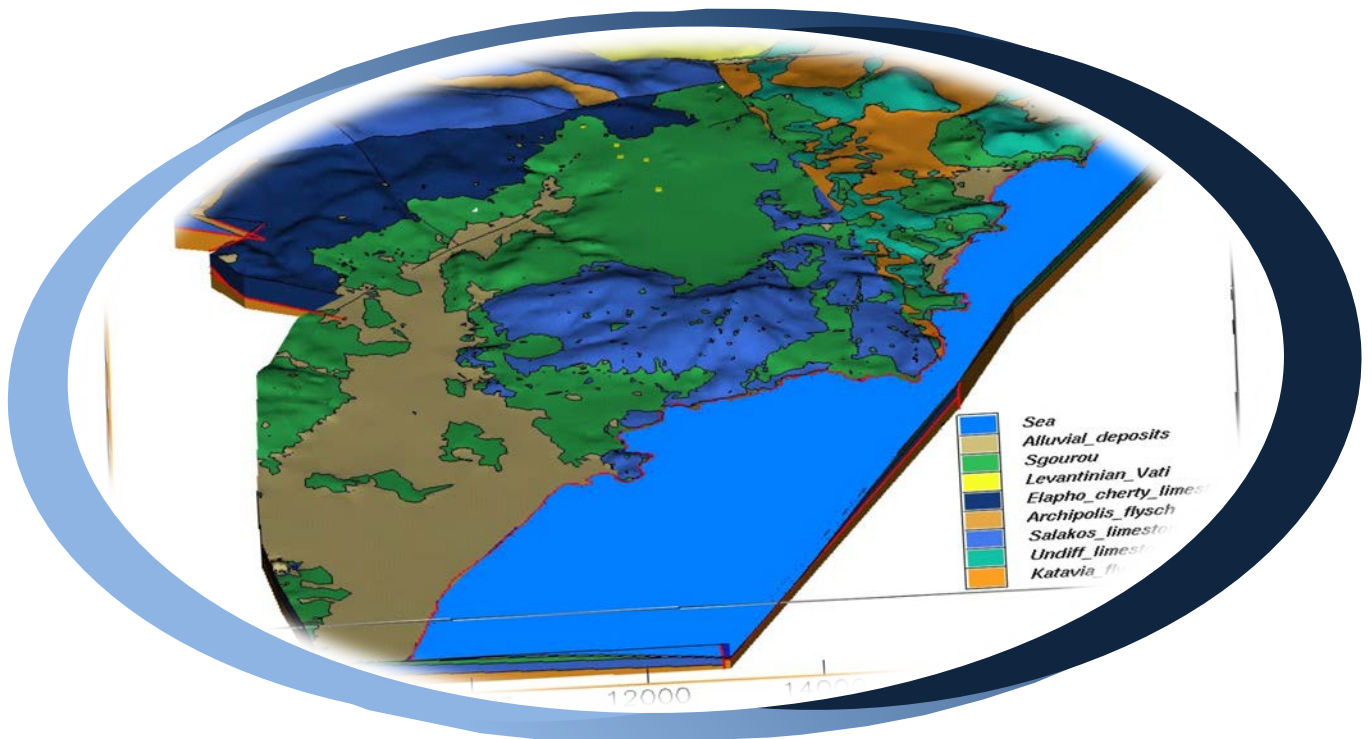




## RECHERCHE ET EVALUATION DES RESSOURCES EN EAU



Bureau France: SIEGE - 131 Bd. Carnot, 78110 Le Vésinet, FR  
BUREAU SUD-EST – Villa Célony 1175, Route d'Avignon – 13090 AIX-EN-PROVENCE - FR  
Bureau Mexique: Prol. Americas 1600-02, Col. Country Club, GDL 44610, MX.  
[www.eosys.fr](http://www.eosys.fr) – [contact@eosys.fr](mailto:contact@eosys.fr)

---

## PRESENTATION

---

### MISSION

EOSYS accompagne les maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, collectivités territoriales, services de l'état, sociétés d'ingénierie et sociétés d'aménagement dans :

- La caractérisation tridimensionnelle des unités aquifères et masses d'eau
- La recherche de ressources en eaux nouvelles ou renouvelables
- L'analyse de la vulnérabilité des nappes par rapport à des sources de pollution ou des intrusions d'eau salée.

