

Caractérisation sédimentaire des fonds marins par segmentation d'images acoustiques à l'aide du logiciel SonarScope

Cas du plateau continental aquitain

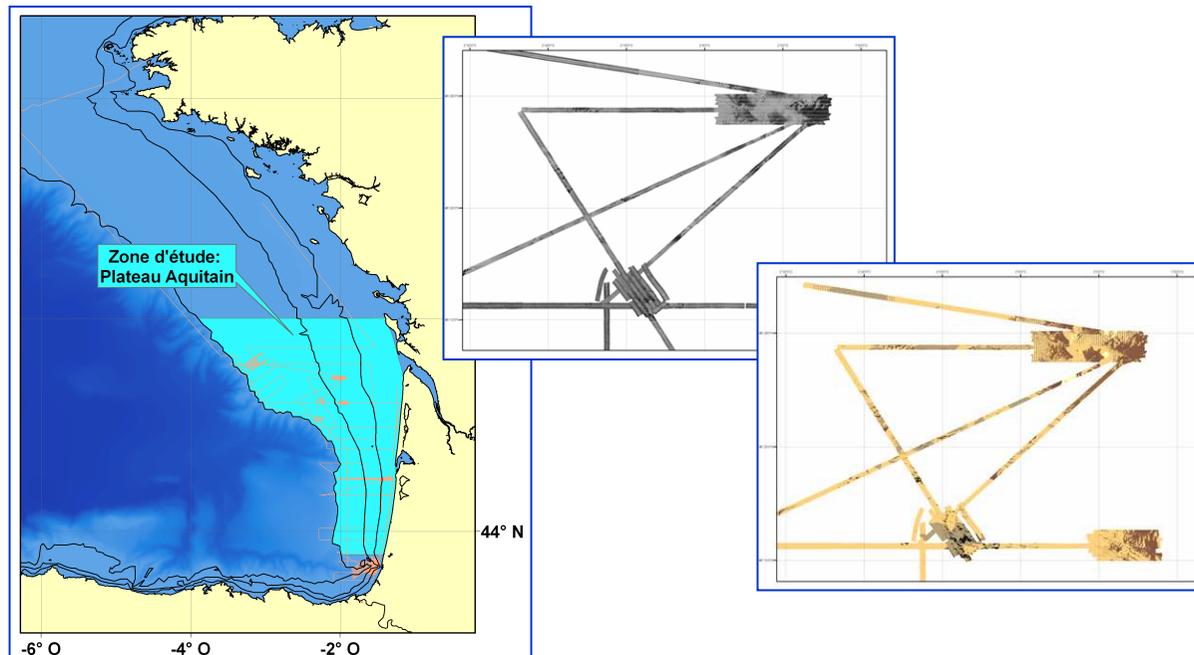
A. Sterckeman (1), J.F. Bourillet (1), J.M. Augustin (2), D. Pierre (1), A.S. Alix (3), H. Gillet (4).

(1) Ifremer, Centre de Brest, Département des géosciences marines

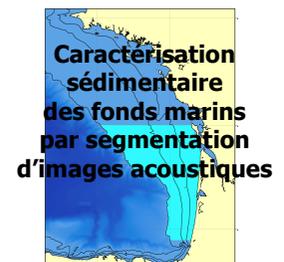
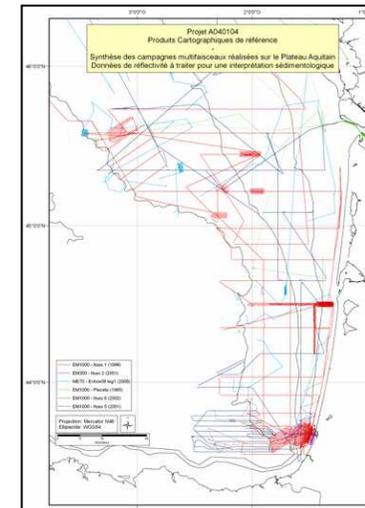
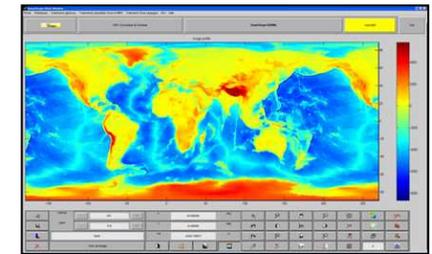
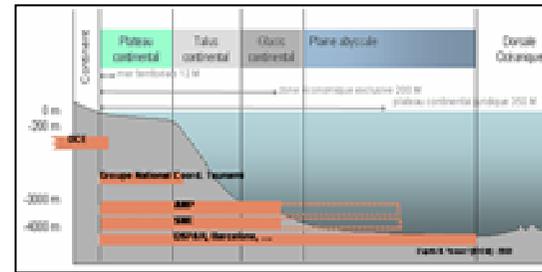
(2) Ifremer, Centre de Brest, Département navires et systèmes embarqués

(3) Société Hocer, Guipavas

(4) UMR EPOC - 5805, Université de Bordeaux 1



1. Contexte de l'étude
2. Objectifs et Stratégie d'étude
3. Segmentation sous *SonarScope*
4. Application au Plateau Aquitain – Campagne Itsas
5. Conclusions



1. Contexte de l'étude

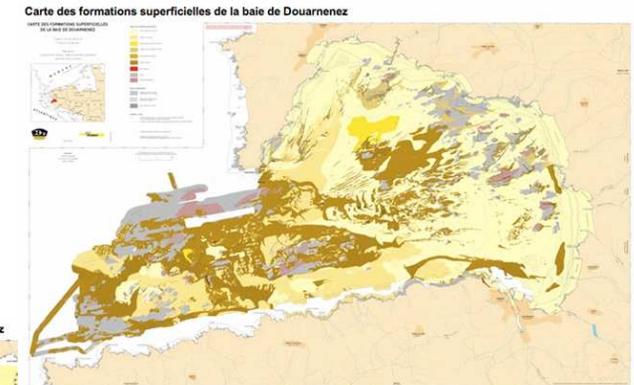
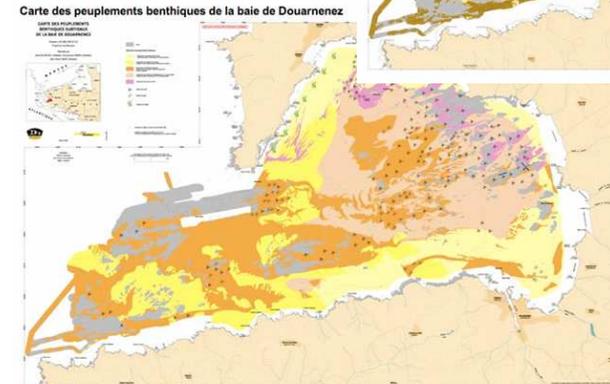
Reconnaissance et Cartographie du Plateau
Programme P4

Caractérisation sédimentaire des fonds marins

- **Connaissance du milieu marin** -

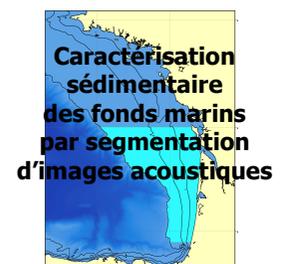
- **Information de base** -
cartographie des habitats benthiques
modélisation hydro-sédimentaire
océanographie opérationnelle
étude des écosystèmes...

- **Etat de référence** -
étude d'impacts
pollutions
énergies renouvelables
extractions des ressources...

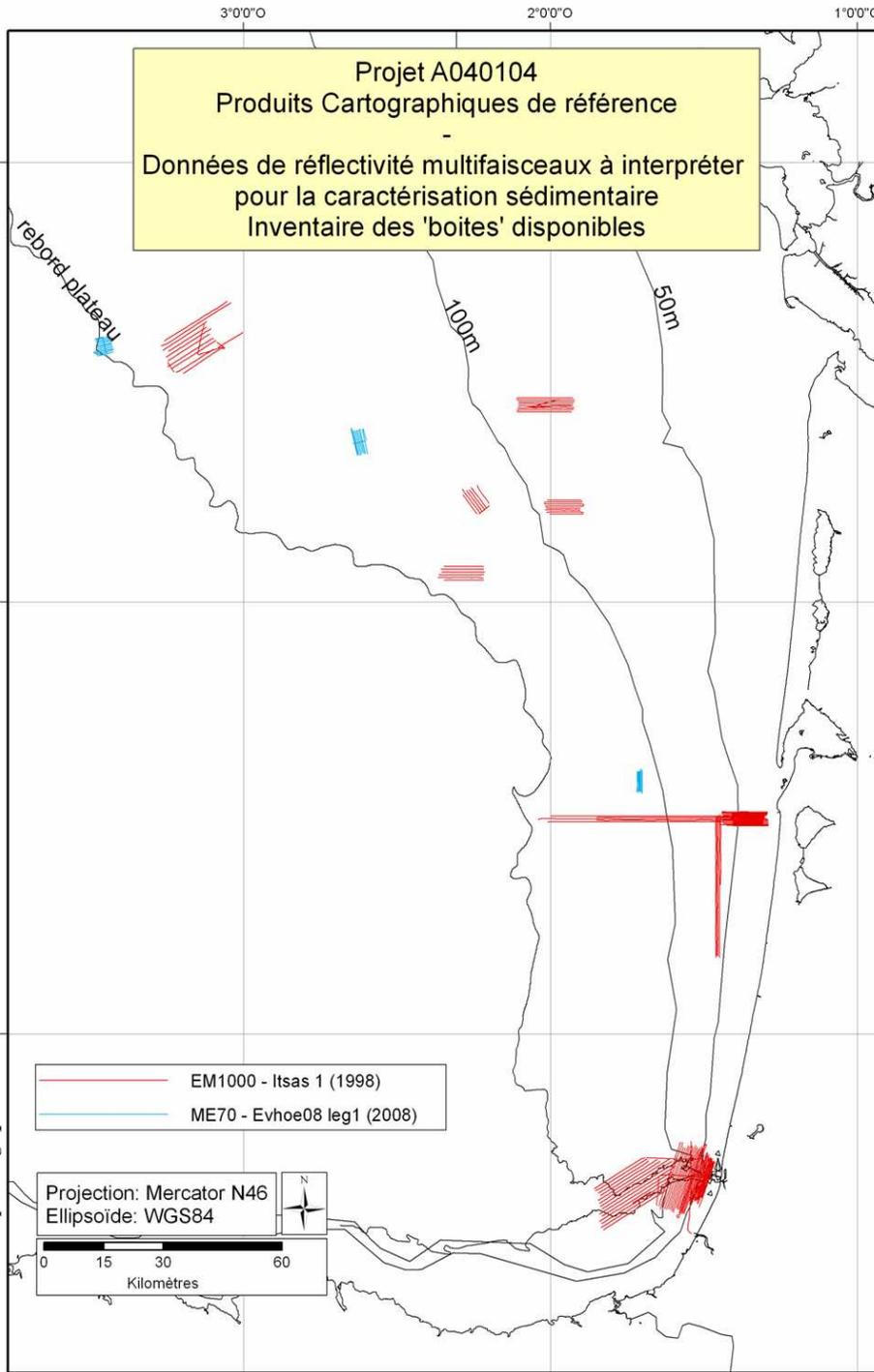


Source: Augris, C., 2005.
Atlas thématique de l'environnement marin de la baie de Douarnenez.
Ifremer/IUEM.

Échéances nationales
et internationales
Aires Marines Protégées, 2012
Directive Cadre sur l'Eau, 2015
Stratégie Marine Européenne, 2021

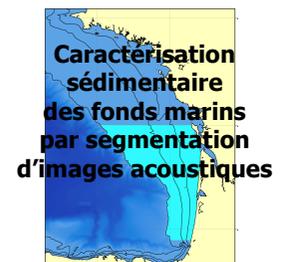


Sources : trait de côte et isobathes 50 m, 100 m : SHOM,
limites morphologiques : Boërillet et al., 2006, MNT terrestre : IGN.



