

Université Libre de Bruxelles

IGEAT

Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire

* * *

Diplôme d'Etudes Spécialisées en Gestion de l'Environnement

**"Le Plan Hydrologique National Espagnol: Etude des alternatives dans la
Région de Murcie"**

Travail de Fin d'Etudes présenté par
Inés Teresa Marín Moreno
en vue de l'obtention du grade académique de
Diplômé d'Etudes Spécialisées en Gestion de l'Environnement

Année Académique : 2005-2006

Directeur : Prof. Pierre Cornut

Résumé

L'Espagne est un pays à forts contrastes hydriques. On peut y trouver des zones avec des ressources hydriques abondantes et régulières, tel que le territoire septentrional, ou d'autres caractérisées par une forte aridité et une irrégularité temporelle des ressources hydriques, comme le secteur méditerranéen, où de graves problèmes de pénurie apparaissent. Cependant, la cause de cette pénurie n'est pas que physique, mais aussi d'origine socio-économique. La côte méditerranéenne a développé une agriculture basée sur l'irrigation qui exige de grandes quantités d'eau. La pression urbaine, touristique et industrielle, souvent très peu contrôlée, contribue à provoquer une situation de déséquilibre entre l'eau disponible et celle demandée par les secteurs socio-économiques.

Le Plan Hydrologique National approuvé en 2000 (PHN 2000) prévoyait la construction d'un transvasement annuel de 1.050 hm³/an depuis l'Ebre, au nord du pays, vers la Catalogne et les régions arides de Valence, Murcie et Almeria sur plus de 900 Km, le long du littoral méditerranéen. Suite aux élections du 14 mars 2004, le nouveau Gouvernement, qui s'était fortement opposé au transvasement de l'Ebre, l'a annulé et remplacé par le Programme AGUA (Actions pour la Gestion et l'Utilisation de l'Eau). AGUA comprend un ensemble de mesures destinées à fournir 1.063 hm³/an à la Catalogne, à la Communauté Valencienne, à la Murcie et à l'Andalousie dont l'axe principal est la construction d'usines de dessalement le long du littoral méditerranéen. Si le PHN 2000 offrait 1.050 hm³/an, le Programme AGUA offre encore plus d'eau aux territoires méditerranéen, ce qui consolide encore une fois une politique d'offre en Espagne.

Parmi toutes régions méditerranéennes à forte pénurie d'eau, la Murcie en est le meilleur exemple. En fait, elle est située le long du bassin du Segura, qui est le bassin dont les problèmes hydriques sont les plus graves en Espagne. Le bassin est incapable de satisfaire l'ensemble des demandes de façon permanente. L'agriculture est de loin la principale consommatrice d'eau dans la région murcienne, 87% de la consommation totale d'eau est d'origine agricole.

L'objectif de ce mémoire est d'examiner les différentes alternatives au transvasement de l'Ebre possibles en Murcie et de proposer certaines mesures destinées à l'amélioration du nouveau PHN et de son Programme AGUA. Il s'agit surtout de proposer des mesures visant à la diminution de la demande et à la stimulation de l'économie d'eau plutôt que des mesures d'offre de la ressource. Voici les mesures proposées:

- Modernisation des systèmes agricoles
- Interdiction de créer de nouvelles zones d'irrigation et clôture des zones d'irrigation illégales
- Economie d'eau au niveau des ménages
- Dessalement
- Réutilisation des eaux résiduelles

Les résultats montrent qu'on peut obtenir plus d'eau à partir d'un Programme AGUA amélioré qui se baserait essentiellement sur la gestion de la demande et qui, de plus, coûterait moins cher. Plus de 65% de l'eau proviendrait de mesures de gestion de la demande dont la modernisation des systèmes agricoles serait la mesure principale suivie de l'économie d'eau dans les ménages et de la clôture des zones d'irrigation illégales. Quant à la gestion de l'offre, on a réduit l'eau provenant du dessalement aux 2 usines déjà en fonctionnement en Murcie. La réutilisation des eaux résiduelles est telle comme elle est présentée dans le Programme AGUA initial.

TABLE DE MATIERES

1. LE CONTEXTE NATIONAL	7
1.1. L'ESPAGNE ET L'EAU	7
1.1.1. L'offre en diminution et la disparité géographique	7
1.1.2. La consommation d'eau	9
1.1.2.1. L'irrigation	10
1.1.2.2. L'approvisionnement de la population	13
1.1.2.3. L'industrie	14
1.2. LA REPOSE POLITIQUE: LE PLAN HYDROLOGIQUE NATIONAL	15
1.2.1. Le Plan Hydrologique National 2000	15
1.2.1.1. Les principes généraux	15
1.2.1.2. Les critiques	18
1.2.2. Le nouveau PHN	20
1.2.2.1. Les principes généraux	20
1.2.2.2. Les critiques	25
2. LA MURCIE	26
2.1. L'EAU EN MURCIE	26
2.1.1. L'offre : le bassin du Segura	26
2.1.2. La consommation	29
2.1.2.1. L'irrigation	29
2.1.2.2. L'approvisionnement de la population	33
2.1.2.3. L'industrie	36
2.1.3. Offre vs demande: Les problèmes environnementaux en Murcie	36
2.2. LES REPONSES AUX PROBLEMES EN MURCIE	38
2.2.1. Les réponses du PHN 2000 en Murcie	38
2.2.1.1. Les impacts environnementaux du PHN 2000	40
2.2.1.1.1. Les impacts environnementaux dans le bassin cédant : Le cas concret du Delta de l'Ebre	41
2.2.1.1.2. Les impacts environnementaux dans le bassins récepteurs	42
2.2.2. Les réponses du nouveau PHN	43
2.2.2.1. Les impacts environnementaux du nouveau PHN	46
2.3. SOLUTIONS ALTERNATIVES	48

2.3.1. Gestion de la demande	48
2.3.1.1. Modernisation des systèmes agricoles	48
2.3.1.2. Augmentation du prix de l'eau	51
2.3.1.2.1. Tarification de l'eau agricole	51
2.3.1.2.2. Tarification de l'eau au niveau de ménages	53
2.3.1.3. Economie d'eau au niveau des ménages	54
2.3.2. Gestion de l'offre	56
2.3.2.1. Dessalement	56
2.3.2.2. La réutilisation des eaux résiduelles	60
2.4. SYNTHESE DES RESULTATS ET PROPOSITION D'AMELIORATION DU PROGRAMME AGUA EN MURCIE	62
2.4.1. Synthèse de la situation actuelle en Murcie	62
2.4.2. Résumé des mesures proposées par le Programme AGUA	63
2.4.3. Proposition d'amélioration du Programme AGUA	63
3. CONCLUSION	65
BIBLIOGRAPHIE	70

TABLE DES FIGURES

Fig. 1: Ressources hydriques totales en régime naturel (hm ³ /an)	8
Fig. 2 : Evolution de l'indice du PIB à prix constants (an 2000 = 100)	10
Fig. 3: Evolution de la superficie irriguée (hm ³ /an)	11
Fig. 4 : Zones d'irrigation et origine de l'eau	12
Fig.5 : Densité de population en 1991	13
Fig. 6 :Distribution territoriale de l'activité industrielle	14
Fig. 7: Schème du transvasement de l'Ebre prévu par le PHN 2000	17
Fig. 8 : Actions urgentes dans les bassins méditerranéens	24
Fig. 9: Emplacement de la Murcie en Espagne	26
Fig. 10 : Apports du transvasement Tage-Segura (hm ³ /an)	27
Fig. 11: Ressources naturelles du Segura (hm ³ /an)	28
Fig.12: Evolution de la surface irriguée en Murcie	30
Fig. 13: Evolution de la surface irriguée en Murcie entre 1995-2003 (en ha)	31
Fig. 14: Litres d'eau consommés par habitant et par jour en Espagne et en Murcie	35
Fig. 15 : Transvasement Ebre-Júcar-Segura	39
Fig. 16: Mesures prévues en Murcie par le Programme AGUA	45
Fig. 17 : Processus d'osmose	57
Fig. 18: Processus d'osmose inverse	57

TABLE DES TABLES

Table 1: Destinations et volumes des eaux transférées	16
Table 2: Apports d'eau et investissement en Catalogne	22
Table 3 : Apports d'eau et investissement dans la région de Castilla-La Mancha	22
Table 4 : Apports d'eau et investissement en Andalousie	22
Table 5 : Apports d'eau et investissement en Communauté Valencienne	23
Table 6: Apports d'eau et investissement en Murcie	23
Table 7 : Apports d'eau et investissement dans les différents bassins hydrographiques.	23
Table 8: Surface irriguée en Murcie selon l'origine de l'eau, le système d'irrigation et l'état des infrastructures	32
Table 9: Demandes regroupées par bassin de destination	39
Table 10: Caractéristiques du transvasement entre le Bas Ebre et le Segura	40
Table 11: Mesures destinées à l'augmentation des ressources hydriques en Murcie	43
Table 12: Mesures destinées à l'amélioration de la gestion des ressources hydriques	43
Table 13: Mesures destinée à l'amélioration de la qualité de l'eau, à la prévention des inondations et à la restauration environnementale	44
Table 14: Apports d'eau et investissement dans la Région de Murcie	46
Table 15 : Processus de désalinisation existantes dans l'actualité	56
Table 16 : Coûts totaux des stations de dessalement d'eau de mer et des eaux saumâtres	58
Table 17: Coûts totaux de l'eau de mer dessalée	59
Table 18: Synthèse de l'offre et la consommation d'eau actuelles en Murcie	62
Table 19: Synthèse de mesures proposées par le Programme AGUA en Murcie	63
Table 20: Synthèse de mesures d'amélioration du Programme AGUA en Murcie	64
Table 21: Synthèse des mesures proposées par le Programme AGUA en Murci	67
Table 22: Synthèse des mesures d'amélioration du Programme AGUA en Murcie	69

1. LE CONTEXTE NATIONAL

1.1. L'ESPAGNE ET L'EAU

L'eau est une des ressources naturelles les plus essentielles pour l'Espagne, à tel point que, pour certaines régions, elle peut en limiter le développement ; pour d'autres, le manque d'eau engendre des graves détériorations environnementales alors que les pluies torrentielles provoquent de fréquentes inondations. Dans tous les cas, il est difficile et coûteux de l'utiliser et d'en protéger la qualité. Par conséquent, la gestion de l'eau, considérée comme un bien économique, social et environnemental, constitue un des problèmes les plus importants de la société espagnole.

La Péninsule Ibérique, compte tenu de sa situation géographique et de sa relative extension, offre de forts contrastes hydrologiques entre le côté atlantique et la façade méditerranéenne, avec une prédominance de semi-aridité pour une part considérable de sa surface. A la dispersion des valeurs de pluviosité dans l'espace, il faut ajouter de grandes oscillations dans le temps, qui se traduisent par de fortes irrégularités des débits naturels des rivières. Ces dernières s'assèchent en été, impliquant une disponibilité en eau incertaine dans certaines régions du territoire espagnol.

La différence entre la quantité de ressources hydrologique en Espagne et celle des autres pays européens montre que l'Espagne est le pays communautaire le plus aride, avec une pluviosité qui équivaut à 85% de la moyenne de l'Union Européenne⁴⁰ et une des évapotranspirations potentielles les plus élevées du continent, donnant lieu à l'écoulement le plus bas (à peu près la moitié de la moyenne européenne)⁴¹.

De plus, la pression et l'utilisation humaine des ressources hydriques se sont beaucoup intensifiées depuis quelques décennies, ce qui provoque des effets néfastes sur les écosystèmes aquatiques : rivières épuisées, aquifères surexploités, pollution, zones humides en régression, dégradation de rives...

1.1.1. L'offre en diminution et la disparité géographique

L'élément fondamental qui caractérise le milieu physique et biotique du territoire espagnol est la diversité : diversité des climats, des substrats géologiques, des régimes fluviaux, des espèces animales, de la végétation, des sols, des paysages, etc. Depuis une perspective hydrique, une telle diversité d'environnements implique l'existence de différents degrés d'aridité, d'une forte variabilité d'écoulement, d'une hydrogéologie avec d'importantes différences régionales et d'une grande hétérogénéité dans la répartition de l'eau.

Les valeurs de l'écoulement moyen annuel, selon le Livre Blanc de l'Eau en Espagne⁴², sont à peu près de 220 mm, ce qui équivaut à un apport d'environ 111.000 hm³/an et à un tiers des précipitations. De ce total, 109.000 hm³/an correspondent à l'écoulement superficiel direct ainsi qu'au drainage des aquifères et 2.000 hm³/an à l'écoulement souterrain vers la mer.

Cependant, cette valeur moyenne d'écoulement annuel se répartit de façon très irrégulière sur le territoire. Les territoires de la zone cantabrique sont ceux qui présentent la plus grande abondance en eau, avec des valeurs supérieures à 700 mm/an. Très loin derrière se trouvent le reste des bassins,

⁴⁰ Donnée antérieure à l'élargissement européen.

⁴¹ Ministerio de Medio Ambiente (2001) *Evaluación Ambiental Estratégica del Plan Hidrológico Nacional*, Madrid.

⁴² Ministerio de Medio Ambiente (2000c) *Libro Blanco del Agua en España*. MIMAM, Madrid.

qui ne dépassent pas 250 mm/an. L'écoulement le plus faible est celui du bassin du Segura, qui n'atteint même pas 50 mm/an, ce qui est presque vingt fois moins important que celui de la Galice et cinq fois moins élevé que la moyenne nationale. A cette irrégularité spatiale, il faut ajouter l'importante irrégularité temporelle des apports dans certaines zones du territoire espagnol.

De façon schématique, on peut distinguer trois grands secteurs :

- **Le secteur septentrional et nord occidental**, caractérisé par d'abondantes ressources hydriques (plus de 700 mm/an) et une relative régularité de ces dernières. Il est donc improbable que ce facteur ait un caractère limitant d'un point de vue environnemental ou socio-économique.
- **Les grands bassins intérieurs**, qui reçoivent de modestes précipitations (250 mm/an), avec un accroissement de l'aridité dans les zones plus continentales. Dans ce secteur, l'abondance en eau est conditionnée par les apports provenant des systèmes montagneux, en particulier, du Système Cantabrique et des Pyrénées. Les ressources hydriques des aquifères détritiques au centre des grands bassins sont aussi importantes.
- **Le secteur méditerranéen**, caractérisé, en général, par une très pluviosité modeste (moins de 50 mm/an), une irrégularité des précipitations, de longues périodes de sécheresse et des épisodes pluviométriques catastrophiques. Le manque et l'irrégularité des ressources hydriques ne sont pas compensées par les apports fluviaux, car il s'agit de bassins réduits sans grands noyaux orographiques producteurs d'eau. Les ressources souterraines acquièrent une grande importance puisqu'elles régulent de façon naturelle les apports qui contribuent à maintenir les débits de base dans le réseau fluvial.

La carte suivante présente la répartition des ressources hydriques en Espagne décrite précédemment :

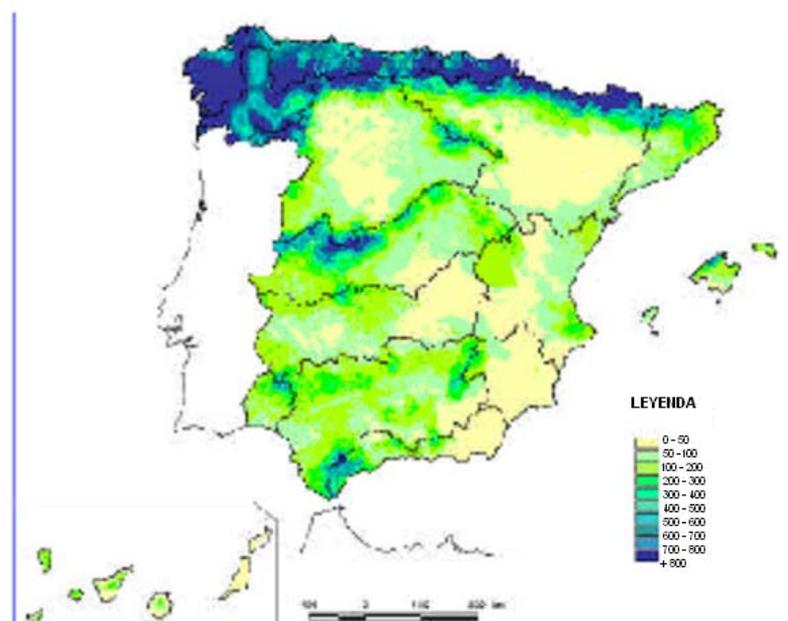


Fig. 1: Ressources hydriques totales en régime naturel (hm^3/an)
Source : Ministerio de Medio Ambiente (2000c).

L'irrégularité temporelle des ressources en régime naturel est aussi une autre caractéristique importante du pays. Cette irrégularité empêche une utilisation optimale destinée à satisfaire les différents besoins, puisque les ressources réellement disponibles sont bien inférieures aux ressources naturelles. En fait, si on altérait pas artificiellement le régime naturel, par exemple à l'aide de barrages, de l'exploitation des eaux souterraines, du dessalement ou de la réutilisation des eaux résiduelles, on ne pourrait utiliser qu'à peine une part inférieure à 10% des ressources hydriques totales. La plupart des estimations donnent des chiffres de l'ordre de 40.000 hm³/an de ressources disponibles, ce qui représente environ 40% des ressources naturelles.

Le dessalement de l'eau de mer est une source qu'il faut considérer et qui a été utilisée en Espagne depuis la fin des années 70. Les usines de dessalement sont situées dans le Sud-Est, sur la côte andalouse, sur les deux archipels et dans les villes du Nord de l'Afrique. La capacité totale de ces dernières dépasse 400 hm³/an (1.100.000 m³/jour), ce qui fait de l'Espagne le premier pays européen en terme de volume d'eau dessalée.

La dépuración des eaux résiduelles et leur réutilisation ultérieure est aussi une façon d'augmenter les ressources disponibles en plus de minimiser l'impact de leur rejet sur l'environnement. En Espagne, d'après les données du Livre Blanc de l'Eau, il y a environ 125 sites de réutilisation directe identifiés, principalement dans les îles et sur le littoral méditerranéen, qui récupèrent 230 hm³/an⁴³.

Quant à l'impact possible du changement climatique, les scénarios climatiques prévus pour l'Espagne par la Commission National du Climat⁴⁴ supposent une légère diminution des précipitations moyennes annuelles, comprises entre 5 et 15%, et une augmentation des températures, entre 1 et 4°C, ce qui provoquerait une diminution de l'écoulement total. La tendance à la concentration temporelle des précipitations et à une plus grande variation annuelle et interannuelle aurait comme conséquence l'allongement des périodes sèches et des pluies torrentielles.

Les territoires du Sud-est péninsulaire, le bassin du Guadiana, la vallée de l'Ebre et les archipels seraient les zones les plus sévèrement affectées, zones qui font déjà face aux problèmes les plus graves. Une augmentation de 1°C de la température et une diminution de 5% de la précipitation provoquerait dans ces territoires une diminution de 20% des apports. En plus de cette diminution, il faudrait tenir compte de l'augmentation des besoins hydriques des cultures due à l'évapotranspiration produite par la croissance des températures.

1.1.2. La consommation d'eau

La consommation d'eau et sa répartition sont très liées à la situation socio-économique du pays. Celle-ci a beaucoup changé en Espagne au cours des dernières décennies.

Par rapport au reste de l'Europe occidentale industrialisée, la croissance démographique et le processus de développement économique ont été tardifs, ce qui est dû à la période dictatoriale du général Franco et à sa politique isolationniste. Cependant, au cours des années 60, l'Espagne est entrée dans une période de développement économique accéléré. On peut observer sur le graphique ci-dessous l'évolution croissante du PIB depuis les années 70 :

⁴³ Ministerio de Medio Ambiente (2000c)

⁴⁴ Comisión Nacional del Clima (1995) *Programa Nacional sobre el Clima*, Instituto Nacional de Meteorología, Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid.

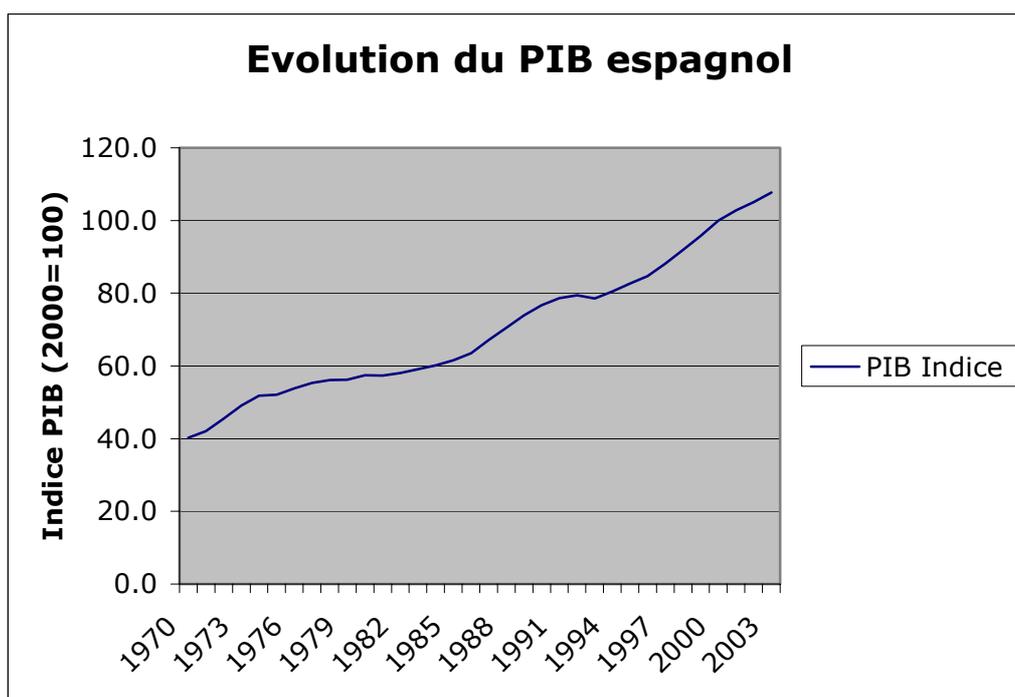


Fig. 2 : Evolution de l'indice du PIB à prix constants (an 2000 = 100)
Source: OECD Productivity Database, February 14, 2005.

Au cours des dernières années, l'Espagne a cessé d'être une économie agricole, le secteur industriel s'est consolidé et celui des services s'est considérablement développé. La part de la population active travaillant dans l'agriculture s'élevait à 40,76% en 1960 avant de baisser au rythme d'un exode rural brutal à 5% en 2006⁴⁵. Les prévisions disent que cette tendance continuera dans les prochaines années, plus intensément dans les territoires de l'Espagne rurale intérieure et septentrionale. Pourtant, une grande partie du territoire espagnol dépend encore fortement du secteur primaire.

Actuellement, l'économie espagnole est fortement liée au secteur des services car il représente environ 60,4% du P.I.B., alors que la part de l'agriculture est de 3,3%, de l'industrie 14,5%, de l'énergie 2,3% et de la construction 9,7%⁴⁶. Le tourisme, par exemple, est un des moteurs de l'Espagne puisqu'il fournit annuellement un dixième de sa richesse.

Quant à la consommation d'eau, elle atteint environ 30.400 hm³/an⁴⁷ selon les estimations du Ministère de l'Environnement espagnol: 80% correspond à l'irrigation, 15% à l'approvisionnement de la population et 5% à l'industrie⁴⁸.

1.1.2.1. L'irrigation

Le développement avancé des zones d'irrigation en Espagne par rapport aux autres pays européens est dû à ses caractéristiques climatiques qui la différencient du reste du continent. Au cours du siècle dernier, ce secteur a fortement cru, ce qui lui a permis de passer d'une surface d'environ 1

⁴⁵ Instituto Nacional de Estadística. Mercado Laboral.

⁴⁶ Instituto Nacional de Estadística. Cuentas Económicas.

⁴⁷ Ministerio de Medio Ambiente (2001).

⁴⁸ Les données, aussi bien celles portant sur la consommation totale que celles concernant la répartition par secteur, sont approximatives car elles diffèrent des autres données officielles.

million d'hectares à 3,4 millions en 2002, c'est-à-dire 7% de la surface nationale et presque 18% de la surface totale cultivée⁴⁹. Le graphique ci-dessous montre cette évolution:

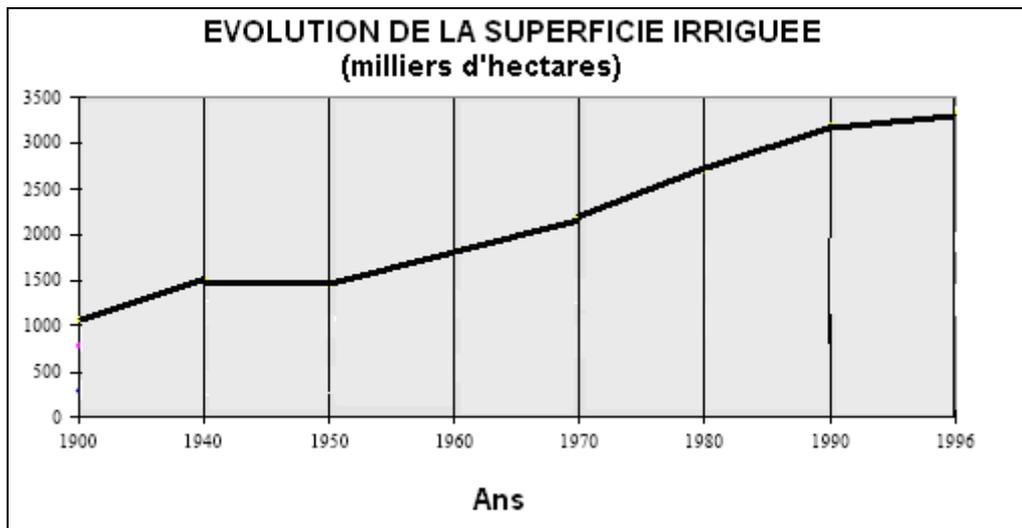


Fig. 3: Evolution de la superficie irriguée (hm³/an)

Source Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion (2002). Plan Nacional de Regadíos - Horizonte 2008, Madrid.

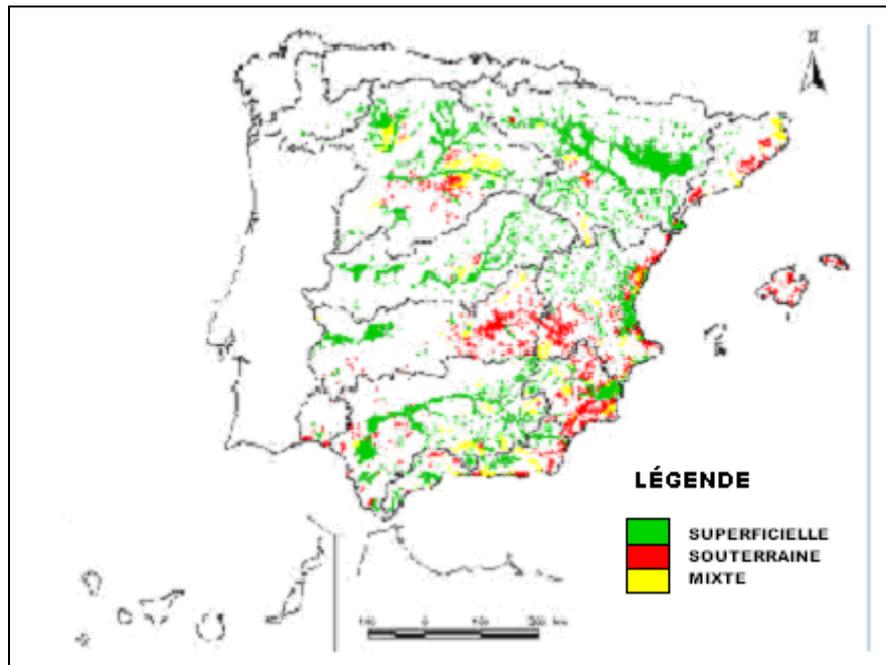
L'irrigation intensive fournit 50% de la production agricole finale, alors qu'elle ne représente que 13% de la surface cultivée. La valeur brute par hectare de la production dans les zones d'irrigation se situe entre € 2.400 et 3.000, ce qui est 6 fois plus important que le reste de cultures⁵⁰.

