

LA PRODUCTION DE LEGUMES SECS EN ALGERIE



Recueil réalisé par Djamel BELAID
Ingénieur Agronome

SOMMAIRE

Chapitre 1
La culture de la lentille 8

CHAPITRE
LA FILIERE POIS-CHICHE 13

CHAPITRE
VARIETES ET CONDUITE DU POIS-CHICHE 16
Chapitre
Cultures associées aux légumes secs 40

Chapitre
LA CULTURE DU POIS-CHICHE A TRAVERS LE MONDE 42

LES LENTILLES ET L'ACHABA.
Texte extrait de "Burdeau-Sersou (1905-1962)".

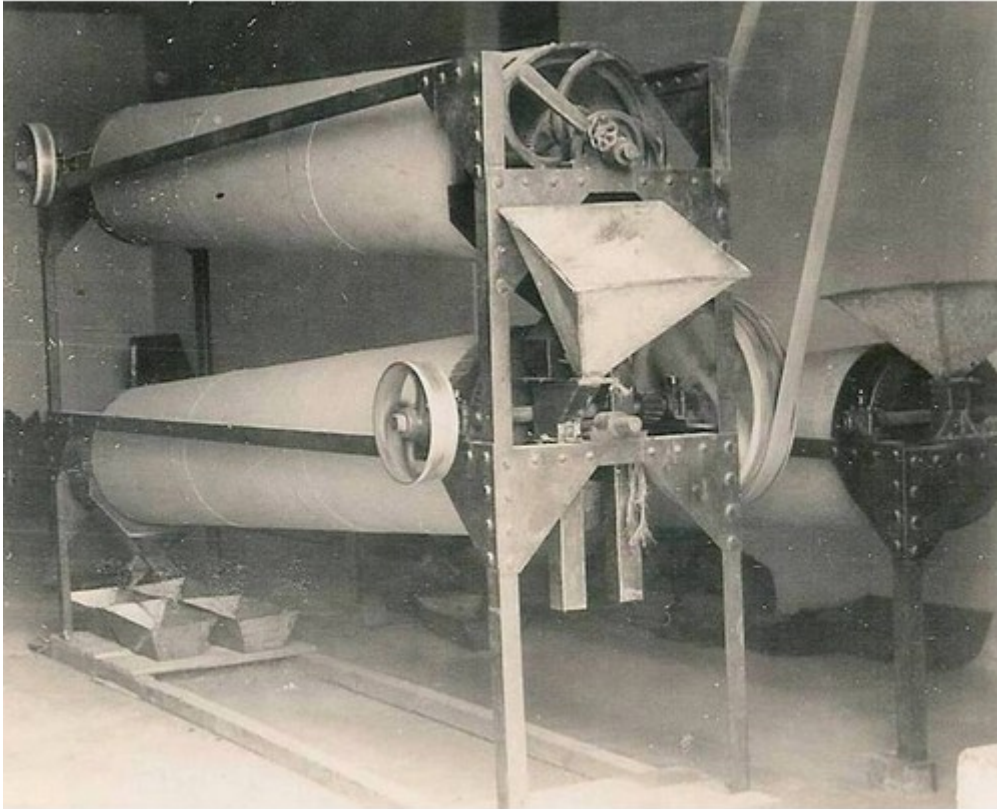


Photo : trieuse calibreuse pour lentilles (Sersou années 50).

... Après avoir tenté diverses cultures, il envisage celle des lentilles. Il constate que, si la productions métropolitaine de lentilles vertes paraissait suffire aux besoins de la consommation locale, la consommation de lentilles blanches nécessitait une importations de plusieurs milliers de tonnes en provenance du Chili sous la dénomination de Large Blonde, correspondant à un diamètre de 7 à 8 mm. A la suite de cette constatation il commandait en 1930, chez Vilmorin à Paris, 5 kilos de cette variété.

En 1931 une première récolte de 70 kilos semés sur un hectare en 1932 donne 900 kilos suffisant pour semer 15 hectares en 1933 dont la production sera à la base de l'extension de cette culture qui, 10 ans plus tard, couvrira

20 000 hectares environ en Algérie, surface à peu peu prés stabilisée jusqu'à l'indépendance. L'intérêt de cette culture est très évidente, tant par sa complémentarité culturale et financière à celle des céréales, que par sa bonne adaptation au sol et aux conditions climatiques : moins exigeante en eau en tant que culture sarclée et moins sensible aux gelées de printemps. De plus, elle trouve sa place dans l'assolement généralement pratiqué dans la région : jachère nue (préparée), blés, avoine ou orge. en occupant la jachère nue qui nécessite des façons culturales appropriées assez coûteuse et sans rapport immédiat. Semée en lignes espacées de 70 cm environ,

le bon entretien de cette culture : binage entre les rangs, désherbage sur la ligne, exige une main-d'œuvre nombreuse dès le début du printemps et plus encore pour sa récolte qui, par la nature de la plante, doit être effectuée rapidement pour éviter l'égrenage, et obligatoirement à la main pour l'arrachage et la mise en bottillons ou moyettes. tous les essais de mécanisation les plus poussés permettent seulement d'atténuer l'effort demandé aux arracheurs mais ne peuvent les remplacer ou les supprimer. Les désherbages dans le rang et l'arrachage, seulement possibles à la main, ont un effet bénéfique à l'égard d'une population qui trouve là une source de revenus appréciable. Un hectare nécessite l'emploi, pour le désherbage et l'arrachage, d'un ouvrier de la mi- avril au 15 juillet, les disponibilités en main-d'œuvre locale s'avère très vite insuffisantes. Devant l'extension rapide de cette culture, dès les années 1936-

37, il est fait appel aux nomades du Sud venant régulièrement estiver avec leurs troupeaux sur la plaine du Sersou.

Avant la mise en culture de la plaine, les nomades faisaient paître leurs troupeaux sur la végétation spontanée : armoise, thym et graminées ; après sa mise en culture, c'est dans les chaumes de céréales laissés par la moisson. Cette reconversion n'allait pas sans problèmes, assez mal admise au début par les pasteurs qui utilisaient ces parcours depuis des temps anciens. Les saccages par les troupeaux ou les pillages de récoltes sur pieds ou en gerbes occasionnèrent des conflits. Pour remédier à cette situation et normaliser une coutume nécessaire à l'existence des nomades, une commission dite de l' Achaba (transhumance) est instituée au début de la guerre 14-18. Cette commission composée de représentants civils et militaires du gouvernement et des chefs des tribus concernées, bachaghas ou caïds, se réunit au début du printemps à Laghouats ou à Djelfat pour définir le déroulement de la transhumance au cours de la saison : date d'entrée des troupeaux et cantonnement des tribus dans les zones cultivées, en fonction des dates pour la fin des récoltes et des coutumes habituelles.

Un accord est passé avec les chefs de tribus pour répondre aux besoins nouveaux en main d'œuvre créés par l'extension de la culture des lentilles et définir les modalités d'embauche et de rémunération des travailleurs. Le recrutement s'effectue par contrats passés entre les agriculteurs et les chefs de fraction de tribus (chihs) composées d'environ 15 à 20 familles (arch) comptant de 80 à 100 personnes dont la moitié environ apte au travail, les femmes en constituant la grande majorité avec les jeunes de 14 à 16 ans, les hommes se réservant en général le rôle de surveillant ! Le nombre de travailleurs compris dans la fraction détermine la surface portée sur le contrat, un ouvrier étant supposé arracher un hectare de lentilles dans la période de 20 à 25 jours nécessaires pour effectuer normalement la récolte. Le prix de l'arrachage, toujours fixé forfaitairement à l'hectare, est versé au chef de fraction dont l'autorité est suffisante pour assurer une répartition admise par ses subordonnés. Les contrats passés au printemps, deux ou trois mois avant le début de l'arrachage, sont régulièrement assortis d'avances en espèces représentant 20 à 25 % de leur montant. Certaines années au cours desquelles la rigueur du temps cause la disette dans le Sud, les chefs sont amenés à demander ces avances en grains, principalement au cours de l'hiver. Très rares sont constatés les dérobades, ou les manquements aux engagements, et le courant de relations que ces pratiques ont créé entre les colons et les nomades ne s'en est jamais démenti jusqu'à l'indépendance. La plupart des chefs sont venus avec leur famille chez le même employeur pendant plus de

vingt ans.

La conversion de cette population, n'a pas été sans problème. La récolte des lentilles débutant un mois avant celle des céréales exclut l'accès des troupeaux de moutons dans les parties cultivées ; ceux-ci restent stationnés dans des zones d'attente situées au sud de la plaine, seul les gens et leurs chèvres, indispensables pour leur fournir le lai nécessaire à leur alimentation, peuvent arriver à pied-d'œuvre. Pour atteindre les lieux de travail, les nomades utilisent leur moyen habituel de déplacement : caravane de chameaux trans portant tentes, tapis, ustensiles de cuisine, beurre et dattes ; les femmes et les enfants suivent à pieds tandis que les familles des chefs sont abritées dans les bassours juchés sur les chameaux, le tout formant des défilés pittoresques ! Quelques fois, l'éloignement des brebis, alors que les lentilles arrivent à maturité nécessite des moyens plus rapides d'acheminement. Les employeurs utilisent alors des camions et des camionnettes. Ces convois, chargés de tout le matériel de campement sur lequel sont installées toutes les personnes constituant la tribu ainsi que les chèvres, les chiens et quelques fois les ânes, forme un convoi tout aussi pittoresque ! L'arrachage terminé, les nomades reprennent leur vie habituelle, les femmes allant au glanage sur les parcelles débarrassées des récoltes et les hommes faisant paître leurs moutons sur les chaumes de lentilles et de céréales jusqu'au moment de regagner leurs quartiers d'hiver dans le Sud.

Les travailleurs locaux, jeunes de 15 à 20 ans, sont plus généralement employés au désherbage, précédant l'arrivée des nomades, ou à la conduite des animaux : chevaux ou mulets, tirant la bineuse menant la largeur de l'entre-rang. Avec la motorisation intervenue dans les années 40, un équipement de bineuse tirées par un tracteur à roue de 15 chevaux mène la largeur correspondant à celle du semoir utilisé, six rangs en général. Les vesces et les coquelicots qui constituent la principale de la végétation spontanée nécessitent un désherbe soigneux. La vesce, en particulier, exige, par son analogie avec la lentille, une attention toute particulière et un coup d'œil exercé.

Les lentilles résistent bien à la sécheresse grâce aux binages : trois ou quatre en moyenne, mais les grands vents, principalement le Sirocco, causent parfois des dégâts considérables ; il est arrivé de voir, en une nuit, disparaître une parcelle de 60 hectares dont l'arrachage s'était terminée la veille ! Pour diminuer ce risque, d'important moyens de charrois sont mis en œuvre pour l'enlèvement de la récolte. Pour réduire l'égrenage au moment de la cueillette, il est nécessaire de procéder à l'arrachage avant la maturité complète et un certain délai doit être observé avant la mise en meule pour éviter l'échauffement c'est durant cette période critique que la

récolte est exposée aux dégâts du vent.

La fragilité du grain excluant l'utilisation des batteurs à battes tournant à grande vitesse, les Établissements Cabot entreprennent, dès 1936, la construction de batteuses à lentilles spécifiques. A partir d'octobre 1936 ce matériel spécialisé permet d'effectuer d'une façon parfaite la séparation préalable, le nettoyage et le calibrage et désinsectisation des lentilles. Sous l'égide d'Hilaire Furgier, une coopérative de producteurs de

lentilles réunissant une quinzaine de membres est créée en 1951, afin de réaliser une usine de capacité suffisante pour traiter la production de la région. Sur les communes de Burdeau-Bourlier et avoisinantes, les surfaces cultivées en lentilles atteignent, dès les années 40, 300 à 400 hectares par exploitations. au cours de la période allant de 1940 à l'indépendance de l'Algérie, les surfaces cultivées sur la plaine du Sersou oscilleront entre 5 000 et 8 000 hectares. Texte extrait de " Burdeau-Sersou (1905-1962)".

ALGERIE: DES ALIMENTS NOUVEAUX POUR LES HOMMES ET L'ELEVAGE

Djamel BELAID 2014

En Algérie, la production de viande de volailles est un moyen de fournir le marché en un produit de base plus abordable que la viande de mouton ou de boeuf. Produire des poulets est relativement simple. Il suffit de placer durant un mois et demi plusieurs centaines de poussins dans un hangar et de leur fournir un aliment à base de maïs et de soja. Ces deux produits, maïs et soja permettent la croissance rapide des animaux. Le problème est que comme pour une partie du blé destiné à la consommation humaine, ces graines sont importées en totalité. Existe-t-il une alternative à la spirale de l'importation de produits alimentaires?

VIANDES, PROTEINES ET ACIDES AMINES ESSENTIELS.

La forte demande en viande provient de l'augmentation de la population algérienne mais également de l'élévation de son niveau de vie. Toute société qui se développe connaît un accroissement de la demande en protéines. C'est notamment le cas en Chine avec une très forte demande de viande de porc.

Du point de vue nutritionnel, l'organisme humain a besoin d'un apport minimum journalier en protéines. Celles-ci peuvent être apportées par les protéines végétales des légumes secs (lentilles, fèves, pois-chiches, haricots, soja, ...) ou animales (viande, poisson, lait, ...). Car, en fait, tout organisme a besoin d'une quantité journalière précise d'acides aminés. Et que ce soit les protéines animales ou végétales, les deux contiennent pratiquement des acides aminés et notamment des acides aminés essentiels.

Du point de vue nutritionnel, à condition de manger régulièrement des légumes secs, il est possible de réduire considérablement sa consommation de produits animaux. Le régime alimentaire des végétariens est l'exemple de ce raisonnement poussé à l'extrême.

En Europe se développe même des mouvements qui combattent le fait que l'Homme puisse abattre chaque année pour se nourrir des millions d'animaux. Les adeptes de ce genre de mouvement ne consomment pas de viande et sont pourtant en parfaite santé. Il est donc possible de se nourrir sans consommer de viande ou très peu.

L'ALIMENTATION TRADITIONNELLE ALGERIENNE: PRIORITE AUX PROTEINES VEGETALES.

L'alimentation algérienne traditionnelle réserve une place de choix aux protéines végétales. C'est le cas du plat national. Les pois-chiches accompagnent invariablement le couscous. Cette association d'une céréale: le blé dur et d'une légumineuse: le pois-chiche fait de ce plat un met particulièrement équilibré.

La « garantita » est également préparée essentiellement avec des pois-chiches. Dans l'Est du pays et par exemple à Batna, les « fawalas », ces petits restaurants qui proposent des plats de fèves en sauce sont particulièrement appréciés. Dans l'Algérois existe une consommation de fèves fraîches cuites à la vapeur avec le couscous.

Pois-chiche et fèves se retrouvent très utilisés sur le pourtour du bassin méditerranéen. Ce qui n'est pratiquement pas le cas de l'Europe du Nord. Les verts pâturages de ces régions assurent essentiellement l'apport protéique aux populations locales sous la forme de protéines animales. En Asie, dans certains pays, les populations locales consomment des insectes et leurs larves¹. En Afrique sud-saharienne et dans le Sud de l'Algérie, les criquets grillés constituent un met de choix.

1 De jeunes sociétés se positionnent déjà en Europe sur ce créneau de l'élevage des insectes. Des essais de production massive de vers de farine sont activement menés. Dans un premier temps l'optique serait de produire des protéines d'insectes à destination des animaux d'élevage.

De tout temps, les populations, en différents points de la Terre ont assuré leurs besoins en protéines à partir de ressources locales facilement mobilisables.

Il serait fou de penser que le progrès scientifique puisse nous permettre de nous abstenir de cette règle de bon sens. Produire 1 kg de viande de boeuf nécessite 15 000 litres d'eau. Les bovins consomment de grandes quantités de fourrages qu'on ne peut obtenir en Algérie qu'en irriguant. Penser que, dans les conditions semi-arides de l'Algérie, chaque citoyen puisse un jour bénéficier d'un régime alimentaire calqué sur celui de l'Europe, c'est à dire à dominante de viande rouge et de fromages est un doux rêve.

ALGERIE, VERS UNE ADEQUATION ENTRE CLIMAT ET FOURNITURE DE PROTEINES.

En Algérie, afin de réussir cette adéquation entre les capacités du milieu et la fourniture de protéines à la population, on peut penser à de nouvelles formulations alimentaires. Il pourrait être possible d'incorporer de la farine de pois-chiche dans les pâtes alimentaires ou dans le pain et de commercialiser des pousses de lentilles comme existent en Asie les pousses de soja. Il ne s'agit là que quelques exemples. Les variations pour cuisiner des légumes secs produits localement sont loin d'être épuisées.

Les capacités du secteur agricole à produire des légumes secs sont grandes. Pois-chiches et lentilles peuvent en effet cultivés sur de grandes surfaces de façon totalement mécanisée. Ces légumes secs peuvent être semés et récoltés avec le même matériel que pour le blé. Par ailleurs, l'introduction récente de la technique du semis-direct permet une meilleure utilisation de l'eau du sol tout en réduisant le coût en charge de mécanisation des exploitations. Cela ouvre un champs nouveau à leur production.

Parmi les légumineuses, il en est une qui est remarquable pour sa teneur en protéines. C'est incontestablement le soja. Il suffit de quelques centaines de litres d'eau pour produire 1 kg de ces précieuses graines, contre 4000 L d'eau pour 1 kg de viande de poulet et rappelons le 15 000 L d'eau pour 1 kg de viande de boeuf. C'est ce même soja qui est actuellement importé par cargaisons entières afin de nourrir les poules. Ce produit noble qui contient 40% de son poids en protéines n'est importé en Algérie que pour satisfaire les gallinacées de nos poulaillers.

Les Japonais sont passés maître dans l'art d'utiliser la graine de soja. Ils font du lait de soja, du fromage (tofu), du tofu déshydraté et même des pousses de soja. Les industriels européens de l'agroalimentaire sont même arrivés à produire un concentré des protéines

sous forme d'isolat. La pureté du produit et sa faible quantité de glucides enlève toute trace du goût original de la graine.

Tableau 1: Teneur en protéines dans les aliments à base de soja (pour 100g d'aliment) :

Lait de soja :	4
Tofu :	12
Haricot de soja sec :	35
Farine de soja :	45
Concentré de soja :	65 à 70
Isolat de soja :	90

Il serait possible en Algérie, d'utiliser une partie des graines de soja importées, non pas pour nourrir les poules, mais directement en alimentation humaine. On pourrait penser ainsi à incorporer une certaine proportion de lait de soja dans le lait reconstitué afin de réduire les importations de poudre de lait. Au Maroc et en Tunisie, des industriels se sont déjà équipés en matériel adapté et mettent à la disposition du consommateur du lait de soja. En France, on trouve même dans les rayons linéaires des supermarchés du lait de soja parfumé à la vanille. Un large champs d'activité s'offre à de potentiels investisseurs.

Concernant le fromage de soja, il y a là également des opportunités pour des investisseurs potentiels. Arriver à en produire à partir de soja permettrait de réduire la pression qui existe actuellement sur le marché du fromage issu du lait de vache.

Quant au tofu déshydraté, les potentialités d'utilisation locale sont immenses. Ce produit se rapproche du « klila² » traditionnellement rajouté au couscous dans l'Est du pays. Vendu à l'étranger sous forme de petits cubes à ré-hydrater une heure avant cuisson, ce type de tofu une fois ré-hydraté présente l'aspect de morceaux de viandes. Il convient parfaitement pour des plats en sauce. Il pourrait également trouver sa place dans les steacks hachés et tout plat cuisiné à base de viande.

Les pousses de soja pourraient faire leur apparition pour les hors d'oeuvres ou dans des « rouleaux de printemps³ » accommodés aux goûts culinaires locaux. En 1999, une étude de la Food and Drug Administration a conclu en un effet entre les protéines du soja et la diminution du risque de maladies cardio-vasculaires.

Le soja considéré comme de la viande végétale mérite

- 2 Le klila est obtenu à partir du lait de la vache qui vient de donner naissance à un veau. Il s'agit d'un lait particulièrement riche. Il est séché et découpé en morceaux.
- 3 « Les rouleaux de printemps » ressemblent à nos « boureks ». Ils sont constitués d'une feuille de pâte enroulant un mélange de riz, de pousses de soja et de crevettes.

d'être étudié par les spécialistes de la restauration et de l'agro-alimentaire Algériens afin d'être incorporé à la cuisine algérienne. Les idées de préparation sont nombreuses. Une recherche sur internet montre qu'il existe même des conserves de lentilles au tofu fumé. Certainement, une imitation de lentilles aux saucisses fumées destinés à des végétariens. Il existe également des merguez et autres saucisses végétales.

Une production embryonnaire a permis de mettre sur le marché national du « lait, du tofu, du fromage à tartiner, de la mayonnaise, de la crème dessert, de la mayonnaise sans oeufs, des gâteaux et du pain, du couscous fait à 100% à base de farine de soja, des merguez (20% viande rouge et 80% protéines de soja), du café (graines de soja torréfiées), des cacahuètes (graines de soja grillées), des barrettes pour enfants (farines de datte et de soja) et du petit lait (lait de soja acidulé avec du vinaigre naturel) ». Un groupe de jeunes investisseurs du centre « Soy Algérie » est à l'origine de plusieurs de ces formulations, dont 164 sont recensées. Le centre est arrivé à constitué un groupe de fidèles qui se disent ravis de consommer du soja afin de traiter des pathologies telles hypertension et d'obésité.

Afin de mieux faire connaître cette « viande végétale », toute une stratégie pourrait être développée vers les responsables de la restauration collective (cantine d'écoles, restaurant universitaires, restaurants d'entreprises, ...). Les nutritionnistes et les auteurs de livres de recette de cuisine mériteraient également d'être sensibilisés. Enfin, s'agissant d'un produit stratégique, des subventions pourraient être allouées pour sa vulgarisation.

D'autres produits locaux pourraient également être utilisés dans l'alimentation humaine. C'est le cas de l'orge pour sa richesse en fibres. Aux U.S.A la Food and Drug Administration (FDA) a récemment autorisé « que l'étiquette de l'orge entière et des produits renfermant de l'orge porte une mention indiquant qu'ils réduisent le risque de maladies coronariennes » (FDA News Release, 2005). Par des apports fractionnés d'engrais azoté, il est possible d'obtenir des céréales dont les grains dosent 14% de protéines.

Enfin, afin de proposer des substituts de fromages et de produits à tartiner, les olives pressées pourraient servir à préparer de la tapenade et le basilic à préparer localement une variante du célèbre pestou provençal. Depuis peu en Europe est apparu des fromages reconstitués. Ce genre de produits est notamment utilisé pour garnir les pizzas. Ce genre de produits est à base de matière grasse végétale, protéines du lait et amidon. Il a aussi fait une apparition remarquée dans les rayons de nos épiceries sous la marque O'Cheddar.

En Europe, le secteur de l'agro-alimentaire est l'un des secteurs qui innove le plus. Régulièrement, le consommateur se voit proposer de nouvelles préparations alimentaires. En fait, c'est tout un champs de la recherche nationale en matière de technologies alimentaires qui peut trouver un nouveau champ d'applications. Les sujets de recherche de nos universités devraient laisser plus de place aux préoccupations des transformateurs de l'agro-industrie locale. La récente volonté des pouvoirs publics de créer des pôles d'excellence pourrait permettre de rapprocher les différents intervenants des filières concernées.

EN ALIMENTATION ANIMALE EGALEMENT

Concernant l'élevage, les possibilités de création de nouveaux aliments du bétail sont nombreuses. Récemment, le quotidien El Watan⁴ présentait la réussite d'un fabricant d'aliment du bétail incorporant des glands dans ses préparations pour animaux. Si les quantités de glands peuvent être limitées cet exemple montre l'esprit d'inventivité des entrepreneurs.

La maïs et le soja étant importés, il serait intéressant de produire des substituts de ces graines. La production d'une partie des besoins locaux de maïs semble difficile en climat semi-aride. Maïs et soja poussent en été et sont donc de gros consommateurs d'eau. Il est donc difficile de penser les produire en masse localement.

L'Office National des Aliments du Bétail incorpore déjà de l'orge en remplacement partiel du maïs importé. Des recherches réalisées à l'étranger montrent également tout l'intérêt du triticale en remplacement partiel du maïs. Quant au soja, sans l'égaliser certaines légumineuses présentes des taux élevés de protéines. C'est le cas de la féverole ou connue chez nous sous l'appellation de « fwiwela », du pois protéagineux, ou du lupin.

La féverole comporte 29% de protéines. Elle est très cultivée en Espagne et Italie et est connue de nos agriculteurs. Les recherches réalisées à l'INRA (France) ont permis de produire des variétés sans tanins (graines colorées) et sans vicine et convine mieux tolérées par les volailles. Ces tanins interdisaient jusqu'à présent l'utilisation de féverole en élevage de poulet de chair. De même que vicine et convicine, qui entraînent une réduction du poids des oeufs, interdisaient cette plante en élevage de poules pondeuses.

Le pois protéagineux comporte 24% de protéines. En Europe, il est essentiellement destiné aux porcs et aux volailles. Ses graines sont riches en énergie et protéines, deux éléments indispensables pour les animaux d'élevage. Ses protéines sont très riches en lysine, un acide aminé indispensable à la croissance des

4 El Watan du 22 juin 2013.

hommes et des animaux. C'est la raison pour laquelle les cultures de pois se sont beaucoup développées, notamment en Europe, pour la production de protéines destinées aux élevages (porcs et volailles en particulier). Les pois actuellement cultivés ont des grains jaunes ou verts, sans tanins. En Algérie, le pois fait une timide apparition dans les exploitations. Comme la féverole, il peut être semé et récolté avec le même matériel que pour le blé. Il nécessite un sol sans cailloux et roulé après semis. Dans ces conditions, une production de masse est possible.

L'autre candidat afin de remplacer le soja est le lupin. A l'étranger, les vaches laitières, les moutons et les chèvres constituent les principaux utilisateurs de graines de lupin. Après dépelliculage et extrusion, le lupin constitue aussi un très bon aliment pour les poissons. Toutes ces légumineuses possèdent un avantage non négligeable: celui d'enrichir le sol en azote. Ce qui profite à la culture qui suit dans la rotation.

L'EAU, LE NERF DE LA GUERRE POUR LES PROTEINES

Contrairement au soja, ces plantes poussent en hiver et n'ont donc pas besoin d'irrigation d'appoint. L'eau de pluie suffit. Il s'agit là d'un atout non négligeable. Car disposer d'eau dans les nappes phréatiques n'est pas un gage de développement durable si ces nappes ne se rechargent pas en hiver. C'est le cas de la nappe albienne dans le Sud Algérien. Quant aux eaux de surfaces retenues dans les barrages et lacs collinaires, leur gros défaut est d'être rapidement sensibles à l'envasement. Une étude menée en Tunisie a montré le comblement de retenues collinaires en moins de 4 années. Enfin, la forte évaporation et la richesse en sels de certaines eaux d'irrigation peuvent entraîner une salinisation des sols parfois irréversible.

En Algérie, tout développement durable de l'agriculture implique donc de s'assurer que les sols agricoles ne soient pas soumis aux processus d'érosion de désertification⁵ ou de salinisation.

Dans ces conditions, le développement à grande échelle du maïs-grain⁶ irrigué semble totalement irréaliste en Algérie. Par contre, pour une utilisation en alimentation humaine, le développement du soja irrigué serait moins contestable. En la matière, des calculs sont à réaliser en utilisant le concept « d'eau virtuelle ». Il s'agit de l'eau potentiellement utilisée par une culture.

5 La forte demande en viande de mouton se traduit par une surcharge des 22 millions d'hectares de pâturages steppiques. Cette sur-exploitation d'un milieu fragile aboutit à la disparition de la végétation et à une désertification.

6 Outre le maïs-grain, il existe du maïs fourrager qui, par contre, est plus intéressant pour la matière verte produite. Pour produire de la matière verte le sorgho est encore plus intéressant pour la plus grande tolérance aux fortes températures.

Dans l'absolu, il est plus intéressant d'importer un produit fort consommateur d'eau et réserver les surfaces agricoles à des cultures pluviales ne nécessitant pas d'irrigation.

En France, dans un pays bien plus arrosé que l'Algérie, l'irrigation massive estivale de cultures telles que le maïs est actuellement pointée du doigt. Ses détracteurs soulignent le risque d'épuisement des nappes phréatiques locales.

UREE, MAIS AUSSI AGRICULTURE PERI-URBAINE

S'il est un domaine où la Recherche agronomique nationale s'est distinguée, c'est la valorisation de l'utilisation de l'orge et de la paille des céréales. On doit au Pr Mohamed-Salah KHOURI de l'ENSA d'El-Harrach d'avoir, dès le milieu des années 70, émis l'idée d'ajouter à l'orge consommée par les bovins et ovins une dose d'urée produite par l'industrie pétrochimique locale. Le Pr H. YAKHEF a par la suite étendu ce procédé à la paille. Celle-ci peut-être humidifiée d'eau contenant une dose de cette même urée. Conséquences, orge et paille sont ainsi enrichis d'azote permettant des productions animales plus importantes. Cependant, malgré une disponibilité en urée, cette technique intéressante n'a pas fait l'objet d'une large vulgarisation sur le terrain. Des chercheurs de la même école ont mis au point des blocs multi-nutritionnels qui permettent de valoriser les rébus de dattes et d'en faire un aliment amélioré pour l'élevage.