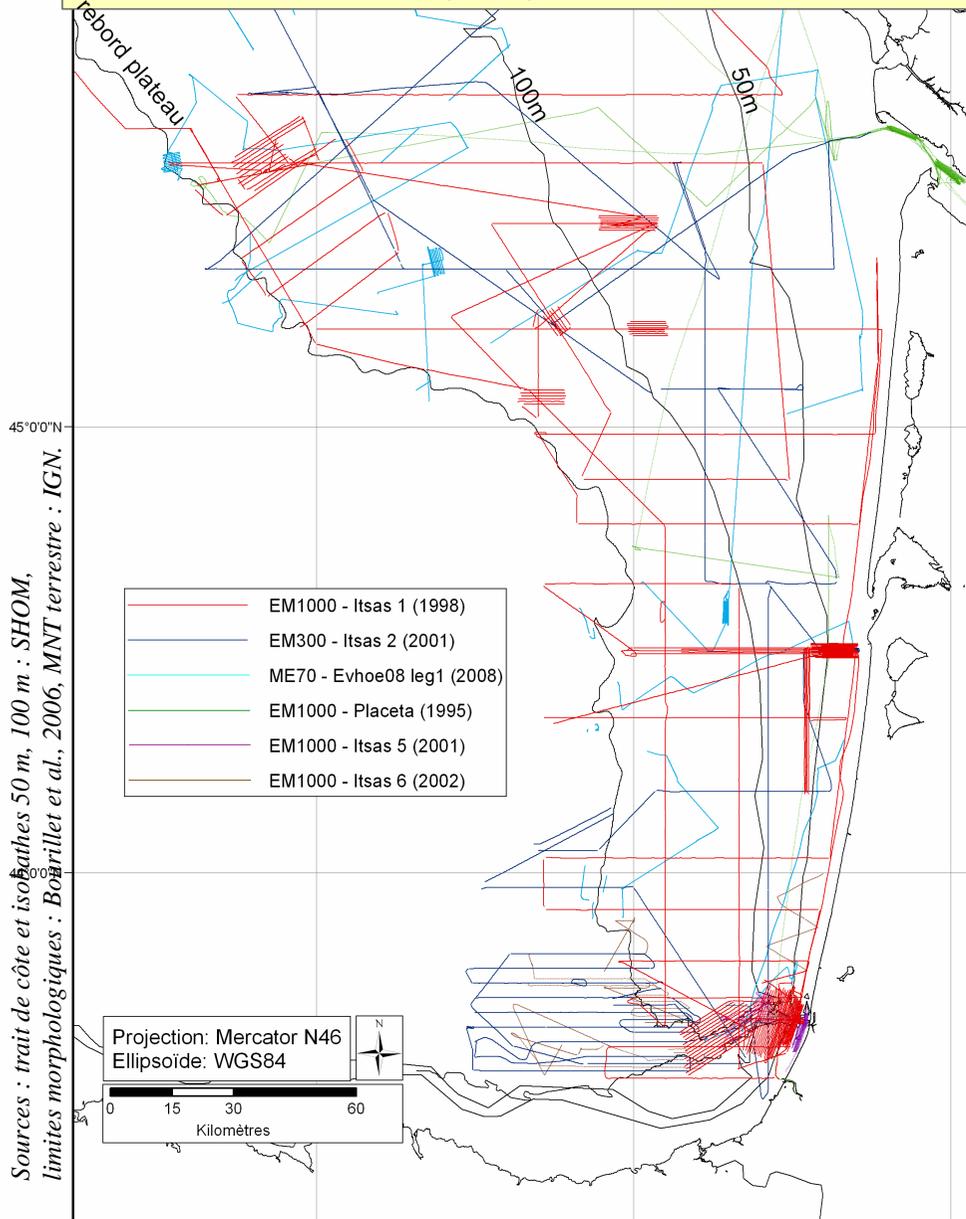
2.1 Objectifs

- Zone d'étude: Plateau Aquitain
- Images acoustiques SMF
 - Boites = zones d'étude restreintes



Projet A040104
Produits Cartographiques de référence

Synthèse des campagnes multifaisceaux réalisées sur le Plateau Aquitain
Données de réflectivité à interpréter pour la caractérisation sédimentaire



2.1 Objectifs

- Zone d'étude: Plateau Aquitain
- Images acoustiques SMF
 - Boites = zones d'étude restreintes
 - Profil de transit = informations pertinentes?

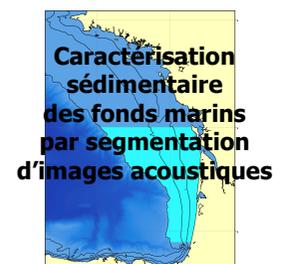
Objectifs:

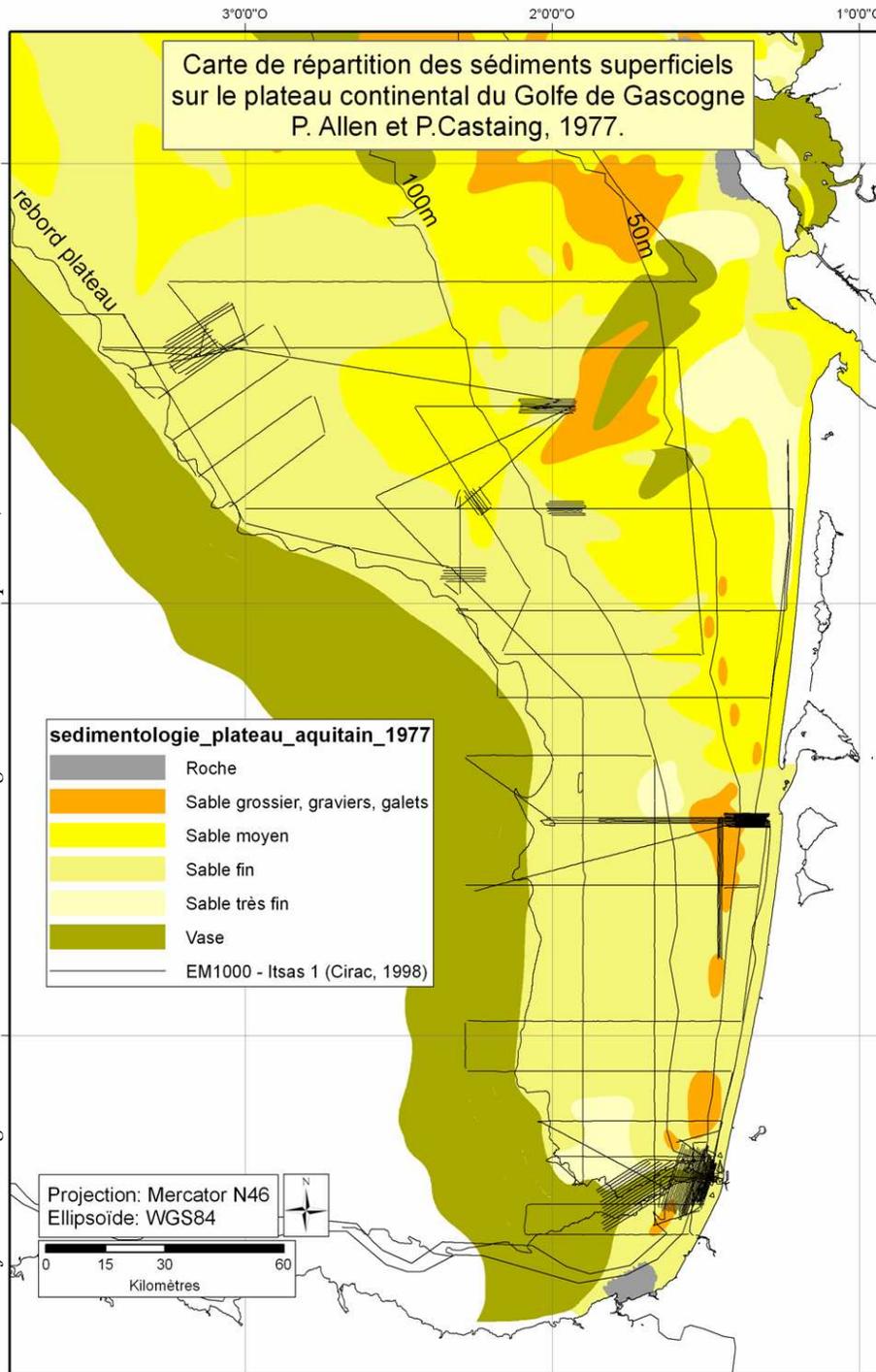
- Données disponibles
- Besoin de connaissances

Valoriser toutes les données recensées

Points Stratégiques:

- Importance de l'inventaire
(Stéphan, M. et al., 2008 – Gautier, E. et al., 2009)
- Mise en place d'un protocole opérationnel
de l'acquisition à l'interprétation des données





2.1 Objectifs

Objectifs:

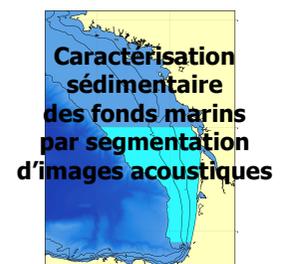
- Données disponibles
- Besoin de connaissances

