

6

Stratégie d'implantation d'un système d'espèces adaptées aux conditions d'aridité du pourtour méditerranéen

P. DUTUIT, Y. POURRAT, V.L. DODEMAN

Groupe des semences artificielles, université Paris-Sud, faculté de pharmacie, laboratoire de botanique, Tour E1-2nd, 92290 Chatenay-Malabry, France

Résumé

Les ressources alimentaires des zones arides et semi-arides du pourtour méditerranéen diminuent continuellement. Il est urgent de lutter contre cette désertification par la réimplantation d'espèces adaptées à ces régions.

Notre stratégie de repeuplement considère ces zones arides et semi-arides comme un ensemble composé de différentes formes d'agriculture : l'oasis ou le verger (palmier dattier, olivier, amandier, pistachier), l'élevage sur des parcours steppiques à base de végétation naturelle (*Atriplex*) auxquelles nous avons ajouté une culture à haut rendement, résistant à la sécheresse (jojoba).

Notre démarche allie les connaissances écologiques et biotechnologiques. Il nous semble que seul un projet embrassant à la fois plusieurs espèces et plusieurs techniques, fondé sur des objectifs sociaux et commerciaux, sera efficace dans ce domaine du repeuplement des zones arides et semi-arides.

Introduction

Les ressources alimentaires des zones arides, en particulier les surfaces destinées au pâturage, diminuent continuellement. Ce phénomène résulte d'une chaîne de facteurs indissociables : accroissement de la population, augmentation consécutive des besoins alimentaires à court terme, mise en culture incontrôlée des zones à utilisation jusque-là pastorale et corrélativement appauvrissement et perte du sol par érosion, déplacement des animaux sur des régions voisines et dégradation de la couverture végétale par le surpâturage. A cette dégradation concourent également les intermittences de périodes de sécheresse extrême, comme cela a été le cas au Sahel depuis une vingtaine d'années.

Ces processus de désertification ne touchent pas que les pays situés au sud de la Méditerranée; de grandes étendues au sud de l'Europe n'y échappent pas (sud et sud-est de l'Espagne, sud du Portugal entre autres).

Ces conditions écologiques des zones arides et semi-arides imposent une dynamique de plus en plus intense en matière de lutte contre la désertification. Le travail de notre groupe a été de trouver des solutions de clonage, de multiplication et de réimplantation d'espèces intéressant ces régions.

Nous avons considéré les zones arides et semi-arides comme un ensemble composé de différents types d'agriculture qui se complémentent : l'agriculture d'oasis intensive, à haute utilisation de main-d'œuvre (équivalent du verger dans les régions du sud de l'Europe), base de la sédentarisation de la population dans les zones désertiques au sud de la Méditerranée et l'élevage sur de vastes zones de parcours steppiques, à base de végétation naturelle. Nous avons voulu intégrer un troisième élément, sous la forme de cultures à haut rendement qui résistent à la sécheresse, nécessitent peu de technicité, occupent de la main-d'œuvre et peuvent s'installer dans les zones semi-désertiques en dehors des oasis ou des vergers. Dans les régions du sud de l'Europe, ces cultures peuvent s'implanter sur des régions actuellement inexploitées depuis la disparition progressive du pâturage.

Stratégie

Notre stratégie de repeuplement des zones arides et semi-arides comprend des espèces telles que le *Phoenix dactylifera*, principale ressource économique de l'agriculture des oasis, l'*Atriplex halimus*, plante fourragère steppique, le jobba (*Simmondsia chinensis*), plante introduite à culture intensive qui pourrait présenter un grand intérêt économique de part et d'autre de la Méditerranée, et des espèces fruitières : l'amandier, le pistachier et l'olivier.

Pour permettre cette approche globale de la désertification, il a semblé nécessaire d'associer à notre groupe des chercheurs aux compétences variées couvrant les biotechnologies végétales, le comportement des plantes vis-à-vis des agressions du milieu et l'écologie du terrain.

