de stockage (Serrar, 2013). Pour ce type d'exploitation, cette technique de conservation n'a pas été jusqu'ici détrônée par un autre procédé tel que les chambres froides.

Encadré 1 : Place et performances des cultures irriguées en agriculture familiale dans le Saïs

Arning *et al.* (2008) estiment ainsi que la production d'oignon de la plaine et des causses pré-atlasiques limitrophes a été multipliée par 8 en 15 ans, entre 1993 et 2008. En 2012, la quantité commercialisée était estimée à 260 000 tonnes (Lejars *et al.*, 2015). En 2012, la destination de la production était à 95% orientée vers le marché national et 5% de la production a été exportée vers l'Afrique de l'Ouest et dans une moindre mesure l'Europe ou l'Algérie (en contrebande). Environ 4000 agriculteurs produisent régulièrement de l'oignon d'été irrigué et 1800 à 2000 acteurs de l'aval (commerçants, courtiers, transporteurs, manœuvre, etc.) tirent l'essentiel de leur revenu de cette filière (Lejars *et al.*, *ibid.*). La plaine du Saïs compte environ 16 000 agriculteurs (MAPM, *ibid.*). La surface en pomme de terre est en baisse du fait de problèmes phytosanitaires récurrents (mildiou, vers du tubercule) et de la hausse du prix du plant qui est toujours importé d'Europe. Les producteurs du Saïs sont concurrencés par ceux d'autres régions de production du Maroc moins froides en hiver et moins chaudes en été. Par contre, le Saïs demeure la région de production par excellence de l'oignon au Maroc avec une fourniture de 50% du marché national (Lejars *et al.*, *ibid.*). Malgré cela, les producteurs font face depuis quelques années à une surproduction structurelle entraînant une baisse des prix d'où l'objectif des commerçants d'exporter l'oignon vers les marchés ouest-africains, zone de grande consommation d'oignon. Lorsqu'ils disposent de capitaux, les producteurs familiaux se tournent de plus en plus vers l'arboriculture irriguée qui demande moins de travail, moins d'eau et dégage des marges plus élevées et pour le moment moins fluctuantes (Baccar *et al.*, 2016).

Dans la plaine du Saïs, les marges brutes (MB) dégagées par les cultures irriguées sont en moyenne bien supérieures à celles des cultures pluviales : oignon 2 700 €/ha (mini - 540 €/ha maxi 5 400 €/ha) selon Lejars *et al.* (*ibid.*), cultures maraichères toutes espèces confondues 1 560 €/ha (1 080 à 1 875 €/ha) selon Baccar (communication personnelle), la MB de la pomme de terre étant plus faible que celle de l'oignon, les fruits : pomme de 11 500€/ha à 4 000 €/ha en fonction du

³ <http://www.groundwater-arena.net/projet>

choix de conduite (axe, gobelet) (Sellika et Faysse, 2015), prune en moyenne 2 400 €/ha (de 1 500 à 3 350 €/ha) (Sellika et al., 2015) arboriculture toutes espèces confondues 9 550€/ha (de 5 700 à 13 100 €/ha) (Baccar, ibid), cultures pluviales : céréales de 270 à 450 €/ha, fèves et féveroles de 400 à 540 €/ha. (Chevalier, 2014). La variabilité de la MB de l'oignon et de la pomme de terre est plus importante que celle des fruits et des cultures pluviales. Pour ces produits (et depuis 2014 pour les fruits) cette variabilité dépend de la fluctuation du prix de vente. Pour les cultures pluviales, la variabilité de la MB dépend essentiellement du rendement et de la répartition et du volume des pluies.

Les consommations en eau des cultures irriguées dans le Saïs sont aussi très variables en fonction des conditions climatiques, de la période d'irrigation, du choix des dates de plantation et des pratiques des agriculteurs (Benouniche et al., 2014 a.). En irrigation localisée et pour l'oignon d'été, il convient d'apporter 5 300 m³/ha en moyenne alors que Benouniche et al. (2014) ont mesuré chez les producteurs d'oignon du Saïs des apports d'eau d'irrigation variant de 2 000 à 10 000 m³/ha. L'arboriculture consomme moins d'eau : 4000 à 6000 m³/ha pour les rosacées, 4 000 m³/ha environ pour l'olivier à forte densité et moins si la pluviométrie de l'année est bonne (Razouk, 2016). Les grandes cultures peuvent consommer beaucoup pour les productions d'été et d'automne 12 000 m³/ha pour la luzerne, maïs ensilage 5200 m³/ha (Sraïri et al., 2009) et peu pour les productions de fin de printemps (céréales, bersim ou trèfle d'Alexandrie, féverole) s'il s'agit d'une irrigation d'appoint (< 1 000 m³/ha).