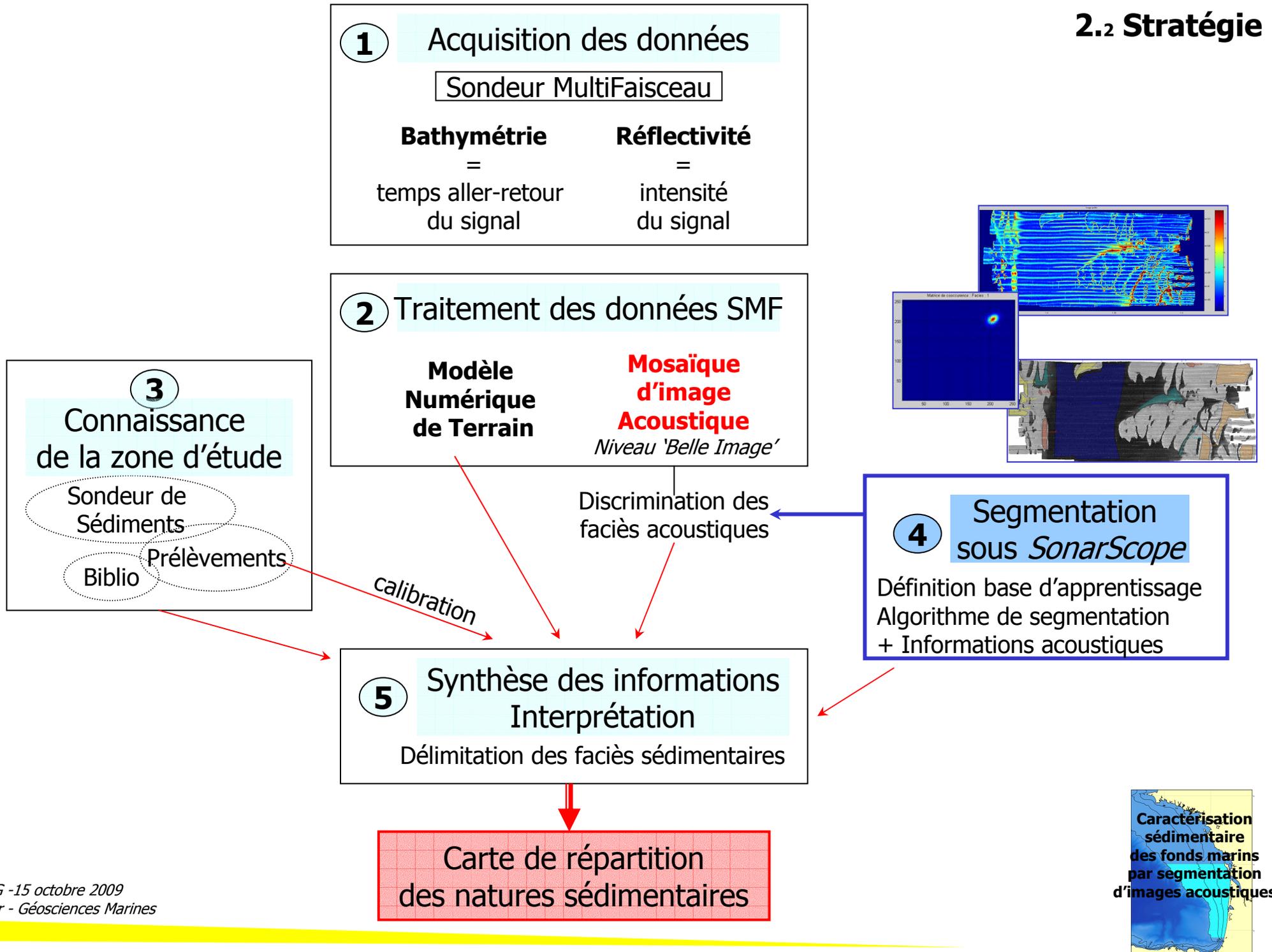
Valoriser toutes les données recensées

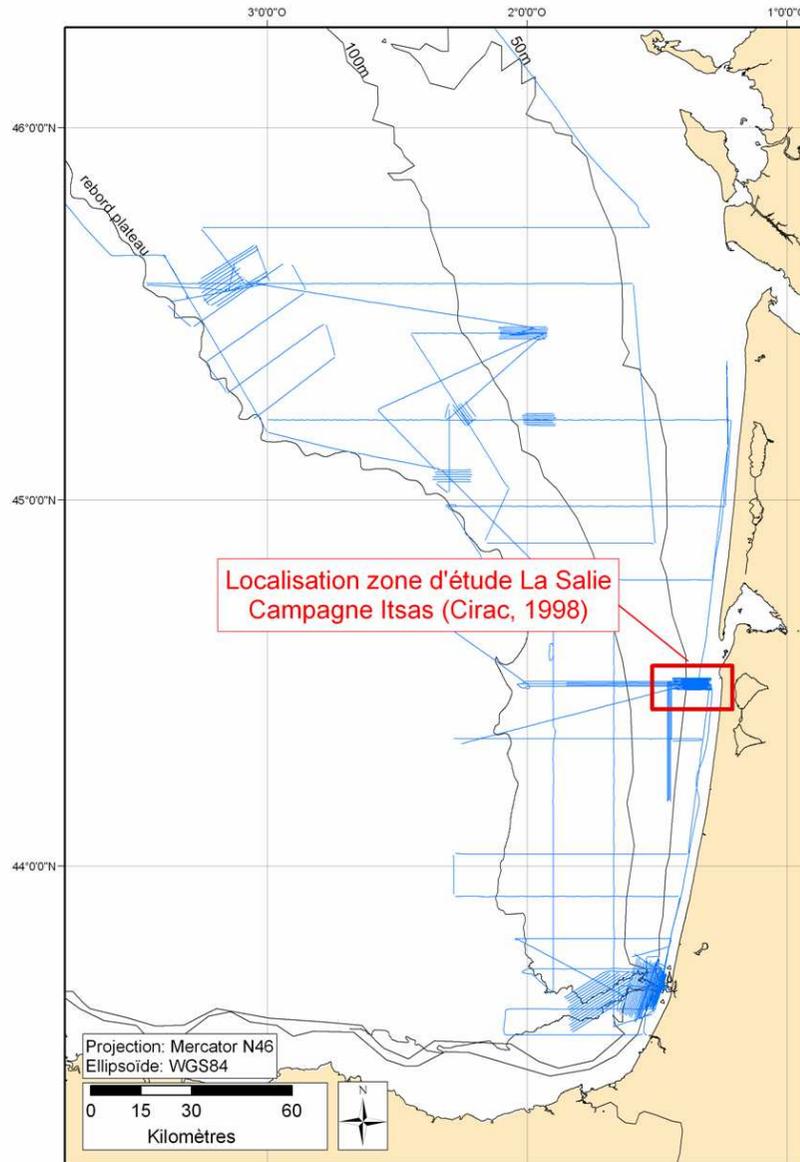
Points Stratégiques:

- Importance de l'inventaire
(Stéphan, M. et al., 2008 – Gautier, E. et al., 2009)
- Mise en place d'un protocole opérationnel de l'acquisition à l'interprétation des données

→ Carte synthétique de répartition des sédiments superficiels







Sources : profils campagne Itsas : Cirac, 1998
 trait de côte et isobathes 50 m, 100 m : SHOM,
 limites morphologiques : Bourillet et al., 2006, MNT terrestre : IGN.

3. Segmentation sous *SonarScope*

1. Méthodologie

- Zone d'étude: La Salie
- Campagne Itsas (*Cirac, 1998*)
- SMF EM1000 – *Belle Image Segmentable*
 - Résolution: 3m

→ Segmentation de l'image sous *SonarScope*

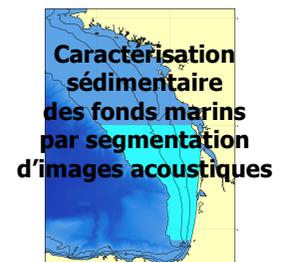
Etape 1
 Traitement
 Belle Image

Etape 2
 Délimitation
 des régions
 d'intérêt

Etape 3
 Apprentissage

Etape 4
 Segmentation

Etape 5
 Contrôle qualité
 Information
 acoustique

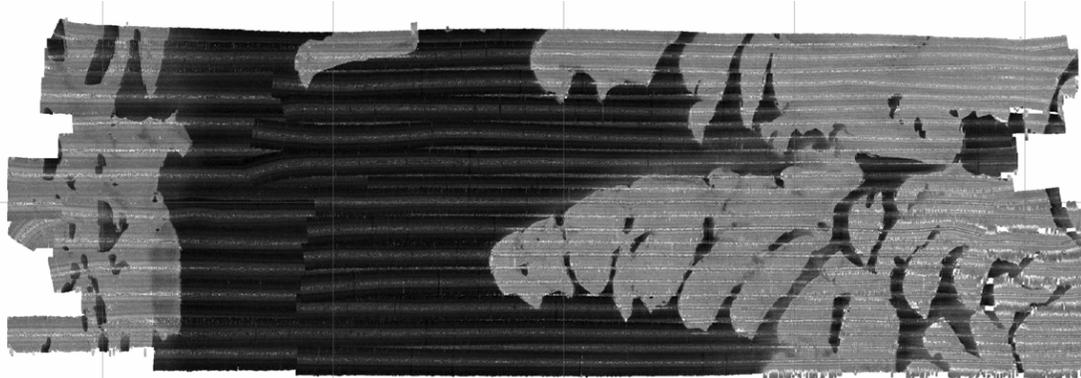


3. Segmentation sous *SonarScope*

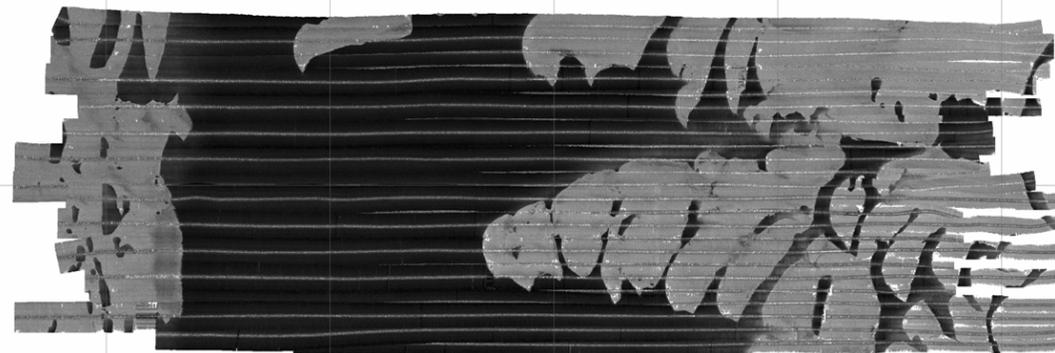
1. Méthodologie

1. Traitement 'Belle Image'

Réalisé sous *Caraibes* + Courbe de compensation statistique sous *SonarScope*

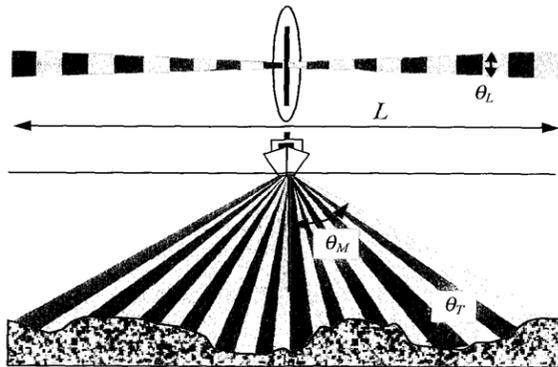


Mosaïque brute EM1000

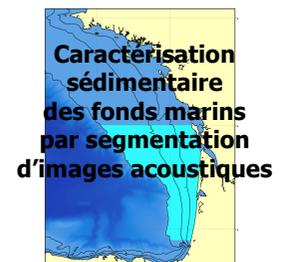
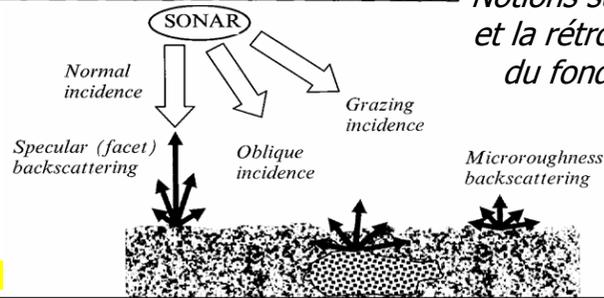


Mosaïque Belle Image EM1000

- Etape 1**
Traitement Belle Image
- |
- Etape 2**
Délimitation des régions d'intérêt
- |
- Etape 3**
Apprentissage
- |
- Etape 4**
Segmentation
- |
- Etape 5**
Contrôle qualité Information acoustique



Notions sur le SMF et la rétrodiffusion du fond marin



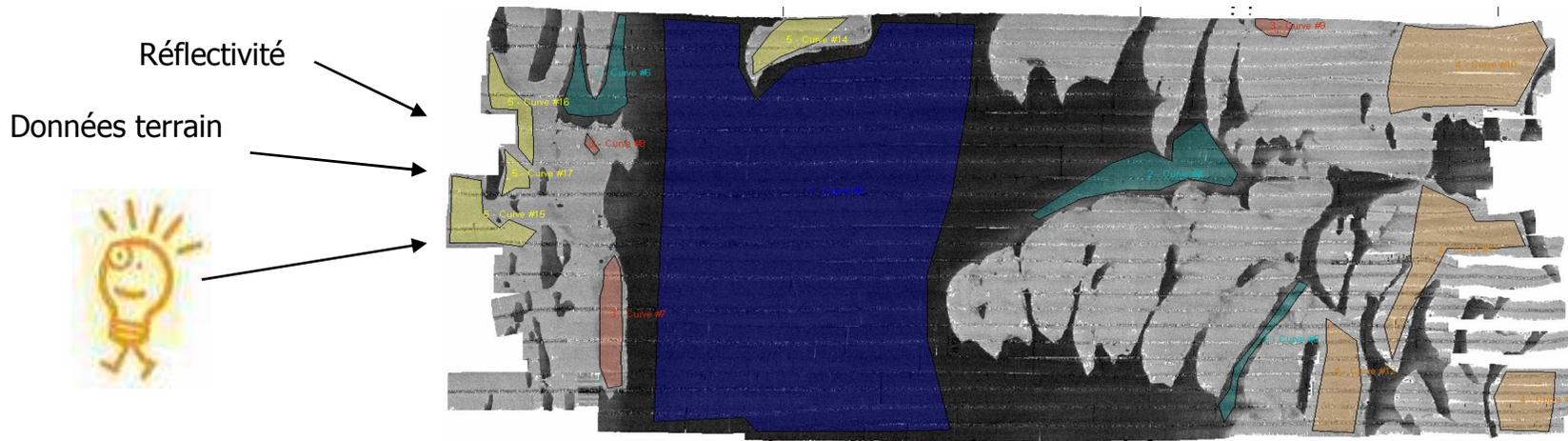
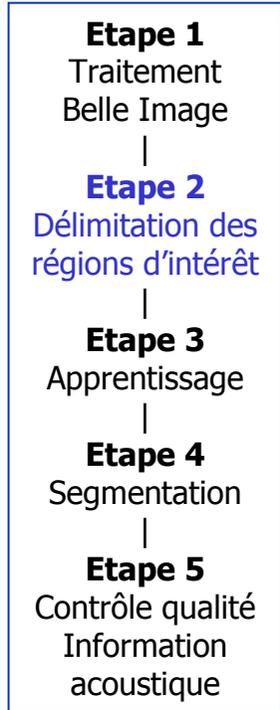
Caractérisation sédimentaire des fonds marins par segmentation d'images acoustiques

