

## Aperçu des problèmes d'alimentation en eau potable en Crète

Gérard Sustrac<sup>1</sup>.

Ce texte est issu de discussions avec différents géologues et responsables de l'alimentation en eau potable lors d'un séjour en Crète réalisé en mai 2009.

### Généralités réglementaires

La Grèce faisant partie de l'Union européenne, elle applique les directives européennes concernant l'eau. C'est le cas pour la Directive 2000/60 sur l'eau, transposée en Grèce par la loi 3199 du 9 décembre 2003<sup>2</sup>. Ce texte précise notamment l'organisation de l'administration de l'eau qui comporte un échelon national (Commission nationale des eaux et Service central des eaux) et un échelon régional, La Direction régionale des eaux (*Water Directorate*), conseillée par le Conseil régional des eaux qui regroupe les divers acteurs de l'eau au niveau régional.

Cette loi couvre aussi différents aspects relatifs à la protection et à la gestion des eaux. Dans son article 7, elle prévoit qu'un schéma de gestion des eaux sera mis en place dans chaque région, matérialisant en cela la spécificité de chacune de ces régions. Cette législation régionale (décision) est revue à intervalles réguliers, non pas de fond en comble, mais pour tenir compte de nouveaux aménagements ou de nouvelles contraintes.

La décision relative à la Crète, signée par le Directeur régional des eaux, date du 7 mars 2007<sup>3</sup> et elle fait référence à la loi de 2003. L'article 1 de la décision traite des interdictions et elle distingue trois volets : réalisation des forages, pompages et transport de l'eau, et modifications apportées à des installations existantes. La liste des interdictions, dont le détail sortirait du cadre de cet article, est présentée par secteur, au sein des quatre grandes régions : Chania, Réthymnon, Héraklion et Agios Nikolaos (Lassithi).

L'article 2 fait état des mesures restrictives prises dans les régions où il n'y a pas d'interdictions (cf. Art. 1) et distingue ainsi :

- la surface irriguée minimale nécessaire pour réaliser un nouveau forage (20 000 m<sup>2</sup> pour la grande culture, 3 000 m<sup>2</sup> pour les serres) ou un puits (2 000 m<sup>2</sup>) ;
- la surface maximale d'arrosage par puits dans la région du plateau de Lassithi (7 000 m<sup>2</sup>) ;
- la distance minimale entre deux ouvrages (500 m entre ouvrage individuel et ouvrage public ; 200 m entre forage nouveau et forage ancien ; 50 m entre nouveau puits et

ancien puits ; 500 m entre un nouveau point de pompage et une source naturelle ;

- la distance minimale entre forages et puits et cime-tières, décharges, zones d'habitation, zones archéologique : la définition se fait au cas par cas, en lien avec les autorités sanitaires et administratives ;
- la distance des forages et puits par rapport au réseau de routes et chemins (40 m pour une route nationale, 20 m pour une route départementale, 10 m pour une limite communale et 5 m pour un chemin agricole ou une limite de propriété ;
- la distance maximale des forages et puits par rapport à la côte, soit 200 m. Il s'agit là d'ouvrages destinés à alimenter avec de l'eau saumâtre des piscines ou des installations de désalination.

Les indications de distance présentées ci-dessus peuvent être adaptées si les résultats des études hydrogéologiques permettent de le justifier ou s'il s'agit de structures collectives, qui sont une priorité. Les forages sont aussi autorisés pour des installations d'élevage dépassant 50 têtes de bétail. Des conditions spécifiques régissent les eaux de surface.

Avec l'article 3, on aborde les exceptions : pour les captages individuels destinés à l'approvisionnement de maisons individuelles à condition de ne pas dépasser 3 m<sup>3</sup>/j et que l'eau soit de bonne qualité, pour les aménagements municipaux, ou pour l'approvisionnement en eau d'installations de grande taille ayant un impact économique fort. Dans ces deux derniers cas, l'obtention d'une autorisation repose sur une étude hydrogéologique fine et un effort résolu pour limiter au maximum les nuisances. Les articles suivants portent sur des points particuliers : mesures complémentaires (Art. 4), autorisation pour remplacement de forages et puits préexistants (Art. 5), nettoyage et approfondissement de forages et puits préexistants (Art. 6), surveillance et contrôle des aménagements réglementés (Art. 7).