### PRESTATIONS

EOSYS dispose des équipements nécessaires aux investigations géophysiques (sismiques, électriques) et d'une triple compétence (hydrogéologie, modélisation géologique et géophysique) pour la reconnaissance, la mise en valeur ou la protection des aquifères.

EOSYS propose les services suivants:

#### *Les études hydrogéologiques*

Pour localiser, délimiter et caractériser les aquifères, EOSYS réalise les études hydrogéologiques complètes comprenant:

- Les investigations géologiques
- L'analyse structurale par photointerprétation (aérienne ou satellite)
- La cartographie de différents paramètres géochimiques
- L'exploitation de données piézométriques et de bilans hydroclimatiques
- L'étude des relations écoulements superficiels-nappes souterraines.
- La modélisation d'écoulements

#### *Les investigations géophysiques*

EOSYS réalise des campagnes d'acquisition sismique en réfraction ou en réflexion de très haute résolution en utilisant une source sismique vibro-acoustique développée en interne depuis 2000. Elle permet des investigations dans une tranche de profondeur comprise entre 10m et 300m avec une résolution plurimétrique.

La mise en œuvre de ces techniques permet:

- de caractériser les unités hydrogéologiques (« masses d'eau ») à de grandes échelles (1/5000<sup>e</sup> à 1/25000<sup>e</sup>)
- d'apprécier leurs relations hydrogéologiques, leur capacité de recharge à partir d'infiltrations de surface
- d'estimer leur vulnérabilité vis à vis de pollutions ou d'intrusion d'eau salée
- en prévoir le comportement dynamique.

---

## EXEMPLE D'INTERVENTIONS

### ■ Ile de Rhodes (Grèce)

#### Etude de caractérisation des ressources en eau renouvelables

##### *Problématique*

La consommation en eau de l'île est fortement dépendante des ressources en eaux souterraines. La grande concentration de la population urbaine et le développement touristique dans la partie nord de l'île a conduit à l'épuisement et à la surexploitation des aquifères littoraux. En outre, l'intrusion de l'eau salée progresse ou menace sérieusement les ressources en eaux souterraines. L'augmentation prévisible de la demande en eau et la poursuite du développement du secteur touristique suscitent fortement à une mise en œuvre des efforts de gestion des ressources en eau.

##### *Solution*

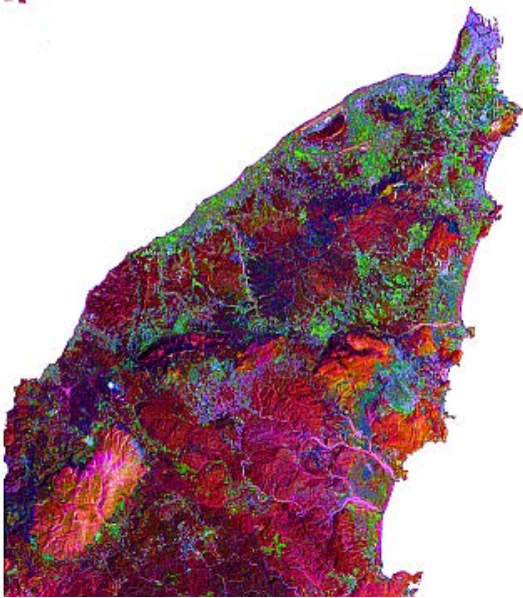
La solution envisagée fut d'identifier des niveaux aquifères avec couverture imperméable et suffisamment au-dessus du niveau de la mer pour être exploités sans risque.