Pour chaque espèce choisie, nous avons proposé :

- une approche écologique
 - mise au point de l'état actuel des connaissances avec évaluation des possibilités d'implantation ou de réimplantation et des perspectives économiques;

Espèces adaptées aux conditions d'aridité du pourtour méditerranéen

- relevé des caractéristiques du milieu pour chaque région (climatiques, édaphiques, écologiques, etc.);
- sélection *in situ* des plantes performantes (plantes hautement productives, résistantes aux agressions du milieu, etc.).
 - une approche biotechnologique
 - clonage *in vitro* et constitution de lignées;
 - apport de plus-values aux types présélectionnés par transformation ou hybridation somatique;
 - mise au point de semences artificielles;
 - étude du comportement des plantes obtenues en milieu contrôlé;
 - retour sur le terrain des plantes améliorées et recherche des meilleurs systèmes de culture.

Justification du choix des espèces

L'*Atriplex halimus*

Importance écologique

Dans les régions méditerranéennes arides et semi-arides, le problème de la désertification se manifeste principalement par le recul de zones boisées (soit par exploitation non contrôlée, soit par incendie ou autres ravages) et par la perte de végétation de zones steppiques à vocation pastorale. Le repeuplement à base de buissons fourragers constitue une excellente solution. En effet, ces plantes possèdent un système racinaire très développé qui leur permet d'utiliser les réserves d'eau du sol de façon exhaustive et de former un réseau dense susceptible d'agréger le sol et de le rendre résistant à l'érosion [6].

En outre, les formations à base de buissons fourragers forment une bonne couverture végétale à feuillage dense qui protège le sol des agressions climatiques, sources d'érosion (pluie, vent, grêle, etc.). Ils ont une croissance rapide, nécessitant peu de soins dans les premiers stades de développement, et leur exploitation peut donc commencer rapidement.

Dans ce contexte, l'*Atriplex halimus* joue un rôle très important dans le repeuplement des régions arides et semi-arides méditerranéennes.

Importance économique

L'*Atriplex halimus* est utilisé fondamentalement comme plante fourragère. Son feuillage persistant, riche en protéines, est très apprécié durant la longue période de sécheresse estivale alors que les espèces herbacées ont disparu. Une bonne formation d'*Atriplex halimus* peut produire jusqu'à cinq tonnes/hectare de matière sèche par an sur des sols dégradés ou salins inutilisables pour d'autres cultures.

Il est aussi utilisé comme plante médicinale dans la pharmacopée traditionnelle.

Le palmier dattier

Importance écologique

Le palmier dattier est caractéristique de la flore de nombreuses régions chaudes et désertiques de tous les continents. On peut néanmoins le trouver dans les régions chaudes tempérées.

Dans les oasis, son couvert végétal a toujours permis la culture de plantes vivrières, qu'elles soient fruitières, maraichères ou céréalières.

Quoique originaire des régions désertiques, le palmier dattier a besoin de beaucoup d'eau mais c'est sa résistance à des sécheresses durables (plusieurs années) qui en fait ce symbole vivant du désert.

Un champignon du sol, le *Fusarium oxysporum f. albedinis*, provoque chez le dattier une fusariose (le bayoud) qui entraîne sa mort; cette attaque cryptogamique a fait disparaître les palmiers dattiers de nombreuses oasis. Le phénomène de désertification s'est ainsi accentué par un déséquilibre profond des écosystèmes de nombreuses palmeraies.

Importance économique

Le palmier dattier est une plante utilisée dans la consommation humaine et animale, en pharmacie, en cosmétique, en biscuiterie, en menuiserie et pour le chauffage.

Il joue un rôle indéniable dans le maintien des groupes humains au sein des zones arides. C'est un stabilisateur de l'économie saharienne. Ce sont environ 4,5 millions de personnes qui, au travers du monde, vivent de la culture du palmier dattier.

La production mondiale des dattes est estimée à 2,5 millions de tonnes par an et se situe au quatrième rang des productions fruitières tropicales et subtropicales. Les plus grands pays producteurs sont l'Arabie Saoudite, l'Iran, l'Égypte et le Pakistan. On peut dire que pratiquement toute la production est autoconsommée. L'Europe et l'Amérique du Nord ne consomment qu'une toute petite part de la production.

Le bayoud a détruit dix millions de dattiers au Maroc, où il n'en reste plus que quatre millions. Les palmeraies du sud-ouest de l'Algérie sont atteintes et les autres pays producteurs de dattes sont menacés. L'impact de cette maladie se situe donc sur le plan économique, écologique et social. La quantité de plants nécessaires pour le repeuplement des palmeraies représente un chiffre d'affaire considérable [7].