Une seconde phase : les adaptations locales du système « goutte à goutte » et la diversification des systèmes de culture (depuis 2000)

La seconde phase d'innovation paysanne a porté sur l'irrigation localisée (goutte à goutte) des cultures maraichères sur des petites surfaces par exploitation (de 1 à 5 ha par an). Cette technique avait été introduite dans les années 1990 par les grandes entreprises en arboriculture intensifiée. Celles-ci se sont adressées aux vendeurs d'équipements importés qui disposaient de techniciens formés pour concevoir les installations et conseiller les investisseurs. Le choix des équipements et de la configuration des réseaux d'irrigation relevaient de normes précises fournies par les équipementiers et les ingénieurs en hydraulique. Mais les ingénieurs considéraient cette technique trop coûteuse et trop complexe pour les petites exploitations. De ce fait, les services publics d'appui à l'agriculture familiale n'avaient pas engagé d'action de vulgarisation du goutte à goutte durant cette décennie.

Pourtant son adoption s'est accélérée durant les années 2000 chez ce type d'agriculteurs pour irriguer l'oignon, la pomme de terre et les cucurbitacées (Ameur et al., 2013 ; Benouniche et al., 2014 a, b et c, Benouniche, 2014). Dans l'incapacité financière de recourir aux fournisseurs/installateurs d'équipements normalisés, ces agriculteurs ont été à l'origine d'un système d'innovation local reposant en premier lieu sur les compétences et savoir-faire d'anciens ouvriers des entreprises en arboriculture. Ces installateurs « informels » se sont mis à la disposition des

petits agriculteurs et ont été capables de concevoir l'ensemble du système d'irrigation sur de petites parcelles maraichères. En valorisant du matériel d'occasion, en particulier les gaines perforées, en achetant quelques équipements neufs tels que conduites primaires et secondaires, filtres et système de fertigation, ces agriculteurs ont développé une forme d'irrigation localisée à moindre coût et répondant à leurs attentes en matière de réduction du temps de travail, de meilleure occupation du sol et d'accroissement du rendement des cultures, par rapport à l'irrigation à la raie. Le processus d'innovation paysan repose sur l'innovation des ingénieurs (le principe du goutte à goutte, l'équipement de base) et a évolué avec la fabrication par des artisans locaux de filtres de type hydrocyclone copiant les filtres normalisés importés. Ces artisans fournissent à un coût inférieur de 50 % des hydrocyclones de qualité équivalente à celle des filtres importés et parfois plus solides. Le coût de l'équipement en goutte à goutte, en recourant à une firme spécialisée qui travaille avec du matériel importé ou fabriqué au Maroc en usine, est passé d'environ 7200 €/ha à 3600 €/ha entre 1990 et 2013 (Ameur et al., 2013). Ce prix est encore inférieur lorsque l'agriculteur recourt à un installateur local (ancien ouvrier spécialisé généralement) et au matériel fabriqué par des artisans (au minimum 2200 €/ha) (encadré 2). Par contre, l'utilisation de gaines plastiques d'occasion avec goutteurs incorporés est de moins en moins fréquente depuis la baisse du prix de ce matériel.

Encadré 2 : les systèmes simplifiés d'irrigation localisée observés dans la plaine du Saïs

Système mobile : Composé d'un dispositif de filtration de tête et de fertigation, d'une conduite principale enterrée, d'une conduite secondaire en surface comme les gaines, vannes et purgeurs, ce système permet la mobilité des conduites secondaires entre parcelles et entre exploitations. Le coût de l'équipement varie entre 3 000 et 3300 €/ha.

Système à vannettes : Les réseaux primaire et secondaire et leurs équipements sont identiques au précédent. Au lieu d'une grande vanne à 40 € par quartier hydraulique, il dispose de vannettes au départ de chaque gaine d'irrigation ; le prix d'une vannette est de 0,4 €. Ces vannettes permettent d'assurer un contrôle de la pression dans le réseau quand le débit du puits est fluctuant ou en cas de parcelle en pente. Son coût est compris entre 2 250 et 2500 €/ha.

Système mobile à vannettes : Ce système est le moins coûteux car la conduite principale est absente, et les grandes vannes sont remplacées par des vannettes à faible coût. Le prix de l'équipement varie entre 2 100 et 2 400 €/ha.

Les spécificités de l'agriculture familiale locale ont aussi amené ces acteurs à poursuivre les processus d'adaptation. Par exemple, la mobilité des équipements d'irrigation s'avère indispensable lorsque l'agriculteur loue une parcelle pour une campagne maraichère à un voisin afin d'assurer la rotation maraichage/cultures pluviales favorable à la préservation de la fertilité du sol. Les agriculteurs et les installateurs locaux ont ainsi conçu des réseaux d'irrigation transportables. De plus, ils ont eu recours à des vannettes installées sur chacune des gaines perforées afin d'améliorer l'uniformité de l'apport d'eau lorsque la pression de l'eau en

sortie de pompe est fluctuante ou que la parcelle est en pente (encadré 2 et Ameur *et al.*, 2013). Ces dynamiques se sont accompagnées d'une évolution des savoir-faire des différents acteurs impliqués et de leurs inter-relations (Benouniche *et al.*, 2014 b. ; Benouniche *et al.*, 2016). Ce processus d'innovation constitue une *success story* du monde paysan et rural marocain. La technique a été démystifiée et mise à la portée d'un grand nombre d'agriculteurs maraîchers avant que le Ministère de l'Agriculture marocain facilite l'accès aux subventions des systèmes d'irrigation pour les petites exploitations, en y intégrant des équipements de qualité produits localement.