3. Segmentation sous *SonarScope*

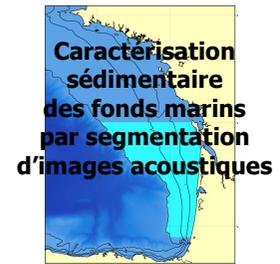
1. Méthodologie

2. Délimitation des régions d'intérêt

Déterminer le nombre de faciès acoustiques et leurs zones représentatives



Répartition des régions d'intérêt sur la mosaïque

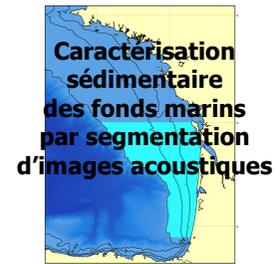
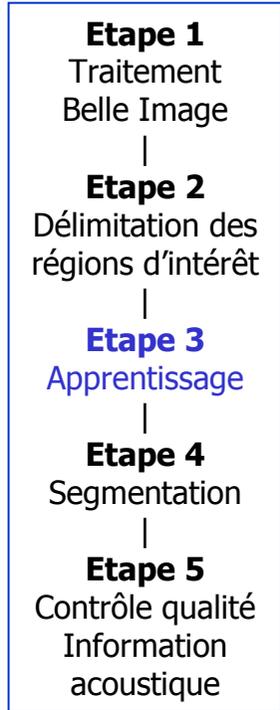
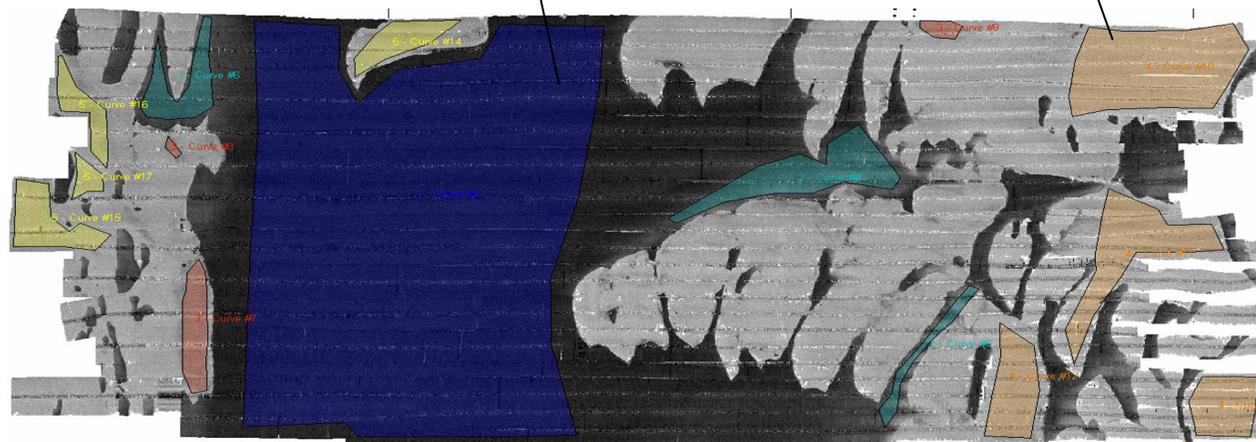
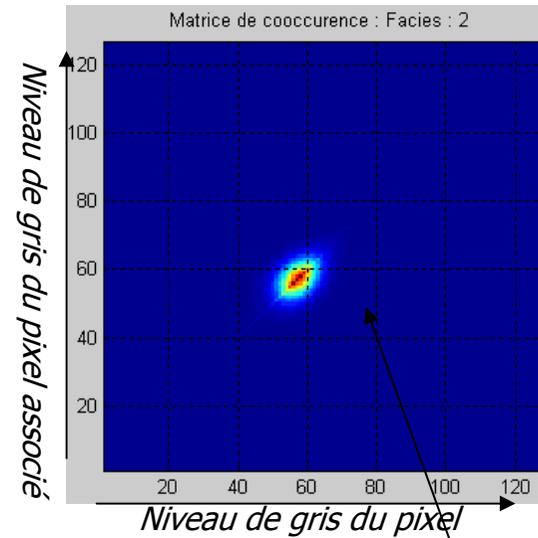
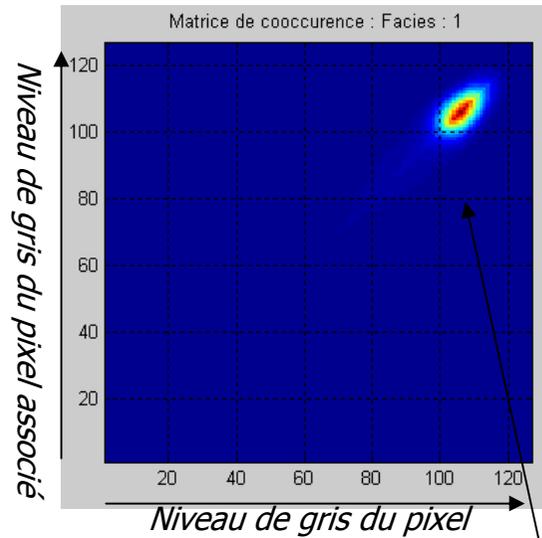


3. Segmentation sous *SonarScope*

1. Méthodologie

3. Apprentissage

Calcul la signature acoustique des faciès pour constituer la base d'apprentissage

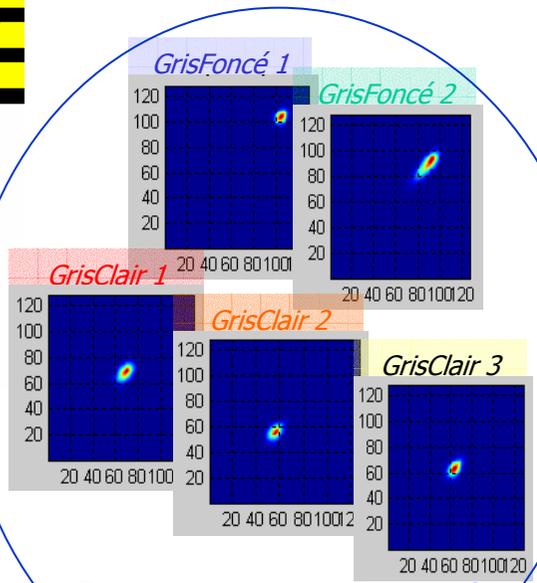
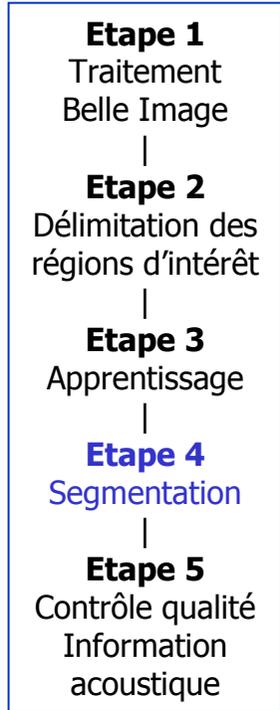


3. Segmentation sous *SonarScope*

1. Méthodologie

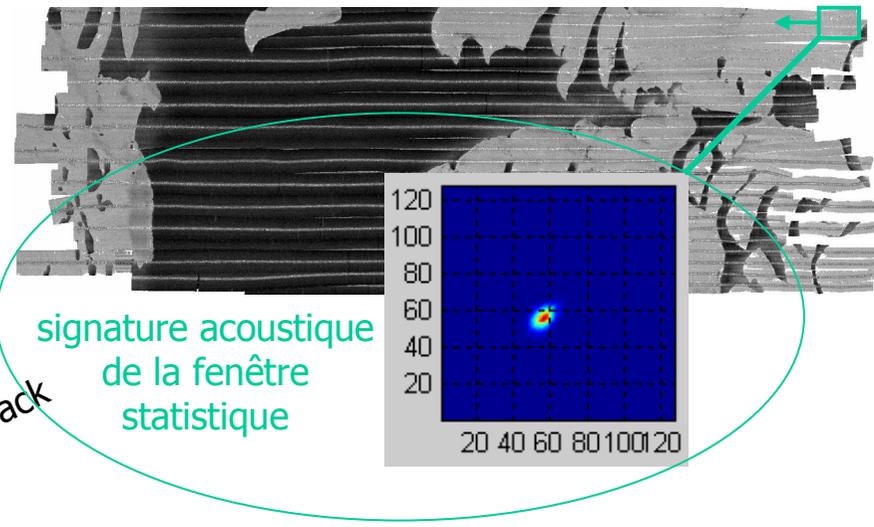
4. Segmentation

Calcul de la signature acoustique sur une 'fenêtre statistique' parcourant l'image
 Comparaison à la base d'apprentissage pour déterminer le faciès 'le plus proche'
 Affectation du type de faciès correspondant aux pixels de la fenêtre statistique

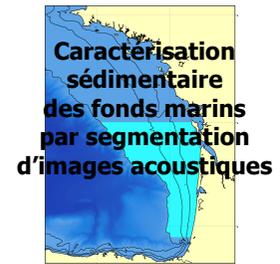
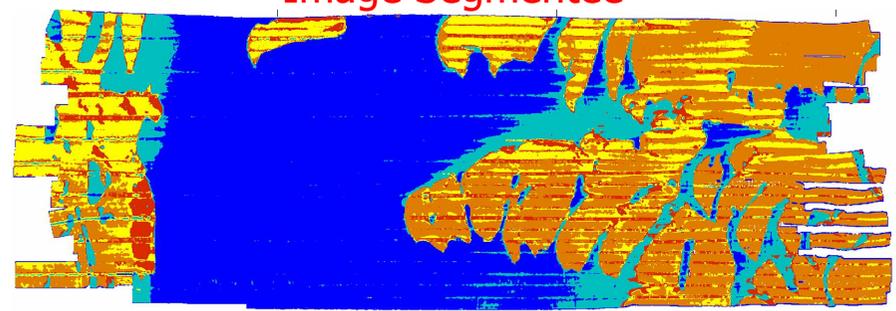