Sur un plan pratique, c'est la Direction régionale des eaux (*Water Directorate*, WD) qui donne les autorisations de nouveaux forages d'eau ou d'aménagements liés à l'eau (barrages, zones de lagunage, etc.). Pour son action, le WD s'appuie sur un système d'information géographique (SIG), actualisé en permanence et qui permet de zoomer sur tel ou tel secteur. Le SIG englobe les couches suivantes :

1. Remerciements à Iraklis Bouloukakis et Marinos Kritsotakis (*Water Directorate*, Héraklion), Georges Dialynas (DEYAH, Héraklion), Giorgios Papadakis, Dimitris Prinarakis et Chrysa Voyatzi (DEYAR, Réthymnon), Vasilis Simitzis (OADYK, Réthymnon), Michael Kavroulakis (DEYAX, La Canée), Charalampos G. Fassoulas (*Natural History Museum*). Remerciements également à Ioannis Ignatiadis (BRGM) pour son aide dans la lecture des textes législatifs.

2. Protection et gestion des eaux – Harmonisation avec la directive 2000/60 du Parlement et du Conseil des Ministres européens. Volume 1<sup>er</sup>, feuille 280.

3. Mesures restrictives et régulatrices concernant l'usage de l'eau et le fonctionnement des aménagements de valorisation de ressources aquatiques, avec pour objectif la protection et la gestion du potentiel aquatique de Crète. Volume 2, feuille 303.

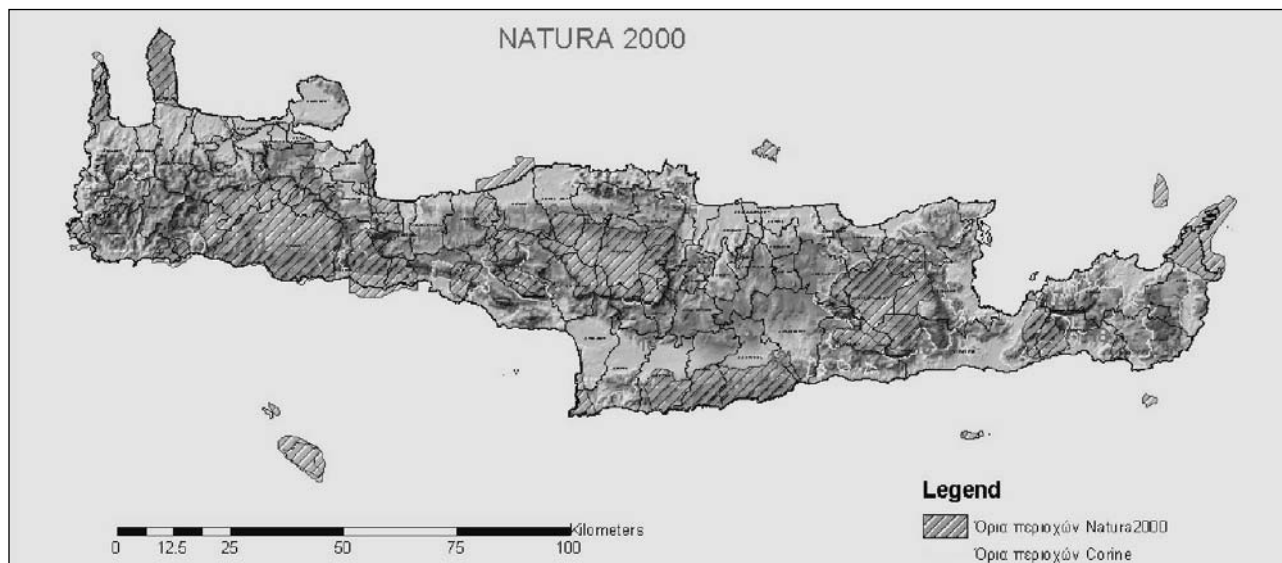


Figure 1. Les secteurs couverts par les zones Natura 2000 en Crète (Source : Region of Crete, Directorate of Planning and Design, Section of Water Resources Management).

