

LES SYNTHÈSES TECHNIQUES DE L'OFFICE INTERNATIONAL DE L'EAU

Les stratégies socio-économiques d'adaptation à la sécheresse en agriculture en Méditerranée

Ninon Sicard

Janvier 2012



*Office
International
de l'Eau*

En partenariat avec des organismes d'enseignement supérieur, l'OIEau propose des états de l'art synthétiques sur différents sujets liés à l'eau. Ces synthèses sont rédigées par des élèves dans le cadre de leur cursus de formation.

La synthèse documentaire « **Les stratégies socio-économiques d'adaptation à la sécheresse en agriculture en Méditerranée** » a été effectuée par **Ninon Sicard** élève post-master (bac+6/7) d'AgroParisTech-ENGREF en voie d'approfondissement et mastère spécialisé « Gestion de l'eau ».

Le contenu de ce document reste sous la responsabilité de son auteur.

SYNTHESE TECHNIQUE

Les stratégies socio-économiques d'adaptation à la sécheresse en agriculture en Méditerranée

Ninon Sicard
sicard.ninon@gmail.com

Janvier 2012

Mots clés : Sécheresse, adaptation, stratégies, agriculture, Méditerranée

Résumé :

Cette synthèse s'intéresse aux stratégies socio-économiques d'adaptation à la sécheresse en agriculture en Méditerranée. Après une réflexion globale sur le type de stratégies d'adaptation, les principales stratégies rencontrées sont exposées et leur limites abordées.

Key words: Drought, adaptation, strategies, agriculture, Mediterranean

Summary :

This synthesis addresses the subject of social-economic adaptation strategies which exist to tackle droughts in agriculture in the Mediterranean area. It seeks to identify the principal strategies and the stakeholders involved. The limits of these strategies are also part of the subject.

SOMMAIRE

Les stratégies d'adaptation à la sécheresse : de quoi parle – t'on ?	4
De stratégies individuelles, collectives ou une combinaison des deux ?	4
De stratégies globales ? Locales ?	4
De stratégies à l'échelle interannuelle ? Intra-annuelle ? Avant la crise ? Après ?	5
Pour quelle forme d'agriculture ? Pour quel type d'exploitation ?	6
Pour quelle partie de la Méditerranée ?	6
Quelques stratégies d'adaptation rencontrées en Méditerranée	6
Les stratégies d'augmentation de l'offre	6
Augmentation de l'offre : disposer d'eau aux phases de développement clés	6
Augmentation de l'offre : un recours largement pratiqué	7
Les solutions pour augmenter l'offre	7
Les stratégies de contrôle de la consommation d'eau	9
Les stratégies de régulation de la demande	9
Les stratégies d'économies d'eau	10
Les stratégies de gestion concertée locale autour du partage de la ressource	11
De l'intérêt de telles démarches	11
Des exemples de ces stratégies	12
Les limites de ces stratégies et ce qu'on en retient pour développer les stratégies à venir	13
Des stratégies parfois difficiles à mettre en œuvre	13
Difficultés liées à la gestion collective (interne au secteur irrigué ?)	13
Des freins justifiés à la mise en œuvre de stratégies pour augmenter l'offre	13
Des freins à la mise en œuvre d'économies d'eau	13
De la durabilité des stratégies	14

PREAMBULE

Le recueil d'informations en relation avec le sujet s'est principalement effectué à l'aide d'entretiens, qui ont à la fois facilité la recherche de références bibliographiques, et apporté des informations, en s'appuyant sur un guide d'entretien réalisé pour l'occasion (joint à la fin du document).

Le peu d'abondance de la bibliographie sur ce domaine a pu être expliqué par :

- son caractère multidisciplinaire à l'interface de nombreux domaines ;
- sa dimension politique forte et les enjeux importants qu'il soulève, pouvant être à l'origine de phénomènes d'autocensure;
- le caractère subjectif des situations rencontrées, compte tenu du choix orienté des personnes interrogées et de la faible représentativité de l'échantillon.

Ceci peut également souligner une lacune et la nécessité de la combler (tel que le non accès à des données ou à des informations objectives).

Les quatre pays retenus pour la synthèse (France, Espagne, Maroc et Algérie) n'ont pas pu être traités de manière homogène. En effet, peu d'exemples ont pu être trouvés pour l'Espagne en raison d'une plus grande difficulté à rentrer en contact avec des personnes ressources dans le délai imparti.

Les stratégies post crises telles que les assurances sécheresse ne sont pas traitées ici, en raison des courts délais d'écriture, mais également de leur importance relative en Méditerranée. En effet, la plupart des cultures méditerranéennes ne sont pas éligibles au titre de ces aides. D'autre part, les taux d'adhésion à ce type d'assurance sont extrêmement faibles. La mouvance actuelle, qui consiste à favoriser les actions a priori plutôt qu'à posteriori, plutôt que des ajustements conjoncturels (compte tenu des limites de la durabilité de telles actions), n'encourage pas à se pencher sur ces aspects. Par ailleurs, ce type de risque est souvent considéré comme non assurable (Babusiaux, 2000).

INTRODUCTION

La répétition récente de phénomènes de sécheresse, en 2003, 2004, 2005 et 2007, jointe aux prévisions de changement climatique qui suggèrent une baisse de la pluviométrie pour la région méditerranéenne justifient que l'on se préoccupe de la capacité de l'agriculture à s'adapter à une situation où la sécheresse deviendrait un évènement plus récurrent (Amigues et al., 2006). « La question n'est donc plus de savoir si l'agriculture va devoir s'adapter à des conditions climatiques différentes de celles que nous connaissons actuellement, mais bien de savoir comment elle va pouvoir le faire » (Reynaud, 2009).

Une caractéristique notable de la région méditerranéenne concerne l'irrégularité de la répartition spatiale et temporelle des ressources en eau (Simonet, 2011). La rareté de ces dernières en période estivale coïncide avec une demande hydrique culminante de la végétation.

La sécheresse trouve plusieurs définitions, voici celle proposée par Fattoum Lakhadari, directrice du centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides, lors de son intervention à l'atelier Sécheresse, analyse et stratégies d'adaptation en novembre 2010 :

« La sécheresse est un risque majeur d'origine naturelle (anomalie météorologique) qui résulte d'un déficit pluviométrique aux impacts multiples :

- climatique (augmentation de la température de l'insolation, des vents et de

- l'évapotranspiration potentielle ou ETP) ;
- hydrologique (diminution de l'écoulement superficiel, assèchement des cours d'eau, des lacs, voir tarissement des sources et rabattement des nappes) ;
- édaphique (dessiccation des sols et augmentation de leur taux de salinité) ;
- agronomique (dessèchement des cultures voire perte des récoltes notamment celles des cultures menées en sec) »

Il convient de différencier la sécheresse, événement accidentel mais dont l'occurrence peut augmenter, de l'aridité, situation de pénurie structurelle à laquelle font face certains pays méditerranéens (INRA, 2006). La notion d'anomalie est emblématique du paradoxe de la pertinence du terme sécheresse en Méditerranée, région pour laquelle le déficit pluviométrique au moment où la végétation accuse une demande en eau maximale, est une caractéristique intrinsèque du climat.

Les pays méditerranéens ont une tradition séculaire de gestion des aléas et de la pénurie, ce qui se traduit par un souci constant d'optimiser l'usage des ressources et d'adapter les activités aux contraintes du climat (Simonet, 2011). Ceci ne signifie pas qu'ils échappent aux effets négatifs de ces aléas. L'agriculture est le secteur économique le plus touché par les sécheresses avec des valeurs de pertes de 590 millions d'euros en France en 2003 et 519 millions au Portugal pour 2005 et 2006 contre seulement 32 millions pour l'industrie et 260 millions pour le secteur de l'énergie (Reynaud, 2008). La sécheresse constitue également l'aléa climatique le plus redouté par les éleveurs allaitants en France¹ (Le Foch, 2011).

La Méditerranée possède des stratégies d'adaptation anciennes, maîtrisées, elles peuvent être source d'une expérience intéressante.

Considérer les stratégies d'adaptation à la sécheresse revêt ainsi toute son importance, dans un contexte de crise ou mal-être du secteur agricole. Plus encore, il est intéressant de faire un bilan de ces adaptations dans un contexte de développement des demandes et de pression sur les ressources. En effet, la région méditerranéenne subit actuellement de rapides changements d'ordre social et environnemental. Ces considérations sont donc cruciales dans un contexte de risque de manque d'eau et de changement climatique (Iglesias et al, 2006). On voit ici que la définition de sécheresse comme événement naturel atteint ses limites.

D'après l'expertise scientifique intitulée « sécheresse et agriculture » réalisée par l'INRA à la demande du ministère de l'Agriculture et de la Pêche (2006), on peut classer les stratégies en trois grands types d'adaptation :

- amélioration génétique ;
- agronomique ;
- socio-économique.

Les stratégies d'adaptation socio-économiques peuvent elles-mêmes être de plusieurs types, tels que :

- adaptations socio-économiques à l'échelle de l'exploitation ;
- assurances contre la sécheresse ;
- adaptation collective (marché pour services écosystémiques, échanges de volumes d'eau,...) ;
- outils économiques dans le cadre de la politique de l'eau.

PROBLEMATIQUE

Quelles sont les stratégies d'adaptation socio-économiques (collectives) en agriculture (intensive) en Méditerranée (France, Espagne, Maroc, Algérie) ?

¹ Enquête réalisée en 2011 auprès de 184 agriculteurs de 13 départements français (Le Foch, 2011)

Comment sont-elles mises en œuvre ?

Compte tenu de la variété des facteurs caractérisant ces stratégies, on exposera en premier lieu en quoi ces facteurs sont à prendre en compte dans l'identification des stratégies. On détaillera ensuite les stratégies existantes en Méditerranée, en les expliquant et les illustrant. On verra en dernier lieu les limites des stratégies actuelles pour mettre en avant des pistes d'amélioration à l'avenir.

LES STRATEGIES D'ADAPTATION A LA SECHERESSE : DE QUOI PARLE – T'ON ?

Ces stratégies sont de nature diverse et dépendent fortement de caractéristiques telles que, par exemple, le bassin versant (très bien illustré en Crète), la zone géographique (montagne ou delta, zone côtière ou vallée : très explicite en région Provence-Alpes Côte d'Azur), le pays (contexte historique et politique), le type d'agriculture, etc. Elles peuvent également viser le court terme (échelle intra-annuelle) ou le long terme (échelle interannuelle) et revêtir un caractère individuel, collectif ou une combinaison des deux. On sait par exemple que l'impact d'un événement climatique exceptionnel sur l'économie agricole est diversement ressenti selon que les cultures irriguées représentent une part plus ou moins importante de leur revenu et que leur niveau d'équipement leur permet d'apporter l'eau disponible au stade de développement de la culture le plus approprié (Morardet et al., 1998).

DE STRATEGIES INDIVIDUELLES, COLLECTIVES OU UNE COMBINAISON DES DEUX ?

Les stratégies individuelles sont les stratégies développées au sein des exploitations agricoles. Elles comprennent :

- la modification des itinéraires techniques ;
- le changement de système de culture ;
- le développement d'équipements pour une meilleure efficacité de l'eau ;
- la couverture du risque par des systèmes d'assurance ;
- la mise en œuvre d'économies d'eau.

Les stratégies collectives consistent davantage en :

- la recherche de nouvelles sources d'approvisionnement en eau ;
- des transferts d'eau entre région et usages ;
- l'évolution des règles de prélèvement s'agit-il des autorisations de prélèvement ? ;
- la recherche d'amélioration de l'efficacité sur les réseaux collectifs ;
- la réorganisation de filières etc.
- modification de la gouvernance pour conduire les acteurs à adopter des stratégies collectives d'économie (Association d'irrigants, Commission locale de l'eau, Organisme Unique de Gestion Collective)

DE STRATÉGIES GLOBALES ? LOCALES ?