##### *Méthode*

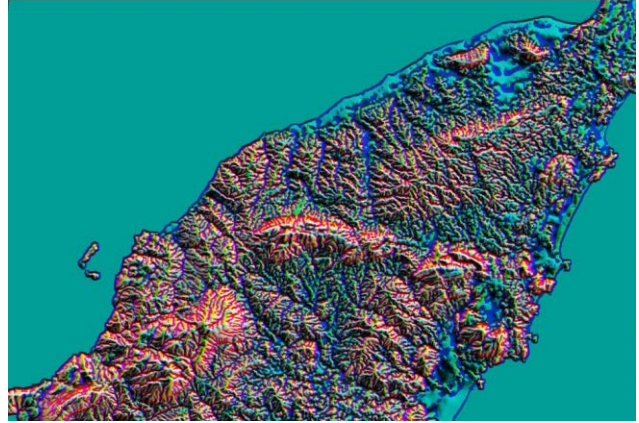
Un modèle 3D global a été construit à partir imagerie satellite, d'un MNT, de carte géologique et des analyses de terrain complémentaires. Cela a permis de définir des zones cibles avec une couverture imperméable en surface. Une acquisition sismique THR a été mise en œuvre pour définir la géométrie des aquifères sous les zones imperméables. Enfin des forages ont été réalisés pour confirmer les géométries.

Détails des méthodes impliquées :

- Etude géologique générale comprenant des reconnaissances de terrain, appuyée par de l'imagerie satellitaire et aérienne
- Inventaire des ouvrages de captage d'eau (puits, forages)
- Reconnaissances géophysiques en utilisant les méthodes de sismique réflexion et électriques
- Analyses morphologiques de modèles de terrain
- Modélisation géologique tridimensionnelle
- Analyse des réseaux de drainage et des bassins versants
- Définition tridimensionnelle des unités aquifères (« masses d'eau »)
- Création d'un Système d'Information Géographique (SIG), destiné aux tâches d'analyse spatiale, de cartographie et d'aide à la décision.
- Analyse de détail de la productivité des aquifères et des risques d'intrusion d'eau salée
- Modélisation tridimensionnelle des écoulements d'aquifères
- Analyse de la vulnérabilité du système hydraulique vis-à-vis des risques climatiques ou économiques