- la géologie de la Crète ;
- les limites administratives des communes ;
- l'emplacement des ouvrages de captages et autres aménagements liés à l'eau, ainsi que les contraintes associées ;
- l'hydrogéologie des principaux aquifères ;
- les zones protégées : ainsi 31% du territoire de Crète se trouve en zones Natura 2000, comme le montre la figure 1.

En outre, la base de données HYMOS est utilisée pour des analyses hydrologiques et le modèle RIBASIM pour des enjeux de gestion des ressources en eau.

Les études réalisées sont menées à différentes échelles et par différents acteurs : services publics, régies municipales de l'eau, services agricoles, bureaux d'études. Certaines zones, notamment urbaines (Héraklion, Malia, plaine de Messara...), sont clairement interdites pour l'implantation de nouveaux captages, ce qui conduit à faire venir de l'eau de secteurs plus éloignés (Fig. 2). D'une façon générale, les aquifères alluviaux sont surexploités, ce qui, outre l'épuisement de la ressource, entraîne une invasion d'eau marine, dans le cas des aquifères côtiers. La grande doline qui correspond au plateau de Lassithi en Crète

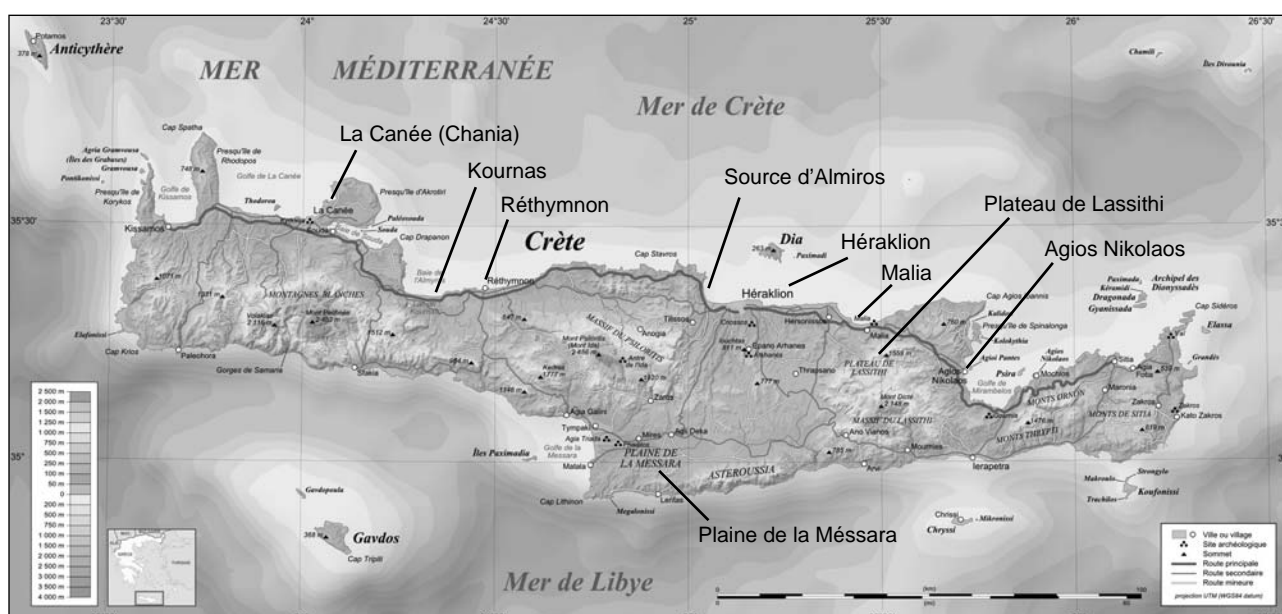


Figure 2. Localisation des principaux sites mentionnés dans le texte, reportés sur une carte géographique de la Crète (source Éric Gaba, Wikimedia Commons user : Sting).



Photo 1. Vue générale du plateau de Lassithi (cliché Gérard Sustrac).

centrale (Photo 1) est un cas particulier d'aquifère alluvial, largement exploité, mais qui se recharge tous les ans. La principale ressource aquifère de Crète est de type karstique, localisée dans les formations carbonatées de deux des grandes nappes tectoniques présentes en Crète : Plattenkalk et Tripolitza.