Le jojoba

Importance écologique

Le jojoba est un arbuste originaire du désert du Sonora, au sud-ouest des États-Unis et au nord-ouest du Mexique.

Cette espèce est particulièrement intéressante par son port arbustif, son feuillage persistant, un développement racinaire en profondeur, sa résistance à de longues périodes de sécheresse, sa longue durée de vie, et enfin par le fait qu'elle ne nécessite que peu d'entretien [1].

Espèces adaptées aux conditions d'aridité du pourtour méditerranéen

Ces facteurs font que le jojoba est une plante stabilisatrice des sols, contribuant ainsi à empêcher la désertification. Elle peut servir pour implanter des ceintures autour des villes, créer des haies le long de routes ou autour de champs cultivés en lisière du désert, favoriser la fixation de dunes.

Nous sommes en présence d'une espèce qui, moyennant un minimum de techniques d'implantation et d'entretien dans les premiers stades de son développement, peut constituer un apport de très longue durée à la lutte contre l'avancement du désert.

Un autre aspect de l'importance écologique du jojoba tient au fait que son huile peut remplacer en partie les lubrifiants classiques dérivés du pétrole. Dans le cadre de la tendance mondiale actuelle à ménager les réserves fossiles, cette source d'huile végétale se présente comme une alternative prometteuse qui semble être le principal débouché de ce produit.

Enfin, il ne faudrait pas oublier un dernier aspect de l'intérêt écologique du jojoba : l'huile, par sa similitude de composition et d'utilisation avec le « spermacéti » ou blanc de baleine (huile extraite du cerveau des cachalots), peut le remplacer efficacement et éviter ainsi l'extermination de cette espèce animale qui, bien que protégée, continue d'être chassée de façon sauvage.

Importance économique

De la graine de jojoba, on extrait 40 à 60 % de cire liquide dépourvue de triglycérides, soit par pression mécanique, soit par solvant. La production d'un hectare de jojoba équivaut environ à la quantité de cire extraite de 75 baleines. Cette huile possède, en particulier, la propriété remarquable de conserver une viscosité constante quelle que soit la température et présente conjointement de nombreux avantages. Cette cire a, d'ores et déjà, de larges applications potentielles à l'état liquide ou solide (obtenu par hydrogénation).

Les farines, issues des tourteaux obtenus après extraction de la cire, peuvent être utilisées pour l'alimentation animale puisqu'elles contiennent 20 à 30 % de protéines.

On peut situer, à l'heure actuelle, les surfaces plantées en jojoba dans le monde, entre 30 000 et 40 000 hectares. Le plus grand accroissement des superficies est attendu de l'Amérique du Sud; beaucoup de plantations initiales, issues de graines tout-venant, seront replantées en matériel végétal plus productif issu de clonage. Le rendement potentiel, à pleine maturité, du matériel amélioré issu de multiplication végétative est estimé à trois tonnes de graines par hectare. Des progrès considérables sont attendus des méthodes de récolte et d'extraction de l'huile [5].

On peut estimer que les investissements effectués, pendant les cinq premières années, 35 000 à 40 000 F/ha, entretien compris, seront normalement amortis avant la dixième année. Il est raisonnable de penser que d'ici une dizaine d'années, il sera nécessaire de disposer d'un minimum de 200 000 hectares de jojoba pour satisfaire la demande mondiale qui croît chaque année.

L'amandier, l'olivier et le pistachier

Importance écologique

Les arbres fruitiers tels que l'olivier, l'amandier et le pistachier jouent un rôle important dans l'équilibre de l'écosystème semi-désertique. Le verger, par sa longue durée de vie, est un élément de fixation de la population et permet d'abriter des cultures vivrières nécessaires à la consommation à court terme.

Par rapport à d'autres espèces, ils utilisent de façon très efficace l'eau du sol et du sous-sol. Par leur système racinaire très développé, ils participent à la stabilisation et à la conservation du sol (cas du pistachier sur sols sableux en Tunisie). Ces arbres ont été plantés, au vue de leur grande capacité d'adaptation, sur des terrains de mauvaise qualité, inaptes à toutes autres cultures (sols pauvres, forte pente, etc.).