On pourrait également différencier les **stratégies d'adaptation globales** communiquées au niveau européen ou national des **stratégies locales**, c'est-à-dire régionales, départementales, ou à l'échelle d'un bassin versant. Le terme de mise en œuvre amène aussi à s'interroger sur l'effectivité de telle ou telle stratégie. On peut supposer que des stratégies nationales resteront à l'état d'intentions si elles ne sont pas accompagnées de dispositions pour favoriser leur mise en œuvre sur le terrain par les agriculteurs mais aussi les organismes de conseil et les administrations locales (mesures mal adaptées, ou ne couvrant qu'une partie spécifique de l'agriculture ou dispositif local pas encore mûr, ...).

DE STRATEGIES A L'ECHELLE INTERANNUELLE ? INTRA-ANNUELLE ? AVANT LA CRISE ? APRES ?

Timing	Ex ante			Ex post
Type	Prévention	Préparation	Financement du risque	Gérer les impacts
Effet	Réduit le risque	Réduit le risque	Transfert le risque (réduit la variabilité)	Réduit les impacts et reconstruit les pertes
Options clés	Travaux d'atténuation physique et structurel (irrigation)	Système d'alerte précoce, système de communication	Transfert du risque (par la réassurance) pour les infrastructures publiques et les biens privés, micro assurances	Apport d'aides aux touchés et compensation des pertes

D'après Inter-American Development Bank (IDB) 2000 in Aakre et al., 2009

Face à la sécheresse, à l'échelle de l'exploitation les possibilités d'action pour un producteur sont :

- Modifier les assolements si la sécheresse est anticipée ou annoncée à temps, en fonction d'un calcul de rentabilité inter-productions (INRA, 2006). À **l'échelle pluriannuelle**, à la fois les **technologies d'irrigation** et les **choix de systèmes de culture** peuvent être modifiés par l'agriculteur de manière à atténuer l'impact de la réalisation de sécheresses (Reynaud, 2008).
- À assolement fixé, il est possible de modifier les consommations intermédiaires variables et/ou le mode de fonctionnement des équipements (INRA, 2006). A **l'échelle intra-annuelle**, les choix de culture et de technologies d'irrigation ont été faits et seuls les **facteurs variables (dont l'eau)** peuvent être ajustés en fonction des réalisations du risque climatique et des anticipations de l'agriculteur (Reynaud, 2008).

Les résultats de recherche de l'INRA grâce au couplage d'un modèle agro – économique Stics montrent qu'à système de cultures donné, les capacités d'adaptations des agriculteurs au risque de sécheresse (via le choix des stratégies d'irrigation) semblent assez limitées et le coût économique induit par les épisodes de sécheresse peut-être élevé. Par exemple, multiplier par deux le risque de réalisation d'une année sèche se traduit par une perte de 11,78 % de la fonction objectif de l'agriculteur. A long terme, les résultats des simulations économiques suggèrent une situation assez différente, l'adaptation des systèmes de culture permettant alors de limiter de manière très sensible le coût privé pour l'agriculteur des épisodes de sécheresse. La perte résultant du doublement de la fréquence des sécheresses est par exemple divisée par deux si des réallocations des surfaces entre systèmes de cultures sont possibles (6,08% contre 11,78%). Cette dernière possibilité, combinée aux ajustements intra-annuels de stratégies d'irrigation, permet d'atténuer de manière sensible l'impact de l'augmentation du risque sécheresse sur le revenu de l'agriculteur (Reynaud, 2008).

La situation agricole et de la disponibilité en eau étant tout de même différentes en Midi Pyrénées et en région méditerranéenne, il serait intéressant de réaliser ces modélisations en Méditerranée, sachant que les réactions, les comportements et les contextes sont différents. On peut rappeler qu'il ne s'agit que de modélisations.

POUR QUELLE FORME D'AGRICULTURE ? POUR QUEL TYPE D'EXPLOITATION ?

Si le risque de sécheresse est le résultat d'une combinaison entre aléa et vulnérabilité, la question des caractéristiques du système agricole ou du type d'agriculture sur lequel la sécheresse s'exerce est automatique. La sécheresse résulte du **croisement entre déficit pluviométrique cumulé, des conditions climatiques et des caractéristiques du milieu**, autant en agriculture pluviale qu'en système irrigué.

Pour la **sécheresse édaphique**, ce croisement concerne la pluviométrie de la saison de végétation et les propriétés hydriques du sol en termes d'eau disponible à l'échelle de la parcelle cultivée. Cette sécheresse affecte l'agriculture pluviale et irriguée ainsi que l'élevage.

Pour la **sécheresse hydrologique**, ce croisement concerne la pluviométrie de l'automne et de l'hiver et les capacités de stockage du milieu à l'échelle du territoire, qu'il s'agisse de nappes phréatiques ou de ressources artificielles. Cette sécheresse affecte principalement les irrigants, mais les autres usagers des ressources en eau (INRA, 2006).

Face à la sécheresse, à l'échelle de l'exploitation les conséquences de la sécheresse dépendent de la **résilience de l'exploitation**. En effet, premièrement, les cultures ont des capacités d'adaptation variables au stress hydrique. Deuxièmement, la modification des assolements comme adaptations anticipatives n'est pas possible pour les cultures pérennes telles que les vergers ou la vigne.

Pour ces dernières mais aussi pour les annuelles, on distingue encore les systèmes irrigués des systèmes en sec où les marges de manœuvre sont très réduites. Ainsi d'après Balaghi et al (2007), il convient de distinguer, pour le Maroc :

- Les systèmes en agriculture irriguée, où il s'agit d'économiser l'eau en réduisant les pertes et en améliorant l'efficacité d'utilisation de l'eau ;
- Les zones forestières et pastorales où il s'agit de bénéficier de l'eau perdue actuellement en évapotranspiration en développant les écosystèmes pastoraux et fruitiers ;
- Les systèmes en agriculture pluviale où il s'agit d'augmenter la productivité par les techniques de conservation de l'eau qui consistent à améliorer la collecte, le stockage et l'utilisation de l'eau au niveau de l'exploitation.

POUR QUELLE PARTIE DE LA MEDITERRANEE ?

85 % des ressources renouvelables de l'ensemble du bassin méditerranéen, qui s'élèvent à 600 km³ par an, sont concentrées en Turquie et dans les pays Nord de la Méditerranée. A l'opposé, les pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée disposent pour certains d'entre eux de moins de 500 m³ par habitant et par an, ce qui correspond à une situation de « pénurie absolue », comme c'est le cas pour l'Algérie, la Tunisie, la Lybie, Israël, Gaza et Malte (Comeau 2005 in Simonet, 2011).

QUELQUES STRATEGIES D'ADAPTATION RENCONTREES EN MEDITERRANEE

LES STRATEGIES D'AUGMENTATION DE L'OFFRE

Augmentation de l'offre : disposer d'eau aux phases de développement clés

En Méditerranée, l'augmentation de l'offre consiste principalement à s'**affranchir** totalement ou partiellement de l'irrégularité **temporelle de la disponibilité de la ressource**, en rendant l'eau accessible aux moments où les cultures en ont le plus besoin. Les périodes de sensibilité des cultures sont fonction de leur stade de développement. La phase reproductrice est en général la plus sensible, ce qui signifie que la tolérance au stress hydrique est très faible. Pour la plupart des cultures, les périodes sensibles à très sensibles

coïncident avec la période estivale, période qui correspond souvent à l'étiage pour les cours d'eau et pendant laquelle les précipitations sont quasiment absentes. Disposer d'une réserve d'eau, qu'elle soit surfacique, sous la forme de retenue collinaire ou de barrage, ou souterraine (forages ou puits), pour alimenter les cultures irriguées ou en irrigation d'appoint, constitue une **parade stratégique** contre un risque de perte de récoltes, par diminution du rendement ou par diminution de leur qualité.

Augmentation de l'offre : un recours largement pratiqué

Il s'agit d'une stratégie d'adaptation largement répandue en Méditerranée, pour laquelle des investissements colossaux ont été réalisés. Cette stratégie concerne particulièrement **l'agriculture irriguée** et est représentative des **stratégies collectives**, bien que le développement de forages individuels soit également très pratiqué. En raison d'un coût d'investissement très important, qui ne pourrait pas être supporté par les agriculteurs eux-mêmes, l'État a joué et continue de jouer (dans une moindre mesure suite aux politiques de désengagement des États dans le développement agricole) un rôle incontournable dans la mise en œuvre de telles stratégies. En Tunisie par exemple, l'irrigation a représenté 40 % du montant total alloué à l'agriculture sur la période 1962 - 2001. Au Maroc, cette part s'élève à 50 % sur la période 1968 – 1990 (Ribet, 2000). On notera que l'eau d'irrigation représente 80 % de l'eau utilisée dans les pays du Sud de la Méditerranée, alors que la part du PIB de l'agriculture irriguée s'élève entre 5 à 17 % selon les pays (Ribet, 2000). Ce point traduit le fait que cette stratégie s'inscrit dans un cadre politique fort, appuyant le développement puis le maintien de l'agriculture en Méditerranée.

Les solutions pour augmenter l'offre

- *Les solutions en agriculture irriguée*

Selon Balaghi et al. (2007), l'augmentation de l'offre en agriculture irriguée se traduit par trois grands types d'actions :

- La construction d'ouvrages de stockage

Au Maroc, la capacité de stockage des barrages est passée de 1,8 millions de m³ en 1956 à 14.7 millions de m³ aujourd'hui. Ces infrastructures bénéficient principalement à la grande hydraulique. Malgré ces investissements importants, beaucoup reste encore à faire en matière d'entretien de la capacité de stockage et d'utilisation de cette eau.

En France, les grands aménagements sur le système Durance-Verdon, constituent un ensemble d'une quinzaine de barrages, dont le barrage de Serre-Ponçon est le plus emblématique est dédié entre autres usages à l'agriculture.

- L'extension de la durée de vie des barrages par le contrôle de l'érosion dans les bassins versants et par un meilleur entretien des barrages

La problématique du contrôle de l'érosion est aujourd'hui maîtrisée en France, où d'importants travaux de restauration des terrains de montagne (RTM), à travers la plantation de massifs forestiers dans les Alpes du Sud et dans les Pyrénées. Le renouvellement de ces plantations est controversé à cause des difficultés d'exploitation des bois et du déficit de transport solide engendré. Elle est en revanche davantage prégnante dans les pays du Sud de la Méditerranée, où le contrôle de l'érosion constitue un réel enjeu. Le gain de protection offert par le couvert végétal est à mettre en balance avec la consommation en eau de ce couvert.

- La redistribution de l'eau vers les régions nécessiteuses, l'optimisation par des maillages et des transferts

Il s'agit principalement de la réalisation d'ouvrages de transfert d'eau. En Provence, le système Durance – Verdon permet d'apporter l'eau des Alpes où la ressource est

abondante, dans la plaine et sur les côtes, où elle est limitée, surtout en été. De même, le canal du Bas-Rhône-Languedoc apportant l'eau du Rhône jusqu'à Montpellier a permis de sécuriser l'approvisionnement en eau des deux régions méditerranéennes depuis les années 60. La prolongation de ce canal pour assurer le maillage des ressources en eau des fleuves Orb, Hérault et Rhône au travers des maillons « Val d'Hérault » et « Biterrois » par exemple, par le projet Aqua Domitia illustre l'actualité de ce type de stratégie.

Au Maghreb (Algérie et Maroc), ces projets sont également d'actualité, dans de plus grandes proportions encore, et sont soutenus par le Plan National de Développement Agricole lancé par l'État algérien ou le plan Maroc Vert au Maroc, visant à faire de l'agriculture le principal levier de croissance sur les dix à quinze prochaines années (Imache et al., 2011).

Selon l'expertise scientifique collective réalisée par l'INRA (2006), deux autres options sont encore à considérer pour **augmenter la ressource disponible** :

- un déstockage accru à partir des ouvrages hydroélectriques

Le cas du barrage de Serre-Ponçon donne un exemple de basculement dans une approche plus intégrée et intersectorielle des usages :

En plus des prélèvements habituels, 200 millions de m³ sont fictivement disponibles à Serre-Ponçon en cas d'année sèche. En situation normale, tant que les prélèvements ne dépassent pas le débit naturel reconstitué, cette réserve n'est pas mobilisée. En 2007, pour la 1^{ère} fois, la basse Durance a épuisé les 200 millions de m³ de stocks et a dû acheter 2 millions de m³ à EDF. Ces 2 millions de m³ ont été facturés à un prix supérieur au prix normalement pratiqué pour compenser la perte de production électrique. A titre exceptionnel, les collectivités locales ont financé 90% du volume supplémentaire acheté mais ont souligné le caractère naturellement exceptionnel de cette aide (Piton, 2011).