L'importance qualitative et quantitative de l'irrigation est très différente d'un territoire à l'autre. Elle est modeste dans les zones septentrionales. Par contre, dans le cas de la Communauté Valencienne par exemple, située sur la côte méditerranéenne, les zones d'irrigation concernent 45% des terrains cultivés, ce qui représente 351.000 hectares, 70% de la production finale et 90% des exportations⁵¹. Comme on peut le voir ci-dessous, les différences entre les grands secteurs septentrional, intérieur et méditerranéen sont remarquables. La figure 4 montre la répartition des surfaces d'irrigation selon l'origine de l'eau :

⁴⁹ Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion (2002) *Plan Nacional de Regadíos - Horizonte 2008*, Madrid.

⁵⁰ Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion (2002).

⁵¹ Ministerio de Medio Ambiente (2000c).



*Fig. 4 : Zones d'irrigation et origine de l'eau
Source : Ministerio de Medio Ambiente (2000c).*

Actuellement, l'irrigation est, quantitativement, l'usage principal de l'eau en Espagne, avec une demande hydrique supérieure à 24.000 hm³/an, ce qui représente presque 80% de la consommation totale⁵².

Au cours des dernières années, certains problèmes d'approvisionnement en eau sont apparus. Bien que des infrastructures de régulation existent, la durée longue des années de sécheresse provoque des problèmes fréquents de manque d'eau pour l'irrigation.

L'inefficience de l'irrigation est un autre problème fortement lié à la conservation des ressources en eau. Les pertes dans la conduction et la distribution dépendent en grande partie de l'état et des caractéristiques des infrastructures. Le réseau de distribution, qui mesure plus de 100,000 Km de long, est constitué d'une part considérable de canaux de terre. Environ 30% du réseau est agé de plus de 100 ans et une grande part du reste de plus de 20 ans. Par conséquent, la réhabilitation et la modernisation du réseau dans certaines zones sont absolument nécessaires. En outre, la prédominance de l'irrigation par gravité (60% de la surface totale) provoque des pertes et peut être la cause des problèmes de salinisation, alors que l'irrigation localisée qui permet d'économiser beaucoup plus d'eau ne représente que 16%⁵³.

Finalement, l'agriculture bénéficie de tarifs préférentiels en ce qui concerne l'utilisation d'eau. Malheureusement, ces tarifs s'appliquent en fonction de la superficie irriguée plutôt que du volume utilisé. Selon l'Institut National de Statistiques, le prix moyen de l'eau en Espagne pour l'irrigation était de 0,02 €/m³ en 1999, ce qui équivaut à 108,8 €/ha. L'eau espagnole est donc une des moins chère en Europe.

⁵² Ministerio de Medio Ambiente (2001).

⁵³ Ministerio de Medio Ambiente (2000c).

1.1.2.2. L'approvisionnement de la population

La demande correspondant à l'approvisionnement de la population se réfère à tout type de consommation originaire des noyaux de population, ce qui représente aussi bien la consommation des ménages que celle d'autres activités, industrielles ou de services, qui se sont établies dans les noyaux urbains et qui utilisent les mêmes réseaux de distribution. Il s'agit d'une quantité de l'ordre de 4700 hm³/an, c'est-à-dire un peu plus de 15% de la consommation totale⁵⁴.

Jusque dans les années septante, la population espagnole a augmenté de façon très significative. Mais, actuellement la natalité est une des plus basse au monde. Le résultat est l'arrêt de la croissance et il est même prévisible qu'une diminution de la population espagnole survienne à court et moyen terme. Cette situation démographique rend improbable une augmentation globale significative des besoins hydriques d'approvisionnement en Espagne.

Pourtant, la tendance générale ne s'applique pas aux régions méditerranéennes, économiquement très dynamiques, qui sont des terres d'accueil aussi bien pour l'immigration nationale que celle issue de l'étranger. Ces territoires constituent aussi, de par leur nature, une zone où l'achat de résidences secondaires y est particulièrement attractif. On y prévoit alors une croissance démographique suivie d'une croissance de la demande hydrique. Il faut remarquer que ces régions font face aux problèmes les plus graves de disponibilité de ressources.

On peut observer sur la carte suivante la répartition de la densité de population. Cette dernière est très fortement corrélée avec la répartition géographique de la demande d'eau:

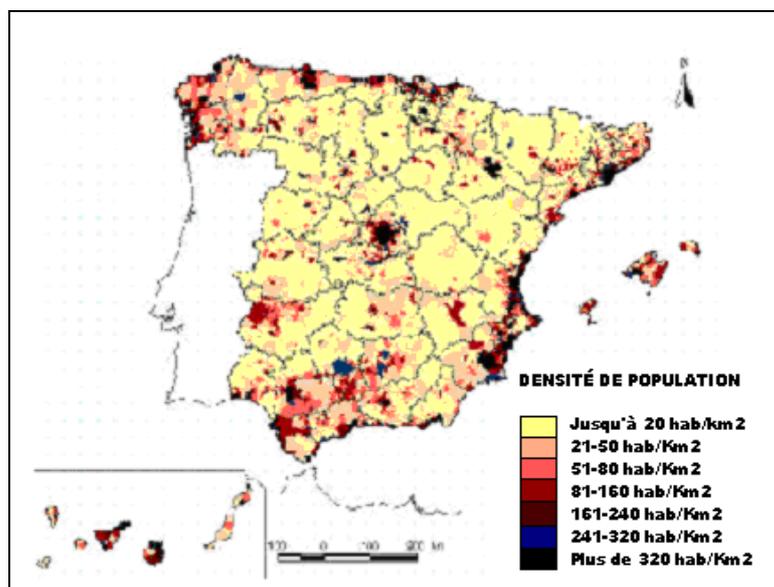


Fig.5 : Densité de population en 1991
Source : Ministerio de Medio Ambiente (2000c)..

La population, fondamentalement urbaine (78,4%), se concentre sur la périphérie littorale et laisse place à de grands vides intérieurs qui ne sont interrompus que par la zone métropolitaine de Madrid, la vallée du Guadalquivir et d'autres zones intérieures. De cette manière, toutes les provinces dont la densité de population est au moins deux fois plus élevée que la moyenne nationale sont littorales, à l'exception de Madrid. Cette concentration de la population affecte principalement l'arc

⁵⁴ Ministerio de Medio Ambiente (2001)

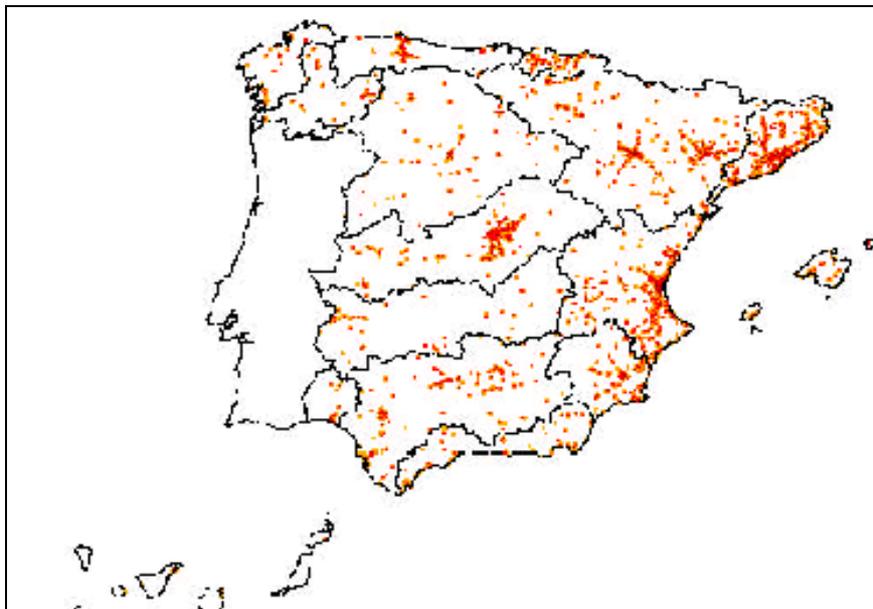
méditerranéen. Ce phénomène se manifeste aussi au delà du territoire espagnol dans un processus de conurbation littoral de la zone méditerranéenne.

Cette concentration démographique s'intensifie encore plus à cause du développement touristique de ces régions, qui, dans certains cas, en constitue la principale base économique. Les activités touristiques font croître la population à un taux annuel moyen de 10%, avec une augmentation de la demande en eau supérieure, ceci dû aux nombreuses activités récréatives. De plus, il s'avère que cette croissance est très concentrée dans le temps, principalement en été, ce qui amplifie les problèmes d'approvisionnement, sans oublier les graves problèmes environnementaux générés par le tourisme. En effet, comme le Ministère d'Environnement et les responsables de *Greenpeace* reconnaissent le 15 juillet 2004, 90% du littoral espagnol est détérioré, soit à cause d'une urbanisation excessive, de la pollution ou de la construction de grands ports maritimes⁵⁵.

1.1.2.3. L'industrie

Les volumes annuels d'eau utilisés dans le secteur de l'industrie sont de l'ordre de 1700 hm³/an en Espagne, ce qui représente à peu près 5% de la consommation totale⁵⁶. Cette consommation n'inclue pas l'approvisionnement par les réseaux urbains ni celle destinée à la production énergétique (réfrigération et hydroélectricité) dont la consommation nette est très faible.

La répartition géographique de l'activité industrielle est très semblable à celle de la population, mais avec une concentration plus dense sur le littoral méditerranéen oriental.



*Fig. 6 :Distribution territorial de l'activité industrielle
Source : Ministerio de Medio Ambiente (2000c).*

⁵⁵ www.greenpeace.es

⁵⁶ Ministerio de Medio Ambiente (2001).

1.2. LA REPONSE POLITIQUE: LE PLAN HYDROLOGIQUE NATIONAL

Le concept de Plan hydrologique est apparu il y a bien longtemps en Espagne, bien qu'à l'origine le concept était très différent de l'actuel. En effet, les Plans hydrologiques ont été principalement des plans d'infrastructures hydrauliques, ce qui fait de l'Espagne un des pays qui compte le plus grand nombre de barrages par habitant.

Actuellement, la législation nationale prévoit la planification hydrologique au travers des Plans Hydrologiques de Bassin et du Plan Hydrologique National (PHN), auxquels la Loi des Eaux⁵⁷ confie, entre autres, le rôle de coordination et de direction de la planification hydrologique en général.

Dans ce contexte, le 5 septembre 2000, le Ministère de l'Environnement du Gouvernement du Royaume d'Espagne a présenté face au Conseil National de l'Eau (organe consultatif compétent destiné à conseiller la politique hydrique) un ensemble de documentation relative au Plan Hydrologique National accompagné d'un Avant-projet de Loi. Après une phase d'allégations au sein du Conseil National de l'Eau, un Projet de Loi du Plan Hydrologique National s'est formulé et, suite à la démarche parlementaire correspondante, est devenu la Loi 10/2001, du 5 juillet, du Plan Hydrologique National.

Le pays s'est montré alors très divisé sur la question et les critiques se sont multipliées. La controverse portait surtout sur la construction d'infrastructures nécessaires au transvasement annuel de 1.050 hectomètres cubes d'eau du fleuve Ebre, le plus important du pays, de la Catalogne aux régions plus arides de Valence, Murcie et Almeria sur plus de 900 Km, le long du littoral méditerranéen.

Le gouvernement espérait obtenir des subventions de la part de l'Union européenne, ce qui lui aurait permis de financer 30% du budget relatif à ce projet, c'est-à-dire environ 4,2 milliards d'euros. Cependant, la Commission européenne s'est montrée réticente à l'égard de ce plan, notamment en raison des conséquences sur l'environnement du delta de l'Ebre, de l'impact des canalisations sur le paysage et des mécanismes de fixation des prix de l'eau. Le Parlement européen s'est aussi prononcé contre l'octroi de subventions pour de tels transvasements hydrauliques.

Après les élections du 14 mars 2004, le nouveau Gouvernement, devenu alors socialiste, a annulé, grâce au Décret-loi royal 2/2004 du 18 juin, la partie la plus critiquée du Plan Hydrologique National qui fait référence au transvasement de l'Ebre. A la place, le gouvernement prévoit de construire ou de moderniser une vingtaine d'usines de désalinisation le long du littoral méditerranéen, ainsi que de moderniser les infrastructures d'irrigation et de réutiliser les eaux résiduelles, principalement dans le but de pouvoir distribuer 1.063 hm³/an. Ceci correspond à un investissement d'environ 3.900 millions d'euros dont 1.262 millions d'euros sont financés par l'Union Européenne, environ 33% du total.

1.2.1. Le Plan Hydrologique National 2000

1.2.1.1. Les principes généraux

Le PHN a pris la forme d'un texte législatif, la Loi 10/2001, du 5 juillet⁵⁸, dont l'axe central était la régulation des transvasements des ressources hydrauliques comme solution au déficit hydrique de

⁵⁷ Loi 29/1985, du 2 août, des Eaux. , Bulletin Officiel de l'État n° 161, de 6 juillet 2001.

⁵⁸ Ley 10/2001 del Plan Hidrológico Nacional [*Boletín Oficial del Estado n° 161, del 6 julio 2001*].

certaines régions en Espagne, en s'appuyant sur les documents techniques⁵⁹ qui constituaient la base préliminaire du Plan.

Le **bassin de l'Ebre**, d'une surface de presque 85.000 km² et d'une longueur de 910 Km, est qualifié dans les documents techniques d'*excédentaire*. Ces documents considèrent comme excédant les volumes d'eau qui, au niveau du tronçon final du fleuve, dépassent le débit minimal établi de 100 m³/s (3154 hm³/an). D'après ces derniers, les excédents annuels moyens seraient de 5200 hm³. La conclusion finale qui en émerge est qu'un transvasement depuis le Bas Ebre dont le volume serait même supérieur à 2000 hm³/an pourrait s'effectuer sans aucune difficulté. Par précaution, on établit tout de même une limite maximale de 1200 hm³/an.

De plus, le PHN 2000 identifie les **bassins du Júcar et du Sud** comme déficitaires et souffrant d'une pénurie conjoncturelle, ce qui signifie que le niveau de consommation actuel est relativement proche de la ressource potentielle et qui, par conséquent, durant les périodes hydrologiques adverses, peuvent souffrir de problèmes d'approvisionnement.

Le **bassin du Segura** est aussi considéré comme déficitaire et souffrant même d'une pénurie structurelle, c'est à dire, que la ressource potentielle maximale (en prenant aussi en compte la réutilisation, la désalinisation et les transferts actuels) est inférieure à la demande.

Finalement, les **bassins internes de la Catalogne**, bien qu'ils ne soient pas déficitaires, peuvent voir leur réserves diminuer de façon alarmante, selon le PHN 2000.

Dans ce contexte, la solution proposée par le document est la réalisation d'un **transvasement** vers ces zones depuis le Bas Ebre qui peut se résumer de la manière suivante:

BASSIN HYDROGRAPHIQUE RECEPTEUR	SITUATION HYDRIQUE	VOLUME⁶⁰ (Hm³/an)
Bassins Internes de Catalogne	Pas de pénurie	190
Júcar (Valence)	Pénurie conjoncturelle	315
Segura (Murcie)	Pénurie structurelle	450
Sud (Almeria)	Pénurie conjoncturelle	95
TOTAL		1.050

Table 1: Destinations et volumes des eaux transférées

Source: Ministerio de Medio Ambiente (2000b), Documentos Técnicos del Plan Hidrológico Nacional, Madrid.

⁵⁹ Ministerio de Medio Ambiente (2000b), *Documentos Técnicos del Plan Hidrológico Nacional*, Madrid.

⁶⁰ Ce volume est le volume maximal annuel autorisé.

La carte suivante représente le trajet du transvasement prévu par le PHN 2000 et qui s'étale sur plus de 900 Km:



Fig. 7: Schème du transvasement de l'Ebre prévu par le PHN 2000
Source : Ministerio de Medio Ambiente (2001).

Quant aux eaux transvasées, la Loi les réduit aux usages suivants:

- « a) (...) garantir les usages actuels et futurs de l'approvisionnement urbain (...).*
- b) Améliorer les conditions environnementales (...) des éléments du milieu hydrique naturel, qui se trouvent actuellement soumis à une dégradation intense.*
- c) Consolider la distribution des dotations dans les zones d'irrigation existantes en situation précaire (...).*
- d) Eliminer les situations de déséquilibre actuelles dues à la surexploitation des aquifères du bassin récepteur (...).*

Les eaux transférées ne pourront pas être destinées à la création de nouvelles zones d'irrigation, ni à l'élargissement de celles-ci » (art.17).

Les documents techniques incluait une **analyse économique** du transvasement qui, à partir des résultats obtenus, justifiait la rationalité économique du transvasement proposé. L'estimation du coût global du PHN 2000 était de 23.050 millions d'euros, dont 4.207 millions étaient destinés au transvasement de l'Ebre et le reste (18.843 millions) à la planification dans les différents bassins :

- Modernisation des systèmes d'irrigation, 6.150 millions d'euros.
- Traitement et dépuración avec l'objectif d'améliorer la qualité des eaux, 2.605 millions d'euros.
- Approvisionnement de la consommation humaine, 2.815 millions d'euros.

- Régulation générale, 2.719 millions d'euros.
- Prévention des inondations, 1.434 millions d'euros.
- Restauration hydrologico-forestière, 1.860 millions d'euros.
- Programmes de contrôle de la qualité des eaux, 1.260 millions d'euros.

Le Plan établait un prix moyen au m³ d'eau transvasée de 0,31 euros et prévoyait un tribut écologique, « la taxe de transvasement », à payer par les usagers de cette eau. Le montant de ce tribut correspondait à la somme du « quota d'utilisation » du transfert et du « quota environnemental », c'est-à-dire au montant fixé par la compensation des coûts de l'investissement et par la gestion des infrastructures, et aux coûts à caractère environnemental dans le bassin cédant respectivement. Le « quota environnemental » de la taxe de transfert, fixé à 0,03 euros, était entièrement destiné à la compensation environnementale des bassins cédants.

Parmi les documents techniques, on trouvait aussi une **analyse environnementale** du transvasement qui décrivait les impacts environnementaux à l'origine, dans les zones réceptrices, et pendant le transport de l'eau, et qui proposait un ensemble de mesures protectrices et correctrices.

Concrètement, le texte analysait l'impact sur le Delta de l'Ebre, un écosystème de grande valeur environnementale et déjà fortement influencé par l'activité humaine (les cultures, principalement le riz, et les zones urbaines représentent 80% de la surface totale). On prenait en compte quatre aspects fondamentaux:

- le transport solide, car la réduction de sédiments affecte négativement le delta,
- l'intrusion saline qui résulte de la diminution du débit,
- le débit minimal environnemental nécessaire afin de maintenir un niveau de fonctionnalité biologique minimale qui assurerait la continuité des processus et des communautés naturelles existantes,
- la navigation fluviale.

Quant aux impacts dûs au transport, le transvasement prévu traversait directement cinq espaces naturels protégés, et quatorze zones susceptibles de devenir des « zones spéciales de conservation »⁶¹.

Finalement, l'analyse environnementale étudiait les principales altérations dans les bassins récepteurs :

- altérations de la qualité de l'eau provoquées par le mélange des eaux de différentes qualités,
- migration d'espèces du bassin cédant au bassin récepteur: l'effet corridor.

Cette analyse concluait de manière générale que le transvasement proposé par le Plan Hydrologique National était viable d'un point de vue environnemental.

1.2.1.2. Les critiques

Scientifiques et experts, ONG, Communautés Autonomes du pays, spécialement l'Aragon, et l'Union Européenne ont tous critiqué le PHN 2000.

⁶¹ Mesure de protection établit par la Directive 92/43/CEE du Conseil, du 21 mai 1992, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que la faune et la flore sauvages (*Journal officiel L 206 du 22/07/1992*).

Les cinq **membres du Conseil National de l'Eau** en qualité d'experts en Planification Hydrologique ou en Environnement⁶² (deux d'entre eux sont désignés par le Ministère de l'Environnement et trois par le Ministère de la Science et de la Technologie) considéraient que le PHN ne pourrait pas atteindre son objectif et, de plus, pourrait provoquer une détérioration des écosystèmes. Donc, un consensus scientifique, économique et social était nécessaire avant son approbation.

Au cours d'une réunion célébrée à Madrid, à laquelle plus de la moitié des experts consultés par le Ministère d'Environnement y ont participé, un **manifeste scientifique** a été rédigé et s'adressait au Ministre de l'Environnement, Jaume Matas, aux différents groupes parlementaires, aux médias et à la société en général. Ce manifeste exprimait la préoccupation concernant les contenus du Plan Hydrologique National et le manque total d'attention aux études et aux dossiers techniques élaborés par la communauté scientifique et demandés par le Ministère même. Le manifeste considérait imprudent de faire du transfert de l'Ebre l'axe central du plan car il fallait encore déterminer les besoins environnementaux imposés par la Directive cadre et étudier de façon plus approfondie les effets sur le Delta et les possibles impacts du changement climatique. Les 100 m³/s fixés arbitrairement par le Plan du Bassin n'étaient même pas garantis à ce moment-là. En outre, la problématique de la surexploitation des aquifères et des ressources fluviales, souvent pratiquée de manière illégale dans les régions en déficit structurel, n'avait pas été abordée.

Des représentants des **ONG**⁶³, sous l'organisation du Directeur Général de l'Environnement de la Commission Européenne, se sont réunis le 16 et 17 Octobre 2003 à Bruxelles pour débattre du PHN 2000. Les ONG considéraient que :

- les données hydrologiques analysées ainsi que les modèles de prévision de débits futurs utilisés par le Ministère de l'Environnement étaient insuffisants et déficients, et la diminution du débit de l'Ebre provoquée par le changement climatique n'avait pas été prise en compte ou avait été minimisée,
- avec le PHN 2000, les propriétés chimiques du Bas Ebre et du Delta souffriraient d'une détérioration, concrètement d'une augmentation de la salinité et du niveau de phosphore en hiver et au printemps, avec un danger croissant des épisodes d'anoxie.
- le PHN 2000 aurait aussi un effet négatif sur l'écologie du fleuve, du delta et des écosystèmes marins associées, provoquant l'extinction possible de la faune piscicole autochtone déjà fortement réduite. En outre, les impacts du transvasement sur la *Margaritifera auricularia*, un des invertébrés le plus menacé de l'Europe, sur d'autres mollusques et ainsi que sur les oiseaux associés au delta pourraient être particulièrement négatifs.
- Le débit minimal pour protéger le Bas Ebre et le delta s'avèrerait bien supérieur à celui établi par le PHN.

Le Gouvernement de la **Communauté Autonome d'Aragon** était une des parties de la société espagnole la plus critique envers le Plan, car il le considérait comme la consolidation d'une Espagne périphérique riche et développée, face à une Espagne intérieure avec des possibilités de développement moindres.

Le Gouvernement d'Aragon soutenait que la conquête d'espaces pour l'irrigation indépendamment de l'existence ou non d'eau n'était pas une preuve de développement durable. Un transvasement

⁶² Les cinq membres étaient Amelia Pérez Zabaleta, Andrés Sahuquillo, Lucila Candela, Narcís Prat et Santiago Hernández.

⁶³ WWF (Bruxelles), WWF (Espagne), Bureau Européen de l'Environnement, Plateforme pour la Défense de l'Ebre, Fondation pour une Nouvelle Culture de l'Eau et BirdLife.

d'eau comme seule solution à l'amélioration de la situation sans même proposer agir sur les causes véritables du problème ne l'était pas non plus⁶⁴.

Il considérait aussi que certains articles de la Loi 10/2001 constituaient une violation des préceptes de la Directive Cadre de l'Eau de l'Union Européenne⁶⁵ relatifs à la régulation des eaux souterraines, aux analyses économiques de l'eau et à la récupération de coûts dérivés des politiques de l'eau. Dans ce dernier cas, la politique de prix réglée par la Loi du PHN ne jouait pas son rôle, selon le Gouvernement d'Aragon, car elle n'incitait pas à l'utilisation prudente et rationnelle des ressources naturelles, surtout en ce qui concernait le « quota environnemental », fixé à 3 centimes d'euro par mètre cube d'eau transférée. Par exemple, si une famille doublait sa consommation journalière d'eau qui était en moyenne de 1 m³, la compensation environnementale ne serait que de 0,90 euros, ce qui ne pourrait pas inciter la population à une utilisation efficiente des ressources hydriques. En outre, il critiquait le non-respect de la Directive Habitats⁶⁶ et de la Directive Oiseaux⁶⁷ surtout à cause des impacts sur le Delta de l'Ebre⁶⁸.

La **Commission européenne** s'est aussi montrée réticente à l'égard de ce plan. Selon la DG Environnement, le PHN sous-estimait les coûts financiers et surestimait les bénéfices économiques du projet. De plus, les coûts environnementaux indirects n'avaient pas été évalués et les options alternatives au transfert avaient été trop rapidement écartées.

Selon la DG Environnement, il y avait un risque réel de propagation des espèces provenant de l'Ebre jusqu'au bassin récepteur et le projet ne proposait aucune solution réaliste ni des mesures conformes à la Directive Habitats. Des éléments importants comme les stations et les systèmes de pompage ou le réseau électrique n'avaient pas été inclus dans l'évaluation des incidences. Ces derniers sont pourtant de grands consommateurs d'énergie et pourraient influencer l'accomplissement du Protocole de Kyoto⁶⁹.

1.2.2. Le nouveau PHN

1.2.2.1. Les principes généraux

Après avoir gagné les élections du 14 mars 2004, le nouveau Gouvernement espagnol de courant socialiste a approuvé le Décret-loi royal 2/2004⁷⁰, qui abroge les préceptes qui régulaient le transfert de l'Ebre et approuve un ensemble de projets considérés comme urgents et prioritaires afin d'améliorer la disponibilité des ressources pour les bassins déficitaires ou présentant des problèmes de surexploitation ou de contamination des aquifères.

⁶⁴ Gobierno de Aragon (2001), *Alegaciones al Plan Hidrológico Nacional*, Civitas Ediciones, Madrid.

⁶⁵ Directive 2000/60/CE, du Parlement Européen et du Conseil, du 23 octobre 2000, établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (*Journal officiel L 327, 22.12.2000*).

⁶⁶ Directive 92/43/CEE du Conseil, du 21 mai 1992, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que la faune et la flore sauvages (*Journal officiel L 206 du 22/07/1992*).

⁶⁷ Directive 79/409/CEE du Conseil, du 2 avril 1979, concernant la conservation des oiseaux sauvages (*Journal officiel n° L 103 du 25/04/1979*).

⁶⁸ Gobierno de Aragon (2001), *Denuncia que por incumplimiento des Derecho Comunitarion por la Ley 10/2001, del 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, presenta el Gobierno de la Comunidad Autónoma de Aragón (España) ante la Comisión de las Comunidades Europeas*, Zaragoza.

