

« **M**E**d**iterranean  
**D**evelopment of **I**nnovative  
**T**echnologies for integr**A**ted  
wa**T**er manag**E**ment »

*MEDITATE*

**Dr Michel BAKALOWICZ**

HydroSciences Montpellier

CREEN – ESIB, Université Saint-Joseph, Beyrouth

SIXTH FRAMEWORK PROGRAMME

FP6-2002-INCO-MFC-1



Mediterranean Development of Innovative  
Technologies for integrAted waTer managEment



# MEDITATE, projet INCO-MED

- Le projet « *Mediterranean Development of Innovative Technologies for Integrated Water Management* » MEDITATE est financé par la Commission Européenne dans le cadre des activités de la Direction Générale de la Recherche et du Développement Technologique
- Du 1<sup>er</sup> Mai 2004 au 31 Octobre 2007

# Objectifs

- Développement d'un système d'aide à la gestion de l'eau à l'échelle du bassin en régions méditerranéennes
- Pour répondre au manque d'eau, prise en compte du recours à des ressources en eau non conventionnelles
  - sources karstiques sous-marines,
  - désalinisation d'eau de mer ou d'eau saumâtre
  - recyclage d'eaux usées

# Partenaires

1. BRGM-Eau, **France**
2. CNRS, France, regroupant l'axe « Hydrogéologie karstique » de l'unité HydroSciences, et l'équipe « Robotique sous-marine » de l'unité LIRMM de l'université Montpellier-2, **France**
3. School of Water Sciences, Cranfield University, **Grande-Bretagne**
4. Proyectos e Instalaciones de Desalacion S.A., PRIDESA, **Espagne**
5. Water and Environment Research and Study Center, University of Jordan, **Jordanie**
6. International Research and Application Center for Karst Water Resources, Hacettepe University, **Turquie**
7. Département de Géologie et Hydrogéologie de la Commission à l'Énergie Atomique de **Syrie**
8. Centre Régional de l'Eau et de l'Environnement (CREEN) de l'École Supérieure d'Ingénieurs de l'Université St Joseph de Beyrouth, **Liban**
9. Direction Générale des Ressources en Eau du Ministère de l'Énergie et de l'Eau du Liban, associée au Water, Energy and Environment Research Center (WEERC) de Notre-Dame University , **Liban**

# Organisation et gestion du projet

WP 0: coordination du projet MEDITATE

WP 1 : (A) Caractérisation hydrogéologique des bassins et  
(B) des aquifères – Modélisation à l'échelle des bassins