- une plus grande mobilisation des ressources souterraines

Le **recours aux ressources souterraines** est moins courant dans le Sud de la France que l'alimentation à partir d'eau de surface. 66 % des surfaces irriguées dans le bassin Rhône Méditerranée Corse le sont grâce à des réseaux collectifs s'approvisionnant en eau de surface, contre 25 % dans le Nord de la France (Recensement général Agricole, 2000 in Rieu, 2011). La démocratisation des technologies de pompage ces dernières années a participé au développement de forages dans les nappes souterraines. Il s'agit d'avantage d'une stratégie individuelle que collective. Le développement de forages ou puits individuels privés se pratique beaucoup au Maghreb dans la moyenne et petite hydraulique. Ces nouveaux prélèvements ne sont pas contrôlés dans la plupart des cas (Imache, 2011).

Ces pratiques existent également en France et n'y sont pas beaucoup plus encadrées. Pourtant, on estime en l'absence de données, que les quantités d'eau ainsi mobilisées sont significatives. Elles peuvent être à l'origine de la surexploitation des nappes et risques d'intrusion d'eau de mer dans les nappes côtières.

- *Les solutions en agriculture pluviale*

Balaghi et al. (2007) identifie également l'amélioration du stockage de l'eau de pluie comme une des trois stratégies d'adaptations majeures à la sécheresse en agriculture pluviale. Il décline cette stratégie en cinq points qui peuvent être complémentaires, à l'échelle de l'exploitation :

- la collecte de l'eau au niveau de l'exploitation dans des bassins pendant la saison pluvieuse ;
- la redirection des eaux de crue vers les parcelles pour y être stockées au niveau du sol ;
- la réduction du ruissellement dans les pentes par le terrassement, le travail du sol perpendiculairement à la pente ;
- le semis précoce ;
- améliorations du taux de matière organique dans le sol pour accroître sa capacité de

rétenion en eau.

LES STRATEGIES DE CONTROLE DE LA CONSOMMATION D'EAU

Les stratégies d'augmentation de l'offre sont nombreuses et largement pratiquées en Méditerranée. Elles **sécurisent l'approvisionnement en eau** des zones qui en bénéficient. Cependant, même les zones sécurisées peuvent être exposées au risque sécheresse, la **quantité d'eau stockée étant finie**. D'autres stratégies, visant à **réduire la quantité d'eau prélevée et consommée**, pour limiter sa rareté et être utilisée plus justement en cas de sécheresse, sont également mises en œuvre en Méditerranée. On peut les rencontrer sous deux formes :

- des stratégies pour réguler la demande ;
- et des stratégies pour économiser l'eau.

Les stratégies de régulation de la demande

- *Les stratégies relevant de la politique de l'eau*

Les systèmes tarifaires, quand ils sont convenablement conçus, permettent de d'éviter des gaspillages de la ressource en eau et parfois inciter à l'économiser (Rieu, 2006).

La tarification de l'eau proportionnellement au volume consommé n'est présente que dans certaines régions française, sur les périmètres gérés par des ASA par exemple, ainsi que dans certaines parties du Maroc, de la Tunisie et de l'Espagne. La mise en place de tarifs suppose des dispositifs de comptage ou d'estimation des volumes consommés. La tarification ne garantie pas que les volumes payés soient effectivement reçus par l'agriculteur en cas de sécheresse. Cela peut être le cas au Maghreb (Imache, 2011).

En revanche les quotas mis à disposition par le gestionnaire sont évalués de manière à minimiser les risques de défaillance d'approvisionnement.

Les marchés des droits d'eau sont également un instrument envisageable dans certains pays. Ils consistent en la définition d'un système de droits de propriété privée sur la ressource (Rieu, 2006).

Les marchés sont cependant très rarement mis en œuvre en raison de difficultés d'implémentation (INRA, 2006). Les quotas sont par contres très courants.

La contribution de ces outils en tant que stratégies d'adaptation à la sécheresse est bien développée dans l'expertise « sécheresse et agriculture » de l'INRA (2006).

- *Les stratégies de régulation à l'échelle locale*

Exemple d'auto-régulation, cas de la Durance :

- Par anticipation :

Dès mai – juin, la Commission Exécutive de la Durance (CED) évalue par anticipation le caractère potentiellement préoccupant pour l'été et l'automne. Si la situation s'avère préoccupante, les associations syndicales autorisées d'irrigation (ASA) se restreignent d'elles-mêmes en prévention pour éviter une pénurie d'eau au milieu du mois d'Aout (Piton, 2011). Il s'agit là d'un mécanisme informel même s'il s'opère par l'intermédiaire d'un organe (la CDE) qui représente les agriculteurs et joue le rôle d'interlocuteur avec les autres acteurs.

- Pendant la crise

En période de sécheresse, quand la ressource vient à manquer sur les affluents de la Durance ou dans les canaux, des tours d'eau sont instaurés avec un calendrier précisant qui irrigue et quand. Les agriculteurs s'arrangent également entre eux, sont solidaires pour

laisser davantage d'eau à ceux qui en ont le plus besoin (Piton, 2011). Ce témoignage renvoie aux travaux d'Elinor Ostrom (Ostrom, 2010) qui repère **l'instauration de normes sociales** et éventuellement **d'arrangements institutionnels** dans de nombreux cas de gestion de la ressource en eau.

La tradition de gestion collective présente dans la région méditerranéenne contribue au bon fonctionnement de ce type de stratégie. En région Provence-Alpes-Côte d'Azur, c'est le cas pour 90 % des canaux (Piton, 2011). On retrouve beaucoup ces formes de **régulation informelle** au Maghreb où la tradition oasienne a laissé des traces dans la gestion actuelle (Ruf, 2011).

Dans l'Hérault, l'ASA de Gignac constitue un cas exemplaire de gestion de l'eau dérivée de l'Hérault par l'aval, c'est-à-dire par les besoins des irrigants. En effet, l'équipement du canal de capteurs a permis de réaliser des économies d'eau considérables (par rapport au mode de gestion précédent par l'amont) grâce à une régulation télécommandée des prélèvements dans l'Hérault en fonction de l'information envoyée par les capteurs (Hugodot, 2012).

De plus, cette ASA projette de développer un modèle agro-climatique qui intègre l'eau disponible dans l'Hérault pour mieux gérer l'arrosage et faire par exemple de l'arrosage préventif par anticipation. Il s'agirait de réunir tous les partenaires et d'émettre un bulletin de préconisation mais de laisser l'agriculteur maître de son irrigation (Hugodot, 2012).

- *Les stratégies de régulations inconscientes individuelles ?*

À l'échelle individuelle, on s'aperçoit qu'en contexte de pénurie d'eau, tout se passe comme si l'agriculteur avait tendance à mieux raisonner ses apports d'eau. En effet le ratio apports réels / besoins théoriques au maximum d'évapotranspiration (ETM) atteint 1 à 1.2 en année humide alors qu'il n'est que de 0.6 à 0.7 en année sèche pour le maïs en Adour –Garonne (d'après enquête auprès d'agriculteurs, recueil d'avis d'experts locaux et revue bibliographique lors d'un travail mené pour l'agence de l'eau Adour-Garonne) (Morardet et al., 1998). Bien qu'intéressant, on peut tout de même se demander dans quelle mesure ce résultat peut-être interprété comme une régulation individuelle et non comme la conséquence de la variation du dénominateur.

Les stratégies d'économies d'eau

- *Les stratégies en agriculture irriguée*

D'après Balaghi et al., 2007, les stratégies d'économies d'eau qui permettraient de mieux appréhender les périodes de sécheresse sont les suivantes :

- La promotion de systèmes d'irrigation localisés
Actuellement, 62% des superficies irriguées du monde sont équipées avec des systèmes d'irrigation gravitaires, non économes en eau. L'irrigation localisée telle que les systèmes d'irrigation par aspersion ou le goutte à goutte ne représente que 6,7 % bien qu'ils soient respectivement deux et quatre fois plus efficaces que les systèmes d'irrigation gravitaires, goutte à goutte 4* plus efficaces. (Molle, 2005)Le Programme National d'Économie d'Eau en Irrigation (PNEEI) au Maroc a pour objectif la conversion en goutte à goutte de 550000 hectares de surfaces irriguées et permettraient ainsi d'atteindre 48% des surfaces irriguées contrairement aux 14,5% actuels. Les conversions en goutte à goutte prévues concernent à la fois la grande hydraulique, la petite et la moyenne hydraulique et l'irrigation privée. Elle peut être conduite par un regroupement d'agriculteurs autour de bassins collectifs ou via des investissements individuels autour d'un bassin d'accumulation des eaux du réseau. Pour soutenir cette conversion, le gouvernement a mis en place des subventions s'élevant de 80 à 100% du montant de l'investissement en 2010 (Imache et al.,

2011).

- La gestion de l'eau rationnelle au niveau régional
L'eau peut être mieux utilisée si elle est fournie au moment opportun. Des économies de l'ordre de 50% des volumes d'eau prélevés pourraient ainsi être réalisées grâce à une gestion davantage efficiente des barrages (Balaghi et al, 2007). L'auteur n'est malheureusement pas plus précis sur cette gestion des barrages. On peut supposer qu'il s'agit, entre autres, d'une gestion optimale des lachres d'eau en fonction des usagers comme le pratique la Compagnie d'aménagement des coteaux de Gascogne (CACG).

- L'introduction de systèmes de culture efficaces

L'amélioration de l'efficacité du transport de l'eau et de l'utilisation de l'eau dans le transport entre la source d'alimentation (barrage, cours d'eau) et la parcelle :

En PACA, on estime que 70 à 80 % des volumes dérivés vers les canaux gravitaires retournent vers des milieux différents de ceux d'origine (infiltration vers les nappes, déversement des surplus vers les cours d'eau) (SOGREAH et al., 2010).

Dans l'Hérault, l'ASA de Gignac a pour projet la modernisation du canal pour diminuer les fuites et mettre le réseau sous pression. Les avantages d'un réseau en charge seraient les suivants :

- prélèvements à la demande, avec débit continu ;
- meilleures potentialités agronomiques : possibilité de goutte à goutte et meilleure maîtrise des apports ;
- économies d'eau jusqu'à 9500 m³ / ha.

La modernisation serait financée à 80 % par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse (Hugodot, 2012).

- *Les stratégies en agriculture pluviale*

- Utilisation efficace de l'eau

Cette utilisation efficace de l'eau se traduit davantage par des stratégies agronomiques telles que la réduction de surfaces nues par un couvert végétal qui permet de transformer l'eau de pluie en biomasse tel que le semis sous couvert par exemple et l'utilisation de variétés à faible consommation en eau (Balaghi et al, 2007).

LES STRATEGIES DE GESTION CONCERTEE LOCALE AUTOUR DU PARTAGE DE LA RESSOURCE

De l'intérêt de telles démarches

La raréfaction de la ressource en eau en cas de sécheresse met en exergue les problèmes de compétition pour la ressource qui parfois se cristallisent en conflits d'usage entre les différents usagers de l'eau. Le durcissement de la législation autour des débits réservés ne fait qu'accentuer le besoin de considérer l'ensemble des acteurs et leur besoin pour repenser collectivement les prélèvements en vue des nouvelles exigences réglementaires, de l'évolution de la démographie et du changement climatique.

La révision des droits d'eau et la remise en cause concertée des prélèvements dans ce nouveau contexte peuvent s'avérer incontournables pour rétablir des allocations conformes aux besoins et à la préservation des milieux aquatiques. Le cas de la rivière de l'Angoustrine (SupAgro Montpellier, 2008) montre que les questions de gouvernance sont concernées quand surviennent des conflits remettant en cause l'organisation historique de la gestion de l'eau. Cet exemple illustre la nécessité d'élargir la gestion de l'eau pour éviter des incohérences ou sortir d'une situation conflictuelle où se confrontent les acteurs de l'eau, les

administrations publiques de l'agriculture et de l'environnement, les associations locales d'arrosants et les collectivités.