Signatures acoustiques de la base d'apprentissage

Comparaison
Distance de Kullback



= Image Segmentée

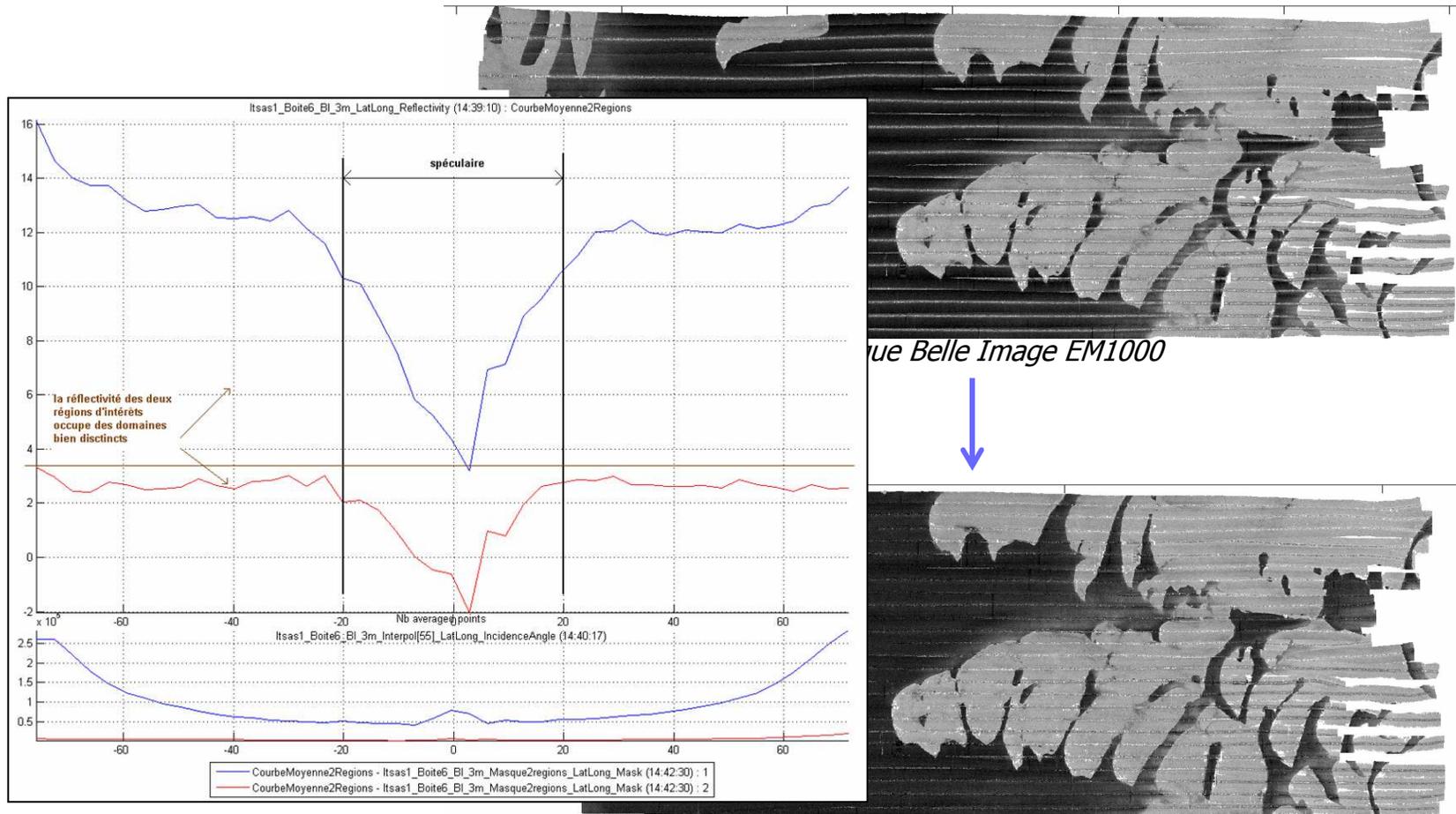
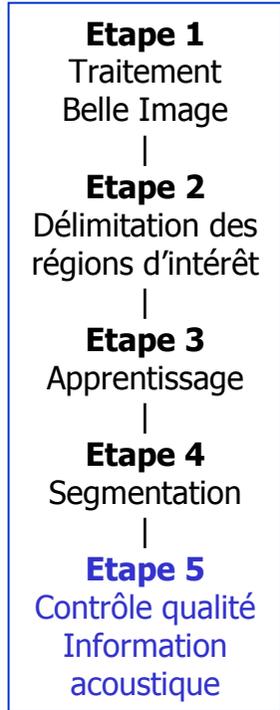


3. Segmentation sous *SonarScope*

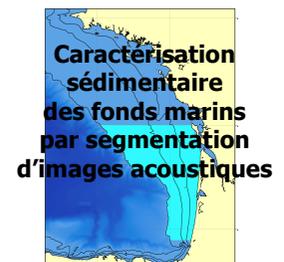
1. Méthodologie

5. a- Amélioration de la qualité de l'imagerie

Compensation spécifique à chaque faciès majeur



Mosaïque Belle Image EM1000 + compensation conditionnée par la segmentation

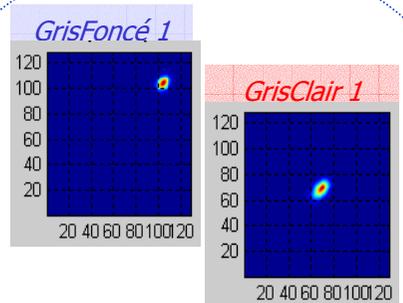
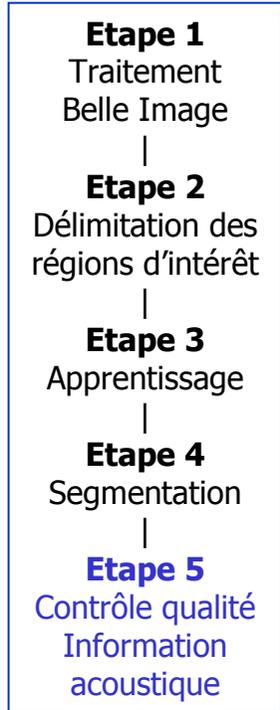


5. a- Amélioration de la qualité de l'imagerie

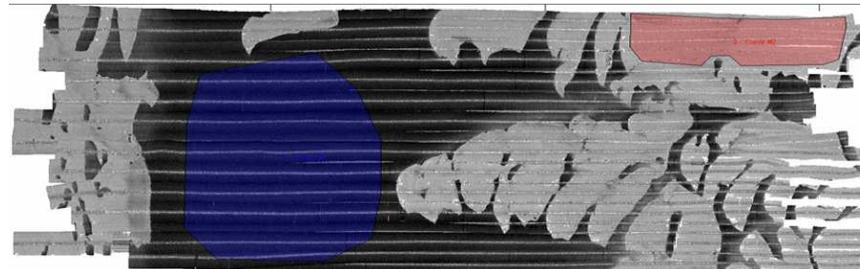
Compensation spécifique à chaque faciès majeur

5. b- Contrôle qualité

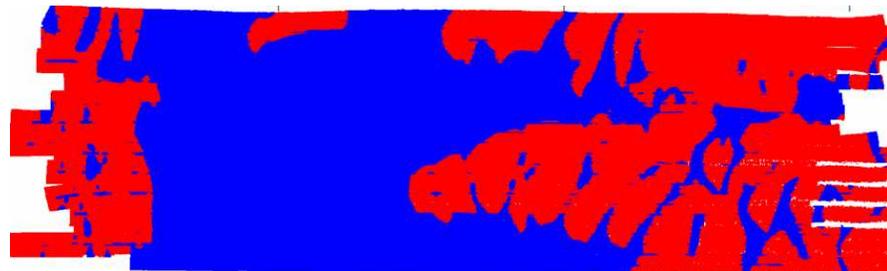
Distances de KullBack = confiance à l'attribution d'une classe



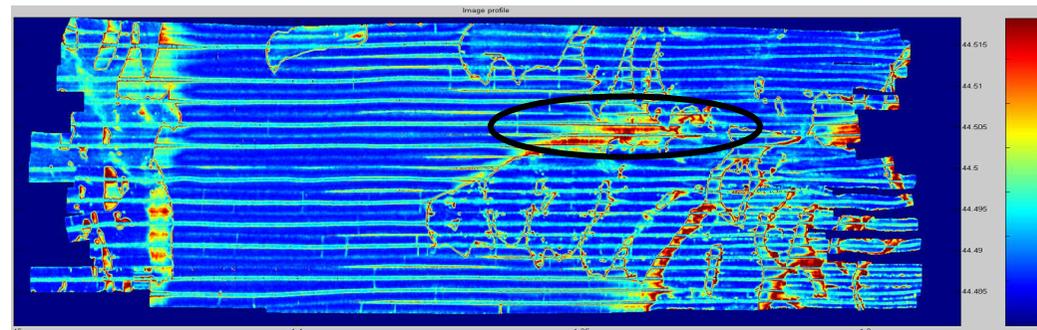
Signatures acoustiques de la base d'apprentissage



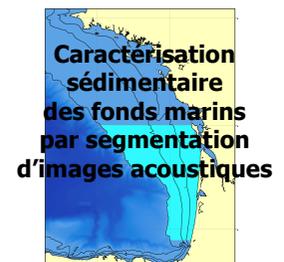
Répartition des 2 faciès de la base d'apprentissage



Résultat de la segmentation à 2 faciès



Distances de KullBack associées à la segmentation à 2 faciès



5. a- Amélioration de la qualité de l'imagerie

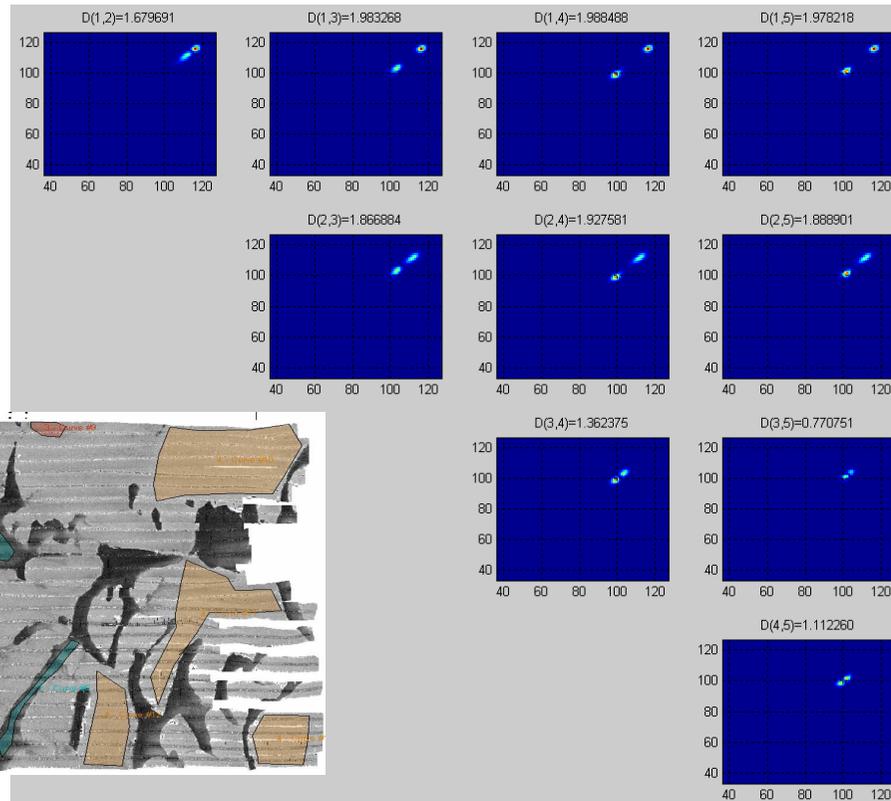
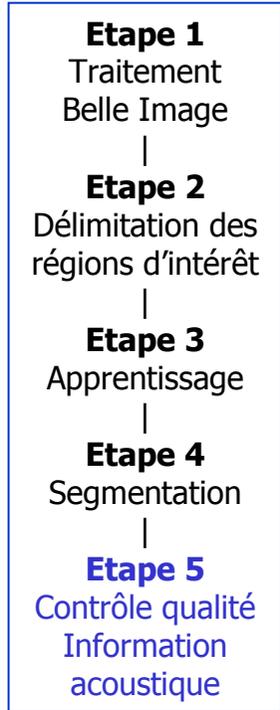
Compensation spécifique à chaque faciès majeur

5. b- Contrôle qualité

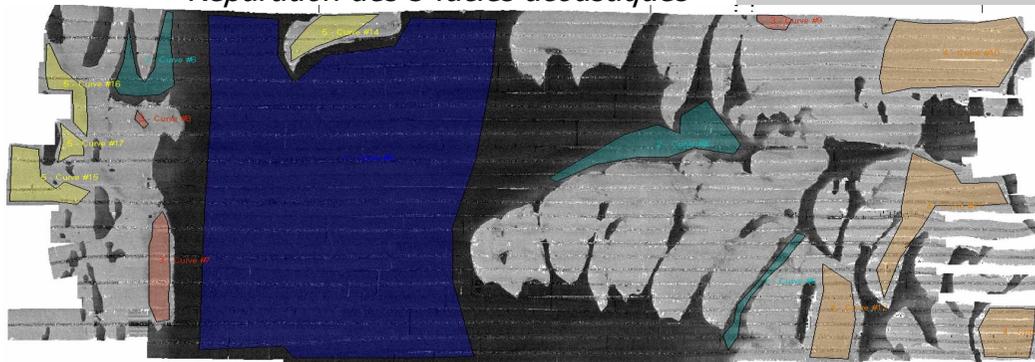
Distances de KullBack = confiance à l'attribution d'une classe

5. c- Informations Acoustiques

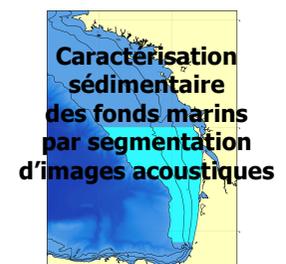
Distances de KullBack = degrés de similitude entre les faciès