D'autres voies sont à explorer concernant la production de protéines: petits élevages péri-urbains et urbains d'espèces animales, culture de champignons de couche ou champignons de Paris sur composts urbains. Cette dernière production peut être démarrée dans un simple garage.

Il existe une tradition de jardinage en Europe et particulièrement en Europe de l'Est. Sur de minuscules lopins, grâce à des motoculteurs sont produits des quantités auto-consommées de fruits et légumes. Dans le cas algérien, on pourrait penser à une aide, notamment des collectivités locales, pour l'attribution et la culture de mini lopins de terre en périphérie des centres urbains voire au sein de périmètres urbains comme pratiqués à l'étranger dans le cadre de potagers familiaux.

CONCLUSION

Il est certes réjouissant de voir produire localement de la Tomme noire de Kabylie et du Camembert algérien. Ces productions sont soit marginales ou reposent sur l'importation de poudre de lait ou la production de lait frais avec une irrigation coûteuse de surfaces fourragères.

De telles pratiques sont actuellement possibles grâce aux revenus pétroliers. S'il fallait produire localement tout, ou simplement une partie, du sucre et de l'huile actuellement entièrement importés, cette eau qui provient de gigantesques investissements des pouvoirs publics en matière d'hydraulique n'y suffirait pas.

La question de la couverture de la ration alimentaire du citoyen en protéines mène à des questions fondamentales en matière de stratégie de

développement agricole. Le comportement alimentaire local est fortement influencé par un modèle de consommation occidental. Ce modèle accorde une part prédominante aux protéines d'origine animales. Bien que tributaire d'importations de soja sud-américain, le modèle de consommation européen a les moyens de ce choix. Or, ce n'est pas le cas des pays du Maghreb. Les protéines végétales traditionnellement présentes dans la cuisine algérienne ainsi que les légumineuses destinées à l'alimentation du bétail méritent un regain d'intérêt.

LA CULTURE DE LA LENTILLE 8

TEMOIGNAGE : LA CULTURE DE LA LENTILLE A CONSTANTINE - DESHERBAGE CHIMIQUE DE LA LENTILLE - FICHE TECHNIQUE: LE POIS CHICHE D'HIVER - DOUYET ET RIZKI: VARIETES DE POIS CHICHE ADAPTEES AU SEMIS D'HIVER - LUTTER CONTRE LES MAUVAISES HERBES SUR LE POIS CHICHE D'HIVER - OPTIONS DE CHOIX POUR MECANISER LA PRODUCTION DU POIS CHICHE - Identifying water-responsive and drought-tolerant chickpea genotypes - ALGERIE: LES CULTURES ASSOCIEES POUR PRODUIRE PLUS ET MOINS CHER.

AXIUM et le développement de la lentille

SARA BENABDELAZIZ

Le Dr vétérinaire Mahmoud Beneljaoui, chef de l'entreprise Axiom, travaille activement au développement d'une agriculture moderne qu'il définit lui-même comme la « *promotion de la rentabilité alliée à une orientation vers une agriculture raisonnée, donc durable* ».

Ce que confirme Ali Zeghida, en affirmant qu'« en Algérie, les grandes cultures, qui constituent l'essentiel des activités, sont surtout conduites sous un régime pluvial, notamment les céréales qui occupent principalement la zone semi-aride. Alors que les superficies emblavées avoisinent les 2 900 000 à 3 500 000 ha/an, seulement un tiers se situe dans l'étage bioclimatique recevant une pluviométrie moyenne supérieure à 450 mm/an ».

Il ajoute que : « *la partie nord de l'Algérie est exposée au grave phénomène de perte de terre, avec une érosion spécifique annuelle moyenne variant entre 2 000 à 4 000 tonnes/km, car le climat est caractérisé, en plus de l'irrégularité des précipitations, par des pluies torrentielles ou des averses de forte intensité, très fréquentes en automne, moment où le couvert végétal est faible* ».

Alors, selon lui, « *les activités de préparation du sol traditionnelles ont conduit à une altération des conditions du sol (création de semelles de labours),*

favorisant en plus des pertes d'eau par ruissellement, des pertes de sol, aggravant le phénomène de baisse de fertilité et accentuant l'érosion». Des informations importantes qui permettent de s'interroger : quelles bonnes pratiques agricoles en céréaliculture peut-on adopter en l'Algérie ? Et de donner cette réponse : pour-quoi ne pas utiliser le semi-direct, puisque Axiom a réussi à le concrétiser pour lutter contre la jachère ?

Dans le même ordre d'idée, « *l'agriculture de conservation et la résorption de la jachère* », est un thème qui a été présenté l'année dernière par Matthieu Archambeau de Farming Communication. Cette thématique avait suscité une grande attention de la part de l'assistance. Dans la même orientation Axiom a démarré, en 2006, un programme de résorption de la jachère par l'alternance des céréales avec les lentilles. Avec 73 ha au départ et près de 9 300 ha pour la saison 2010/2011, il faut croire que « Kenzi », la lentille « made in Algeria » d'Axiom, a un bel avenir devant elle puisque les objectifs de 10 000 ha annoncés l'année dernière ont pratiquement été atteints.

TEMOIGNAGE : LA CULTURE DE LA LENTILLE A CONSTANTINE

Essai de culture de la lentille par M.S.Benhamadi

Entretien avec Mr M.S.Benhamadi par Abdelouahab Karaali en date du 23/4/2009 Presse Nationale.

Mr Benhamadi Mohamed Seddik, exploitant agricole à Aïn Nahasse. Commune du Khroub. Son exploitation agricole a une superficie de 25 ha dont 15 ha de SAU, le reste soit 10 ha nécessite une mise en valeur.

Il est spécialisé uniquement que dans la céréaliculture depuis son installation à cette profession en 2003.

L'assolement pratiqué est céréaliculture jachère avec des rendements comme suit :

- blé dur : 30 quintaux à l'hectare
- blé tendre : 35 quintaux à l'hectare

Voulant sortir de cette routine et utiliser rationnellement son patrimoine agricole, avec l'aide de son cousin pionnier dans cette culture et l'expérience marocaine **grâce à un site Internet** et l'aide de l'état, Mohamed se lance dans cette aventure qui n'est pas courante dans la région. Aussi, son expérience, nous voudrions la mettre au profit de l'agriculture algérienne pour **sortir de la monoculture de la céréaliculture** où les rendements ne sont pas conséquents et les terres s'appauvrissent et mettre en place les assolements et les rotations qui sont fréquents et courant dans le monde et chez nos voisins maghrébins.

Essai de la culture de la lentille durant la campagne agricole 2007-2008

Objectifs :

- assurer un assolement et une rotation (graminées et légumineuses) pour optimiser l'exploitation agricole,
- diversification de la production agricole. La culture de la lentille qui est une légumineuse, enrichit également le sol en azote, donc une diminution en apport en engrais.

L'aide de l'état est également conséquente :

- prime de mise en culture est de 14 000 DA à l'hectare
- prime de rendement est de 20 à 30% du prix de vente de la production

La superficie emblavée en lentille est de 15 hectares avec une variété dénommée Métropole acquise auprès de Sersou Semences de la wilaya de Tiaret.

Itinéraire cultural

Préparation du sol et ensemencement

- Labour de 30 à 40 cm de profondeur (en Novembre 2007)
- Epierrage, terrain moyennement caillouteux. A été retiré six remorques type Rouiba, de pierres de galet d'un poids de 0,350 à 1 kg.
- Recroisement : deux (2) passages de « cover crop » pour briser les mottes, niveler le sol et préparer le lit de semence (en Novembre 2007)
- Engrais de fond et ensemencement avec un semoir classique combiné. L'engrais utilisé est le phosphactyl (phosphate et potassium) à raison de 1 quintal à l'hectare et l'ensemencement avec 1 quintal de lentilles à

l'hectare (20 décembre 2007)

- Passage du rouleau (rouleau plombé lisse) pour éliminer les poches d'air, adhésion des graines avec la terre pour une bonne germination
- Opération de désherbage à base de Gesa-Gard (3 litres/ha) au poste levée avec émergence de 25% de pousses
- Insecticide juste après la floraison **pour lutter contre la bruche** (parasite des légumineuses) à base de karaté

Stade de maturation et moisson

- Stade de maturation, gousse contenant 3 à 4 graines (Juin 2008)
- Récolte : début Juillet 2008 avec une moissonneuse batteuse classique. On abaisse juste le tablier et on réduit la vitesse de marche de la moissonneuse. Les bonnes conditions de moisson sont : la matinée de 9h à 12h en heure fraîche et également l'après-midi à partir de 16h jusqu'à 20h et même la nuit en terrain non accidenté et non caillouteux. Le rendement est de 15 quintaux à l'hectare. Cette production est destinée à la multiplication selon des critères bien établis au préalable (certificat phytosanitaire) et d'une convention entre l'exploitant et le bénéficiaire de cette production.

Conclusion

Les contraintes rencontrées sont : perte au stade de la moisson par l'absence d'un matériel spécifique de récolte de la lentille. Manque également de l'expérience dans la mise en place de cette culture. La perte de la récolte est estimée à 30%, perte au moment de la moisson et graines cassées qu'on doit éliminer. Le quintal de la semence qui était de 6500 DA pour la campagne 2007-2008, a augmenté à 12 000 DA pour la campagne 2008-2009. Ce prix excessif a découragé Mohamed pour la poursuite de la culture de cette légumineuse.

L'aspect positif : l'assolement a été bénéfique sur les céréales en matière de levée, couleur et vigueur des plants par rapport aux parcelles limitrophes.

Divers : récipients, sacherie constituant les emballages des désherbants et insecticides ont été incinérés dans une fosse. Ce point nécessite un meilleur suivi pour éviter les empoisonnements des personnes et des animaux et la pollution du milieu (eau, terre...).

Dans le cadre du Renouveau agricole, nous espérons un encouragement permanent sur la diversification et l'amélioration de la production agricole pour atténuer en partie nos importations qui deviennent excessives.

DESHERBAGE CHIMIQUE DE LA LENTILLE. RECHERCHE D'UNE STRATEGIE EFFICACE ET ECONOMIQUE

Dr. A. Bamouh et M. Naciri. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II

Les légumineuses alimentaires occupent une place importante dans les systèmes de culture des zones semi-arides. Ce rôle est lié à leur place dans la rotation et à leur importance économique et nutritionnelle.

Parmi les légumineuses alimentaires cultivées au Maroc, la lentille occupe annuellement une superficie d'environ 44 000 ha, dont 44,5% situés dans la région de Settat. Durant les dix dernières années, la culture de la lentille **est en pleine expansion** avec une augmentation moyenne annuelle de 2 000 ha/an. Le rendement moyen national de cette culture est d'environ 5 qx/ha.

L'une des principales causes de la faiblesse du rendement de la lentille, est sa **faible compétitivité vis à vis des mauvaises herbes**, du fait de sa faible stature. Avec la cherté de la main d'oeuvre, on observe que le désherbage manuel est de moins en moins pratiqué au niveau des petites exploitations. Au niveau des grandes exploitations, de larges écartements entre lignes de semis sont pratiqués **pour permettre un binage au tracteur**. Cette pratique limite largement les niveaux de rendements obtenus.

Le présent travail de recherche s'inscrit dans le cadre de l'amélioration des techniques de production de la lentille, particulièrement la recherche d'une stratégie de désherbage efficace et économique en associant les diverses méthodes de lutte contre les mauvaises herbes.

RESULTATS

Les stratégies de désherbage testées

L'essai a été conduit à la station expérimentale de l'Institut National de la Recherche Agronomique à Sidi-El Aydi, dans la province de Settat. Le matériel végétal utilisé est la variété de lentille "Precoze", à floraison précoce, à teneur en protéines moyenne et résistante à la rouille. La densité de semis adoptée est de 30 Kg/ha soit 75 pieds/m².

Le choix des stratégies de désherbage a été effectué pour tenir compte des différentes situations culturales où la lentille est cultivée, notamment le type d'exploitation agricole. Les méthodes de désherbage utilisées sont le manuel, le mécanique, le chimique, ainsi que leurs combinaisons.

Pour un souci d'économie, les opérations de désherbage ont été réduites à un maximum de deux interventions au cours du cycle de la culture. Le choix des moments d'intervention ainsi que celui des désherbants chimiques a été fait sur la base de résultats antérieurs (Tab. 1).

La flore adventice de la lentille

La liste exhaustive des espèces rencontrées au niveau de l'essai, au cours du cycle de la culture et lors des différents relevés, est présentée au tableau 2. Vingt cinq espèces ont été inventoriées, dont quelques une sont en état de traces. Les espèces rencontrées appartiennent à 14 familles dont 13 appartiennent à la classe des dicotylédones et une seule famille à la classe des monocotylédones. Les 3 premières espèces monocotylédones et les 11 premières espèces dicotylédones sont les plus fréquentes sur les parcelles d'essai.

En terme de matière sèche, et au niveau du témoin non désherbé, les espèces les plus dominantes sont *Bromus rigidus*, *Phalaris minor*, *Avena sterilis* et *Lolium rigidum* pour les monocotylédones et *Chenopodium album*, *Chenopodium murale* et *Papaver rhoeas* pour les dicotylédones (Tab. 3). Cependant, la matière sèche de chacune des classes a été sensiblement la même au cours du cycle, avec un maximum d'environ 160g/m² chacune, mesuré en fin de cycle. En moyenne, la matière sèche des mauvaises herbes a dépassé d'environ 8 fois celle de la culture de la lentille dans le témoin non désherbé (Tab. 3). Sous ces mêmes conditions, la densité maximale des mauvaises herbes a été d'environ 340 plantes/m².

Efficacité des stratégies de désherbage

Au cours du cycle de la culture, l'application de l'herbicide Igrane a montré **une bonne efficacité** sur les mauvaises herbes monocotylédones et dicotylédones accompagnatrices de la lentille

Quant au Tribunil, il n'a pas montré **d'efficacité satisfaisante** pour le contrôle des mauvaises herbes dicotylédones et monocotylédones. Son efficacité a diminué au cours du temps pour aboutir en fin du cycle, à une matière sèche et à une densité des adventices qui diffère peu de celle du témoin non désherbé. Ceci peut être dû à sa faible rémanence et sa faible efficacité sur certaines espèces monocotylédones et dicotylédones telles que *Bromus rigidus*, *Chenopodium album* et *Chenopodium murale*.

Quand le traitement Tribunil **a été complété** par le Fusilade en post-émergence (TRF), l'efficacité est devenue satisfaisante, du fait de la spécificité de ce dernier herbicide pour les graminées annuelles et vivaces.

Le désherbage manuel deux fois (Man) a montré une très bonne efficacité contre les mauvaises herbes monocotylédones et dicotylédones. En effet, les deux interventions, effectuées à 30 et 65 JAL, ont permis de contrôler la majorité des espèces de mauvaises herbes, surtout que celles-ci sont des espèces annuelles, qui ne vont pas avoir des repousses ultérieures.

Le désherbage mécanique (Mec) avait une efficacité faible à moyenne sur les deux classes d'adventices, surtout au début du cycle. Ceci résulte de la nature de ce contrôle, localisé uniquement entre les lignes de semis, et de ce fait ne permet pas un contrôle total des mauvaises herbes.

La combinaison d'un contrôle chimique au Tribunil et d'un désherbage manuel (TRM) a largement amélioré l'efficacité. Ceci montre que la lutte chimique au Tribunil seul, ne peut contrôler les adventices tout au long du cycle, vue sa faible rémanence, la diversité et la dynamique de la flore adventice.

A la lumière de ces résultats, nous pouvons avancer que seuls les traitements IG (Igrane) et TRF (Tribunil+Fusilade) ont assuré un bon contrôle chimique des adventices associées à la culture de la lentille. Le Tribunil plus un désherbage manuel (TRM) a aussi réalisé un contrôle satisfaisant des adventices durant tout le cycle de la culture. Le contrôle assuré par le Tribunil seul (TR) n'a pas été satisfaisant. Pour les traitements non chimiques, le désherbage manuel deux fois (Man) a montré une bonne efficacité pour le contrôle des mauvaises herbes. Le désherbage mécanique deux fois (Mec) a engendré une efficacité moyenne.

Rendement grain

Les rendements les plus élevés ont été obtenus au niveau des parcelles maintenues relativement propres tout au long du cycle (14,8 qx/ha pour TP) et sur les parcelles désherbées manuellement deux fois (**11,1 qx/ha pour Man**) (Tab. 5). Les meilleurs rendements des stratégies à base de désherbage chimique, ont été ceux de IG (Igrane), suivis par les traitements combinés du Tribunil plus désherbage manuel (TRM) et Tribunil plus Fusilade (TRF). Le Tribunil seul (TR) n'a pas donné de résultat satisfaisant. Les pertes de rendement

par rapport au témoin propre sont de 79%, 68%, 65%, 60%, 48%, 45% et 25% respectivement pour TS, TR, Mec, TRF, TRM, IG et Man (Tab. 5).

De faibles valeurs d'indice de récolte sont observées au niveau des traitements pour lesquels un bon contrôle des adventices n'a pas été assuré.

Analyse économique

Le contrôle des mauvaises herbes, est certes une nécessité agronomique pour assurer une meilleure productivité de la lentille. Cependant, le choix de la stratégie de désherbage, uniquement sur la base du rendement de la lentille, reste insuffisant, du fait qu'une meilleure stratégie du point de vue technique n'est pas toujours la plus économique. Après évaluation des coûts supplémentaires engendrés par les différentes stratégies de désherbage testées, les marges bénéficiaires réalisées, au vue des rendements obtenus, sont présentées au tableau 5.

Traitement

Le traitement Igrane (IG) a engendré **la marge bénéficiaire la plus élevée**, du fait de sa bonne efficacité, et des conditions agroclimatiques favorables de cette campagne. Quant au désherbage manuel deux fois (DM2), malgré son coût élevé, il a permis une marge bénéficiaire similaire à celle de l'Igrane.

Quant au traitement Tribunil seul (TR), il a engendré une marge bénéficiaire faible. L'addition à ce traitement chimique d'une intervention manuelle (TRM) ou chimique au Fusilade (TRF) a permis d'améliorer nettement sa marge bénéficiaire. Ceci est dû au contrôle des espèces de mauvaises herbes qui ont échappé à l'action du Tribunil, notamment *Bromus rigidus*, *Chenopodium album* et murale. Malgré que la combinaison Tribunil plus désherbage manuel (TRM) a produit un rendement grain satisfaisant, sa marge bénéficiaire a été la plus faible parmi les stratégies testées, du fait du coût élevé de la main d'oeuvre. Le désherbage mécanique à l'aire deux fois (Mec) a engendré une marge bénéficiaire acceptable.

Bien que la stratégie manuelle (DM2) a engendré une marge bénéficiaire similaire à celle de l'Igrane (IG), cette dernière nécessite dix fois moins de disponibilités en argent pour le désherbage au cours de la campagne.

LA FILIERE POIS-CHICHE 13

LES POIS CHICHES OCCUPENT LE HAUT DU TABLEAU: PRODUCTION RECORD DE LEGUMES SECS A AIN TEMOUCHENT.

12.09.2011 Algeria Invest – Rafik Bahri

Avec plus de 82 000 quintaux (8 200 tonnes) de légumes secs produits durant la saison agricole 2010-2011, Aïn Témouchent s'illustre parmi les wilayas ayant réalisé les meilleures performances dans ce domaine à l'échelle nationale, affirme la direction des services agricoles de la wilaya.

Aïn Témouchent s'est distinguée en particulier dans la production de pois chiches, estimée à 57.575 quintaux en 2010-2011 contre un peu plus de 40.000 quintaux en 2009-2010, a précisé la même source. La wilaya a également enregistré des productions de 15.170 quintaux de fèves, 5.444 quintaux d'haricots et 4.289 quintaux de pois secs.

« Cette performance a été rendue possible grâce à la conjugaison de plusieurs facteurs, notamment le suivi des itinéraires techniques, l'utilisation de labours profonds, d'engrais adéquats, et l'irrigation d'appoint », a-t-on expliqué à l'APS.

Les avantages accordés aux producteurs dans plusieurs domaines et la célérité dans le paiement des fellahs, ont aussi contribué à la concrétisation de ces résultats, a-t-on indiqué.

Utilisation du semis direct

Avec ces résultats, les responsables du secteur estiment avoir dépassé les objectifs fixés par les contrats de performance convenus avec la tutelle. Pour augmenter davantage la production de pois chiches, la DSA a procédé au lancement d'une expérimentation de culture dite par « semis direct » de cette légumineuse au niveau d'une exploitation agricole individuelle (EAI) de la commune de Chentouf.

Cette expérience pilote dans la région Ouest, menée sur une superficie de quatre hectares, consiste en l'introduction directe, par le biais d'une machine (semoir), de graines de ce légume sec à une profondeur de cinq à dix centimètres, et ce, sans passer par le travail du sol.

La nouvelle technique opérée à l'aide du semoir importé du Brésil par l'Institut des grandes cultures de Sidi Bel-Abbès, a donné « **d'excellents résultats** », selon la même source qui fait état d'une **augmentation sensible de la production, évaluée à 40 %**.

Les potentialités de production en pois chiches de la wilaya de Aïn Témouchent devraient permettre la couverture de 25 % des besoins du pays en ce produit, a encore souligné la direction des services agricoles.

Avec une production annuelle estimée à près de 45 000 tonnes, l'Algérie recourt au marché extérieur pour combler le déficit en matière de besoins en consommation, avec l'importation de plus de 150 000 tonnes par an, soit 200 millions de dollars qui sont annuellement déboursés à cet effet. Les trois principaux fournisseurs de l'Algérie sont le Vietnam, l'Espagne et la Thaïlande, avec des parts de marché respectives de 49, 27 et 16,4 %.

LES LEGUMES SECS, UNE FILIERE DEFAILLANTE

13.01.14 El Watan Safia Berkouk

Au-delà de la spéculation et de la dévaluation du dinar, la problématique du marché des légumes secs en Algérie serait a priori celle de la production d'abord.

L'Algérie produit « en moyenne 800 000 à 900 000 quintaux » de légumineuses alimentaires, ce qui répond aux besoins du marché à hauteur « de 30 à 35% », selon

Omar Zeghouane, directeur de l'Institut technique des grandes cultures.

Un document de la FAO datant de 2011 situait la part de la production nationale à seulement 28% du marché. «On produit notamment très peu de haricots car ils consomment beaucoup d'eau». Sur les 5 dernières années, «entre 80 000 et 85 000 hectares» ont été semés «toutes espèces confondues» (lentilles, pois chiches, fèves..).

Et jusqu'à 2013, l'Algérie n'avait pas besoin d'importer plus. Les chiffres du commerce extérieur montrent même que la facture d'importation a baissé en 2012 par rapport à l'année précédente. Les superficies cultivées devraient être pourtant plus importantes, n'étaient les réticences des agriculteurs qui «préfèrent travailler davantage les céréales car il y a une insuffisance de maîtrise de ces cultures», estime notre interlocuteur. Ces dernières sont considérées comme étant «plus sensibles aux aléas climatiques», même si dans certains zones certains agriculteurs arrivent à faire

jusqu'à «20 quintaux par hectare».

L'une des actions pour relancer la filière dans le cadre du programme du renouveau agricole consiste donc à sensibiliser les agriculteurs pour une meilleure maîtrise des techniques de culture. A côté de cela, il s'agira de mettre à leur disposition de nouvelles semences développées dans le cadre d'un programme de recherche. «Le potentiel en termes de variétés et de compétences existe et nous permet de pouvoir produire 100% des besoins en lentilles, pois chiches et fèves (mais pas en haricots)», espère M. Zeghouane.

A moyen terme et dans les 5 ans à venir, l'Algérie espère couvrir ses besoins de consommation en légumes secs à hauteur de «50% par la production nationale». A l'horizon 2019, ces besoins devraient atteindre «2,9 millions de quintaux».

Culture de pois chiche à Ain Témouchent : les semences de petit calibre découragent les agriculteurs

Le Courrier d'Algérie. 20 août 2015. Boualem Belhadri

Il y a environ trois mois, un céréalier qui fait partie du club des 50 avait, lors d'un point de presse, posé la question du développement de la filière des légumineuses, dans la wilaya d'Ain Témouchent. Il cite, tout particulièrement, la spéculation du pois chiche qui constitue une grande culture stratégique, largement pratiquée dans la wilaya. En termes de superficie, le pois chiche occupe 6500 à 7000 ha, soit le troisième rang après les céréales et le vignoble. Selon les statistiques, la wilaya d'Ain Témouchent couvre 30% des besoins nationaux. Le vrai problème qu'a soulevé le céréalier avait trait à la mauvaise qualité des semences importées de pois chiche. Selon lui il s'agit de grains de petits calibres non marchands que les agriculteurs, de la wilaya d'Ain Témouchent, remettent en cause.

Cette problématique devait susciter davantage de préoccupations non pas uniquement aux fellahs mais aussi et surtout aux responsables concernés. On comprend maintenant pourquoi les agriculteurs de la wilaya peinent pour pouvoir écouler la production et l'on se met du côté des CCLS qui refusent de réceptionner un produit de calibre déclassé et qui n'est pas marchand. Ce n'est pas uniquement ça qui fait mal. Aussi les consommateurs refusent de s'en approvisionner et préfèrent le produit importé de gros calibre qui coûte deux fois plus que celui produit localement et de mauvaise qualité. Ce sont des particuliers qui en achètent pour produire de la farine du pois chiche destinée à la préparation de la «Kalantita».

La réflexion menée par le céréalier n'a pas été prise en considération par ceux habilités et qui ont un droit de regard ou une responsabilité à l'égard du problème soulevé. Comment se fait-il qu'on continue à importer de la semence du pois chiche ? Et quelle semence par-dessus le marché ? Voilà le vrai débat qu'il faut mener aujourd'hui. On invite ceux en mesure d'apporter des explications. Et la communauté des céréaliers a le droit de savoir plus. Où sont parties les variétés du terroir ? Que pensent les scientifiques et les experts en la matière ? Devons-nous continuer éternellement à importer des semences ? Le céréalier du club des 50 a mis le doigt là où il fallait le mettre et que beaucoup d'autres demeurent sans réactions tellement la confusion règne et prend le dessus pour berner les esprits. Depuis peu, un chef de service de la DSA avait regretté de voir les superficies du pois chiche régressaient. L'étendue ensemencée en 2014 était de 6500 ha environ contre 4800 ha en 2015. Il faut se rendre à l'évidence et mener une lecture d'analyse afin de déterminer les vraies causes de ce déclin. Pratiquement il s'agit là près de 2000 ha de moins. Si l'on traduit cette superficie autrement et à raison de 20 ha en moyenne par unité cela équivaut 100 fellahs qui auraient renoncé à la pratique du légumineux pois chiche. Certains sont allés vite en besogne et évoquent le problème de la main-d'œuvre qui fait défaut.

Ce n'est pas le facteur prépondérant selon notre humble avis et la réponse toute prête a été faite par le céréalier qui reproche aux responsables concernés de ne pas pouvoir les approvisionner en semences de qualité

requis.

Une enquête est ouverte et ça concerne les fellahs de plusieurs wilayas qui sont dans la même situation que leurs collègues d'Ain Témouchent. Le ministre de l'Agriculture est interpellé et doit faire éclater la vérité,

la face cachée d'une importation de semence de pois chiche de faible calibre, comme le souligne le céréalier du club des 50.

VARIETES ET CONDUITE DU POIS-CHICHE 16

CARACTERISATION PRELIMINAIRE DE QUELQUES CULTIVARS LOCAUX DE «Citer arietinum» COLLECTES DANS LA REGION DE TIZI- OUZOU

INTRODUCTION

D'après LADIZINSKIE (1975, in SAXENA et SINGH, 1987) l'aire de distribution du *Cicer arietinum* se situe approximativement au sud-est de la Turquie et ses frontières avec l'Iran et l'ex-URSS; à partir de là, la culture s'est étendue aux pays méditerranéens où seul le type «Kabuli» est cultivé. Compte tenu du fait que l'Algérie ne fait pas partie de l'aire de distribution du genre *Cicer*, nous définissons dans ce travail de recherche le pois chiche (*Cicer arietinum*) local à ce pays comme tous cultivars ou variétés introduits par de nombreuses civilisations.