Des exemples de ces stratégies

- *L'exemple du programme SOURCE en PACA*

La région PACA a souhaité, par le contrat de Projet État – Région 2007/2013, inscrire un schéma régional de la ressource en eau au titre de l'optimisation de la gestion des ressources naturelles, de la prévention et de la gestion des risques. L'élaboration de ce schéma, le schéma d'orientations pour une utilisation raisonnée et solidaire de la ressource en eau (SOURCE) doit permettre de rechercher un consensus pour promouvoir les réponses les plus adaptées afin de garantir durablement l'accès à l'eau pour tous en PACA (SOGREAH et al., 2010). Pour relever les défis de l'eau à long terme et construire une politique globale et solidaire, cette démarche s'appuie sur un partenariat avec l'État, la DREAL et l'Agence de l'eau avec une assistance à maîtrise d'ouvrage de la Société canal de Provence et un appui technique de SOGREAH. Trois étapes structurent cette démarche : un diagnostic partagé terminé en 2010, des propositions d'orientations stratégiques 2011 et une formalisation du Source.

- *L'exemple de gestion volumétrique d'une nappe en France*

La nappe de Beauce a été le 1^{er} territoire en France à mettre en place une gestion volumétrique, car sur beaucoup de rivières du bassin Loire Bretagne ont été mises en place des mesures de gestion basées sur l'attribution de quotas en volume. Ceci s'est vu dans le Sud-Ouest également, mais plutôt sous la forme de volumes par unités de débit (Neste, CACG). Le travail du bureau d'étude Diatae en charge de cette étude a consisté à évaluer la sensibilité des exploitations aux restrictions d'eau en fonction du volume réduit selon le type d'exploitation (Brunel, 2012). Les voies d'adaptations à des restrictions esquissées par les enquêtes menées à cette occasion sont :

- la réduction des irrigations sur les cultures ;
- et la modification de l'assolement.

Le choix de la stratégie dépend a priori essentiellement du type de sol. Pour des sols profonds, la marge de manœuvre est plus grande alors qu'il est plus délicat de prendre des risques sur sols superficiels.

L'évaluation de l'impact économique de l'adaptation des exploitations à des restrictions d'eau s'est effectuée par le biais d'ateliers participatifs avec les agriculteurs de manière à :

- évaluer la perte de marge brute liée aux restrictions sur l'irrigation des cultures ;
- évaluer la perte de marge brute liée à l'évolution des assolements ;
- identifier les règles de décisions ;
- et identifier les filières menacées par l'abandon de certaines cultures.

Les résultats de simulations ont montré **l'importance de l'anticipation sur les impacts de la sécheresse**. En effet, pour des conditions drastiques, une modification des assolements par anticipation a pu limiter les pertes économiques. Ceci renvoie aux systèmes d'observation et de suivi, puis de diffusion du conseil spécialisé aux agriculteurs.

Les agriculteurs craignent des coupures totales d'eau en pleine campagne d'irrigation, plus qu'un faible volume accessible négocié avant la campagne. C'est sur ce 1^{er} point que portent les négociations actuelles.

LES LIMITES DE CES STRATEGIES ET CE QU'ON EN RETIENT POUR DEVELOPPER LES STRATEGIES A VENIR

DES STRATEGIES PARFOIS DIFFICILES A METTRE EN ŒUVRE

Difficultés liée à la gestion collective (interne au secteur irrigué ?)

La gestion collective de l'eau comme adaptation à la sécheresse présente de grands avantages.

Cependant, sa mise en œuvre n'est pas toujours évidente. En Crète par exemple, les agriculteurs témoignent d'une certaine réticence à gérer la ressource en eau de manière collective suite aux problèmes de corruption généralisés dans les structures de gestion agricoles collectives des années antérieures (Demestihias et al., 2011).

Elle peut par ailleurs faire l'objet de conflits d'usage, notamment dans les zones péri-urbaines.

Dans une synthèse sur le rôle des associations d'irrigants au Maroc et en Tunisie, Ranvoisy (2001) dresse le bilan de la mise en œuvre de la gestion participative en irrigation. D'un point de vue financier, il souligne la grande difficulté de couvrir par les recettes la totalité des frais d'exploitation et de maintenance courante (ce n'est plus la même question). La hausse du prix de l'eau pour parer à cette difficulté peut inciter les agriculteurs à s'équiper de puits privés. D'un point de vue technique, une insuffisance de la maintenance courante et la nécessité de favoriser le développement d'une maintenance corrective sont signalées. D'un point de vue organisationnel, les associations d'irrigants doivent relever le défi de la démocratie interne afin d'éviter le risque que constitue le détournement de pouvoir par un groupe d'acteurs.

Des freins justifiés à la mise en œuvre de stratégies pour augmenter l'offre

En France, l'État annonce une politique d'investissement pour le développement de retenues collinaires comme solution générique. Néanmoins, la réalisation de ces retenues pose des questions d'impact environnemental² et ne constituent pas nécessairement un investissement rentable d'un point de vue privé³.

Des freins à la mise en œuvre d'économies d'eau

En Algérie par exemple, la reconversion en irrigation localisée reste un défi pour les exploitations petites et moyennes, qui doivent collecter le reste du financement, réaliser le montage du projet, adapter leurs systèmes de culture, même avec le soutien de l'État dans le cadre du PNEEI. Le risque économique est important et la reconversion peut impliquer une réorganisation de la gestion de l'eau par des projets collectifs notamment. Or ces exploitations reçoivent peu d'information et de formation sur cette reconversion au niveau technique, financier et organisationnel (Imache et al., 2011).

Face à cette difficulté, la réforme en cours du conseil agricole promue en 2011 dans le cadre du Plan Maroc Vert pourrait pallier ces manques (Imache et al., 2011).

Des programmes de recherche appliquée comme par exemple le projet pilote RIM : Réseau des Irrigants Méditerranéens au Maroc et en Algérie, mené par la fondation FARM et ses

² La construction de retenues est impossible dans les zones protégées, telles que les zones classées Natura 2000 par exemple. Ailleurs, des études d'impact obligatoires coûteuses, et reportant le projet dans le temps - au risque qu'il ne soit finalement pas accepté – compliquent grandement la démarche.

³ Les aides de l'État sont versées si et seulement s'il y a engagement de faire des économies d'eau à la hauteur de 20 % ce qui est difficilement réalisable et peut faire perdre ainsi l'intérêt économique d'avoir un stock d'eau supplémentaire.

partenaires scientifiques et techniques, ont permis de réaliser des formations professionnelles sur les économies d'eau. Cette approche, reliant l'action et le développement, a permis de renforcer les capacités d'innovation des petits agriculteurs irrigants pour une gestion collective de l'eau, de venir en appui direct à leurs projets d'irrigation localisée (Imache et al., 2011).

En France, on peut noter des difficultés à rendre des agriculteurs éligibles aux aides de l'État pour la conversion au goutte à goutte pour peu qu'ils n'entrent pas dans une catégorie reconnue. L'équipe du Canal de Gignac a mis trois ans à faire aboutir cette démarche (Hugodot, 2012).

En Crète, on dénonce le paradoxe entre les aides européennes données pour faire des économies d'eau avec des outils d'irrigation performants et économique et le manque d'engagement de l'État au-delà de ces aides pour les mettre en œuvre localement. Des surfaces ont pu être équipées en goutte à goutte ou en aspersion sans que l'accès à l'eau grâce à des aménagements pour stocker l'eau n'ait été facilité (Demestihis et al, 2011).

DE LA DURABILITE DES STRATEGIES

Le fait d'avoir tablé majoritairement sur des stratégies d'augmentation de l'offre des années 60 jusqu'à peu a résolu beaucoup de problèmes (mais en a également créé d'autres, d'ordre environnemental notamment), et a permis un développement très important de l'agriculture aussi bien en France qu'au Maghreb. En revanche, elles ont contribué à masquer en partie la réalité de la rareté (en tout cas pour les agriculteurs qui sont en zone sécurisée), ce qui n'incite par exemple pas à des efforts d'économie.

Les limites de ce type de ces stratégies ont pu également être pointées à l'occasion du débat Aqua Domitia.

Quand elles concernent les nappes souterraines, les stratégies d'augmentations de l'offre peuvent aboutir à de graves problèmes de surexploitation des ressources et entraîner la formation d'un biseau salé comme c'est déjà le cas au Maroc. L'abondance de l'eau dans des régions où elle ne l'est pas naturellement peut conduire à des gaspillages.&a

De plus, moins d'efforts sont déployés pour mettre en place des solutions alternatives pour ceux qui n'ont pas bénéficié de ces stratégies.

Au Maghreb, des politiques étatiques pourraient pallier au renforcement des injustices entre ceux qui ont les moyens de continuer à avoir une stratégie d'augmentation de l'offre et ceux qui se voient contraints de s'adapter à la pénurie d'eau. Des cadres légaux posent les fondements d'une gestion, mais ils n'ont qu'un impact limité, en particulier du fait de la nature **généralement informelle des usages** (Faysse et al., 2011).

CONCLUSION

Cette synthèse dresse un état des lieux partiel stratégies d'adaptations socio-économiques à la sécheresse. On note que les exemples tirés d'études, de modélisations, d'expérimentations ou encore de pratiques effectives ne sont pas à mettre sur le même plan. On a distingué les stratégies consistant à augmenter l'offre, de celles consistant à diminuer la consommation d'eau et enfin de celles consistant à repenser la gestion de l'eau de manière plus globale en intégrant tous les usages.

D'autres stratégies d'adaptations socio-économiques qui ne sont pas développées dans cette synthèse permettent une indemnisation de ces pertes dans certains cas de figures, sous la forme de contraction d'assurance, de développement de contrats avec la filière aval, de fond de compensation pour les calamités agricoles, de versement anticipé des aides européennes ou de report de trésorerie. Une autre catégorie d'adaptation, non des moindres, d'ordre agronomique, consistant à revoir le type de culture, s'orienter vers des

cultures plus résistantes et moins consommatrices, décaler le calendrier pour esquiver la sécheresse, passer à un mode extensif ou diversifier ses revenus, contribue également à s'affranchir en partie des risques liés à la sécheresse.

On a ensuite abordé quelques limites de ces stratégies. Ainsi, aussi diverses soient elles et bien qu'offrant un large panel de possibilités, ces stratégies ne permettent pas toujours de limiter les pertes économiques en conséquence.

L'abandon de l'irrigation et de l'agriculture qui y était liée traduit par la diminution des surfaces irriguées depuis 30 ans en PACA et qui s'amorce aussi dans d'autres régions subméditerranéennes, témoigne d'une limite à l'efficacité du contournement.

Il faut également souligner que ces stratégies sont inégalement accessibles aux agriculteurs.

On a vu qu'une grande partie des stratégies exposées s'adressent aux exploitations qui pratiquent l'irrigation. Les limites de ces stratégies sont donc à considérer. Leur efficacité face à un futur de raréfaction et de renforcement de la compétition autour de la ressource pose question.

La succession de 5 années humides suite aux années difficiles de 2003 à 2007 a fait retomber la prise de conscience suite à ces épisodes, ce qui rend paradoxalement le besoin de stratégies d'adaptation moins prégnant. L'oubli est malheureusement un trait typique de l'adaptation à la crise.

Les prochaines manifestations mondiales devraient soulever la problématique des stratégies socio-économiques d'adaptation à la sécheresse. Nous verrons alors en quoi les recommandations qui y seront délivrées différeront ou appuieront les préconisations formulées en 2006 par le groupe scientifique responsable de l'expertise sécheresse (INRA, 2006)⁴.