WP 2 : étude  
socio-économique

WP 3 : innovations  
technologiques

WP 4 : Système d'Aide  
à la Gestion de l'Eau  
méthodologie et  
développement

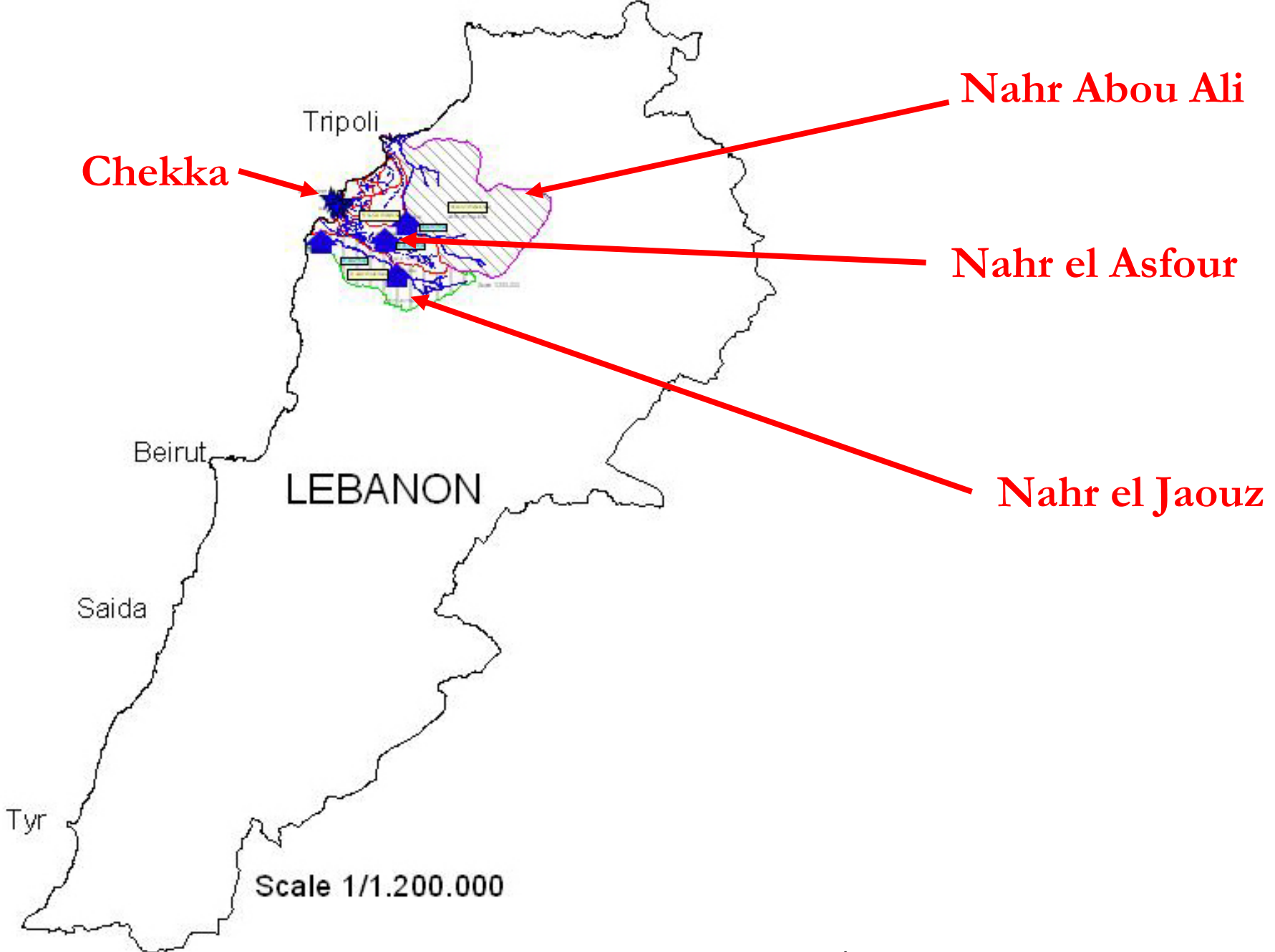
WP 5: Dissémination et transfert de technologie

# Sites d'étude et problématique

1. *Traitement et recyclage des eaux usées de Amman*
  - Jordanie: bassin de Amman-Zarka.
2. *Évaluation du débit et de la qualité des émergences sous-marines en vue de l'utilisation de leurs eaux*
  - Turquie: sources sous-marines de Gökova
  - Syrie: sources sous-marines du golfe de Banyias
  - Liban: sources sous-marines de Chekka

# MEDITATE au Liban

- Étude du système hydrogéologique de Chekka, en cours (PhD de Ahmad EL-HAJJ, CREEN-ESIB)
- Élaboration du projet de captage instrumental de deux sources sélectionnées (CREEN-ESIB + HydroSciences)
- Reconnaissance prévue des panaches d'eau douce par le prototype d'AUV en conditions de basses et hautes eaux (CREEN-ESIB + LIRM Montpellier)
- Analyse socio-économique des besoins en eau locaux (WEERC-NDU & Ministère Énergie et Eau + BRGM + Cranfield)