Au fil du temps ces cultivars se sont adaptés à certaines conditions édaphoclimatiques de l'Algérie et ont été maintenus et «adoptés» par les agriculteurs. Contrairement au pois chiche local qui est très hétérogène, à caractères génétiques inconnus et peu utilisé, celui introduit est généralement homogène, à caractères génétiques connus (comportement agronomique, caractérisation morphologique ...) et commercialisés à grande échelle. D'après SADIKI et HALILA (1997), la fève, la lentille, le pois chiche et le petit pois ont développé une large diversité et une forte adaptation aux conditions du climat méditerranéen. Compte tenu des problèmes que pose la culture de pois chiche en Algérie, particulièrement de point de vue comportement variétal vis à vis des facteurs biotiques (champignons, insectes, virus) et abiotiques (sécheresse, gelées, froids) la collecte et l'évaluation adéquate des ressources génétiques locales devient indispensable pour pouvoir créer des variétés nouvelles ayant un bon rendement, adaptées aux variations climatiques et résistantes aux maladies. PLUVINAGE (1990) indique que l'augmentation de la productivité par l'amélioration des techniques culturales et la création variétale devrait permettre le développement de la culture de pois chiche en Algérie. L'identification du matériel génétique local, la connaissance de ses potentialités agronomiques et de sa variabilité génétique sont les objectifs de ce travail. Des prospections dans la région de la Kabylie ont été réalisées ; 5 cultivars parmi 15 ont fait l'objet de caractérisation en plant isolés. Le choix de ces cultivars s'est basé sur l'ancienneté (âge) de la semence cultivée par l'agriculteur.

MATERIEL ET METHODES

Le choix des wilayas s'est basé sur la pratique de la culture de pois chiche d'une part, et sur les informations recueillies au niveau de la littérature et des personnes de terrain, d'autre part. La wilaya de Tizi Ouzou est connue par ses cultures de montagne (surtout l'arboriculture et les cultures annuelles). Plusieurs espèces annuelles sont cultivées sur de petites surfaces dont la production est généralement destinée à la consommation familiale. Parmi ces espèces, nous rencontrerons des légumineuses alimentaires particulièrement la fève, le pois chiche et le haricot qui entre fréquemment dans l'alimentation des habitants de la région. Généralement, les probabilités pour qu'un agriculteur cultivant le pois chiches sur une petite superficie utilise des semences anciennes, transmises d'une génération à une autre et adaptées aux conditions locales, sont plus élevées que chez les agriculteurs qui cultivent le pois chiche sur de grandes superficies. En effet, les semences produites dans le but de la commercialisation doivent correspondre aux normes établies par la réglementation (particulièrement l'homogénéité variétale), cette situation oblige l'agriculteur de s'approvisionner en semences certifiées

qui sont dans leur majorité importées. Suivant cette logique, nous avons lors de nos prospections dans la wilaya de Tizi Ouzou ciblé les agriculteurs qui pratiquent des cultures familiales, sans pour autant exclure certains qui cultivent le pois chiche sur des grandes superficies.

La wilaya de Tizi Ouzou se situe au nord de l'Algérie, elle se caractérise par un climat Méditerranéen et un étage bioclimatique sub-humide. Au sud de cette wilaya plusieurs communes ont fait l'objet de prospection correspondant aux daïra de Drâa El Mizan et Oudhia (Frikat, Ain Zaouia, Boghni, Mechtras, Tizi n'Tlata et Ait Bouadou).

1 - Matériel végétal :

Seulement 6 agriculteurs parmi les 15 visités, avaient de la semence locale de pois chiche (collecte de 6 cultivars).

La durée de possession et de régénération du pois chiche collecté varie de 10 à 30 ans (tab. 1)

Tableau 1 : Quelques données recueillies sur les 6 exploitations agricoles qui cultivent le pois chiche local.

A l'exception du cultivar n°6 dont la semence collectée était attaquée par des bruches, les autres cultivars (5) ont fait l'objet d'une étude de caractérisation morphologique et phénologique. Les régions d'où proviennent ces 5 cultivars se caractérisent par des données moyennes de pluviométries et d'altitude très proches, elles appartiennent toutes à l'étage bioclimatique sub-humide (Tab. 11).

Tableau II : Quelques données climatiques des régions à pois chiche local dans la wilaya de Tizi Ouzou.
Aïl Bouadou

2 - Protocole expérimental et caractères notés :

Selon l'objectif de notre étude, qui est l'identification morphologique de 5 cultivars nous avons choisi un dispositif

complètement aléatoire j raison de 20 plants cultivars sur lesquels nous avons réalisé des mesures phénologiques et biométriques (sur le plant et les graines). Les caractères phénologiques se résument en la levée qui correspond ZI la date d'apparition des cotylédons (LV) et le début formation des boutons floraux (DFB), des fleurs (DF) et des gousses (DG) notés en jours \$ partir de la levée. Les caractères morphologiques réalisés sur le plant sont, au stade fin floraison, le nombre de folioles par feuille (NIF), et au stade de maturation, le nombre de ramifications primaires (NRP), secondaires (NRS:) et tertiaires (NRT) et la hauteur du plant en cm (.HP). D'après la littérature, la biométrie des gousses et graines est très importante à étudier pour la différenciation entre les variétés, populations ou espèces de la famille des Fabacées. Dans ce travail les caractères choisis afin de caractériser les cultivars de pois chiche sont : le nombre et le poids totaux de gousses pleines par plant (NGT, PGT), le nombre de gousses à 1 (NG1) et 2 (NG2) graines par plant ainsi que leurs fréquences (FR1 et FR2). En plus des caractères nombre et poids total de graines par plant, sur 5 graines prises aléatoirement par plant nous avons noté la longueur (LO) et la largeur (LA) de chaque graine. Nous nommons les graines issues de collecte GO et celle de la récolte Ci 1, sur ces deux générations nous avons déterminé le poids de 100 graines en gramme pour GO et G1 respectivement ; la mesure s'est faite par cultivar (PC1) et par plant pour chaque cultivar (PC2).

3 - Méthodes statistiques :

Des analyses monovariées comprenant des analyses de variantes à un seul critère (cultivars) et une matrice de corrélation (avec parfois des régressions linéaires) ont été réalisées. Dans cette étude, ces méthodes statistiques ont pour objectif respectivement de déterminer la variabilité inter-cultivars pour chaque caractère analysé et faire ressortir les relations qui existent entre ces variables. Nous avons aussi réalisé une analyse

factorielle discriminante dans le but d'étudier la distribution des observations de chaque cultivar pour une éventuelle purification.

RESULTATS ET DISCUSSION

1 - Résultats des prospections dans la wilaya de Tizi Ouzou :

Il ressort des enquêtes réalisées sur 15 agriculteurs dans la région de Tizi Ouzou que :

- Les superficies destinées à la culture de pois chiche sont très limitées, elles varient de 0,5 à 5 ha et cela, quelle que

soit la superficie de la SALI (6 à 500 ha) que possède les agriculteurs (tab.111). L'ensemble des exploitations agricoles est à dominante grande culture (céréales). Le pois chiche est cultivé en culture pluviale et il est semé par les agriculteurs au printemps (Mars-Avril-Mai) par crainte de maladies cryptogamiques.

Un seul agriculteur pratique le semis d'hiver (février), ce dernier indique que la semence utilisée est locale.

- Les facteurs abiotiques et biotiques limitant la culture de pois chiche sont essentiellement la sécheresse printanière

et estivale, le sirocco, les gelées et l'anthracnose

Pour 13 agriculteurs nous remarquons que la culture de tête va de paire avec celle du pois chiche. Les deux agriculteurs restant ne cultivent que du pois chiche (2 et 5 ha). Le pois sec et la lentille sont rarement rencontrés et le haricot sec est totalement absent dans les 15 exploitations agricoles.

- Sur les 15 agriculteurs seulement 6 possèdent des cultivars locaux de pois chiche. La perte, selon les agriculteurs,

des cultivars locaux de pois chiche est essentiellement due d'une part, à la non-régénération de la semence causée par la sécheresse (perte des récoltes) ou par l'introduction de cultivars étrangers (délaissement des cultivars locaux) et d'autre part, au fait qu'ils ne peuvent écouler leur production de cultivars locaux auprès de la CCLS vu l'hétérogénéité et la non-conformité variétale (cas de quelques agriculteurs). Il est important de signaler que le sanglier dont le nombre croît d'année en année pose un grand problème au niveau de la région ; en effet, il devient le premier risque de pertes des cultures. D'après les agriculteurs le délaissement croissant de la culture de pois chiche dans la région de Tizi Ouzou est en grande partie dû au sanglier.

- L'observation des 6 cultivars locaux collectés présente un mélange de graines (forme, couleur et texture) important. L'ALUMONT et CHEVASSUS (1956a) indiquent qu'on peut rencontrer en Algérie 5 variétés à l'intérieur de l'unique espèce cultivée en milieu traditionnel sont très mélangées, riches en formes à graines blancs ou colorés, ridés ou lisses, à saveur douce ou musquée. À rendement souvent inférieur ou irrégulier.

Tableau 111 : Superficies de la SAU et de la culture de

pois chiche chez 15 agriculteurs dans la région de Tizi Ouzou.

3 - Analyses monovariées :

a - Analyse de variante :

Caractères phénologiques : Les cinq cultivars ne représentent pas de différences significatives pour les caractères début formation de boutons floraux et de fleurs, ils présentent des moyennes générales respectivement pour ces caractères de 61 et 67 jours (tab. IV). L'écart entre l'apparition des boutons floraux et des fleurs ne varie pas chez les 5 cultivars, il est en moyenne de 6 jours pour chaque cultivar.

Le début formation des gousses révèle des différences significatives, trois groupes se sont formés, le premier correspond au cultivar 5 qui tarde dans sa formation de gousses, ceux qui sont précoces (cultivar 1 et 4) forment le 3^{ème} groupe et enfin le groupe 2, intermédiaire, caractérise les cultivars 3 et 2 (tab. IV). Il apparaît bien que les cultivars tardifs proviennent de région de forte altitude (+1000m) et que les précoces proviennent des régions de plus faible altitude (600-1000m). La recherche de la précocité des cultivars va dans le sens d'éviter les périodes sèches tout en évitant le risque de gelées et coulures (LAUMONT et CHEVASSUS, 1956b) D'avantage plus intéressant, LALMONT et CHEVASSUS (1960) indiquent que la culture de deux variétés de précocité différentes permet de réduire les effets d'une pluviométrie capricieuse et facilite l'échelonnement des travaux de semailles, d'entretiens et surtout de récolte.

Caractères morphologiques des plumes : les caractères étudiés indiquent une ressemblance entre les 5 cultivars. En effet, le nombre de folioles par feuille, le nombre des ramifications primaires, secondaires et tertiaires ainsi que la hauteur des plants ne présentent pas de différences significatives (tab. IV) En moyenne, le nombre de folioles par feuille est de 14 chez les 5 cultivars, D'après JOSE et CUBERO (in SAXENA et SINGH, 1987) le pois chiche présente des feuilles comprenant en moyenne de 10 à 15 folioles. L'étude de 6 Variétés locales (Abdellys, Ain Témouchent, Sidi Bel Abbas, Oran-précoce, Seb Dou et Rabat 9) a montré que le nombre de folioles varie de 11 à 14 folioles (BOUGHRAROU, 1992).

b - Caractères biométriques des graines :

Le nombre de gousses à une graine révèle des différences très hautement significatives, deux groupes bien distincts se sont formés. Contrairement aux cultivars 1, 2 et 3 à production de gousses à une graine faible, les cultivars 4 et 5 forment le groupe à production moyenne de gousses à 1 graine les plus élevés variant respectivement de 49 à 52 gousses (tab. IV). Ces résultats suivent ceux du caractère nombre total de gousses pleines par plant. D'après JOSE et CUBERO (in SAXENA et SINGH, 1987), chez le pois chiche le

nombre de gousses par plant varie entre 30 et 150, mais ce nombre dépend des conditions d'environnement.

Les cultivars qui produisent le plus de gousses totales forment aussi le plus de gousses à une graine et inversement. Les fréquences des gousses à 1 et 2 graines ne révèlent pas des différences significatives entre les cultivars (tab. IV). A partir d'un histogramme (fig. 1) représentant les fréquences des gousses à 1 et 2 graines cultivars, nous remarquons que les cultivars 2 et 4 ont la fréquence de gousses à 0 grain la plus faible, et présentent la fréquence du nombre de gousses pleines la plus élevée. Les résultats de BOUGHRAROU (1992) permettent de montrer qu'un génotype comme Abdellys présente 57% de gousses à 2 graines ; les variétés Rabat 9, Sidi Bel Abbas et ILC 2379 donnent très peu de gousses à 2 graines alors que le génotype Ain Témouchent, Seb Dou et Oran-précoce sont stables et donnent toujours une graine par gousse.

Les analyses de variante montrent que les cultivars produisant le plus de graines présentent le poids de 100 graines le plus faible, il varie de 26 à 27g ; inversement, ceux à production faible en nombre de graines forment les plus lourdes graines en moyennes de 35 à 39g (tab. IV). BOUGHRAROU (1992) a trouvé le poids de 100 graines qui oscille entre 22,8 et 32,2g respectivement pour Abdellys et Ain Témouchent. Par ailleurs, le poids des graines total/plant ne semble pas différencier les cultivars. De ces résultats nous pouvons considérer que les cultivars adoptent des stratégies de compensation entre le poids et le nombre des graines d'une manière à avoir presque le même poids des graines quel que soit leur nombre par plant. La longueur et la hauteur des graines révèlent des différences très hautement significatives (tab. IV). Les cultivars 4 et 5 forment des graines de petit calibre contrairement aux cultivars 1, 2 et 3.

D'après LAUMONT et CHEVASSUS (1956a), le calibre du grain est sous la dépendance de la variété et des conditions du milieu ; en effet, ils indiquent que généralement les variétés à gros grains accusent plus facilement que les autres des chutes de calibre beaucoup plus importantes lorsque les conditions culturales et atmosphériques sont mauvaises au cours de la végétation et de la maturation.

Il ressort de ces analyses que les cultivars 4 et 5 forment plus de graines qui sont légères et de petit calibre, contrairement aux cultivars 1, 2 et 3 qui produisent peu de graines mais lourdes et de gros calibre.

FG2

FFI

n FG0

Figure 1 : Comparaisons des fréquences moyennes de gousses à 0, 1 et 2 graines

de 5 cultivars (FG0 : fréquences de gousses à 0 graine ; FG1 : fréquences de gousses à 1 graine ; FG2 : fréquences de gousses à 2 graines).

58

Tableau IV : Résultats des analyses de variances des différents caractères,

c - Corrélations et régressions linéaires:

Des corrélations positives entre le nombre de ramification secondaires et le nombre de gousses à 1 graine ainsi qu'avec le nombre total de gousses ont été mises en évidence. (tab. V), Le nombre de gousses à 1 graine semble augmenter avec l'augmentation du nombre de ramifications secondaires et non avec le nombre de ramifications primaires et tertiaires. Ce dernier caractère est lié positivement au début floraison.

Il apparaît d'après les corrélations et les régressions que le nombre total de gousses pleines est fonction du nombre de gousses à 1 graine (fig.2). Un effet de compensation a été remarqué chez cette espèce, la variétés qui produisent beaucoup de gousses présentent le moins de gousses à plus d'une graine / gousse, et le contraire est vrai (JOSE et CUBERO 1987 in SAXENA et SINGH, 1987). Par ailleurs, nous remarquons que quel que soit le cultivar, le poids de 100 graines est lié négativement au nombre total de gousses pleines (fig.3). Chez le pois chiche JOSE et CUBERO 1987 (in SAXENA et SINGH, 1987) ont remarqué que les plants qui produisent beaucoup de gousses et de graines, leurs gousses contiennent des graines de petit calibre.

Des corrélations positives entre le poids de 100 graines d'origine (de collecte GO) et la longueur et la largeur de graines de descendance (de récolte GI) ont été remarquées (fig.4). Cela signifie que les cultivars à graines lourdes donnent des graines à gros calibre. Ce résultat important pour la sélection doit être vérifié sur plusieurs générations et sous différentes conditions.

Tableau V : Matrice de corrélations entre différents caractères.

Figure 2 : Régression linéaire entre le nombre de gousses à 1 graine et le nombre total des gousses pleines.

Figure 3 : Régression linéaire entre le nombre total de graines et le poids de 100 graines.

Figure 4 : Relations entre le poids de 100 graines d'origine et la longueur et la largeur des graines des descendance.

61

d - Analyses multivariées :

Deux analyses factorielles discriminantes ont été réalisées.

h) Analyse discriminante : Les facteurs 1, 2, 3 et 4 apportent 100% de l'inertie totale. Sur le plan 1-2, le facteur 1 est corrélé positivement aux cultivars 4 et 5 qui se caractérisent par le nombre ramifications primaires et secondaires, le nombre total de gousses

pleines et le nombre de gousses à 1 graine élevés. A l'opposé, les cultivars 2 et 3 sont liés positivement aux caractères poids de 100 graines et longueur et hauteur des graines (fig. 5).

Sur le facteur 2 les cultivars 1 et 4 s'opposent aux cultivars 3 et 5 par la précocité dans la formation des gousses et par le faible nombre de folioles par feuille.

Sur le facteur 3 du plan 1-3, le cultivar 1 s'oppose au cultivar 3 par la précocité dans la formation des boutons floraux, par une hauteur de plants et une fréquence de gousses à 1 graine importantes. Par ailleurs, il apparaît que le cultivar 1 est corrélé positivement au facteur 4, il se caractérise par un début de floraison précoce, et par un nombre de ramifications tertiaires, une fréquence de gousse à 2 graines et un poids total de gousses pleines faibles (fig. 5).

D'après la distribution des observations sur le plan 1-2 (fig. 5) et le tableau d'appartenance et d'affectation des plants de chaque cultivar par rapport aux moyennes des 5 cultivars (tab. VI) il apparaît une hétérogénéité dans le comportement de certains plants de chaque cultivar.

Tableau VI : Affectation et appartenance des observations des 5 cultivars.

Les cultivars locaux (non identifiés) (tab.VI) et dans le but de purifier les ont la particularité d'être hétérogènes, cultivars nous avons écarté tous les regroupant plusieurs types. Les plants de l'ensemble des cultivars qui

étude demande donc une purification ont été affectés dans les groupes différents

consiste dans la pratique, soit à retenir de celui dont il proviennent. Les

déterminer les différentes formes existantes au sein du cultivar, soit à l'ordre de 13, 9, 14, 10, et 14 respectivement

et 14 respectivement regrouper les cultivars semblables. notamment pour les cultivars 1, 2, 3, 4, et

Compte tenu des résultats de l'AFD 5, ces observations ont fait l'objet

62

d'une deuxième analyse factorielle discriminante.

La deuxième analyse : est faite dans

l'objectif d'affiner la caractérisation

des 5 cultivars. Les facteurs 1, 2, 3, et

4 révèlent 99,1% de l'inertie totale.

Sur le plan 1-2, le facteur 1 positivement

est corrélé au cultivar 4 qui se caractérise par une production de gousses et de graines importantes, à l'opposé nous avons le cultivar 2 qui fleurit tardivement et produit des graines lourdes (poids de 100 graines) à gros calibre. Sur le facteur 2, le cultivar 5 s'oppose au cultivar 3 par la tardiveté dans la formation de fleur et de gousses, le nombre élevé de ramifications primaires et secondaires et par le poids total de gousses pleines et les fréquences des gousses à 1 graine élevé (fig.6). Contrairement à la lim AFD les observations de chaque cultivar forment un groupe distinct. Le cultivar 1 occupe la position centrale du plan I-2, il présente donc des caractères intermédiaires entre les 4 autres cultivars.

Le facteur 3 du plan I-3 oppose le cultivar 3 au cultivar 2 par les nombres faibles de folioles/feuille et de ramifications tertiaires ainsi que par des fréquences de gousses à 2 graines réduites. Le cultivar 1 est corrélé au facteur 4, il se caractérise par des plants à rameau orthotrope et par un poids total de graines et de nombre de gousses pleines élevé.

0

Figure 5 : 1^{ère} analyse factorielle des correspondances : plan I-2 présentation des observations des 5 cultivars (cv).

Figure 6 : 2^{ème} analyse factorielle des correspondances : plan I-2 présentation des observations des 5 cultivars (cv).

CONCLUSION ET SYNTHÈSE

Actuellement le pois chiche local est peu connu, aucune étude d'identification de ce matériel génétique n'a été entreprise depuis les travaux de LAUMONT et CHEVASSUS (1956a). Ces derniers, dans le but d'améliorer les variétés de pois chiche en Algérie, avait tracé l'objectif de dresser l'inventaire des cultivars ou populations locales ou introduites de cette espèce. Pour cela, ils avaient commencé par caractériser toute la diversité collectée au niveau du Maghreb. Actuellement, ce travail de grande haleine paraît indispensable dans le but d'utiliser les ressources génétiques pour des fins d'amélioration

directe (exploitation directe) ou indirecte (utilisation des méthodes d'amélioration génétique). LAUMONT et CHEVASSUS (1956a) ce sont basés dans leur caractérisation sur les caractères des graines particulièrement ceux de la texture et de la forme, ces caractères seront abordés lors d'une prochaine caractérisation plus approfondie.

D'après les analyses de variantes et de la 1^{ère} AFD, des ressemblances particulièrement pour les caractères

64

nombre de gousses et de graines, poids des graines et hauteur et largeur des graines étaient remarquables entre les cultivars 4 et 5 d'une part et entre les cultivars 2 et 3 d'autre part ; par ailleurs, ces deux groupes de cultivars s'opposent dans l'expression des caractères cités ci-dessus. Suite aux résultats de la 1^{ère} AFD nous avons pu écarter les plants qui étaient loin des moyennes de chaque cultivar mais qui faisaient partie d'eux ; les plants gardés ont fait l'objet d'une 2^{ème} AFD qui a montré que les cultivars sont différents et que le cultivar 2 s'oppose au cultivar 4 et que le cultivar 5 s'oppose au cultivar 3, par contre le cultivar 1 occupe une position intermédiaire. La purification des cultivars n'est pas notre but, la diversité intra-cultivar est très intéressante à garder pour des études de comportement particulièrement. Une caractérisation plus poussée devra être réalisée pour trancher dans la caractérisation des 5 cultivars et qui devra se baser sur les caractéristiques des gousses et des graines.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BOUGHRAROU - LARBI F. ; ~1992. Contribution à l'étude de géotypes algériens de Cicer arietinum en vue de leur amélioration. Thèse Magister INA 141~.

LAUMONT P. & CHEVASSUS A. 1956a. Note sur l'amélioration du pois chiche en Algérie. Ann. Ins. Agr. ; des services de recherches et d'expérimentation agricoles de l'Algérie. Tome X, Fasc 2, Juillet 1956. 24 p.

LAUMONT P. & CHEVASSUS A. 1956b. Vues sur les possibilités d'amélioration de la production vivrière en milieu traditionnelle et en culture sèche. Ann. Ins. Agr. des

services de recherche et d'expérimentation agricoles de l'Algérie. Tome X, Taxi, Juil. 1956. 31 p.

LAUMONT P. & CHEVASSUS A. 1960. Note sur l'amélioration de la Lentille en Algérie. Ann. 111s. Agr., des services de recherches et d'expérimentation agricoles de l'Algérie. Tome 11. fasc. 3, Juil. 1960. 3sp.

J'LUVJNAGE A., 1990. Chickpea in Mediterranean production systems : two contrasting examples of possible developments in Algeria and France. Option Méditerranéennes,

Série Séminaires. n°Y, IYYO.

p. 133.136.

SADJKJ M. di HALJLA H., 1997. Les Ressources génétiques des légumineuses à graines et leur utilisation dans les pays du pourtour méditerranéen. Colloque de l'INRA Rance. 33 p.

SAXENA MC. 8; SJNGH K.B. 1987. The Chickpea, the international center for agricultural research in the dry area ICAKDA. 399 p. 65

FICHE TECHNIQUE: LE POIS CHICHE D'HIVER. Installer le pois chiche d'hiver.

Dr. R. Dahan, Centre Aridoculture, Settât (Maroc).

Le pois chiche d'hiver pourrait avoir une place importante dans les systèmes de culture des zones semi-arides marocaines. Les résultats des travaux expérimentaux, de plus d'une décennie à l'INRA, ont démontré un gain de rendement allant du simple au double, et même au triple dans certains cas, par rapport à la culture traditionnelle de pois chiche de printemps. Ce gain de rendement est dû principalement à une meilleure utilisation des eaux de pluies, généralement perdues par évaporation entre les mois de novembre et mars pour la culture de printemps, à la précocité de la récolte et au potentiel génétique des variétés.

Choix de la variété : Le catalogue officiel contient un certain nombre de variétés dont la plupart sont de création récente. Toutes ces variétés, à l'exception de ILC 195, sont tolérantes aux souches d'antracnose sur lesquelles elles ont été testées et ont une bonne résistance au froid.

Choix du sol : Le pois chiche s'adapte aux sols assez lourds, pourvu qu'ils soient bien drainés. Comme pour les autres cultures, sa productivité sera plus faible dans les sols peu fertiles. Il tolère des pH allant de 6 à 9.

Préparation du sol : Nous conseillons les outils à dents pour la préparation du sol. Pour la reprise, il faut effectuer un minimum de passages. L'objectif est de laisser un sol souple et légèrement motteux.

Azote : Dans les sols où le pois chiche est habituellement cultivé, le *Rhizobium* sp est généralement présent en quantité suffisante, et il n'y a pas de besoin d'inoculer. Le pois chiche d'hiver peut donc satisfaire ses besoins en azote jusqu'à 80%, selon l'alimentation hydrique. L'aptitude de la plante à fixer une grande partie de son azote permet d'éviter les apports d'azote. Néanmoins, nous recommandons l'apport supplémentaire de 10 à 20 kg N/ha au semis.

Phosphore : Dans les sols pauvres à moyennement pourvus en phosphore (3.4 à 5.5 ppm P), on recommande un apport de 40 à 60 kg P2O5/ha. Ceci améliore le rendement, la taille des graines et la nodulation.

DOUYET ET RIZKI: VARIETES DE POIS CHICHE ADAPTEES AU SEMIS D'HIVER

Drs. R. Dahan et M. El Hadi, Centre Aridoculture, Settât

Pourquoi un semis d'hiver?

Au Maroc le pois chiche est traditionnellement semé au printemps. Ceci expose la culture à un déclin de l'humidité du sol et à une hausse de la température de l'air qui coïncident avec la croissance reproductive de cette culture. La productivité est de ce fait limitée. L'INRA a depuis 1979 entamé des recherches visant à avancer le semis du pois chiche en hiver. L'objectif principal est l'agencement du cycle de la culture avec les régimes hydriques et thermiques optimaux visant une meilleure efficacité de l'utilisation de l'eau et par suite un rendement élevé et stable.

Quelle variété semer?

Le choix de la variété est un facteur clé dans la

Date de semis : En règle générale, il faut semer le plus tôt possible pour profiter des pluies précoces et réduire les risques d'un déficit hydrique en fin de cycle. Pour les régions dites du bour favorable (Sais, Zaer), il serait préférable de réaliser un semis de fin d'hiver (mi-janvier). Pour les régions semi-arides (Chaouia, Abda), les semis d'automne sont recommandés (mi-novembre).

Densité de peuplement : La densité de peuplement optimale varie selon la date de semis et les conditions hydriques prévisibles. En général, on recommande un peuplement de 35 à 45 plantes par m².

Ecartement – Profondeur: Pour les écartements entre les lignes de semis, il ne faut pas dépasser 50 cm. Un tel écartement permet de réaliser les binages dans de bonnes conditions et améliore le rendement. En cas de semis tardif, il est préférable de semer plus dense pour compenser la faiblesse du couvert végétal (réduire les écartements et augmenter légèrement la dose de semis).

Les graines doivent être semées à une profondeur de 4 à 6 cm. La profondeur doit être régulière pour assurer une levée homogène.

production du pois chiche d'hiver. Ce choix devra prendre en considération les caractéristiques suivantes:

- potentiel de rendement
- résistance aux maladies, principalement l'antracnose
- résistance au froid
- maturité
- possibilités de mécanisation

Ces caractéristiques devront permettre d'orienter l'agriculteur dans le choix de la variété qui conviendra le mieux à son exploitation.

A quoi s'attendre d'un semis d'hiver par rapport à un semis de printemps?

- Accroissement significatif du rendement (>200%)
- Précocité de la récolte (25 à 45 jours)
- Mécanisation de la production
- Réduction des attaques parasitaires (mineuse, flétrissement fusarien)
- Meilleur agencement du cycle de la culture avec les régimes hydriques et thermiques
- Meilleure utilisation de l'eau
- Extension de la culture vers de nouvelles zones
- Fertilité du sol (effet résiduel de l'azote)
- Meilleure réponse aux intrants

Quels problèmes posés par le semis d'hiver?

- Attaques dues à l'antracnose
- Infestation par les mauvaises herbes
- Besoin d'inoculer en cas d'extension vers de nouvelles zones.