⁴ On les rappelle : « Sachant que les stratégies à long terme ont davantage d'impacts sur la minimisation des pertes, préconise :

- de favoriser la mise en place d'organisations d'irrigants ;
- de fonder les accords sur des bases techniques plus pertinentes comme support aux décisions politiques ou collectives ;
- de passer d'une action a posteriori à une action a priori ;
- de passer d'une action conjoncturelle d'ajustement (interdiction d'arroser) à une action structurelle : gestion volumétrique négociée sur des bases politiques et physiques

LISTE DES SIGLES

AIRMF Association des Irrigants des Régions Méditerranéennes Françaises

ASA Association syndicale autorisée

DREAL Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement

INRA Institut National de Recherche Agronomique

IDB Inter-American Development Bank

ONEMA Office National de l'Eau des Milieux Aquatiques et de la Pêche

PACA Provence-Alpes-Côte d'Azur

PNEEI Programme National d'Économie d'Eau en Irrigation

RIM Réseau d'Irrigants Méditerranéens

SOURSE Schéma d'orientations pour une utilisation raisonnée et solidaire de la ressource en eau

BIBLIOGRAPHIE

- Aakre S., Banaskaz I., Mechler R., Rübhelke D., Wreford A., Kalirai H., 2010. Financial adaptation to disaster risk in the European Union: identifying roles for the public sector. *Mitigation Adaptation Strategies Global Change*, 15, 721-736
- Amigues J.P., Debaeke P., Itier B., Lemaire G., Seguin B., Tardieu F., Thomas A. (éditeurs), 2006. *Sécheresse et agriculture : réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau*. Expertise scientifique collective, rapport, INRA (France), 380 pages + annexes
- Association des Irrigants des Régions Méditerranéennes Françaises, 2009. Synthèse de l'étude sur le poids économique, social et environnemental de l'irrigation dans les régions méditerranéennes françaises. Lattes, Association des Irrigants des Régions Méditerranéennes Françaises, 24 p.
- Balaghi R., Jlibene M., Tychon B., Mrabet R., 2007. Gestion du risque de sécheresse agricole au Maroc. *Sécheresse*, 18 (3), 169-176
- Berahmani A., Faysse N., Errahj M., Gafsi M., 2011. Chasing water: diverging farmer's strategies to cope with the groundwater crisis in the costal Chaouia region in Marrocco. 12 p.
- Bielza Diaz-Caneja M., Conte C.G., Gallego Pinilla F.J., Stroblmair J., Catenaro R., Dittmann C., 2009. *Risk management and agricultural insurance schemes in Europe*, Luxembourg, European Commission, 28 p. (JRC reference report)
- Biver C., 2002. *Quel avenir pour l'agriculture irriguée des pays tiers méditerranéens, suite aux accords euro-méditerranéens de libre-échange ?* Montpellier, AgroParisTech – ENGREF, 16 p. (Synthèse réalisée dans le cadre du mastère spécialisé gestion de l'eau)
- Bouarfa S., 2011. Chercheur au Cemagref – UMR GEAU. Interview le 23/11/2011
- Brunel L., 2012. *Exemple de gestion volumétrique d'une nappe en France : cas de la nappe de Beauce*. Montpellier, AgroParisTech – ENGREF, 24 p [Diffusé le 04/01/2012]
- Commission des Communautés Européennes, 2007. *Faire face aux problèmes de rareté de la ressource en eau et de sécheresse dans l'Union européenne*. Bruxelles, Commission des Communautés Européennes, 15 p. (Communication de la Commission au Parlement Européen et au Conseil)
- Delecre S., Moulin C.H., Tchakerian E., 2011. Solutions collectives d'adaptation aux aléas climatiques pour les élevages de la zone péri-méditerranéenne, *les Focus PSDR₃*. Régions Languedoc-Roussillon, Rhône-Alpes et Midi-Pyrénées, 12 p. (Projet PSDR)
- Demestihis C, Arragon P., Belhouchette H., 2011. *Le paradoxe crétois*. Montpellier, CIHEAM – IAMM, 36 min. (Film documentaire)
- Faysse N., Hartani T., Frija A., Marlet S., Tazekrit I., Zaïri C., Challouf A., 2011. Usages agricoles des eaux souterraines et initiatives de gestion au Maghreb : défis et opportunités pour un usage durable des aquifères. 24 p. (document de travail réalisé pour la banque africaine de développement)
- Direction générale de l'Énergie et du Climat, 2011. *Plan national d'adaptation de la France*

aux effets du changement climatique 2011-2015. Paris, Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement, 188 p.

Hugodot C., 2012. *ASA : Fonctionnement, enjeux et Perspectives*. Montpellier, AgroParisTech – ENGREF, 37 p [Diffusé le 05/01/2012]

Iglesias A., Garrote L., Flores F., Moneo M., 2006. Challenges to Manage the risk of water scarcity and climate change in the Mediterranean, *Water Resources Management*, 21, 5, 775 - 788

Iglesias A., Garrote L., Diz A., Schlickerider J., Martin-Carrasco F., 2011. Re-thinking water policy priorities in the Mediterranean region in view of climate change, *Environmental science and policy*, 14, 744-757

Imache A., 2011. Chercheur à LISODE. Interview le 29/10/2011

Imache A., Lambert C., Lanau S. et Troy B., 2011. Appui par la formation professionnelle pour les exploitations petites et moyennes en systèmes irrigués au Maghreb : l'expérience du projet RIM. Paris, Fondation pour l'agriculture et la ruralité dans le monde, 88 p. (Version provisoire)

Lafont C., 2011. Responsable eau à la chambre d'agriculture de l'Hérault. Entretien téléphonique le 28/11/2011

Molle B., 2005: Choix des matériels d'irrigation en fonction de leurs performances. Des adaptations possibles pour une meilleure maîtrise des arrosages. Colloque Eau et Agriculture durable, SIMA, Villepinte, France, 1 mars 2005. 7 p.

Morardet S., Mailhol JC., Vidal A., Garin P et Gleyses G., 1998. Sécheresse et demande en eau d'irrigation: éléments de réflexion. *Ingénieries*, 13, 15 – 28

Ostrom, Elinor, 2010, « A Behavioral Approach to the Rational Choice Theory of Collective Action: Presidential Address », American Political Science Association, 1997, dans *The American Political Science Review*, 92(1): 1-22. 1998.

Piton N., 2011. Chambre régionale d'agriculture de Provence-Alpes-Côte d'Azur. Entretien téléphonique le 15/12/2011

Ranvoisy M., 2001. *Rôle des associations d'irrigants au Maghreb (Maroc et Tunisie) dans le contexte de désengagement de l'Etat*. Synthèse réalisée dans le cadre du Mastère spécialisé gestion de l'eau, AgroParisTech-ENGREF, 20 p.

Reynaud A., 2008. Impacts économiques de la sécheresse sur l'agriculture, *INRA Sciences sociales*, 4-5, 1-4

Reynaud A., 2009. Adaptation à court et à long terme de l'agriculture au risque de sécheresse : une approche par couplage de modèles biophysiques et économiques. *Revue d'Études en Agriculture et Environnement*, 90 (2), 121-154

Rieu T. 2006, Water pricing for agriculture between cost recovery and water conservation : where do we stand in France ? in *Water and Agriculture : sustainability, markets and policies*, OECD & IWA publishing, Paris, France, 95-106 ISBN 92 64 02256 2.

Rieu T., 2012. Ressource en eau, agriculture et sécheresses en France. Montpellier, AgroParisTech – ENGREF, 12 p [Diffusé le 03/01/2012]

Ruf T., 2011. Directeur de recherche à l'IRD – UMR GRED. Interview le 02/12/2011

Simonet S., 2011. Adaptation au changement climatique dans le secteur de l'eau en Méditerranée : situation et perspectives. Valbonne, Plan Bleu, 67 p. (Les cahiers du plan bleu, 10)

SOGREAH, BCT, 2010. Assises régionales de l'eau : schéma d'orientations pour une utilisation raisonnée et solidaire de la ressource en eau. Marseille, SOGREAH, 18 p. (Note de synthèse du diagnostic)

SOGREAH, 2011. *SOURCE : déclaration de principes*. Marseille, SOGREAH, 1 p.

SupAgro Montpellier, 2008. Tensions sur les eaux de l'Angoustrine : analyse d'un conflit séculaire dans le Haut-Bassin du Sègre en Cerdagne Pyrénées Orientales - France. Montpellier, Lanau S., RufT., Valony MJ., 27 p. (stage collectif « gestion sociale de l'eau » 2008, rapport de synthèse)

GRILLE D'ENTRETIEN

Présentation du sujet de synthèse et du cadre du travail.

Demande de précisions sur les missions de l'organisme, les missions de l'interviewé.

Questions concernant directement la synthèse :

Quelles les stratégies d'adaptation socio-économiques à la sécheresse existe-il ?

Quels sont les partenaires impliqués ?

Quelles sont les conditions pour bénéficier de ces adaptations socio-économiques ?

Depuis quand existent-elles ?

Sont-elles effectivement mises en œuvre ?

Quelle est la part des agriculteurs concernés ?

Sont-elles vraiment adaptées ?

Prendent-elles en compte le changement climatique ?

TECHNICAL SYNTHESIS

**Coping with drought in the Mediterranean:
The socioeconomic strategies
in agriculture**

Ninon Sicard
sicard.ninon@gmail.com

March 2012



Key words: Drought, adaptation, strategies, agriculture, Mediterranean

Summary:

This synthesis addresses the subject of social-economic adaptation strategies which exist to tackle drought in agriculture in the Mediterranean area. It seeks to identify the principal strategies and the stakeholders involved. The limits of these strategies are also part of the subject.

Index

INDEX.....	1
PREAMBLE	2
INTRODUCTION	2
QUESTIONS	3
ADAPTATION STRATEGIES AGAINST DROUGHT: WHAT ARE WE TALKING ABOUT?.....	4
STRATEGIES: INDIVIDUAL, COLLECTIVE OR BOTH ?	4
LOCAL OR GLOBAL STRATEGIES?	4
INTER-ANNUAL SCALE STRATEGIES? INTRA-ANNUAL SCALE STRATEGIES? ANTE CRISIS? POST CRISIS?	5
WHAT KIND OF AGRICULTURE AND FARMS ARE TARGETED?	5
WHICH PART OF THE MEDITERRANEAN AREA?	6
SOME SOCIO-ECONOMIC STRATEGIES TO COPE WITH DROUGHT IN THE MEDITERRANEAN	6
THE STRATEGIES TO INCREASE WATER SUPPLY	6
<i>Increasing water supply to have available water at key development phases.....</i>	6
<i>Increasing the water supply: a widespread strategy.....</i>	7
<i>Solutions to raise the water supply.....</i>	7
THE STRATEGIES TO CONTROL WATER CONSUMPTION.....	8
<i>Strategies to regulate water demand.....</i>	8
<i>Strategies to save water</i>	10
LOCAL CONCERTED MANAGEMENT STRATEGIES TO SHARE THE RESOURCE	11
<i>The interest of such approaches</i>	11
<i>Examples of these strategies</i>	11
THE LIMITS OF THESE STRATEGIES AND WHAT COULD BE BEARDED IN MIND TO DEVELOP STRATEGIES FOR THE FUTURE	12
STRATEGIES WHICH ARE SOMETIMES DIFFICULT TO IMPLEMENT.....	12
<i>Difficulties related to collective management.....</i>	12
<i>Obstacle to justify the implementation of strategies to increase supply.....</i>	12
<i>Disincentives to the implementation of water saving.....</i>	12
SUSTAINABILITY STRATEGY?	13
CONCLUSION	13
BIBLIOGRAPHY	15

Preamble

This synthesis is mainly based on interviews (cf the bibliography and the interview form). The lack of data in this field can be explained by the following reasons:

Interviews represent the most important references / source of information for this synthesis (see the bibliography and the interview form). Not much literature is available in this field which can be explained by the following reasons:

- its multi disciplinary character as an interface of varied fields;
- its strong political dimension and the important stakes it raises, which could lead to natural censorship;
- the subjectivity caused by the choice of the interviews (the persons questioned, the limited sample representativeness....)

These remarks points out the lack of information and the need to discover it.