D'autres innovations paysannes ont été repérées mais n'ont pas encore fait l'objet d'analyses précises. Avec le développement de l'irrigation dans la plaine du Saïs, le niveau des nappes et le débit des puits ont baissé (Agence de bassin hydraulique du Sebou, 2011). Les petites exploitations n'ayant pas pu financer l'installation d'un forage, à plus grande profondeur que leurs puits, ont dû rechercher des alternatives adaptées à leurs capacités d'investissement et à leur défiance vis-à-vis de l'action collective, alors que le creusement d'un forage collectif serait une possibilité d'adaptation à la baisse du niveau des nappes et aurait pu être financé par le PMV ou le programme National d'Economie de l'Eau en Irrigation (PNEEI). Les puisatiers ont ainsi inventé la technique des micro-galeries ou drains horizontaux (*berima*) en remplacement (ou en complément) des galeries horizontales (*kehf*), une technique ancestrale de collecte d'eau de nappe, qui permet aussi d'augmenter le débit du puits. Selon Fofack Tsabou (2012), 41% des puits du village d'Ait Ali Ouathmane, situé au Nord-est de la plaine, sont munis de ces drains horizontaux (*berima*). Les galeries horizontales traditionnelles (*kehf*) ont un diamètre qui permet le passage du puisatier, ce travail est très pénible et dangereux. Les micro-galeries horizontales, de quelques centimètres de diamètre sur plusieurs dizaines de mètres de longueur, sont de conception récente et creusées à l'aide d'une tarière manuelle à partir du fond du puits. Pour cela, les puisatiers ont inventé une tarière à rallonge qui permet d'accroître le volume de sous-sol connecté au puits en multipliant le nombre de micro-galeries sans risque d'accident (de 2 à 8 par puits).

Tout récemment, nous avons rencontré deux agriculteurs expérimentant une technique de fertigation originale en arboriculture fruitière. Nous l'avons retrouvée chez quelques maraîchers du Saïs mais, à notre connaissance, elle n'a pas été observée ailleurs au Maroc. Cette innovation accompagne l'orientation que souhaite prendre de plus en plus des petites et moyennes structures de production familiale vers l'arboriculture irriguée (pêcher, nectarinier, prunier principalement) (Baccar *et al.*, 2016), secteur de production réservé il y a encore une décennie aux grandes exploitations familiales et surtout aux entreprises et sociétés. Comme pour l'oignon et la pomme de terre, l'irrigation des arbres fruitiers se fait avec un dispositif en goutte à goutte et la fertigation est fréquemment pratiquée. La fertigation originale qui correspond à une autre forme d'innovation paysanne consiste chez ces deux arboriculteurs à utiliser un mélange d'eau et de fumier non pailleux - principalement des fèces de ruminants desséchés ou poudrette de parc - mis dans des sacs usagés en polypropylène tissé. Ces sacs

sont disposés dans un petit bassin de stockage d'eau situé entre la sortie de pompe et le réseau d'irrigation. La poudrette se dilue dans l'eau au fil du temps sans besoin de manipuler les sacs. Plusieurs filtres « bricolés » évitent d'entraîner des particules solides dans le réseau qui obstrueraient les goutteurs. Les deux agriculteurs rencontrés sont à leur deuxième année de mise au point de cette innovation. Cette fertigation « organique » vient en complément de la fertigation classique basée sur des engrais liquides ou la dilution d'engrais minéraux en granulés. Ces deux agriculteurs ont constaté que cet apport organique fortement dilué, a entraîné un bon développement de leurs arbres fruitiers et un bon rendement, meilleurs qu'avec la seule fertigation minérale. Cette technique rappelle les apports de purin ou de décoction de plantes pratiqués en agriculture biologique et biodynamique en Europe. La fertigation organique ne remplace pas les apports de fumiers d'élevage qui est réalisé tous les 4 ou 5 ans. Un suivi précis de vergers mobilisant ou non cette innovation paysanne couplée avec des expérimentations en milieu contrôlé permettrait de comprendre ses effets sur l'agrosystème (biologie du sol, développement du système racinaire des arbres, parasitisme,...). Dans la mesure où la fertigation organique ne remplace par la fumure organique traditionnelle, l'objectif principal de ces innovateurs n'est donc pas l'économie en travail d'épandage de cette fumure. Il devra être mieux précisé en observant avec eux cette pratique et ses effets sur le fonctionnement du verger.