LUTTER CONTRE LES MAUVAISES HERBES SUR LE POIS CHICHE D'HIVER

Dr. A. El Brahli, Centre Aridoculture, Settat

Une culture très vulnérable à la concurrence des mauvaises herbes

Le semis du pois chiche en hiver coïncide avec la période pluvieuse où les mauvaises herbes sont très abondantes. Durant cette période la croissance du pois chiche est relativement lente du fait que cette culture est très vulnérable à la concurrence des mauvaises herbes. Si la perte de rendement du pois chiche de printemps ne dépasse pas les 30% en l'absence de désherbage, dans le pois chiche d'hiver, les mauvaises herbes peuvent anéantir totalement la culture.

Attention aux espèces à feuilles larges, plus nombreuses et abondantes

Deux catégories de mauvaises herbes peuvent infester le pois chiche. Celles à feuilles larges appartenant à la classe des dicotylédones et celles à feuilles étroites avec des nervures parallèles qui sont les graminées. Les principales espèces graminées qui se trouvent dans la plupart des régions agricoles sont citées dans le tableau. Les espèces à feuilles larges sont plus nombreuses, leur abondance relative varie d'une région à une autre. Dans les plaines de Chaouia et Abda, par exemple, les espèces qui ont été plus fréquemment observées figurent dans le tableau. Leur caractéristique commune est la tolérance au 2,4 D, l'herbicide le plus utilisé sur les céréales.

Réalisez un binage manuel ou mécanique

Le binage manuel ou mécanique par une bineuse généralement à traction animale est une pratique courante pour le désherbage des légumineuses. Le pois chiche d'hiver nécessite deux binages manuels. Le premier doit être fait 4 à 5 semaines après la levée et le deuxième 60 à 70 jours après la levée.

Dans le cas où l'on prévoit un binage mécanique avec une bineuse, celui-ci doit être obligatoirement précédé par un désherbage manuel étant donné que ce type de binage est fait à un stade avancé de la culture afin d'éviter les dégâts mécaniques de la culture.

On recommande l'utilisation de la bineuse à lame qui coupe les racines des mauvaises herbes sans retourner le sol. Le binage avec cet outil peut se faire à partir de la quatrième semaine.

Désherbage chimique

L'infestation par les mauvaises herbes se présente le

plus souvent comme une population variée d'espèces de graminées et dicotylédones. Les herbicides testés sur le pois chiche et disponibles sur le marché sont uniquement des anti-graminées non sélectifs ou à la fois des anti-graminées et anti-dicotylédones.

Herbicides anti-graminées non sélectifs en post-levée

La lutte contre les graminées dans le pois chiche offre la possibilité et l'avantage d'utilisation des herbicides non sélectifs des graminées. Plusieurs matières actives sont disponibles au Maroc tels que: Fervinal (sétoxydime), fluazifob-p-butyl (Flusilade super) et Cycloxydime (Focus ultra). Ces herbicides sont très efficaces contre toutes les espèces de graminées ainsi que les repousses de blé et d'orge. Ils s'utilisent en post-levée et de ce fait permettent de juger de l'importance de l'infestation et par la suite de l'intérêt d'un traitement.

Herbicides anti-graminées et anti-dicotylédones de pré-levée en plus d'un désherbage manuel

Ces herbicides ont la particularité d'éliminer sélectivement certaines espèces graminées et d'autres à larges feuilles. Un herbicide appliqué à un pois chiche infesté par différentes espèces de mauvaises herbes risque de ne pas éliminer la totalité des mauvaises herbes. Celles qui échappent, peuvent causer des pertes en rendement non négligeables. C'est le cas des herbicides suivants: Maloran (chlorbromuron), Gesagard (prometryne), Tribunil (metabenzthiazuron), Bladex (cyanazine). Ces herbicides peuvent être toutefois utilisés sur le pois chiche pour réduire l'infestation par les mauvaises herbes. Cependant, il faut compléter par un désherbage manuel.

Les herbicides qui se sont montrés efficaces contre une gamme assez large d'espèces de mauvaises herbes

sont l'Igrane (terbutryne) à la dose de 4 à 6l/ha et le Gesatope (simazine) à la dose de 1.5 à 2l/ha. Ces deux herbicides s'appliquent juste après le semis et avant la levée du pois chiche et des mauvaises herbes. Ce sont des herbicides de pré-levée. Les rendements obtenus avec ces herbicides sont comparables à ceux des parcelles maintenues propres durant tout le cycle de la culture.

Conditions d'application des herbicides de pré-levée

Une bonne préparation du sol est souhaitable, afin d'avoir une meilleure uniformité d'application.

Ces herbicides sont absorbés par le coléoptile et les racines des mauvaises herbes qui viennent de germer, son action se manifeste après son incorporation au sol par une pluie (5 à 10 mm). La quantité de bouillie

(mélange herbicide plus eau) doit être aux environs de 200 l/ha.

Une bonne calibration du pulvérisateur est indispensable. Une dose élevée peut être phytotoxique et une faible dose n'est pas efficace. Il faut d'abord remplir le pulvérisateur avec la moitié de la quantité d'eau à utiliser puis ajouter l'herbicide et la quantité d'eau restante.

Ajuster la dose avec les types de sol. Dans le cas d'un sol léger, il faut mettre la dose la plus faible. Alors que dans un sol lourd, il est recommandé de mettre la dose la plus élevée. Dans la même année, il faut éviter de semer une culture sensible en cas d'échec de la culture.

OPTIONS DE CHOIX POUR MECANISER LA PRODUCTION DU POIS CHICHE

O. Gharras et R. Dahan, Centre Aridoculture, Settat (Maroc).

Les pratiques culturales courantes de la production des légumineuses alimentaires sont très exigeantes en main d'oeuvre (25 à 30 journées par hectare). Plusieurs études et rapports ont montré que le semis, le contrôle des mauvaises herbes et la récolte constituent les contraintes majeures qui bloquent la production des légumineuses alimentaires en général et du pois chiche en particulier. Un système adéquat de mécanisation devient impératif pour cette production qui ne fait que diminuer durant ces dernières années. Ainsi, l'utilisation des variétés de pois chiche d'hiver et l'intensification des itinéraires techniques pourront palier à ces problèmes et augmenter les rendements de cette culture.

Alternatives : Le développement d'un système performant et complet pour semer, désherber et récolter mécaniquement le pois chiche d'hiver doit faire en sorte que la rentabilité augmente par une diminution des coûts de production. Les techniques de préparation du lit de semences sont relativement simples à maîtriser. Des machines pour le semis, le contrôle des mauvaises herbes et la récolte mécanique ont été développées et ont pu réduire considérablement le temps en main d'oeuvre nécessaire.

Résultats : Le travail du sol requis pour la préparation du lit de semence d'une production de pois chiche complètement mécanisée doit avoir une surface bien nivelée et une structure d'agrégats autour de la graine de même diamètre que ceux des semences. Ce travail peut être réalisé à l'aide d'outils à dents, d'un passage à l'aide d'un sweep ou dans le cas échéant à l'aide d'un double cover-croppage croisé.

Un passage à l'aide d'une herse ou d'un rouleau dans le cas où la surface du lit de semence n'est pas bien nivelée après le semis serait souhaitable pour pulvériser les mottes.

Le semoir mono-grains développé au centre Aridoculture permet de réaliser le semis à l'aide d'une traction animale ou mécanique. En effet, les éléments

indépendants qui constituent ce semoir permettent d'atteler un ou deux éléments à des animaux de trait (jouja), ou quatre ou plus éléments à un tracteur. Le système de distribution est constitué de plateaux inclinés interchangeable qui permettent un meilleur raisonnement du peuplement. La roue tasseuse derrière chaque élément permet à la fois l'entraînement du système et le tassement du sol autour de la semence.

Le contrôle des mauvaises herbes peut être réalisé chimiquement en pré-émergence à l'aide du pulvérisateur et mécaniquement à l'aide de bineuses. Ces bineuses doivent permettre de couper les mauvaises herbes avec un minimum de perturbation du sol et sans le retourner. Ainsi, la surface du sol restera bien nivelée et l'évaporation de l'eau sera minime.

La récolte du pois chiche peut être réalisée à l'aide d'une faucheuse andaineuse, ou à l'aide de la moissonneuse batteuse conventionnelle moyennant les réglages suivants nécessaires pour minimiser les cassures des graines:

- **baisser la barre de coupe** entre 5 à 10 cm; augmenter le jeu entre le batteur et le contre-batteur (5 à 7 cm à l'entrée et 3 à 4 cm à la sortie),
- **augmenter la ventilation** pour assurer un bon nettoyage sans avoir trop de pertes.

CULTURE DU POIS CHICHE, DE NOUVELLES PERSPECTIVES.

Djamel BELAID 31.12.2013

Le pois-chiche est un aliment très présent dans la cuisine algérienne. Pour les nutritionnistes, c'est un aliment de choix. En effet, il est riche en protéines. Au même titre que les lentilles, certains le considèrent comme de la viande végétale.

Pourtant, la culture du pois-chiche a failli disparaître au milieu des années 70. C'est que sa récolte est épuisante. Elle se faisait manuellement comme c'est encore parfois le cas au Maroc. La culture a été sauvée par la mécanisation. En effet, des agronomes de l'ITGC ont mis au point un itinéraire totalement mécanisé en utilisant les mêmes outils que pour le blé. Est ce dire que cette culture se développe? Malgré le niveau des aides accordées aux producteurs par les pouvoirs publics, les importations de pois chiche restent importantes. Comment assurer les besoins locaux?

UNE SENSIBILITE AUX MAUVAISES HERBES.

Le pois-chiche présente une particularité: sa sensibilité à la concurrence des mauvaises herbes. C'est en effet, une plante qui germe lentement, couvre peu le sol et de hauteur moyenne. De ce fait, dès le semis, les plantules de mauvaises herbes ont tout le loisir de se développer sans être gênée par la culture. Pire, du fait de leur taille, les plants de pois-chiche ont vite fait d'être dépassé par la flore adventice. Concurrencé pour l'utilisation des engrais du sol par les racines des plantes adventices, le pois-chiche l'est également très tôt dans l'utilisation de la lumière.

Un travail réalisé à l'université de Batna rend compte de la sensibilité de *Cicer arietinum* (le pois-chiche) vis à vis des mauvaises herbes et en particulier de la moutarde sauvage. A la station de l'Institut National de la Protection des Végétaux de Aïn-Touta, une agronome* a semé différentes planches de pois-chiche et a rajouté entre les rangs différentes doses de graines de moutarde sauvage. Le résultat ne s'est pas fait attendre, dès les trente premiers jours de croissance, les plants de pois-chiche ont été affectés par le développement des mauvaises herbes. Quant au rendement, la présence de 10 pieds de moutarde sauvage suffit à faire chuter le rendement de 28 à 21 quintaux/hectare.

PRIORITE AU DESHERBAGE CHIMIQUE.

La parade de la profession réside dans un désherbage chimique précoce des champs de pois-chiche. Cependant, une bonne partie des désherbants homologués sont utilisables en pré-levée. Or, à l'automne, la faible humidité du sol réduit l'efficacité de ces produits. Pire, ces désherbants doivent éliminer des mauvaises herbes du groupe des dicotylédones parfois proches du pois-chiche. Les herbicides disponibles sont peu nombreux et présentent parfois un faible spectre d'action sur les dicotylédones.

Résultat, comme l'écrit cet agriculteur algérien sur le blog « Paysans d'Algérie » d'El Watan des semis de pois-chiche tardifs. « Je sème mes pois-chiche en février en espérant que les dicotylédones auront levé avant ». Si cette stratégie est louable, il se pose un

problème. Au lieu des 22 quintaux attendus par hectare, des essais comparatifs montrent qu'un semis en février ne permet souvent d'obtenir que 7 quintaux/hectare. Semé tardivement, le cycle de la culture est plus court et la plante n'a pas le temps d'exprimer tout son potentiel.

UNE REVOLUTION VENUE AILLEURS, LE DESHERBAGE MECANIQUE.

En matière de désherbage, la révolution vient de l'autre côté de la Méditerranée. En France, le Grenelle de l'Environnement fait obligation aux agriculteurs français de réduire les quantités de pesticides épandus dans leurs champs. Il faut dire, que l'agriculture française est l'une des plus utilisatrices de pesticides. Dans le cadre du plan Eco-Phyto, la profession s'est engagée pour des pratiques plus vertueuses. C'est que les clignotants sont au rouge. Bon nombre de nappes phréatiques françaises présentent encore des traces de triazine, herbicide maïs pourtant interdit depuis plus de dix ans. Par ailleurs, des études de la Mutuelles Sociale Agricole montre que les cas de cancer sont plus répandus chez les agriculteurs et ouvriers agricoles qui manipulent les pesticides.

C'est dans ce cadre là qu'Arvalis, l'institut français du végétal, s'est intéressé au désherbage mécanique des cultures. Il teste ainsi, bineuse, houe rotative et herse étrille et présente des vidéos de l'utilisation de ces engins sur son site.

Il faut voir à l'oeuvre une herse étrille dans un champs d'orge**. L'engin comprend 4 à 5 rangées de dents flexibles du diamètre d'un crayon et alignées telles les dents d'une mâchoire de requin. Les dents sont réglées pour n'effleurer le sol que sur une profondeur d'un à deux centimètres. Au passage de l'engin les plants semblent disparaître à tel point que témoigne un agriculteur « la première fois, après quelques minutes d'utilisation, on arrête l'appareil et on sort du champs. Mais au bout d'un moment on y revient ». Hersé son blé n'est pas si évident. C'est que les dents de la herse ratissent le sol et déterrent les plantules de mauvaises herbes mais secouent également vigoureusement la

culture. Les plants sont violemment peignés. En fait, toute l'astuce d'une bonne utilisation de la herse étrille est de passer par temps sec et au moment où les mauvaises herbes ne sont encore qu'au stade plantule « fil blanc ». Au contact du sol et sous l'effet d'une vitesse d'avancement convenable du tracteur, les vibrations des dents flexibles déterrent ces plantules mais n'endommagent pas les plants d'orge bien enracinés. La herse est particulièrement recommandée en présence de cailloux. La même chose peut être observée sur sol non caillouteux avec une houe rotative, sorte de roues étoilées qui tournent grâce à l'avancement du tracteur. Elles remuent superficiellement le sol sur le rang et l'inter-rang au contraire d'une classique bineuse. Les plantules de mauvaises herbes se trouvent ainsi arrachées, alors que là aussi, les plants de la culture sortent indemnes de cette « tornade ». Internet permet de visionner des témoignages d'agriculteurs et de se rendre compte du mode de travail de ces engins.

FABRIQUER LOCALEMENT DES HERSES ÉTRILLE.

Il y a cependant un problème. En Algérie, il n'existe ni houe rotative ni herse étrille. Il serait intéressant d'en importer. Mieux, pourquoi ne pas en fabriquer localement. D'autant plus que leur conception est simple. Il s'agit, nous l'avons dit de rangées de dents flexibles fixées à des cadres d'acier portés à l'arrière d'un tracteur ***. Ces cadres sont indépendants les uns des autres de telle façon à pouvoir épouser la forme du terrain. Les plus larges herses ont une largeur de 12 mètres et nécessitent d'être repliées lors des déplacements sur route; d'où l'emploi de vérins. Afin de faire plus simple, il serait préférable de commencer par la mise au point d'engins de plus faible largeur; le repliage pouvant alors être assuré par de simples treuils à cliquets.

L'usage de la herse étrille ne s'arrête pas seulement au désherbage du pois-chiche. Il pourrait être étendu à d'autres cultures: céréales, lentilles, féverole, colza, maïs, tournesol. Les seules limites au passage répétés de la herse (certaines mauvaises herbes présentent des levées échelonnées) réside dans le développement en hauteur de la plante cultivée. Si dans le cas d'un blé en début montaison, les tiges peuvent se courber au passage de la herse, cela est plus difficile pour un tournesol de 30 cm de haut.

Certes, pour certaines de ces cultures, le désherbage chimique pose moins de problèmes. Cependant, les herbicides sont importés et restent chers. Par ailleurs, les deux méthodes peuvent être complémentaires en cas de fortes infestation ou de flore adventice résistante aux herbicides.

Par ailleurs, beaucoup de petits agriculteurs ne possèdent pas de pulvérisateurs permettant d'utiliser des herbicides. La herse étrille peut donc être un moyen de mettre le désherbage à la portée de tous. D'autant plus qu'il est plus facile de passer dans son champs une herse que de jongler avec les doses des substances actives des herbicides.

Pour les exploitations disposant de pulvérisateurs, le recours au désherbage chimique peut être le moyen de réduire la pression existant sur le pulvérisateur. En effet, outre l'herbicide, ces engins doivent épandre, selon les cas, insecticides et fongicides. Leur faible envergure limite la vitesse des chantiers.

La société PMAT fabrique déjà des bineuses et maîtrise donc le savoir faire nécessaire à la fabrication de herses. Cette production de herses étrilles et de houes rotatives pourrait être également prise en charge par des investisseurs privés. Qu'on en juge, le marché est vaste. A terme, étant donné sa polyvalence, ce genre de matériel pourrait être utilisable sur chaque exploitation. Le marché potentiel est donc considérable.

En résumé, face à la difficulté de désherber certaines cultures, telles celles de pois-chiche, de nouvelles alternatives se font jour. C'est le cas de l'utilisation de la herse étrille. Ce cas d'école ouvre la voie à l'élargissement du désherbage mécanique à d'autres cultures. Cela permettrait d'améliorer les rendements et de réduire les charges en herbicides. Reste à mettre à la disposition des exploitants les engins adéquats, à acquérir plus de références techniques afin d'affiner les préconisations d'utilisation et à vulgariser cette technique.

Notes:

(*) MELAKHSSOU Zohra. Etude de la nuisibilité directe des adventices sur la culture de pois-chiche. Université Batna.

(**) You tube: Le hersage de l'orge dans la ferme du Lycée Agricole de la Marne (51).

(***) De nombreuses vidéos de herses étrilles et de houes rotatives sont disponibles sur le site d'Arvalis-TV.

LE POIS-CHICHE D'HIVER

par: M. KAMEL Maroc

Résumé : Les progrès réalisés en 6 années en matière de sélection du pois-chiche d'Hiver au Maroc sont résumés dans cette publication. Le rendement potentiel en années normales est près de 20 qxlha pour le pois-chiche d'Hiver

comparé à 6 qx/ha pour le pois-chiche de printemps; soit un gain relatif de 210 %. Le gain en précocité est de 25 à 45 jours selon les dates de semis et les variétés. Cependant, l'expression du potentiel génétique est hautement influencé par l'environnement. Certains problèmes de la culture du pois chiche d'Hiver sont également discutés dans cette publication.

INTRODUCTION

Les légumineuses occupent une place importante dans les systèmes de cultures en zones dites favorables et à pluviométrie moyenne (350 - 450 mm). Ce rôle est d'une part lié à :

- l'enrichissement du sol en azote
- et d'autre part à leur importance économique et nutritionnelle.

Le pois-chiche, en particulier, peut jouer un rôle économique substantiel bien que les niveaux de production actuels soient limités. Le pois-chiche étant une culture de printemps, de ce fait il est le plus souvent soumis aux aléas climatiques et parasitaires. En effet, les stress hydriques et les acouts des hautes températures sont assez fréquents en fin de cycle; ce qui par conséquent limite le niveau de rendement de cette espèce. En climat méditerranéen, il arrive le plus souvent que la demande climatique en fin du cycle soit supérieure à l'offre de la plante. Dès lors, la régulation stomatique intervient inévitablement et ce indépendamment des réserves hydriques stockée dans le sol durant la saison humide. Il est donc établi qu'une des meilleures stratégies pour améliorer l'efficacité hydrique est de cultiver la plante durant la période où l'évapotranspiration est minimale. D'où l'idée de cultiver le pois-chiche en Hiver (Hawtin, 1975). Les premiers essais dans ce sens ont été commencés par l'ICARDA en 1978 et exploités positivement dès 1979 par l'INRA (KAMEL, 1983).

CONDITIONS DE CULTURE

Les semis pour le pois-chiche d'Hiver sont effectués entre le 10 et 30 novembre. Cependant ce déplacement du cycle de culture impose à la plante de **nouvelles conditions écologiques** différentes de celles du printemps.

- En effet l'humidité relativement élevée en hiver est un facteur favorable pour le **développement de l'anthracnose** (Ascochyta rabiel) maladie déjà redoutée pour la culture normale du pois-chiche au printemps (JANATI et SCHLUTER, 1977).
- Les basses températures et **les risques de gel** supposent également que les variétés soient adaptées pour ces nouvelles conditions.
- Il est donc essentiel sur le plan génétique, que le pois-chiche d'hiver soit **résistant à l'anthracnose et tolérant au froid**. L'évidence de la variabilité génétique des deux caractères a été montrée chez le pois-chiche (SINGH et al, 1983 a, et b).

POTENTIALITE DU POIS-CHICHE D'HIVER

Les résultats des comparaisons du pois chiche d'Hiver et du printemps sur 3 campagnes et 4 sites (Douyet, Merchouch, Settat et Jemaa Shalm) sont résumés dans le tableau 1. Ces résultats montrent que les rendements du pois-chiche d'hiver sont **en moyenne de 20 qx/ha comparé à 6 qx/ha** pour la culture normale au printemps permettant un gain relatif de plus de 210%.

Cependant l'expression de ce potentiel génétique reste tributaire des conditions climatiques. En particulier, les résultats exposés dans le tableau 2 montrent qu'avec une pluviométrie bien répartie de 550 mm, le rendement potentiel moyen est de 33 qx/ha. Cependant, la différence n'est que de 17% par rapport au printemps. Avec 370 mm, les rendements étaient de 15 qx/ha, mais le gain relatif du pois-chiche d'hiver est de 197%. Ces données suggèrent que le potentiel génétique du pois-chiche d'Hiver s'extériorise d'avantage en année moyenne et dans les zones arides. Les dates de semis peuvent également avoir les mêmes effets. De ce fait, **il est conseillé de procéder à un semis précoce** pour tirer avantages de cette culture.

AVANTAGES ET LIMITES DE LA CULTURE

La culture du pois-chiche en Hiver présente plusieurs avantages par rapport à celle de printemps qui méritent d'être mentionnés:

1. **gain** évident de rendement allant jusqu'à 200% et plus;
2. **précocité** à la récolte de 25 à 45 jours selon les régions et les périodes du semis;
3. **meilleure** utilisation de l'eau des pluies qui est simplement perdue par évaporation entre Novembre et Avril pour la culture de printemps;
4. offre de ce fait la possibilité **d'extention** de la culture de pois-chiche en zone aride;
5. **La mécanisation** des récoltes est plutôt facilitée à cause du port très développé et érigé des pois-chiche d'hiver;
6. **les labours précoces** peuvent être effectués immédiatement après les récoltes;
7. **Certaines maladies** ou parasites potentiellement importants au printemps peuvent selon certaines conditions être réduits en Hiver: cas des mineuses en cas d'Hiver rigoureux.
8. En contrepartie cette culture s'expose beaucoup plus que pour le printemps à l'anthracnose. Les effets endémiques de cette maladie sont

d'autant plus élevés qu'on a à faire à un champignon variable et dont l'existence de races physiologiques n'est pas exclue (AMEZIAN, 1977; RIDDY et al, 1983). Sur le plan génétique ceci suppose que les variétés de pois-chiche d'hiver doivent au mieux posséder une résistance non spécifique ou stable; ce qui dans la pratique n'est pas chose aisée à cause de certaines barrières génétiques. Dans ce sens, un programme de sélection pour la résistance dite Horizontale a été entamé depuis 1977 en collaboration avec la FAO (PIE-TERS, 1985). Parallèlement à ce programme, des progrès considérables ont été réalisés en matière de sélection de pois-chiche de type Kabouli (ou commun) et à résistance spécifique à l'anthracnose (voir tableau 3 et 4). Dans le court terme une combinaison judicieuse « résistance génétique x traitement chimique » est à préconiser pour avoir plus de sûreté dans la pratique hormis problème, d'autres maladies ou parasites peuvent devenir potentiellement importantes en hiver. Dans le Sud, en zone aride à hiver tempéré, de fortes attaques de fusarium sf. ont été observées. D'autres maladies ont été aussi identifiées: stemphyllium et botrytis: Les autres aspects à considérer pour le pois-chiche d'Hiver seraient:

-1- **Ses conséquences** sur les systèmes de cultures où d'habitude le pois-chiche est plutôt considéré comme culture de rattrapage en situation aléatoire;

2 - **Effet du déplacement du cycle** de culture sur le calendrier des travaux et besoins en main- d'œuvre;

3 - **Changement des pratiques culturales** et ses conséquences agronomiques (Desherbage, dose de semis, fertilisation etc ...).

4 - **Incidence de l'orobanche** sur cette culture;

5 - **Fixation symbiotique de l'azote**: il est bien connu que les souches de Rhizobium cicer sont plutôt spécifiques à la culture du pois-chiche; il devient dès lors nécessaire de considérer les besoins en matière d'inoculation dans les zones où le pois-chiche est introduit pour la première fois. Nos essais ont montré que si ces conditions ne sont pas requises, les rendements ne dépassent guère les 3 qx/ha.

CONCLUSION : Le pois-chiche d' hiver est une innovation dont les aboutissements ne sont pas encore tous exploités. Les **avantages sur le plan agronomique et économique** sont certains et dépassent de loins ceux du printemps. Il est toutefois nécessaire de cerner tous les aspects liés à cette culture pour plus de progrès.

REFERENCE:

- AMEZIAN. A 1977 - quelques aspects de la biologie d'Ascochyta rabiei. Thèse de DEA Univ. Gembloux - BEL. GIQUE
 HAWTIN. G.c. 1975, The Status of chickpea research in the Middle East. Pages 109114. In Proceeding of the International Workshop on Grain Legumes. ICRISA! Patancheru. AP. India.
 JANA TI. A et SCHLUTER K 1977 - Lutte contre l'anthracnose du pois chiche Le Maroc Agricole. 91. PP 22-25
 KAMEL. M 1983. The Status of chichepea Production and Research in Morocco. pp 247254 in Proceeding of the workshop on Ascochyta Blight and winter sowing of Chickpeas (Saxena MC. and Singh KB. eds) ICAROA 47 May 1981. Aleppo Syria
 REDDY. M V Hussain. SA. MALIK BA and SINGH. K.B.. 1983 -c- Relation reaction of some chickpea desi germplasm Lines to Ascochyta blight in Pakistan and Syria. International Chickpea News Letter 8 24 15
 PIETER R 1985 Rapport Annual Programme Resistance Horizontale Station Centre des legumineuses Alimentaires INRA
 SINGH. K B.. NENE Y Land REDDY. H. V 1983 a - An international Screening of Chickpea for resistance to Ascochyta blight. In workshop on Ascochyta Blight and Winter Sowing of Chickpea ICARDA Aleppo 4-7 May. 1981
 SINGH. K 8. SAXENA ~I C and AGRIDLEY. H.E. 1983 Screening chickpeas for cold Tolerance and Frost resistance. In Chickpea fCAFWA A/eppa 4-7 May 1981

Synthèse régionale « Alternatives Agricoles à l'arrachage de la vigne »

Une fiche technique Pois chiche des services agricoles du sud de la France.

Implantation

Il faut semer le plus tôt possible pour réduire les risques d'un déficit hydrique au moment de la floraison. Il est préférable de réaliser un semis précoce de fin d'hiver avec des semences certifiées :

En région sèche (Hérault, Gard) : 1er janvier – 15 mars, le plus tôt possible à partir du 1er janvier.

En région humide (Lauragais) : 15 février- 30 mars

Modalités de semis :

Au semoir à céréales, écartement de 12 à 17 cm. La densité est alors plus difficilement contrôlable, ainsi que la profondeur

Au semoir pneumatique, écartement de 30 à 40 cm. La densité et la profondeur sont plus régulières.

Densité de semis préconisée :

Pour un semis d'automne-hiver

Pour un semis de printemps

Nombre de grains/m² 50 35

Dose de semis en kg/ha 164 115

Fertilisation :

Le Rizobium ciceri présent dans les sols apporte souvent l'azote nécessaire, l'azote est ainsi souvent inutile.

Un apport de 50 à 60 unités d'anhydride phosphorique (P₂O₅) et de 100 à 110 unités/ha d'oxyde de potassium (K₂O) aide à la mise en place des nodules dans les premières étapes du cycle et augmente les quantités d'azote fixées.

Protection de la culture :

L'homologation de produits phytosanitaires sur cette culture est trop faible et souvent il y a des impasses. La culture du pois chiche est considérée comme une culture « mineure ». Les firmes phytosanitaires sont peu enthousiastes pour mettre en place des démarches d'homologation de produits pour cette culture.

Désherbage :

Le pois chiche est très sensible à la présence de mauvaises herbes qui peuvent nuire au rendement, mais aussi à la qualité de la récolte (tâches sur les grains par exemple.)

Maladies :

Surtout l'antracnose. Elle est très difficile à maîtriser et elle est responsable de la forte régression de la production.

et aussi le botrytis, la fusariose.

Ravageurs : le principal est la noctuelle.