Importance économique

L'olivier tient une part très importante dans l'économie des pays circumméditerranéens. On commercialise dans le monde quelques deux millions de tonnes d'huile d'olive, l'Italie étant, avec 34 % du total, le plus grand producteur, suivi de l'Espagne avec 22 % [3]. Dans certains pays, l'extension de la culture de l'olivier fait partie du programme de développement économique, tandis que dans d'autres, comme l'Espagne, la saturation du marché interne a fait ralentir la progression de la culture.

L'amandier est une culture qui s'étend rapidement. Le marché européen est en progression régulière mais la production des pays méditerranéens est très insuffisante. En 1987, les pays de la CEE ont à eux seuls importé 100 000 tonnes d'amandes décortiquées provenant des Etats-Unis. L'amandier est une culture peu exigeante, rentable et à débouchés sûrs. Les efforts vont actuellement à l'extension des surfaces cultivées dans le pourtour méditerranéen et à l'amélioration du rendement. Le verger traditionnel est peu productif et le volume de récolte très irrégulier. Actuellement l'Espagne est le deuxième pays producteur d'amandes derrière les Etats-Unis [2].

Le pistachier est une culture qui a un grand avenir dans les régions arides et semi-arides méditerranéennes. Dans ce cas également, la production est insuffisante pour répondre à la demande grandissante du marché européen. La production mondiale de pistaches est de 130 000 tonnes, l'Iran étant le premier producteur, suivi des Etats-Unis, de la Turquie et de la Syrie. Dans son aire traditionnelle, le pistachier est relégué à des zones marginales, sans irrigation. La productivité est faible et irrégulière [4]. La sélection de variétés plus performantes incitera les agriculteurs à améliorer les pratiques culturales, y compris l'irrigation. La rentabilité actuelle étant forte, les perspectives d'augmentation de la production devraient inciter à l'extension des plantations.

Utilisation des biotechnologies dans la stratégie d'implantation des espèces

Les conditions d'amélioration rapide de la production végétale passent par la sélection d'individus performants.

Critères de sélection

Dans le cadre d'un programme de mise en valeur des zones arides et semi-arides, les critères retenus sont :

- Les adaptations à des conditions d'environnement données comme l'alternance de température, les conditions extrêmes de température et d'éclairement, la disponibilité en eau, la qualité des sols. A ces adaptations correspondent la sélection d'individus présentant des résistances à différentes formes d'agression (sécheresse, salinité, froid prolongé...) et l'obtention, dans le cas d'espèces dioïques (jojoba, palmier dattier, pistachier), d'individus mâles et femelles avec des floraisons d'une part synchrones et d'autre part plus étendues.

- Les besoins agronomiques comme le contrôle nécessaire du rapport mâles/femelles dans les plantations, la palatabilité, la production de biomasse et la résistance au piétinement dans le cas des fourragères (*A. halimus*), la sélection de ports adaptés à l'utilisation agronomique (palmiers dattiers de petites tailles, *Atriplex* touffus...).

Seule une étude de tous ces paramètres sur le terrain peut permettre le choix des premiers spécimens. Cette étape est un préalable aux autres études biotechnologiques envisagées. C'est par exemple, la mise au point de techniques permettant la détermination précoce du sexe, mais aussi ce sont les études portant sur les facteurs contrôlant :

- la vitesse de croissance des jeunes plantes et en particulier de leurs racines;
- la quantité de fleurs par individu et corrélativement le nombre de graines par individu, le pourcentage d'avortement ovulaire et d'abscission florale;
- la qualité et la quantité d'huile produite (cas des oléagineux : olivier, jojoba);
- la production des cyanoglucosides et leur présence dans les tourteaux dans le cas particulier du jojoba.

Sélection des individus performants et leur multiplication

Pour les espèces citées, la sélection sur le terrain aura un rôle essentiel mais l'apport des techniques de biologie moléculaire à un tel programme d'amélioration est évident. Les recherches devront porter par exemple sur les gènes contrôlant le métabolisme des huiles et des cires ou, dans le cas du Jojoba, celui des cyanoglucosides. Il y a aussi, nous l'avons vu, les résistances à la sécheresse et le contrôle de la floraison.

Le clonage des individus performants sera tributaire de la culture *in vitro* et ce clonage permettra, entre autre, d'obtenir des plantations homogènes.