⁶⁹ Request for an Opinion Concerning Four Projects Related to the Proposed Transfer of Water from the River Ebro (*Document CAD 100455 A, B, C & D of 16 January 2004*).

⁷⁰ *Real Decreto Ley 2/2004*, du 18 juin, de modification de la Loi 10/2001, du 5 juillet, du Plan Hydrologique National. (*Boletín Oficial del Estado n° 148 du 19/06/2004*)

Ce Décret-loi royal inclue une annexe qui comprend l'ensemble des mesures à caractère prioritaire et urgent et qui se classent de la manière suivante:

- celles destinées à une augmentation de l'offre. En l'occurrence, elles correspondent essentiellement à la construction d'une vingtaine d'usines de désalinisation,
- celles destinées à une amélioration de la gestion de la demande, fondamentalement la modernisation des infrastructures d'irrigation et d'approvisionnement et la réutilisation des eaux résiduelles,
- celles destinées à une amélioration de la qualité de l'eau, à la prévention des inondations et à la restauration environnementale. Elles s'appuient principalement sur des stations d'épuration, sur la récupération hydromorphologique des rivières, sur des programmes d'assainissement, etc. En ce qui concerne le bassin de l'Ebre, on met en place un Programme de qualité des eaux du Delta (dont la première phase est l'alimentation de la baie grâce à l'eau douce provenant des canaux d'irrigation), un Programme pour corriger la subsidence et la régression du Delta et un Programme pour l'implantation d'un réseau d'indicateurs environnementaux, entre autres.

L'actuelle Ministre de l'Environnement, Cristina Narbona, a présenté le jeudi 2 septembre 2004 à Madrid le Programme AGUA⁷¹ (Actions pour la Gestion et l'Utilisation de l'Eau) qui substitue le transfert de l'Ebre. AGUA comprend 105 mesures urgentes, parmi lesquelles 20 correspondent à des usines de dessalement, destinées à fournir 1.063 hm³/an à la Catalogne, à la Communauté Valencienne, à la Murcie et à l'Andalousie. Ce programme correspond à un investissement de 3.798 millions d'euros. Le Ministère de l'Environnement espère que l'Union Européenne en financera 1.262 millions d'euros (soit environ 33% du total).

La **Catalogne** recevra un investissement de 1.100 millions d'euros pour l'élargissement d'une usine de dessalement et l'installation d'une autre à Barcelone, ainsi que pour l'amélioration de la qualité de l'eau et la gestion des ressources. Cet investissement a pour but l'obtention de 145 hm³/an.

La Communauté Autonome de **Castilla-La Mancha**, concrètement Albacete, recevra €14 millions.

L'**Andalousie**, fondamentalement l'Almeria, bénéficiera de 579 millions d'euros et d'un supplément de 314 hm³/an, selon le programme.

En **Communauté Valencienne**, l'investissement sera de 1.219 millions d'euros afin d'augmenter les ressources hydriques de 400 hm³/an. Le programme prévoit l'implantation et l'élargissement de 8 usines de dessalement principalement dans la province d'Alicante. Quant à Valence et Castellón, la plupart des mesures seront destinées à l'amélioration de la gestion des ressources.

Finalement, en **Murcie** on investira 876 millions d'euros afin d'obtenir 204 hm³/an selon les prévisions.

Les tables suivantes présentent un résumé des apports prévus par le programme et des investissements nécessaires par Communauté Autonome:

⁷¹ Acción para la Gestión y la Utilización del Agua. "Agua" veut dire "Eau" en espagnol.

Catalogne

Province	Mesures	Apport en eau (hm ³ /an)	Investissement (millions d'euros)
Barcelone	Augmentation de l'offre	60	176
	Amélioration de la gestion	75	580
	Amélioration de la qualité de l'eau, prévention des inondations et restauration environnementale	--	92
Tarragone	Amélioration de la qualité de l'eau, prévention des inondations et restauration environnementale	--	215
Gerone	Augmentation de l'offre	10	25
	Amélioration de la gestion	--	22
Total		145	1.110

Table 2: Apports d'eau et investissement en Catalogne.
Source: Ministerio de Medio Ambiente (2004) Programa Agua (<http://www.mma.es/agua>).

Castilla-La Mancha

Province	Mesures	Apport d'eau (hm ³ /an)	Investissement (millions d'euros)
Albacete	Amélioration de la gestion	--	8
	Amélioration de la qualité de l'eau, prévention des inondations et restauration environnementale	--	6
Total		--	14

Table 3 : Apports d'eau et investissement dans la région de Castilla-La Mancha.
Source : Ministerio de Medio Ambiente (2004).

Andalousie

Province	Mesures	Apport d'eau (hm ³ /an)	Investissement (millions d'euros)
Almeria	Augmentation de l'offre	165	226
	Amélioration de la gestion	24	126
Malaga	Augmentation de l'offre	50	70
	Amélioration de la gestion	75	157
Total		314	579

Table 4 : Apports d'eau et investissement en Andalousie.
Source : Ministerio de Medio Ambiente (2004).

Communauté Valencienne

Province	Mesures	Apport d'eau (hm ³ /an)	Investissement (millions d'euros)
Alicante	Augmentation de l'offre	141	292
	Amélioration de la gestion	71	318
	Amélioration de la qualité de l'eau, prévention des inondations et restauration environnementale	--	8
Valence	Augmentation de l'offre	3	6
	Amélioration de la gestion	107	216
	Amélioration de la qualité de l'eau, prévention des inondations et restauration environnementale	--	206
Castellon	Augmentation de l'offre	46	109
	Amélioration de la gestion	32	58
	Amélioration de la qualité de l'eau, prévention des inondations et restauration environnementale	--	6
Total		400	1.219

Table 5 : Apports d'eau et investissement en Communauté Valencienne.
Source : Ministerio de Medio Ambiente (2004).

Région de Murcie

Province	Mesures	Apport d'eau (hm ³ /an)	Investissement (millions d'euros)
Murcie	Augmentation de l'offre	140	402
	Amélioration de la gestion	64	449
	Amélioration de la qualité de l'eau, prévention des inondations et restauration environnementale	--	25
Total		204	876

Table 6 : Apports d'eau et investissement en Murcie.
Source : Ministerio de Medio Ambiente (2004).

Si on considère les apports et les investissements par bassin hydrographique, le résultat est le suivant :

	N° d'actions	Apports (hm ³ /an)	Investissement (millions d'euros)
Bassin du Sud	17	312	554
Bassin Segura	24	336	1.336
Bassin Júcar	40	270	798
Bassin Ebre et B. I. Catalogne	24	145	1.110
Total	105	1.063	3.798

Table 7 : Apports d'eau et investissement dans les différents bassins hydrographiques.
Source : Ministerio de Medio Ambiente (2004).

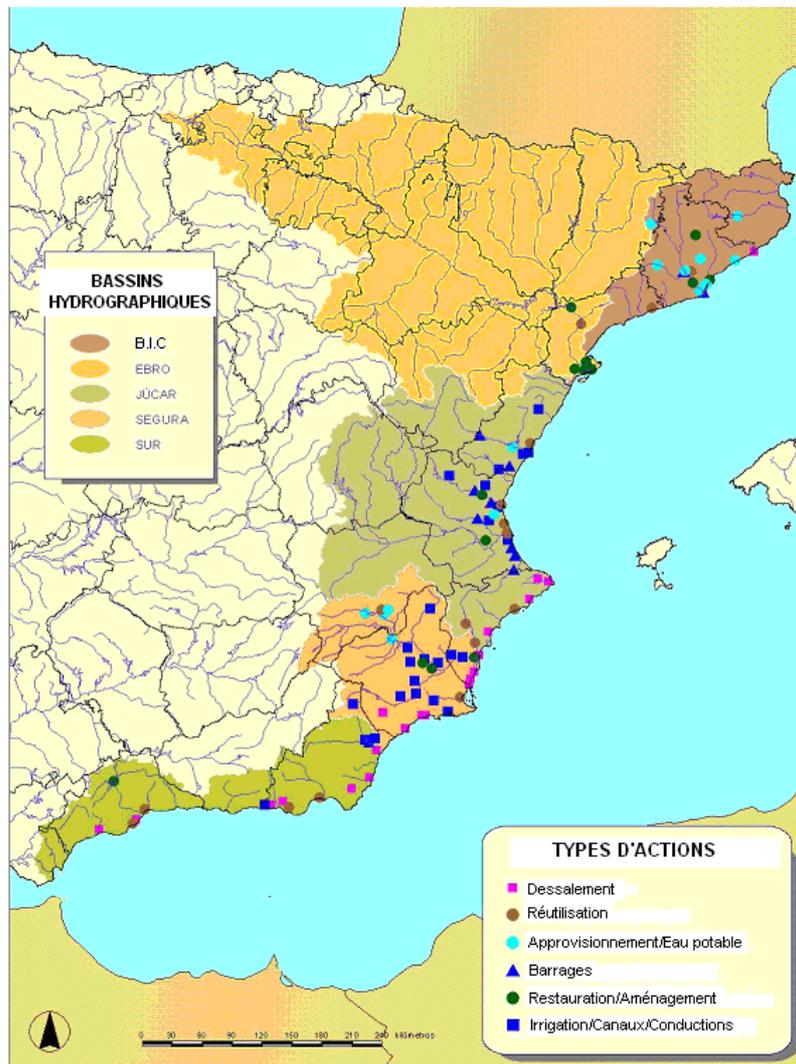


Figure 8 : Actions urgentes dans les bassins méditerranéens
 Source : Ministerio de Medio Ambiente (2004)

Le nouveau Programme du Gouvernement prévoit la création de Banques d'Eau dans chaque bassin hydrographique qui permettront de vendre et de louer des droits sur l'eau. L'existence d'un prix pour l'eau et les possibilités d'achat et de vente devrait stimuler l'épargne et l'allocation rationnelle des ressources. Trois « Centres d'Echange de droits sur l'eau » ont été déjà approuvés par le Conseil des Ministres dans les bassins du Jucar, du Segura et du Guadiana en octobre 2004.

Le Programme AGUA prévoit aussi que les prix minimaux de l'eau obtenue à partir de ces alternatives oscilleront entre 0,12 et 0,30 euros/m³ pour les usages agricoles ; entre 0,50 et 0,70 euros/m³ pour les usages industriels ; entre 0,70 et 0,90 euros/m³ pour les usages urbains ; et entre 1,10 et 1,30 euros/m³ pour les nouvelles urbanisations de deuxième résidence, les terrains de golf, le tourisme, etc.

Pour le moment, le Programme AGUA a obtenu 400 millions d'euros des Fonds de Cohésion de la Commission Européenne⁷².

⁷² El Periodico, 26-04-2006.

1.2.2.2. Les critiques

Certaines critiques concernant le nouveau PHN sont déjà apparues en Espagne.

En général, elles considèrent que le Programme AGUA, au lieu de se préoccuper de la demande d'eau actuelle, consolide encore un modèle d'offre illimitée qui permettra même une augmentation de la demande. Les mesures à prendre devraient stimuler l'épargne d'eau et diminuer la demande en même temps qu'améliorer la gestion, mais ce que le gouvernement propose consiste à maintenir un apport de 1.063 hm³/an.

Le dessalement, qui est la base du programme présenté par le Gouvernement, ne devrait pas être, selon certaines ONGs comme Greenpeace ou Ecologistes en Action, la solution au déficit structurelle au Sud-Est espagnol mais la dernière alternative quand il n'y a pas d'autres solutions possibles, et devrait toujours s'adresser à la consommation humaine. Si la ville de Marbella, dans la province de Málaga, est caractérisée par une consommation de 800 litres d'eau par personne et par jour, elle ne devrait pas obtenir plus de ressources hydriques lorsqu'il s'agit de maintenir des infrastructures touristiques tels les terrains de golf.

Quant aux superficies irriguées, elles exigent un contrôle plus stricte des zones irriguées illégales, ainsi que la réalisation d'un inventaire de celles-ci. Par exemple, l'ONG Ecologistes en Action a dénoncé l'existence de 29.000 hectares de serres illégales à Almeria, où le Programme AGUA prévoit la construction de 5 usines de dessalement. On se demande si, une fois que l'on aie fourni de l'eau en quantités suffisantes, ces zones ne deviendront alors pas légales.

Les gouvernements de la Région de Murcie et de la Communauté Valencienne, qui auraient du recevoir les eaux du transvasement de l'Ebre, parlent d'une politique des eaux « improvisée ». Ils considèrent que les données et les chiffres présentés par le Gouvernement varient d'un document à l'autre et manquent à la fois de rigueur et de rationalité technique et économique. En outre, les critiques se sont concentrées dernièrement sur le délais d'application des mesures car la plupart des usines de dessalement ne sont pas encore construites.

Le non respect de la Directive Cadre de l'Eau a aussi été critiqué⁷³. En effet, bien que le transvasement de l'Ebre aie été abrogé, le nouveau PHN conserve encore un grand nombre d'infrastructures hydrauliques (barrages, transvasements, canalisation de rivières, etc.) qui n'aideront pas à protéger l'état écologique des eaux, comme prévu par la Directive.

⁷³ Greenpeace (2005) *La calidad de las aguas en Espana. Un estudio por cuencas*. Greenpeace Espana.

2. LA MURCIE

2.1. L'EAU EN MURCIE

La région de Murcie, située au Sud-Est de l'Espagne, possède une superficie de 11.314 km², soit 2% du territoire national. Sa côte est baignée par la mer Méditerranéenne et son relief est hétérogène, avec des chaînes montagneuses qui s'étendent du Sud-Ouest au Nord-Est, des vallées et des plaines.



Figure 9: Emplacement de la Murcie en Espagne

Source : Colegio de Agentes de Aduana de Barcelona - <http://www.coacab.com/otroscolegios.asp>

98% du territoire de la Murcie est situé dans le bassin du Segura, bassin qui s'étend sur une superficie de 18.870 km² et qui affecte aussi la Communauté Valencienne, Castilla-La Mancha et l'Andalousie. Ce bassin est topographiquement très diversifié, avec des zones montagneuses s'élevant au dessus des 2000 m d'altitude et de grandes plaines situées près de la côte.

2.1.1. L'offre : le bassin du Segura

Quand on parle de l'offre hydrique d'un bassin, un des facteurs les plus important est le **climat** qui, dans le cas du Segura, est un climat méditerranéen et, dans certains zones, méditerranéen semi-aride.

Les précipitations annuelles moyennes sont inférieures à 400 mm, malgré les variations territoriales. Ainsi, on peut atteindre des valeurs de 1000 mm/an dans les zones montagneuses, jusqu'à des valeurs inférieures à 300 mm/an dans le littoral méridional. Une caractéristique de ces précipitations est leur irrégularité dans le temps, les périodes les plus humides étant le printemps et l'automne, alors que l'été est dominé par la sécheresse. La formation de pluies très intenses sur une courte période de temps est fréquente et peut être la cause d'inondations.

Quant aux températures, la moyenne annuelle est de 10°C dans les zones montagneuses et de 18°C sur le littoral. Les températures maximales résultent de l'apparition de vents provenant du Nord de l'Afrique qui peuvent provoquer des températures proches des 40°C, atteignant même 45°C dans les cas extrêmes. Par contre, l'air froid et sec de provenance polaire fait descendre les températures à un minimum de 2°C.

L'évaluation des ressources en eau dans le bassin du Segura est difficile à réaliser à cause de l'énorme dispersion des sources d'information hydrologique. Un autre problème est l'ancienneté et

l'état déficient des réseaux d'observation hydrologique, ce qui rend encore plus difficile l'évaluation.

Au cours du siècle dernier, plusieurs évaluations des ressources hydrologiques ont eu lieu, la plus récente étant celle effectuée par le Plan Hydrologique du Bassin du Segura⁷⁴ (PHBS) en 1998, qui s'étendait sur la période 1940-1941/1989-1990 (50 ans hydrologiques). Selon cette étude, les **ressources naturelles du fleuve** sont d'environ 870 hm³/an. Ce chiffre a diminué pour atteindre **830 hm³/an** selon la révision du PHBS en 2002, car la période 1990-91/1999-2000 comprend une période de sécheresse qui réduit la moyenne.

Si on prend en compte aussi les apports directs à la mer des ravins **et des aquifères côtiers**, qui s'estiment à environ **100 hm³/an**, cette évaluation se réfère alors à un chiffre de **930 hm³/an** de ressources naturelles totales. De ceux-ci, environ 60% correspondrait à des ressources souterraines et environ 40% proviendrait de l'écoulement superficiel direct.

Le bassin du Segura bénéficie déjà d'un transvasement provenant du fleuve Tage, le **transvasement Tage-Segura**⁷⁵ de 300 km de long. Les volumes à transférer avaient été fixés dans une première étape à 600 hm³/an et dans un deuxième temps à 1.000 hm³/an. Pourtant, entre 1978 et 2004, comme on peut l'observer sur le graphique ci-dessous, on n'a reçu qu'environ **360 hm³/an** en moyenne. Pourtant, depuis les années 70, ce transvasement a donné l'espoir d'une augmentation significative de l'offre hydrique en Murcie et les zones d'irrigation n'ont pas cessé de se développer.

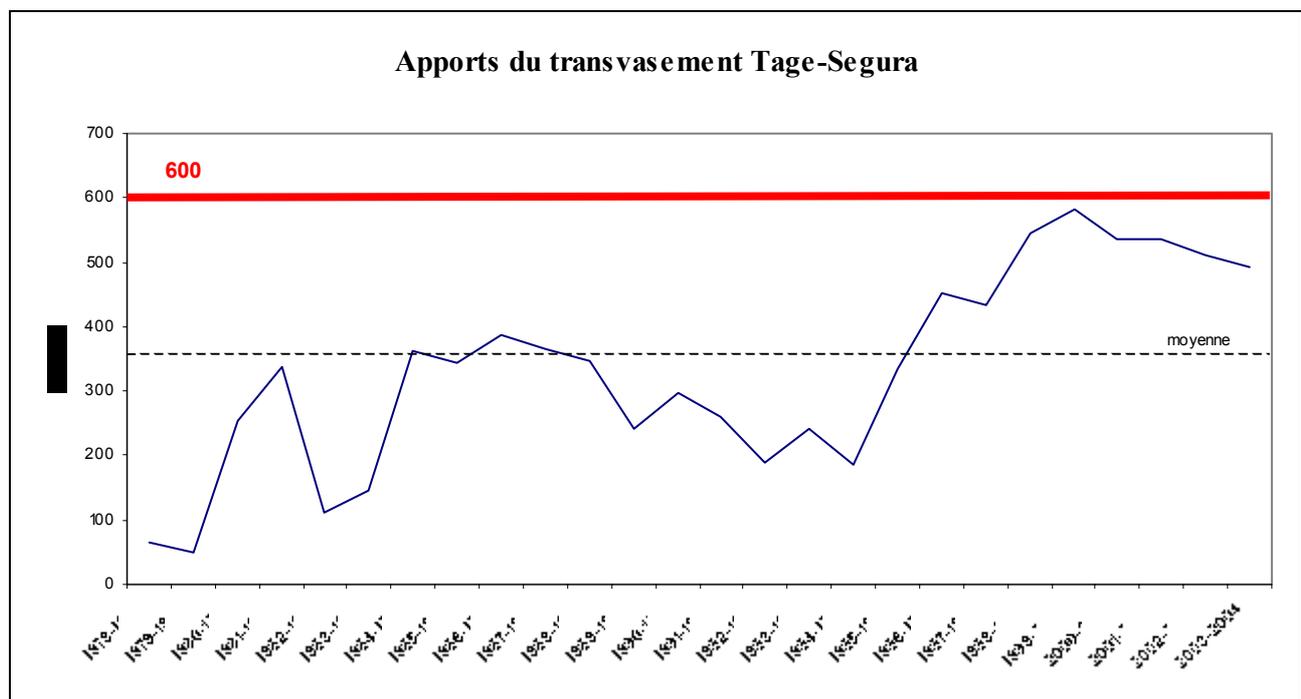


Figure 10 : Apports du transvasement Tage-Segura (hm³/an)

Source: Confederacion Hidrografica del Segura (2005), Informe de los Articulos 5, 6 y 7 de la DMA., Madrid.

⁷⁴ Confederación Hidrográfica del Segura (1998), *Plan Hidrologico de la Cuenca del Segura*, Ministerio de Medio Ambiente, Murcia.

⁷⁵ Loi 21/1971, de 19 juin.

Quant à la **réutilisation** directe des ressources, le PHBS en fait une estimation de **96 hm³/an**. 45 hm³/an proviennent de la réutilisation des eaux d'irrigation, une réutilisation qui se pratique depuis le Moyen-Age et la domination arabe au travers d'un réseau de canaux d'irrigation. Le reste, 51 hm³/an, provient des eaux résiduelles urbaines et des retours des systèmes d'approvisionnement et sont exclusivement dédiés à l'agriculture.

Finalement, le **dessalement** fournit de l'ordre de **20 hm³/an** qui sont aussi destinés à des usages agricoles. Pourtant, la production potentielle est de 35 hm³/an et se répartit entre 80 usines de dessalement. La plupart de ces usines ont été construites lors de périodes de sécheresse (années 93-97) et ont été depuis abandonnées.

En total, on parle d'une offre d'un peu plus de **1.400 hm³/an**.

Cependant, le **changement climatique** pourrait avoir des effets négatifs sur cette offre. Le territoire du Sud-Est péninsulaire, le bassin du Guadiana, la vallée de l'Ebre et les archipels correspondraient aux les régions dont les ressources hydriques en seraient les plus sévèrement affectées. Une augmentation de la température de 1°C et une diminution de 5% des précipitations produirait une baisse des apports de l'ordre de 20% dans ces régions. Cette valeur pourrait s'avérer encore plus grande au cours d'un scénario plus extrême considérant une diminution de 15% des précipitations et une augmentation de 4°C⁷⁶.

Dans ce contexte, le changement climatique pourrait avoir déjà montré ses premiers effets dans la région. Si on observe les ressources naturelles du Segura sur la période 1940-2000, la moyenne est de 830 hm³/an, comme on l'a déjà précisé précédemment. Mais pour la période 1980-2000 (les 20 dernières années) cette moyenne se réduit à 645 hm³/an, c'est-à-dire 22% de moins. Cette baisse pourrait être due au changement climatique. Sur le graphique ci-dessous, ce phénomène peut s'observer:

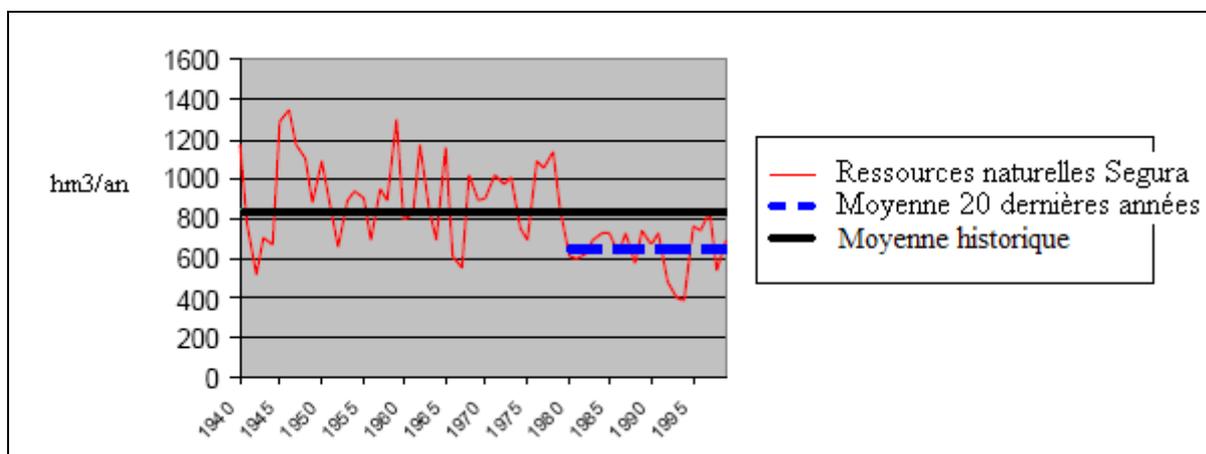


Figure 11: Ressources naturelles du Segura (hm³/an)
Source: Confederación Hidrográfica del Segura (2002)

Il faut préciser que le bassin du Segura est le seul caractérisé par une **pénurie structurelle**, ce qui signifie, comme on l'a déjà expliqué précédemment, que la ressource potentielle maximale est inférieure à la demande. Le bassin est incapable de satisfaire les demandes socio-économiques en eau et l'insuffisance des ressources est alors un problème chronique.

⁷⁶ Confederación Hidrográfica del Segura (2002), *Revisión del Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura*, Ministerio de Medio Ambiente, Murcia.

2.1.2. La consommation

La consommation d'eau et sa distribution, comme on l'a déjà souligné dans la partie relative au contexte national, sont très liées à la situation socio-économique.

Comme dans le cas de l'Espagne, la croissance démographique et le processus de développement économique ont été tardifs, mais, au cours des années 70 le développement économique s'est accéléré. Au cours de la période 1986-2001 et selon les données de l'Institut National de la Statistique, la Région de Murcie a connu une croissance annuelle moyenne de 3,3%. Ce rythme de croissance s'est avéré plus intense au cours de la deuxième moitié des années 80 pour s'achever au moment de la crise économique s'étalant sur la période 1991-1993. A partir de 1996 la différence par rapport à la moyenne nationale a commencé à s'amoinrir et en 2001 la croissance en Murcie n'a été qu'à peine supérieure à celle de l'économie nationale. Entre 1995 et 2001, la région s'est présentée comme la quatrième en terme de croissance économique dans le pays, se plaçant juste après la Communauté Valencienne, l'Extremadura et Madrid qui présente un taux annuel moyen de 4,16%. Les données les plus récentes pour 2005 montrent que le PIB dans la région était de 22.812 millions d'euros, soit 2,5% du PIB national⁷⁷.

Le PIB généré par le secteur des services représente 64% du total, celui du secteur industriel 18% et la construction 10,5%. Le secteur agricole représente 7,5% du PIB régional et emploie environ 11% de la population active⁷⁸, ce qui est supérieur à la moyenne espagnole et européenne. L'importance de la construction est à la fois due à la croissance démographique et à la consolidation de la région en tant que zone à caractère fortement touristique.

Quant à la consommation d'eau en Murcie, elle est de presque **1.300 hm³/an**. 87% de cette consommation est d'origine agricole, 10% urbaine et 3% industrielle. Ces données montrent que l'agriculture est de loin la principale consommatrice d'eau. Il faut signaler néanmoins que la collecte des données sur l'offre et la consommation d'eau s'est avérée une tâche difficile car les chiffres varient fortement d'un document à l'autre. Les données ci-dessus sont issues de l'analyse d'un grand nombre de rapports⁷⁹.

2.1.2.1. L'irrigation

La diversité climatique et physique de la Région de Murcie a permis le développement d'une production agricole très variée comme l'horticulture intensive, de grandes étendues de cultures ligneuses comme l'olivier, la vigne ou l'amandier, des cultures extensives de céréales, et la production de fruits comme la pêche, l'abricot, la prune et les citriques en général. L'irrigation intensive constitue le principal usage de l'eau.

⁷⁷ EConet – Servidor Económico-Estadístico de la Región de Murcia

⁷⁸ EConet – Servidor Económico-Estadístico de la Región de Murcia

⁷⁹ Confederación Hidrográfica del Segura (1998), *Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura*, Ministerio de Medio Ambiente, Murcia.

Confederación Hidrográfica del Segura (2005), *Informe de los artículos 5, 6 y 7 de la Directiva Marco de Aguas*, Version 3, Ministerio de Medio Ambiente, Murcia.

EConet – Servidor Económico-Estadístico de la Región de Murcia.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2002), *Plan Nacional de Regadíos*, Madrid.