This synthesis initially focuses on four states of the Mediterranean area (France, Morocco, Algeria and Spain), but references are not homogenously shared between these four states (only a few examples on Spain have been found due to the difficulty to communicate with some specialists of this field within the given time).

post-crisis Strategies such as insurance mechanisms were not developed for deadline reasons but also because of their relative relevancy in the Mediterranean. Indeed, only a few cultures are eligible for such help and even when they are, only a few farmers subscribe. Moreover, the current mood is to consider the actions a priori rather than a posteriori.

Introduction

The recent repetition of drought events, such as the ones which occurred in 2003, 2004, 2005 and 2007, combined with climate change forecasts (lower rainfall and higher temperature) have lead to doubts concerning the agricultural adaptation capacity (Inra, 2006). "The question is not any more whether the agriculture will adapt but rather how it will" (Reynaud, 2009).

One of the most relevant characteristics of the Mediterranean area is the temporal and spatial irregularity of its water resources (Simonet, 2011). The summer water scarcity corresponds to the highest water demand of plants.

Drought has several definitions. Fattoum Lakhadari (the Director of the Scientific and Technical research center on arid regions) communicated this at the workshop entitled "Drought analysis and adaptation strategies" (November 2010):

"Drought is a mayor natural risk (meteorological anomaly) which results from a rainfall deficit that has the following consequences:

- climatic (higher temperature, wind and potential evapotranspiration);
- hydrologic (lower runoff, river and the drying-up of lakes, reaching water catchment areas, lower groundwater levels);
- edaphic (soil desiccation and higher salinity rate);
- agronomic (cultures drying-up until loss particularly for rainfed agriculture)"

We have to distinguish the drought as an exceptional event but which occurrence can go up from the structural water scarcity the Mediterranean region is facing (Inra, 2006). The word "anomaly" relieves the relevancy paradox of what we call "drought" in the Mediterranean, region where the inadequacy between water availability and plants highest demand is an intrinsic climate parameter.

Mediterranean countries have a long tradition of managing unforeseen turn of events and scarcity. This is shown by the continual worry to optimize resources and to adapt the activities to the climatic constraints (Simonet, 2011). However, it does not mean that they can avoid the negative aspects of these events. Agriculture is the most affected economical sector by drought. In 2003, French losses reached 590 million Euros; In Spain and Portugal, the losses reached 519 million against only 32 million for the industry sector and 260 million for the energy sector (Reynaud, 2008). In France, drought is the most fearsome climatic risk for the milk farmers (Le Foch, 2011).

The Mediterranean has already developed adaptation strategies to deal with drought which can be a source of interesting experiences. Considering these adaptation strategies is relevant in a context of agricultural crisis. Moreover, it is useful to assess these strategies in a context of demands and pressures on water resource. The Mediterranean region is undergoing rapid social and environmental changes which are crucial to take into account (Iglesias et al., 2006).

We can notice that the definition of drought as a natural event is limited.

According to the collective scientific expertise called “drought and agriculture” realized by the INRA and commissioned by the French minister of Agriculture and Fishing (2006), strategies can be classified into three main categories of adaptation:

- genetic improvement;
- agronomic
- socio-economic

The socio-economic strategies can again be divided into several types, such as:

- socioeconomic adaptation at the farm scale;
- insurance mechanism against drought;
- collective adaptation (payments for ecosystemic services, water transfers exchanges, ...);
- economical tools in the framework of water policy.
-

Questions

What are the socio-economic adaptation strategies against drought in agriculture in the Mediterranean area?

How are they implemented?

Several factors characterize these strategies. Consequently, we are going to expose first how we have to consider them. Then, we will detail what are the strategies that already exist in the Mediterranean. In the last part, we will analyze the limits of these current strategies to point out the improvement possibilities for the future.

Adaptation strategies against drought: what are we talking about?

These strategies are various and strongly depend on watershed characteristics, geography (mountains, or deltas, costal areas or valleys), the country (water policy), the type of agriculture, etc. They can also aim at short-term goals (intra-yearly scale) or long-term goals (inter-yearly). They can be either individual or collective or a combination of both. For instance, we know that the impact of an exceptional climatic event on the farm economy is felt differently depending on how big is the part of what the farmers earns and whether their level of equipment allow them to bring the water available at the most appropriate time for the plant development (Morardet et al., 1998).

Strategies: Individual, collective or both ?

Individual strategies are developed at the farm scale and can be:

- the modification of production technics;
- the change of cultural systems;
- the development of equipment for better water efficiency;
- the risk covering by the insurance system;
- the water saving implementation.

The collective strategies consist more in:

- the search of new water supply sources ;
- transfers of water between regions and uses;
- rules evolution to take water;
- the improvement search of collective water supply network;
- field reorganization;
- governance modification leading the stakeholders to adopt collective saving strategies (irrigators associations, the local water Commission).

Local or global strategies?

We can also distinguish global adaptation strategies communicated at the European or national level from local strategies that are regional, departmental or at a watershed scale. The implementation question of such strategies implies that we wonder whether these strategies are efficient. We can assume that national strategies will not be applied if they are not accompanied by local measures or disposals to favour their implementation by farmers but also by council organisations and local authorities (Unsuitable measures which cover only a specific kind of agriculture, or immature local disposals...).

Inter-annual scale strategies? Intra-annual scale strategies? Ante crisis? Post crisis?

Timing	Ex ante			Ex post
Type	Prevention	Preparedness	Risk financing	Managing the impacts
Effect	Reduces risk	Reduces risk	Transfers risk (reduces variability)	Reducing the impacts (relief) and rebuilding the losses (reconstruction)
Key options	Physical and structural mitigation works (e.g. irrigation, embankments)	Early warning systems, communication systems	Risk transfer (by means of (re-) insurance) for public infra-structure and private assets, microinsurance	Providing relief to the affected and compensating losses
	Land-use planning and building codes	Contingency planning, networks for emergency response	Alternative risk transfer	Supporting recovery
	Economic incentives for proactive risk management	Shelter facilities, evacuation plans	National and local reserve funds	Rebuilding housing and infrastructure

Source: Inter-American Development Bank (IDB) 2000 in Aakre et al., 2009

At the farm scale, the actions which can be applied by a farmer facing drought are:

- To modify the rotations by taking account of the most profitable productions, if the drought can be anticipated or announced on time (Inra, 2006). At a multi-annual scale, both choice of cultural systems and irrigation technologies can be modified by the farmer to attenuate the impact of drought (Reynaud, 2008).
- When the rotations are already fixed, it is then possible to modify the variable inputs and/or the equipment modality (Inra, 2006). At the intra-annual scale, the choice of cultural systems and irrigation technologies are already done. Thus, only variable factors (including water) can be adapted depending on the knowledge of climatic risk and farmer anticipations (Reynaud, 2008).

Thanks to the combination of an agro-economical model –which is called -Stics- Inra research results show that for one cultural system, the adaptation capacities against drought (via the choice of the irrigation system) seem to be limited and that the economical cost can be high. For instance, if the risk of a dry year is multiplied by two, the farmer will lose 11,78% of his objective. In the long term, the economical simulation results suggest quite a different situation. Actually, the adaptation can in this case limit substantially the private cost for the farmer. If reallocations of areas between cultural systems are possible, the loss resulting from the doubling risk of a dry year is reduced by two (6,08% compared to 11,78%). This last possibility, combined with intra-annual irrigation strategy adjustments reduces strongly the impact of higher drought risk on the farmer's income (Reynaud, 2008).

We can underline that this is only based on models.

What kind of agriculture and farms are targeted?

These two questions are relevant when we consider drought as a combination of random selection and vulnerability. Drought results from the **mix of cumulated rainfall deficit, climate conditions, and environment characteristics**. That is the case for both rainfed and irrigated agricultures.

Concerning **edaphic drought**, it consists in the mix of the vegetation season rainfall and the amount of water available in the soil at the field scale. The type of drought affects the rainfed and irrigated agriculture and breeding.

Concerning **hydrologic drought**, it consists in the mix of winter and autumn rainfall and in the water storage capacity at the watershed scale (groundwater or artificial resources). The type of drought mainly affects the irrigators but also the other users of water resources (Inra, 2006).

consequences of Drought depend on the resilience of the farm. Indeed, first of all, adaptation capacities of agronomic cultures to water scarcity are variable. Secondly, the permanent cultures (like fruit trees or vineyards) cannot benefit from some anticipative adaptations such as the modification of the assolment.

Whatever the culture is, we should point out the difference between irrigated and dry systems, for which breeding space is particularly reduced.

Actually, according to Balaghi et al (2007), we should differentiate:

- The irrigated systems, where the point is to save water by both reducing water losses and improving the water use efficiency;
- The pasture and forest areas, where the strategy is to benefit from the water currently lost through the evapotranspiration process by developing pasture and fruit trees ecosystems;
- The rainfed systems where the strategy is to strengthen the productivity through water saving techniques which consist in the improvement of the collect, storage, and use at the farm scale.

Which part of the Mediterranean area?

85% of the entire Mediterranean basin renewable resources, that is to say 600 km³, are concentrated in Turkey and in northern Mediterranean countries. On the contrary, the South and East of the Mediterranean have for some of them less than 500 m³ per capita per year, which corresponds to a situation of "absolute scarcity", as it is the case for Algeria, Tunisia, Lybia, Israel, Gaza and Malta (Comeau in 2005 Simonet, 2011).

Some socio-economic strategies to cope with drought in the Mediterranean

The strategies to increase water supply

Increasing water supply to have available water at key development phases

In the Mediterranean, increasing the water supply consists mainly to overcome the difficulty of the **water availability temporal irregularity**. This can be done by making the water available at the very time when the plants really need it. These critical periods of time depend on the development phase of the plant. The reproductive period – which corresponds to the lowest water stress tolerance period - is in general the most sensible. For most of the plants, this happens in summer, which often matches with the lowest water flow in the rivers and with no or very low rainfall. Having a water reserve, like surface water (reservoir or dam), or groundwater, and irrigating (punctually or not), constitute a **workaround strategy** to avoid harvest losses (because of lower yields or lower quality).

Increasing the water supply: a widespread strategy

This solution is often used in the Mediterranean. Huge investment have been made for this purpose. This strategy particularly targets **irrigated agriculture** and mainly represents the **collective adaptations** although the development of individual drilling is also widespread. The government has played –and is still playing- an important role by financing such heavy work which could not be financed by one or a few farmers. However, this role is less predominant since the noticeable government disengagement for the agricultural development in the Mediterranean southern countries. For example, in Tunisia, the irrigation represented 40% of the total amount allocated to agriculture between 1968 and 1990 (Ribet, 2000). In addition, the water used to irrigate reaches 80% of the water used by the southern countries whereas irrigated agriculture produces only between 5 and 17% of PIB (Ribet, 2000). This indicates the strong political framework of this strategy.

Solutions to raise the water supply

- *Solutions for irrigated agriculture*

According to Balaghi et al. (2007), three types of actions can be undertaken to raise water supply:

- The construction of storage infrastructure

In Morocco, the storage capacity of dams has increased from 1.8 million cubic meter in 1956 to 14.7 million cubic meters today. The beneficiaries of such infrastructure are the big irrigated perimeters. Despite this large investment, the maintenance of the storage capacity and the use of the storage water could be improved. In France, the system “Durance-Verdon”, with an average of 15 dams (and the well-known Serre-Ponçon) is one of the most emblematic examples.

- The dam life length extension by limiting erosion from the watershed and improving the maintenance of the dam

Limiting the erosion is nowadays contained in France thanks to the work called “restoration of mountains areas” (Restauration des terrains en montagne RTM), through forestation in the south of the Alps and the Pyrenees. The renewing of these plantations is controversial because of harvesting difficulties and solid transport deficit in the rivers. The problem of limiting erosion is however more apparent in the southern Mediterranean countries. The advantage of vegetation protection has to be balanced with the water consumption of this vegetation.

- The redistribution of water to areas where water is needed, the optimization of the water cover and of the transfers

It concerns mainly the realization of water transfer structure. In the Provence, the Durance-Verdon system allows to bring water from the Alps where water is abundant to the coast, where it is limited. Similarly, the channel of the Bas Rhône-Languedoc bringing water from the Rhone to Montpellier has contributed to secure the water supply of the two Mediterranean regions since the 60s. The extension of this channel to connect water of the rivers Orb, Hérault and Rhone through links “Val d’Hérault” and “Biterrois” for example, by the project Aquadomia illustrates the relevance of this type of strategy.