On peut envisager de combiner plusieurs approches comme dans le cas de l'exploitation de la vigueur hybride. La production d'hétérosis est un des moyens les plus efficaces pour augmenter le rendement au champ. Or, la production d'hybrides supérieurs, chez les plantes dioïques telles que le jojoba, n'est pas facile en raison de la difficulté à produire des lignées consanguines. De ce point de vue, la production de plantes haploïdes par voie androgénétique et gynogénétique devrait nous permettre d'obtenir ces lignées homozygotes et d'envisager la production d'hybrides.

Les semences artificielles (embryons somatiques ayant été enrobés de substances permettant une hydratation suffisante mais non excessive, une bonne perméabilité

à l'oxygène et une protection de l'embryon) pourront être utilisées dans des programmes de repeuplement (par exemple dans le cas des plantes fourragères surpâturées qui ne fournissent que peu de graines, mais aussi dans les cas où l'on doit passer par l'embryogenèse somatique après des opérations de transformation par intégration de gènes). Par rapport aux vitroplants classiques, la semence artificielle présente des avantages de stockage, de transport et d'utilisation par le producteur.

Conclusion

Sans doute, dans ce domaine comme dans d'autres, tout le monde s'accordera à le reconnaître, seul un intéressement des populations concernées donne une chance à un projet d'aboutir. De ce point de vue, des organismes internationaux tels que les ONG, peuvent aider à définir et faire passer un message. Mais il est évident que pour les Etats concernés, seul un projet susceptible d'attirer les investisseurs pourra bénéficier d'un soutien durable. Le système d'espèces retenu doit pouvoir répondre aux diverses attentes.

Par ailleurs, il ne faut pas perdre de vue que sur ce thème, un projet portant d'une part sur une seule espèce, ou d'autre part sur une seule technique (biologie moléculaire, culture *in vitro*, technique culturale...) a peu d'avenir à long terme. On peut même affirmer qu'un programme scientifique, non sous-tendu par des objectifs sociaux et commerciaux, sera dans ce domaine du repeuplement des zones arides peu porteur d'énergies créatrices. Parallèlement le système d'espèces et les technologies mises en œuvre doivent apparaître comme un ensemble cohérent.

La formulation de cette stratégie a pour but de faciliter la mise en place d'un réseau international de compétences et de faire naître l'idée qu'un redressement économique n'est possible que par le biais d'une telle approche.

Références

1. Benzioni A, Dunstone RL. (1986). Jojoba : adaptation to environmental stress and the implications for domestication. *The Quaterly Rev of Biol*, 61, 2, 177-199.
2. Felipe AJ. (1987). Observaciones sobre comportamiento frente a helodas tardias en almendro. VII colloque du groupe de recherche et d'étude méditerranéenne pour le pistachier et l'amandier. Programme de recherche Agrimed. CEE, rapport EUR 11557. Reus (Tarragone), Espagne. 17-19 juin, pp. 123-130.
3. Giaccone R. (1987). Un patrimoine à entretenir : l'olivier. Ed. Société agricole du Var. Draguignan, 164 p.
4. Monastra F, Avanzato D, Lodoli E. (1987). Il pistacchio nel mondo confroto tra la pistacchicoltura delle arce tradizionali e quella emergente degli Stati Uniti VII colloque du groupe de recherche et d'étude méditerranéenne pour le pistachier et l'amandier. Programme de Recherche Agrimed. CEE, rapport EUR 11557. Reus (Tarragone), Espagne. 17-19 juin, pp. 271-298.

Espèces adaptées aux conditions d'aridité du pourtour méditerranéen

5. Schilling R. (1988). Le jojoba : situation et perspectives, in : IRHO-CIRAD ed. *Bibliographie*, n° 168, Montpellier.
6. Osmond C B, Björkman O, Anderson DJ. (1980). Physiological process in plant ecology. Toward a synthesis with *Atriplex*. In *Ecological studies*. 36, Springer-Verlag (Berlin), 468 p.
7. Zaïd M. (1989). Embryogenèse somatique chez le palmier dattier, *Phoenix dactylifera*. Thèse de doctorat université Paris-Sud.

Remerciements

Nous remercions M. le Professeur Y. Demarly, président du comité du réseau de l'AUPELF, pour l'encouragement qu'il a toujours bien voulu apporter à notre travail.