Ministerio de Medio Ambiente (2000c) *El Libro Blanco del Agua en España*, Madrid.

Ministerio de Medio Ambiente (2005) *Informe de Sostenibilidad Ambiental (ISA) de las Actuaciones Urgentes del Programa AGUA en las Cuencas Mediterráneas*, Madrid.

Tobarra, Miguel Angel (2002), *Agua y Plan Hidrológico en la Región de Murcia*, Universidad Politécnica de Cartagena, Murcia.

L'implantation de zones d'irrigation avait déjà commencé durant la domination arabe avec la construction d'un réseau de canaux qui s'est maintenu jusqu'à l'actualité dans les plaines irriguées traditionnelles. Mais c'est au cours du XX^e siècle que ces zones se sont multipliées, surtout grâce à la construction de barrages et aux avancées technologiques destinées à l'extraction des eaux souterraines.

Le projet du transvasement Tage-Segura des années 70 est un des responsables du phénomène de multiplication. Comme on l'a déjà signalé, ce projet prévoyait initialement un débit de transfert de 600 hm³/an, auxquels seraient rajoutés 400 hm³/an dans un deuxième temps, faisant un total de 1.000 hm³/an. Ce projet supposait aussi un élargissement de la surface d'irrigation afin de bénéficier de 51.000 ha supplémentaires. Dans les années 80, les chiffres de la Confédération Hydrographique du Segura parlaient d'un élargissement de 77.000 ha additionnels⁸⁰. Le bassin du Segura a vu donc croître énormément sa superficie irriguée car une augmentation de l'offre provenant de ce transvasement avait été anticipée. Pourtant, le volume d'eau provenant du Tage n'a été que de 360 hm³/an en moyenne, ce qui est beaucoup moins que ce qui avait été prévu. Le graphique suivant, fourni par le Ministère de l'Environnement espagnol, montre l'évolution de la surface irriguée depuis le début du siècle :

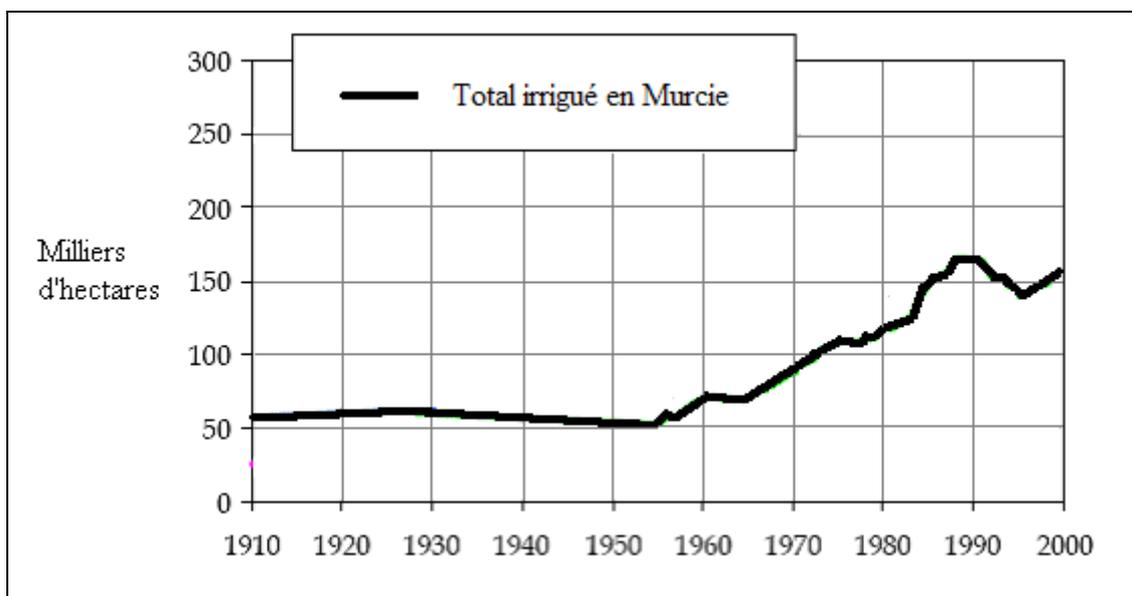
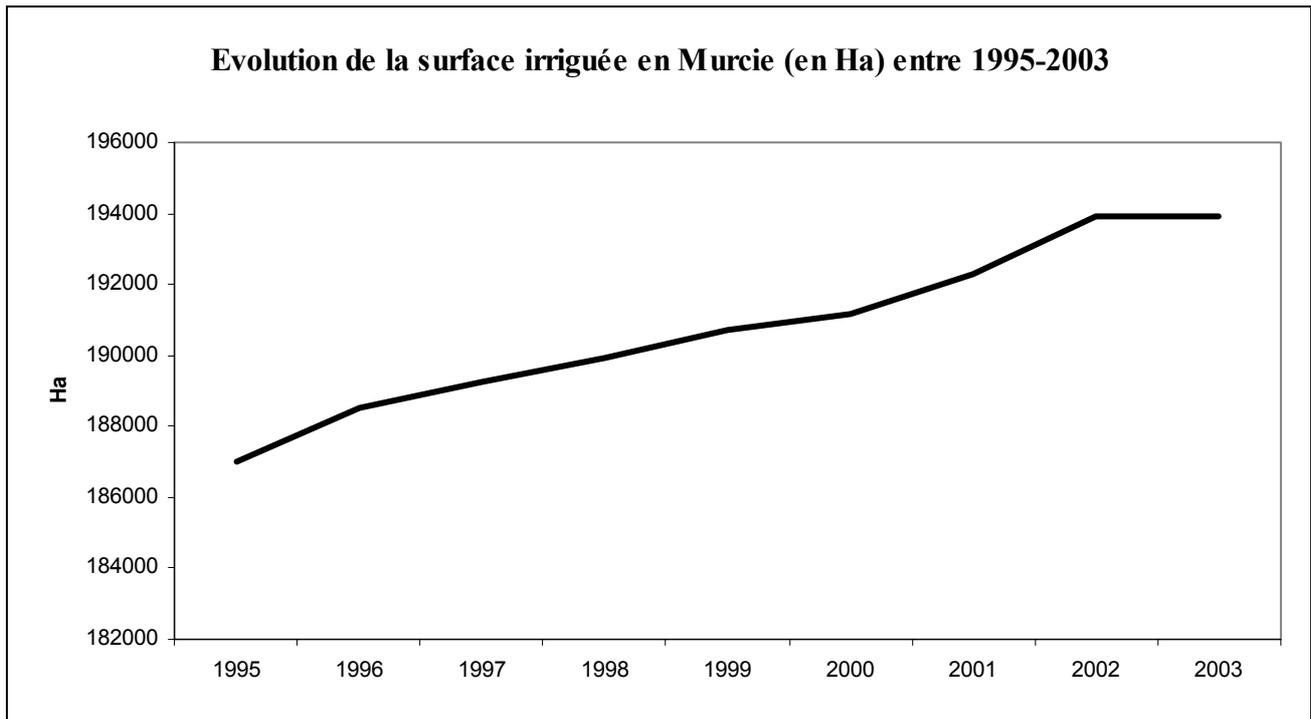


Figure 12: Evolution de la surface irriguée en Murcie
Source: Ministerio de Medio Ambiente (2000b)

On peut observer une diminution de la surface irriguée au cours de la première moitié des années 90 due à la grave sécheresse qui a eu lieu durant cette période. Puis, l'augmentation reprend de nouveau à partir de 1995. Des données plus récentes issues de l'administration statistique murcienne confirme cette récente reprise (de 187.014 ha en 1995 jusqu'à 193.907 ha en 2003), comme on peut le voir sur le graphique ci-dessous:

⁸⁰ Confederación Hidrográfica del Segura (1998).



*Figure 13: Evolution de la surface irriguée en Murcie entre 1995-2003 (en ha)
Source: EConet – Servidor Económico-Estadístico de la Región de Murcia*

Actuellement, l'ensemble des cultures, aussi bien les sèches que celles issues de l'irrigation, occupent 606.000 Ha, c'est-à-dire 53,5% du territoire de la Région de Murcie. Ce pourcentage est le plus élevé du pays et seulement la région de Castille-La Manche présente un niveau similaire (50,82%), suivie de l'Andalousie (43,5%). Comme on l'a déjà vu précédemment, 32% de la superficie cultivée totale (environ 193.907 Ha) est consacrée à l'irrigation. Ce chiffre est un des plus élevés d'Espagne (qui se place juste derrière la Communauté Valencienne) dont la part est de 13%. L'agriculture d'irrigation fournit une grande partie de la production finale agricole, environ 88%, qui provient surtout de l'horticulture, des arbres fruitiers, des citriques et des fleurs. La moyenne espagnole n'est pourtant que de 50%. En outre, les produits agroalimentaires représentant environ 58% des exportations totales de la région de Murcie face au 14% de l'Espagne⁸¹. L'agriculture d'irrigation a donc plus d'importance en Murcie que dans d'autres régions espagnoles.

Le PHBS a décrit la situation des zones d'irrigation et, selon l'origine de l'eau et l'infrastructure utilisée, les a réparti en 5 catégories. Ces catégories sont caractérisées par des problématiques différentes, bien qu'on puisse aussi trouver des typologies mixtes :

- Les zones d'irrigation traditionnelles et leur élargissements, en général localisées dans les plaines fluviales du Segura. Actuellement, ces systèmes ont besoin d'une modernisation principalement à cause de la pression exercée par la croissance socio-économique de la région, en particulier de celle issue de la dissémination urbaine, qui a un triple effet : la perte du caractère agricole de ces zones au détriment des activités urbaines et industrielles; la fragmentation du territoire qui rend plus difficile son exploitation agricole; et l'intensification des déchets non traités déversés dans les réseaux d'irrigation qui détériore la qualité des eaux. Un autre problème à considérer est le bas coût de l'eau d'irrigation (0,02

⁸¹ Source des données pour la Murcie: Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente, Dirección General de Industrias y Asociacionismo Agrario, Murcia.
Source du reste des données: Instituto Nacional de Estadística.

euros/m³) qui ne favorise ni l'épargne ni l'introduction de nouvelles cultures ou de nouvelles techniques d'irrigation pour améliorer l'exploitation des ressources.

- Les zones irriguées par des eaux superficielles provenant des cours situés en amont du Segura et de ses affluents. En général, les infrastructures de ces systèmes sont anciennes et les réseaux de distribution sont fréquemment constitués de conductions en terre, bien que récemment ils sont fait l'objet d'améliorations et de modernisations. Ceci rend difficile aussi bien l'introduction de techniques modernes d'irrigation et de culture que le contrôle et la régulation de l'eau utilisée. En outre, les ressources hydriques associées à ces zones se sont amoindries à cause des extractions souterraines dans les aquifères. De ce fait, les dotations actuelles sont en général insuffisantes.
- Les zones irriguées par des eaux provenant du transvasement Tage-Segura. Ces zones ont été créés récemment, ce qui signifie que les réseaux de distribution respectifs, ainsi que les infrastructures, sont plus modernes et permettent une gestion de l'eau plus efficace et une meilleure épargne de l'eau grâce à l'automatisation et à l'informatisation des systèmes d'irrigation. On peut donc dire qu'elles font preuve d'un avantage technique par rapport aux autres zones. De plus, l'eau qui en résulte est de meilleure qualité car son point d'extraction se situe avant les grandes concentrations urbaines. Les travaux de post-transvasement et d'infrastructures d'irrigation sont encore en cours. Le problème principal de ces zones est que le volume d'eau provenant du transvasement qui avait été prévu ne peut pas être complètement garanti.
- Les zones irriguées grâce au pompage des eaux souterraines. L'épuisement progressif des eaux souterraines provoqué par la surexploitation des aquifères a réduit les débits disponibles et fait augmenter le coût d'extraction de l'eau. Ceci a stimulé l'épargne et l'établissement de systèmes d'irrigation plus efficaces qui se sont adaptés à la diminution, mais la situation n'est pas durable. En outre, la qualité de l'eau d'irrigation a empiré et elle s'avère souvent inutile pour l'irrigation.
- Les zones irriguées par des eaux réutilisées. Les eaux qui proviennent de la réutilisation des eaux résiduelles urbaines sont normalement utilisées dans les zones où les aquifères surexploités et sont liés par conséquent aux mêmes problèmes. Par contre, les eaux qui proviennent du drainage des eaux d'irrigation sont principalement utilisées au niveau de l'embouchure du fleuve, les problèmes associés étant la disponibilité de l'eau et la détérioration de sa qualité.

Le Plan National d'Irrigation⁸² (PNI) a aussi étudié les superficies irriguées selon l'origine de l'eau, le système d'irrigation prédominant et l'état des infrastructures dans les différentes Communautés Autonomes. Dans le cas de la Murcie, cette information est résumée dans les tables suivantes :

Surface irriguée selon l'origine de l'eau (%)				
Eaux superficielles	Eaux souterraines	Transvasement	Eaux réutilisées	Eaux dessalées
22%	48,8%	28%	1%	0,2%
Surface irriguée selon le système d'irrigation prédominant (%)				
Gravité		Aspersion		Localisé
41,2%		3%		55,8%
Surface irriguée par des conductions en terre ou en béton en mauvais état (%)				
Conductions en terre			Conductions en béton en mauvais état	
9%			1,6%	

Table 8: Surface irriguée en Murcie selon l'origine de l'eau, le système d'irrigation et l'état des infrastructures.
Sources : Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2002) Plan Nacional de Regadíos, Madrid.
ECONet – Servidor Económico-Estadístico de la Región de Murcia.

⁸² Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2002) Plan Nacional de Regadíos, Madrid.

On peut observer que presque la moitié des zones irriguées dépendent de l'exploitation des eaux souterraines ou, souvent, de leur surexploitation. Ceci provoque des baisses du niveau phréatique de 15 m annuelles et des sondages qui atteignent 600 m de profondeur et qui enchérissent l'extraction, épuisent les ressources disponibles et salinisent le territoire progressivement. Cette situation s'empire durant les période de sécheresse quand les apports du transvasement Tago-Segura diminuent.

On peut aussi observer que le système le plus utilisé est **l'irrigation localisée** (55,8%) dont l'efficience de l'eau est portée au maximum puisqu'elle n'est appliquée qu'aux endroits où elle est nécessaire et permet donc d'en limiter le gaspillage. Le principe du goutte-à-goutte consiste à apporter l'eau sous faible pression jusqu'aux racines de chacune des plantes et à la distribuer au compte-goutte, en surface ou en souterrain, à l'aide de petits tuyaux, disposés sur le sol ou enterrés. Bien menée, cette technique permet de diminuer notablement la consommation d'eau : elle n'humidifie que la portion du sol située au voisinage immédiat des racines, et elle limite les pertes par évaporation, ruissellement ou infiltration profonde. L'irrigation goutte-à-goutte et l'irrigation enterrée sont des exemples de systèmes d'irrigation localisés.

L'irrigation par gravité, dont le flux d'irrigation est déterminé par la surface du sol, se pratique aussi fréquemment (41,2%). On peut en distinguer quatre types: l'inondation de surface, l'irrigation par calants, par bassins d'infiltration, et par sillons. L'irrigation par gravité est très utilisée puisqu'en particulier elle ne fait pas appel à des équipements hydrauliques, de gestion et d'entretien complexes. Mais elle s'avère aussi la plus grande consommatrice d'eau.

L'irrigation par aspersion, qui ne représente que 3% du total en Murcie, s'appuie sur des canalisations enterrées où l'eau circule sous forte pression. Ces canalisations distribuent l'eau à des tuyaux mobiles qui alimentent des systèmes d'aspersion. Ceux-ci arrosent les parcelles, comme le ferait la pluie, en projetant l'eau sous pression au-dessus des plantations. L'eau retombe alors en une fine pluie artificielle sur les plantes.

Quant à l'état des infrastructures de conduction, la table montre que, en général, elles sont en bonne état car seulement 10,6% sont susceptibles d'amélioration.

Suite à cette description générale de l'irrigation en Murcie, il faut signaler qu'elle constitue le principal usage de l'eau dans la région. Cependant quantifier cet usage de manière exacte est extrêmement difficile car l'origine de l'eau utilisée par l'irrigation est très variée. Elle peut provenir de ressources superficielles, habituellement régulées par des barrages, ou souterraines; de la réutilisation des eaux d'irrigation ou des eaux urbaines; du transvasement Tago-Segura; ou du dessalement. En outre, les eaux souterraines n'ont été incorporées au domaine publique hydraulique que très récemment, ce qui rend parfois l'information incomplète.

Mais, malgré les difficultés, le PNI a produit une estimation de la **consommation en 2002 dans la Région de Murcie de 1.104 hm³/an**. Comme on l'a déjà dit, ce chiffre représente 87% du total de l'eau consommée, qui atteint en Murcie 1.300 hm³/an.

2.1.2.2. L'approvisionnement de la population

Comme on l'a déjà expliqué, l'approvisionnement de la population inclue la consommation originaire des noyaux de population, aussi bien dans le but de satisfaire la demande des ménages que celle d'autres activités, industrielles ou de services qui se sont développées dans les noyaux

urbains et qui utilisent leurs réseaux de distribution. En Murcie, il s'agit d'une quantité de l'ordre de **130 hm³/an**, soit 10% de la consommation totale.

Depuis les années 70, la Communauté Autonome de Murcie a connu une croissance démographique plus importante que celle de la population espagnole dans son ensemble. En 1970 la population totale, répartis entre 45 municipalités, était de 832.047 habitants et a évolué pour atteindre 1.294.694 habitants selon les données de 2004⁸³. La densité de population est elle de 114 hab/km². Les zones qui ont connu la plus grande croissance sont celles situées sur le littoral et dans les plaines fluviales. Presque 84% de la population habite dans un milieu urbain (plus de 10.000 habitants) et un peu plus de 50% de la population est concentrée dans les 3 villes principales : Murcie, Cartagena et Lorca. Les zones rurales souffrent de plus en plus d'exode rural vers les villes.

La région présente le même processus de vieillissement que le reste du pays, dû principalement à la baisse de la natalité et à l'augmentation de l'espérance de vie. Le taux de natalité brut est passé de 20,8 ‰ en 1975 à 13,03‰ en 2004 et l'espérance de vie de 73,13 ans à 77,65 en 1998. Le taux de mortalité est de 7,51‰. La pyramide des âges montre une diminution de la population âgée de moins de 20 ans, qui représentait 38,5% en 1970 et qui est maintenant de 23% (en 2005). Le groupe consistant les personnes âgées de plus de 65 ans s'est lui élargi et a vu sa part augmenter de 8,4% en 1970 à 13,8% en 2005⁸⁴.

Depuis les années 70, la Murcie est une région réceptrice de population. L'importance de l'immigration provenant de l'étranger était initialement faible mais a commencé à croître de plus en plus à partir de 1996. En 2000, la hausse a été spectaculaire : alors que l'année 1999 comptait 3.164 d'immigrants, l'année 2002 en comptait, elle, 20.013 et 2004, 27.071 immigrants. Le Maroc était le principal pays d'origine jusqu'en 1999, puis c'est maintenant le tour de l'Equateur qui est devenu le pays qui apporte le plus grand nombre d'immigrants. De manière générale, la plupart de ces immigrants travaillent dans le secteur agricole.

La croissance démographique est liée à un processus d'urbanisation intense et d'expansion des noyaux urbains ainsi qu'à l'occupation de la zone littorale par des infrastructures touristiques et résidentielles. En particulier, la superficie occupée par les zones urbaines a augmenté de 61% entre 1990 et 2000⁸⁵, ce qui, par rapport à la croissance démographique, est le taux le plus élevé de toutes les régions méditerranéennes.

Bien que la consommation moyenne d'eau par habitant et par jour en Espagne est supérieure, celle de la Murcie a connu une des plus grandes croissances du pays au cours des dernières années. Selon les données de l'Institut National de la Statistique, la consommation est passé de 148 litres par habitant et par jour en 1996 à 222 en 2003. Si l'on compare avec la consommation d'autres pays européens, aussi bien les espagnols que les murciens sont les plus grands consommateurs d'eau du continent.

⁸³ Padrón Municipal de Habitantes de 2004, Murcia.

⁸⁴ Instituto Nacional de Estadística (INE), Indicadores Demográficos Básicos 2005.

⁸⁵ Ministerio de Medio Ambiente (2005) *Informe de Sostenibilidad Ambiental (ISA) de las Actuaciones Urgentes del Programa AGUA en las Cuencas Mediterráneas*, Madrid.

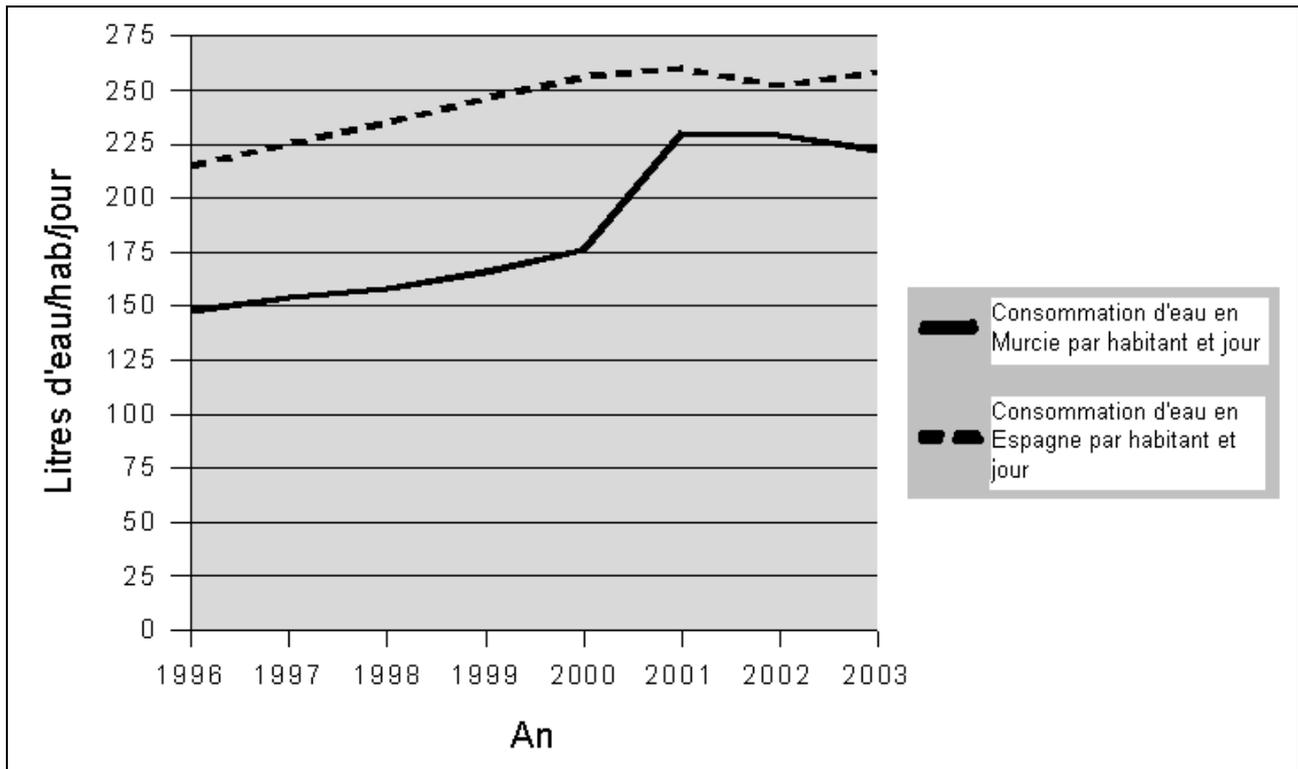


Fig. 14: Litres d'eau consommés par habitant et par jour en Espagne et en Murcie
 Source: Instituto Nacional de Estadística (INE)

La consommation d'eau est aussi influencée par les activités touristiques et récréatives qui constituent un des moteurs économiques de la région. Du point de vue des ressources hydriques, une des caractéristiques de l'activité touristique est une plus grande consommation d'eau. En fait, des études menées sur l'île de Lanzarote montrent qu'un touriste consomme pratiquement le double qu'un habitant de l'île⁸⁶. En outre, le nombre de touristes a fortement augmenté au cours des dernières années, passant de 127.799 en 1997 à 525.711 en 2003⁸⁷. Evidemment, ce sont les mois d'été, les plus secs, qui reçoivent le plus grand nombre de touristes, ce qui aggrave la situation hydrique.

Fortement impliqués dans le tourisme, les terrains de golf constituent aussi un élément consommateur d'eau. Concrètement, un terrain standard de 18 trous consomme environ 0,6 hm³/an⁸⁸. Il faut prendre en compte qu'en Murcie 40 terrains de golf sont prévus en plus des 11 déjà existants⁸⁹, ce qui signifie une demande additionnelle de plus de 24 hm³/an.

Les pertes d'eau dans le réseau de distribution sont aussi un facteur important quand on parle de l'approvisionnement de la population. En Murcie, le pourcentage d'eau perdue dans le réseau a diminué au cours des dernières années. Il était de 24,9% en 1996 (soit 49 litres par habitant et par jour), pour se reroover à 16% en 2003 (soit 41 litres par habitant et par jour).

⁸⁶ Cabildo de Lanzarote (1998) *Lanzarote en la Biosfera*, Lanzarote.
⁸⁷ Instituto de Estudios Turísticos (IET), Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
⁸⁸ Ministerio de Medio Ambiente, 2005
⁸⁹ El Mundo – elmundo.es

2.1.2.3. L'industrie

L'activité industrielle ne consomme que 3% de l'eau utilisée totale en Murcie, c'est-à-dire environ 40 hm³/an .

Le secteur industriel se répartit en différentes zones dont les caractéristiques leur sont propres: la zone de Cartagena, avec les industries énergétique, pétrochimique et de construction navale ; la zone de la vallée du Segura, fortement spécialisée dans la production agroalimentaire ; et, finalement, des noyaux industriels avec des productions spécifiques telles que les meubles, le cuir, les textiles et la chaussure. Dans les deux derniers cas, il s'agit d'entreprises petites qui ne présentent pas un niveau technologique très élevé mais plutôt une structure légère en machinerie et équipement de la sorte.

2.1.3. Offre vs demande: Les problèmes environnementaux en Murcie

La forte demande d'eau en Murcie combinée à l'offre très limitée propre au climat méditerranéen (parfois semi-aride) provoque de graves impacts environnementaux. L'exploitation des ressources est si intense que des 830 hm³/an de ressources naturelles du fleuve, seulement un volume d'eau de 30 hm³/an atteint la mer, c'est-à-dire 3,6% du total⁹⁰.

La pénurie d'eau a comme premier effet la tendance à la surexploitation des eaux souterraines qui s'élève au-dessus de leur taux de rénovation naturelle. Cette surexploitation provoque une baisse des niveaux phréatiques et un processus généralisé d'intrusion d'eau de mer avec la conséquente augmentation de salinité qui peut inhabiliter la ressource pour son usage. En général, le rapport entre pompage et recharge est supérieur à un, ce qui signifie une utilisation non durable de l'aquifère et qui va contre la Directive Cadre de l'Eau visant à améliorer l'état quantitatif des eaux souterraines.

La situation des ressources souterraines a d'importantes répercussions sur les eaux superficielles, qui se manifeste par la disparition de ruisseaux, la réduction du débits des rivières, la diminution des surfaces humides intérieures et l'augmentation de la salinité des littoraux. A ces impacts provoqués par la situation des aquifères on doit ajouter la surexploitation des ressources superficielles et la contamination agricole et urbaine qui s'associe à des épisodes d'eutrophisation. Les nitrates sont un des polluants les plus fréquents. La Confédération Hydrographique du Segura reconnaît que seulement 1,09% des eaux superficielles respectent les objectifs environnementaux établis par la Directive Cadre de l'Eau. Cette part s'évalue à 7,94% pour ce qui est des eaux souterraines⁹¹.