### Aperçu géologique et hydrogéologique

La géologie de la Crète est, en effet, particulièrement compliquée par la tectonique qui provoque un empilement de nappes, constituées de terrains couvrant couramment la période Permien à Oligocène (Fig. 3). Nous nous limitons ici à un aperçu très succinct (Fig. 4). La première des trois *nappes inférieures* est la *nappe de Plattenkalk* qui renferme un premier aquifère. Au-dessus des schistes et sédiments clastiques du Permien, reposent, en discordance, des dolomies et calcaires néritiques du Permien supérieur. Viennent ensuite divers sédiments du Trias, puis la grande plate-forme carbonatée qui démarre au Jurassique moyen. Du flysch oligocène apparaît dans quelques secteurs. La nappe de Plattenkalk est surmontée par la nappe de Trypali, qui apparaît en Crète occidenta-

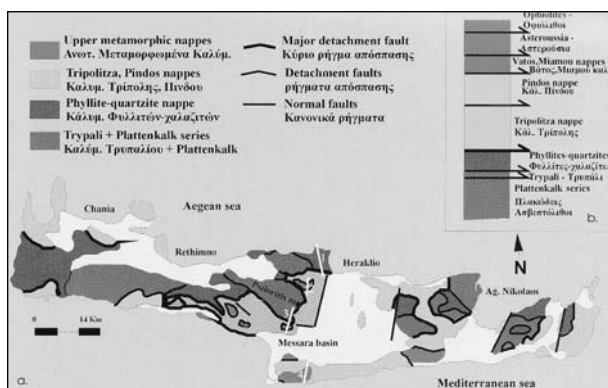


Figure 3. Les différentes nappes de Crète (Fassoulas et al., 1994, repris dans « Field Guide to the Geology of Crete, Fassoulas, 2007).

le et se compose principalement de carbonates d'âge Trias-Jurassique. La dernière nappe « Phyllite-Quartzite » comporte une diversité de sédiments, ainsi que des méta-volcanites. Elle serait d'âge Permien supérieur - Trias.

Dans les *nappes supérieures*, on trouve d'abord la continuation des nappes de Tripolitza et de Pindos, présentes en Grèce continentale. La *nappe de Tripolitza* constitue le principal aquifère de Crète en raison de l'intense karstification des carbonates, ceux-ci étant présents à la base (dolomies du Trias moyen à supérieur) et au Mésozoïque. La nappe de Pindos regroupe des sédiments pélagiques du Trias au Jurassique, puis des sédiments de type flysch du Crétacé et de l'Éocène, encadrant des carbonates paléocènes. Au-dessus de ces deux nappes viennent différentes unités formant un mélange tectonique (unités Vatos, Arvi et Miamou), puis différents ensembles principalement ophiolitiques encadrant une nappe de Crétacé métamorphique (Asteroussia).

Selon le WD, le potentiel global des aquifères de Crète est estimé à 2,1 G $Mm^3$ /an, dont 300  $Mm^3$  pour le massif de Lassithi et 400  $Mm^3$  pour les sources. La plus grande partie de cette eau est perdue par évaporation et par évacuation vers la mer. On récupère globalement 5% de cette ressource, avec l'espoir de passer à 7 ou 8%. Il faut aussi souligner la composante « coût » des forages.

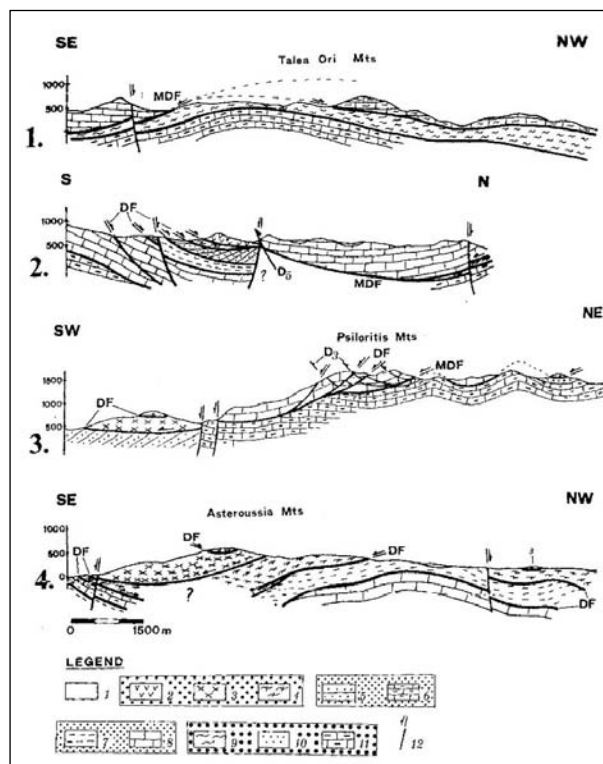


Figure 4. Coupes schématiques des différentes nappes de Crète (Fassoulas et al., 1994, repris dans « Field Guide to the Geology of Crete, Fassoulas, 2007).