**Chekka**

**Nahr Abou Ali**

**Nahr el Asfour**

**Nahr el Jaouz**

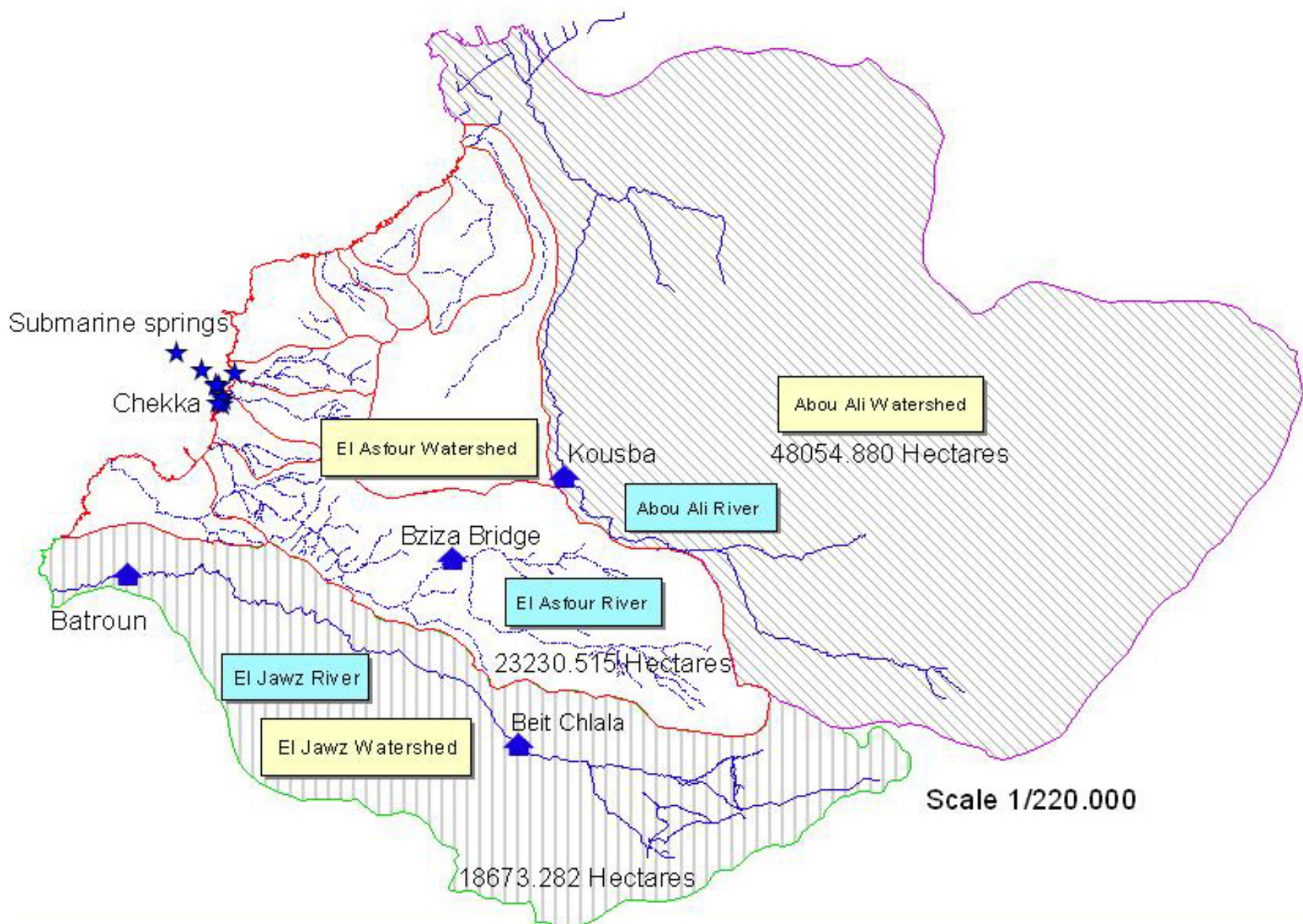
Scale 1/1.200.000

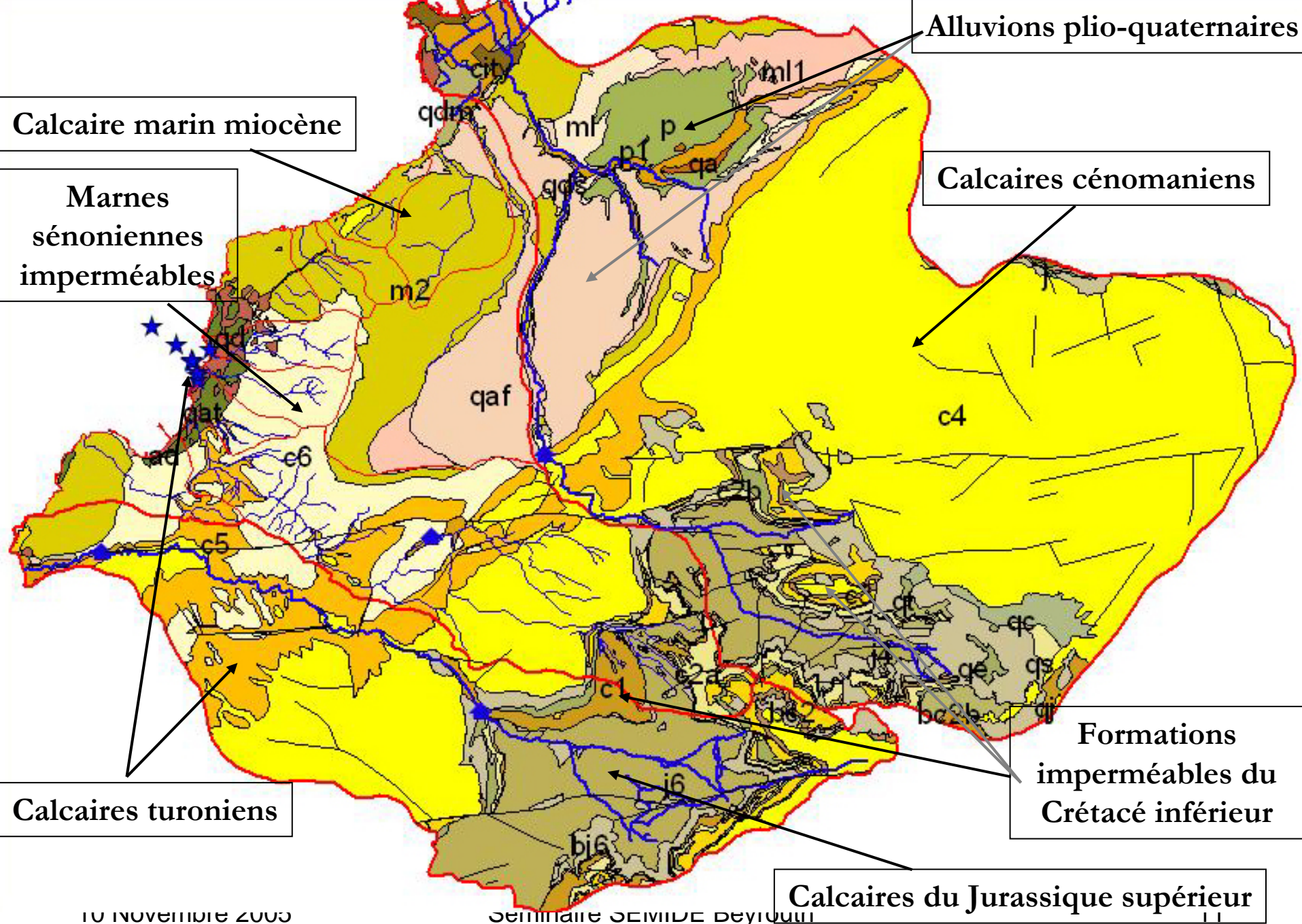


# Baie de Chekka

Sources karstiques  
sous-marines







Alluvions plio-quadernaires

Calcaire marin miocène

Marnes sénoniennes imperméables

Calcaires cénomaniens

Calcaires turoniens

Formations imperméables du Crétacé inférieur

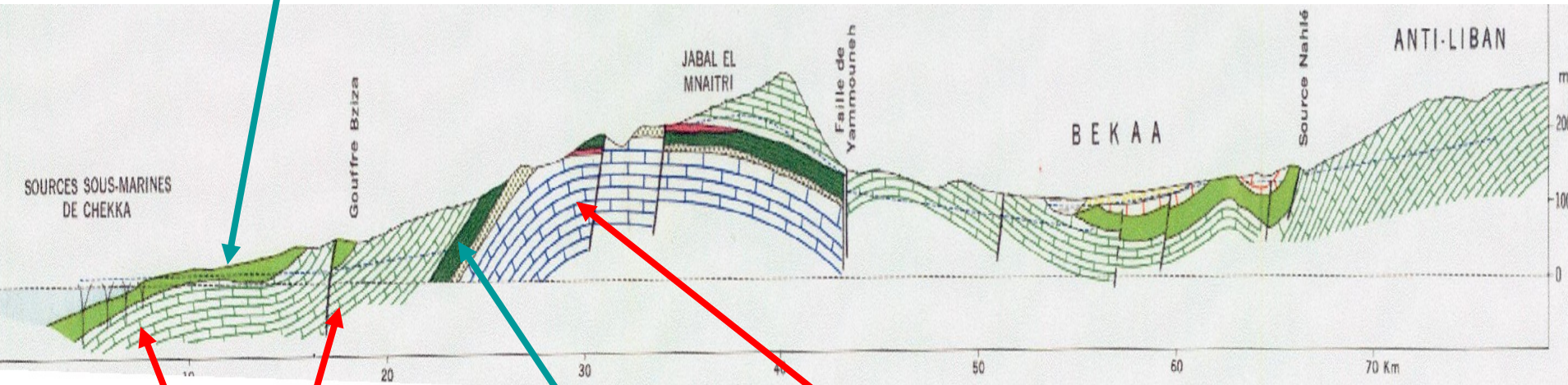
Calcaires du Jurassique supérieur

10 NOVEMBRE 2003

SEMINAIRE SEMIDE BEYQUILL

# Coupe géologique passant par les sources sous-marines

Marnes  
sénoniennes  
imperméables



Calcaires cénomaniens

Crétacé inférieur  
imperméable

Calcaires du Jurassique supérieur



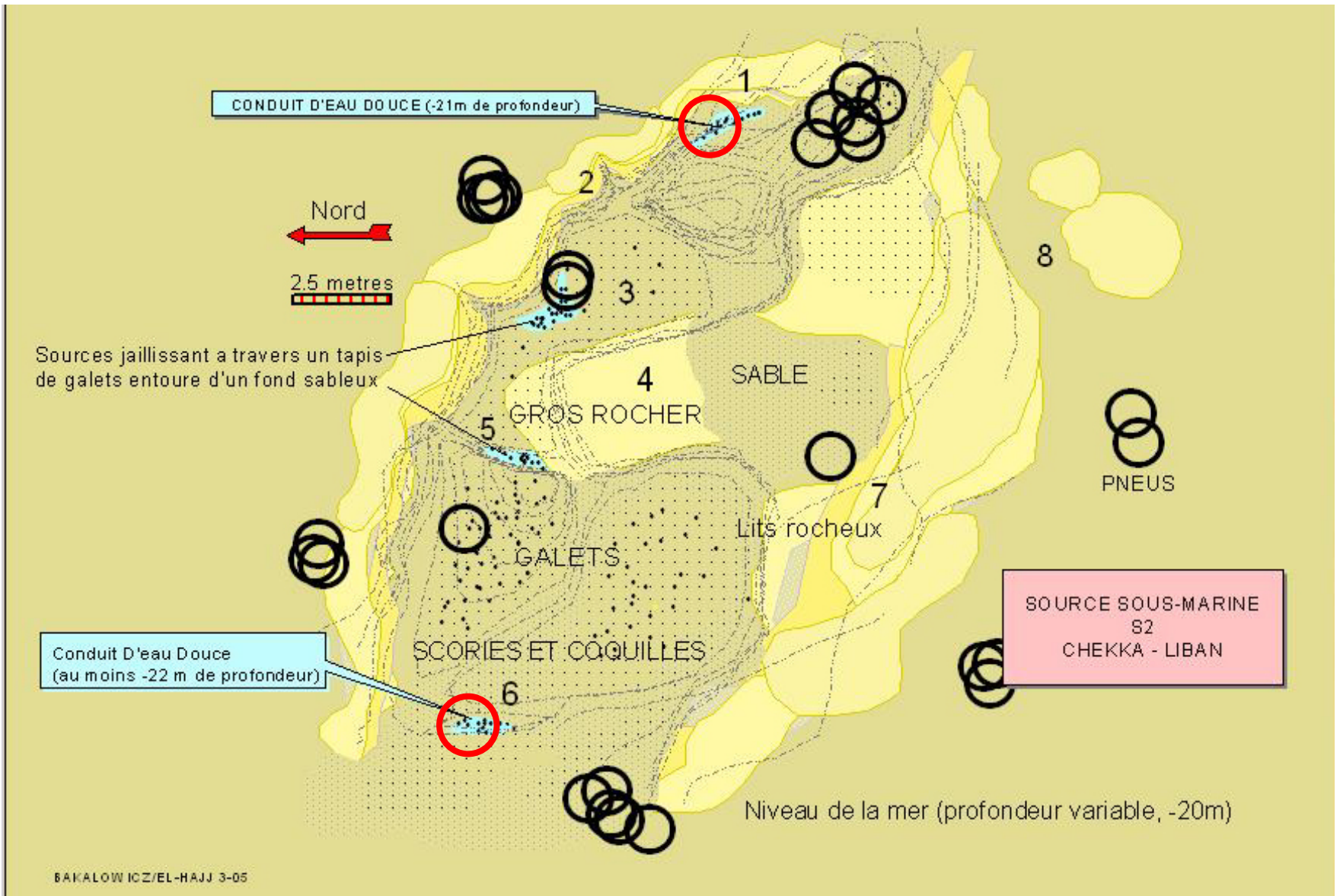
# La source S2 de Chekka en étiage

# Travaux sous-marins

- Reconnaissance des sources de Chekka (Oct. 2004)
  - Les moins profondes vers -25 m écoulent de l'eau saumâtre