Discussion

Des contextes favorables à l'innovation paysanne

L'analyse précise de l'évolution des systèmes de production et des pratiques relatives aux cultures irriguées des agriculteurs familiaux de la plaine du Saïs montre que les processus d'innovation sont cohérents avec leurs stratégies. Les fortes rémunérations obtenues avec les cultures maraîchères irriguées (encadré 2) durant les deux décennies passées expliquent le foisonnement d'innovations paysannes dans ce secteur. Ces processus d'innovation paysans ont profité de la proximité des grandes entreprises d'arboriculture qui avaient « importé » les premiers équipements goutte à goutte et formé leurs ouvriers à la maîtrise de cette technologie, ouvriers qui sont devenus ensuite les vecteurs du transfert de savoir-faire. Le secteur de l'arboriculture irriguée dans le Saïs avait bénéficié et bénéficie toujours de l'appui de la recherche marocaine et des structures d'appui. Les agriculteurs des petites structures familiales auraient pu continuer à irriguer en gravitaire mais alors, ils ne pouvaient pas accroître les surfaces en maraichage, surtout en oignon, rendu possible par le goutte à goutte « adapté » ou conventionnel. Ils seraient alors passés à côté d'une source de revenu importante et de constitution d'un capital. Ce processus d'innovation a aussi été facilité par la relative simplicité de l'innovation « goutte à goutte », que les artisans et les installateurs locaux (les ouvriers qualifiés) ont pu facilement adapter.

De façon plus générique, l'innovation paysanne apparaît lorsque les agriculteurs n'ont pas d'autres choix que de faire par eux-mêmes, pour valoriser des opportunités et/ou faire face à une contrainte majeure, comme par exemple

l'adaptation à la baisse des nappes phréatiques. Les agriculteurs innovent d'abord dans des secteurs rémunérateurs, qui leur demandent des changements rapides de pratiques pour rester compétitifs ou assurer une qualité de production. L'innovation paysanne est aussi plus présente lorsque les agriculteurs ne peuvent pas s'appuyer sur un dispositif d'accompagnement adéquat et de proximité qui prenne en compte leurs besoins et leur situation professionnelle (statut foncier, trésorerie, capital disponible, etc.). Dans le cas des cultures maraichères de la plaine du Saïs, la subvention des équipements d'irrigation localisée installés par des entreprises privées remonte à la mise en place du PNEEI mais concerne qu'une partie des petites exploitations familiales, celles qui possèdent un titre foncier privé. Une partie des petites exploitations familiales ne possèdent pas ce titre (terres de statut collectif (*habous, guich*, tribal), immatriculation contrainte par un désaccord entre les héritiers et maintien de l'indivision). Une autre n'a pas encore obtenu ce titre foncier via la loi de la main levée, un processus de « privatisation » des terres de la réforme agraire, terres très présentes dans la plaine. Pour ces raisons, une bonne partie des maraichers continuent à recourir à l'irrigation localisée adaptée par les acteurs locaux.

L'émergence et le développement des innovations paysannes pour l'irrigation ont aussi été facilités par la proximité du secteur « gris » ou informel d'appui comprenant des ouvriers qualifiés devenus des conseillers agricoles « privés », des artisans, des mécaniciens ou des intermédiaires pour l'achat d'équipements neufs impossibles à construire localement. Cette proximité est à la fois géographique et sociale. A l'opposé, le monde des sociétés d'équipement, de la banque et des bureaux d'étude issus des écoles d'ingénieurs et de commerce n'est pas familier pour les agriculteurs familiaux du Saïs. Lorsque les services d'approvisionnement et de conseil du secteur formel fournissent les appuis nécessaires (modèles techniques, organisation de l'approvisionnement et des achats), les agriculteurs se coulent alors dans des systèmes de production et d'innovation que certains auteurs considèrent comme verrouillés et n'incitant pas l'agriculteur à innover de lui-même (Fares et al., 2011). Ceci étant, on peut estimer qu'ils y trouvent leur compte tant que les conditions économiques leur paraissent favorables, en particulier lorsque ces systèmes leur permettent d'accéder à des aides et subventions. Toutefois et dans le cas spécifique de la plaine du Saïs, il serait souhaitable de faire mieux dialoguer le monde paysan avec celui des ingénieurs afin d'hybrider savoirs et savoir-faire scientifiques et empiriques (encadré 3).