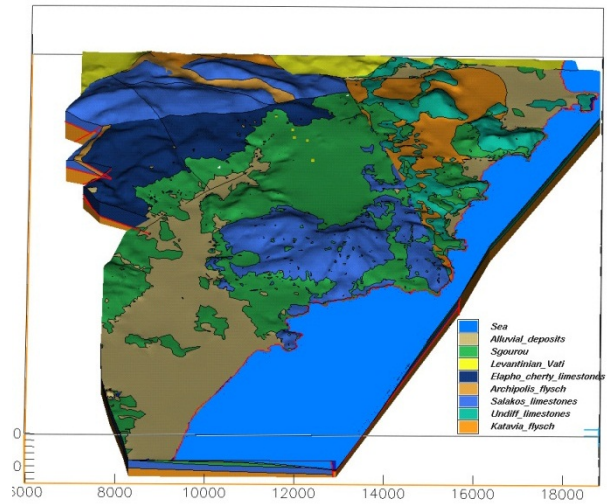
*Analyse d'imagerie satellite*



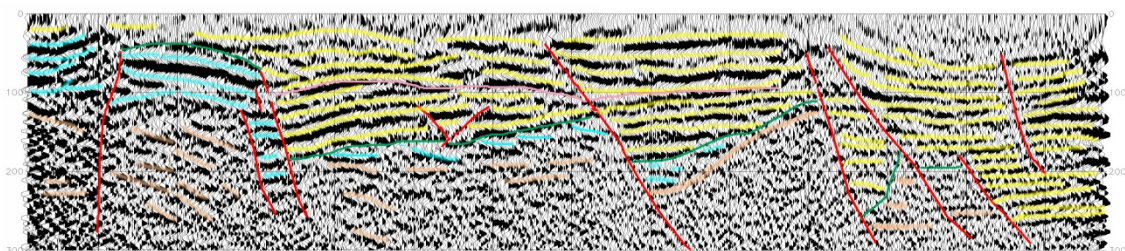
*Constitution et analyse de MNT*



*Reconnaitssances sismiques et sondages*



*Synthèse hydrogéologique 3D*



*Reconnaitssances géophysiques – sismique réflexion*

## ■ Nestlé Waters France – Usine PERRIER (Vergèze, France) Augmentation des ressources dans un contexte industriel

### *Problématique*

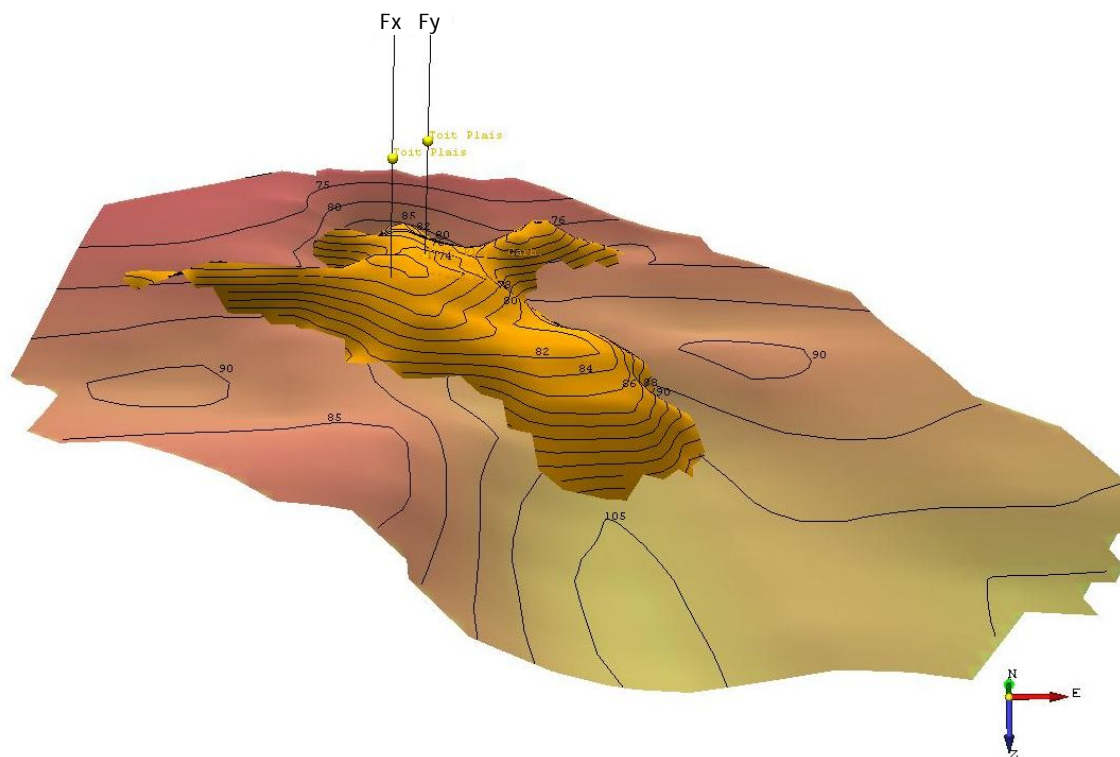
Afin d'augmenter la capacité disponible en eau, un projet de sondage complémentaire, à proximité de forages exploités, a été envisagé à l'intérieur d'un bâtiment de l'usine.

### *Méthode*

Une analyse détaillée des sondages et des scénarios de ressource plausibles couplés à une acquisition sismique très hautes résolutions ont été réalisés. De plus, les conditions d'hygiène et de sécurité au sein du bâtiment ont impliqué le développement d'une source d'acquisition adaptée.

### *Solution*

L'interprétation des données acquises a permis de définir une zone propice à l'implantation d'un nouveau sondage qui s'est avéré fructueux.



*Visualisation de la zone cible à forer*

## ■ Ile de Symi (Grèce)

Mise en évidence et caractérisation d'aquifères à partir d'observations de terrain et d'imagerie satellite

### *Problématique*

L'île de Symi connaît un grave problème d'approvisionnement en eau, surtout en été où sa population passe de 200 à 10 000 habitants et doit importer par bateau de l'île de Rhodes l'eau qui est nécessaire à sa consommation. Les campagnes de forages effectuées n'ont pas permis d'assurer l'autosuffisance hydraulique de l'île. Bien que des accumulations perchées aient été traversées ponctuellement par certains de ces sondages et que certaines sources soient connues au-dessus du niveau de la mer, les seuls tests positifs de production d'eau ont été faits dans la lentille d'eau douce que la plupart des sondages ont rencontrée en atteignant la côte du niveau marin.