  - La « grande » source S12, profonde, vers -160 m, ne fonctionne pas. Son fonctionnement est saisonnier
  - La source S2 sélectionnée pour l'équipement était en partie bouchée par des remblais

# Travaux sous-marins en cours

- **Équipement des sources de Chekka (Nov. 2005)**
  - La source S2 a été totalement dégagée
  - 2 conduits karstiques sont équipés de conduites isolées par un géotextile
  - Chaque conduite ( $\varnothing$  250 mm) va être équipée d'un débitmètre et d'une sonde de pression, température et salinité
  - Un capteur de pression et température suit également la mer à Enfé







# Travaux en cours: approche socio-économique

## Effectuée par le WEERC - NDU

- Inventaire de toutes les données existantes
- Réalisation d'une base de données associée à un SIG
- Préparation d'une enquête locale

# Les sources karstiques littorales et sous-marines du Liban

## CREEN-ESIB

- Synthèse et analyse critique de toutes les données sur les sources karstiques littorales et sous-marines du Liban
- Réalisation d'une base de données des sources (localisation, hydrochimie, isotopes, situation géologique, références bibliographiques) associée à un SIG
- Analyse du contexte géologique

# Travaux en cours: hydrogéologie

## 👉 PhD de Ahmad EL-HAJJ, CREEN-ESIB et Université Montpellier 2

- Réalisation d'une base de toutes les données existantes (pluviométrie, températures, débit des rivières, inventaire des sources) associée à un SIG
- Contrôles géologiques sur le terrain
- Détermination des zones de pertes des cours d'eau par jaugeages différentiels
- Délimitation du bassin d'alimentation des sources
- Campagnes de suivi hydrochimique sur les sources, forages et rivières (350 échantillons)

# Travaux à réaliser (2006-2007)

## CREEN - ESIB

- Suivi en continu du débit, de la salinité et température des sources sous-marines
- Campagnes de suivi hydrochimique et isotopique sur les sources sous-marines, en parallèle avec les sources littorales
- Analyse des conditions de développement du karst: étude de la géologie récente (Néogène et Quaternaire) avec le BRGM
- Campagnes de reconnaissance des panaches d'eau douce avec le LIRM Montpellier

# Les campagnes d'exploration des sources sous-marines

# Analyse d'un panache depuis un bateau

- 3 jours de travail, après plusieurs mois d'attente pour réunir les conditions favorables (bateau + hommes + beau temps sans vent)
- 2 campagnes faites en 4 ans!
- espacement de 25 à 250 m entre les verticales!

➡ D'où l'idée de développer un engin autonome de petite taille (Autonomous Underwater Vehicle, AUV) pour analyser seul et rapidement le panache en mesurant différents paramètres



# Avantages de l'AUV

- Mise en œuvre facile par 2 personnes
  - Très nombreux points de mesure (1 tous les 25 cm en plan, tous les 1 m en vertical)
  - Rapidité (quelques heures)
- D'où une répétition possible des expériences pour différentes conditions hydrologiques