Encadré 3 : Perspectives possibles pour la poursuite des recherches sur les processus d'innovation dans la plaine du Saïs

Quatre domaines de recherche sont envisageables :

- Poursuivre l'évaluation des innovations présentées ci-dessus, en particulier la fertigation organo-minérale (pourquoi, comment et quels sont les effets de cette innovation sur le sol (macro et micro faune) et les arbres fruitiers ?);
- Maintenir une veille afin de continuer le repérage d'autres innovations paysannes ainsi que d'innovations is-

sues de projets et programmes pilotés par les structures de développement (pompage solaire, conservation de l'oignon en chambre froide gérée par des coopératives, etc.) ;

- Comparer les processus d'innovation relatifs aux cultures irriguées avec ceux observés pour les cultures pluviales. En cultures pluviales, aux MB/ha moindres (encadré 1) les processus sont-ils de même nature ? L'action collective indispensable à l'utilisation de matériels agricoles (tracteur, semoir, etc.) pour les petites et moyennes structures familiales favorise-t-elle les processus d'innovation comme cela a été observé dans la région proche du Moyen Sébou pour le semis direct des cultures (non labour) et la conduite des traitements phytosanitaires (Labbaci et al., 2015) ;

- Expérimenter des espaces de dialogue entre innovateurs de différentes origines (producteurs, transformateurs, artisans, industriels, chercheurs) comme une foire locale à l'innovation agricole et en évaluer les impacts en termes d'apprentissages et de changements techniques.

A cela il faut aussi ajouter la question urgente de la gestion des eaux souterraines en fonction du niveau des nappes et du changement climatique. Avec la révision actuelle de la loi⁴ 10-95 sur l'eau, l'Agence du Bassin Hydraulique du Sébou devra être en mesure de mieux gérer les eaux souterraines de la plaine du Saïs. Mais cela va nécessiter la mise en place de nouvelles mesures et méthodes de gestion collective qui ne peuvent pas reposer uniquement sur la police de l'eau. Des innovations sociales et non plus seulement techniques seront nécessaires pour la durabilité de la ressource et de l'agriculture irriguée de la plaine.

Quels intérêts ont les agronomes à s'intéresser à l'innovation paysanne ?

Améliorer la situation des agriculteurs et les aider à mieux gérer leurs ressources ou à se projeter dans l'avenir, impliquent que les agronomes, en particulier ceux des structures d'appui-conseil, comprennent les stratégies et les logiques d'action des différents types de producteurs de leurs zones d'intervention. Ces tâches renvoient à des méthodes d'analyse du fonctionnement des exploitations familiales et des pratiques agricoles bien rodées mais assez coûteuses en temps (Papy, 1997). Au niveau international, ces démarches sont de plus en plus délaissées au profit des diagnostics rapides moins féconds et des enquêtes agronomiques sur de grands échantillons qui ne permettent pas de comprendre les logiques des agriculteurs. S'intéresser aux innovations paysannes constitue d'abord une façon de revisiter l'analyse des pratiques en se focalisant sur une catégorie d'agriculteurs particulière plus « innovateurs ». On dépasse alors la seule analyse statistique et quantitative des pratiques pour s'intéresser aux processus d'innovation en train de se faire.

Ensuite, l'innovation paysanne peut être une source d'inspiration pour les agronomes engagés dans la conception de systèmes agricoles innovants. Ainsi en France les agriculteurs adoptant des modes de production alternatifs (agriculture bio, agriculture à bas niveau d'intrants, agriculture de conservation avec non labour) sont pour certains d'entre eux des inventeurs ou des moteurs du processus

⁴ Les modalités de délivrance des autorisations de creusement de forages et de puits, et de pompage devront être respectées par tous. Les systèmes d'irrigation devront comporter des compteurs d'eau.

d'innovation (Goulet *et al.*, 2012). Pour enrichir les processus de conception, l'agronome a tout intérêt à regarder les changements en cours ou passés dans les exploitations des innovateurs. Cette posture de l'agronome est de plus en plus fréquente lorsque la littérature scientifique n'est pas en mesure de fournir des références sur certains phénomènes (interaction entre cultures dans le cas d'associations) ou lorsque les financements manquent pour réaliser plusieurs séries d'expérimentations en station ou encore dans le cas de la conception de systèmes de cultures pérennes qui nécessite une longue période d'expérimentation avant l'obtention des résultats. Cette posture de l'agronome renvoie à l'activité de traque des systèmes de culture innovants en cours de développement dans la recherche française (Salembier et Meynard, 2013). Ces auteurs soulignent le besoin de construire une méthodologie d'étude pour obtenir un panel de cas intéressants à étudier et pour évaluer ces systèmes innovants afin d'en dépasser la simple description. Si l'agronome peut s'inspirer en étudiant les pratiques innovantes des agriculteurs (« les innovations paysannes »), il ne procédera pas par un simple transfert ou réplique. Il convient d'évaluer finement ces pratiques et leurs effets et impacts sur les performances des systèmes de production et sur les différents compartiments de l'environnement (sol, eau, air,...). Les agriculteurs ont des bonnes raisons de faire ce qu'ils font mais leurs pratiques et façons de produire doivent aussi être mises en débat et souvent elles sont perfectibles.