Année type	Précipitations	Évapotranspiration	Ruissellement	Infiltration
Année normale	7,69	4,83	0,74	2,12
Année humide	10,33	6,48	0,99	2,85
Année sèche	5,07	3,18	0,49	1,40

Tableau 1. Bilan hydrologique de Crête en milliards de m<sup>3</sup> par an (Source : Water Directorate).

Si, dans la zone côtière, les forages ne font que quelques dizaines de mètres de profondeur, vers l'intérieur, la moyenne est de 300 mètres, le plus profond atteignant 600 m.

Le tableau 1 présente le bilan hydrologique de Crête selon l'année type (normale, humide ou sèche). D'après le Water Directorate, l'eau est utilisée à 81% pour l'irrigation (340 Mm<sup>3</sup>/an) et 16% pour les usages domestiques et touristiques (68 Mm<sup>3</sup>/an), tandis que l'élevage ne consomme que 3% (12 Mm<sup>3</sup>/an).

La protection des aquifères constitue un 2<sup>ème</sup> enjeu essentiel. Actuellement, il n'existe pas vraiment de périmètres de protection, mais beaucoup plus des distances à respecter, sur la base d'une pratique traditionnelle : en schématisant, 200 m pour les puits privés, 500 m pour les puits publics et 1 000 m pour les barrages (voir plus haut). La nouvelle législation, comportant un périmètre immédiat et un périmètre rapproché, n'est pas encore en place.

Alors que la stratégie du Water Directorate s'applique à tout le territoire de Crête, les grands opérateurs de l'approvisionnement en eau ont chacun en charge un secteur du territoire, essentiellement à caractère urbain. C'est ainsi que la régie municipale DEYAH<sup>4</sup> est en charge de Héraklion et du secteur côtier jusqu'à Malia, tandis que, vers l'Ouest, DEYAR<sup>5</sup> couvre le secteur de Réthymnon et DEYAX<sup>6</sup>, celui de Chania (La Canée). Chacune de ces régies a aussi en charge le traitement des eaux usées.

Pour l'approvisionnement en eau d'irrigation (et *pro parte* pour l'eau potable), c'est la société OADIK<sup>7</sup> qui intervient en Crête occidentale. Cette société a son homologue en Crête orientale (OANAK<sup>8</sup>). À l'intérieur du pays, les communes, parfois regroupées en communautés, ont également la responsabilité de l'AEP sur leur territoire, alimentation assurée à partir de sources, puits et forages. La taille de ces communes et les volumes d'eau requis ne nécessitent pas la mise en place de grosses régies comme pour l'approvisionnement des grandes villes côtières.

Chaque régie municipale ayant à faire face à une situation d'approvisionnement en eau spécifique, il est préférable de donner un aperçu sur le fonctionnement de chacune des trois régies que nous avons rencontrées. Nous évoquerons aussi les activités d'OADYK.

## Stratégie de trois grandes régies municipales et de la société de développement OADYK

### La régie DEYAH (Héraklion)

Globalement, l'AEP du secteur de responsabilité de DEYAH est assurée pour environ 7% par des sources et 93% de l'eau souterraine, captée au moyen de 70 sondages environ. Tous ces ouvrages ont des limites de volume extractible qui varient entre l'hiver et l'été même si ce sont les mêmes ouvrages qui sont sollicités. Deux géologues de la société interviennent sur les ressources en eau, les travaux de forage notamment étant sous-traités.

Le besoin en eau du secteur DEYAH est au maximum de 42 000 - 45 000 m<sup>3</sup>/j sur la base de 250 l/j par habitant (minimum 200 l). La population desservie représente 170 000 personnes, un chiffre auquel il faut ajouter 30 000 personnes en été.