La salinisation des sols agricoles est aussi un problème grave en Murcie. Cette augmentation de la salinité des sols est provoquée principalement par la minéralisation croissante des eaux d'irrigation mais aussi par l'utilisation des eaux souterraines salines et par la prolifération de l'utilisation des engrais chimiques. La transformation de zones dont les substrats sont inappropriés à la culture en surfaces d'irrigation et le manque d'un lessivage des sols suffisant, conséquence de la pénurie en eau, contribuent à cette salinisation.

Les problèmes d'eau exercent également une forte influence sur les ressources écologiques du territoire, spécialement dans le cas des zones humides et des écosystèmes fluviaux, provoquant la disparition presque totale d'un certain nombre d'entre eux et la mise en danger d'espaces qui conservent encore d'importantes valeurs écologiques. La hausse de la salinité et la pollution des

⁹⁰ Confederación Hidrográfica del Segura (1998).

⁹¹ Confederación Hidrográfica del Segura (2005), *Informe de los artículos 5, 6 y 7 de la Directiva Marco de Aguas*. Version 3, Ministerio de Medio Ambiente, Murcia.

zones humides et des cours fluviaux, l'eutrophisation, l'altération morphologique et hydrologique des rivages et du régime fluviale, l'épuisement des ruisseaux et l'augmentation de la pression agricole ont aussi des impacts graves sur la flore et la faune en Murcie.

2.2. LES REPONSES AUX PROBLEMES EN MURCIE

Comme on l'a déjà expliqué au sein du chapitre précédant relatif au contexte national, la législation nationale prévoit la planification hydrologique au travers des Plans Hydrologiques de Bassin et du Plan Hydrologique National. Ce dernier doit coordonner les mesures prises par les premiers.

Dans ce contexte, le PHBS a été approuvé en juillet 1998 et, tout comme le reste des Plans Hydrologiques de Bassin, il contient les points suivants:

- l'inventaire des ressources hydrauliques,
- les usages et demandes existantes et prévisibles,
- les critères de priorité et de compatibilité d'usages,
- l'assignation et la réserve de ressources pour les usages et demandes actuels et futurs ainsi que pour la conservation et la récupération du milieu naturel,
- les caractéristiques basiques de qualité des eaux et de l'aménagement des rejets d'eaux résiduelles,
- les normes basiques sur les améliorations et les transformations dans les zones d'irrigation qui assurent l'utilisation adéquate des ressources hydrauliques et des terrains disponibles,
- les périmètres de protection et les mesures de conservation et de récupération des ressources et des milieu affectés,
- les Plans hydrologico-forestiers et de conservation des sols, réalisés par l'Administration,
- les directrices pour la remplissage et la protection des aquifères,
- les infrastructures basiques requises par le Plan,
- les critères d'évaluation des usages énergétiques et leurs conditionnements,
- les critères pour les mesures les et œuvres destinés à prévenir et à éviter les dommages causés par les inondations ou autres phénomènes hydrauliques.

Après l'adoption du PHBS et du reste des Plans de Bassin, le PHN 2000 a été approuvé et est devenu la Loi 10/2001, du 5 juillet, du Plan Hydrologique National. Le PHN 2000 a déjà été décrit dans la première partie de ce mémoire, ainsi que la controverse provoquée par le transvasement de l'Ebre et le nouveau PHN adopté par le Gouvernement socialiste.

Ci-après, nous analyserons les réponses aux problèmes hydriques imposés par ces deux plans dans le cas concret de la Murcie. De même, nous présenterons également les impacts environnementaux de ces réponses.

2.2.1. Les réponses du PHN 2000 en Murcie

Le PHN 2000 analyse les bassins hydrographiques, ainsi que leurs systèmes d'exploitation et leurs différentes demandes, actuelles et futures. Comme on l'a déjà expliqué dans la première partie de ce mémoire, le Plan considère que l'Ebre présente des excédants et que le transvasement d'une quantité de 1200 hm³/an depuis le Bas Ebre peut s'effectuer sans aucune difficulté. L'analyse des bassins du Jucar, du Segura, du Sud et des bassins internes de la Catalogne concluent que ces derniers sont déficitaires et qu'un transvasement d'eau est nécessaire.

D'après ce document, les demandes nettes requises par les points de remise du système de transfert sont de 1.000 hm³/an et, compte tenu des 5% de pertes totales moyennes, les demandes brutes, aux points d'origine, représentent un total de 1.050 hm³/an. Les résultats finaux proposés et regroupés par cadre de planification, sont présentés dans la table ci-dessous. On peut observer que le PHN 2000 assigne **450 hm³/an bruts (430 hm³/an nets)** au bassin du Segura:

Bassin de destination	Apport externe (hm ³ /an)	
	Net	Brut
Bassins Internes de la Catalogne	180	190
Júcar	300	315
Segura	430	450
Sur	90	95
Total	1000	1050

Table 9: Demandes regroupées par bassin de destination
Source : Ministerio de Medio Ambiente (2000b).

La déviation de l'eau de l'Ebre se ferait depuis Cherta, barrage situé près du Delta, et suivrait son cours sur 362 km jusqu'au barrage de Tous, situé sur le fleuve Júcar. Entre ces deux points, la construction de 7 nouveaux barrages serait nécessaire. Puis, on peut amener l'eau depuis Tous au Segura de deux manières possibles: la solution nommée « intérieure » (le chemin le plus direct), et la solution « Júcar », qui utilise aussi les ressources du fleuve Júcar.

En détail, la longueur totale de la solution intérieure est de 167 km, avec 3 km d'impulsions, 16 km de siphons, 1,5 d'aqueducs, 25 km de tunnels, 118 km de canaux et 3,5 km de tuyauteries d'exploitations hydroélectriques. La hauteur à partir de laquelle s'effectue le pompage est de 414 m et celle à partir de laquelle s'effectue le turbinage de 348 m. La solution Júcar étend la longueur totale de la conduction à 172 km, 13 km de siphon, 4 km d'aqueduc, 9 km de tunnel, 140 km de canal et 6 km de turbinage. La hauteur totale à partir de laquelle s'effectue le pompage serait de 405 m et la hauteur à partir de laquelle s'effectue le turbinage de 518 m.

En définitif, le lien entre l'Ebre et le Segura est représenté par la figure et la table suivantes :

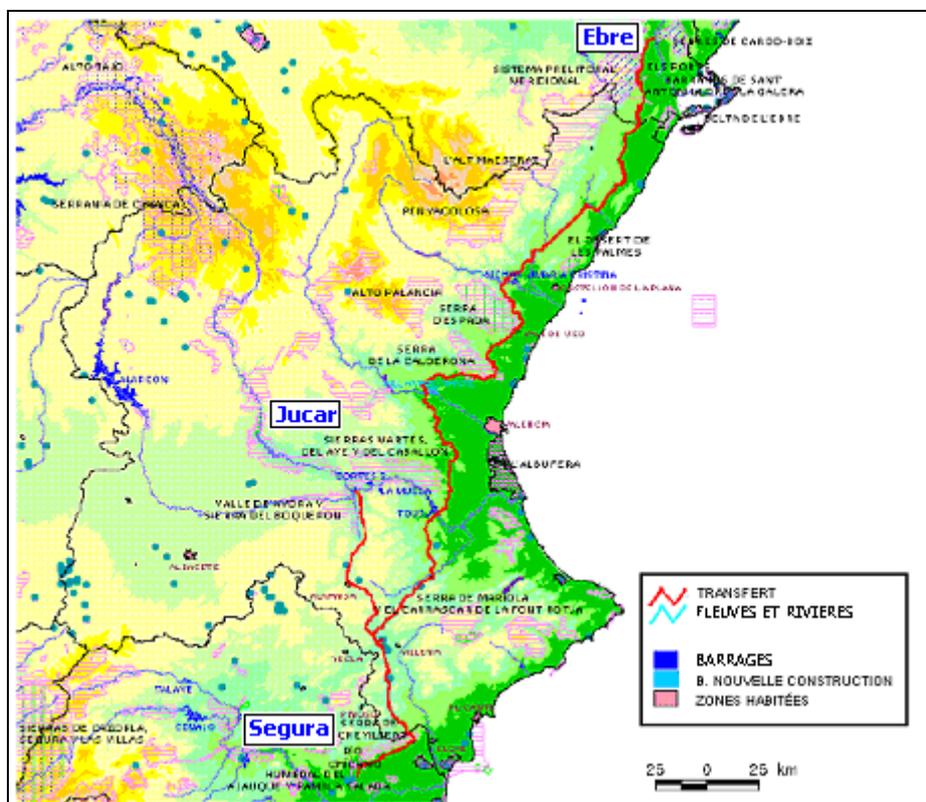


Fig. 15 : Transvasement Ebre-Júcar-Segura
Source : Ministerio de Medio Ambiente (2000b).

SOLUTION	LONGUEUR (km)	HAUTEUR DE POMPAGE (m)	HAUTEUR DE TURBINAGE (m)	NOUVEAUX BARRAGES
EBRE-SEGURA (solution intérieur)	529	707	348	VILLAMARCHANTE
EBRE-SEGURA (solution Jucar)	534	698	518	VILLAMARCHANTE

Table 10: Caractéristiques du transvasement entre le Bas Ebre et le Segura
Source : Ministerio de Medio Ambiente, Análisis de antecedentes y transferencias planteadas, PHN, , Madrid.

En outre, environ 70 mesures parallèles dans le bassin du Segura étaient prévues par la Loi du PHN de 2001. Dans le cas concret de la Murcie, elles étaient, entre autres, la construction de 8 barrages et l'élargissement de 2 autres; la construction de 4 usines de dessalement et de 1 collecteur pour l'évacuation des eaux salines ainsi que l'élargissement d'1 autre usine; 5 mesures destinées à la modernisation des zones d'irrigation ; et la construction de centaines de kilomètres de canaux et de tunnels.

Le PHN 2000 conclue que même si les mesure destinées à la modernisation des zones d'irrigation prévues par le Plan National d'Irrigation étaient développées, elles ne feraient que « *réduire les besoins d'apports externes dans une certaine mesure*⁹² », mais le transvasement depuis l'Ebre serait encore nécessaire. Selon le Plan, le fait que plus d'un tiers du total irrigué en Murcie est muni d'un système d'irrigation localisée indique que les possibilités réelles d'amélioration des zones d'irrigation « *seront certainement marginales* ». De plus, il conclue que la mise en place de mesures d'épargne d'eau au niveau urbain serait insignifiant. Par conséquent, selon le PHN 2000, la seule mesure qui reste à prendre est le transvasement des ressources de l'Ebre.

2.2.1.1. Les impacts environnementaux du PHN 2000

Le transvasement des eaux le long de plus de 900 km requiert la construction de grandes infrastructures. Ceci implique, de la même manière, l'élimination de la végétation, l'occupation de sols, le mouvement de terrains, la construction de canalisations et de drainages temporels, le mouvement de machinerie, la construction d'infrastructures de transport et de structures de stockage d'eau (barrages, etc.). Les impacts généraux sur le milieu sont de plusieurs types : altération des sols y compris le compactage, la destruction d'habitats, l'effet barrière qui empêche le déplacement normal des espèces et l'impact paysager, parmi d'autres.

En outre, le transvasement traverserait directement cinq espaces naturels protégés, et quatorze zones susceptibles de devenir des « zones spéciales de conservation⁹³ ». De plus, d'autres espaces protégés et de possibles futures zones spéciales de conservation se trouveraient très proches du transfert et pourraient se voir affectées de manière indirecte.

Dans le bassins cédant, la détraction d'un débit pourrait avoir des impacts négatifs sur les écosystèmes fluviaux si un débit minimal destiné à maintenir un niveau de fonctionnalité biologique minimal n'est pas assuré. De plus, un débit moindre provoquerait une intrusion fluviale de l'eau de mer plus grande dans le delta, ce qui affecterait une des zones humides les plus importantes de l'Espagne.

⁹² Ministerio de Medio Ambiente (2000b).

⁹³ Selon la Directive 92/43/CEE concernant la conservation des habitats naturels ainsi que la faune et la flore sauvages.

Plus concrètement, dans les bassins récepteurs, le fait de transporter de l'eau peut avoir un impact très important car les eaux mélangées ont des caractéristiques physico-chimiques et limnologiques différentes. Le transvasement d'eau peut être accompagné d'un transfert des organismes vivants, ce qui peut provoquer des impacts sur la structure et la composition des écosystèmes.

2.2.1.1.1. Les impacts environnementaux dans le bassin cédant : Le cas concret du Delta de l'Ebre

Le delta de l'Ebre a une surface de 330 km² et une population d'environ 50.000 habitants. D'un point de vue écologique, le delta se distingue par sa grande diversité d'habitats et d'espèces qui lui confère une importante valeur environnementale. Il s'agit d'un site Ramsar⁹⁴ et d'une Zone de protection spécial⁹⁵ faisant partie du réseau « Natura 2000 ». Actuellement, le delta accueille 30 espèces de vertébrés et 17 espèces de plantes en voie d'extinction.

La réduction du débit aurait des effets sur les caractéristiques physiques et hydrologiques du fleuve à partir du point de transfert. Ceci modifierait certains paramètres essentiels comme le niveau de l'eau, la vitesse ou le profil transversal qui, de la même manière, modifieraient d'autres paramètres importants pour les organismes vivants comme la température ou le contenu en substances nutritives. Concrètement, les écosystèmes du substrat fluvial et des rives seraient fortement affectés.

De plus, le moindre apport de sédiments au delta aggraverait le processus d'érosion et mettrait en danger le maintien de la structure et de la dynamique du delta. Il faut prendre en compte que près des 200 barrages qui existent déjà dans le bassin de l'Ebre retiennent plus de 99% des sédiments que le fleuve transportait à l'origine⁹⁶. À moyen et long terme, prévoit un recul du delta. Quant aux impacts sur les écosystèmes marins, la productivité biologique des baies et de la plate-forme continentale, qui se base en grande mesure sur les sédiments apportés par le fleuve, diminuerait. Ceci aurait des effets négatifs sur les communautés naturelles, y compris les oiseaux marins, ainsi que sur l'aquaculture.

L'intrusion saline de l'eau de mer est un phénomène propre à toutes les embouchures fluviales sur une mer ouverte et où se font sentir les marées. Dans le cas des mers fermées ou très calmes comme la Méditerranée, la dynamique entre les eaux douces et les eaux salées est principalement contrôlée par le débit du fleuve. Une langue de terre s'étend alors vers la mer en formant un delta. En général, dans les deltas, l'eau marine se mélange à peine avec l'eau du fleuve. On parle d'un flux bicouche, où la couche supérieure formée d'eau douce se déplace vers la mer, et la couche inférieure, constituée d'eau salée et plus dense, avance en amont. Leur contact s'établit au travers d'une troisième couche fine d'épaisseur qui présente de forts gradients de densité et salinité. C'est ainsi que se forme un coin salin.

Dans l'Ebre, le coin salin commence à se former quand le débit fluvial est inférieur à 400 m/s. Lorsqu'il descend au-dessous des 100 m/s, le coin commence à se déplacer en amont. Comme conséquence de la réduction du débit due au transvasement, le coin salin serait plus présent le long de l'année et une salinisation des puits d'eau douce qui se trouvent près du fleuve serait alors possible. En plus de l'augmentation de la salinité, la dégradation de la qualité de l'eau se produirait aussi à cause de l'accroissement de la concentration de phosphore et la conséquente eutrophisation, impliquant des périodes d'anoxie plus fréquentes. Les effets sur la faune autochtone pourraient être

⁹⁴ Figure de protection des zones humides d'importance internationale.

⁹⁵ Selon la Directive 79/409/CEE du Conseil, du 2 avril 1979, concernant la conservation des oiseaux sauvages.

⁹⁶ Ibáñez C., PRAT, N., A. CANICIO (1996). *Changes in the hydrology and sediment transport produced by large dams on the lower Ebro river and its estuary*, Regulated Rivers.

dramatiques, surtout si on considère que les espèces invasives sont plus habituées aux eaux eutrophiques.

Certaines espèces rare très sensible, en particulier le bivalve *Margaritifrea auricularia* et le vison *Mustela lutreola*, protégées par la Directive d'Habitats, seraient affectés par la réduction du débit fluvial. Ceci affecterait également d'autres espèces également protégées par cette Directive comme le *Larus audouin* (le goéland d'Audouin) et le *Puffinus mauretanicus* (le puffin des Baléares), qui se nourrissent dans le delta.

Le Plan Hydrologique du Bassin de l'Ebre fixe comme débit minimal écologique du tronçon final 100 m³/s. Pourtant, d'après la majorité de la communauté scientifique espagnole, ce débit a été fixé de façon arbitraire. En fait, les études à ce sujet élaborés par la Confédération Hydrographique de l'Ebre ne sont pas publiés et ne sont pas non plus disponibles au public.

2.2.1.1.2. Les impacts environnementaux dans le bassins récepteurs

Les principales altérations du transvasement dans les bassins récepteurs, parmi lesquelles se trouve celui du Segura, seraient celles provoquées par le mélange des eaux de différentes caractéristiques physico-chimiques et biologiques, ce qui provoquerait des altérations quantitatives et qualitatives de l'eau ainsi que des écosystèmes du fleuve récepteur.

Concrètement, un impact très important est celui provoqué par l'effet corridor. Ce dernier consiste en l'incorporation d'espèces de différents groupes biologiques provenant du bassin cédant et qui, préalablement au transfert, ne se trouvaient pas dans le bassin récepteur. Cette introduction d'espèces exotiques pourrait provoquer le déplacement ou la substitution des espèces autochtones quand l'espèce exotique est un compétiteur avec une capacité supérieure d'adaptation (spectre alimentaire plus ample, prédation sur les états larvaires des espèces autochtones, expulsion de leurs territoires et de leurs zones de reproduction, etc.). Parfois, les espèces exotiques peuvent être porteuses de maladies contagieuses, sans oublier les problèmes de contamination génétique et d'hybridation d'espèces.

Par exemple, les bivalves invasifs *Dreissena polymorpha* (la moule zébrée) et *Corbicula fluminea* (le clam asiatique) sont présents dans le bassin cédant. Aussi bien les adultes que les larves pourraient alors se voir transférés aux bassins récepteurs et mettre ainsi en danger leur intégrité écologique.

En outre, il faut signaler que l'ichtyofaune continental espagnole se caractérise par un nombre très élevé d'espèces endémiques, plus de 55% du total, surtout dû aux conditions d'isolement géographique de la Péninsule Ibérique. Pourtant, ces espèces endémiques sont actuellement en grave déclin entre autres à cause de la construction de barrages et de l'introduction d'espèces allochtones. Une douzaine d'espèces piscicoles qui se trouvent dans l'Ebre ne se trouvent cependant pas dans les bassins récepteurs. Ceci signifie que l'introduction accidentelle de celles-ci pourrait avoir des conséquences très négatives sur les écosystèmes des bassins récepteurs, spécialement s'il s'agit de certaines espèces de grande capacité d'expansion, omnivores et tolérantes aux eaux de basse qualité comme le *Silurus glanis* (le silure) ou l'*Alburnus alburnus* (l'ablette), et qui constituent déjà un problème dans l'Ebre. Quelques espèces de barbus pourraient aussi devenir un problème.

2.2.2. Les réponses du nouveau PHN

Le *Real Decreto Ley 2/2004* de modification de la Loi 10/2001 du PHN et le programme AGUA prévoient certaines mesures urgentes à mettre en œuvre à court terme dans les bassins méditerranéens. Dans le chapitre précédant, on a déjà examiné les mesures générales qui s'appliqueront à chacun de ces bassins. Ci-bas, nous examinerons les mesures concrètes de la Région de Murcie où il est prévu un apport de **204 hm³/an**, ce qui signifie un investissement de **876 millions d'euros**.

Les différentes mesures prévues à court terme se divisent en trois types :

- **Les mesures pour l'augmentation des ressources hydriques disponibles** qui, selon le Programme, fourniront **140 hm³/an** grâce à un investissement de **402 millions d'euros**. Ces mesures sont résumées dans la table suivante:

Mesures destinées à l'augmentation des ressources hydriques en Murcie		
Mesure	Apport hydrique (hm³/an)	Investissement (million euros)
Usine de dessalement de Campo de Cartagena	52	98
Usine de dessalement pour garantir les zones d'irrigation du transvasement Tage-Segura	30	60
Elargissement de l'usine de dessalement de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla	21	66
Usine de dessalement dans la rivière Guadalentín	17	39
Usine de dessalement pour irrigation en Murcie	20	42
Dessalement dans le Campo de Cartagena (réseaux de distribution)	--	83
Mesures urgentes pour apporter des ressources à l'Altiplano	--	7
Mesures urgentes pour apporter des ressources à l'Alto Guadalentín	--	7
Ensemble des mesures	140	402

Table 11: Mesures destinées à l'augmentation des ressources hydriques en Murcie
Source : Ministerio de Medio Ambiente (2005)

- **Les mesures destinées à l'amélioration de la gestion des ressources hydriques**, qui apporteront **64 hm³/an** grâce à un investissement de **449 millions d'euros**:

Mesures destinées à l'amélioration de la gestion des ressources hydriques		
Mesure	Apport hydrique (hm³/an)	Investissement (million euros)
Collecteur d'évacuation des eaux salines dans la Vallée du Guadalentín et usine de dessalement des eaux saumâtres	5	29
Réutilisation des eaux résiduelles dans le Mar Menor	25	25
Travaux de modernisation des infrastructures hydrauliques des zones d'irrigation de la Vega Media	7	28
Modernisation des infrastructures hydrauliques des	9	68

zones d'irrigation de la Vega Alta		
Modernisation des infrastructures hydrauliques des zones d'irrigation depuis la Vega Alta à Ojos	6	70
Travaux de modernisation des infrastructures hydrauliques des zones irrigables de Lorca et de la Vallée du Guadalentin	10	95
Modernisation des infrastructures hydrauliques des zones irrigables de Librilla	2	24
Connexion du barrage Fuensanta avec le canal de la Taibilla	--	13
Elargissement du canal du bord droit du post-transvasement Tage-Segura	--	6
Amélioration de la qualité de l'eau d'approvisionnement urbain provenant du transvasement Tage-Segura	--	21
Restructuration du système de conductions de la Mancomunidad de Canales del Taibilla	--	70
Ensemble des mesures	64	449

Table 12: Mesures destinées à l'amélioration de la gestion des ressources hydriques
Source : Ministerio de Medio Ambiente (2005)

- **Les mesures destinées à l'amélioration de la qualité de l'eau, à la prévention des inondations et à la restauration environnementale**, correspondant à un investissement de **25 millions d'euros** :

Mesures destinées à l'amélioration de la qualité de l'eau, à la prévention des inondations et à la restauration environnementale	
Mesure	Investissement (million euros)
Intercepteurs des eaux pluviales des quartiers nord et est de Cartagena	7
Finalisation de la récupération environnementale du Segura entre Ojos et Contraparada	10
Finalisation de la conservation et l'aménagement du domaine public hydraulique dans le Segura, entre Contraparada et Guardamar	8
Ensemble des mesures	25

Table 13: Mesures destinée à l'amélioration de la qualité de l'eau, à la prévention des inondations et à la restauration environnementale
Source : Ministerio de Medio Ambiente (2005)

L'usine de dessalement de Campo de Cartagena (aussi nommé San Pedro del Pinatar I) a déjà été mise en marche le 16 Mai 2005. Avec une production d'eau potable de 65.000 m³/jour (ou 24 hm³/an), elle peut satisfaire les besoins d'une population de 400.000 habitants. De même, en 2005, la construction de l'usine de dessalement San Pedro del Pinatar II a commencé. Cette usine correspond en fait à un élargissement de celle de Campo de Cartagena. Elle sera prête, en 2007 selon les prévisions et produira ainsi 24 hm³/an. Pourtant, il faut signaler que le chiffre de 48 hm³/an est inférieur aux 52 hm³/an que le Programme AGUA avait promis au Campo de Cartagena.

Le Programme AGUA ne prévoit pas l'élimination des zones d'irrigation illégales et, cependant, les estimations du Ministère de l'Environnement estiment que le volume d'eau extraite à partir de puits et prises illégaux dans le Levant espagnol 1.000 hm³/an.

La carte et la table suivantes résument les mesures proposées par le nouveau PHN en Murcie:



Fig: 16: Mesures prévues en Murcie par le Programme AGUA
 Source : Ministerio de Medio Ambiente (2004) Programa Agua (<http://www.mma.es/agua>).

Actions	Apport d'eau (hm ³)	Investissement (millions d'euros)
Augmentation de l'offre	140	402
Amélioration de la gestion	64	449
Amélioration de la qualité de l'eau, prévention des inondations et restauration environnementale	--	25
Total	204	876

Table 14: Apports d'eau et investissement dans la Région de Murcie.
Source : Ministerio de Medio Ambiente (2004) Programa Agua (<http://www.mma.es/agua>).

Comme on peut l'observer, le Programme AGUA n'est pas encore très bien défini. Il n'existe pas d'analyse économique qui justifie la durabilité des mesures proposées. Le coût et le prix de l'eau sont ainsi inconnus. Bien que l'offre de ressources provenant du dessalement peut s'évaluer et se quantifier, l'épargne d'eau dédiée à l'amélioration de la gestion n'est pas justifiée. De plus, dans le cas de « mesures urgentes à l'apport de ressources », il est impossible de savoir de quel type de mesures il s'agit et la quantité d'eau qu'elles apporteront.

Comme on l'a déjà signalé, le nouveau PHN prévoit la création de Banques d'Eau dans chaque bassin hydrographique comme mesure à long terme. Ces banques permettront de vendre et de louer des droits sur l'eau. L'existence d'un prix pour l'eau et de possibilités d'achat et de vente devrait stimuler l'épargne et la rationalité dans la consommation des ressources. Un « Centre d'Echange de droits sur l'eau » a été déjà approuvé par le Conseil des Ministres dans le bassin du Segura en octobre 2004. Ceci implique que la Confédération Hydrographique du Segura peut faire des offres publiques d'acquisition de droits d'usage de l'eau. Après avoir acquis une certaine quantité d'eau, la Confédération peut l'utiliser pour le remplissage des aquifères, la stocker ou la vendre à un prix qu'elle-même établira.

2.2.2.1. Les impacts environnementaux du nouveau PHN

Le nouveau PHN se caractérise principalement par la construction d'usines de dessalement. Un des principaux problèmes provoqués par ce type d'installations est le rejet de saumure. Il faut toutefois faire la différence entre le dessalement d'eaux saumâtres provenant d'aquifères et le dessalement d'eaux marines car il s'agit de milieux naturels différents :

- Les stations de dessalement d'eaux saumâtres utilisent, en général, des eaux d'aquifères. Dans le Levant espagnol, les aquifères se sont en général déjà dégradés à cause de l'extraction d'eau pour l'irrigation, l'infiltration d'engrais agricoles et l'intrusion marine dans les aquifères littoraux. L'extraction d'eau saumâtre liée au dessalement pourrait empirer cette situation et augmenter les niveaux de salinisation à cause d'une intrusion marine plus grande. Quand les usines de dessalement sont situées loin des côtes, les saumures sont normalement injectées dans des aquifères profonds ou déversées directement dans les bassins proches. Evidemment, ceci peut provoquer la salinisation de ces derniers, ainsi que des sols et des aquifères, impliquant la conséquente altération des écosystèmes. Si la station est située près de la mer, ses rejets pourraient en affecter la diversité biologique car la salinité des saumures est plus basse que celle de la mer.