Répartition des 5 faciès acoustiques



Distances de Kullback entre les signatures acoustiques des 5 faciès



5. a- Amélioration de la qualité de l'imagerie

Compensation spécifique à chaque faciès majeur

5. b- Contrôle qualité

Distances de KullBack = confiance à l'attribution d'une classe

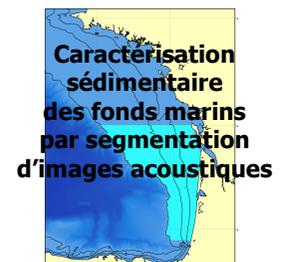
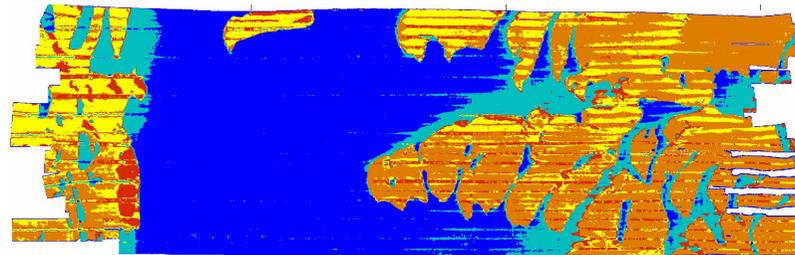
5. c- Informations Acoustiques

Distances de KullBack = degrés de similitude entre les faciès

■ INTERETS

- Amélioration de la qualité de l'imagerie
- Informations sur les caractéristiques acoustiques
- Jugement a posteriori sur le choix des faciès

→ **Aide objective à l'interprétation**



- LIMITES

- Précision du résultat obtenu → échelles de restitution plus petites
- Choix a priori des classes / Définition de paramètres qui vont influencer le résultat
- Liés à l'algorithmique (effets de bords, interpolation entre les classes)

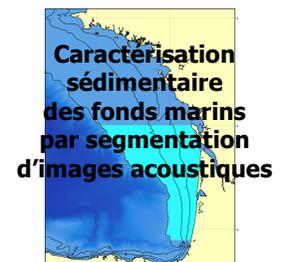


Raster ArcGIS de la segmentation SonarScope à 5 faciès (avec corrections manuelles)



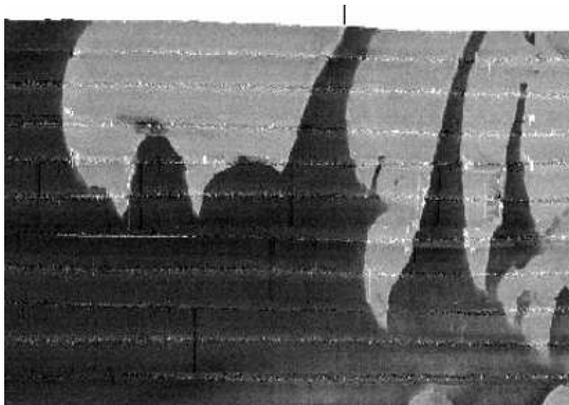
Polygones ArcGIS issus de la segmentation SonarScope à 5 faciès (avec corrections manuelles)

- Résolution de départ de la mosaïque: **1 pixel = p mètres** (définis au moment du traitement sous *Caraibes*)
 - Taille de la fenêtre statistique: **10 pixels = $10 \times p$ mètres**
- Echelle de restitution choisie par le géologue: **$1 / 10\,000p$**

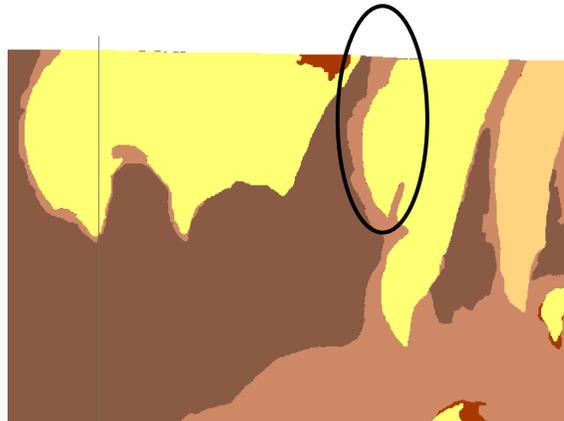


■ LIMITES

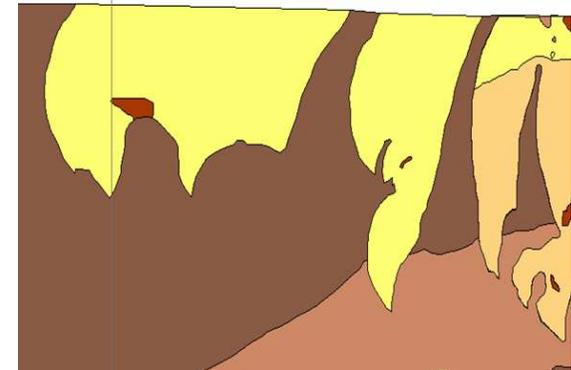
- Précision du résultat obtenu → échelles de restitution plus petites
- Choix a priori des classes / Définition de paramètres qui vont influencer le résultat
- Liés à l'algorithmique (effets de bords, interpolation entre les classes)



Mosaïque EM1000



*Segmentation SonarScope
à 5 faciès acoustiques*



*Interprétation manuelle sous ArcGIS
à 5 faciès sédimentaires*

- INTERETS

- Amélioration de la qualité de l'imagerie
- Informations sur les caractéristiques acoustiques (signatures acoustiques, évaluation des distances entre les différents faciès)
- Jugement a posteriori sur le choix des faciès

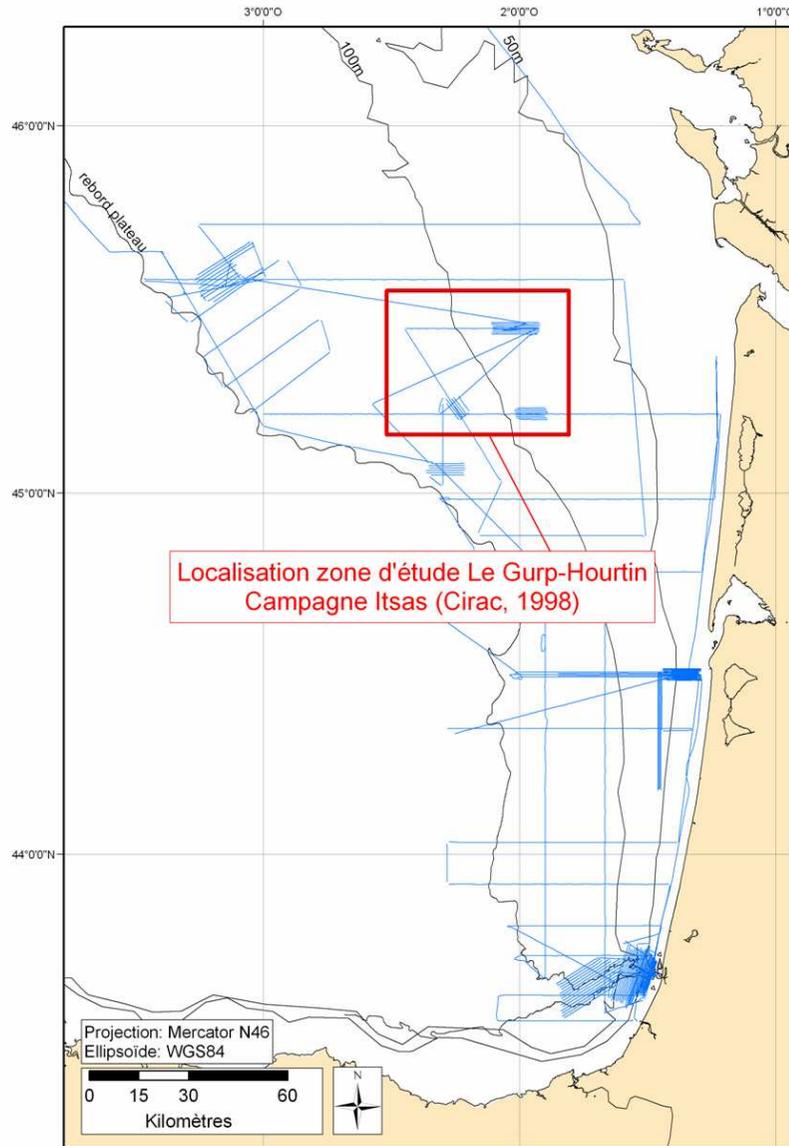
→ Aide objective à l'interprétation

- LIMITES

- Précision du résultat obtenu → échelles de restitution plus petites
- Choix a priori des classes / Définition de paramètres qui vont influencer le résultat
- Liés à l'algorithmique (effets de bords, interpolation entre les classes)

- EVOLUTIONS

- Accélération des temps de calcul (*Lecocq, 2009*)
- Amélioration de la qualité de la segmentation (*Karoui, 2007*)
- Intégration de la bathymétrie comme paramètre discriminant



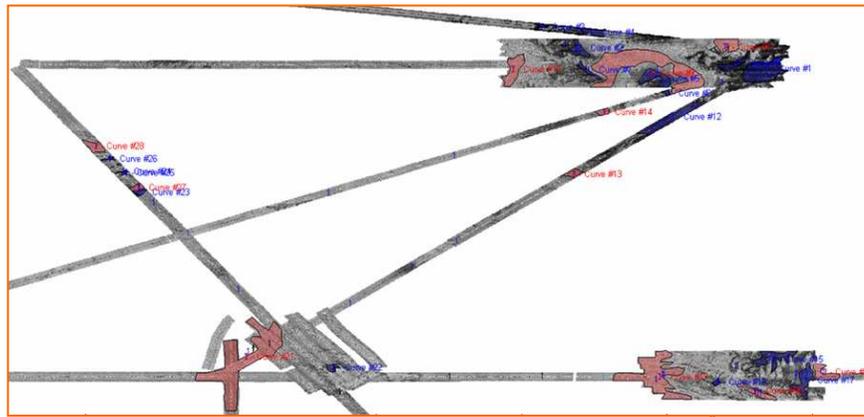
Sources : profils campagne Itsas : Cirac, 1998
trait de côte et isobathes 50 m, 100 m : SHOM,
limites morphologiques : Bourillet et al., 2006, MNT terrestre : IGN.

4. Application au Plateau Aquitain

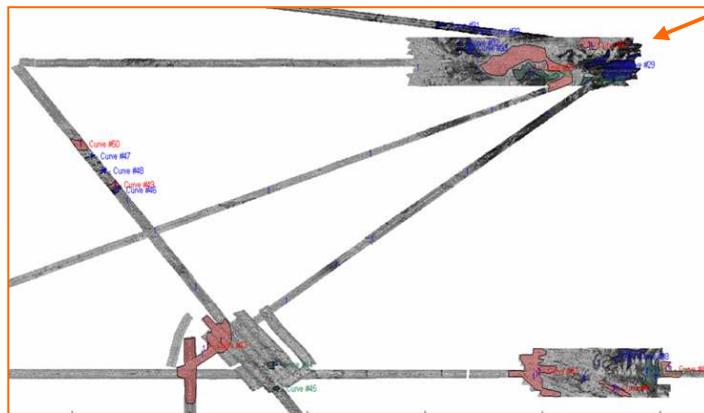
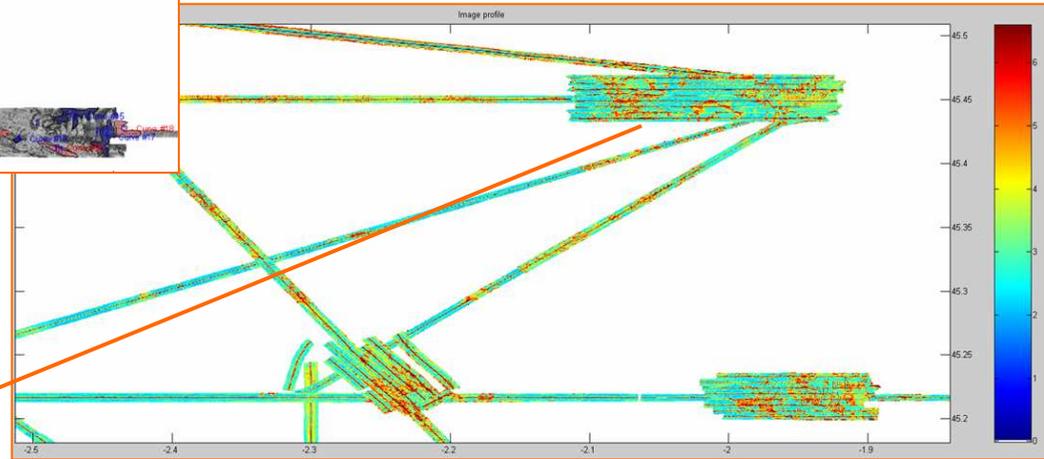
- Zone d'étude: Le Gulp - Hourtin
 - Campagne Itsas (*Cirac, 1998*)
 - SMF EM1000 – *Belle Image Segmentable*
 - Résolution: 3m à 5m
- Carte synthétique de répartition des sédiments superficiels de la zone d'étude
Le Gulp- Hourtin au 1/50 000