The Maghreb (Algeria and Morocco), these projects are also an issue in even greater proportions, and are supported by the National Agricultural Development Plan launched by the Algerian State or in Morocco with the Green Morocco Plan which aimed to make agriculture the main growth driver for the next ten to fifteen years (Imache et al., 2011).

According to the collective scientific expertise carried out by INRA (2006), two other options can be considered in order **to increase the available resources**:

- an increased destocking from hydroelectricity

The dam of Serre-Ponçon is an example of switching into a more integrated approach and intersectoral uses. In addition to the usual uses, 200 million m³ are factiously available in Serre-Ponçon in the case of drought. In normal situation, the water taken to irrigate does not exceed the natural flow, this reserve is not mobilized. In 2007, for the first time, the lower Durance has used up the 200 million m³ stored and had to purchase 2 million m³ from EDF. The 2 million m³ were more expensive than the usual price to compensate the loss of electricity production. In this case, local authorities have financed 90% of the additional volume purchased but have emphasized the exceptional feature of this aid (Piton, 2011).

- a higher mobilisation of groundwater resources

The use of groundwater resources is less common in the South of France that supply from surface water. 66% of irrigated areas in the basin Rhone Mediterranean Corsica are through collective networks of surface water, compared to 25% in the North of France (General Agricultural Inquiry, 2000 in Rieu, 2011). In recent years, democratisation of pump technology has participated to the development of drilling in the underground water. This strategy represents more individual practises such as collective ones. Individual wells development in North Africa has been seen a lot in many medium and small irrigated systems. These new waters taken are not controlled in most cases (Imache, 2011).

These practices also exist in France and are not much more regulated. However, we estimate (without any data) that the quantity of water mobilized is significant. As a consequence, the risk of overexploitation of groundwater and seawater intrusion in coastal aquifers has to be taken into account.

• *Solutions in rainfed agriculture*

Balaghi et al. (2007) also identifies improved storage of rain water as one of the main adaptation strategy against drought in rainfed agriculture. He exposes this strategie into five-points that can be complementary, at the farm scale:

- The collection of water in ponds during the rainy season;
- The redirection of flood waters to the field to improve the storage at the ground level;
- The reducing of runoff on slopes by terracing, soil tillage across the slope;
- Early sowing;
- Improvements in the rate of organic matter in the soil to increase its capacity to retain water.

The strategies to control water consumption

Strategies for increasing supply are numerous and widely used in the Mediterranean. They secure the water supply of areas that benefit from this water. However, even secured areas may be exposed to drought, as the amount of water stored is finite. In the Mediterranean, other strategies are also implemented which aimed at reducing the amount of water consumed, to limit its scarcity and be used more appropriately in case of drought, We can find these strategies under two types:

- Strategies to control the demand;
- And strategies to save water.

Strategies to regulate water demand

- *Strategies coming from water policy*

Pricing systems, when properly designed, can avoid excessive use of water resources and encourage saving. The pricing of water proportionally to the quantity consumed was found only in some regions of France on perimeters managed by associations of irrigants

(Associations syndicales autorisées (ASA)) for example, and in certain regions of Morocco, Tunisia and Spain. The establishment of rates requires counting systems to estimate the volumes consumed. In case of drought, the pricing does not guarantee that the volumes paid by the farmer will be actually received. This is sometimes the case in North Africa (Imache, 2011). However quotas provided by the manager are evaluated to minimize the risk of supply failure. Markets for water rights are also a feasible tool in some countries. They consist in the definition of a system of private property rights over the resource. However, markets are rarely implemented due to difficulties of implementation (INRA, 2006). On the contrary, quotas are very common. The contribution of these tools as coping strategies against drought is deeply developed in the collective expertise called "drought and agriculture" realised by the INRA (2006).

- *Strategies of control at local scale*

Example of the Durance self-regulation:

- Anticipatory strategy:

From May to June, the Executive Commission of the Durance (ECD) evaluates early the risk of drought for the following summer and fall. If the situation is disturbing, the irrigators Associations preventively restrict themselves to avoid water shortages in the dry season (Piton, 2011). This is an informal mechanism even if it operates through an institution (the ECD), which represents farmers and acts as an interlocutor with other stakeholders.

- During the crisis

In case of drought, when the resource runs out on the tributaries of the Durance or canals, irrigation turns are established with a schedule indicating when to irrigate. Farmers also negotiate arrangements with each other, and can let more water to those who need it most (Piton, 2011). This fact refers to the work of Elinor Ostrom who identifies the establishment of social norms and institutional arrangements in many cases of water resource management.

The tradition of collective management in the Mediterranean area contributes to the smooth functioning of such strategies. In the Provence-Alpes-Cote d'Azur, this is the case for 90% of the channels (Piton, 2011). There are many forms of informal regulation in the Maghreb where the tradition in oasis has left marks in the current management (Ruf, 2011).

In the Hérault department, the ASA of Gignac is an exemplary case of downstream water management on water derived from the Hérault River, that is to say driven by the needs of irrigators. Indeed, the channel equipment with sensors have achieved significant water savings (compared to the previous method of upstream management) thanks to regulation based on the information sent by the sensors (Hugodot, 2012).

In addition, the ASA plans to develop a model that integrates agro-climatic data and the information about water availability in the Herault river to better manage and anticipate drought by early irrigation for instance. This would bring all partners together and allow publishing a recommendation sheet to the farmers (Hugodot, 2012).

- *Unconscious individual regulation strategies?*

At the individual level, we see that in a context of water shortage, the farmer seems to better manage the water supply. Indeed the ratio of actual intake / evapotranspiration theoretical maximum needs (ETM) reaches 1 to 1.2 during wet years compared to dry years (where this ratio reaches 0.6 to 0.7) for corn in Adour-Garonne (according to a survey with farmers, a collection of opinions of local experts and literature review conducted during work for the water Agency Adour-Garonne) (Morardet et al., 1998). Despite the fact that it is interesting, we can still wonder if this result may be interpreted as an individual regulation and not as a

consequence of the variation of evapotranspiration theoretical maximum needs.

Strategies to save water

- *Strategies in Irrigated agriculture*

According to Balaghi et al., 2007, water-saving strategies that would better help to cope with drought are:

- The promotion of localised irrigation systems

Currently, 62% of the irrigated areas of the world are equipped with gravity irrigation systems, which are not water efficient. Localised irrigation systems such as sprinkler or drip irrigation represent only 6.7% of the irrigation systems even though they are two and four times more efficient than surface irrigation systems.

The National Program for Saving Water in Irrigation (PNEEI) in Morocco aims to convert to drip 550.000 hectares of irrigated area and allows it to reach 48% of irrigated areas compared to 14.5% today. Conversions to drip target both large, small and medium irrigated perimeters and private irrigation. It can be conducted by a group of farmers with collective water ponds or through individual investment for a water storage basin from the water network. For this conversion, the government has introduced subsidies reaching from 80 to 100% of the amount invested in 2010 (Imache et al., 2011).

- Rational water management at regional level

Water can be better used if provided at the right time. Savings around 50% of the volume of water withdrawn could be achieved through a more efficient management of dams (Balaghi et al, 2007). The author is unfortunately not more specific about the management of dams. Among other things, he might mean the optimal management of water release depending on the users (as the management committee of the Côteaux of Gascogne (CACG) does).

- Introduction of efficient cropping systems

- Improving the efficiency of water transport and water use in the transport between the water source (dam, river) and the plot

In the PACA region, 70 to 80% (estimation) of volumes diverted into gravity canals return to the environment (infiltration into groundwater, discharge of surplus to streams) (SOGREAH et al., 2010).

In the Hérault department, the ASA of Gignac is planning a modernization project of the canal to reduce leaks and to put the water network under pressure. The advantages would be:

- Sampling on demand, with continuous flow;
- Best agronomic potential: possibility of drip and better control of inputs;
- Water saving up to 9500 m³ / ha.

The modernization would be subsidized up to 80% by the Rhone Mediterranean Corsica Water Agency (Hugodot, 2012).

- *Strategies in rainfed agriculture*

- Efficient use of water

This efficient use of water is seen more as an agronomic strategy such as the reduction of bare surfaces with a vegetative cover that transforms rainwater into biomass such as under sowing and the use of low water consumption varieties (Balaghi et al, 2007).

Local concerted management strategies to share the resource

The interest of such approaches

In case of drought, water scarcity highlights competition problems for the resource which can lead to conflict between water users. The tighter legislation concerning instream flows accentuates the need to consider all the actors and their need to collectively rethink the intakes under new regulatory requirements, demographic and climate change. In this new context, the revision of water rights and the setup of concerted intakes seem to be essential to reach a resource repartition that meets the needs and the preservation of aquatic ecosystems. The case of the River Angoustrine (SupAgro Montpellier, 2008) shows that governance issues are addressed when conflicts raise the question of water management and the historical organization. This example illustrates the need to expand water management to avoid incoherence or conflicts where water stakeholders, agriculture and environment council, irrigation associations and local authorities confront each other.

Examples of these strategies

- *The example program SOURCE in PACA*

Through the State - Region Contract Project (2007/2013), the region PACA aims at designing a regional plan for water resources by means of optimal management of natural resources, prevention and risk management. This scheme called "guideline scheme for wise and united use of the water resource (SOURCE) should allow a consensus to promote the most appropriate responses to ensure sustainable access to water for all in PACA (SOGREAH et al., 2010). To meet the challenges of long-term water access and build a comprehensive and united policy, this approach relies on a partnership with the State, the DREAL and the Water Agency with the assistance of the canal de Provence and technical support from SOGREAH. This approach is structured into three steps: diagnosis shared completed in 2010, proposals for policy directions in 2011 and the formalization of the Scheme. It is to mention that this is a study and that good practices are not yet guaranteed.

- *The example of volumetric water management in France*

The groundwater of the Beauce was the first French area to set up volumetric management. This exists also in the Southwest, but rather under volume quotas (Neste, CACG). The stake was to evaluate the susceptibility of farms to water restrictions depending on the type of farm concerned (Brunel, 2012). Possible adaptations to restrictions were outlined by the investigations:

- Reduction of irrigation on crops;
- And changes in land use.

The choice of strategy depends mainly on the soil type. For deep soils, the flexibility is greater, whereas it is more difficult to take risks on superficial soils.

Assessing the economic impact of the adaptation of farms to water restrictions took place through participatory workshops with farmers so as to:

- Assess the gain losses related to restrictions on crop irrigation;
- Assess the gain losses related to changes in cropping patterns;
- Identify the decision rules;
- Identify the industry threatened by the abandonment of certain crops.

Simulation results have shown the **importance of anticipating the impacts of drought**. Indeed, stringent conditions, to early change cropping patterns could reduce economic losses. This highlights the role played by observation systems and monitoring, and dissemination of specialized advice to farmers.

Farmers fear cuts in water during irrigation campaigns, more than low fixed up volumes

bargained before the campaign. The current bargaining addresses the issue.

THE LIMITS OF THESE STRATEGIES AND WHAT COULD BE BEARDED IN MIND TO DEVELOP STRATEGIES FOR THE FUTURE

STRATEGIES WHICH ARE SOMETIMES DIFFICULT TO IMPLEMENT

Difficulties related to collective management

Collective management of water as a drought adaptation has great advantages. However, its implementation is not always easy. In Crete, for example, farmers show a reluctance to manage water resources in a collective way because of earlier problems of widespread corruption in the agricultural collective management structures (Demestihis et al., 2011).

It may also be a source of conflict over use, particularly in peri-urban areas.

In a paper on the role of water user associations in Morocco and Tunisia, Ranvoisy (2001) addresses the issue of the implementation of participatory irrigation management. From a financial point of view, it emphasizes the great difficulty to cover the costs of the total operating costs and routine maintenance. The rising price of water to overcome this difficulty may encourage farmers to equip themselves with private wells. From a technical perspective, a lack of routine maintenance and the need to promote the development of corrective maintenance are reported. From an organizational point of view, the water user associations face the challenge of internal democracy in order to avoid the risk posed by the misuse of power by a group of actors

Obstacle to justify the implementation of strategies to increase supply

In France, the government announced an investment policy for the development of dams as a generic solution. However, these deductions are not acceptable from an environmental standpoint or a financial standpoint.