- Dans les stations de dessalement des eaux marines, le déversement de saumures est un des problèmes environnementaux les plus importants. La faune marine mobile ne semble pas être affectée significativement mais il faut faire attention à la flore marine existante sur le littoral

méditerranéen, concrètement les prairies de *Posidonia Oceanica*, une phanérogame endémique des fonds de la Méditerranée (de 5 à 40 mètres selon la transparence de l'eau et la granulométrie) de grande productivité et diversité et, en même temps, de grande rareté. C'est une espèce productrice d'oxygène et de matière organique qui permet la stabilisation de sédiments et protège les côtes de l'érosion, qui est source d'aliment et d'habitat pour de nombreuses espèces et qui constitue une zone de reproduction et d'élevage. Ces prairies sont très sensibles à l'augmentation de la salinité. Certaines études constatent que, au fur et à mesure que la concentration de sels augmente, les indices de mortalité des algues augmentent aussi, alors que le nombre et longueur des feuilles diminuent ainsi que leur croissance.

Il ne faut pas oublier que les infrastructures de transport de l'eau dessalée de l'usine jusqu'à la zone en question pourraient, selon leur trajet, affecter les espaces naturels et produire un effet barrière sur des espèces d'intérêt.

La consommation d'énergie de ces stations de dessalement, soit sous la forme d'énergie électrique ou d'énergie thermique dans le cas d'une station duale, est considérable. En conséquence, il faut considérer l'impact des émissions de CO₂, des NO_x et d'autres composantes dérivées de la combustion. Seulement si l'énergie électrique utilisée est d'origine renouvelable, cet impact ne doit pas être pris en compte.

Selon le rapport de durabilité environnemental établi par le Ministère de l'Environnement⁹⁷, la consommation énergétique annuelle des nouvelles usines de dessalement serait d'environ 2.170 millions de kWh (le rapport se base sur une consommation moyenne de 3,5 kWh/m³). Ceci signifierait à peu près 2,17 millions de tonnes de CO₂ émises pendant la construction des usines et 1,087 millions de tonnes de CO₂ annuelles suivant la construction. Au total, les reste des mesures urgentes du Programme AGUA produirait environ 5 millions de tonnes de CO₂ pendant la phase de construction et postérieurement, 0,24 millions de tonnes chaque année.

⁹⁷ Ministerio de Medio Ambiente, 2005.

2.3. SOLUTIONS ALTERNATIVES

Comme on l'a déjà expliqué, le Programme AGUA propose un certain nombre d'alternatives au transvasement de l'Ebre. Cependant, ces mesures ne semblent pas se justifier pour le moment. En fait, le Ministère de l'Environnement n'a publié aucune étude ou rapport qui crédibilise ces dernières.

L'objectif de cette partie du mémoire est d'examiner les différentes alternatives possibles au transvasement de l'Ebre en Murcie: celles qui agissent sur la demande et celles qui permettent une augmentation de l'offre. Certaines d'entre elles ont été considérées par le nouveau PHN, comme le dessalement, la réutilisation des eaux résiduelles ou la modernisation des systèmes agricoles. D'autres n'ont pas été prises en compte. C'est le cas de l'augmentation du prix de l'eau ou des mesures prises au niveau des ménages. Les résultats de cette analyse permettront d'énumérer une série de propositions destinées à l'amélioration du Programme AGUA d'un point de vue environnemental et durable.

2.3.1. Gestion de la demande

2.3.1.1. Modernisation des systèmes agricoles

Puisque l'agriculture consomme 87% de l'eau en Murcie, il est évident qu'une des mesures les plus importantes pour gérer la demande doit être la modernisation des systèmes agricoles. La première partie de ce chapitre a fait une description de l'agriculture dans la Région de Murcie où 32% des 606.000 ha cultivés est consacré à l'irrigation, c'est-à-dire environ 193.907 Ha. Il est très important de mettre l'accent sur les différents systèmes d'irrigation. La méthode la plus utilisée est l'irrigation localisée, très efficient, et représente 55,8% du total en Murcie. L'irrigation par gravité, le système qui consomme le plus d'eau, représente 41,2%. Finalement, l'irrigation par aspersion n'est que 3% du total.

Le programme d'action établi par le PNI considère qu'on pourrait améliorer 139.743 ha d'irrigation en Murcie. Les mesures à prendre seraient, entre autres, la transformation des systèmes d'irrigation, la modification des systèmes de transport et distribution, l'amélioration du réseau de chemins ou le réaménagement de la propriété agricole. Le PNI prévoit un investissement de 184,92 millions d'euros pour la transformation des systèmes d'irrigation et de 233,8 millions d'euro pour la modification du système de transport et de distribution. Quant à la quantité d'eau épargnée grâce à l'optimisation de l'usage de l'eau et à la réduction de la consommation au travers de l'incorporation de nouvelles technologies, le Plan envisage environ 140 hm³/an.

Cependant, nous allons axer l'analyse uniquement sur les 41,2% de la surface irriguée en Murcie (193.907 Ha) qui utilisent l'irrigation par gravité, c'est-à-dire, sur les 79.900 Ha susceptibles de modernisation du point de vue du système employé. Dans ce but, nous allons nous appuyer sur l'étude de cas sur la modernisation de l'irrigation que l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) a mené dans le zone d'irrigation de Mula, situé à peu près au centre de la Région de Murcie⁹⁸.

Cette étude de cas de la FAO analyse le Plan de modernisation de la zone d'irrigation de Mula, dont la superficie est de 1.946,5 Ha et les cultures principales sont les arbres fruitiers à noyau (55%), les citriques, oranger et citronnier (41%), et les cultures horticoles (4%). Au cours de la modernisation, le système traditionnel d'irrigation par gravité a été remplacé par un système d'irrigation localisée,

⁹⁸ Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (2002). *Case study from Spain. Survey on Irrigation Modernization. Regadios de Mula*. FAO. Rome.

et un ensemble de conductions, d'infrastructures d'irrigation et une partie du réseau de chemins a été amélioré, voire substitué.

Cette zone d'irrigation d'origine arabe avait toujours dépendu des eaux de la rivière Mula mais elle a pratiquement disparu aujourd'hui à cause des périodes de sécheresses de plus en plus fréquentes. Le barrage de « La Cierva » a été construit en 1928 en réponse au manque d'eau, octroyant 4 hm³/an pour l'irrigation à Mula. En 1981 et à la suite d'études hydrogéologiques, le puit « El Pradillo » a été perforé à 270 m de profondeur. En conséquent, les espoirs d'une irrigation assurée ont ramené les agriculteurs qui étaient précédemment partis. Ils ont substitué les cultures traditionnelles d'olivier, de vigne et de céréales par des arbres fruitiers, plus rentables mais caractérisés aussi par des besoins hydriques plus grands. Encore une fois les ressources hydriques se sont montrées insuffisantes et en 1994 le puit « Corral de Comba » a été perforé. De plus, un nouveau apport de 4 hm³/an du transvasement Tage-Segura a également été obtenu. En résumé, les origines de l'eau se répartissent comme suit: 4 hm³/an provenant du barrage de « La Cierva »; 4 hm³/an des puits « El Pradillo » et « Corral de Comba »; et 4 hm³/an du transvasement Tage-Segura. Même si les problèmes liés au manque d'eau étaient temporairement résolus, la nécessité de remplacer le système traditionnel d'irrigation par un autre moins coûteux en eau était évident. Le réseau d'irrigation était obsolète et détérioré, présentait de grandes fuites et aucun instrument n'était disponible aux agriculteurs pour contrôler leur volumes d'eau consommés.

Dans le contexte de la modernisation à Mula, 8 réservoirs intercommuniqués avec une capacité totale de 0,5 hm³/an ont été construits sur les hauteurs pour accumuler l'eau pendant les 8 heures où il n'y a pas d'irrigation et la distribuer ultérieurement. Un réseau de canalisations où l'eau circule sous forte pression a aussi été établi le long de plus de 76 km. Finalement, 3 stations de pompage complètent le système d'irrigation.

Mais la plus grande innovation a été sans doute l'automatisation et l'informatisation de toutes les opérations dans la gestion du système d'irrigation. La présence d'une Banque d'Eau et d'un « Livret d'Eau » par agriculteur leur permet de gérer et de programmer l'irrigation de leurs parcelles comme ils le veulent. Chacun dispose un quota mensuel d'eau qui est établi selon les besoins hydriques des cultures, calculés par le Centre de Pédologie et Biologie Appliquée du Segura à partir de la méthodologie de la FAO (en fonction de l'espèce cultivée, de l'âge, de l'état phénologique et de l'évaporation). Le jour et à l'heure programmés par l'agriculteur, la quantité d'eau commandée s'écoule vers la parcelle voulue. Chaque mois, il reçoit un décompte de l'eau qu'il a utilisée, de la quantité restante et de l'éventuel solde à payer. En plus de cet Livret d'Eau, un guichet automatique a été placé au siège de la Communauté des agriculteurs où les irrigateurs peuvent programmer l'irrigation de leurs parcelles et l'épandage d'engrais, interrompre une irrigation déjà programmée, vérifier leur consommation, etc.

Le contrôle du réseau d'irrigation est centralisé et informatisé. Toutes les données concernant les irrigateurs, les parcelles, les pétitions d'eau, les consommations, l'utilisation des engrais, le prix de l'eau, etc. sont regroupées au siège de la Communauté des agriculteurs. En outre, l'ordinateur central télécommande automatiquement le réseau d'irrigation (l'ouverture des vannes du réservoir, l'application d'engrais, etc.) selon les ordres de chaque agriculteur. Il peut aussi bloquer la distribution d'eau si le quota du livret est épuisé, si les factures ne sont pas payées ou si le réseau est en panne.

Afin de définir un prix pour l'eau, la Communauté des agriculteurs calcule chaque année toutes les dépenses qui auront lieu: les coûts de conservation et d'entretien de tout le système, le coût d'extraction de l'eau des puits (y compris le coût énergétique), les frais administratifs, les matériels de bureau et l'entretien des ordinateurs, etc. On divise le résultat final par la quantité en mètres cube

d'eau qu'il est prévu de consommer, ce qui donne le prix d'irrigation. Actuellement il est d'environ 0,13 euros/m³.

Le coût total de la modernisation a été de 10,82 millions d'euros. Le Fond Européen d'Orientation et de Garantie Agricole en a financé 70% (7,57 millions d'euros) et les gouvernements central et régional les 30% restant (3,25 millions d'euros). De plus, les agriculteurs ont participé avec la somme de 1,8 millions d'euros additionnels destinés à l'installation de compteurs d'eau qui contrôlent la consommation, ainsi que pour l'automatisation de l'application d'engrais et d'autres substances agrochimiques. L'investissement s'est alors avéré de **6.260 euros/ha**.

La mise en oeuvre du Plan de Modernisation a permis l'épargne d'eau dans les zones d'irrigation de Mula. Concrètement, 14,12% d'eau a été épargnée à cause du remplacement du système d'irrigation traditionnel par l'irrigation localisée et 7% additionnel a été aussi économisé grâce à l'automatisation de l'irrigation, ce qui fait une **épargne totale de 21,12% d'eau**. Et ceci sans tenir compte de la diminution de 88% des pertes dans le réseau de distribution entre 1987 et 1998 (de 1,2 à 0,14 hm³/an). **Si on calcule 21,12% des 12 hm³/an utilisés à Mula, on obtient que 2,53 hm³/an ont été épargnés, ce qui équivaut à 1.300 m³/ha/an.** La productivité agricole et la qualité des produits a aussi augmenté. La production de citriques est passée de 32 ton/ha à 40-42 ton/ha (37% d'augmentation), et la production d'abricots de 38 ton/ha à 48 ton/ha (26% d'augmentation).

La modernisation qui a eu lieu à Mula pourrait très bien être répliquée dans les 79.900 ha de la région où l'on utilise encore l'irrigation par gravité. Evidemment, cette modernisation ne serait pas exactement la même et devrait s'adapter aux conditions locales, mais nous allons tout de même extrapoler les résultats de cette expérience au reste de la région de Murcie afin d'obtenir une approximation de la quantité d'eau qui pourrait être économisée et de l'investissement qui y serait nécessaire.

Si l'on applique les 1.300 m³ annuels qui ont été épargnés pour chaque hectare aux 79.900 ha d'irrigation par gravité que l'on trouve en Murcie, on obtient un chiffre de 103,87 hm³/an qui pourraient être épargnés grâce à une modernisation totale de l'agriculture, ce qui est beaucoup plus élevé que les 34 hm³/an que prévoit le nouveau PHN. En outre, ces 103,87 hm³/an équivalent à 51% de l'eau qui selon le nouveau PHN serait nécessaire en Murcie. Bien sûr, l'investissement serait aussi plus élevé. Si l'on considère les 6.260 euros/ha, il serait de 500 millions d'euros, face aux 285 millions d'euros prévus par le nouveau PHN.

Pourtant, même si l'expérience de Mula a démontré qu'il est parfaitement possible de réduire la consommation d'eau par parcelle, il est très important de souligner qu'après quelques années, la consommation globale d'eau à Mula a augmenté car les zones d'irrigation ont été étendues. La création illégale et sans contrôle de zones d'irrigation constitue un des grands problèmes en Murcie. De nombreuses plaintes ont été déposées par la police elle-même depuis 2000 pour dénoncer l'existence de nouvelles zones d'irrigation, mais il n'y a eu aucune contre-mesure. La zone d'irrigation de Mula est le paradigme de ce qui a lieu à échelle régionale: en Murcie, l'eau s'épargne ou se réutilise, non pas dans le but de diminuer le déficit, mais pour l'expansion de nouvelles zones d'irrigation⁹⁹.

⁹⁹ Esteve Selma, M.A. (2002). *Implicaciones ambientales de la gestión del agua en las cuencas receptoras del trasvase Ebro-Júcar-Segura, especialmente en las tierras del sudeste ibérico*. Departamento de Ecología e Hidrología. Universidad de Murcia.

La Fondation Nouvelle Culture de l'Eau a dénoncé dans un rapport la corruption et les irrégularités dans la gestion de l'eau en Murcie¹⁰⁰. Comme exemple, on peut citer les 1.686 dénonces sur l'usage irrégulier des eaux souterraines qui avaient été archivées par la Confédération Hydrographique du Segura et qui ont été réouvertes dernièrement par le gouvernement central. Un exemple encore plus connu est celui du terrain nommé « El Chopillo ». Après l'incendie catastrophique de 1994 qui a détruit 30.000 ha en Murcie, principalement de terrain forestier, les propriétaires du terrain ont reçu des subventions européennes pour la reforestation. Pourtant, les subventions ont été utilisées pour la création de zones d'irrigation et les propriétaires ont tout de même reçu encore ultérieurement des subventions destinées à la modernisation de l'irrigation. La fraude pourrait dépasser les 3 millions d'euros et, selon le Bureau du Procureur, les autorités publiques de la région étaient au courant de la situation et n'ont pas agi en conséquence bien que la fraude avait été dénoncé par la police environnementale ainsi que par les organisations écologistes¹⁰¹.

Evidemment, la modernisation de l'agriculture ne servirait à rien si d'autres mesures de lutte contre cette type de corruption ne sont pas prises. Aucune nouvelle zone d'irrigation ne devrait être créée dans la région et les zones illégales devraient être clôturées le plus tôt possible. Cette politique n'est pas prévue par le nouveau PHN et, pourtant, de l'eau pourrait être économisée si ces mesures sont appliquées. Une évaluation quantitative serait très difficile à faire car les données relatives à ces zones n'apparaissent pas dans les statistiques officielles. Nonobstant, si on considère les 2.500 ha d'irrigation illégale que l'ONG Ecologistes en Action et la police environnementale ont dénoncé entre 1999 et 2002¹⁰² en tenant compte que la consommation moyenne d'eau par ha d'irrigation en Murcie qui est de 5.700 m³/ha·an¹⁰³, on obtient:

$$2.500 \text{ ha} * 5.700 \text{ m}^3/\text{ha}\cdot\text{an} = 14.250.000 \text{ m}^3/\text{an} = 14,25 \text{ hm}^3/\text{an} \text{ d'eau consommée illégalement}$$

Ce résultat signifie qu'en clôturant les 2.500 ha cultivées de façon illégale, **la Murcie pourrait épargner 14,25 hm³/an d'eau.**

2.3.1.2. Augmentation du prix de l'eau

L'utilisation d'instruments économiques peut aussi contribuer à la gestion de la demande au travers de la modification du comportement des consommateurs. Dans ce contexte-ci, l'instrument le plus employé est la tarification.

2.3.1.2.1. Tarification de l'eau agricole

La tarification de l'eau agricole peut prendre plusieurs modalités : tarification forfaitaire, tarification forfaitaire modulée en fonction de la culture irriguée ou de la technologie utilisée, tarification volumétrique uniforme ou tarification volumétrique par palier.

En Espagne, la tarification forfaitaire à l'hectare est très fréquente. Cette modalité n'incite pas à l'économie d'eau car l'agriculteur doit supporter le même coût quelle que soit la quantité d'eau consommée. Si l'on combine cette tarification à un prix faible de l'eau et à la subvention de

¹⁰⁰ Fundación Nueva Cultura del Agua (2004). *Aguas Limpias, Manos Limpias. Corrupción e irregularidades en la gestión del agua en España*. Navarro & Navarro, Zaragoza.

¹⁰¹ WWF/Adena (2006), *Uso ilegal del agua en España. Causas, efectos y soluciones*, Madrid.

¹⁰² Ecologistas en Acción (2003), *25 razones para reconsiderar el trasvase Tajo-Segura. La constatación de un gran fracaso de la gestión del agua en España*, Castilla-La Mancha.

¹⁰³ Cette donnée a été obtenue en divisant les 1.104 Hm³/an consommés par l'irrigation en Murcie entre les 193.907 ha de cultures d'irrigation (voir point 2.1.2.1.).

l'irrigation, on pourrait dire qu'elle a encouragé l'extension des zones d'irrigation et la hausse de la demande agricole. Quant à la tarification forfaitaire modulée selon la culture ou la technologie d'irrigation, elle peut inciter le choix d'une culture ou d'une technique concrète ou, par contre, décourager l'irrigation de certains cultures fortement consommatrices d'eau. Pourtant, elle n'incite pas directement l'économie d'eau.

La tarification volumétrique est la seule qui réellement encourage l'économie de ressources hydriques car le prix à payer par l'agriculteur dépend du volume d'eau employé. Dans le cas de la tarification volumétrique par paliers, le prix augmente au fur et à mesure que le volume d'eau consommé passe une certaine limite. Cependant, il ne faut pas oublier qu'une tarification volumétrique, qui en théorie incite l'économie d'eau, aura réellement un effet si l'utilisateur est sensible au niveau de prix appliqué¹⁰⁴.

Cette sensibilité de la demande en eau d'irrigation par rapport aux prix de l'eau dépend de plusieurs facteurs. Tout d'abord, la présence d'alternatives (que ce soit de ressources ou de cultures alternatives) flexibilise la réaction des agriculteurs face à une hausse de prix. Pourtant, l'absence de ces dernières rigidifie la demande en eau. De plus, l'élasticité de la demande est plus faible quand les techniques d'irrigation sont modernes mais elle est plus forte si le prix initial est élevé. En outre, il s'avère que plus la valeur ajoutée des cultures irriguées est élevée, plus l'élasticité est faible par rapport à une variation du prix.

En général, la plupart des estimations disponibles font apparaître un certain degré d'élasticité de la demande. Concrètement, les exploitants semblent réagir modérément aux niveaux des prix de l'eau, aux coûts des apports d'eau et aux pénuries. Cependant, tout un ensemble de faits indique que les débits d'eau et les techniques d'irrigation sont moins influencés par les prix de l'eau que par d'autres facteurs (tels que les variations climatiques, les politiques agricoles, les prix des produits ou les facteurs structurels)¹⁰⁵.

Selon l'OCDE, il y a un « prix seuil » à partir duquel la demande en eau n'est plus inélastique. A partir de ce seuil, les agriculteurs peuvent réagir de différentes façons à la hausse du prix. Ils peuvent modifier le plan de culture, réduire les superficies irriguées, améliorer les pratiques de gestion de l'eau, modifier les techniques d'irrigation ou, simplement, abandonner l'irrigation. Pourtant, l'OCDE affirme que l'augmentation des prix peut en fait générer une hausse de la consommation totale d'eau, même si les réseaux de distribution sont plus efficaces. En fait, la réduction des fuites et la conséquente diminution des coûts liés à l'eau risquent de ne pas inciter l'économie en eau et de dégrader le bilan hydrique.

Les études transversales des réseaux d'irrigation, réalisées au niveau national comme au niveau international, donnent des résultats contradictoires quant à l'influence du niveau des prix de l'eau sur l'efficacité de la gestion de cette ressource¹⁰⁶. On peut observer ces contradictions dans le cas de la Murcie, où le prix des eaux superficielles en 2002 était de 0,02 euros/m³, celui des eaux souterraines de 0,20 euros/m³, celui de l'eau provenant du transvasement Tage-Segura de 0,08 euros/m³ et celui de l'eau dessalée de 0,35 euros/m³.

D'un côté, certaines études affirment que dans le Segura, les cultures maraîchères et fruitières à haute valeur ajoutée, combinées à la petite taille des exploitations rendent la demande en eau très

¹⁰⁴ Plan Bleu (2002), *Les outils économiques pour la gestion de la demande en eau en Méditerranée*, Forum "Avancées de la gestion de la demande en eau en Méditerranée", Fiuggi, 3-5 Octobre 2002.

¹⁰⁵ Organisation de Coopération et de Développement Economique (1999), *Tarifification de l'eau à usage agricole dans les pays de l'OCDE*, Paris.

¹⁰⁶ Organisation de Coopération et de Développement Economique (1999).

peu flexible¹⁰⁷. D'autres études considèrent la demande est très inélastique jusqu'à un certain niveau de prix entre 0,18-0,34 euros/m³ bien que quelques exploitations (de petite taille et avec une valeur ajoutée très élevée des cultures) présente une demande en eau complètement inélastique¹⁰⁸.

Le CITA (Centre de Recherche et Technologie Agroalimentaire) et le CIRCE (Centre de Recherche de Ressources et Consommations Energétiques) ont aussi analysé les effets d'une hausse des prix de l'eau sur la demande en se basant sur un intervalle de prix initial de l'eau d'irrigation entre 0,03 et 0,12 euros/m³. Cette étude¹⁰⁹ conclue qu'une hausse du prix de l'eau comprise entre 0,12 et 0,18 euros/m³ aurait un impact modéré sur le secteur agricole.

Concrètement, une augmentation du prix de l'eau de 0,12 euros/m³ provoquerait en Murcie une chute de l'usage d'environ 200 Hm³/an avec une réduction de 31.182 ha de cultures (26,3%). Concrètement, les céréales disparaissent, les cultures ligneuses diminueraient de 32%, surtout l'amandier, l'abricotier et la vigne, et les cultures maraîchères se maintiendraient. La valeur de la production diminuerait de 68 millions d'euros (8,4%).

Une hausse de prix de 0,18 euros/m³ provoquerait dans la région une diminution de l'utilisation d'eau de 261 Hm³/an et un abandon de 40.300 ha de superficie cultivée (34%). Les céréales ne se cultiverait plus et certaines cultures ligneuses comme l'amandier, l'abricotier, l'oranger et la vigne seraient aussi en régression (44%). Quant à la valeur de la production, elle diminuerait de 104 millions d'euros (12,9%).

Comme on l'a déjà souligné, les études concernant l'influence du prix de l'eau sur la demande sont contradictoires. Il reste alors l'incertitude sur les possibilités d'économiser de l'eau à partir de l'augmentation du prix dans le secteur agricole en Murcie. Cependant, il est possible qu'un certain degré d'épargne puisse être envisagé, particulièrement au niveau des cultures ligneuses et de céréales. Pourtant, il paraît clair qu'une hausse de prix n'aurait pas d'influence pour les cultures maraîchères et horticoles à haute valeur ajoutée.

2.3.1.2.2. Tarification de l'eau au niveau de ménages

Tout comme la tarification de l'eau agricole, la tarification de l'eau potable peut avoir plusieurs modalités : tarification forfaitaire, tarification volumétrique uniforme ou tarification volumétrique par paliers. Il ne faut pas oublier que le niveau de prix initial est aussi un facteur important. Un prix initial élevé incite l'économie d'eau mais une tarification volumétriques par paliers, en théorie incitative, sera peu incitative si le prix initial et la progressivité des prix sont faibles.

La demande en eau potable est relativement peu sensible au prix pour les faibles tranches de consommation en raison de son caractère indispensable. Inversement, plus le niveau de consommation initial est important, plus la sensibilité au prix est forte. Une consommation élevée correspond en effet à la couverture de besoins non indispensables (par exemple arrosage du jardin, remplissage d'une piscine) qui peuvent donc être restreints en cas de prix élevé¹¹⁰.

¹⁰⁷ Arrojo, P. (1999), *The impact of irrigation water pricing policy in Spain*, Conférence sur le prix de l'eau – Economie, environnement et société, Sintra, Portugal 6-7 Septembre 1999.

¹⁰⁸ Sumpsi, J.M. (2002), *La economía y política del agua en la agricultura mediterranea*, Mediterraneo Economico – La agricultura mediterranea en el siglo XXI, Caja Rural Intermediterranea, Almeria.

¹⁰⁹ Albiac, J., Tapia, J. (2001), *La gestión de demanda de agua frente a la política de oferta del trasvase del Ebro*, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria. Zaragoza.

¹¹⁰ Plan Bleu (2002).

L'Agence Européenne de l'Environnement parle d'une élasticité de la demande entre -0,1 et -1¹¹¹, ce qui implique qu'une hausse des prix de 10% entraînerait une baisse de la demande comprise entre 1 et 10%. Pourtant, l'Agence reconnaît la complexité d'étudier la relation entre la demande et le prix de l'eau car la consommation d'eau est influencée par un grand nombre de facteurs (l'état du réseau de distribution, le climat, les campagnes d'information, etc.) ce qui explique pourquoi il est très difficile d'isoler le prix comme facteur principal influençant les variations de la demande. Par conséquent, l'Agence conclue dans son rapport que l'utilisation du prix de l'eau pour gérer la demande est difficile.

Cependant, on peut appliquer ces chiffres d'élasticité dans le cas de la Région de Murcie, où la consommation urbaine est de 130 hm³/an et le prix moyen de l'eau d'approvisionnement urbaine est actuellement de 1,08 euros/m³. Si le prix montait de 10%, c'est-à-dire, jusqu'à 1,188 euros/m³, la consommation pourrait descendre entre 1,3 et 13 hm³/an.