4. Application au Plateau Aquitain

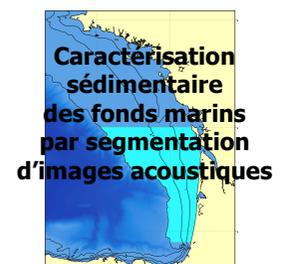
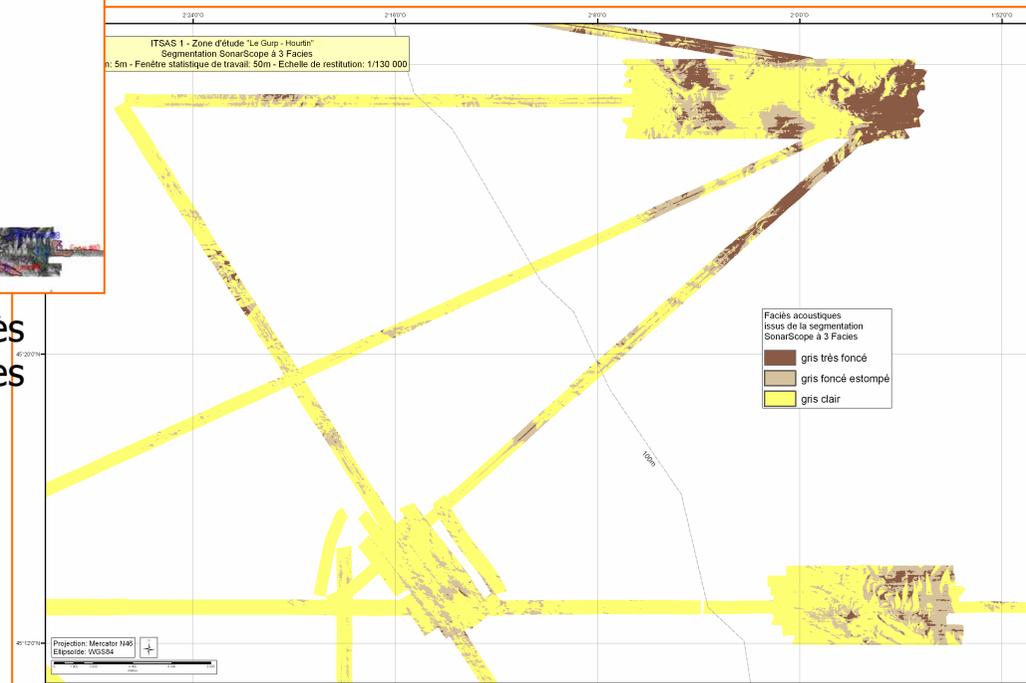
1. Apport de *SonarScope*



Segmentation à 2 faciès acoustiques

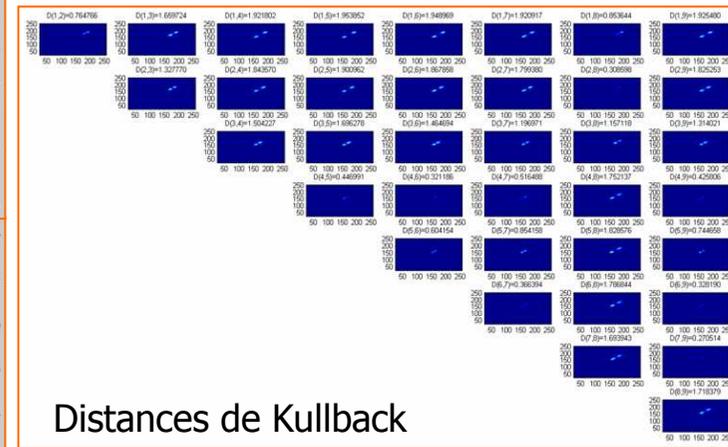
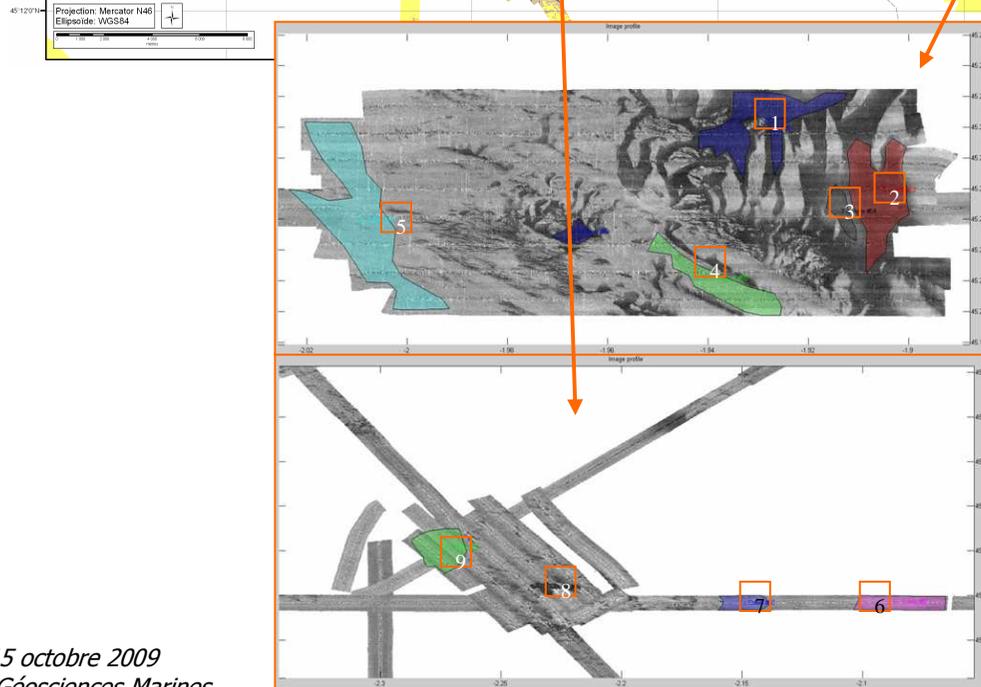
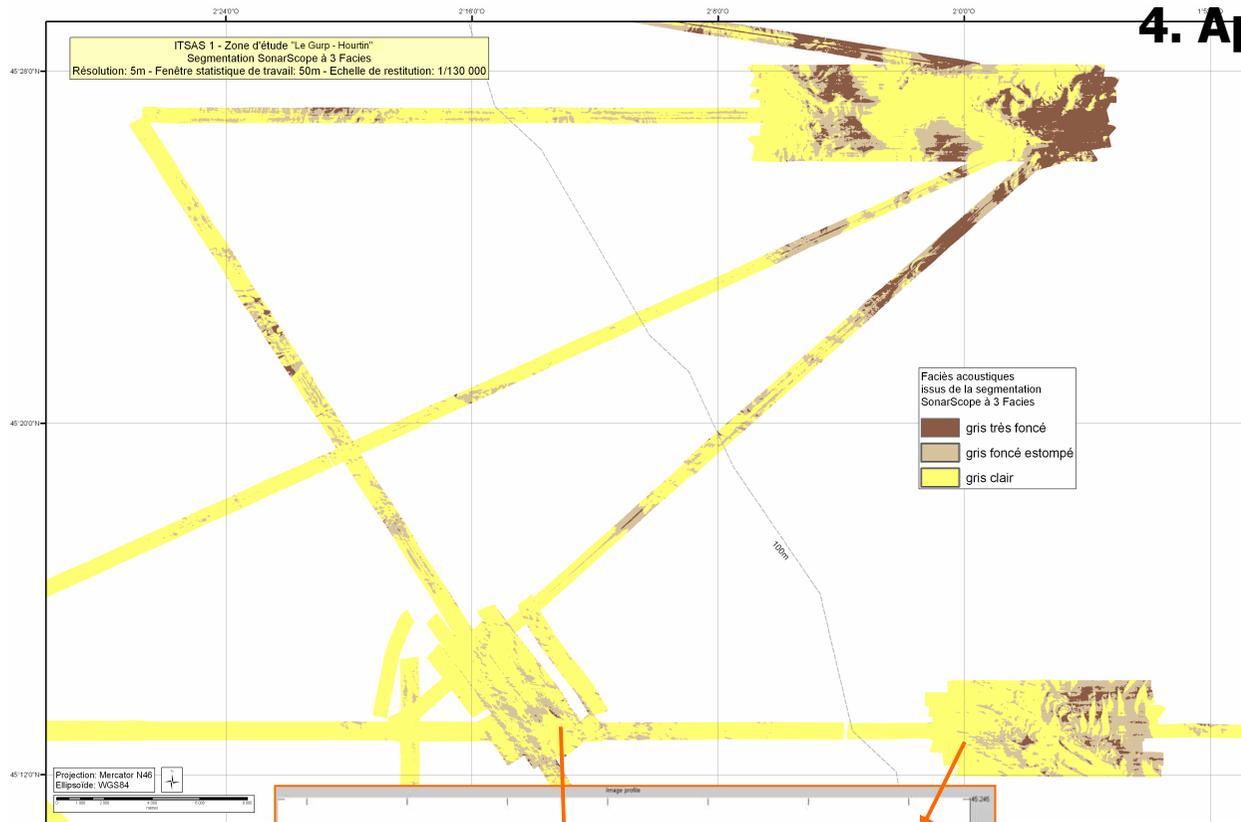


Segmentation à 3 faciès acoustiques

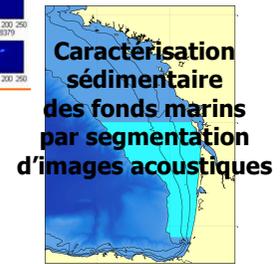


4. Application au Plateau Aquitain

1. Apport de *SonarScope*

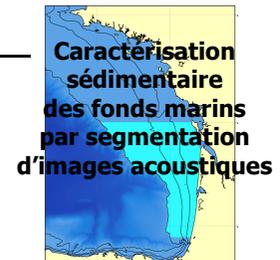
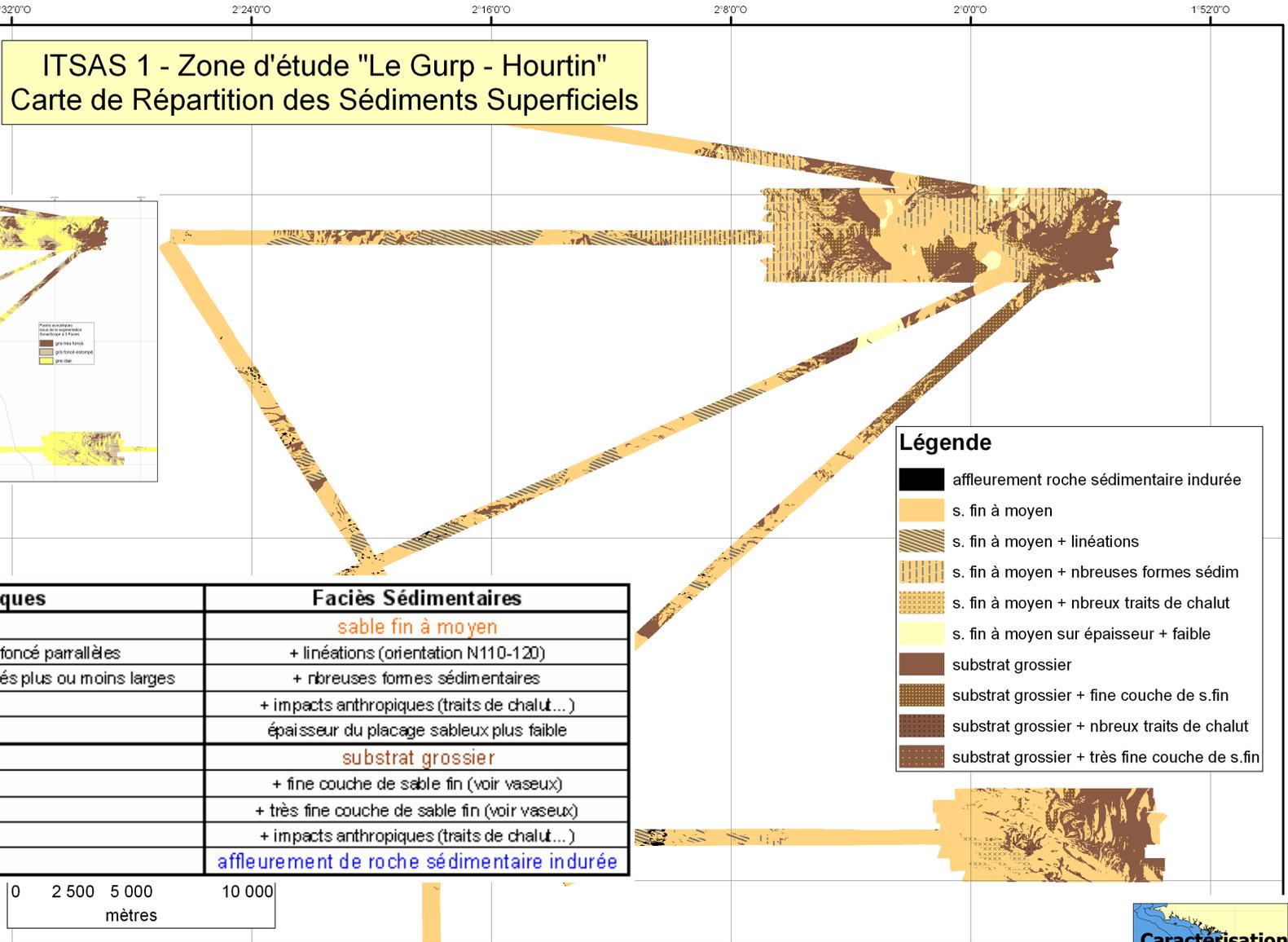