### *Méthode*

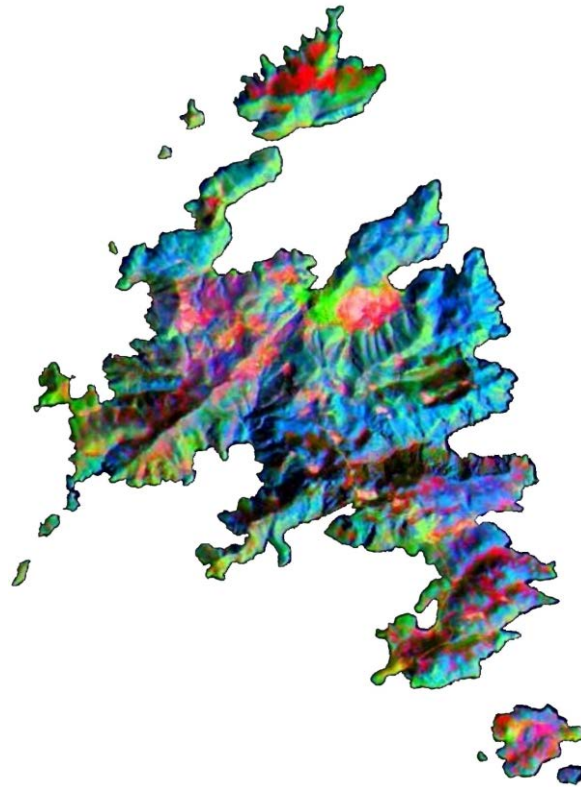
Grâce l'analyse de la géomorphologie avec l'imagerie satellite, les modèles numériques de terrain et la carte géologique, des niveaux marneux ont pu être identifiés. Ces derniers monoclinaux et imperméables offraient la possibilité de collecter l'eau par des ouvrages souterrains de petite taille.

### *Solution*

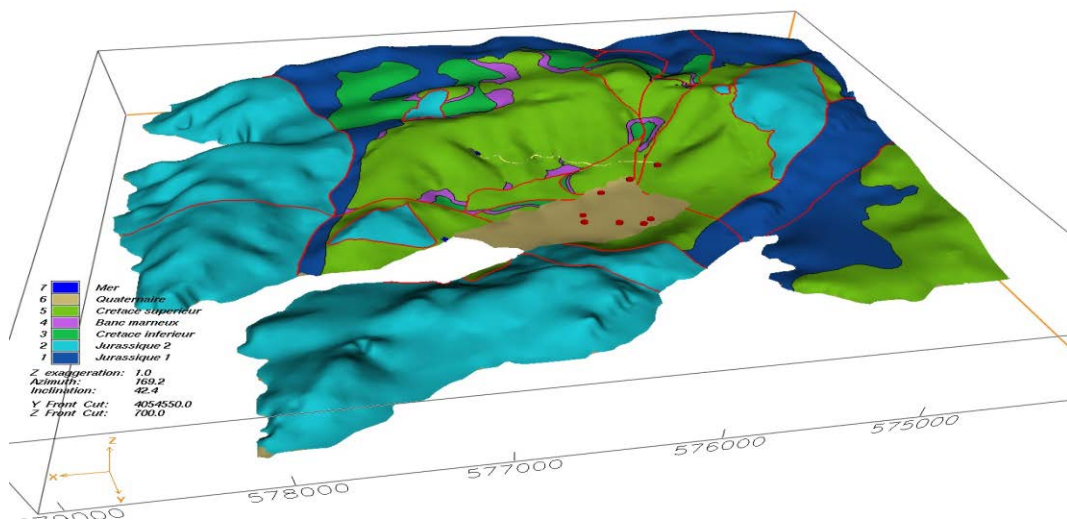
Compte tenu de la présence de karst et des remontées d'eau salée associée, les forages n'ont pas été la solution privilégiée. Des barrages collinaires et des captages de ressource transitoire par tunnels plus adaptés ont été mis en place.