Récolte :

La récolte de mi-juillet à début août, est réalisée avec une moissonneuse batteuse. Le port dressé du pois chiche, l'absence de verse et d'égrenage facilitent sa récolte. Le stade de récolte vise une teneur en eau du grain de 13 à 14 %. Les cosses doivent être brisantes et

les graines « sonnent » dans les cosses. Il faut cependant être vigilant sur les réglages de la moissonneuse afin de limiter la casse du grain. Dans le Languedoc, les rendements obtenus ces trois dernières campagnes se situent pour une grande majorité dans une fourchette allant de 16 à 30 q/ha. Un rendement objectif compris entre 20 à 25 q/ha semble raisonnable si l'année ne connaît pas de grosse sécheresse.

Irrigation : Le pois chiche permet une économie de la ressource en eau, car il peut se satisfaire de peu d'eau.

main d'oeuvre : Peu de besoin car c'est une culture mécanisable.

Surface : C'est une contrainte importante car il faut un parcellaire adapté à la mécanisation, ce qui n'est souvent pas le cas des parcelles viticoles de coteaux. Un minimum de 1.50 ha est requis de forme rectangulaire, avec un accès pour des engins agricoles de minimum 3 m de large.

Matériel classique pour les grandes cultures.

Sensibilité au précédent vigne : A priori pas de sensibilité particulière.

Dispositifs : Le Pois chiche est une culture soumise au régime PAC (cf. fiche « aides PAC »).

Il permet d'activer une aide découplée (DPU).

L'octroi de ces aides est lié au respect de la conditionnalité.

La marge brute est inférieure à très proche de celle d'un blé dur. Mais elle est à réfléchir en tenant compte des effets

positifs induits pour les cultures suivantes (cf. fonction de tête d'assolement).

Fourchette de Marge Brute : 450 € à 800€

Besoin de trésorerie

Les avances de trésorerie portent sur une période courte : mise en production immédiate : cycle semis de février-mars et récolte fin juillet-août

Risque financier et investissements.

Pas d'investissements spécifiques : Le matériel peut être celui d'usage classique en production de céréales ou oléagineux.

Identifying water-responsive and drought-tolerant chickpea genotypes

Aladdin Hamwiah A C and Muhammad Imtiaz A B

A International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), PO Box 2416, Cairo, Egypt.

B International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT) Pakistan Office, CSI Building, NARC, Park Road, Islamabad 44000, Pakistan.

C Corresponding author. Email: a.hamwiah@cgiar.org, ahamwiah@gmail.com

Crop and Pasture Science –

<http://dx.doi.org/10.1071/CP14225>. Submitted: 11 August 2014 Accepted: 20 April 2015 Published online: 30 July 2015

This study quantifies the responses of drought-tolerant genotypes of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to water availability under three irrigation regimes: rainfed (T1), 30% of full supplemental irrigation (T2), and full supplemental irrigation (T3). Sixteen genotypes of chickpea were tested in a split-plot arrangement in a randomised complete block design with three

replications. Drought-resistance score (DRS), days to 50% flowering, plant height, days to maturity (DTM), grain yield (GY), biological yield (BY), 100-seed weight, average number of pods per plant (PoN), and average number of seeds per plant (SN) were measured. ANOVA indicated significant differences between treatments, years, and genotypes. Two genotypes, FLIP03-145C and ILC588, showed high drought tolerance accompanied by lower DTM, and they produced the highest GY (9.3 g plant⁻¹). Strong and significant ($P < 0.001$) correlations were observed between GY and BY (0.94), SN (0.93), and PoN (0.94). The GY, BY, SN, and PoN traits were significantly ($P < 0.001$) correlated with DRS (–0.51 to –0.58). Ten genotypes performed better under T2 than T3, indicating a limitation in response to more water availability. Three genotypes (FLIP03-145C, ILC3182, and ILC588) are recommended for the national programs of Mediterranean countries as being drought-tolerant and especially responsive to water.

Fertilizer Guide. CIS 826

University of Idaho Extension • Idaho Agricultural Experiment Station Chickpeas
by Robert L. Mahler Northern Idaho

These fertilizer guidelines have been developed by the University of Idaho and Washington State University based on relationships between soil tests and yield responses for peas and lentils. The fertilizer rates suggested are designed to produce above-average yields if other factors are not limiting yields. This fertilizer guide assumes good management. The suggested fertilizer rates will be accurate for your field provided (1) the soil sample was properly taken and is representative of the areas to be fertilized, and (2) the crop and fertilizer history supplied is complete and accurate. For additional information on how to collect and process a soil sample, see University of Idaho Bulletin 704, Soil Sampling.

Nitrogen

Chickpeas are legumes that are capable of acquiring a large portion of the nitrogen (N) they need from the atmosphere. This "N fixation" is accomplished by bacteria that form nodules on the roots of the chickpea plant. These bacteria (rhizobia) are different from the rhizobia that nodulate peas and lentils and are not normally found in northern Idaho soils. The inoculum specific to chickpeas should be used when (1) chickpeas have not been grown on a field within the last 2 years or (2) when the soil pH is less than 5.7. For additional information on inoculation and methods of inoculum application, see University of Idaho CIS 838, Inoculation of Legumes in Idaho.

Most chickpea seed is treated with captan. This fungicide is harmful to rhizobia, so inoculating chickpea seed with rhizobia requires special handling in one of three ways.

One method is to place a granular inoculum in the seed row at planting. Several companies manufacture granular inocula. The application rate should be between 5 and 10 pounds of granular inoculum per acre depending on when chickpeas were last planted in the field.

Another alternative is to add a peat-based inoculum to the drill box at twice the recommended rate just before planting (slurry method).

The third option, possible in areas where water mold-type fungi (Pythium etc.) are the major pathogens, is to use metalaxyl as the fungicide instead of captan. Chickpea seed can be treated with a peat-based inoculum if metalaxyl is used.

Phosphorus

Phosphorus (P) should be incorporated into the seedbed before planting or applied at planting by whatever method is most convenient for the grower. P fertilizer can be surface-broadcast and plowed down or tilled into the soil. It can also be banded or drilled with the seed. **Be careful not to allow direct contact between the seed and the fertilizer if the fertilizer material contains any N or potassium in addition to P. Chickpeas are sensitive to excess salts (contained in N and potassium)**

during germination. If heavy applications are required to correct nutrient deficiencies, apply P before or during seedbed preparation. Phosphorus needs can be determined effectively with the aid of a soil test (Table 1).

Table 1. Phosphorus fertilizer rates for chickpeas based on a soil test.

Soil test P (0 to 12 inches)	1 P ₂ O ₅ application rate	2 NaOAc Bray I NaHCO ₃	3 P ₂ O ₅
P (ppm) (ppm) (ppm) (lb/acre) (lb/acre)			
0 to 2	0 to 20	0 to 8	60 26
2 to 3	20 to 30	8 to 10	40 18
3 to 4	30 to 40	10 to 14	20 9
over 4	over 40	over 14	0
3			
0			
1			

Soil test P can be determined by three different procedures: sodium acetate (NaOAc), Bray I method, or sodium bicarbonate (NaHCO₃). Sodium bicarbonate should not be used on soils with pH values less than 6.2. Use the column indicated by your soil test report.

$2 \text{ P}_2\text{O}_5 \times 0.44 = \text{P}$, or $\text{P} \times 2.29 = \text{P}_2\text{O}_5$.

3 Under reduced tillage, apply up to 20 lb P₂O₅ per acre on soils testing in excess of 4 ppm P (NaOAc soil test P).

Potassium

Soils in northern Idaho usually contain sufficient potassium (K) for chickpea production. If soils are deficient, K should be incorporated into the seedbed by whatever method is most convenient for the grower. K fertilizer can be surface-broadcast and plowed down or tilled into the soil. It can also be banded or drilled with the seed.

Do not allow direct contact between the seed and the fertilizer because germinating chickpeas are sensitive to the salts in K fertilizers. If heavy applications are required to correct nutrient deficiencies, apply K before or during seedbed preparation. Potassium needs can be

determined with the aid of a soil test (Table 2).

Table 2. Potassium fertilizer needs of chickpeas based on a soil test.

Soil test K (0 to 12 inches)	
1 K ₂ O application rate	
2 (ppm) (lb/acre)	
0 to 50	90
50 to 75	60
more than 75	0
1 Sodium acetate-extractable K in the 0- to 12-inch depth.	
2 K ₂ O x 0.83 = K, or K x 1.20 = K ₂ O.	

Sulfur

Adequate levels of sulfur (S) are necessary for maximum production of chickpeas. **Without adequate S, chickpeas are not able to fix enough atmospheric N** to meet the N needs of the plants. Avoid using granular elemental S applications on chickpeas because this form of S is only slowly available to the plant and greatly reduces soil pH. Sulfate forms of S fertilizers are readily available and do not acidify soils. Sulfur needs of chickpeas based on a soil test are shown in Table 3.

Table 3. Sulfur fertilizer needs of chickpeas based on a soil test. Soil test S (0 to 12 inches) S application rate (ppm SO₄-S) (ppm) (lb/acre)

0 to 10	0 to 4	20
over 10	over 4	0

Boron

Chickpeas grown in northern Idaho may respond to boron (B) applications. Boron need can be determined by a soil test. Soils testing less than 0.5 ppm B should receive 1 pound of B per acre. Do not exceed the 1.0 pound per acre application rate. Boron can be toxic to chickpeas if application rates are excessive or if it is concentrated too close to the seedling. Boron fertilizer should always be broadcast, never banded. For information on B and specific fertilizer materials, refer to University of Idaho CIS 1085, Boron in Idaho.

Molybdenum

Chickpeas grown in northern Idaho may respond to applications of molybdenum (Mo). Because Mo is present in only small amounts, a soil test for Mo is not commercially available. Consequently, Mo fertilizer recommendations are based on cropping history and soil pH. Mo can be conveniently applied as a seed treatment at the recommended rate of 1 ounce per acre. If Mo fertilizer is applied directly to the soil, a rate of 1 pound ammonium molybdate or sodium molybdate per acre should be used when (1) the soil pH is less than 5.7, or (2) every third time a legume (chickpeas, peas, or lentils) is grown on a field. For more information

refer to University of Idaho CIS 1087, Molybdenum in Idaho.

Other micronutrients

Chickpeas grown in northern Idaho would not be expected to respond to applications of chlorine (Cl), cobalt (Co), copper (Cu), iron (Fe), manganese (Mn), nickel (Ni), or zinc (Zn). Therefore, applications of these materials in northern Idaho are not needed.

Lime

Lime applications of 1 ton per acre for chickpeas should be considered on fields with pH values of 5.3 or less. Reduced chickpea yields may occur at soil pH 5.4 to 5.5. The yield response from liming may not be economical when soil pH is above 5.3, however. Low soil pH reduces the nitrogen fixation potential of chickpeas.

For more information on lime materials, refer to University of Idaho CIS 787, Liming Materials.

Agronomy/Water quality considerations

- Weeds, insects, diseases, and environmental stress can influence the effectiveness of a fertilizer program and reduce yields.
- Chickpeas take up residual soil nitrate (nitrate not used by the preceding cereal crops) and therefore reduce the potential for N loss by leaching. Thus, chickpeas can have a positive impact on groundwater quality.
- Chickpeas are capable of fixing most of the nitrogen they need from the atmosphere. Fields in northern Idaho that have a history of chickpea production generally contain adequate amounts of the soil bacteria (rhizobia) that are responsible for this nitrogen-fixation process. Consequently, inoculation of chickpeas with rhizobia is necessary only in fields that do not have a history of chickpea production. The rhizobia that produce root nodules on chickpea roots are different from the rhizobia that produce root nodules on peas and lentils.
- Early planting of chickpea varieties is critical for maximum economic yields.
- Using chickpeas in a crop rotation can reduce disease and weed problems in grain crops.
- Spring-planted chickpeas have generally been planted in seedbeds having a minimum of straw residue on the soil surface. However, chickpeas grown under conservation tillage systems with moderate levels of surface residue typically produce similar or higher yields than chickpeas grown under low-residue, intensive tillage systems. The greatest yield benefits are in relatively dry years.
- To prevent soil compaction, avoid tillage at high soil moisture levels. Also avoid overworking the soil and creating a finely pulverized surface that is vulnerable to erosion and prone to sealing and crusting.

- Avoid planting in poorly drained areas.
- Starter, or pop-up, fertilizers have limited success on chickpeas. Starter fertilizers have been most effective when soils were cold and root growth could be stimulated by a readily available supply of P.
- Banding fertilizer improves P use efficiency. Consequently, if applying P, cut the recommended fertilizer application rates by 10 to 15 percent.

—

Robert L. Mahler is a soil scientist in the University of Idaho Department of Plant, Soil and Entomological Sciences, Moscow. Revised April 2002; revised September 2005 Issued in furtherance of cooperative extension work in agriculture and home economics, Acts of May 8 and June 30, 1914, in cooperation with the U.S. Department of Agriculture, Charlotte V. Eberlein, Director of University of Idaho Extension, University of Idaho,

CULTURES ASSOCIEES AUX LEGUMES SECS 40

ALGERIE: LES CULTURES ASSOCIEES POUR PRODUIRE PLUS ET MOINS CHER.

Djamel BELAID 2014

En Algérie, comme beaucoup ailleurs, les champs sont d'une monotonie désespérante. Ils ne sont semés que d'une seule espèce: blé, orge, lentille, féverole, pois ... Depuis quelques années, des agronomes européens, australiens ou chinois proposent de ne plus cultiver séparément les cultures mais de les associer par 2 ou 3 dans les champs. Ils proposent de cultiver du blé dur en même temps que de la féverole du pois ou du pois-chiche, du colza avec de la lentille. L'intérêt serait de profiter des interactions entre plantes et donc d'apporter moins d'engrais. Cette pratique existe depuis plus de 2 000 ans en Chine qui compte plusieurs millions d'hectares de cultures associées.

COMMENT RECUPERER UN TEL MELANGE?

La première idée qui vient à l'esprit concerne le devenir de la récolte. Que faire de grains de blé dur qui seraient mélangés à du pois ou de la féverole? Les adeptes de cette méthode ont une réponse: le tri mécanique des graines après récolte. Il est vrai que dès que des graines ont 2 ou 3 fois la taille de celles du blé, et c'est le cas du pois-chiche, du pois ou de la féverole, il devient très facile de les séparer en les faisant passer à travers une grille.

D'autres questions se posent: comment lutter contre les mauvaises herbes (plantes adventices)? En effet, tout herbicide est proscrit par manque de sélectivité à la fois sur la céréale et la culture compagne. Or, l'utilisation d'herbicides chimiques peut augmenter de 50% les rendements des cultures. Pour les partisans de cette pratique la solution est justement de ne plus désherber chimiquement. Ils indiquent que cela ne porte pas préjudice à la culture. Une telle solution, si elle est viable, pourrait s'avérer avantageuse dans le cas des petites exploitations dépourvues de pulvérisateurs à herbicides.

LUTTER CONTRE LES MAUVAISES HERBES.

Les partisans des cultures associées proposent « d'étouffer » les adventices par le choix d'espèces à développement rapide qui les priveraient de ... lumière. En effet, toute plante a un besoin impérieux de lumière. Si dans une culture de blé, on associe une légumineuse qui se développe rapidement elle peut alors capter, à l'aide de ses feuilles, le maximum de lumière au dépend des adventices. Le blé semé en même temps que la légumineuse n'est pas gêné par la plante compagne. Il a arrive à se développer assez rapidement.

Afin de prendre de vitesse les plantes adventices,

l'agriculteur possède une arme redoutable: la dose de semis. En semant plus de grains qu'à l'habitude, il peut aider la culture à gagner cette compétition contre les adventices.

On pourrait rétorquer que les doses de semis ne peuvent être augmentées sans risque de provoquer une baisse de rendement par compétition des plantes cultivées entre elles. Mais c'est là qu'intervient toute l'élégance du procédé et le savoir faire des agronomes. Comme les cultures associées concernent généralement 2 espèces différentes, comme par exemple céréale et légumineuses, qui sont différentes entre elles, il n'existe pratiquement pas de compétition entre les plants. Les plantes ne développent pas leurs racines dans les mêmes couches de terre et n'absorbent pas les mêmes éléments ou du moins pas au même moment. L'augmentation, certes raisonnable, des densités de semis n'est donc pas un problème pour la culture. Elle l'est par contre, répétons le, pour les adventices.

Tout le savoir faire des agronomes et des agriculteurs innovants est de choisir la bonne association entre espèces végétales, la bonne dose et la date de semis idéale. Ces paramètres sont à déterminer selon les caractéristiques de sol et de climat de chaque région considérée.

Les associations les plus courantes concernent une céréale blé (tendre ou dur), triticales, orge, maïs et une légumineuse: féverole, lupin, pois fourrager, pois protéagineux, pois-chiche.

Les associations triticales-pois fourragers sont intéressantes. La récolte peut aller directement pour l'alimentation du bétail sans qu'il soit nécessaire de séparer les deux types de graines. Le pois fourrager présente par ailleurs, un fort développement et une

grande capacité à étouffer les mauvaises herbes. Cependant, les variétés de pois fourrager ne conviennent pas pour l'alimentation en aviculture. Ils contiennent de la vicine et convicine et des tanins qui freinent les productions avicoles. Seules des variétés de pois protéagineux et de féverole répondent à cette exigence. Dans le cas de mélanges de triticale-pois protéagineux, comme les tiges du pois restent proche du sol il faut augmenter la dose de semis dans le mélange afin d'avoir un développement acceptable.

Dans un mélange triticale-pois, la part de la céréale et du pois à la récolte est variable. Cette part dépend de l'azote fourni par le sol. Plus il y a d'azote dans le sol, plus le rendement du triticale est élevé au contraire du pois. Le pois est souvent considéré comme une culture salissante et qui verse donc difficile à récolter. En fait, associée à la céréale, ces problèmes sont réduits car la céréale fait office de tuteur. Sa forte concurrence pour la lumière permet de réduire les adventices.

Afin de maîtriser les adventices, une autre alternative serait d'utiliser des espèces de légumineuses sensibles au gel. C'est ce que propose le Cetiom en France dans le cas de la culture du colza. Semé assez tôt à l'automne, le mélange s'implante et absorbe l'azote du sol. Celui-ci n'est donc pas lessivé par les pluies hivernales. Les premiers gels détruisent ensuite la culture compagne mais sans enlever le bénéfice de l'azote retenu dans le sol. Les doses d'engrais à épandre sont donc moindres d'où un meilleur revenu pour l'agriculteur et moins de pollution par les nitrates. Cette pratique pourrait être adaptée aux conditions algériennes. Elle répondrait aux soucis des agriculteurs qui auraient peur d'une infestation de la culture par les adventices. L'effet destructeur du gel peut ainsi être remplacé ou complété par l'utilisation d'un herbicide spécifique de la culture.

COUT FERTILISATION DES CULTURES ASSOCIEES: 0 DINARS.

Les légumineuses ont la capacité de fixer l'azote de l'air. Elles ne requièrent donc pas de fertilisation azotée. L'apport d'engrais azotés et même parfois nocif. A forte dose, ils retardent le développement sur les racines des nodosités fixatrices d'azote. Une petite dose d'azote est cependant parfois conseillée pour aider au démarrage de la culture.

Quant aux engrais phosphatés, de récents travaux montrent que leur utilisation peut être réduite en cas d'association avec une légumineuse. Celles-ci peuvent acidifier la rhizosphère ce qui permet une meilleure absorption du phosphore par limitation du risque de blocage. Dans certains cas, l'acidité créée par les racines peuvent même permettre de mobiliser du

phosphore jusque là rétrogradé par contact avec le calcaire du sol.

Dans le cas du pois-chiche, les racines arrivent même à utiliser le phosphore organique du sol, chose que le blé ne sait pas faire tout seul.

En cas de manque d'engrais phosphaté le lupin blanc a la redoutable possibilité de ramifier ses racines. Celles-ci forment alors des « cluster-root » ou racines protéoïdes qui ont la forme d'un écouvillon d'où le nom aussi donné par les anglo-saxon de bottle-brush. Les racines multiplient ainsi leur surface de contact avec le sol. Ce qui multiplie la possibilité de rencontre avec le phosphore qui a la particularité de ne pas migrer dans le sol. Mieux, les racines une fois ramifiées sécrètent des substances acides qui solubilisent le phosphore du sol jusque là rétrogradé. Des travaux internationaux montrent que les processus tendant à améliorer les prélèvements de phosphore par les plantes sont multiples: production accrue et sécrétion de phosphatases, exudation d'acides organiques, meilleur développement des racines et de leur architecture, développement de la surface racinaire par développement des poils absorbants ou expression de transporteurs membranaires de phosphore inorganique.

Ces processus ont en général une durée limitée. Acides organiques et enzymes par exemple, peuvent être assez rapidement dégradés; ce qui explique le gain de rendement obtenu par l'association des deux cultures.

Le lupin blanc « tramousse » a par ailleurs, des graines riches en protéines ce qui en fait un excellent candidat pour remplacer le soja importé et destiné à l'aviculture. Sa farine ne contient pas de gluten ce qui est intéressant pour les personnes souffrant d'allergie. Malheureusement cette admirable plante ne tolère pas les sols riches en calcaire. Celui-ci bloque le fer du sol et la plante ne se développe pas. Les recherches actuelles se concentrent sur des variétés tolérantes au calcaire. La prospection des écotypes locaux de lupin reste à réaliser. En Egypte ce travail a permis de proposer aux agriculteurs des variétés adaptées aux conditions locales. L'inoculation des semences de lupin avec une bactérie (*Bradyrhizobium lupini*) améliore le rendement. Cette inoculation est d'autant plus bénéfique que le sol est plus riche en calcaire.

Pour les sols calcaires algériens, la difficulté à cultiver les variétés actuelles de lupin amène à rechercher d'autres alternatives comme la féverole. Les racines de cette légumineuse possèdent également la capacité à acidifier le sol et à améliorer la nutrition phosphatée des plantes en absence d'engrais. Et contrairement au lupin, la féverole ne craint pas les sols

calcaires.

Les agronomes chinois ne sont d'ailleurs pas trompés. Ils multiplient les recherches sur l'association de maïs et de féverole. Ces dernières années, des agronomes chinois ont publié les résultats de leurs travaux. Ils sont époustouflants. Le Pr Long Li et ses collègues obtiennent des rendements en hausse de 49% lorsqu'il associent du maïs à de la féverole.

Associé à la féverole le maïs produit jusqu'à 129 quintaux par hectare. Si on remplace la féverole par du blé, le rendement de maïs n'est plus que de 92 quintaux. L'engrais phosphaté devient inutile, voire même nocif. A la dose de 112 kg, le rendement baisse même à 109 quintaux.

CONCLUSION.

Etrangement, l'agriculture algérienne reste à côté d'une révolution technique qui se dessine à travers le monde: celle des cultures associées. Dans le cas des

exploitations à bas niveau d'intrants, cette pratique a toute sa place. Elle améliore le rendement et le taux de protéines du blé dur sans même que soit apporté de l'engrais lorsque blé et pois protéagineux sont semés ensemble.

Elle améliore la fertilisation P alors que le prix de ces engrais flambe du fait de la demande mondiale et de distributeurs locaux parfois peu scrupuleux. Mais surtout, les cultures associées permettent une meilleure utilisation de l'engrais phosphaté, engrais qui du fait du fort pouvoir fixateur du sol n'est utilisé qu'à 15% par les plantes.

Bien menées, les cultures associées peuvent être un moyen de maîtrise de la flore adventice. Cela peut être un atout pour les petites exploitations ne disposant pas de pulvérisateurs. Divers travaux montrent que les cultures associées améliorent la marge brute à l'hectare. On peut le comprendre aisément puisque les postes engrais et herbicides sont réduits à leur plus simple expression.

LA CULTURE DU POIS-CHICHE A TRAVERS LE MONDE 42

BLOG de Jérôme Bossuet Chercheur spécialisé.

7 milliards de personnes sur terre. 1 milliard qui vont chaque soir au lit affamés. Quelles solutions à la crise alimentaire actuelle ? Cela passe notamment par une amélioration de la petite agriculture du Sud. Ce blog présente les enjeux de l'insécurité alimentaire grandissante et des innovations pour résoudre la crise alimentaire dans les pays du Sud, innovations développées par ICRISAT ou d'autres centres de recherche du CGIAR, et d'autres organisations de développement qui innovent contre la faim.

Bill Gates visite ICRISAT en Inde

04/06/2013

Investir dans les cultures « orphelines » et dans la recherche agricole de pointe est clé dans la lutte contre la faim. Voilà ce qui ressort entre autres de la visite de Bill Gates ce jeudi 30 mai, à Hyderabad en Inde, à l'Institut International de Recherche sur les Cultures des Tropiques Semi-Arides (ICRISAT), membre du consortium CGIAR. La Fondation Bill et Melinda Gates est devenue ces dernières années un acteur clé de l'aide au développement, notamment dans la lutte contre la faim.

Plus de soutien aux cultures dites mineures.

Il a beaucoup été question de l'importance d'investir dans les cultures sous-valorisées (certains parlent de « cultures orphelines ») et pourtant importantes pour la sécurité alimentaire des pays en voie de développement comme le sorgho, le mil, mais aussi les légumineuses comme l'arachide, le pois chiche, et le pois d'Angole.

Un exemple intéressant est le pois d'Angole en Tanzanie, cultivé par exemple en intercultures avec le maïs. C'est une légumineuse multi usage cultivée sur 5 millions d'hectares qui peut pousser dans des conditions très arides et sur un sol très pauvre (par exemple sur les sols Sahéliens appauvris en phosphore), qui lors d'une sécheresse comme en 2011 au Kenya pouvait donner une récolte de grains riches en protéine alors que le maïs avait desséché. De plus, étant légumineuse, sa culture enrichit le sol en azote ce qui en fait une culture idéale de rotation ou d'interculture avec les céréales.

La fondation Gates est actuellement le principal soutien financier d'ICRISAT et il finance notamment le programme de recherche « Légumineuses Tropicales »

qui vise à augmenter la productivité d'au moins 20% des légumineuses en Afrique sub-saharienne et Asie du Sud par le développement de variétés améliorées, de meilleures pratiques agricoles et un renforcement des filières.

[voir par exemple le cas d'étude de la révolution du pois chiche en Ethiopie http://www.thegatesnotes.com/~media/Images/GatesNotes/Development/IFAD-Ag-Success-Stories/TL2_Profiles of Progress_R3.pdf]

Le sorgho et le mil sont pour leur part des céréales très importantes pour la sécurité alimentaire des millions de familles paysannes des régions arides. Comme l'a indiqué Vincent Vadez, chercheur à ICRISAT, spécialiste de la physiologie des plantes et notamment des mécanismes d'adaptation à la sécheresse, « au Sahel, là où la pluviométrie est inférieure à 800mm, les paysans devraient oublier le maïs et être encouragés de cultiver des cultures plus économes en eau comme le sorgho et le mil, pour être plus résilients. »

Dans les faits, le maïs est la céréale qui se développe le plus rapidement en Afrique de l'Ouest ces dernières années (voir le graphique ci-dessous). Beaucoup de recherche va vers le développement de variétés de maïs plus résistantes à la sécheresse, ce qui bien sûr peut potentiellement bénéficier à beaucoup de paysans mais il y a des barrières naturelles physiologiques difficiles à franchir. A l'opposé, les investissements en recherche pour améliorer les « céréales des pauvres » que sont le sorgho et le mil sont bien moindres. Et pourtant ces céréales sont plus adaptées quand le climat devient plus aride, étant plus efficaces d'environ 30% à transformer l'eau en grains.

Une innovation « cool », la phénomique réponse au changement climatique ?

Bill Gates a aussi été impressionné par le travail de Vincent Vadez, chercheur Français travaillant à ICRISAT depuis 10 ans et spécialiste reconnu de la physiologie des plantes. Vincent travaille sur la compréhension des mécanismes de tolérance des plantes aux stress et notamment la sécheresse. Avec la fréquence de plus en plus grande des sécheresses dans les régions comme le Sahel ou l'Inde Centrale, pouvoir développer des variétés qui résistent à des épisodes de sécheresse est crucial pour une plus grande sécurité alimentaire et résilience des petits paysans, qui pratiquent encore en majorité l'agriculture pluviale (sans irrigation).

Beaucoup d'experts parlent des progrès en génétique, de la génomique, pour pouvoir créer ces nouvelles super variétés productives et résistantes à la sécheresse et aux autres stress. D'où cet effort par exemple pour séquencer le génome des cultures importantes pour la consommation humaine comme le pois chiche récemment.

Pourtant, la méthode traditionnelle d'amélioration des plantes, en observant et isolant les meilleurs spécimens selon les critères recherchés (par exemple, les plants de pois chiche qui fleurissent le plus tôt), ce que les chercheurs appellent phénotypage, reste valable. C'est ce procédé de sélection des plantes que les paysans ont toujours appliqué depuis la nuit des temps. Grâce aux progrès dans l'informatique, l'imagerie 3D et autres innovations, cette bonne vieille méthode fait des progrès considérables ces dernières années, en réduisant les besoins de main d'oeuvre tout en surmultipliant les capacités d'enregistrement des données d'observation. Faisant le pendant à la génomique, la phénomique consiste en effet à mesurer sur chaque individu d'une population de plants des caractéristiques clé (comme la surface des feuilles à J+20, la hauteur de l'épi, la grandeur du système racinaire etc) en fonction des conditions de culture de la plante (humidité, température, ensoleillement,...).