Comment accompagner les processus d'innovation ?

Les *success stories* d'innovations paysannes pour les cultures irriguées du Saïs interrogent sur le pourquoi et le comment accompagner ces processus. L'innovation paysanne est issue de l'imagination des agriculteurs et de l'intensité de leurs réseaux socioprofessionnels (proximité, confiance) dans un contexte spécifique. Des tentatives de normalisation des innovations ne seraient pas nécessairement productives car ce n'est pas tant l'innovation elle-même que le processus conduisant à son émergence et développement qui importe. Par ailleurs les agriculteurs, comme d'ailleurs les industriels, ne souhaitent pas nécessairement partager leurs acquis avec tous les acteurs, car cela peut se faire au détriment de leur propre compétitivité dans un contexte économique de plus en plus tendu. En France, les processus d'innovation paysans renvoient au dynamisme de collectifs d'agriculteurs de petite taille mais relativement bien organisés et qui peuvent ensuite se fédérer ou grandir (cas des CIVAM et des CETA). Inversement, laisser les agriculteurs innover seuls ou dans des collectifs non reconnus serait antinomique avec les missions des agronomes. Tout d'abord reconnaître les capacités des agriculteurs à innover permet aux agronomes de s'en faire des alliés pour la co-conception d'innovations ou le montage de projets d'appui collectifs ou individuels (Petit *et al.*, 2012).

Pour ce faire, les politiques publiques ne peuvent pas se limiter aux mesures d'accompagnement habituelles telles que subvention, production et diffusion de connaissances et d'informations. En priorité, la formation de base des ruraux et le renouvellement des cursus de formation professionnelle doivent permettre aux jeunes agriculteurs de mieux s'insérer dans les dispositifs d'appui-conseil, dans les projets

de recherche-développement en partenariat ou plus simplement devenir des moteurs des processus d'innovation (Amichi *et al.*, 2015). Les formateurs doivent enseigner l'innovation comme processus social et pas seulement technique, en rendant visibles les agriculteurs innovateurs. Cela va nécessairement donner de la confiance aux plus jeunes des agriculteurs qui ont souvent du mal à s'écarter des voies tracées par leurs aînés.

Conclusion

Dans la plaine du Saïs au Maroc, les processus d'innovation portés par des agriculteurs familiaux et leurs alliés proches (artisans, fournisseurs d'équipement) sont clairement liés au type de système de production concerné : ils sont très dynamiques pour les cultures irriguées qui dégagent en moyenne des marges brutes par hectare supérieure à celles des cultures pluviales. Cette dynamique paysanne et rurale s'explique par la présence d'un système d'innovation local dynamique, et surtout par le besoin ressenti par les agriculteurs des systèmes de cultures irriguées de changer leurs pratiques ou de s'adapter à une nouvelle contrainte ou opportunité. Ces processus d'innovation sont aussi connectés aux dispositifs habituels/formels d'innovation qui associent chercheurs, structures publiques d'appui et de conseil, et agriculteurs. Cette diversité des situations d'innovation mérite d'être mieux comprise par les agronomes dans le cadre de leurs collaborations avec les sciences sociales car sa connaissance constitue un socle pour renouveler les méthodes de conception dans le secteur agricole, pour renforcer les relations et la confiance avec les agriculteurs familiaux et, dans une certaine mesure, pour influencer la conception des politiques agricoles en matière de recherche, de formation, de mesures incitatives pour la production.

Remerciements

Nous remercions tout particulièrement les agriculteurs qui ont bien voulu répondre à nos multiples questions portant sur leurs pratiques, leurs modalités d'organisation et leurs relations avec les structures d'appui-conseil de la plaine du Saïs ainsi que le personnel de ces structures. Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet ARENA Groundwater (ANR-CEPS- 11/09).

Références

- Agence de bassin hydraulique du Sebou, 2011. Étude d'actualisation du plan directeur d'aménagement intégré des ressources en eau du bassin hydraulique de Sebou (Fès). Maroc, p. 103.
- Akesbi N., 2011. La nouvelle stratégie agricole du Maroc annonce-t-elle l'insécurité alimentaire du pays ? *Confluences Méditerranée*, (3), 93-105.
- Alter N., 2000. L'innovation ordinaire. Presses Universitaires de France, Paris, 278 p.
- Ameur F., Hamamouche M.F., Kuper M., Benouniche M., 2013. La domestication d'une innovation technique : la diffusion de l'irrigation au goutte-à-goutte dans deux douars au Maroc. *Cahiers Agricultures*, 22 (4) : p. 311-318.