La pression sur la ressource étant particulièrement forte en été, la fourniture d'eau est souvent intermittente, notamment pour les particuliers éloignés, ce qui les conduit à créer des réserves. La zone urbaine de Héraklion et les hôtels centraux sont globalement desservis d'une façon plus continue durant cette période estivale. Le résultat global est qu'en été, le système fonctionne à la limite, sans marge de manœuvre. Un plan masse est en discussion pour permettre d'avoir accès à des réserves supplémentaires. D'une façon générale, les pollutions agricoles sont très réduites, ce qui n'est pas le cas dans la plaine de Méssara en Crête méridionale où le développement agricole est très important (serres). La figure 5 donne la localisation des principaux secteurs de distribution d'eau et la localisation des ressources correspondantes.

Dans la région côtière, le réseau de distribution s'étend jusqu'à Limin Hersonisou et Malia et l'eau provient essentiellement de la nappe de Tripolitza (carbonates mésozoïques). Le principal problème vient du biseau salé qui implique une gestion très contrôlée des prélèvements. Dans le secteur sud-est, on exploite également l'aquifère de Tripolitza, mais également celui du Plattenkalk. Il existe un projet de conduite qui permettrait d'acheminer l'eau du barrage d'Aposelemis, en projet lui aussi.

4. Régie municipale pour l'eau potable et les eaux usées d'Héraklion.  
 5. Régie municipale pour l'eau potable et les eaux usées de Réthymnon.  
 6. Régie municipale pour l'eau potable et les eaux usées de Chania (La Canée).  
 7. Organisation pour le développement de la Crête occidentale.  
 8. Organisation pour le développement de la Crête orientale.