Disincentives to the implementation of water saving

In Algeria for example, the conversion to drip irrigation remains a challenge for small and medium farms, which must collect the balance of, funding, assemble the project, adapt their farming systems, even with state support in the part of PNEEI. The economic risk is high and the conversion may involve a reorganization of water management through collective projects in particular. But these farms receive little information and training on conversion at the technical, financial and organizational level (Imache et al., 2011). Facing this difficulty, the ongoing reform of agricultural advisory promoted in 2011 as part of the Green Morocco Plan could fill these gaps (Imache et al., 2011).

Applied research programs such as the pilot RIM: Network Irrigators Mediterranean to Morocco and Algeria, led by the FARM Foundation and scientific and technical partners, has achieved professional training on water conservation. This approach, linking the action and development, has helped in strengthening the innovation capacity of small farmer-irrigators for collecting water from coming in direct support of their plans for drip irrigation (Imache et al., 2011).

In France, there are many difficulties in making farmers eligible for state aid for conversion to drip irrigation as long as they are not within a recognized category. The team Canal Gignac took three years to follow this process (Hugodot, 2012).

In Crete, they condemn the contradiction between European aid given to efficient and cost less water saving irrigation tools and lack of government commitment beyond these aids to implement them locally. Surfaces have been equipped with drip or sprinkler systems without access to water through facilities to store water having been facilitated (Demestihis et al, 2011).

SUSTAINABILITY STRATEGY?

Since the sixties, to increase the water supply was the main strategy used. It has solved many problems (but also created others, including environmental ones), and allowed the development of the agriculture in France and Maghreb. However, these strategies have contributed partly to mask the reality of scarcity (at least for farmers who are in secured area), which does not encourage water conservation efforts for instance.

The limits of these type of strategies could also be stressed at the Aquadomitia debate. When it's about groundwater, strategies that increase the water supply can lead to serious problems of resource overexploitation and cause the formation of a salt water intrusion as it is already the case in Morocco. The abundance of water in areas where it is not natural, can lead to waste. Moreover, less effort is done to develop alternatives for those who have not benefited from these strategies.

In Maghreb, state policies may overcome the injustices between those who can afford to continue to have a strategy that increases the supply and those who are forced to adapt to water scarcity. Legal frameworks can establish a background of management, but they have a limited impact, especially because of the fact that the uses are generally informal (Faysse et al., 2011).

CONCLUSION

This synthesis provides a part of an inventory about socioeconomic adaptation strategies against drought. We can underline that real examples, modeling, trials or actual practices are not to considered the same way.

We distinguished the strategies of increasing supply, with those which consist in reducing the water consumption and finally those which lead to think of water management at a more global level by integrating all water uses.

Other socio-economic strategies are not developed in this review, but provide compensation for these losses caused by drought, like insurances, the development of contracts with the industry, funds for agricultural disasters, anticipated European aid or deferred cash. Another last but not least category of adaptation, the agronomic one, consist in adapting the crop type, move towards more resilient crops or that consume less water, shift the farms' calendar to avoid drought, switch to extensive farming or diversify of the farms' incomes, also helps to avoid a part of the risks linked to drought.

We then discussed some limitations of these strategies. Despite their diversity and the wide panel of possibilities they offer, these strategies do not always limit the economic losses.

The abandonment of irrigation and agriculture lead to the decrease of the irrigated areas since 30 years in PACA. This phenomenon begins in other sub-Mediterranean regions, that indicates a limit to the strategy effectiveness.

Note also that these strategies are unequally accessible to farmers.

We have seen that a lot of the strategies outlined are aimed at irrigated systems. The limitations of these strategies are being considered. Their effectiveness against future scarcity and increased competition over the resource, raises questions. The succession of five following wet years after the difficult period from 2003 to 2007 has cut awareness down after these episodes, which paradoxically makes the need for adaptation strategies less present. Forgetfulness is unfortunately a typical feature of adaptation to crisis.

The upcoming global events should raise the issue of socio-economic strategies of adaptation to drought. We shall then see how its recommendations that will be issued differ or support from the recommendations made in 2006 by the scientist expertise on drought.

Bibliography

- Aakre S., Banaskaz I., Mechler R., Rübhelke D., Wreford A., Kalirai H., 2010. Financial adaptation to disaster risk in the European Union: identifying roles for the public sector. *Mitigation Adaptation Strategies Global Change*, 15, 721-736
- Amigues J.P., Debaeke P., Itier B., Lemaire G., Seguin B., Tardieu F., Thomas A. (éditeurs), 2006. *Sécheresse et agriculture : réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau*. Expertise scientifique collective, rapport, INRA (France), 380 pages + annexes
- Association des Irrigants des Régions Méditerranéennes Françaises, 2009. Synthèse de l'étude sur le poids économique, social et environnemental de l'irrigation dans les régions méditerranéennes françaises. Lattes, Association des Irrigants des Régions Méditerranéennes Françaises, 24 p.
- Balaghi R., Jlibene M., Tychon B., Mrabet R., 2007. Gestion du risque de sécheresse agricole au Maroc. *Sécheresse*, 18 (3), 169-176
- Berahmani A., Faysse N., Errahj M., Gafsi M., 2011. Chasing water: diverging farmer's strategies to cope with the groundwater crisis in the costal Chaouia region in Marroco. 12 p.
- Bielza Diaz-Caneja M., Conte C.G., Gallego Pinilla F.J., Stroblmair J., Catenaro R., Dittmann C., 2009. *Risk management and agricultural insurance schemes in Europe*, Luxembourg, European Commission, 28 p. (JRC reference report)
- Biver C., 2002. *Quel avenir pour l'agriculture irriguée des pays tiers méditerranéens, suite aux accords euro-méditerranéens de libre-échange ?* Montpellier, AgroParisTech – ENGREF, 16 p. (Synthèse réalisée dans le cadre du mastère spécialisé gestion de l'eau)
- Bouarfa S., 2011. Chercheur au Cemagref – UMR GEAU. Interview le 23/11/2011
- Brunel L., 2012. *Exemple de gestion volumétrique d'une nappe en France : cas de la nappe de Beauce*. Montpellier, AgroParisTech – ENGREF, 24 p [Diffusé le 04/01/2012]
- Commission des Communautés Européennes, 2007. *Faire face aux problèmes de rareté de la ressource en eau et de sécheresse dans l'Union européenne*. Bruxelles, Commission des Communautés Européennes, 15 p. (Communication de la Commission au Parlement Européen et au Conseil)
- Delecre S., Moulin C.H., Tchakerian E., 2011. Solutions collectives d'adaptation aux aléas climatiques pour les élevages de la zone péri-méditerranéenne, *les Focus PSDR₃*. Régions Languedoc-Roussillon, Rhône-Alpes et Midi-Pyrénées, 12 p. (Projet PSDR)
- Demestihis C, Arragon P., Belhouchette H., 2011. *Le paradoxe crétois*. Montpellier, CIHEAM – IAMM, 36 min. (Film documentaire)
- Faysse N., Hartani T., Frija A., Marlet S., Tazekrit I., Zaïri C., Challouf A., 2011. Usages agricoles des eaux souterraines et initiatives de gestion au Maghreb : défis et opportunités pour un usage durable des aquifères. 24 p. (document de travail réalisé pour la banque africaine de développement)

Direction générale de l'Énergie et du Climat, 2011. *Plan national d'adaptation de la France aux effets du changement climatique 2011-2015*. Paris, Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement, 188 p.

Hugodot C., 2012. *ASA : Fonctionnement, enjeux et Perspectives*. Montpellier, AgroParisTech – ENGREF, 37 p [Diffusé le 05/01/2012]

Iglesias A., Garrote L., Flores F., Moneo M., 2006. Challenges to Manage the risk of water scarcity and climate change in the Mediterranean, *Water Resources Management*, 21, 5, 775 - 788

Iglesias A., Garrote L., Diz A., Schlickerider J., Martin-Carrasco F., 2011. Re-thinking water policy priorities in the Mediterranean region in view of climate change, *Environmental science and policy*, 14, 744-757

Imache A., 2011. Chercheur à LISODE. Interview le 29/10/2011

Imache A., Lambert C., Lanau S. et Troy B., 2011. Appui par la formation professionnelle pour les exploitations petites et moyennes en systèmes irrigués au Maghreb : l'expérience du projet RIM. Paris, Fondation pour l'agriculture et la ruralité dans le monde, 88 p. (Version provisoire)

Lafont C., 2011. Responsable eau à la chambre d'agriculture de l'Hérault. Entretien téléphonique le 28/11/2011

Molle B., 2005: Choix des matériels d'irrigation en fonction de leurs performances. Des adaptations possibles pour une meilleure maîtrise des arrosages. Colloque Eau et Agriculture durable, SIMA, Villepinte, France, 1 mars 2005. 7 p.

Morardet S., Mailhol JC., Vidal A., Garin P et Gleyses G., 1998. Sécheresse et demande en eau d'irrigation: éléments de réflexion. *Ingénieries*, 13, 15 – 28

Ostrom, Elinor, 2010, « A Behavioral Approach to the Rational Choice Theory of Collective Action: Presidential Address », American Political Science Association, 1997, dans *The American Political Science Review*, 92(1): 1-22. 1998.

Piton N., 2011. Chambre régionale d'agriculture de Provence-Alpes-Côte d'Azur. Entretien téléphonique le 15/12/2011

Ranvoisy M., 2001. *Rôle des associations d'irrigants au Maghreb (Maroc et Tunisie) dans le contexte de désengagement de l'Etat*. Synthèse réalisée dans le cadre du Mastère spécialisé gestion de l'eau, AgroParisTech-ENGREF, 20 p.

Reynaud A., 2008. Impacts économiques de la sécheresse sur l'agriculture, *INRA Sciences sociales*, 4-5, 1-4

Reynaud A., 2009. Adaptation à court et à long terme de l'agriculture au risque de sécheresse : une approche par couplage de modèles biophysiques et économiques. *Revue d'Études en Agriculture et Environnement*, 90 (2), 121-154

Rieu T. 2006, Water pricing for agriculture between cost recovery and water conservation : where do we stand in France ? in *Water and Agriculture : sustainability, markets and policies*, OECD & IWA publishing, Paris, France, 95-106 ISBN 92 64 02256 2.

Rieu T., 2012. Ressource en eau, agriculture et sécheresses en France. Montpellier, AgroParisTech – ENGREF, 12 p [Diffusé le 03/01/2012]

Ruf T., 2011. Directeur de recherche à l'IRD – UMR GRED. Interview le 02/12/2011

Simonet S., 2011. Adaptation au changement climatique dans le secteur de l'eau en Méditerranée : situation et perspectives. Valbonne, Plan Bleu, 67 p. (Les cahiers du plan bleu, 10)

SOGREAH, BCT, 2010. Assises régionales de l'eau : schéma d'orientations pour une utilisation raisonnée et solidaire de la ressource en eau. Marseille, SOGREAH, 18 p. (Note de synthèse du diagnostic)

SOGREAH, 2011. *SOURSE : déclaration de principes*. Marseille, SOGREAH, 1 p.

SupAgro Montpellier, 2008. Tensions sur les eaux de l'Angoustrine : analyse d'un conflit séculaire dans le Haut-Bassin du Sègre en Cerdagne Pyrénées Orientales - France. Montpellier, Lanau S., RufT., Valony MJ., 27 p. (stage collectif « gestion sociale de l'eau » 2008, rapport de synthèse)



B.P. 44494
34093 MONTPELLIER Cedex 5
Tél. (33) 4 67 04 71 00
Fax (33) 4 67 04 71 01



*Office
International
de l'Eau*

15 rue Edouard Chamberland
87065 LIMOGES
Tél. (33) 5 55 11 47 80
Fax. (33) 5 55 11 47 48