Détails des méthodes impliquées :

- Analyse de la fracturation de surface
- Analyse des réseaux de drainage
- Analyse d'imagerie satellitaire et aérienne
- Analyses morphologiques de terrain et modélisation structurale 3D
- Détermination des conséquences hydrogéologiques des analyses structurales effectuées
- Conception et suivi de campagnes de reconnaissances
- Implantation optimale de nouveaux sondages d'exploration ou d'autres ouvrages expérimentaux de captage d'eau souterraine
- Détection de résurgences d'eau douce en mer par analyse thermographiques d'imagerie satellitaire



Imagerie satellite



Modèle 3D incorporant imagerie satellite et reconnaissances terrain

## MOYENS

### Bureaux et informatique

Les bureaux d'EOSYS sont situés en Région Parisienne (Le Vésinet) et à Aix-en-Provence. Ils sont chacun équipés de station de travail UNIX et de PC et périphériques en réseau.

Des logiciels métiers sont utilisés dans les domaines suivants :

- Traitement sismique
- Modélisation géologique 3D
- Géostatistique
- Calculs scientifiques
- Photogrammétrie
- Télédétection
- Système d'information géographique
- Modélisation de bassin versant
- Modélisation d'écoulements

Des développements internes basés sur ces outils et des programmes en C représentant plusieurs années-ingénieur permettent des applications spécifiques en :

- Modélisation géologique
- Modélisation d'écoulements
- Traitement sismique
- Imagerie

Les ingénieurs d'EOSYS interviennent également dans le secteur des gisements pétroliers pour lequel ils font des modélisations d'écoulements triphasiques depuis une vingtaine d'années et pour lequel ils développent également des programmes novateurs en modélisation d'écoulements. Ils utilisent en hydrogéologie le logiciel MODFLOW et ses modules périphériques

### Personnel

Cinq ingénieurs travaillent à temps plein dans la société. Une dizaine d'experts interviennent régulièrement dans des études hydrogéologiques. Lors des missions sismiques ou de forages, du personnel de chantier intérimaire est embauché et les effectifs de la société peuvent alors monter jusqu'à une quinzaine de personnes.

### Sismique

Les moyens sismiques dont dispose la société sont les suivants :

- une source vibro-acoustique développée en interne et utilisée depuis 4 ans avec succès sur une vingtaine de sites. Cette source émet un spectre de fréquences de 16 Hz à 400 Hz. Les profondeurs d'investigation sur lesquelles elle a été validée géologiquement sont comprises entre 10m et 400m.
- un système d'acquisition numérique 24 bits pouvant avoir jusqu'à 400 traces actives et permettant de réaliser des dispositifs de 100m (Très Haute Résolution) à 20km (sismique profonde) de long. Il s'agit du système POLYSEIS, utilisé dans le cadre d'une convention avec l'Institut Français du Pétrole (IFP).
- Un parc de géophones unitaires ou en grappes de 9 avec une gamme de fréquence allant de 10 Hz à 350 Hz.
- Un parc de géophones triaxiaux

- Un camion laboratoire permettant le contrôle des tirs sur le terrain
- Un système de traitement PROMAX sur station de travail SGI avec l'ensemble des périphériques nécessaires

### Forages et diagraphies

La société loue les moyens nécessaires en fonction des missions. Elle est en mesure de réaliser des forages jusqu'à plusieurs centaines de mètres de profondeur et de superviser des chantiers de forages au-delà.

## PRINCIPALES REFERENCES

### *En France*

- Nestlé Waters France : synthèse sismique et sondages, acquisition et interprétation sismique Haute Résolution
- DDE du Val d'Oise : synthèse géologique de l'ensemble des sondages disponibles sur une commune en préparation de zonage d'assainissement
- CEN Cadarache : modélisation détaillée de carbonates, de leur fracturation et de l'évolution piézométrique à partir de modèles de terrain, sondages et sismique réflexion
- Commune de Biot : analyse détaillée de la structuration (terrain et photogéologie) pour positionner des forages d'eau.
- ANTEA/Thermes de Balaruc : reconnaissance par sismique réflexion du système d'alimentation des eaux thermales
- ANTEA/Thermes de Digne-les-Bains: reconnaissance par sismique réflexion du système d'alimentation des eaux thermales

### *A l'international*

- Ile de Symi (Grèce) : mise en évidence et caractérisation d'aquifères à partir d'observations terrain et imagerie satellite.
- Ile de Rhodes (Grèce) : caractérisation des ressources en eau renouvelables



*Acquisition en site industriel fermé*