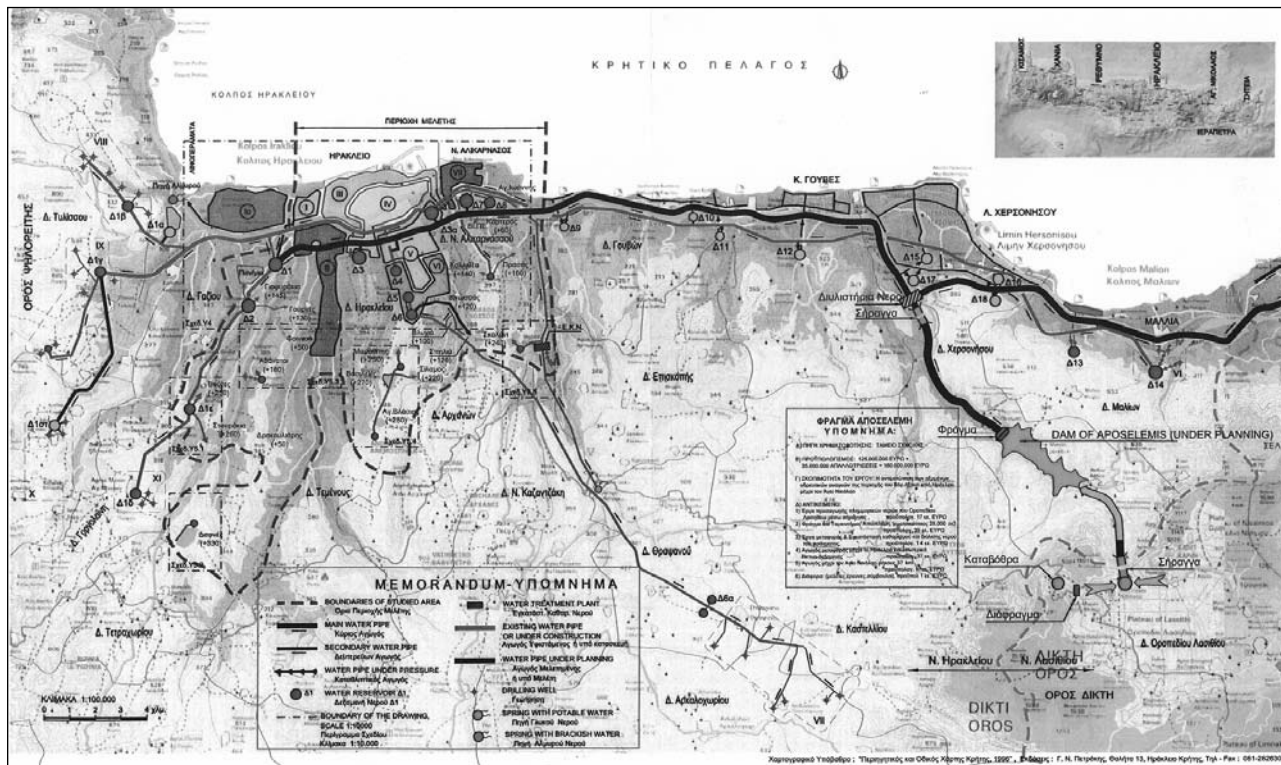


Figure 5. L’approvisionnement en eau dans le secteur de responsabilité de DEYAH (document DEYAH).

Dans le secteur méridional de Thrapsano-Roussehoria, il s’agit de petits aquifères dans les sédiments néogènes (marnes et psammites) sous les alluvions. Les débits sont petits et le potentiel limité. Le secteur occidental présente un recouvrement de flysch surmontant des carbonates crétaqués. L’objectif serait d’aller puiser des eaux karstiques douces (nappe de Tripolitza ?) à l’amont de la source saumâtre d’Almiros à l’ouest de Gazi (Photo 2). Il est en effet estimé que l’élévation de 10 m du barrage situé en sortie de la source ne serait pas suffisante pour refouler l’eau salée.

**La régie DEYAR (Réthymnon)**

La régie dessert environ 50 000 personnes dans une bande côtière allant de Réthymnon à Platania (5 km à l’est de Réthymnon), sur une largeur de 8-10 km. Le besoin global correspond à environ 20 000 m<sup>3</sup>/j. La pluviométrie régionale représente 1 300 à 1 500 mm/an. Comme pour la région d’Héraklion, il n’y a pas ici de problèmes de pollution agricole, les contrôles portant principalement sur la bactériologie.

Une première ressource en eau (4 500 - 5 000 m<sup>3</sup>/j environ) provient d’une source karstique, issue du Plattenkalk dans le secteur d’Argiropouli, à une vingtaine de km au sud-ouest de Réthymnon. Cette émergence est permise par un barrage de formations néogènes. L’eau est pompée dans le cours d’eau issu de la résurgence.

Par mesure de protection, d’autres pompages dans le cours d’eau sont interdits et l’implantation de forages en amont de cette source n’est pas autorisée. Cette ressource est complétée par un prélèvement d’environ 3 000 m<sup>3</sup>/j dans le lac de Kournas (Photo 3). La présence d’une faille importante à proximité de ce lac peut conduire, en été, à une remontée des eaux salées en direction de ce lac. L’eau d’Argiropouli est simplement chlorée, celle de Kournas est traitée dans la station de Drania<sup>9</sup>. De là, une conduite approvisionne Réthymnon via le réservoir de Gallos, situé au sud de la ville.



Photo 2. Source d’Almiros à l’ouest de Gazi, vue de la vasque située derrière le barrage (cliché Gérard Sustrac).

9. Agglomération au sulfate d’aluminium, filtration et chloration.



Photo 3. Vue du lac de Kournas (cliché Gérard Sustrac).

Dans le secteur de Plataniás (2-3 km est de Réthymnon), on exploite un aquifère situé dans des sables et graviers côtiers, déposés dans une paléovallée. L'eau proviendrait de circulations souterraines issues du Plattenkalk. Afin d'éviter l'intrusion saline, on tire au maximum 8 000 m<sup>3</sup>/j de cette zone qui couvre environ 4 km<sup>2</sup> ; le traitement se limite à une simple chloration. Il faut noter ici que dans le secteur de Réthymnon, la pollution saline peut venir de la mer, mais également des évaporites messiniennes. Au sud de Réthymnon, plusieurs sondages dans le karst complètent cette ressource en fournissant de l'ordre de 2 500 m<sup>3</sup>/j. Globalement dans la zone de Réthymnon, les deux aquifères de Plattenkalk et de Tripolitza jouent un rôle déterminant dans la fourniture de la ressource en eau, le premier localisé dans l'arrière pays, le second plus proche de la zone côtière de Réthymnon.