Vincent, un des innovateurs de la phénomique, a inventé un système judicieux de « mini-champs expérimentaux » ou lysimètres, pour des mesures plus précises et une recherche plus rapide. Les lysimètres sont des pots cylindriques en PVC de 1,2 ou 2,0 mètres de profondeur, pour reproduire le profil de sol caractéristique de la région étudiée, comme un sol Sahélien. Avec un plant par pot, les lysimètres sont disposés en mini-champs de 2800 plants. Ce système permet de mesurer par exemple l'extraction par la plante de l'eau à différents stades de croissance, du semis à la floraison et production du grain.

Vincent a de plus récemment installé un scanner, une technologie adaptée à la logistique de la grande distribution, qui lui permet de mesurer de façon automatique et rapide les différents paramètres des plantes (surface foliaire, hauteur, ...).

Cette installation permet de reproduire des conditions d'essais en champ, tout en contrôlant au mieux les paramètres comme en laboratoire, ce qui va permettre une accélération de la recherche vers une plus grande efficacité en eau des plantes (plus de grains par goutte d'eau), et donc la création de variétés plus adaptées à la sécheresse. Grâce aux premiers résultats, Vincent a pu valider l'hypothèse que chaque plante a sa capacité propre à réguler ou non son évapotranspiration (la quantité d'eau qui s'évapore de ses tissus foliaires) dans des conditions extrêmes d'aridité, et il a pu mesurer avec précision les effets à terme sur la croissance de la plante et sur les rendements en graines.

Sur le graphe ci-contre (ref: Kholova, 2010), l'écart entre les deux courbes montre l'économie (ou efficacité) en eau entre deux variétés de mil perlé, l'une étant plus tolérante à la sécheresse terminale (entre la floraison et la production de grain), car elle est capable de restreindre la transpiration quand la demande évaporative est trop élevée.

Cette technologie expérimentale de mini-champ de lysimètres a été qualifiée de « cool » par Bill Gates. Venant du créateur de la révolution informatique Windows, c'est un qualificatif qui a du poids, pour une innovation qui mérite d'être plus connue. L'agriculteur a de tout temps cherché à améliorer les plantes qu'il cultive pour qu'elles soient plus productives, plus nutritives, moins sujettes aux maladies et s'adaptent bien au climat local. Développer des variétés améliorées et adaptées aux conditions de culture de chaque paysan, que ce soit en Europe ou au Sahel reste un des axes de développement de l'agriculture. Mais cela ne se résume pas à la recherche du gène responsable de la caractéristique recherchée (par exemple la tolérance à la sécheresse).

La phénomique version 2.0 de Vincent montre que les recettes classiques de sélection des cultures de demain ont aussi un avenir, pour une agriculture plus productive et résiliente. L'important étant que la technique soit au service des questions précises de recherche.

Pour en savoir plus sur la visite de Bill Gates voici sa note personnelle
<http://www.thegatesnotes.com/Topics/Development/Visiting-ICRISAT-Agricultural-Research-Center>

Le génome du pois chiche décrypté : impact attendu

dans les fermes et assiettes pauvres d'Asie et d'Afrique.

30/01/2013

Une équipe internationale de chercheurs agronomes d'Asie, Europe, Australie et Amérique du Nord, menée par l'Institut International ICRISAT a annoncé ce lundi dans le journal Nature Biotechnology le décodage du génome du pois chiche, une légumineuse très importante pour la nutrition des plus pauvres en Asie du Sud et région Méditerranéenne.

Cette carte du génome du pois chiche devrait permettre aux cultivateurs du pois chiche de s'adapter plus facilement aux problèmes émergents du changement climatique comme un climat plus chaud, plus sec et l'apparition de nouvelles maladies. Les agronomes vont pouvoir en effet filtrer plus vite parmi les milliers de variétés locales répertoriées celles ayant les caractéristiques recherchées pour créer de nouvelles variétés améliorées, comme la résistance à la sécheresse et aux fortes températures, une plus grande précocité (apparition des premières fleurs à 90 jours au lieu de 120 jours) ou une résistance à tel insecte ou maladie.

David Bergvinson, responsable recherche et technologies à la Fondation Bill et Melinda Gates, un des financeurs de ce projet pense que cette avancée scientifique aidera en particulier l'agriculture du Sud "Mettre à disposition de la communauté scientifique mondiale la carte génomique du pois chiche est un pas important pour l'amélioration du pois chiche en utilisant les technologies du 21ème siècle pour une meilleure sécurité nutritionnelle de millions de pauvres qui dépendent de cette légumineuse. Nous attendons avec impatience de voir comment les agronomes des 5 continents vont exploiter cette nouvelle donnée pour augmenter les rendements du pois chiche tout en contrant les effets du changement climatique dans les pays du Sud".

Une culture vivrière nutritive et agroécologique

Domestiquée dans la région Méditerranéenne depuis plus de 7000 ans, le pois chiche est une légumineuse alimentaire très importante, cultivée sur 11,5 millions d'hectares. L'Inde est le plus grand producteur, représentant 70 pour cent de la production mondiale, mais aussi le plus grand consommateur.

C'est une culture très nutritive, riche en protéine (deux à trois fois plus que les céréales), mais aussi en énergie, en vitamines et oligoéléments. C'est la source la plus importante de fibres alimentaires, essentielles pour le transit et une bonne alimentation. Le pois chiche est un ingrédient essentiel de la cuisine Méditerranéenne et de l'Asie du Sud, cuisine de différentes façons comme le channa dal (une soupe épicée), des currys, en farine et

fritures.

C'est en fait un aliment de base crucial pour la nutrition des familles pauvres. En Inde, la farine de pois grillé, appelée sattu, est le plat principal des travailleurs manuels tels que les porteurs doliwala une tribu de la région montagneuse Jharkhand, parce que ça relâche progressivement l'énergie et peu cher.

Le Programme Alimentaire Mondial des Nations Unis explore actuellement une pâte à base de pois chiche prête à l'emploi pour combattre la malnutrition. Cette pâte nutritive a été distribuée après les inondations de l'Etat du Bihar et sous le nom de Wawa mum au Pakistan.

Le pois chiche est aussi une culture intéressante pour promouvoir une agriculture durable. Etant une légumineuse, il a la capacité de fixer l'azote atmosphérique sous forme soluble dans le sol [grâce à une association avec une bactérie au niveau de renflements des racines, les nodosités], fertilisant ainsi le sol.

Le pois chiche est souvent utilisé en interculture – intercaler un rang de pois entre des platebandes d'autres cultures - ou en rotation avec les céréales, augmentant ainsi les rendements de l'autre culture.

Grâce à un système racinaire dense et pivotant profond, le pois chiche peut supporter des épisodes de sécheresse en extrayant l'eau dans les couches profondes du sol. Il est souvent cultivé en seconde culture pour profiter de l'humidité résiduelle, par exemple après récolte du riz. Pourtant, malgré ces qualités indéniables, le pois chiche est loin de son potentiel. Le rendement moyen est autour de 800 kg par hectare quand en conditions optimales on peut atteindre 2 tonnes/hectare.

M.S. Swaminathan, le père de la révolution verte Indienne, souligne que "malgré son importance pour la nutrition humaine et la vie de nombreux paysans, la recherche agronomique moderne sur le pois chiche a été plutôt limitée ».

Comment ce bien public international peut faire la différence

Grâce à ce séquençage du génome, les chercheurs ont identifié 28.269 gènes qui font le pois chiche. En analysant le génome de 90 variétés (modernes, locales et espèces apparentées sauvages), des gènes candidats ont été identifiés pour la résistance aux maladies principales, la tolérance à la sécheresse et aux fortes chaleurs et la forte précocité. Ce dernier caractère est important car il permet à la plante de grandir plus vite et donc d'être récoltée avant que l'eau ne manque. Ces

données génétiques vont aider les agronomes à développer des variétés plus résilientes pour s'adapter à des climats plus chauds et plus secs.

Avant, les sélectionneurs du pois chiche avaient à disposition environ 2000 marqueurs génétiques pour chercher les caractéristiques essentielles. Maintenant, ils en ont plusieurs millions grâce à cette carte génomique qui est accessible à tous sans restrictions de propriété intellectuelle, ce qui va accélérer le travail de sélection.

«Avoir un accès libre au génome complet des cultures agricoles importantes telles que le pois chiche change rapidement le travail de nos chercheurs», dit Frank Rijsberman, CEO du Consortium du CGIAR, un réseau international de centres de recherche agricole, incluant ICRISAT. « Ce décryptage du génome devient un outil essentiel du travail du CGIAR pour développer des variétés améliorées. »

Par exemple, les agronomes pourront mieux comprendre pourquoi certaines variétés de pois chiche survivent lors de sécheresses quand d'autres meurent.

Ou comment rendre le pois chiche plus résistant à des attaques de l'insecte foreur de gousse *Helicoverpa armigera* qui cause des pertes annuelles de 20 à 30 pour cent en Inde.

«Ce séquençage génomique va réduire significativement le temps et le coût pour filtrer les "bons gènes" dans les collections de semences de variétés locales et des espèces sauvages apparentées. La recherche agronomique va être plus proactive face aux problèmes agricoles émergents liés au changement climatique comme des températures plus élevées ou des maladies nouvelles. » précise Rajeev Varshney, coordinateur du projet.

« Cette cartographie du génome du pois chiche devrait permettre de diviser par deux le temps nécessaire pour développer une nouvelle variété, qui prend maintenant de 4 à 8 ans », rajoute Varshney.

William Dar, directeur général d'ICRISAT résume l'impact que pourrait avoir cette avancée scientifique. « Face à l'insécurité alimentaire mondiale croissante et la rareté des ressources naturelles, nous devons renforcer le double rôle des légumineuses et du pois chiche en particulier : la nutrition et la fertilité du sol. »

« Investir dans les technologies modernes d'amélioration variétale pour des cultures vivrières comme le pois chiche, importantes pour la petite agriculture familiale du Sud permettra de rendre cette culture plus productive et résiliente, ce qui bénéficiera à de nombreux paysans et consommateurs pauvres dans les pays en voie de développement. » conclue-t-il.

PLUS DE NOURRITURE PAR ARPENT DE TERRE: LA DOUBLE CULTURE RIZ-POIS-CHICHE

15/08/2012 Jérôme BOSSUET.

Importance des légumes secs en Inde

Le pois chiche est le légume sec le plus important en tonnage en Inde, plus de 70% de la production totale de légumineuses à grain. Source protéique la moins chère, le chana est souvent présent dans les repas quotidiens indiens, en soupe épicée (chana dal), grillé etc... L'Inde est d'ailleurs le premier producteur mondial de pois chiche mais ce n'est pas suffisant pour ses besoins croissants et elle doit importer jusqu'à 1,5 million de tonnes par an pour satisfaire la demande domestique. La disponibilité par habitant en légumes secs, « la viande du pauvre » (du fait de leur richesse en protéines importantes pour la croissance), a ainsi diminué de 60 grammes/jour en 1950 à 32,6 g/jour en 2006. Ce déficit croissant devient une préoccupation importante du gouvernement de Dehli en terme de sécurité et souveraineté alimentaire et des moyens importants ont été mobilisés, à travers la Directive Sécurité Alimentaire (Food Security Bill) et la Mission Nationale sur la Sécurité Alimentaire, pour combler ce déficit.

Mais comment faire quand les nouvelles terres arables disponibles se font rares et que les rendements de ces cultures sont très bas et plafonnent du fait notamment du manque de ressources des petits agriculteurs, qui représentent la majorité des fermes indiennes (la taille moyenne des fermes en Inde est de 1,3 hectare et diminue chaque année – éclatement du foncier de génération en génération)

Semer du pois après la récolte de riz, un enjeu de sécurité alimentaire pour des millions de fermes

Une des pistes prometteuses explorées par ICRISAT et l'ICAR (le Comité de Recherche Agronomique Indien) est la double culture sur les 12 millions d'hectares de terres rizicoles pluviales dans le Centre et l'Est de l'Inde. Des terres où actuellement les paysans laissent les terres en jachère après la récolte rizicole, où font pousser des variétés locales de pois chiche avec de très faibles récoltes. Il s'agit donc d'augmenter le potentiel d'une région agricole en augmentant l'intensité culturale (cropping intensity en anglais), c'est-à-dire passer d'une à 2, voire 3 cultures par an sur la même parcelle, au lieu de laisser en jachère (sol non cultivé) en attendant la prochaine saison des pluies.

Pourquoi le pois chiche? C'est une plante qui tolère la sécheresse, qui n'a pas besoin de beaucoup d'engrais (étant légumineuse elle fixe l'azote de l'air au niveau des racines) et peut utiliser de façon optimale l'humidité résiduelle du sol après récolte du riz. En plus il y a un marché et il peut donc dégager des revenus non négligeables aux paysans.

Une conduite de changement menée avec et par des paysans

Comment amener le changement ? Depuis 3-4 ans, ICRISAT et ICAR font la promotion de variétés précoces (qui ont besoin de 70 jours de culture au lieu de 110 jours), qui pourront utiliser cette humidité résiduelle après la récolte de riz, des variétés améliorées résistantes aux maladies. Le volet formation comprend un ensemble de techniques appropriées pour la culture du pois chiche (Improved Pulse Production

and Protection Technology ou IPPPT en anglais), comme par exemple développer des machines pas chères pour pratiquer le semis direct, pratiquer la lutte intégrée des maladies du pois chiche, comment produire des semences, etc.

L'ICRISAT prône une approche scientifique, conduite avec et par les paysans.

Leur permettre de tester dans leurs champs différentes variétés; de disséminer ces variétés par la multiplication villageoise des semences ; tout en informant les paysans des différents choix techniques disponibles (travail du sol, fertilisation, semis, récolte...) pour que les fermes puissent faire des choix informés appropriés.

En impliquant une dizaine ou vingtaine de paysans dans 5-6 villages dans chaque district et en organisant des visites sur le terrain, ces fermes pilotes comme ici sur la photo deviennent des lieux de démonstration de l'intérêt de pratiquer la double culture. Depuis 2008, environ 7000 paysans ont été formés et au moins 15000 autres ont adopté ce changement de conduite culturale après avoir vu l'impact sur les fermes des premiers innovateurs.

Un potentiel important mais des questions à creuser

Les premiers chiffres d'impact démontrent l'intérêt de la démarche pour une adoption à plus grande échelle : 82% des paysans formés ont adopté cette double culture pois chiche – riz. L'IPPPT nécessite 48 jours x hommes mais dégage un revenu de 9600 roupies/ha contre 4760 avec les pratiques locales. 1 dollar investi apportait deux dollars en revenu.

Sur le papier encourager la double culture riz - pois chiche sur ces zones rizicoles pluviales semble très prometteur, mais il y a des contraintes à étudier de près : les paysans sont-ils capables d'absorber les charges de travail supplémentaires et à quel prix ? Comment va évoluer la structure et fertilité du sol ? Comment mettre à disposition semences et intrants à ces petites fermes souvent sans ressources et isolées ? Quelle irrigation serait performante et abordable pour améliorer les

rendements ? Les résultats par ailleurs dépendent aussi de la qualité des sols.

Dans les prochains mois, une seconde phase du projet creusera ces questions pour une adoption plus large avec à la clé peut-être une augmentation importante de

la production et de la sécurité alimentaire dans ces zones agricoles défavorisées. D'autres pays d'Asie pourraient bénéficier de cette expérience ayant des environnements agraires semblables.

.

Comprendre la résistance à la sécheresse de certaines plantes, une réponse face à l'aridité croissante

25/07/2012 Jérôme BOSSUET

La sécheresse, un impact important sur les récoltes

Les plantes germent, poussent, fleurissent puis produisent des graines pour la reproduction. Pendant tout leur cycle de vie, ces plantes puisent des nutriments dans le sol, et ont besoin de soleil, d'une température optimale et bien sûr de l'eau en quantité suffisante, et au moment opportun. Si la pluie s'arrête trop tôt, les plantes peuvent ne pas avoir assez d'eau pour produire leur grain, avec donc un impact désastreux sur les récoltes. Par exemple, le rendement du pois chiche peut chuter de 58 à 95% si une sécheresse sévit en floraison.

90% des paysans dans les pays en voie de développement pratiquent l'agriculture pluviale, ce qui veut dire sans irrigation de secours et ils dépendent donc de la pluie pour l'arrosage de leurs cultures. Comme le climat se dessèche dans beaucoup de régions, les organisations de développement conseillent les paysans de faire pousser des cultures tolérantes à la sécheresse. Cela aidera à réduire l'impact du stress hydrique et des précipitations erratiques, puisque ces cultures donneront au moins quelque récolte malgré la sécheresse. Mais qu'est-ce une culture résistante à la sécheresse ? et comment peut-on sélectionner des variétés plus résistantes au manque d'eau ?

Les mécanismes d'adaptation au manque d'eau par les plantes

Pour y répondre, j'ai demandé à un expert de la physiologie des plantes, Vincent Vadez, chercheur à ICRISAT. La physiologie des plantes, c'est comprendre comment les plantes poussent selon les conditions de sol, de disponibilité en eau, le climat. Par exemple, essayer de mieux comprendre pourquoi telle plante survit lors d'une sécheresse, et arrive à produire des graines. C'est une recherche très utile pour la petite agriculture du Sud, pour s'adapter aux sécheresses récurrentes.

Les plantes ne peuvent lire les bulletins météo, mais les espèces adaptées aux climats arides ont développé des qualités leur permettant de pousser au bon moment (par exemple, se caler à la saison des pluies) et de chercher l'eau, et donc de résister à la sécheresse. Certaines plantes, par exemple, fleurissent juste après les pluies. Au Sahel, où la saison des pluies est très courte, les plantes sont photo sensibles: elles fleurissent selon la durée du jour, correspondant à la fin des pluies. Un système racinaire profond et diffus est aussi une réponse adaptée, puisque la plante peut absorber l'eau plus profondément, et en plus large quantité.

Mais ça peut ne pas suffire quand le temps sec dure, et

les plantes ont besoin d'économiser l'eau de manière très efficace. Une plante, c'est comme un système complexe de pompage d'eau, absorbant l'eau par ses racines et la faisant circuler par la tige jusqu'aux feuilles en utilisant différents processus d'échange d'eau cellulaires. De l'eau est perdue par les feuilles via des sortes de clapets appelés stomates: ce phénomène s'appelle l'évapotranspiration. Quand le climat est sec, cette perte d'eau devient un problème car la plante se dessèche avant de produire ses graines, son but ultime. Les cultures très efficaces en eau sont capables elles d'absorber du sol juste ce qu'il faut d'eau pour remplir les gousses.

Un résultat de recherche intéressant est, pour une espèce donnée (exemple le pois chiche), des variétés sont capables de changer leur taux d'absorption et d'utilisation de l'eau au stade de croissance et de floraison, suivant le taux d'humidité du sol et dans l'air. Des plantes sont capables de fermer ou ouvrir les stomates, réduisant ainsi le pompage d'eau pendant une sécheresse. En comparant des céréales économes en eau comme l'orge, avec des céréales grandes buveuses d'eau comme le maïs, les chercheurs ont aussi trouver que les premières peuvent réduire le flux d'eau dans les racines, grâce à des protéines transporteuses d'eau, les aquaporines, qui sont activées ou non suivant le temps qu'il fait.

Un axe de recherche important pour l'agriculture dans les années à venir

Pour Vincent, ces processus d'adaptation climatique des végétaux pour l'extraction d'eau sont un facteur important pour expliquer la résistance à la sécheresse de certaines variétés / espèces par rapport à d'autres. ICRISAT et d'autres centres de recherche du CGIAR poursuivent des programmes de recherche pour mieux comprendre ces mécanismes, ce qui va permettre de développer de nouvelles variétés plus tolérantes à la sécheresse, pour une agriculture qui devra s'adapter au changement climatique.

Encourager les fermiers dans les régions arides à cultiver des cultures économes en eau comme le sorgho, le pois chiche ou le pois d'Angole les aidera à surmonter la prochaine sécheresse.

En guise de conclusion, Vincent Vadez souligne qu'il est important, dans les régions comme le Sahel ou la Corne de l'Afrique qui souffrent de sécheresses récurrentes et de crises alimentaires, de conseiller les paysans pour une micro adaptation aux conditions locales agroclimatiques, pour que le risque de perte de récolte face aux aléas

climatiques soit minimisé.

Comment le pois chiche transforme la campagne Ethiopienne?

18/06/2012 Jérôme BOSSUET

Pour nourrir les 9 milliards et quelques de personnes prévues en 2050, il va falloir que la production agricole augmente de 70%, voire double dans les pays du Sud. Avec grosso modo la même surface agricole, des ressources qui s'épuisent, un climat qui se réchauffe. Quelles peuvent être les solutions durables?

Une stratégie fortement encouragée par les principaux acteurs de la coopération internationale est de mettre à disposition des paysans du Sud des semences de variétés améliorées pour augmenter les rendements.

Je viens de mettre en ligne un album de photos prises récemment en Ethiopie qui illustre ce que cela pourrait donner, dans le cas d'un légume sec important, et pas seulement pour le couscous : le pois chiche.

Ce témoignage de Temegnush et des autres paysans

Ethiopiens montre aussi tout l'intérêt de diversifier son agriculture, et notamment de relancer la culture des légumineuses, souvent en perte de vitesse par rapport aux céréales, blé maïs et riz pour ne pas les citer par exemple. Car les légumineuses ont un rôle important pour le maintien de la fertilité des sols, enrichissant le sol en azote, en phosphore. Ils sont aussi riches en protéines et permettent de lutter contre la malnutrition.

Les variétés améliorées de pois chiche de ce projet ont été sélectionnées selon des méthodes traditionnelles de sélection végétale. Le projet "Légumineuses Tropicales 2" est mis en œuvre par l'Institut International de Recherche sur les Cultures des Tropiques Semi-arides (ICRISAT), le Centre International pour l'Agriculture Tropicale (CIAT) et l'Institut International pour l'Agriculture Tropicale (IITA) en étroite collaboration avec les instituts nationaux de recherche des pays concernés en Afrique subsaharienne et en Inde.

Pour plus d'informations à ce sujet, vous retrouvez ce témoignage des paysans Ethiopiens et l'état des lieux du projet Tropical Legumes 2 sur le site de la fondation Bill et Melinda Gates.

CHICKPEA PRODUCTION IN THE HIGH PLAINS

South Dakota State University Extension Fact Sheet 922 University of Wyoming Bulletin B1153 University of Nebraska Cooperative Extension EC04-183

James F. Margheim, Research Technician; David D. Baltensperger, Extension Crop Breeding Specialist; Robert G. Wilson, Extension Weed Specialist; Drew J. Lyon, Extension Dryland Cropping Systems Specialist; Gary L. Hein, Extension Entomologist; Robert M. Harveson, Extension Plant Pathologist; Paul Burgener, Research Analyst, Agricultural Economics; University of Nebraska Panhandle Research and Extension Center; James M. Krall, Crops Specialist; Jack T. Cecil, Research Scientist, University of Wyoming Torrington Research and Extension Center; John R. Rickertsen, Research Associate, West River Ag Center, South Dakota State University; Anthony P. Merrigan, Extension Educator, Retired, Box Butte County; Mark H. Watson, Brad J. Hansen, Growers, Box Butte County

Chickpea (*Cicer arietinum* L.) is an annual grain legume or “pulse crop” that is used extensively for human consumption. The seed of this plant, when dried, is commonly used in soup. Its primary use in the United States is for salad bars, while in the Middle East and India it is more frequently cooked and blended with rice dishes. Major chickpea producers include India, Pakistan, Mexico, Turkey, Canada, and Australia. Chickpea makes up more than 20 percent of world pulse production, behind dry bean and pea. Currently, the United States imports more than 80 percent of its domestic chickpea needs.

Since the 1980s, chickpea production has increased rapidly in the northwestern United States. Meanwhile, due to agronomic, processing, and marketing constraints, production in the High Plains has been sporadic and often short-lived. During the past few years, the development of new varieties and the potential for chickpea production under dryland and limited irrigation conditions has generated renewed interest among High Plains producers. With this in mind, the purpose of this publication is to provide information to enhance the potential for successful chickpea production.

Plant Description and Adaptation

Chickpea is an annual cool-season plant that ranges in height from one to three feet. It has an indeterminate and branched growth habit, erect or spreading, with hairy leaves, stems, and seed pods that secrete highly acidic exudates. It typically has a bluish green or dark green color, but some types are olive in appearance. Most chickpea have a fern leaf structure comprised of several pairs of small rounded or oblong leaflets (Figure 1). Some kabuli University of Nebraska Cooperative Extension EC04-183

Figure 2. Unifoliate leaf structure of chickpea.

Figure 1. Fern leaf structure of chickpea.

type varieties such as Dwelley have a unifoliate leaf structure consisting of a single larger leaf instead of leaflets (Figure 2). Chickpea is a self-pollinated crop with flowers that are borne singly at the tip of axillary branches and that vary in color from white to purple to faded blue. Most of the seed pods develop on the top portion of the plant, usually a minimum of six to eight inches above the soil surface, and are relatively shatter resistant. Seed pods are short and inflated, with commercial types typically having one seed per pod. Each seed is characterized by a median groove around two-thirds of the seed and a “beak” that is formed by the protruding root tip of the exposed embryo.

Chickpea water use will vary, depending on factors such as climatic conditions, soil type, and length of the growing season. As a guideline, chickpea production in the High Plains will require 12-18 inches of water. Chickpea is relatively drought tolerant because it has a long taproot that can extract water from lower depths of the soil profile.

Therefore, with the application of 6-10 inches of rainfall and/or irrigation water during the growing season, it is well suited to dryland or limited-irrigation production. Chickpea performs well when planted on well-drained soils of near neutral pH. It does not tolerate wet, poorly drained, or saline soils. If grown under irrigation, excessive irrigation may promote disease development, leading to crop injury.

Chickpea grows best when daytime temperatures are 70-85°F and nighttime temperatures are near 65°F. Since cotyledons remain below ground, plants can tolerate some late spring frost and will regrow if the top growth is damaged. The time of maturity depends on type and variety and ranges from 95 to 110 days.

Seed Types and Varieties

Chickpea is classified as “kabuli-type” or “desi-type,” based primarily on seed size, shape, and color (Figure 3). Collectively, both types of chickpea have been referred to as “garbanzo bean.” However, as used in various publications and this production guide, “garbanzo bean” will refer specifically to kabuli-type chickpea. Kabuli-type chickpea seed is about twice the size of field pea seed and averages about 1000 seeds per pound, with large variation between varieties and environments. The kabuli-type seed has a thin seed coat ranging in color from white (low tannin) to pale cream. Approximately 10 percent of world production is of the large kabuli-type; however, nearly 100 percent of High Plains production is of this type because it has a price premium for the salad bar market.

Desi-type chickpea seed is typically less than one-half the size (2,300 seeds per pound) of the kabuli-type chickpea and has a thicker, irregularly shaped seed coat

ranging in color from light tan to black. Natural mutation and selections from desi-type chickpea have resulted in the development of kabuli-type varieties.

Chickpea varieties and experimental lines are being evaluated by the USDA Agricultural Research Service, the New South Wales Department of Agriculture in Australia, and the Crop Development Center in Canada. Commonly planted chickpea varieties in the High Plains include Dwelley, Sanford, and Sierra, all of which are kabuli-type.

Variety results are published annually in the Nebraska Extension Circular Nebraska Seed Guide (EC-101),

University of Wyoming Research and Extension Center Progress Reports, South Dakota State University West River Ag Center Progress Reports, and on the University of Nebraska and University of Wyoming variety evaluation

Web sites.

Figure 3. Kabuli-type (left) and desi-type (right) chickpea seed.

Rotational and Cropping System Considerations

Since chickpea is an early season broadleaf, it can be used to add diversity to many cropping systems. Most regional dryland acres are seeded to grass crops; therefore, adding a rotational, broadleaf crop provides an opportunity to break a number of pest life cycles associated with grass crops, including grassy weeds, diseases, and insect pests.

In dryland rotations, chickpea may have a role as a replacement for summer fallow in continuous cropping systems. In this role, chickpea is planted the year following a full-season summer crop, such as corn, and just prior to seeding winter wheat. If there is less than three feet of moist soil at planting, consider summer fallow prior to winter wheat seeding instead. Chickpea is typically harvested in mid-August, allowing two to six weeks for replenishment of surface soil moisture prior to winter wheat seeding. If soil conditions after a chickpea crop remain too dry for winter wheat seeding, growers may consider a dormant winter wheat seeding or planting proso millet the following spring prior to returning to winter wheat. Chickpea is probably not the crop to be grown just prior to an extended fallow season since it does not leave much surface residue to help protect the ground from wind and water erosion.