- Amichi H., Kadiri Z., Bouarfa S., Kuper M., 2015. Une génération en quête d'opportunités et de reconnaissance : les jeunes ruraux et leurs trajectoires innovantes dans l'agriculture irriguée au Maghreb. *Cahiers Agricultures*, 24 (6) : p. 323-329. <http://dx.doi.org/10.1684/agr.2015.0791>.
- Anning R, Bauer C, Bults C, Edler A, Fuchs D, Safi A., 2008. Les petites et moyennes exploitations agricoles face aux structures de supermarchés. Commercialisation des produits agricoles en Tunisie et au Maroc à l'exemple de trois filières. In : Rapport FAO-GTZ-SLE. ISSN 1433-458.
- Baccar M., Bouaziz A., Dugué P., Le Gal P.-Y., 2016. Shared environment, diversity of pathways: dynamics of family farming in the Sais plain (Morocco). *Regional Environment Change* (soumis)
- Benouniche M., Kuper M., Poncet J., Hartani T., Hammani A. 2011. Quand les petites exploitations adoptent le goutte-à-goutte : initiatives locales et programmes étatiques dans le Gharb (Maroc). *Cahiers Agricultures*, 20 (1-2) : p. 40-47. <http://dx.doi.org/10.1684/agr.2011.0476>.
- Benouniche M., 2014. Une innovation technique en train de se faire. Le goutte à goutte en pratique au Maroc : acteurs, bricolages et efficacités. Thèse en cotutelle, UM2 Montpellier, IAV Rabat. 144 p.
- Benouniche M., Kuper M., Hammani A. 2014, a. Mener le goutte à goutte à l'économie d'eau : ambition réaliste ou poursuite d'une chimère? *Alternatives Rurales* (2) : 12 p. <http://alternatives-rurales.org/wp-content/uploads/2014/11/AltRur2GoutteAGoutteLecEcran.pdf>
- Benouniche M., Zwarteveen M., Kuper M. 2014, b. Bricolage as innovation: opening the black box of drip irrigation systems. *Irrigation and Drainage*, 63 (5): p. 651-658.
- Benouniche M., Kuper M., Hammani A., Boesveld H. 2014, c. Making the user visible: analysing irrigation practices and farmers' logic to explain actual drip irrigation performance. *Irrigation Science*, 32 (6) : p. 405-420. <http://dx.doi.org/10.1007/s00271-014-0438-0>.
- Benouniche M., Errahj M., Kuper M. 2016. The seductive power of an innovation: Enrolling non-conventional actors in a drip irrigation community in Morocco. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 22 (1): p. 61-79. <http://dx.doi.org/10.1080/1389224X.2014.977307>.
- Chambers R., Thrupp L. A. (Eds.), 1994. Farmer first: farmer innovation and agricultural research. KARTHALA Editions.
- Chevalier C., 2014. Etude des rôles de la culture de Vicia Faba à l'échelle de l'exploitation. Le cas de la plaine du Saïss, Maroc. Mémoire de Master Sciences et Technologies du Vivant et de l'Environnement, spécialité « De l'Agronomie à l'Agroécologie », AgroParistech, 61 p.
- Corrado A., 2010. New peasantries and alternative agro-food networks: The case of Réseau Semences Paysannes. From Community to Consumption: New and Classical Themes in Rural Sociological Research. *Research in Rural Sociology and Development*, 15, 17-30.
- Coudel E. (ed.), Devautour H. (ed.), Soulard C.T. (ed.), Faure G. (ed.), Hubert B. (ed.). 2012. Apprendre à innover dans un monde incertain : concevoir les futurs de l'agriculture et de l'alimentation. Versailles : Ed. Quae, 246 p. (Synthèses : Quae).
- Doukkali R., Lejars C., 2015. Energy cost of irrigation policy in Morocco: a social accounting matrix assessment. *International Journal of Water Resources Development*, 31 (3) p. 422-435. <http://dx.doi.org/10.1080/07900627.2015.1036966>.
- Dugué P., Mathieu B., Sibelet N., Seugé C., Vall E., Cathala M., Olina J.P., 2006. Les paysans innovent, que font les agronomes ? Le cas des systèmes de culture en zone cotonnière du Cameroun. In : Caneill Jacques (ed.). Agronomes et innovations : 3ème édition des entretiens du Pradel. Actes du colloque des 8-10 septembre 2004. Paris : L'Harmattan, p. 103-122. (Biologie, écologie, agronomie).
- Dugué P., Lejars C., Ameur F., Amichi F., Braiki H., Burte J., Errahj M., Hamamouche M.F., Kuper M., 2014. Re-compositions des agricultures familiales : une analyse comparative dans trois situations d'irrigation avec les eaux souterraines. *Tiers Monde* (220) : p. 99-118. <http://dx.doi.org/10.3917/rtm.220.0101>.
- El Amrani M., 2002. Evaluation de l'impact de la diffusion d'une innovation technique agricole sur les systèmes de production et sur la durabilité de l'agriculture. Le cas de la motopompe à eau dans la zone semi-aride de Saïss au Maroc. Thèse de doctorat (Economie Rurale). Faculté Universitaire des sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique.
- Fares M, Magrini MB, Triboulet P, 2011. Transition agro-écologique, innovation et effets de verrouillage : le rôle de la structure organisationnelle des filières. Le cas de la filière blé dur française. *Cahiers Agricultures* 21 : 34-45.
- Faysse, N., Errahj, M., Dumora, C., Kemmoun, H., & Kuper, M. (2012). Linking research and public engagement: weaving an alternative narrative of Moroccan family farmers' collective action. *Agriculture and Human Values*, 29(3), 413-426.
- Fofack Tsabou R. S., 2012. Analyse des règles d'accès à l'eau souterraine dans un contexte de mutations de l'agriculture et des politiques publiques au Maroc : Le cas de l'aquifère du Saïss. Master de sciences politique et action publique, spécialités : Politiques territoriales et développement durable, Université de Lille 2, 130 p.
- Gaglio G., 2011. Sociologie de l'innovation. Presses universitaires de France, 2011.
- Gameroff T., Pommier P., 2013. Diagnostic agraire d'une petite région des plateaux du Saïss - Quelles dynamiques agraires à partir des conditions différenciées d'accès à l'eau, AgroParisTech: 208.
- Goulet F., Vinck D. 2012. L'innovation par retrait : contribution à une sociologie du détachement. *Revue Française de Sociologie*, 2 (53) : p. 195-224.
- Labbaci T., Dugué P., Kemoun H., Rollin D. 2015. Innovation et action collective : le semis direct des cultures pluviales au Moyen Sébou (Maroc). *Cahiers Agricultures*, 24 (2) : 76-83.