Pour faire face à l'augmentation prévisible des besoins d'ici une décennie, on prévoit d'utiliser les eaux du lac de barrage de Potamon (Photos 4 et 5) installé sur la rivière Plataniás à environ 12-15 km au sud-est de Réthymnon<sup>10</sup>. Il s'agit d'une eau de surface qui doit être traitée. Un projet d'usine est également envisagé à Potamon, ainsi qu'une conduite pour alimenter Réthymnon, pour un coût global de 16 millions d'euros. Le lac du barrage est en partie alimenté par des sources issues du Plattenkalk, aquifère dont les eaux alimentent aussi la paléovallée de Plataniás.

Il n'y a pas de géologue à DEYAR, qui fait appel à la sous-traitance en cas de besoin.

### La régie DEYAX (La Canée)

DEYAX s'occupe de l'alimentation en eau de Chania seule, pas des communes périphériques, ce qui représente 8 à 9 millions de m<sup>3</sup> par an (22 000 - 25 000 m<sup>3</sup>/j). Dans les communes périphériques, l'AEP est de la responsabilité des municipalités, OADYK se chargeant souvent de cette alimentation, au-delà de la fourniture d'eau

d'irrigation. DEYAX a aussi la responsabilité de l'AEP de deux bases militaires proches. Lui incombe également le traitement (par chloration seulement) des eaux usées de Chania et des communes périphériques, mais pas celle de la collecte de ces eaux qui relève des municipalités concernées. On notera que durant les périodes de sécheresse estivale, DEYAX achète aussi de l'eau à OADYK pour compléter ses besoins.

Pour l'AEP, DEYAX s'appuie presque uniquement sur une source karstique, la source d'Agia, située à une dizaine de kilomètres au sud-ouest de Chania, complétée par un forage proche. La région de Chania reçoit environ 2 500 mm de pluie par an.

Il n'y a pas de géologue à DEYAX ; en cas de besoin, la société fait appel à des géologues privés.

### Les interventions d'OADYK

La responsabilité principale de cette structure est de fournir de l'eau d'irrigation aux agriculteurs. Comme nous l'avons vu, elle intervient aussi dans l'eau potable comme c'est le cas dans les communes à la périphérie de Chania. En fait, c'est la même eau qui est livrée, à charge aux communes de réaliser le traitement nécessaire,



Photo 4. Le barrage de Potamon (cliché Gérard Sustrac).



Photo 5. Le lac du barrage de Potamon (cliché Gérard Sustrac).

10. Barrage inauguré le 25 mai 2009.

## POLITIQUES RÉGIONALES DE PROTECTION DES CAPTAGES

---

chloration en général. OADYK s'occupe aussi d'aménagement hydraulique, toujours à vocation agricole.

Pour ses travaux d'évaluation de ressources en eau et d'exploration OADYK s'appuie sur une équipe de 5 géologues.

### Conclusions

La réglementation sur l'eau, adaptée à chaque région de Grèce et actualisée régulièrement, constitue une originalité de la législation grecque, même si l'on peut considérer qu'une réglementation de protection « moderne » s'appuyant sur divers périmètres et des actions de bassin versant tarde à se mettre en place.

En ce qui concerne les ressources en eau, même si le contexte insulaire (auquel s'ajoute le Messinien) est à l'origine de problèmes de salinité d'eaux côtières, la contrainte majeure est bien la disponibilité de ressources suffisantes issues des aquifères karstiques qui constituent

les grands aquifères du pays. Cette situation soulève essentiellement un problème d'accès à la ressource à des coûts économiquement acceptables.

Sauf dans certaines régions fortement agricoles comme la plaine de Mésara, les pollutions diffuses ne sont pas à l'origine de problèmes de qualité pour l'eau potable. C'est essentiellement la contamination bactériologique qui est contrôlée et traitée, principalement par chloration. Cette situation risque d'évoluer avec l'augmentation des prélèvements en eau de surface si les investissements programmés se font.

Pour l'immédiat, la balle est dans le camp du Water Directorate pour les procédures d'autorisation et de contrôle, et dans la compétence des communes pour la fourniture d'eau potable à tous leurs ressortissants. La question de l'afflux touristique saisonnier se pose principalement à Héraklion qui se situe en limite des possibilités de prélèvement de ses ressources en eau.