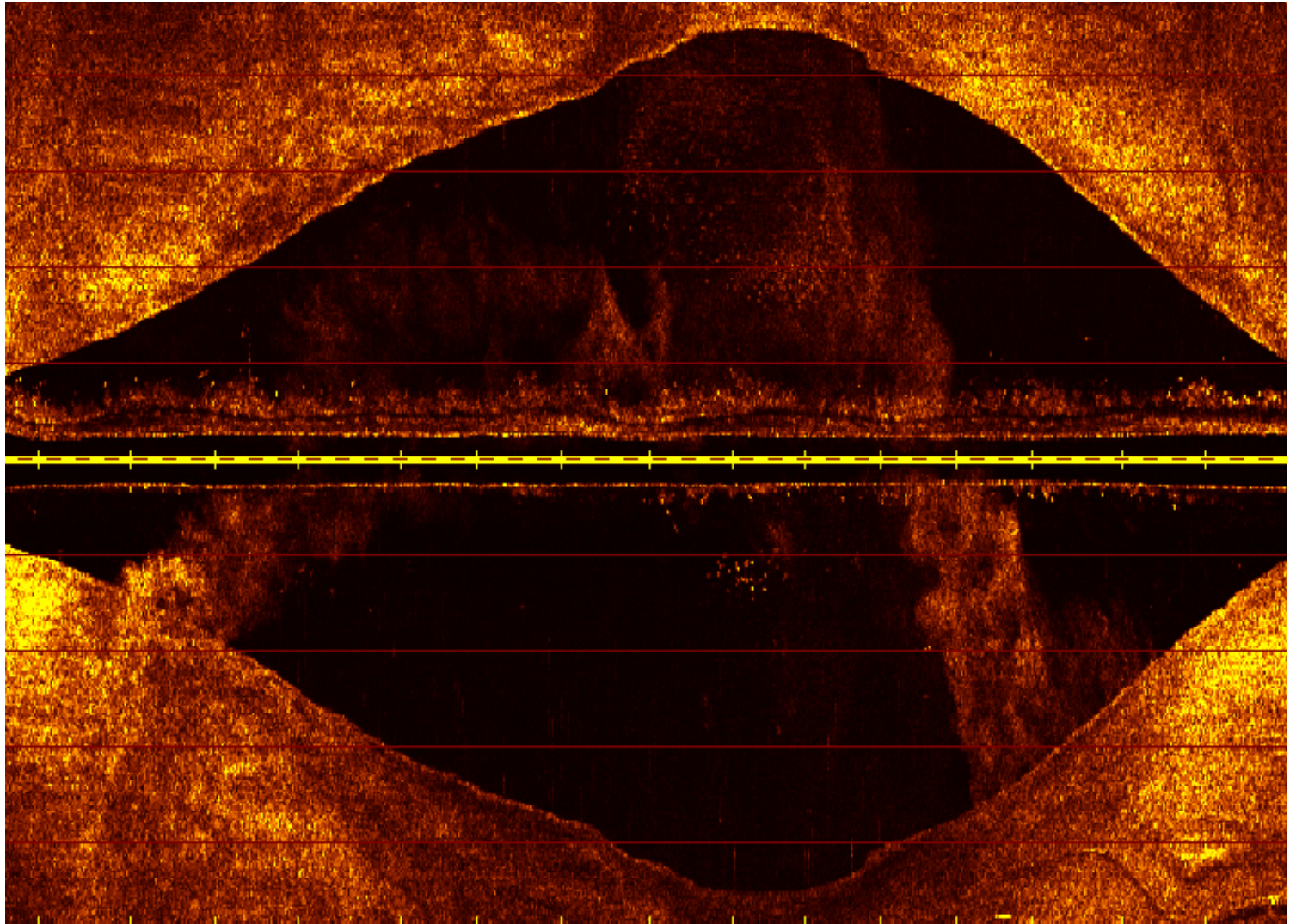
# Les missions de l'AUV

- Contrôler et enregistrer sa trajectoire
- Mesurer la salinité et la température
- Mesurer le champ des vitesses
- Prendre des images du panache

# Le prototype TAIPAN-1



# Sonar latéral



# Prototype TAIPAN-2



# Utilisation des données

- Reconstruire le panache d'eau douce en 3-D à partir du champ des températures, de salinité et des vitesses,
- Modélisation du panache, à partir de la bathymétrie, pour différents débits,
- Comparaison du panache simulé au panache observé **pour évaluer le débit réel.**

**Merci de votre attention!**