2.3.1.3. Economie d'eau au niveau des ménages

La plupart de l'eau consommée au niveau des ménages s'utilise pour les toilettes, la douche, la machine à laver et le lave-vaisselle. La proportion d'eau utilisée pour cuisiner ou pour boire est très faible comparée aux autres usages, et n'atteint que 3-4% de la consommation totale des ménages¹¹². L'utilisation d'accessoires de plomberie et de machines à faible consommation d'eau peuvent contribuer à économiser la ressource. Voici quelques exemples¹¹³:

- Robinets économes en eau: *le robinet électronique* est commandé par un détecteur de présence et permet de réduire l'utilisation d'eau entre 70% et 80%. *Le robinet temporisé* ne fonctionne que pendant une durée donnée après laquelle il se ferme automatiquement. L'économie d'eau peut atteindre 30-40% dans des bâtiments publics. *Le robinet thermostatique* possède un sélecteur de température qui évite l'écoulement d'eau pendant que la température est choisie. Il peut réduire la consommation de 50%. Certains accessoires permettent aussi d'économiser de l'eau dans le cas où des robinets sont déjà existents et veulent pas être changés. C'est le cas des *réducteurs de débit*, qui permettent de diminuer le volume d'eau sortant grâce à des filtres ou au étranglement de l'orifice du robinet, et des *aérateurs*, qui mélangent de l'air et de l'eau sous pression. Ils peuvent chacun économiser environ 40% de l'eau.
- Douches efficaces: les *réducteurs de débit* ainsi que les *aérateurs* peuvent aussi s'appliquer aux douches. De plus, les *interrupteurs de débit* permettent de couper le débit, par exemple, pendant le savonnage.
- Toilettes économes en eau: on peut utiliser des *systèmes d'interruption* qui permettent d'arrêter la chasse d'eau et d'économiser environ 70% d'eau. Les *toilettes à double chasse* limitent aussi les dépenses. Si de vieux modèles de toilette sont déjà installés, on peut réduire la chasse d'eau en plaçant dans le réservoir des objets occupant une partie de son volume. Par exemple, on peut introduire une bouteille pleine et fermée ou encore installer une cloison qui isolera une partie du volume du réservoir et retiendra l'eau lors de la chasse.

¹¹¹ Agence Européenne de l'Environnement (2001), *Sustainable Water Use in Europe. Part 2: Demand Management*. Environmental issue report No 19, EEA, Copenhague.

¹¹² Agence Européenne de l'Environnement (2001).

¹¹³ Martel, G. (2005), *Guía básica de tecnologías ahorradoras de agua*, Proyecto AQUAMAC, Instituto Tecnológico de Canarias.

agua-dulce.org - eficiencia del agua en las ciudades - <http://www.agua-dulce.org>

Certaines expériences montrent qu'une diminution de la demande des ménages est possible grâce à la sensibilisation de la population et, surtout, grâce à l'introduction de ces nouvelles technologies.

C'est le cas de la ville de Saragosse qui a été l'objet d'un projet qui visait à inciter la demande de technologies économes en eau et à stimuler le marché de ces produits¹¹⁴. Selon l'organisateur du projet, la Fondation Ecologie et Développement, l'introduction de nouvelles technologies moins consommatrices permettraient une économie d'eau à long terme. *A Contrario*, dans le cas de campagnes de sensibilisation isolées, la consommation tend à augmenter une fois que la campagne s'achève. Le projet, nommé « Saragosse, ville économe en eau », s'est développé en association avec le Programme LIFE de l'Union Européenne, la mairie de Saragosse et la Députation Générale d'Aragon.

Dans le cadre du projet, le public a été informé des technologies disponibles à travers la télévision, la radio, la presse, internet et d'autres systèmes de publicité dans la ville (autobus, bâtiments, etc.). Les écoles et lycées ont aussi été ciblés: un programme de sensibilisation pour enfants et jeunes a été développé et des matériaux didactiques ont été publiés. Les grands consommateurs d'eau (hôtels, restaurants, cafés, gymnases, etc.) ont été informés des avantages environnementaux et économiques de l'épargne d'eau. De plus, l'acquisition de dispositifs économes en eau a été facilitée dans toute la ville.

Comme résultat, 1,18 hm³/an, 5,6% de la consommation des ménages de cette ville de 660.895 habitants, ont été économisés. L'investissement relatif à la période 1997-2002 a été d'un peu plus de 1 million d'euros, ce qui correspond à 1,5 euros/habitant. Aujourd'hui, Saragosse a le niveau de consommation d'eau des ménages le plus bas d'Espagne: 96 litres par habitant et par jour.

Un autre projet très similaire a été développé par WWF à Alcobendas¹¹⁵, une ville située à 13 km de Madrid et avec une population de 107.196 habitants. « Alcobendas, ville de l'eau pour le XXI siècle » a aussi reçu l'aide du programme européen LIFE ainsi que de la mairie de la ville, de la Communauté Autonome de Madrid et de la Confédération Hydrographique du Tage. L'idée initiale était la même que celle de Saragosse: sensibiliser la population, l'administration locale et les petites et moyennes entreprises et, de la même manière, faciliter l'acquisition des technologies économes en eau et dynamiser le marché de ces dernières.

Les résultats sont encore inconnus mais, sur base des 4.840 dispositifs économes vendus, les prévisions parlent d'une économie d'eau d'un peu plus de 0,1 hm³/an. En outre, à partir de ce projet, la mairie de Alcobendas a approuvé en 2001 une loi municipale pour l'économie d'eau¹¹⁶. Elle suppose l'installation de technologies économes dans tous les bâtiments publics, dans les nouvelles constructions de bâtiments, ainsi que à l'introduction de l'économie d'eau dans les programmes d'éducation environnementale et la réutilisation des eaux résiduelles pour l'irrigation des jardins publics.

Le cas de la Bretagne en France est aussi un exemple très intéressant. En 1990, cette région a initié un nouveau plan d'action dans les villes de Brest, Lorient, Pontivy, Quimper, Rennes, Morlaix (St-Martin-des-Champs) et Vannes, qui correspondent à une population d'environ 800.000 habitants. La consommation publique d'eau s'est réduite de 76% en 15 ans grâce à l'installation de technologies économes en eau (toilettes, douches, robinets) dans les ménages, les écoles, les

¹¹⁴ Fundación Ecología y Desarrollo (2002), *Zaragoza, ciudad ahorradora de agua*, Biblioteca CF+S, Ciudades para un futuro más sostenible - <http://habitat.aq.upm.es>.

¹¹⁵ www.wwf.es/casadelagua/

¹¹⁶ Alcobendas, Ordenanza Municipal para el ahorro de consumo de agua, B.O.C.M. n° 306, de 26 de diciembre de 2001.

piscines et d'autres bâtiments publics, à une campagne d'information du public en général et du secteur professionnel de la plomberie et de la construction, à l'installation des systèmes d'irrigation des jardins publics à faible consommation et à l'investigation des fuites dans les systèmes de distribution¹¹⁷.

Ces trois exemples montrent que la diminution de la consommation au niveau de ménages est possible. Des mesures similaires pourraient s'appliquer en Murcie, où l'eau consommée par les ménages a augmenté : elle était de 122 l/hab/jour en 1996 et s'évaluait à 149 l/hab/jour en 2003¹¹⁸. Pourtant, la chiffre de consommation actuelle de Saragosse suite au projet qui visait à réduire la demande en eau est de 96 l/hab/jour. Il y a donc une différence de plus de 50 l/hab/jour. **Si au moins les habitants de la Région de la Murcie qui vivent dans un milieu urbain (84% du total, c'est à dire 1.087.542 habitants) consommait 50 litres de moins chaque jour, l'économie d'eau pourrait atteindre presque 20 hm³/an. A partir du chiffre de 1,5 euros/hab qui caractérise le cas de Saragosse, on peut dire que le montant de l'investissement nécessaire aux villes murciennes serait d'environ 1.631.313 euros.**

2.3.2. Gestion de l'offre

La gestion de l'offre se base principalement sur le dessalement et la réutilisation des eaux résiduelles. Le dessalement est déjà une technologie développée et utilisée largement dans les pays du Moyen Orient et aux États-Unis, contrairement à la réutilisation qui est relativement jeune.

2.3.2.1. Dessalement

Le dessalement a pour objet l'élimination ou la diminution des quantités de sels de la masse aqueuse (en séparant les sels de l'eau ou vice versa). Sa réalisation peut être plus ou moins efficace, dépendant du processus appliqué et de la qualité exigée par son usage ultérieur. La table suivante présente un résumé des processus de dessalement selon le principe de séparation (l'eau des sels ou vice versa), le type d'énergie utilisée et, finalement, le processus physique de séparation:

Séparation	Energie	Processus	Méthode
L'eau des sels	Thermique	Évaporation	Distillation subite (flash)
			Distillation multi-effet
			Thermocompression de vapeur
			Distillation solaire
	Cristallisation	Congélation	
		Formation des hydrates	
	Filtration et évaporation	Distillation avec des membranes	
	Mécanique	Évaporation	Compression mécanique vapeur
Filtration		Osmoses Inverse	
Électrique	Filtration sélective	Electrodialyse	
Les sels de l'eau	Chimique	Échange	Échange Ionique

Table 15: Processus de désalinisation existantes dans l'actualité

Source : CIRCE, Universidad de Zaragoza (2002), *La desalación y reutilización como recursos alternativos*, Gobierno de Aragón, Zaragoza.

¹¹⁷ Agence Européenne de l'Environnement (2001)

¹¹⁸ Institut National de Statistique. Indicateurs sur l'eau, série 1996-2003.

Dans le cas de l'Espagne, où le dessalement est localisé dans le Sud-Est, sur la côte andalouse, les deux archipels et les villes du Nord de l'Afrique, la capacité totale installée était en 2004 de 511 hm³/an, avec la quasi totale prédominance de **l'osmose inverse**. Cette prédominance est due à la consommation énergétique, qui est la plus basse de tous les processus, à l'adaptabilité de ces types de plants à un élargissement de leur capacité si la demande augmente dans la zone ; et aux coûts d'investissement des installations, qui sont plus bas que dans le cas d'autres technologies.

L'osmose est un processus naturel qui a lieu quand deux solutions caractérisées par des concentrations différentes sont séparées par une membrane semi-perméable. Une circulation de l'eau (ou d'un autre dissolvant) de la solution la moins concentrée à la plus concentrée se produit jusqu'à l'égalisation des concentrations finales. La différence de niveau obtenue quand l'équilibre est atteint se traduit par une différence de pression, appelé pression osmotique.

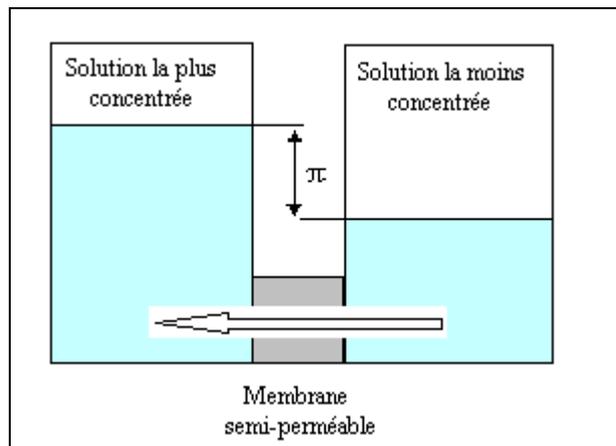


Fig. 17: Processus d'osmose

Source : Élaboration propre.

Note : π représente la pression osmotique expliquée plus haut dans le texte.

Pourtant, en appliquant une pression externe plus grande que l'osmotique, le processus peut s'inverser en faisant circuler l'eau dans le sens contraire. On obtient de l'eau dessalée.

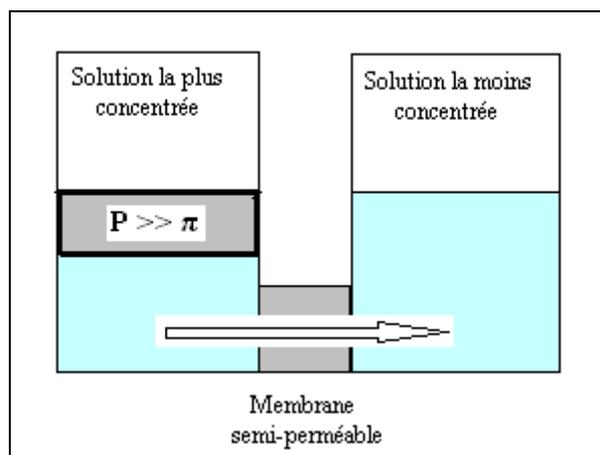


Fig. 18: Processus d'osmose inverse

Source : Élaboration propre.

Note : π et P représentent respectivement les pressions osmotique et externe, expliquées plus haut dans le texte.

Une installation d'osmose inverse est composée de 5 systèmes plus ou moins indépendants :

- Système de prétraitement pour éliminer la turbidité, les solides en suspension et modifier le pH, essentiel pour prévenir le salement des membranes.
- Groupes de pressurisation ou système de pompage.
- Regroupement des modules de membranes (les modules sont des tubes horizontaux de diamètre normalisé qui contiennent les membranes).
- Système de récupération d'énergie, qui réduit la consommation énergétique de l'usine. Certaines turbines peuvent récupérer entre 30 et 45% de l'énergie fournie au système de pompage.
- Système de post-traitement dont le but est de satisfaire les conditions nécessaires dépendant de l'usage final.

Les coûts totaux du processus de dessalement d'eau se sont réduits fortement au cours des dernières années. Plusieurs études et évaluations montrent que ces coûts sont raisonnables. C'est le cas de l'étude réalisée par le CIRCE (Centre de Recherche de Ressources et Consommations Energétiques) et l'Université de Saragosse¹¹⁹. Elle conclue que les coûts totaux d'une usine de dessalement des eaux marines ainsi que d'une usine de dessalement des eaux saumâtres s'évaluent comme suit:

Coûts dessalement d'eau de mer	Euros/m3
Amortissement	0,13 – 0,25
Personnel et entretien	0,04 – 0,19
Aditifs chimiques	0,01 – 0,06
Remplacement de membranes	0,02 – 0,04
Énergie	0,21 – 0,33
Total	0,41 – 0,87
Coûts dessalement des eaux saumâtres	Euros/m3
Amortissement	0,05 – 0,10
Personnel et entretien	0,01 – 0,06
Additifs chimiques	0,02 – 0,03
Remplacement de membranes	0,01 – 0,02
Énergie	0,06 – 0,16
Total	0,15 – 0,37

Table 16: Coûts totaux des stations de dessalement d'eau de mer et des eaux saumâtres.
Source: CIRCE, 2002

On peut observer que, bien que l'installation d'une station de dessalement d'eaux saumâtres est identique à celle d'eaux marines, les coûts sont inférieurs car aussi bien le prétraitement comme le nombre de modules, équipes de pompage, pression d'opération et post-traitement sont moins intensifs.

Une autre étude du Département d'Ecologie et d'hydrologie de l'Université de la Murcie¹²⁰ a aussi analysé les coûts du dessalement de l'eau de mer et les résultats selon la taille de l'usine et de sa production sont les suivants:

¹¹⁹ CIRCE (2002)

¹²⁰ Martínez, D., Senent M., Cortejosa J. M. (2000), *Los costes de la desalación del agua de mar*, Congreso Nacional Gestión del Agua en Cuencas Deficitarias, Alicante.

Production (m ³ /jour)	500	2.000	5.000	10.000	20.000	30.000	40.000	50.000	60.000	82.200	137.000
Coût total (euros/m ³)	0,72 - 0,75	0,6-0,63	0,5 - 0,57	0,51 - 0,52	0,47 - 0,5	0,45 - 0,47	0,43 - 0,44	0,42 - 0,43	0,4 - 0,42	0,4 - 0,41	0,4-0,4

Table 17: Coûts totaux de l'eau de mer dessalée.
Source: Martinez, 2000

On peut dire qu'en général le **coût de l'eau dessalée se situe entre 0,4 et 0,8 euros/m³**. Toutefois, la tendance de la consommation énergétique des usines est à la baisse, ce qui pourrait impliquer une réduction du coût. Mais, comme le prix de l'énergie a lui tendance à augmenter, la diminution de la consommation énergétique est compensée par l'augmentation du coût du kWh, ce qui n'implique pour le moment aucune révision de ces chiffres¹²¹. On peut observer que les plus grandes usines de dessalement, étant aussi les plus productives, supportent les coûts les plus faibles. Les usines prévues en Murcie dans le cadre du nouveau PHN (déjà construites, en construction ou en projet) produisent toutes de grandes quantités, entre 46.000 et 65.000 m³/jour. Le prix de l'eau dessalée dans la Région sera donc très proche de 0,4 euros/m³. Mais même si le coût était plutôt de 0,8 euros/m³, l'eau dessalée serait encore accessible en Murcie car le prix moyen actuel de l'eau d'approvisionnement urbaine est plus élevée, de 1,08 euros/m³. Dans le cas de l'irrigation, le prix de l'eau dessalée en 2002 était de 0,35 euros/m³ (eau subventionnée), celui des eaux souterraines était de 0,20 euros/m³, et celui des eaux superficielles de 0,02 euros/m³. Par conséquent, et selon le rapport de la FAO sur le dessalement de l'eau marine pour l'irrigation¹²², l'eau dessalée n'est accessible qu'aux cultures à forte valeur ajoutée ou dans le cas où le gouvernement subventionne une partie des coûts.

Quant à la consommation énergétique moyenne des nouvelles usines de dessalement, le rapport de durabilité environnementale réalisé par le Ministère de l'Environnement¹²³ signale qu'elle est de 3,5 kWh/m³, avec une émission moyenne de CO₂ de 0,5 KgCO₂/Kwh. Si l'on considère que la quantité d'eau dessalée prévue par le nouveau PHN en Murcie sera de 140 Hm³/an, ceci signifie une consommation énergétique de:

140 millions de m³/an * 3,5 kWh/m³ = **490 millions de kWh par an** ;

et une émission de CO₂ de:

490 millions de kWh/an * 0,5 kgCO₂/KWh = **245.000 tonnes de kg de CO₂ par an**

La consommation énergétique et les émissions de CO₂ sont les principales inconvénients du dessalement. Pourtant, l'utilisation des énergies renouvelables, surtout éolienne et solaire, pourrait réduire fortement ses impacts. La taille de l'usine de dessalement conditionne la taille de la centrale de génération énergétique. Une usine d'osmose inverse qui dessale 30.000 m³/jour aurait besoin d'une puissance de 5 MW. Cette puissance peut s'obtenir à l'aide de 5 aérogénérateurs éoliens de 1 MW ou grâce à 90.000 m² de panneaux solaires photovoltaïques¹²⁴. Bien entendu, l'énorme surface nécessaire à la production de l'énergie solaire ainsi que son coût plus élevé fait de l'énergie éolienne l'alternative technologique la plus viable. L'énergie solaire ne pourrait s'appliquer qu'aux usines de petite taille. De plus, les usines devraient être connectées au réseau électrique pour afin de palier l'instabilité des ressources éoliennes ou solaires.

¹²¹ De la Cruz, C. (2006) *La desalinización de agua de mar mediante el empleo de energías renovables*, Fundación Alternativas, Madrid.

¹²² Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2005) *Desalinización de agua para aplicaciones agrícolas*, Comité de Agricultura, 19º período de sesiones, Roma 13-16 de abril de 2005.

¹²³ Ministerio de Medio Ambiente, 2005.

¹²⁴ De la Cruz, C. (2006)

Comme on l'a déjà souligné, le nouveau PHN prévoit la construction d'usines à grande production d'eau douce qui fourniraient entre 46.000 et 65.000 m³/jour. Il est clair que l'énergie électrique ne peut provenir que de sources renouvelables, mais elles pourraient constituer une partie très importante de l'approvisionnement énergétique et réduire par conséquent les émissions de CO₂.

Ces usines pourraient se développer dans le cadre du Plan de Promotion des Energies Renouvelables 2005-2010, approuvé le 26 août 2005, dont l'objectif est d'atteindre une part de 30% de la génération électrique d'origine renouvelable. Il faut souligner que ce Plan prévoit une croissance de 250% de la puissance de l'énergie éolienne actuelle. Cette modalité de dessalement pourrait aussi se financer via d'autres subsides nationaux et européens, parmi lesquels on distingue les Programmes ALTENER, « Intelligent Energy – Europe » ou encore le Programme-Cadre de Recherche.

En ce qui concerne les impacts environnementaux des usines de dessalement, nous avons déjà expliqué qu'un des principaux problèmes provoqués par ce type d'installations est le rejet de saumure. Pour en réduire l'impact, il est nécessaire de localiser les surfaces marines avec des fonds libres de végétation et des courants d'intensité considérable qui facilitent la dispersion des sels, en évitant les baies fermées et les systèmes de valeur écologique importante.

2.3.2.2. La réutilisation des eaux résiduelles

La récupération de la qualité de l'eau à partir de la dépuración des eaux résiduelles et de leur réutilisation ultérieure est une façon d'augmenter les ressources disponibles en plus de minimiser l'impact de leur déversement sur l'environnement.

En Espagne, le Livre Blanc de l'Eau identifient environ 125 mesures de réutilisation directes, appliquées essentiellement dans les îles et sur le littoral méditerranéen, qui permettent de récupérer 230 hm³/an. Ces eaux recyclées sont principalement utilisées dans l'agriculture (89%), la récréation (6%), les usages municipaux (2%), l'industrie (1%) et la récupération environnementale (2%)¹²⁵.

Actuellement, on peut réutiliser l'eau résiduelle urbaine pour n'importe quel usage, y compris la consommation humaine. Il suffit de définir d'abord les niveaux de qualité adéquats pour l'usage prévu, et d'établir ensuite les processus de traitement nécessaires : traitements de clarification (filtration, coagulation-floculation, décantation, etc.), élimination de matière organique (réacteur biologique, etc.), réduction de sels (osmose inverse, électrodialyse, etc.), désinfection (chloration, ozonisation, radiation UV, etc.), principalement. En général, les usines d'épuration conventionnelles ne sont pas aptes à la réutilisation directe. Un traitement complémentaire est donc nécessaire.

Quant aux coûts de la réutilisation, la qualité de l'eau résiduelle brute est déterminante car, plus les polluants sont importants, plus complexe et coûteux sera le processus. De plus, la réutilisation directe requiert une série d'infrastructures pour le transport de l'eau jusqu'au lieu d'utilisation et, parfois, pour son stockage, qui peuvent faire monter le prix. Le coût est aussi conditionné par le niveau de qualité requise selon l'usage final prévu car, par exemple, l'eau destinée à l'irrigation de parcs et de jardins sera moins coûteuse que l'eau destinée à l'irrigation de cultures. En général, on peut dire que **le coût de l'eau réutilisée se trouve entre 0,16 et 0,32 euros/m³**, un coût parfaitement accessible, même pour certaines cultures¹²⁶.

¹²⁵ Ministerio de Medio Ambiente (2000a)

¹²⁶ CIRCE (2002)

La quantité d'eau résiduelle réutilisée actuellement en Murcie est de presque 18 hm³/an¹²⁷ et le nouveau PHN prévoit la réutilisation de 25 hm³/an dans le Mar Menor, ce qui signifierait 43 hm³/an réutilisés. L'expérience dans certains pays montre qu'entre 65 et 80% de l'approvisionnement en eau urbaine peut être réutilisé¹²⁸. Si l'on considère que l'approvisionnement en Murcie est de 130 hm³/an, une quantité d'eau comprise entre 84 et 104 hm³/an se rendre disponible. Alors, **on pourrait encore prévoir la réutilisation d'au moins 40 hm³/an additionnels en Murcie.**

Les usines de réutilisation consomment aussi de l'énergie. Selon le Ministère de l'Environnement¹²⁹, la quantité s'élèverait entre 0,25 et 1,15 kWh/m³ (0,7 kWh/m³ en moyenne), moins que les usines de dessalement. Une réutilisation d'au moins 84 hm³/an impliquerait une consommation énergétique de:

84 millions de m³/an * 0,7 kWh/m³ = **58,8 millions de kWh par an**

et une émission de CO₂ de:

58,8 millions de kWh/an * 0,5 KgCO₂/kWh = **29.400 tonnes de CO₂ par an.**

En définitif, l'utilisation d'eaux régénérées peut devenir un apport important dans les villes pour des usages comme l'irrigation de parcs et de jardins, de terrains de golf et de cultures adjacentes, ce qui réduit considérablement l'usage d'eau de bonne qualité avec des traitements de potabilisation intensive. En fait, la réutilisation de l'eau pour l'agriculture peut fournir une partie du nitrogène et d'autres substances nutritives nécessaires aux cultures. Une étude de la Banque Mondiale a estimé que l'irrigation à partir d'eaux réutilisées peut économiser 130\$/ha/an du coût des engrais¹³⁰.

¹²⁷ CIRCE (2002)

¹²⁸ Hamdy, A., Lacirignola, C. (1997), *Use of water in the Mediterranean : sectorial distribution and prospects*, CIHEAM – Mediterranean Agronomic Institute, Bari.

¹²⁹ Ministerio de Medio Ambiente, 2005

¹³⁰ Banque mondiale (1992) *World Bank development report*. Oxford press. New York.

2.4. SYNTHÈSE DES RESULTATS ET PROPOSITION D'AMELIORATION DU PROGRAMME AGUA EN MURCIE

A partir de l'examen des différentes alternatives au transvasement de l'Ebre qui a été réalisé dans la section précédente, nous allons proposer ci-dessous certaines mesures dont le but est l'amélioration du Programme AGUA en Murcie. Pourtant, il est important de faire d'abord un résumé des données qui ont été exposées antérieurement, concrètement, de la situation actuelle en Murcie ainsi que des mesures proposées par le gouvernement dans son Programme AGUA.

2.4.1. Synthèse de la situation actuelle en Murcie (voir section 2.1.)

Comme on l'a déjà signalé, la Région de Murcie est située dans le bassin du Segura. La table suivante fait une synthèse des chiffres d'offre et de consommation d'eau en Murcie:

OFFRE DU BASSIN DU SEGURA		CONSOMMATION D'EAU EN MURCIE	
Ressources naturelles du Segura	830 hm ³ /an	Irrigation agricole	1.104 hm ³ /an (87%)
Ravins et aquifères côtiers	100 hm ³ /an	Noyaux de population	130 hm ³ /an (10%)
Transvasement Tage-Segura	360 hm ³ /an	Industrie	36 hm ³ /an (3%)
Réutilisation des eaux agricoles et urbaines	96 hm ³ /an	Total	1.270 hm³/an
Dessalement	20 hm ³ /an		
Total	1.406 hm³/an		

Table 18: Synthèse de l'offre et de la consommation d'eau actuelles en Murcie
Source: élaboration propre

On observe que l'exploitation des ressources hydriques est forte dans le bassin du Segura et provient surtout de l'irrigation des cultures. Les ressources hydriques naturelles ne sont pas suffisantes pour soutenir la consommation et c'est pour cela qu'un transvasement d'eau a été prévu et construit dans les années 70. Mais même suite à ce transvasement, l'eau disponible s'avère à peine suffisante. D'autres mesures comme le dessalement et la réutilisation des eaux agricoles et urbaines ont été alors développées. Cependant, des problèmes de surexploitation et de pénurie de ressources en eau persistent aujourd'hui dans la région.

2.4.2. Résumé des mesures proposées par le Programme AGUA (voir section 2.2.2.)

Les mesures proposées par le Programme AGUA ont déjà été présentées dans la section 2.2.2. Puisqu'ils doivent se comparer aux propositions d'amélioration qui seront présentées postérieurement, nous les avons réparti en trois types: gestion de la demande, gestion de l'offre et autres mesures.

Mesures proposées par le Programme AGUA en Murcie		Apport d'eau (hm ³ /an)	Investissement (millions d'euros)
Gestion de la demande	Modernisation des systèmes agricoles	34	285
	Gestion de l'offre		
	Dessalement	145	417
	Réutilisation des eaux résiduelles	25	25
	Mesures urgentes pour apporter des ressources	--	14
Autres mesures	Infrastructures	--	89
	Amélioration de la qualité de l'eau, prévention des inondations et restauration environnementale	--	46
Total		204	876

Table 19: Synthèse de mesures proposées par le Programme AGUA en Murcie
Source: Ministerio de Medio Ambiente (2005)

On peut observer que le Programme AGUA en Murcie se base essentiellement sur le dessalement. Des 204 hm³/an d'eau additionnels qui sont prévus, 145 hm³/an (71% du total) proviennent du dessalement, 34 hm³/an (16,7%) de la modernisation des systèmes agricoles, et 25 hm³/an (12,3%) de la réutilisation des eaux résiduelles. L'offre est donc la base du Programme AGUA.