Although chickpea works well in a rotation with winter wheat and warm-season grasses, such as proso millet and corn, other broadleaf crops in the rotation may be a problem. In order to reduce the risk of sclerotinia (white mold) infection, chickpea should not be rotated in a short cycle with sunflower, dry bean, lentil, pea, or canola, especially under irrigation. In order to help prevent Ascochyta blight, chickpea should not follow any other pulse crop, and shouldn't be planted on the

same field more than once in four years.

Water usage by chickpea is greatest from late June through July. It is responsive to limited irrigation but requires much less irrigation than corn or bean to achieve optimum yields. Therefore, it fits limited irrigation cropping systems very well, especially those that are most limited during August when chickpea has low water requirements.

Seedbed Preparation and Planting

Chickpea seed must be placed into a firm moist seedbed. If spring tillage practices are required for seedbed preparation, they should be kept to a minimum and completed as early as possible to conserve soil moisture. Under no-till conditions, avoid excessive amounts of surface residue in order to promote proper seed placement and early warm-up of the soil. Potential production fields must have a history of limited weed pressure since weeds can negatively impact seed yield and are strong competitors with chickpea plants.

Ascochyta blight, the most serious disease threat to chickpea, survives in infected seed and residue. To limit potential disease development, plant only resistant, certified seed purchased from a reputable supplier since it is nearly impossible to certify that chickpea seed is pathogen free.

Although both chickpea types are at increased risk to infection from soil-borne diseases when soils are moist and cold after planting, kabuli-type chickpea is especially prone to seedling infections due to its large seed size and thin seed coat. Poor emergence or none at all is very common if the seed is not treated for these diseases. Maxim 4FS, LSP, Apron XL-XS, and Allegiance are fungicides currently labeled as seed treatments. Before using any seed treatment, always read and follow label directions.

As a legume, chickpea is capable of fixing atmospheric nitrogen for its own use; however, for this to occur, a high quality, specific inoculant (Type GC) must be used. This will ensure that the correct strain of effective rhizobia is available when the seed germinates. Inoculants usually can be purchased in peat (powder) or granular form. Refer to product instructions and consult with a supplier as to application requirements and the form of inoculant that best suits planting practices.

Plant chickpea in April to early May when soil temperature at a depth of 2-3 inches is 45oF and rising.

Warm soils are required to promote the rapid germination and emergence of seedlings, thereby reducing the exposure of seedlings to soilborne pathogens. If planted later than mid-May, seed yield and quality can be reduced by frost prior to maturity and by high temperatures during flowering and the early stages of pod fill.

Although chickpea is commonly drilled in row spacings of 7.5-12.0 inches, wider row spacings (22-30

inches) also can be used. Seeding can be accomplished with either conventional planters/drills or air seeders. A planter/drill must be capable of accommodating and uniformly distributing chickpea seed without plugging or causing damage to the seed. Wider row spacings allow for early weed control by cultivation and, as a result of increased air flow between rows, may reduce the incidence of foliar diseases. Even though wider row spacings enhance the loss of soil moisture through surface evaporation, they may be an advantage in drier years by delaying root access to soil moisture stored in the interrow area, conserving it for later use during flowering and pod fill. However, if precipitation and/or irrigation water is plentiful, narrower row spacings may enhance the use of interrow nutrients and water. In general, wider row spacings will increase the likelihood of late-season weed problems and delay maturity while narrower row spacings will enhance crop uniformity and crop-suppression weed control.

Chickpea seeds require a large amount of water to germinate. This necessitates good seed-to-soil contact and a seeding depth of 1 inch below soil moisture for desi-type and up to 2 inches below soil moisture for kabuli-type chickpea. Seedling emergence can be significantly reduced at seeding depths greater than 3 inches. Seedlings will not survive if the soil is allowed to dry out below the germinating seed.

Seeding rates for chickpea will vary with germination percentage, seed size, and the availability of soil moisture.

Ultimately, a seeding rate should target a plant density of about 3-4 plants per square foot. This seeding rate equates to approximately 100-140 and 80-95 pounds of seed per acre for kabuli-type and desi-type chickpea, respectively.

Fertility

Fertility requirements for chickpea production in the High Plains are based on limited research data and are not well defined. Based on available information, guidelines have been established for nitrogen, phosphorus, and sulfur fertilization.

If properly inoculated, chickpea will fix its own nitrogen. Additional nitrogen fertilizer (20-30 pounds nitrogen per acre) is recommended if soil residual NO₃-N is less than 20 pounds per acre in the top foot of soil.

Research indicates that small amounts of nitrogen (i.e., 20 pounds per acre of 10-50-0 or 11-52-0) can be safely placed with the seed. However, it is recommended that nitrogen be band applied (2 inches below or to the side of seed placement) or broadcast applied. Excessive amounts of nitrogen can reduce nitrogen fixation and delay maturity.

Phosphorus is required for chickpea development and nitrogen fixation. Since it is often a limiting nutrient in the High Plains, especially on calcareous soils, soil testing is essential for determining residual levels of soil

phosphorus.

If residual levels of soil phosphorus are below 5-10 parts per million (sodium bicarbonate test), P₂O₅ should be broadcast or band applied at the rate of 40 and 20 pounds per acre, respectively.

Chickpea is also thought to respond to sulfur applications on sandy soils low in organic matter; however, if sulfur has been applied to other crops (10-15 pounds sulfur per acre) in rotation with chickpeas, it is likely that crop response, if any, will be minimal.

Weed Control

Weeds can have a major impact on chickpea seed yield and quality. Weeds that grow above the crop canopy will cause greater seed yield loss than weeds that remain below the canopy. For example, common sunflower will cause more crop competition than green foxtail. Time of weed emergence has a significant impact on weed competitiveness; weeds emerging with the crop cause greater yield losses than weeds emerging later in the growing season.

To prevent crop losses, chickpea needs to be kept free of weeds until the canopy begins to cover the soil surface. Several factors should be considered when planning a weed management program for chickpea. Factors such as expected weed species, cover crop, preplant tillage, herbicide incorporation, crop rotation, crop cultivar, row spacing, cultivation, and herbicides all need to be integrated to develop an effective weed control strategy. Accurate weed identification should be the first step in any weed management program and is important in the selection of a herbicide. The use of a fall-planted cover crop can reduce weed emergence the following spring. The cover crop can be killed with glyphosate and then chickpea planted directly into it. Because spring tillage is reduced, summer annual weed populations will be lower. Late-season weed density increases as row spacing increases.

Chickpea planted in 30-inch rows will have more late-season weed problems than crops drilled in narrow rows. Herbicide performance has generally been best when herbicides are applied before or after planting but before weed emergence. Herbicide selection will depend on expected weed species, chemical expense, and whether the herbicide is incorporated before planting.

Chickpea is susceptible to several persistent herbicides used in corn and wheat production, including Ally, Amber, atrazine, Curtail, and Stinger. Care should be taken with herbicide selection and use in crops preceding chickpea in cropping rotations. Consult the University of Nebraska Guide for Weed Management (EC-130) or South Dakota State University Weed Control in Pulse Crops (FS 525-PC) for a complete list of herbicides labeled for use on chickpea.

Diseases

Although chickpea is susceptible to a large number of

diseases (more than 50 have been reported worldwide), few have a significant impact on production. The two most important diseases include *Ascochyta* blight, caused by *Ascochyta rabiei*, and *Fusarium* wilt, caused by *F. oxysporum* f. sp. *ciceris*.

Both of these diseases have recently been identified in Nebraska, but *Ascochyta* blight is the disease of major concern (Figure 4). Regional climatic conditions generally do not favor the development of either disease, but under the right conditions of high humidity, plentiful soil moisture, and moderate temperatures (75-80oF), either could become a problem. These diseases are limited to chickpea and do not infect other legume crops such as dry bean.

Tolerant cultivars are available for both diseases, but generally these will not be sufficient if an epidemic of *Ascochyta* blight occurs. Several fungicides are labeled for this disease and should be used in conjunction with genetic resistance, timely scouting, and fungicidal seed treatments.

Several other diseases also have been identified in Nebraska chickpea production in recent years, but they are likely of minor importance. These include a number of root rot and collar rots caused by *Fusarium solani*, *Rhizoctonia*, and *Phytophthora* spp. The *Fusarium solani* and *Rhizoctonia* have been observed more commonly in dryland production. Under sprinkler irrigation, *Fusarium* wilt has been observed as well as a foot rot caused by *Phytophthora*.

Currently, the only concern that these soilborne pathogens represent is their potential for causing disease on other rotational crops in the region such as dry bean (*F. solani* and *Rhizoctonia*) and alfalfa (*Phytophthora*). Control measures at this time do not appear warranted.

Insects

Insect problems have been limited in High Plains chickpea production; however, the potential exists for some insects to cause damage. As a result, continued monitoring of chickpea will be needed to determine the true risk potential associated with regional insects and insect damage. Insects common to the region that are reported to feed on chickpea include leafminers, early-season and late-season cutworms, aphids, grasshoppers, and corn earworm.

The only noticeable insect problem has been extensive infestations of a species of Agromyzid leafminer feeding on dryland chickpea. The adult of this insect is a small fly that, along with its maggot-like larvae, feeds under the leaf surface, creating wandering mines on the leaf. Although numerous mines have been observed on leaves, the impact of this damage is not known. Control options, if even necessary, are not understood and would be difficult to determine.

Early season cutworms (army cutworm, pale western cutworm) could be a problem if chickpea is planted into a winter cereal cover crop or around field margins

because these insects can move out from neighboring grasslands into chickpea fields. The western bean cutworm may be a late-season problem, but the extent to which this insect will feed on chickpea is unknown.

Figure 4. Chickpea pods infected with *Ascochyta* blight. Pea aphid is commonly found on alfalfa in the region and will feed on chickpea. Normally, this insect is not overly damaging; however, if populations build at flowering or shortly thereafter, seed yields can be significantly reduced.

Grasshoppers often seek plants with good nutrition and chickpea, being a legume with a high nitrogen content, would likely be a preferred target. In years when grasshoppers are at high levels, it is important to watch infestations around chickpea fields. Since corn earworms do not overwinter in this region, their potential damage to chickpea is not as serious as has been reported in other areas. However, corn earworms do migrate into the region later in the season and could develop into a problem after mid-season.

Harvesting

The timing of harvest becomes a balance of seed yield and quality. Although seed size is an important factor affecting gross return per acre, seed quality, which is primarily a function of seed color, is the major factor in determining the marketability of a chickpea crop. Large, uniform, undamaged, light-colored seeds are favored by the market. Any dark brown, green, or black seeds will reduce the value of the seed.

Plants are physiologically mature when the leaves have dropped and the pods turn a tan or cream color (Figure 5). Seed color, which is the most important criteria for proper harvest timing and management, should have turned from green to tan. Due to the indeterminate plant growth of chickpea, differences in pod size and maturity will occur at harvest. Although chickpea pods resist shattering, delaying harvest beyond maturity can result in broken pod stems and dropped pods.

Chickpea can be combined directly or swathed prior to combining. Direct combining, which is the most common harvest practice, allows additional time for plant development, resulting in potential increases in seed yield. On the other hand, swathing and combining allows for more uniformity in crop drying, seed color, and size.

Desiccants have been tried to improve crop dry down and uniformity prior to direct combining, but they have the potential to reduce seed size and cause pod drop. Both types of harvest are improved by no-till planting into cereal stubble, a practice that increases the height of the chickpea plant due to reduced light intensity during early seedling development.

It is very important that "green" or unevenly mature areas of a field be avoided and allowed to ripen before combining. Ideally, for standing harvest, seed moisture should range from 15 to 18 percent. Although seeds may

be less uniform within this range, mechanical damage will be lower. At a seed moisture content below approximately 13 percent, pod shattering and seed cracking can seriously affect harvest loss and seed quality. Swathing of the crop is usually initiated at 25 to 30 percent seed moisture.

Continuous monitoring for cracked seed and damaged seed coats is necessary to ensure that the combine is properly adjusted. Depending on the type of chickpea, general guidelines for combine settings include:

- 1) a reel speed equivalent to ground speed (less than 5 miles per hour);
- 2) a cylinder speed of 400-600 revolutions per minute;
- 3) a concave setting of 0.4-1.2 inches;
- 4) high air flow;
- 5) a top sieve setting of 0.8-1.0 inch; and
- 6) a bottom sieve setting of 0.5-0.6 inch.

Cracking is minimized by using conveyor belts or operating at slower speeds and keeping augers as full as possible.

After harvest, careful handling of chickpea seed is also an important consideration. Often quality is lost when removing chickpea from storage. Alternative seed handling equipment, such as brush augers or belt conveyors, should be considered. Seed at 14 percent moisture content should be safe for storage; however, in-bin temperatures need to be monitored, especially as outside temperatures fluctuate.

If necessary, aeration can be used to cool and dry the seed.

Markets and Economics

The domestic consumption of dry pea, lentil, and chickpea has increased from less than 0.5 pound to more than one pound per person since the early 1980s. In addition, the export markets for chickpea have increased in several countries, including India, Canada, and the European Union (most notably Spain).

Virtually all domestic pulse crop production is marketed through processors, with about 20 percent of the production contracted and the majority (80 percent) sold on the spot market. Conditions in major foreign markets, including Canada, Mexico, and Turkey, influence the

Figure 5. Mature chickpea plants.

pricing of chickpea. On a global basis, the relatively low production of chickpea in the United States limits the ability of domestic producers to influence world markets and to consistently produce sufficient quantities to be a reliable supplier for large users.

The 2002 Farm Bill included a marketing loan program that will serve as a price support mechanism for domestic chickpea production. This program should help stabilize producer revenues and develop new uses and markets. However, the program loan rate of \$7.56 per hundredweight is only applicable for desi-type chickpea small enough to fall through a 20/64 (0.31 inch) screen.

A key to developing a viable, regional chickpea industry is finding secondary markets for chickpea that fail to meet human food grades. While much lower priced as livestock feed, chickpea can play a role in livestock rations as a substitute for higher cost protein sources.

Using a full-costing method (including costs for inputs, machinery use, labor, management, and land), it is estimated that the cash input cost for the production of dryland chickpea can exceed \$100 per acre, with a total economic cost of \$185 per acre. For the production of irrigated chickpea, it is estimated that the cash input cost can exceed \$150 per acre, with a total economic cost of \$313 per acre.

In recent years, the pricing of chickpea has been calculated according to a three-tiered pricing schedule based on seed size. The price schedule and expectations are presented in Table I. In reference to Table I, it should be noted that the current marketing loan program would only affect this pricing schedule at the smallest seed size. The U.S. Department of Agriculture grades all chickpeas for splits, color, size, and foreign material. In addition, based on expected end use, the industry may have specific standards by which the crop is sorted.

Table I. Sample price schedule for western Nebraska chickpea growers.

Seed Size	Large	Medium	Small
>0.35 in	0.31-0.35 in	<0.31 in	
Price (\$/cwt)	\$17.00	\$12.00	\$6.00
Expected Percent of Crop			
	60-70%	20-30%	5-15%
(dryland)			
Expected Percent of Crop			
	85-95%	3-10%	2-5%
(irrigated)			

Tables II and III show costs and returns for chickpea produced in irrigated and dryland cropping systems. For different seed yields, revenues presented in these tables are based on a three-tiered pricing schedule (see Table I) and a contract price of \$17.00 per hundredweight for large kabuli-type chickpea. At a given contract price, data in Tables II and III indicate that net returns can be dramatically affected by even small reductions in seed yield.

Therefore, it is important to note that, although large variations in chickpea seed yield can occur from year to year, seed yields would be expected to average 1,300 and 2,200 pounds per acre in dryland and irrigated cropping systems, respectively. In addition to seed yield reductions, there are also potential losses associated with reduced seed size that are not quantified in these tables.

Table II. Cost and return for dryland chickpea at different seed yields.

Dryland Chickpea Seed Yield (lbs/acre)	1800	1500	1200
Seed Price (\$/cwt)			

900	600				216.75	173.40			
(Large 65%)	17.00	198.90	165.75	132.60	(Med. 10%)	12.00	28.80	25.20	21.60
99.45	66.30				18.00	14.40			
(Medium 25%)	12.00	54.00	45.00	36.00	(Small 5%)	6.00	7.20	6.30	5.40
27.00	18.00				4.50	3.60			
(Small 10%)	6.00	10.80	9.00	7.20	Total Revenue		\$382.80	\$334.95	\$287.10
5.40	3.60				\$239.25	\$191.40			
Total Revenue		\$263.70	\$219.75	\$175.80	(-) Total Cost		\$312.93	\$312.93	\$312.93
\$131.85	\$87.90				\$312.93	\$312.93			
(-) Total Cost		\$184.28	\$184.28	\$184.28	(=) Net Return		\$69.87	\$22.02	(\$25.83)
\$184.28	\$184.28				(\$73.68)	\$121.53)			
(=) Net Return		\$79.42	\$35.47	(\$8.48)					
(\$52.43)	(\$96.38)								

Table III. Cost and return for irrigated chickpea at different seed yields.

Irrigated Chickpea Seed Yield (lbs/acre)			
Seed Price (\$/cwt)	2400	2100	1800
1500	1200		
(Large 85%)	17.00	346.80	303.45
			260.10

The economic viability of a specialty crop such as chickpea will ultimately depend on several factors, including market development, contract and seed pricing, pesticide availability, and production capability. Producers are cautioned to be aware of the potential impact of all such factors before attempting large-scale production.

S'appuyer sur les multiples bénéfices des légumineuses à graines pour une agriculture plus productive et nutritive dans les tropiques semi-arides

Volume 24, numéro 4, Octobre-Novembre-Décembre 2013

Jérôme Bossuet J.Bossuet@cgiar.org, Vincent Vadez v.vadez@cgiar.org

ICRISAT Patancheru 502324 Andhra Pradesh India

Tirés à part : J. Bossuet

Développement limité des légumineuses malgré de multiples bénéfices

Les légumineuses à graines ont été cultivées depuis le début de l'agriculture il y a plusieurs millénaires en combinaison avec les céréales. Des évidences archéologiques ont montré que l'agriculture du Néolithique dans le berceau de l'agriculture qu'est le croissant fertile au Proche-Orient était basée sur trois céréales (le petit épeautre *Triticum monococcum*, le blé amidonnier *T. dicoccum* et le seigle) et quatre légumineuses (lentilles, pois, pois chiche et vesce amère) (Lev-Yadun *et al.*, 2000).

Les légumineuses ont surtout été utilisées pour leur action fertilisante du sol, augmentant les rendements de céréales par la rotation et l'interculture, mais également comme source de fourrage pour le bétail. Initialement, la récolte de grains pour l'alimentation humaine et animale n'était pas l'objectif principal (Sinclair et Vadez, 2012).

Depuis les années 1950, le marché mondial de certaines légumineuses à graines, en particulier le soja, est en forte croissance afin de répondre à une intensification de l'élevage destinée à satisfaire une croissance soutenue de la consommation en viande. Le soja est en effet incorporé comme source de protéines pour l'alimentation du bétail. Le secteur agroalimentaire utilise aussi les lipides des graines de légumineuses comme le soja et l'arachide afin de produire de l'huile alimentaire ou industrielle. Plus récemment, est apparue une demande croissante pour l'alimentation humaine de légumineuses à graines comme le niébé, l'arachide, le pois chiche, le pois cajan (pois d'angole), en plus du soja qui tenait déjà une place prépondérante en agroalimentaire.

Les légumineuses jouent donc un rôle central dans les systèmes agraires, notamment dans les pays du Sud. Malgré des atouts agronomiques et nutritionnels, leur production n'a cependant que très peu progressé, voire est en recul ces dernières années dans une région comme l'Afrique de l'Ouest, au contraire de céréales comme le maïs (*figure 1A*). De plus, leur rendement moyen ne s'est quasiment pas amélioré (à l'exception du soja) depuis 1970 alors que celui du maïs a doublé (*figure 1B*), reflet du peu d'investissement de la part des

paysans, de la recherche, des politiques et des marchés agricoles à leur encontre. Cet article plaide pour une place plus importante des légumineuses dans les régions tropicales semi-arides, au service d'une agriculture plus productive, nutritive et résiliente, en s'appuyant sur les bénéfices multiples et souvent indirects qu'apportent ces légumineuses. Il propose quelques pistes pour un développement de leur culture.

Optimiser l'action fertilisante des légumineuses pour une agriculture plus productive

On estime actuellement qu'au niveau de l'agriculture mondiale 46 Mt d'azote proviennent de la fixation symbiotique par les légumineuses, à comparer aux 87 Mt d'engrais azotés utilisés (Duc *et al.*, 2010).

Dans les régions arides des pays en développement, la plupart des paysans n'ont que peu accès aux engrais chimiques. Cette situation risque de ne pas s'améliorer pour les plus démunis avec la flambée des prix des engrais (*figure 2*). En effet, les coûts de fabrication des engrais chimiques, azotés et phosphorés notamment, sont en constante augmentation car ils dépendent essentiellement de l'exploitation de ressources non renouvelables (pétrole et roches phosphatées) en voie de raréfaction. Cette situation a une forte incidence sur les coûts de production agricole et sur la disponibilité de ces engrais dans les futurs systèmes de culture. Dans certaines régions agricoles, l'engrais est devenu la principale variable du coût de production des cultures (Université de Purdue, 2012).

Encourager la culture des légumineuses représente une alternative intéressante qui s'appuie sur la valorisation des ressources locales, afin d'améliorer la fertilité des sols. Le pouvoir fertilisant des légumineuses devrait être mis de plus en plus en valeur dans les années à venir afin d'accroître la productivité agricole des petits paysans du Sud, d'Afrique subsaharienne en particulier.

Car les légumineuses ont cette double capacité fertilisante de :

- fixer l'azote atmosphérique dans le sol ;
- rendre plus disponible à la plante le phosphore présent sous forme insoluble dans le sol.

Savoir optimiser cette fertilisation biologique permettrait d'améliorer la productivité des systèmes de culture et rendrait les paysans moins dépendants d'intrants le plus souvent inaccessibles financièrement (et physiquement pour certains).

Optimiser la fixation symbiotique de l'azote d'une légumineuse

Toute plante a besoin d'azote pour sa croissance puisqu'il constitue un élément constitutif primaire essentiel de toutes les protéines et acides nucléiques requis pour la fabrication de nouvelles cellules fonctionnelles. Les légumineuses ont la capacité, contrairement aux autres plantes comme les céréales, de fixer l'azote de l'air grâce à une symbiose avec les bactéries rhizobia et bradyrhizobia qui produisent une enzyme, la nitrogénase, capable de convertir l'azote atmosphérique en formes azotées utilisables par la plante. La nitrogénase se dégradant très facilement au contact de l'oxygène, même en quantité réduite (Robson et Postgate, 1980), la plante légumineuse hôte développe des nodules – renflements au niveau racinaire – qui abritent les populations bactériennes et assurent un environnement anaérobie propice au bon fonctionnement de l'enzyme nitrogénase. Grâce à cette fixation symbiotique d'azote, la croissance des légumineuses n'est plus dépendante de la disponibilité en azote minéralisé dans le sol, minéral le plus limitant pour la productivité des cultures.

La recherche agronomique, notamment en physiologie des plantes, étudie depuis de nombreuses années la fixation symbiotique d'azote des légumineuses et leur capacité à maintenir ce taux à un niveau élevé avec un impact très sensible sur le rendement des cultures. Cette fixation d'azote des légumineuses dépend de processus biologiques délicats au niveau de la plante hôte et des bactéries. À ce jour, la recherche agronomique s'est essentiellement focalisée sur l'amélioration des bactéries pour optimiser la fixation biologique de l'azote atmosphérique des légumineuses. Cette approche a été bénéfique dans le cas où la bactérie spécifique d'une légumineuse était absente des sols où cette légumineuse était nouvellement cultivée, comme cela a été le cas lors de l'introduction du soja en France dans les années 1970. Cependant, les preuves d'une amélioration de la productivité par des bactéries supposées « plus efficaces » restent à démontrer. La recherche agronomique commence à décrypter des phénomènes de physiologie des plantes qui expliqueraient une variabilité intervariétale de la capacité des plantes légumineuses hôtes à réguler l'activité des nodules. Cette piste de sélection variétale devrait offrir des perspectives plus importantes d'amélioration du taux de fixation symbiotique d'azote, notamment dans les zones tropicales semi-arides qui sont soumises à la sécheresse et à la faible fertilité du sol, et où la plante hôte est

assurément le maillon faible de la symbiose du fait qu'elle est plus directement exposée aux contraintes que la bactérie.

La régulation par la plante hôte du taux d'oxygène au niveau des nodules, modifie l'action de la nitrogénase. De même, les flux d'eau de la plante influent sur l'activité des bactéries. La fixation d'azote semble être un des processus biologiques de la plante les plus sensibles au stress hydrique, avec des taux de fixation qui diminuent avant la modification des échanges gazeux des feuilles (Sinclair et Vadez, 2012). La sensibilité de la fixation d'azote à l'assèchement du sol est particulièrement prononcée pour le soja et le niébé, légumineuses au fort taux de fixation d'azote (Sinclair et Serraj, 1995).

Pour les légumineuses, la majeure partie de l'azote est stockée sous forme de protéines dans les feuilles. La variabilité en termes de développement foliaire, mais aussi en termes de forme de stockage d'azote dans les feuilles (tissus cellulaires, forme protéique), entraîne par là même une variabilité dans la capacité de fixation d'azote, car l'azote stocké dans les parties aériennes au moment du début de la reproduction conditionne la quantité de grains qui peut être produite. Des génotypes avec un développement végétatif plus rapide, en particulier celui du système foliaire, sont des candidats sérieux à l'augmentation de la capacité de stockage d'azote par la plante.

En résumé, l'activité des nodules est étroitement régulée par la plante hôte. Ce n'est pas tant le profil bactérien que les mécanismes de contrôle de la plante hôte qui influent sur le taux de fixation symbiotique d'azote. La sélection de variétés de légumineuses performantes dans la fixation azotée serait donc plus bénéfique que l'investissement dans la recherche sur les inoculats de rhizobia. Cela est particulièrement vrai dans les systèmes de cultures des pays en développement en milieu aride et semi-aride, où les contraintes abiotiques extrêmes comme le stress hydrique et les carences en nutriments du sol, affectent de manière plus prononcée la plante entière d'une légumineuse à grain, en comparaison avec le microsymbionte dans le nodule ou dans le sol. De plus, quand une nouvelle légumineuse est introduite dans une région, il apparaît qu'une simple inoculation la première année est suffisante pour établir la bactérie dans le sol, puisque les souches inoculées peuvent y survivre même après une longue période sans culture de la plante hôte (Obaton *et al.*, 2002).

Il serait donc pertinent d'orienter maintenant une bonne partie des efforts de recherche vers la compréhension et l'identification des plantes hôtes ayant des capacités plus affirmées à réguler la fixation d'azote. D'autant qu'il existe de larges collections de légumineuses qui n'ont pas ou peu été étudiées sous cet angle, à l'exception peut-être du soja (Sinclair *et al.*, 2010). Ainsi, dans les

banques de semences conservées à l'Institut international de recherche sur les cultures des tropiques semi-arides (ICRISAT), 20 268 accessions de pois chiche, 13 632 accessions de pois d'Angole et 15 418 accessions d'arachide sont stockées pour le maintien de la biodiversité, collection qui constitue une vaste ressource génétique pour les programmes d'amélioration des plantes. Il existe actuellement des mini-collections représentatives de ces légumineuses qui sont des outils mis à la disposition des chercheurs pour explorer par exemple la variabilité du potentiel de fixation d'azote dans ces collections de germoplasmes de légumineuses (Upadhyaya *et al.*, 2008).

Extraction du phosphore du sol

Après l'azote, le phosphore est le macronutriment le plus important pour la croissance des plantes, servant notamment de « monnaie d'échange » pour le transfert de l'énergie entre les cellules. L'absorption du phosphore du sol par la plante est souvent rendue difficile, car le phosphore naturel se trouve sous forme complexe combinée à l'aluminium, au fer et au calcium, forme chimique peu soluble et donc non absorbable par les plantes (Sinclair et Vadez, 2002). Les légumineuses à grain auraient la capacité de transformer ces complexes chimiques en forme phosphorée soluble. Par exemple, Ae *et al.* (1990) ont trouvé que le pois cajan cultivé sur des sols sans phosphore assimilable, croît sans encombre un mois après semis alors que quatre autres types de plantes meurent de carence en phosphore. Une expérience similaire avec l'arachide montre qu'elle survit deux mois après semis tandis que trois autres espèces meurent (Ae et Shen, 2002).

Trois mécanismes seraient en jeu pour expliquer cette capacité à absorber le phosphore non soluble du sol, à savoir la production au niveau racinaire d'acides organiques comme l'acide pissidique pour le pois d'Angole, ou d'enzymes phosphatase, ou une absorption par contact à la surface des racines (Ae et Shen, 2002). Ces mécanismes d'absorption du phosphore du sol dépendent de l'environnement du sol. Ainsi, du fait de l'acidité des sols sahéliens, la solubilisation du phosphore par ces acides organiques ne serait pas forcément efficace. Une caractérisation précise des sols permettrait de sélectionner le bon type de légumineuse pour une absorption optimale de phosphore sur un sol déterminé. Il y aurait aussi une variabilité génétique de cette capacité d'absorption du phosphore comme l'activité d'émission de phosphatase par les racines chez le haricot commun (Helal, 1990).