Lanneau G., 1967. L'adoption du tracteur dans une zone de polyculture (L'Ouest du département de l'Aude) "Revue française de sociologie" : 325-347.

Lejars, C., Courilleau, S., 2015. Impact du développement de l'accès à l'eau souterraine sur la dynamique d'une filière irriguée. Le cas de l'oignon d'été dans le Saïs au Maroc. *Cahiers Agricultures*, 24 (1) : 1-7.

Papy F., 1997. Savoir pratique sur les systèmes techniques et aide à la décision." La conduite du champ cultivé. Points de vue d'agronomes. IRD (1998): 245-259. http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers4/010013877.pdf.

Petit M.-S., Reau R., Dumas M., Moraine M., Omon B., Josse S., 2012. Mise au point de systèmes de culture innovants par un réseau d'agriculteurs et production de ressources pour le conseil. *Innovations Agronomiques* 20, 79-100.

Quarouch, H., Kuper, M., Abdellaoui E., Bouarfa, S., 2014. Eaux souterraines, sources de dignité et ressources sociales : cas d'agriculteurs dans la plaine du Saïss au Maroc. *Cah. Agric.* 23, 158-165.

Razouk R., 2016. Irrigation de l'olivier : de bonnes pratiques pour chaque système de production. INRA Meknes (Maroc) <http://mag.inrameknes.info/?p=1203#more-1203> (consulté le 19/02/2016).

Salembier C., Meynard J.-M., 2013. Evaluation de systèmes de culture innovants conçus par des agriculteurs : un exemple dans la Pampa Argentine. *Innovations Agronomiques*, 31, 27-44.

Sellika I.E., Faysse N., Bousadni A., Ait El Mekki A. 2015. Perspectives de production et de commercialisation des prunes et des pruneaux au Maroc à l'horizon 2025. *Alternatives Rurales* (3) : 14.p. <http://alternatives-rurales.org/perspectives-de-production-et-de-commercialisation-des-prunes-et-des-pruneaux-au-maroc-a-lhorizon-2025/>.

Sellika I.E., Faysse N., 2015. Perspectives de production et de commercialisation de la pomme au Maroc à l'horizon 2025. *Alternatives Rurales* (3) : 17 p.

<http://alternatives-rurales.org/perspectives-de-production-et-de-commercialisation-de-la-pomme-au-maroc-a-lhorizon-2025/>.

Serrar M., 2013. Conservation traditionnelle de l'oignon à El Hajeb. Les pertes engendrées et les moyens de les limiter. *Agriculture du Maghreb*, n°67, Avril 2013, 154 - 158.

Sibelet N., Dugué P., 2007. Processus d'innovation dans les exploitations familiales. In : Gafsi Mohamed (ed.), Dugué Patrick (ed.), Jamin Jean-Yves (ed.), Brossier Jacques (ed.). Exploitations agricoles familiales en Afrique de l'Ouest et du Centre : enjeux, caractéristiques et éléments de gestion. Versailles : Ed. Quae, p. 349-367.

Sraïri M.T., Rjafallah M., Kuper M., Le Gal P.Y., 2009. Water productivity through dual purpose (milk and meat) herds in the Tadla irrigation scheme, Morocco. *Irrigation and Drainage*, 58 (3) (suppl.): S334-S345. <http://dx.doi.org/10.1002/ird.531>.