Ce mémoire vise à proposer certains changements au Programme ayant pour objectif une plus forte gestion de la demande.

2.4.3. Proposition d'amélioration du Programme AGUA

L'examen des alternatives effectué au sein de la section précédente (2.3.) montre clairement que la gestion de la demande, concrètement la modernisation de l'agriculture, présente un grand potentiel pour économiser l'eau en Murcie. Dans le cadre de l'agriculture, l'interdiction totale de créer de nouvelles zones d'irrigation et la clôture des zones illégales sont aussi des mesures essentielles. Finalement, l'accès à des technologies économes au niveau de ménages parallèlement à la sensibilisation de la population peut aussi avoir des résultats importants. Quant à l'augmentation de l'offre, on pourrait élever la quantité d'eau résiduelle réutilisée.

Grâce à ces mesures, il serait alors possible de réduire l'offre d'eau provenant du dessalement et de diminuer de cette manière l'impact environnemental des usines, ainsi que d'établir une nouvelle culture économe en eau. Voici la table qui montre les propositions d'amélioration du Programme AGUA:

Mesures d'amélioration du Programme AGUA en Murcie		Apport d'eau (hm ³ /an)	Investissement (millions d'euros)
Gestion de la demande	Modernisation des systèmes agricoles	103,87	500
	Interdiction de créer de nouvelles zones d'irrigation	--	--
	Clôture de zones d'irrigation illégales	14,25	--
	Economie au niveau de ménages	20	1.63
Gestion de l'offre	Dessalement	48	98
	Réutilisation des eaux résiduelles	25	25
Autres mesures	Infrastructures	--	89
	Amélioration de la qualité de l'eau, prévention des inondations et restauration environnementale	--	46
Total		211,12	759,63

Table 20: Synthèse de mesures d'amélioration du Programme AGUA en Murcie
Source: Elaboration propre

On observe que le total d'eau obtenue est de 211,12 hm³/an, ce qui est plus élevé que les 204 hm³/an du Programme AGUA actuel. En outre, l'investissement est de presque 760 millions d'euros, 116 millions en-deça du Programme AGUA. Nous pourrions obtenir alors une quantité d'eau plus importante à partir d'un investissement moindre. De plus, il faut souligner que plus de 65% de l'eau proviendrait de mesures de gestion de la demande.

Nous aurions pu proposer une augmentation de la quantité d'eau à réutiliser et diminuer d'encore plus le dessalement. Cependant, les 2 usines de dessalement qui produisent 48 hm³/an ont déjà été construites et sont actuellement en fonctionnement. C'est pour cela qu'il serait préférable de les conserver. Il ne serait alors pas nécessaire d'augmenter la réutilisation des eaux résiduelles et par conséquent nous avons choisi de conserver le chiffre de 25 hm³/an tel qu'il est dans le Programme AGUA initial.

3. CONCLUSIONS

L'Espagne est un pays à forts contrastes hydriques. On peut y trouver des zones avec des ressources hydriques abondantes et régulières, tel que le territoire septentrional, ou d'autres caractérisées par une forte aridité et une irrégularité temporelle des ressources hydriques, comme le secteur méditerranéen, où de graves problèmes de pénurie apparaissent. Cependant, la cause de cette pénurie n'est pas que physique, mais aussi d'origine socio-économique. La côte méditerranéenne a développé une agriculture basée sur l'irrigation qui exige de grandes quantités d'eau. La pression urbaine, touristique et industrielle, souvent très peu contrôlée, contribue à provoquer une situation de déséquilibre entre l'eau disponible et celle demandée par les secteurs socio-économiques.

En général, la réponse du pays face à ces déséquilibres a toujours été la construction d'infrastructures hydrauliques, en particulier de grands barrages, faisant de l'Espagne un des pays au monde avec le plus de barrages par habitant. La réponse aux problèmes de pénurie a toujours été la gestion de l'offre mais n'a en général jamais été la gestion de la demande.

La société perçoit la pénurie d'eau comme la conséquence de facteurs naturels et sous-estime l'importance de l'action humaine et de l'usage des ressources hydriques dans les secteurs socio-économiques. Dans ce contexte, on considère que les problèmes d'eau proviennent d'une distribution territoriale inégale qui peut être résolue techniquement par l'incorporation de nouvelles ressources plutôt que la modification de l'usage de l'eau. En outre, le concept d'économie d'eau a pour la société espagnole une connotation d'urgence qui ne se retrouve qu'au cours des périodes de sécheresse. De ce point de vue, il faut remarquer qu'alors que l'Espagne est un pays lié à des problèmes d'eau, elle détient un des niveaux les plus élevés de consommation en eau des ménages. Les ménages ne sont pas les plus grands consommateurs d'eau (l'irrigation en consomme beaucoup plus) mais un tel comportement nous permet de dénoncer l'attitude laxiste généralisée de la population espagnole face au gaspillage de l'eau.

Dans ce contexte, le Plan Hydrologique National approuvé en 2000 (PHN 2000) prévoyait la construction d'un transvasement annuel de 1.050 hm³/an d'eau afin de résoudre les problèmes hydriques de la région méditerranéenne. L'eau serait ainsi transvasée depuis l'Ebre, au nord du pays, vers la Catalogne et les régions arides de Valence, Murcie et Almeria sur plus de 900 Km, le long du littoral méditerranéen. Ce projet sous-estimait aussi bien les impacts environnementaux que les coûts financiers et surestimait les bénéfices économiques. Par conséquent, il a été critiqué, entre autres, par la communauté scientifique, les ONGs et la Commission Européenne surtout à cause de la détérioration des écosystèmes du delta de l'Ebre que le Plan provoquerait, de l'insuffisance du débit minimal établi par le Plan (100 m³/s) pour l'Ebre, du risque de propagation des espèces jusqu'au bassin récepteur et de la violation des Directives européennes (Directive Habitats, Directive Oiseaux et Directive Cadre de l'Eau).

Un tel transvasement d'eau sur des centaines de kilomètres, à un tel coût économique et environnemental, devrait être une solution extrême à une situation extrême où l'ensemble des autres alternatives s'avèrerait être un échec. Pourtant, un transvasement a été proposé bien que son évaluation préliminaire sous-estimait le coût total et en surestimaient les bénéfices, aussi bien économiques qu'environnementaux. De plus, il a été présenté comme la seule solution viable, sans même considérer les possibilités de réutilisation des eaux, de modernisation des zones d'irrigation, de dessalement, d'épargne, etc.

Suite aux élections du 14 mars 2004, le nouveau Gouvernement, qui s'était fortement opposé au transvasement de l'Ebre, l'a annulé et remplacé par le Programme AGUA (Actions pour la Gestion

et l'Utilisation de l'Eau). AGUA comprend un ensemble de mesures destinées à fournir 1.063 hm³/an à la Catalogne, à la Communauté Valencienne, à la Murcie et à l'Andalousie dont l'axe principal est la construction d'usines de dessalement le long du littoral méditerranéen. Si le PHN 2000 offrait 1.050 hm³/an, le Programme AGUA offre encore plus d'eau aux territoires méditerranéens, ce qui consolide encore une fois une politique d'offre en Espagne.

Pourquoi les différents gouvernements, aussi bien nationaux que régionaux, refusent-ils alors d'établir des mesures de gestion de la demande? La réponse à cette question est difficile à trouver. Néanmoins, on peut affirmer que, dans des régions fortement agricoles et touristiques comme celles du Levante espagnol où l'eau est la ressource basique pour le développement économique, aucun gouvernement visant à être réélu en 4 ans ne prendra le risque d'appliquer des mesures qui puissent limiter ce développement, même s'il est non durable.

Parmi toutes régions méditerranéennes à forte pénurie d'eau, la Murcie en est le meilleur exemple. En fait, elle est située le long du bassin du Segura, qui est le bassin dont les problèmes hydriques sont les plus graves en Espagne. Le bassin est incapable de satisfaire l'ensemble des demandes de façon permanente. L'agriculture est de loin la principale consommatrice d'eau dans la région murcienne. Concrètement, 87% de la consommation totale d'eau est d'origine agricole, face à 10% d'origine urbaine et à 3% d'origine industrielle. Le système d'irrigation le plus utilisé est l'irrigation localisée (55,8%), qui est le plus efficace. Cependant, le système d'irrigation par gravité, qui consomme beaucoup plus d'eau, est encore très utilisé (41,2%).

Le modèle de gestion du territoire et de développement socio-économique en Murcie s'est basé sur la croissance incontrôlée de zones d'irrigation et du tourisme, ce qui a provoqué et provoque encore de graves problèmes de pénurie en eau et de dégradation de l'environnement. Il est évident alors que cette croissance devrait être mise en question et que les activités économiques devraient s'adapter aux limitations du territoire, particulièrement aux limitations hydriques. Pourtant, ni les autorités régionales ni les autorités nationales n'ont pris de mesures pour freiner ce développement non durable, comme on l'a déjà signalé. En fait, tant l'ancien PHN, qui prévoyait un transvasement d'eau, comme le nouveau PHN et son Programme AGUA, qui se base essentiellement sur le dessalement (71% de l'eau provient du dessalement), consolident des politiques d'offre. Ce mémoire vise à montrer que, contrairement à une telle attitude, une politique de diminution de la demande et de stimulation de l'économie d'eau est bien possible dans les régions caractérisées par des problèmes hydriques.

Voici la synthèse des mesures proposées par le Programme AGUA en Murcie. Ces données doivent être comparées aux résultats de l'analyse des alternatives et aux propositions d'amélioration qui seront présentées plus bas:

Mesures proposées par le Programme AGUA en Murcie		Apport d'eau (Hm ³ /an)	Investissement (millions d'euros)
Gestion de la demande	Modernisation des systèmes agricoles	34	285
Gestion de l'offre	Dessalement	145	417
	Réutilisation des eaux résiduelles	25	25
	Mesures urgentes pour apporter des ressources	--	14
Autres mesures	Infrastructures	--	89
	Amélioration de la qualité de l'eau, prévention des inondations et restauration environnementale	--	46
Total		204	876

Table 21: Synthèse des mesures proposées par le Programme AGUA en Murcie
Source: Ministerio de Medio Ambiente (2005)

Il faut signaler que la collecte des données sur l'offre et la consommation d'eau s'est avérée une tâche difficile. En effet, qu'il s'agisse de documents issus du PHN 2000, du nouveau Programme AGUA, du Plan Hydrologique du Bassin du Segura, de rapports des ONG ou d'études des universités des différentes régions, les chiffres sont différents. Et, fréquemment, l'orientation politique des documents est très claire. De plus, il faut ajouter le manque d'information relative aux zones d'irrigation et aux puits d'extraction d'eau illégaux en Murcie, ce qui rend encore plus difficile l'évaluation des ressources disponibles et de la consommation.

Comme on l'a déjà souligné plusieurs fois, l'objectif de ce mémoire est d'examiner les différentes alternatives au transvasement de l'Ebre possibles en Murcie et de proposer certaines mesures destinées à l'amélioration du nouveau PHN et de son Programme AGUA. Il s'agit surtout de proposer des mesures visant à la diminution de la demande et à la stimulation de l'économie d'eau plutôt que des mesures d'offre de la ressource. Voici un résumé des alternatives au transvasement et des mesures proposées:

- **Modernisation des systèmes agricoles:** sur la base de l'étude de cas sur la modernisation de l'irrigation que l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) a mené dans la zone d'irrigation de Mula, en Murcie, nous avons effectué une extrapolation des données obtenues aux zones qui s'appuient sur l'irrigation par gravité (79.900 ha), soit 41,2% de la surface irriguée dans la région. Les résultats montrent qu'on pourrait épargner 103,87 hm³/an d'eau grâce à un investissement de 500 millions d'euros. Cette quantité d'eau épargnée est bien plus élevée que les 34 hm³/an prévus par le Programme AGUA.
- **Interdiction de créer de nouvelles zones d'irrigation et clôture des zones d'irrigation illégales:** Un des grands problèmes en Murcie est la création illégale et incontrôlée de zones d'irrigation. C'est le cas de l'expérience à Mula où, bien que la consommation d'eau par parcelle a diminué, la consommation globale d'eau a augmenté à cause de l'élargissement des zones d'irrigation. Estimer la quantité d'eau qu'on pourrait économiser à partir de l'interdiction de créer de nouvelles zones d'irrigation et la clôture des zones d'irrigation illégales est très difficile car les données relatives à ces zones n'apparaissent pas dans les statistiques officielles. Cependant, si on clôturait seulement les 2.500 ha d'irrigation illégale

qui ont été dénoncées entre 1999 et 2002, on pourrait économiser 14,25 hm³/an. Ces deux mesures ne sont pas proposées par le Programme AGUA et, pourtant, ce mémoire les considère essentielles pour freiner le développement non durable de la Murcie.

- **Augmentation du prix de l'eau:** les études concernant l'influence du prix de l'eau sur la demande agricole sont contradictoires. Les possibilités d'économiser l'eau à partir de l'augmentation de son prix dans le secteur agricole en Murcie sont donc incertaines. Cependant, il semble que, pour certaines activités, on puisse faire de cette politique un incitant à épargner de l'eau. C'est en particulier le cas des cultures ligneuses et des céréales, mais il est clair qu'une hausse de prix n'aurait pas d'influence sur la demande des cultures maraîchères et horticoles à haute valeur ajoutée. Quant au niveau des ménages, cet instrument ne semble avoir qu'une influence limitée sur leur demande. Malgré cela, si on applique des chiffres d'élasticité de la demande compris entre -0,1 et -1, la consommation pourrait descendre entre 1,3 et 13 hm³/an. Pourtant, au vue des résultats contradictoires et de la difficulté de l'application d'une telle mesure, nous ne pouvons pas proposer l'augmentation du prix de l'eau comme mesure destinée à gérer la demande.
- **Economie d'eau au niveau des ménages:** certaines expériences montrent qu'une diminution de la demande ménagère est possible grâce à l'introduction de nouvelles technologies économes en eau et à la sensibilisation de la population. C'est le cas de la ville de Saragosse qui, après le projet « Saragosse, ville économe en eau », détient le niveau de consommation d'eau des ménages le plus bas en Espagne. Si les habitants de la Région de Murcie qui vivent dans un milieu urbain présentaient le même niveau de consommation que Saragosse (96 l/hab/jour), l'économie d'eau pourrait atteindre presque 20 hm³/an. L'investissement nécessaire à effectuer dans les villes murciennes serait alors d'environ 1.631.313 euros.
- **Dessalement:** le Programme AGUA en Murcie se base essentiellement sur la construction d'usines de dessalement. Il prévoit le dessalement de 140 hm³/an dans la région, ce qui signifie une consommation énergétique de 490 millions de kWh/an et une émission de CO₂ de 245.000 tonnes/an. Ce mémoire propose de conserver les 2 usines de dessalement qui ont déjà été construites et qui fonctionnent aujourd'hui en Murcie, produisant un total de 48 hm³/an. Si on tient compte des mesures proposées précédemment, les autres 92 hm³/an d'eau dessalée ne seraient alors pas nécessaires. En outre, nous proposons l'utilisation, ne serait-ce que partielle, d'énergie éolienne dans ces usines, ce qui réduirait les émissions de CO₂. Ces dernières pourraient parfaitement s'insérer dans le cadre du Plan de Promotion des Energies Renouvelables 2005-2010 ou d'un programme européen comme ALTENER, « Intelligent Energy – Europe » ou le Programme-Cadre de Recherche.
- **Réutilisation des eaux résiduelles:** La quantité d'eau résiduelle réutilisée en Murcie actuellement est de presque 18 hm³/an et le nouveau PHN prévoit la réutilisation de 25 hm³/an dans le Mar Menor, ce qui signifierait 43 hm³/an réutilisés. On pourrait encore prévoir la réutilisation d'au moins 40 hm³/an supplémentaires en Murcie. Néanmoins, puisque nous avons proposé précédemment le maintien des 2 usines de dessalement, une telle quantité n'est donc pas nécessaire. Nous conservons donc le chiffre de 25 hm³/an comme il est établi dans le Programme AGUA initial.

Voici la synthèse des propositions visant à améliorer le Programme AGUA:

Mesures d'amélioration du Programme AGUA en Murcie		Apport d'eau (Hm ³ /an)	Investissement (millions d'euros)
Gestion de la demande	Modernisation des systèmes agricoles	103,87	500
	Interdiction de créer de nouvelles zones d'irrigation	--	--
	Clôture de zones d'irrigation illégales	14,25	--
	Economie au niveau de ménages	20	1.63
Gestion de l'offre	Dessalement	48	98
	Réutilisation des eaux résiduelles	25	25
Autres mesures	Infrastructures	--	89
	Amélioration de la qualité de l'eau, prévention des inondations et restauration environnementale	--	46
Total		211,12	759,63

Table 22: Synthèse des mesures d'amélioration du Programme AGUA en Murcie
Source: Elaboration propre

Les résultats montrent qu'on peut obtenir plus d'eau (211,12 hm³/an) à partir d'un Programme AGUA amélioré qui se baserait essentiellement sur la gestion de la demande et qui, de plus, coûterait moins cher (760 millions d'euros). Plus de 65% de l'eau proviendrait de mesures de gestion de la demande dont la modernisation des systèmes agricoles serait la mesure principale suivie de l'économie d'eau dans les ménages et de la clôture des zones d'irrigation illégales. Quant à la gestion de l'offre, on a réduit l'eau provenant du dessalement (ainsi que ses impacts environnementaux) aux 2 usines déjà en fonctionnement en Murcie. La réutilisation des eaux résiduelles est telle comme elle est présentée dans le Programme AGUA initial.

Si on compare ces résultats avec le Programme AGUA, on peut observer que le dessalement offre 71% du total et la réutilisation des eaux résiduelles 12,3%, c'est-à-dire, 83,3% de l'eau provient des mesures de gestion de l'offre. Seulement 16,7% de l'eau résulte d'une mesure de gestion de la demande, concrètement de la modernisation de l'agriculture.

Pour conclure, il faut encore une fois souligner que l'Espagne ne peut pas continuer à développer une politique hydrique basée sur la construction d'infrastructures et sur une offre illimitée des ressources hydriques, surtout s'il s'agit d'une région comme la Murcie où les ressources hydriques sont clairement limitées. La durabilité de cette région dépend de son adaptation aux limites naturelles et de la prise de mesures dont le but est de diminuer la demande et d'inciter l'économie d'eau.

BIBLIOGRAPHIE

AGENCE EUROPEENNE DE L'ENVIRONNEMENT (2001), *Sustainable Water Use in Europe. Part 2: Demand Management*. Environmental issue report No 19, EEA, Copenhagen.

ALBIAC, J., TAPIA, J. (2001), *La gestión de demanda de agua frente a la política de oferta del trasvase del Ebro*, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria. Zaragoza.

ARROJO, Pedro (1999), *The impact of irrigation water pricing policy in Spain*, Conférence sur le prix de l'eau – Economie, environnement et société, Sintra, Portugal 6-7 Septembre 1999.

ARROJO, Pedro (2001), *El Plan Hidrológico Nacional a debate*, Colección Nueva Cultura del Agua, ed Bakeaz, Bilbao.

BANQUE MONDIALE (1992) *World Bank development report*, Oxford press, New York.

BLATTER, Joachim, INGRAN, Helen (2001), *Reflections on water. New approaches to transboundary conflicts and cooperation*, the MIT Press Cambridge, Massachusetts.

CIRCE, UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA (2002), *La desalación y reutilización como recursos alternativos*, Gobierno de Aragón, Zaragoza.

COMISION NACIONAL DEL CLIMA (1995) *Programa Nacional sobre el Clima*, Instituto Nacional de Meteorología, Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid.

COMMISSION EUROPÉENNE, DG ENVIRONNEMENT (2003), *Technical Meeting to Discuss Certain Aspects of the Proposed Ebro Transfer*, Bruxelles, 16th - 17th October 2003.

COMMISSION EUROPÉENNE, DG ENVIRONNEMENT (2004), *Note for the attention of Graham Meadows, acting Director General DG REGIO*, Bruxelles.

CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL SEGURA (1998), *Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura*, Ministerio de Medio Ambiente, Murcia.

CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL SEGURA (2005), *Informe de los artículos 5, 6 y 7 de la Directiva Marco de Aguas. Version 3*, Ministerio de Medio Ambiente, Murcia.

DE LA CRUZ, C. (2006) *La desalinización de agua de mar mediante el empleo de energías renovables*, Fundación Alternativas, Madrid.

EMBED, Antonio (1993), *El Plan Hidrológico Nacional*, Seminario de Derecho del Agua de la Universidad de Zaragoza, Ed. Civitas, Madrid.

ESTEVE, M.A. (2002). *Implicaciones ambientales de la gestión del agua en las cuencas receptoras del trasvase Ebro-Júcar-Segura, especialmente en las tierras del sudeste ibérico*. Departamento de Ecología e Hidrología, Universidad de Murcia. Murcia.

FERRARI, Silvy, POINT, Patrick (2002), *Eau et littoral. Préservation et valorisation de la ressource dans les espaces insulaires*, édition Karthala-Université de La Réunion.

FUNDACION ECOLOGIA Y DESARROLLO (2000), *Informe sobre el Plan Hidrológico Nacional 2000*, nota de prensa, Zaragoza.

FUNDACION ECOLOGIA Y DESARROLLO (2002), *Zaragoza, ciudad ahorradora de agua*, Biblioteca CF+S, Ciudades para un futuro más sostenible - <http://habitat.aq.upm.es>

FUNDACION NUEVA CULTURA DEL AGUA (2004), *Agua Limpia, Manos Limpias. Corrupción e irregularidades en la gestión del agua en España*. Navarro & Navarro, Zaragoza.

GAITE, Bárbara, GARCIA, Paloma (2001), « Datos básicos del PHN » en *Revista Ecosistemas*, nº 2/2001 Mayo-Agosto.

GOBIERNO DE ARAGÓN (2001), *Informes relevantes para la elaboración y aprobación de las alegaciones del Gobierno de Aragón al Plan Hidrológico Nacional*, Egido Editorial, Madrid.

GOBIERNO DE ARAGÓN (2001), *Alegaciones al Plan Hidrológico Nacional*, Civitas Ediciones, Madrid.

GOBIERNO DE ARAGÓN (2001), *Denuncia que por incumplimiento des Derecho Comunitario por la Ley 10/2001, del 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, presenta el Gobierno de la Comunidad Autónoma de Aragón (España) ante la Comisión de las Comunidades Europeas*, Zaragoza.

GOBIERNO DE ARAGÓN (2001), *La rentabilidad del regadío en le Levante ante nuevos recursos hídricos externos*, Documentación Administrativa, Zaragoza.

GREENPEACE (2005) *La calidad de las aguas en España. Un estudio por cuencas*. Greenpeace España.

HAMDY, A., LACIRIGNOLA, C. (1997), *Use of water in the Mediterranean : sectorial distribution and prospects*, CIHEAM – Mediterranean Agronomic Institute, Bari.

HORNE, Alexander, DRACUP, John, HANEMANN, Michael, RODRIGUEZ-ITURBE, Ignacio, MEANS, Edward, ROTH, James C. (2003), *A technical review of the Spanish National Hydrological Plan (Ebro River out-of-basin diversion)*, California.

IBANEZ, C., PRAT, N., A. CANICIO (1996). *Changes in the hydrology and sediment transport produced by large dams on the lower Ebro river and its estuary*, Regulated Rivers.

LUCENA, J. (2000) *Informe sobre el Plan Hidrológico Nacional: Algunos Comentarios desde el Punto de Vista Ambiental*, Universidad de Málaga.

MARTEL, G. (2005), *Guía básica de tecnologías ahorradoras de agua*, Proyecto AQUAMAC, Instituto Tecnológico de Canarias.

MARTINEZ, D., SENENT M., CORTEJOSA, J. M. (??) *Los costes de la desalación del agua de mar*, Congreso Nacional Gestión del Agua en Cuencas Deficitarias, Murcia.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION (2002), *Plan Nacional de Regadíos – Horizonte 2008*, Madrid.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2000a), *Actuaciones públicas en materia de medio ambiente. Aguas continentales y subterráneas*, Madrid.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2000b), *Documentos Técnicos del Plan Hidrológico Nacional*, Madrid.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2000c), *El Libro Blanco del Agua en España*, Madrid.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2001), *Evaluación Ambiental Estratégica del Plan Hidrológico Nacional*, Madrid.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2004), *Programa A.G.U.A.*

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2005), *Informe de Sostenibilidad Ambiental (ISA) de las Actuaciones Urgentes del Programa AGUA en las Cuencas Mediterráneas*, Madrid.

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE (1999), *Tarifification de l'eau à usage agricole dans les pays de l'OCDE*, Paris.

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE (2003a), *Problèmes sociaux liés à la distribution et à la tarification de l'eau*, Paris.

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE (2003b), *Améliorer la gestion de l'eau : l'expérience récente de l'OCDE*, Paris.

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE (2002). Case study from Spain. Survey on Irrigation Modernization. Regadios de Mula. FAO. Rome.

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE (2005) *Desalinización de agua para aplicaciones agrícolas*, Comité de Agricultura, 19º período de sesiones, Roma 13-16 de abril de 2005.

ORTIZ Maria del Carmen (1994), *Planificación hidrológica*, Marcial Pons, Madrid.

PLAN BLEU (2002), *Les outils économiques pour la gestion de la demande en eau en Méditerranée*, Forum "Avancées de la gestion de la demande en eau en Méditerranée", Fiuggi, 3-5 Octobre 2002.

PEREZ, Amelia, SAHUQUILLO, Andrés, CANDELA, Lucila, PRAT, Narcís, HERNANDEZ, Santiago (2001), « Voto particular al informe del Consejo Nacional del Agua sobre el proyecto de Plan Hidrológico Nacional de los científicos y expertos ambientales miembros de dicho Consejo », en *Revista Ecosistemas*, nº 2/2001 Mayo-Agosto.

PRAT, Narcís, (2004), « Alternativas para una gestión sostenible del agua en Cataluña », *Revista Ambients*, nº 39, p. 33-40, Ministerio de Medio Ambiente.

SUMPSI, J.M. (2002), *La economía y política del agua en la agricultura mediterránea*, Mediterraneo Economico – La agricultura mediterránea en el siglo XXI, Caja Rural Intermediterránea, Almería.

TOBARRA, Miguel Angel (2002), *Agua y Plan Hidrológico en la Región de Murcia*, Universidad Politécnica de Cartagena, Murcia.

TORRES, Miguel (2004), « La desalación de agua de mar y el vertido de la salmuera », en *Revista Ambienta*, nº 35 Julio-Agosto, p. 27-31. Ministerio de Medio Ambiente.

Sites Internet

AEDYR- Asociación Española de Desalación y Reutilización, <http://www.aedyr.com>

agua-dulce.org - eficiencia del agua en las ciudades - <http://www.agua-dulce.org>

CIRCE-Centro de Investigaciones de Recursos y Consumos Energéticos, <http://circe.cps.unizar.es>

ECONet – Servidor Economico-Estadistico de la Region de Murcia - <http://www.carm.es/econet/index.htm>

Fundación Ecología y Desarrollo - <http://www.ecodes.org/>

Hispagua – Sistema Español de Información sobre el Agua, <http://www.hispagua.es>

INE -Instituto Nacional de Estadística – <http://www.ine.es>

La verdad - <http://canales.laverdad.es/servicios/especiales/phn/Indice.html>

Ministerio de Medio Ambiente - <http://www.mma.es>

Union Européenne – Commission Européenne, <http://europe.eu.int/comm>

Portal del Agua de la Region de Murcia - <http://www.portalagua.com/>