Distances de Kullback



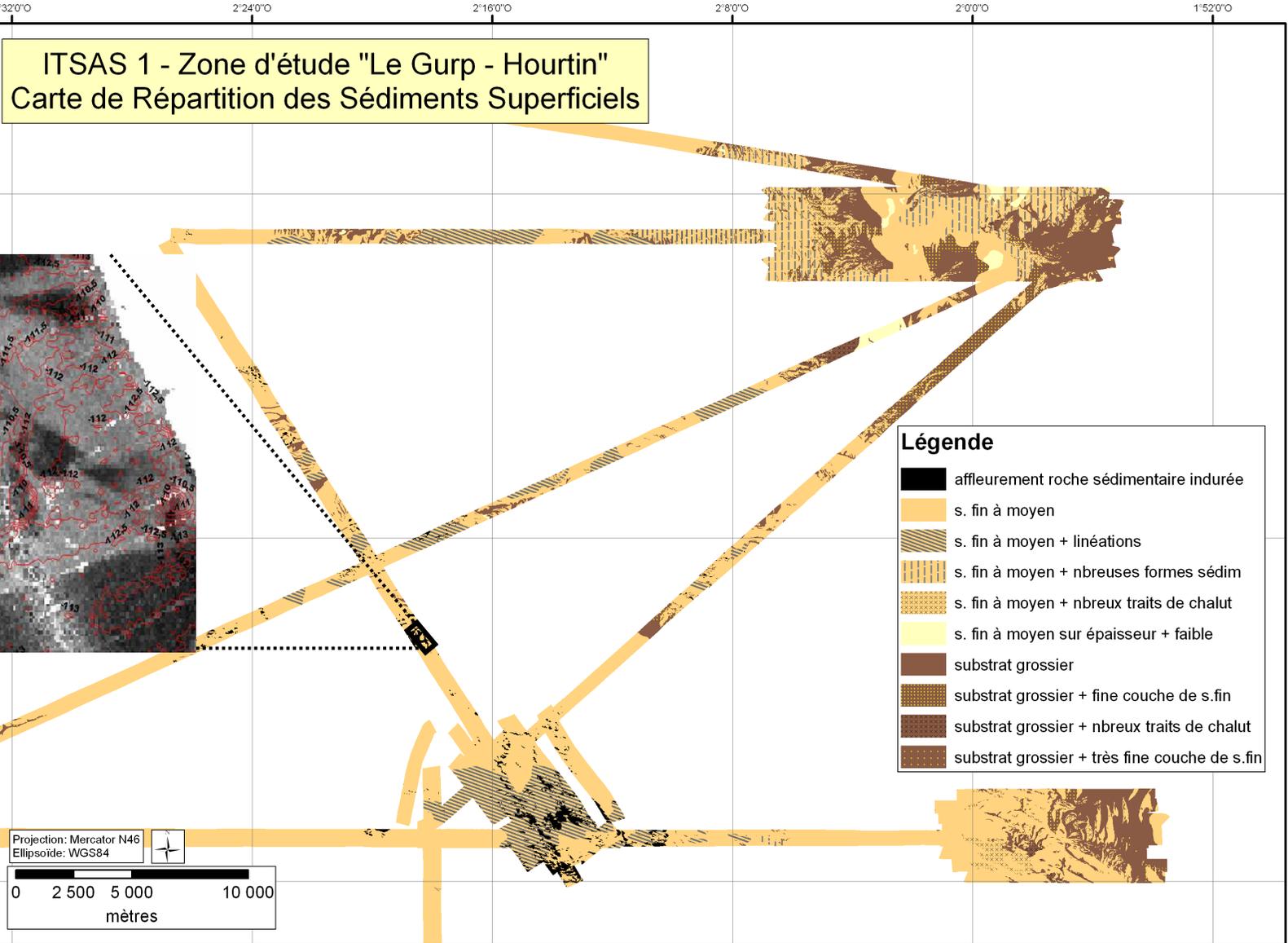
4. Application au Plateau Aquitain

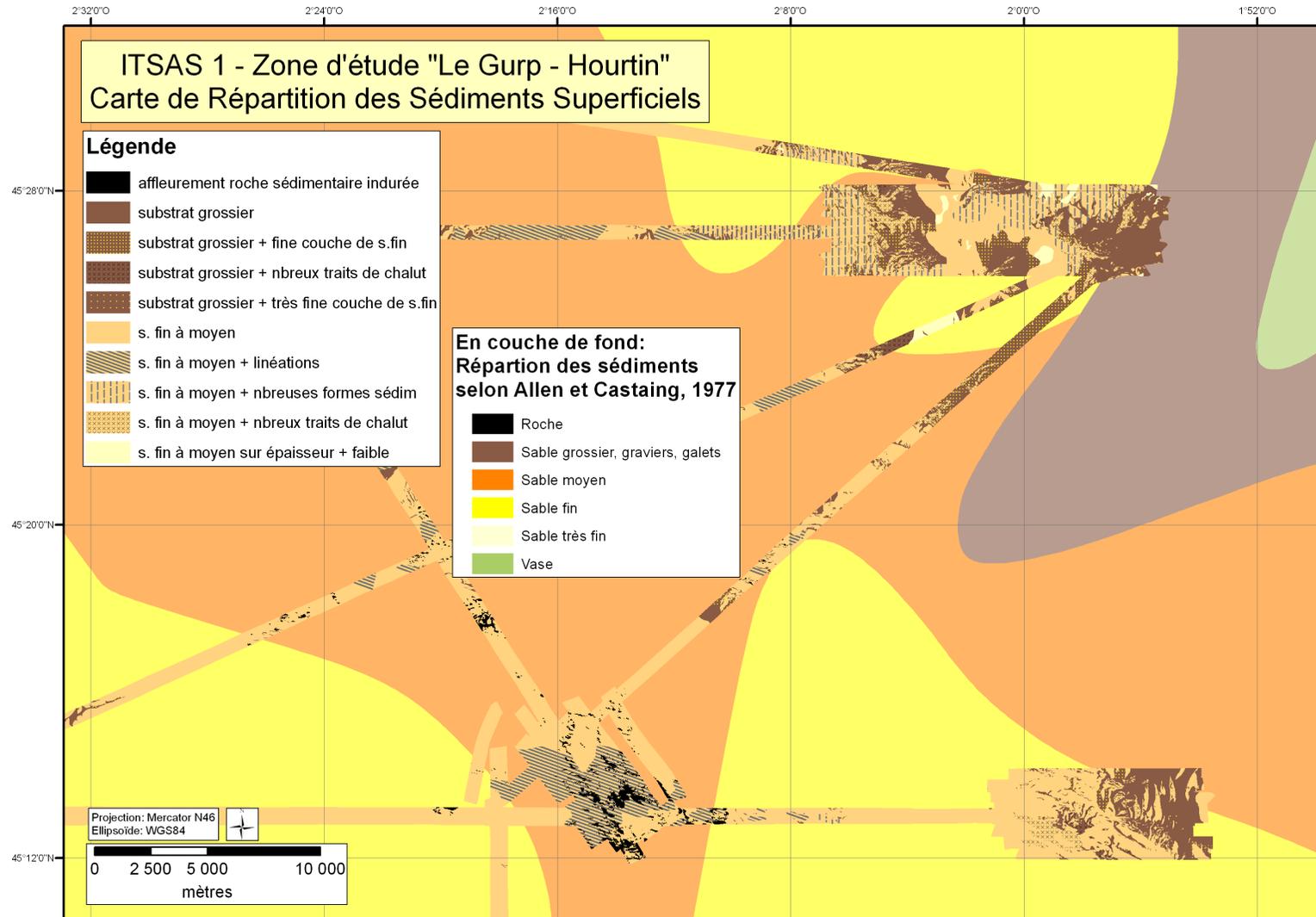
2. Synthèse des informations pour l'interprétation



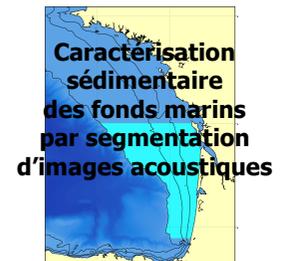
4. Application au Plateau Aquitain

2. Synthèse des informations pour l'interprétation



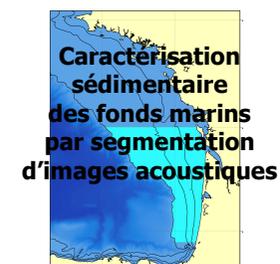


- Amélioration des connaissances
- Variabilité des natures et structures sédimentaires
→ pas d'extrapolation pour le moment



1. **Stratégie → Processus opérationnel de cartographie systématique des fonds marins**
2. **Apport du module de segmentation de *SonarScope* / Limites → Contribution à son évolution**
3. **Valorisation des données acquises – Pertinence des profils de transit**

Campagne ITSAS, Le Suroît, 1998 (<i>Cirac, 1998</i>)		
7 boîtes	318 profils de transit	Total
1. Aquisition des données		
1300 km soit environ 650 km ²	4500 km soit environ 2250 km ²	5800 km 1 mois de mission
2. Traitement des données SMF		
Bathymétrie - Traitement de base (<i>Breton, 2009 - Kapela, 2009</i>)		
3 jours	3 jours	6 jours
Imagerie Traitment 'Belle Image' (<i>Hocer, 2009</i>)		
22 jours	22 jours	44 jours
Intégration au SIG		
1 jour	6 jours	7 jours
3 mois de traitements		
3. Connaissance de la zone d'étude		
Bibliographie		10 jours
Ressencement des prélèvements		5 jours
1 mois de synthèse d'informations sédimentologiques		
4. Exploitation de l'imagerie (segmentation <i>SonarScope</i>)		
<i>exemple de la zone 'LeGurp-Hourtin' (environ 1/4 de l'étude)</i>		
<i>estimation par boîte</i>	<i>fusion boîte et transit sur toute la zone</i>	1 semaine d'étude acoustique de l'imagerie
1 jour	2 jours	
1 mois de mission - 5 mois de travail pour rassembler les données utiles		
5. Synthèse des informations et interprétation sédimentaire		
<i>exemple de la zone 'LeGurp-Hourtin' (environ 1/4 de l'étude)</i>		
1 mois d'interprétation Sédimentologique sur 1/4 de la zone couverte		



MERCI

Des questions...?