Connaissant la pauvreté en phosphore des sols sahéliens, du point de vue d'un système de culture, la capacité des légumineuses à absorber du phosphore à partir de formes non solubles est très bénéfique en rotation de cultures avec, par exemple, le blé ou le colza (Hens et

Hocking, 2004 ; Nuruzzaman *et al.*, 2005).

On pourrait accroître l'accès au phosphore pour les systèmes de culture tropicaux semi-arides par une meilleure connaissance des causes de variabilité d'absorption du phosphore par les légumineuses (selon la variété, la nature du sol, ou d'autres facteurs).

Avec la fixation biologique azotée et la mobilisation du phosphore du sol, les légumineuses ont donc un rôle important à jouer dans la fertilisation des sols des régions semi-arides tropicales (SAT). Encourager la culture de légumineuses par le biais de rotation ou d'interculture avec les céréales permet aussi de casser le cycle de nombreux ravageurs et réduit donc les problèmes phytosanitaires.

Une quantification de l'action fertilisante des légumineuses (quantité d'engrais économisée ou gains de rendement), au niveau du système de culture dans sa globalité, y compris pour les cultures associées aux légumineuses, en rotation ou interculture, permettrait de revaloriser ce rôle auprès des paysans et des organismes de développement.

Il faudrait pouvoir évaluer de manière précise cet impact souvent sous-estimé de fertilisation pour mesurer le réel coût-bénéfice d'une culture de légumineuse. **Il n'en demeure pas moins vrai que tant que l'industrie des engrais azotés continuera de bénéficier des importantes subventions d'engrais chimiques dans de nombreux pays, sous quelque forme qu'elles soient, les légumineuses continueront de livrer une course inégale.** Pour qu'elles soient promues efficacement, les politiques agricoles doivent avoir une position « axiomatique » vis-à-vis des légumineuses en les considérant simplement comme essentielles dans les systèmes agraires. À l'heure des restrictions budgétaires, le rapport intéressant coût-efficacité économique des légumineuses pour les pays importateurs d'engrais peut en effet changer les contours des politiques de soutien agricole, offrant une alternative à la problématique de subventions des engrais. Mais cela demande un investissement en recherche et développement sur ces cultures légumineuses si on veut qu'elles prennent le relais d'une partie de la fertilisation chimique, sans avoir d'impact négatif sur les rendements agricoles.

Réduire les contraintes de culture des légumineuses

Inclure les légumineuses à graines dans les systèmes de culture existants n'est pas sans obstacles. D'abord les rendements de légumineuses à graines sont en général beaucoup plus bas que ceux des céréales, du fait notamment d'une faible qualité des semences, et qu'elles sont considérées comme cultures secondaires. La richesse des grains en protéines et parfois en lipides requiert davantage d'énergie, ce qui limite aussi les rendements. Les légumineuses sont souvent cultivées en

contre-saison avec une durée de croissance plus réduite, et sur des terres marginales. Comme les plantes et les graines sont riches en protéines et phosphore, et, pour certaines espèces très riches en huile, elles attirent aussi maladies et insectes pendant la culture et l'après-récolte (Rachie et Roberts, 1974). Les insectes foreurs de gousses attaquent directement les graines durant la fructification. Les pertes post-récolte sont aussi un problème sérieux durant la phase de stockage des grains, comme par exemple les dommages causés par les insectes comme les bruches du niébé (Fujii *et al.*, 1989), ou la dégradation des lipides des graines de légumineuses oléagineuses, durant le stockage. La production de légumineuses à graines dans les pays en développement est souvent repoussée dans les régions plus marginales. Par exemple en Inde, le pois chiche qui était cultivé traditionnellement dans le Nord a maintenant émigré presque en totalité dans le Sud (Gowda *et al.*, 2009) malgré le potentiel de production inférieur dans ces nouvelles régions, du fait d'un climat plus chaud.

Pour que les légumineuses à graines aient un rôle beaucoup plus important dans les futurs systèmes de culture des régions arides et semi-arides d'Afrique et d'Asie, il faut s'attaquer à ces contraintes pour les rendre plus attractives pour les paysans.

Quelques pistes d'améliorations possibles

Une des priorités est d'améliorer la résistance des légumineuses à graines aux maladies et autres ravageurs. L'arachide par exemple peut être dévastée par des maladies foliaires et virales. L'anthracnose a détruit toute la filière pois chiche en Australie occidentale à la fin des années 1990 (Gan *et al.*, 2006). Le thrips des fleurs ou les maladies de pourrissement racinaire sont les principales contraintes de production du niébé au Sahel (Jackai et Daoust, 1986). Les petits paysans n'ont pas les moyens de se procurer fongicides ou insecticides. Et ils n'utilisent pas ces traitements phytosanitaires pour les cultures légumineuses, considérées comme des cultures vivrières ou risquées.

La recherche agronomique se focalise sur de nouveaux systèmes de lutte intégrée contre *Helicoverpa armigera* pour le pois chiche et le pois cajan, et *Maruca vitrata* pour le pois cajan et le niébé (document CGIAR Research Programme Grain legumes, 2012).

Utiliser les dernières avancées en matière de génétique moléculaire pour exploiter des germoplasmes résistants dans des programmes de sélection constitue une piste prometteuse. Un nombre croissant de gènes de résistance aux maladies ont été identifiés chez les différentes espèces de légumineuses, comme la maladie de tache foliaire chez l'arachide. Augmenter la résistance aux maladies permettra de diminuer le facteur risque de leur culture et donc encouragera les paysans à

cultiver à nouveau les légumineuses.

Les programmes de sélection des plantes s'intéressent aussi à la résistance aux stress abiotiques liés à la variabilité des précipitations et l'exposition à des températures élevées, dans un contexte de changement climatique (Vadez *et al.*, 2012). Ainsi, le programme de recherche Changement climatique, agriculture et sécurité alimentaire (CCAFS) a montré que le stress dû aux hautes températures, au-dessus de 30 °C, interviendra avec une plus grande fréquence dans les régions arides et semi-arides, en particulier en Afrique du Sud et de l'Est, en Inde et Asie du Sud-Est, qui sont des régions importantes de cultures de légumineuses (Thornton et Cramer, 2012). Or, l'exposition à la forte chaleur durant la floraison et le remplissage des gousses réduit drastiquement les rendements des légumineuses.

Développer des variétés performantes résistantes aux stress biotiques et abiotiques peut avoir un large impact sur les rendements des légumineuses. Ainsi, dans certaines régions du Malawi, la production d'arachide locale de type Chilambana ne dépasse guère plus de 800 kg/ha. L'accès à des variétés améliorées et l'application de pratiques agricoles adaptées ont permis d'obtenir des rendements de 1,7 à 2,5 tonnes/ha (données ICRISAT). Cependant, les petits paysans en zones arides et semi-arides ont un accès très limité aux variétés améliorées, de haut rendement et résistantes aux maladies. En effet, dans la plupart des pays en développement, plus de 95 % des semences de légumineuses sont produites par les paysans eux-mêmes. Un axe de développement des légumineuses consiste donc à faciliter l'accès à ces cultivars résistants aux stress biotiques et abiotiques, en s'appuyant en particulier sur les systèmes informels de production semencière. Une stratégie est de créer et promouvoir des unités de production de semences paysannes de qualité contrôlée, en lien étroit avec des instituts de sélection. Cela offrira un revenu additionnel aux producteurs *via* une valorisation du prix de la récolte semencière et permettra d'assurer la production et l'accès des paysans à des semences de bonne qualité (Shiferaw *et al.*, 2008). Ce modèle est mis en œuvre sur le programme « Légumineuses Tropicales II » qui, par exemple, a popularisé des variétés de pois chiche résistantes aux fortes températures en Éthiopie ([figure 3](#)).

La recherche agricole a pu hybrider avec succès certaines espèces de légumineuses. En 2008 en Inde, grâce à un partenariat public-privé, pour la première fois une variété hybride de légumineuse a été commercialisée. Il s'agissait de la variété hybride de pois d'angle « Pushkal » résistante aux maladies et à haut rendement (Saxena *et al.*, 2013). L'hybridation est un outil intéressant de production de cultivars à haut rendement et de qualité génétique homogène qui pourrait inciter le secteur semencier privé à investir plus dans la recherche et développement des légumineuses.

La question de la dynamique d'émergence de ce secteur semencier en tant que levier de développement inclusif agricole, et du retour sur investissement financier et social de cette « incubation » doit être formalisée et suivie pour s'assurer que l'impact auprès des paysans est optimal et durable.

La sélection et la production de cultivars plus productifs et résistants n'auront cependant qu'un impact limité si ces efforts ne sont pas conjugués à d'autres initiatives sur le terrain pour encourager l'adoption des légumineuses par les paysans. Il faut pour cela comprendre les différents déterminants socio-économiques et culturels de la production, consommation et commercialisation de légumineuses au niveau des communautés paysannes. Les légumineuses à graines peuvent nécessiter une plus grande charge de travail (désherbage, récolte) par rapport aux céréales (Snapp *et al.*, 2002 ; Snapp et Silim, 2002). Les légumineuses sont en majorité cultivées par les femmes. Ainsi l'arachide est dite « culture de femme » dans certains pays d'Afrique de l'Ouest comme au Mali où 85 % de la surface en arachide sont cultivés par des femmes, qui sont aussi largement impliquées dans les activités de préparation culinaire de ces cultures. Étant donné l'accès plus limité aux intrants agricoles qui touche les femmes, une intensification des cultures légumineuses est moins aisée que pour les céréales. Les légumineuses à graines sont souvent présentées comme une source protéique bon marché, il peut y avoir des préjugés négatifs liés à leur consommation. Réduire les pertes de stockage en mettant à disposition des paysans des innovations à des prix abordables et faciles à mettre en œuvre, comme la méthode de triple ensachage hermétique pour le stockage du niébé, qui est promue par le projet *Purdue Improved Cowpea Storage* (PICS) de l'université de Purdue en Afrique de l'Ouest, peut améliorer de façon significative la rentabilité globale de la culture. Plus de deux millions de sacs PICS ont été en effet vendus depuis 2007, permettant aux paysans de stocker pendant plusieurs mois le niébé sans attaque de bruches et autres insectes, sans produits chimiques, et avec des matériels locaux, et donc de ne pas se retrouver contraints de vendre le niébé juste après la récolte, au prix le plus bas.

La taille du marché est aussi importante. Il faut rentrer dans un cercle vertueux. Dès que les volumes et la technicité d'une production augmentent, le marché des semences devient un élément moteur de la filière et marqueur de son développement. Les filières pois chiche en Éthiopie, ou pois cajan en Tanzanie, par exemple, sont stimulées par le marché croissant de ces légumineuses à l'export vers le Moyen-Orient et l'Inde, ce qui facilite l'adoption de variétés améliorées plus productives et plus résistantes aux stress biotiques et abiotiques comme les variétés de pois chiche tolérantes aux fortes températures (Abate, 2012). Tout ce qui

facilite la mise sur le marché, comme des technologies de transformation et de meilleure valeur ajoutée, un accès facilité aux informations sur les prix, une connexion plus étroite avec les marchés nationaux et internationaux, facilitera l'adoption de ces cultures (CCGIAR *Research Programme Grain Legumes*, 2012).

La sélection variétale doit aussi prendre en compte les préférences des paysans et des familles. Cela peut être la couleur ou la forme de la graine, le goût, la durée de stockage possible, le temps de cuisson, etc.

Il est donc essentiel de renforcer les méthodes participatives avec les paysans pour améliorer la pertinence et l'adoption de la recherche pour le développement sur les légumineuses (International Institute for Environment and Development, 2012).

Valoriser les qualités nutritionnelles des légumineuses

Les légumineuses ont des qualités nutritionnelles indéniables qui peuvent assurer une meilleure sécurité nutritionnelle et une meilleure santé notamment des populations pauvres des régions semi-arides. Du fait de sa richesse en fibres alimentaires, vitamines et oligo-éléments ainsi que d'un profil favorable en lipides insaturés et en stérols, le pois chiche pourrait avoir des effets bénéfiques contre certaines maladies comme les troubles cardio-vasculaires, les diabètes de type 2 et certains cancers (Jukanti *et al.*, 2012). Sachant que l'accès aux produits carnés est très limité, voire inexistant, la concentration élevée en protéines des légumineuses à graines est très intéressante sur le plan nutritionnel. Le taux en protéines des légumineuses est en général au moins égal à 25 %, mais peut aller jusqu'à 50 % pour certaines variétés de soja.

La consommation humaine des légumineuses à graines devrait sûrement augmenter pour répondre à la croissance démographique et améliorer les besoins nutritionnels de la population. Le niébé est largement consommé en Afrique de l'Ouest, et en Afrique de l'Est, comme en Tanzanie ou au Kenya. Les habitants, ruraux et citadins découvrent d'autres légumineuses comme le pois cajan ou le pois chiche. En Inde, où la majeure partie de la population est végétarienne, plusieurs légumes secs comme le pois cajan, le pois chiche, les lentilles sont cultivées sur des millions d'hectares. Premier producteur et consommateur de la plupart de ces légumineuses à graines, l'Inde est pourtant déficitaire du fait de la croissance démographique et d'un recul de la culture de ces légumineuses sur les bonnes terres agricoles. Il y aurait maintenant une importation de légumes secs de 2,5 à 3,5 millions de tonnes par an (Ali et Gupta, 2012) et certains pays africains comme le Kenya, l'Éthiopie, la Tanzanie répondent maintenant à cette demande.

Les légumineuses peuvent aussi améliorer significativement l'alimentation animale et donc jouer un rôle important pour développer l'élevage. Dans les systèmes agraires mixtes culture-élevage des pays en développement, où le bétail est en majorité nourri avec les résidus des cultures céréalières, la concentration azotée de ces résidus de récolte (les fanes) est souvent beaucoup plus basse que les besoins requis. Des concentrations d'azote d'au moins 1 à 1,2 % sont en effet nécessaires à la population microbienne du rumen de l'animal pour permettre une digestion optimale du fourrage, (Van Soest, 1994). Ce niveau n'est jamais atteint avec les résidus de céréales, alors que les résidus de légumineuses sont à ce niveau ou au-dessus (Sundstøl et Owen, 1984). Il est donc très probable que les résidus des cultures de légumineuses joueront un rôle croissant dans l'alimentation du bétail, comme source peu chère de fourrage de qualité, ou même comme l'équivalent d'un additif enrichi en azote pour compléter les résidus de récolte des céréales.

Une évaluation récente de la qualité de fourrage comparant plusieurs variétés d'arachide a démontré une forte variabilité de concentration en azote, facteur qui pourrait être intégré dans les programmes de sélection variétale (Blummel *et al.*, 2012). En effet, il n'y a pas de corrélation négative entre la qualité nutritionnelle du fourrage et la productivité en grain, ce qui veut dire qu'il y a possibilité de sélectionner des variétés à forte productivité et qualité de fourrage supérieure comme c'est le cas avec la variété d'arachide ICGV91114 développée par ICRISAT (ICRISAT, 2009). Dans les systèmes agraires culture-élevage où les ressources fourragères manquent, obtenir une plus forte qualité fourragère des résidus de culture de légumineuses devient très intéressant dans l'économie de la chaîne de valeur des légumineuses.

Assurer, à faible coût, une meilleure sécurité nutritionnelle pour l'alimentation humaine et animale reste une des priorités des politiques agricoles des pays en développement comme en Afrique subsaharienne. Les légumineuses doivent jouer un rôle plus important dans ces politiques.

Il faudra continuer à améliorer la composition des graines et des résidus de culture pour une plus forte valeur ajoutée nutritionnelle par hectare.

Le choix des espèces et des variétés de légumineuses, ainsi que les programmes d'amélioration devront répondre à plusieurs exigences, notamment : assurer un taux de protéines élevé et stable pour les grains et les résidus de culture ; réduire les teneurs en facteurs antinutritionnels tels que les tannins et antitrypsiques pour les pois, les tannins et la vicine-convicine pour la féverole, les alcaloïdes qui sont prohibés dans le cas du lupin ; le tout en garantissant des rendements élevés avec des coûts de production compétitifs vis-à-vis des

céréales et autres cultures.

Conclusion

Nous avons vu que dans beaucoup de systèmes de culture, les légumineuses à graines peuvent améliorer la productivité globale du système de trois façons : augmenter les rendements, améliorer la fertilité du sol, et fournir du fourrage de qualité. La problématique sera de mettre en balance la production de grains qui offre un retour sur investissement immédiat, avec des bénéfices à plus long terme d'accumulation d'azote et phosphore au profit de la culture suivante ou associée de céréales. Le choix entre ces différents rôles sera fait par le paysan selon sa perception du risque et les conditions locales économiques, notamment le prix des engrais et les prix du marché pour les récoltes de légumineuses et céréales.

Dans un contexte de forte variabilité climatique, d'accès limité aux intrants et au capital, la diversification de l'agriculture où l'aspect multi-usages des légumineuses jouera un rôle central qui permettrait d'améliorer la résilience et la sécurité nutritionnelle des paysans dans les tropiques semi-arides. Mais cela passera par une revalorisation des légumineuses en investissant dans la recherche et le développement pour augmenter l'attractivité de ces cultures, tout en reconnaissant par une évaluation au plus juste les différents bénéfices attachés à cette culture.

Abate T, ed., 2012. Four seasons of learning and engaging smallholder farmers: Progress of Phase 1, Tropical Legumes 2 project. Patancheru (India); Cali (Colombia); Ibadan (Nigeria): ICRISAT; CIAT; IITA.

Ae N, Arihara J, Okada K, Yoshihara T, Johansen C. Phosphorus uptake by pigeon pea and its role in cropping systems of the Indian subcontinent. *Science* 1990 ; 248 : 477-480.

Ae N, Shen R.F. Root cell-wall properties are proposed to contribute to phosphorus (P) mobilization by groundnut and pigeonpea. *Plant and Soil* 2002 ; 245 : 95-103.

Ali M, Gupta S. Carrying capacity of Indian agriculture: Pulse crops. *Current Science* 2012 ; 102 : 874-881.

Blummel M, Ratnakumar P, Vadez V. Opportunities for exploiting variations in haulm fodder traits of intermittent drought tolerant lines in a reference collection of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Field Crops Research* 2012 ; 126 : 200-206.

CGIAR Research Programme on Grain Legumes, 2012. Leveraging legumes to combat poverty, hunger, malnutrition and environmental degradation. Proposal submitted by ICRISAT, ICARDA, CIAT, IITA to CGIAR Fund Council, 15 August 2012.

Duc G, Mignolet C, Carrouée B, Huyghe C, 2010. Importance économique passée et présente des légumineuses: Rôle historique dans les assolements et facteurs d'évolution. *Innovations Agronomiques* 11 : 1-24.

Fujii K, Gatehouse AMR, Johnson CD, Mitchel R, Yoshida T, 1989. Bruchids and legumes: economics, ecology and coevolution. *Proceedings of the Second International Symposium on Bruchids and Legumes (ISBL-2) held at Okayama (Japan), September 6-9, 1989.*

Gan YT, Siddique KHM, MacLeod WJ, Jayakumar P. Management options for minimizing the damage by ascochyta blight (*Ascochyta*

- rabiei) in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Field Crops Research* 2006 ; 97 : 121-134.
- Gowda C, Parthasarathy Rao P, Tripathi S, Gaur P, Deshmukh R. Ali M, Kumar S Regional shift in chickpea production in India. IIPR, Milestones in food legumes research. Kanpur : 2009.
- Helal H.M. Varietal differences in root phosphatase activity as related to the utilization of organic phosphates. *Plant and Soil* 1990 ; 123 : 161-163.
- Hens M, Hocking P, 2004. An evaluation of the phosphorus benefits from grain legumes in rotational cropping using ³³P isotopic dilution. In: Fischer T, et al. *New directions for a diverse planet. Proceedings for the 4th International Crop Science Congress, Brisbane, Australia, 26 September – 1 October 2004.*
- ICRISAT, 2009. Multi-purpose groundnut: Replaces a 60-year old variety; brings hope to poor Indian farmers. Documentation. Patancheru (India) : ICRISAT.
- International Institute for Environment and Development, 2012. Briefing: Putting farmers first: reshaping agricultural research in West Africa. London : IIED.
- Jackai LEN, Daoust R.A. Insect pests of cowpeas. *Annual Review of Entomology* 1986 ; 31 : 95-119.
- Jukanti AK, Gaur PM, Gowda CLL, Chibbar R.N. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. *British Journal of Nutrition* 2012 ; 108 : S11-S26.
- Lev-Yadun S, Gopher A, Shahal Abbo S. The cradle of agriculture. *Science's Compass* 2000 ; 288 : 1602-1603.
- Nuruzzaman M, Lambers H, Bolland MDA, Veneklaas E.J. Phosphorus benefits of different legume crops to subsequent wheat grown in different soils of Western Australia. *Plant and Soil* 2005 ; 271 : 175-187.
- Obaton M, Bouniols A, Piva G, Vadez V. Are *Bradyrhizobium japonicum* stable during a long stay in soil. *Plant and Soil* 2002 ; 245 : 315-326.
- Purdue University, 2012. *Purdue crop cost & return guide.* Purdue Extension ID-166-W. West Lafayette (Indiana, USA): Purdue University.
- Rachie KO, Roberts L.M. Grain legumes of the lowlands tropics. *Advance in Agronomy* 1974 ; 26 : 2-118.
- Robson RL, Postgate J.R. Oxygen and hydrogen in biological nitrogen fixation. *Annual Review of Microbiology* 1980 ; 34 : 183-207.
- Saxena KB, Kumar RV, Tikle AN, Saxena MK, Gautam VS, Chauhan YS, et al., 2013. ICPH 2671 - The World's first commercial food legume hybrid. *Plant Breeding* 132: 479-85. doi: 10.1111/pbr.12045.
- Shiferaw BA, Kebede TA, You L. Technology adoption under seed access constraints and the economic impacts of improved pigeon pea varieties in Tanzania. *Agriculture Economics* 2008 ; 39 : 309-323.
- Sinclair TR, Serraj R. Legume nitrogen fixation and drought. *Nature* 1995 ; 378 : 344.
- Sinclair TR, Vadez V. P physiological traits for crop yield improvement in low N and P environments. *Plant and Soil* 2002 ; 245 : 1-15.
- Sinclair TR, Messina CD, Beatty A, Samples M. Assessment across the United States of the benefits of altered soybean drought traits. *Agronomy Journal* 2010 ; 102 : 475-482.
- Sinclair TR, Vadez V. The future of grain legumes in cropping systems. *Crop and Pasture Science* 2012 ; 63 : 501-512.1071/CP12128.
- Snapp SS, Silim S.N. Farmer preferences and legume intensification for low nutrient environments. *Plant and Soil* 2002 ; 245 : 181-192.
- Snapp SS, Rohrback DD, Simtowe F, Freeman H.A. Sustainable soil management options for Malawi: can smallholder farmers grow more legumes?. *Agriculture, Ecosystems and Environments* 2002 ; 91 : 159-174.
- Sundstøl F, Owen E, ed., 1984. *Straw and other fibrous by-products as feed.* Amsterdam: Elsevier.
- Thornton P, Cramer L, 2012. Impacts of climate change on the agricultural and aquatic systems and natural resources within the CGIAR's mandate. CCAFS Working Paper 23.
- Upadhyaya HD, Dwivedi SL, Varshney RK, Hoisington DA, Gowda CLL, 2008. Using genetic and genomic resources to broaden the genetic base of cultivated groundnut. Abstract Book. AAGB 2008. Third International Conference of the Peanut Research Community on Advances in *Arachis* through Genomics and biotechnology, 4-8 November 2008, ICRISAT, Hyderabad Andhra Pradesh, India.
- Vadez V, Berger JD, Warkentin T, Asseng S, Ratnakumar P, Rao KPC, et al. Adaptation of grain legumes to climate change: a review. *Agronomy for Sustainable Development* 2012 ; 32 : 31-44.
- Van Soest PJ, 1994. *Nutritional ecology of the ruminant.* 2nd edition. Ithaca (New York, USA) :Cornell University Press

CHICKPEA FACILITATES PHOSPHORUS UPTAKE BY INTERCROPPED WHEAT FROM AN ORGANIC PHOSPHORUS SOURCE

Long Li, Caixian Tang, Zdenko Rengel, Fusuo Zhang
Plant and Soil January 2003, Volume 248, Issue 1-2, pp 297-303

Abstract : Pot experiments were conducted to investigate interspecific complementation in utilization of phytate and FePO₄ by plants in the wheat (*Triticum aestivum* L.)/chickpea (*Cicer arietinum* L.) intercropping under sterile and non-sterile conditions. The pots were separated into two compartments by either a solid root barrier to eliminate root contact and solute movement, by a nylon mesh (30 μM) to prevent root contact but permit solute exchange, or not separated between the compartments. Wheat plants were grown in one compartment and chickpea in the other. Two P sources were tested at 60 mg P kg⁻¹ soil (sodium phytate or FePO₄). Under non-sterile conditions, the biomass of wheat was significantly greater when the roots were intermingled with chickpea than when the roots were separated from chickpea roots by a solid root barrier or nylon mesh. When phytate-P was applied, P concentrations in wheat (2.9 g kg⁻¹ in shoots and 1.4 g kg⁻¹ in roots) without root barrier between the two species were higher than those in the treatments with nylon mesh or with the solid root barrier separation (1.9 g kg⁻¹ in shoots and 1.0 g kg⁻¹ in roots). In contrast, P concentrations in wheat supplied with FePO₄ were similar between the root separation treatments. There was no significant difference in P uptake by chickpea between the P sources or between the root separation treatments, except that P uptake was greater in the phytate treatment with the root barrier. Total P uptake from phytate was increased by 25% without root separation compared to the root separation treatments. Under sterile conditions and supply of phytate-P, the biomass of wheat was doubled when the roots were intermingled with chickpea and increased by a third with the nylon mesh separation compared to that with the solid root barrier. Biomass production in wheat at various treatments correlated with P concentration in shoot. Biomass production and P concentration in chickpea were unaffected by root separation. Total P uptake by plants was 68% greater with root intermingling and 37% greater with nylon mesh separation than that with the solid root barrier. The results suggest that chickpea roots facilitate P utilization from the organic P by wheat.

TRADUCTION:

Des expériences en pots ont été menées pour étudier interspécifique complémentarité de l'utilisation des phytates et FePO₄ par les plantes dans le blé (*Triticum aestivum* L.) / pois chiche (*Cicer arietinum* L.)

intercalaire dans des conditions stériles et non stériles. Les pots ont été séparés en deux compartiments soit par une barrière anti-racines solides pour éliminer le contact des racines et le mouvement soluté, par un filet en nylon (30 M) pour éviter le contact des racines, mais permettre l'échange de solutés ou pas séparés entre les compartiments. Les plants de blé ont été cultivés dans un compartiment et les pois chiches dans l'autre. Deux sources de phosphore ont été testées à 60 mg P kg⁻¹ de sol (phytate de sodium ou FePO₄). Dans des conditions non stériles, la biomasse du blé était significativement plus élevée lorsque les racines ont été mêlées à pois chiche que lorsque les racines ont été séparées des racines de pois chiches par une barrière de racine solide ou filet de nylon. Quand le phytates-P a été appliqué, les concentrations de phosphore dans le blé (2,9 g kg⁻¹ dans les pousses et 1,4 g kg⁻¹ dans les racines) sans barrière anti-racines entre les deux espèces étaient plus élevés que ceux dans les traitements avec filet de nylon ou avec la racine solide séparation de barrière (1,9 g kg⁻¹ dans les pousses et 1,0 g kg⁻¹ dans les racines). En revanche, les concentrations de phosphore dans le blé fourni avec FePO₄ étaient similaires entre les traitements de séparation des racines. Il n'y avait aucune différence significative dans l'absorption de phosphore par pois chiche entre les P sources ou entre les traitements de séparation de racines, sauf que l'absorption de P était plus importante dans le traitement phytates avec la barrière de la racine. Absorption totale de P à partir de phytate a été augmenté de 25%, sans séparation des racines par rapport aux traitements de séparation des racines. Dans les conditions et la fourniture de phytates-P stériles, la biomasse du blé a doublé lorsque les racines sont entremêlées avec pois chiches et augmenté d'un tiers à la séparation de filet de nylon par rapport à celle de la barrière anti-racines solides. La production de biomasse dans le blé à différents traitements en corrélation avec la concentration P en tournage. La production de biomasse et la concentration de P dans le pois chiche n'étaient pas affectés par la séparation de la racine. L'absorption totale de P par les plantes est de 68% supérieure à brassage de la racine et de 37% supérieure à la séparation à mailles en nylon à celle de la barrière de la racine solide. Les résultats suggèrent que les racines de pois-chiche peuvent faciliter l'utilisation du phosphore à partir du P organique par du blé.