

Apport de la géomatique à l'étude des aléas

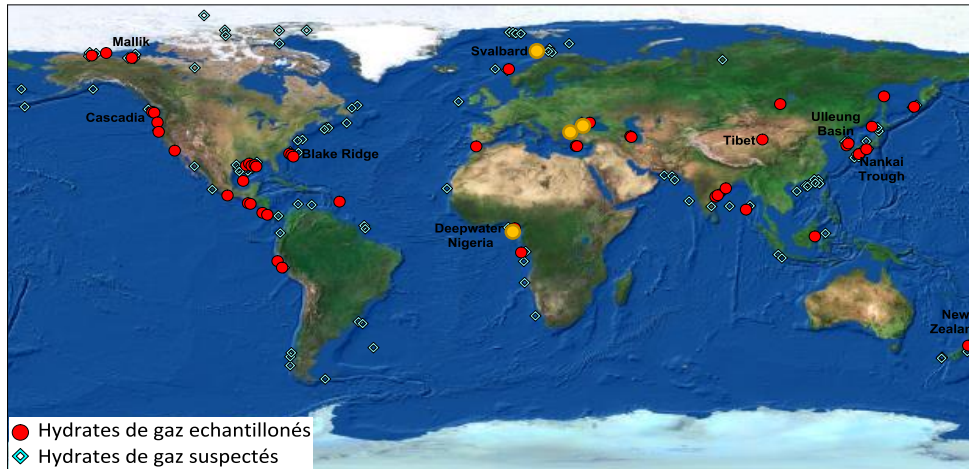
V. Riboulot, S. Ker, and GHASS team (IFREMER)



- Permafrost

- Fonds marins et sédiments

- 1 m³ d'hydrates = 164 m³ de gaz à effet de serre



- Projet Ifremer : Golfe de Guinée, Mer de Marmara, Mer Noire, Svalbard

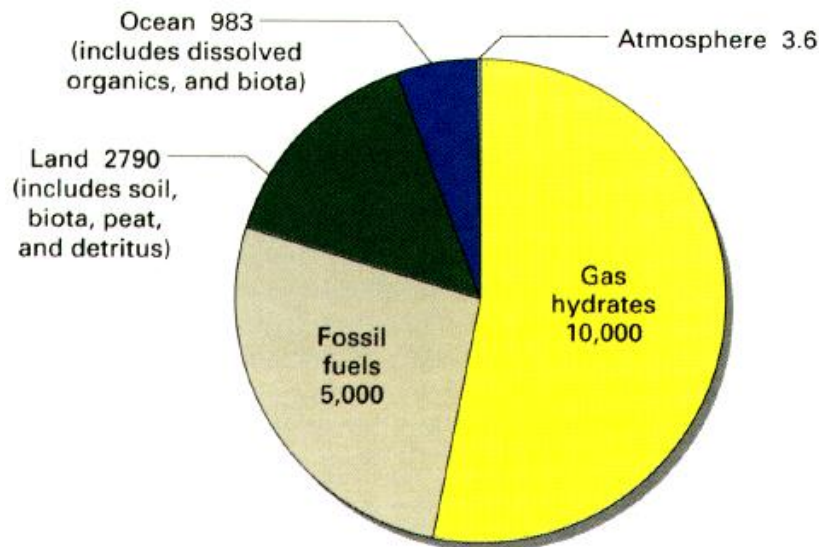


©Ifremer (campagne WACS 2011)

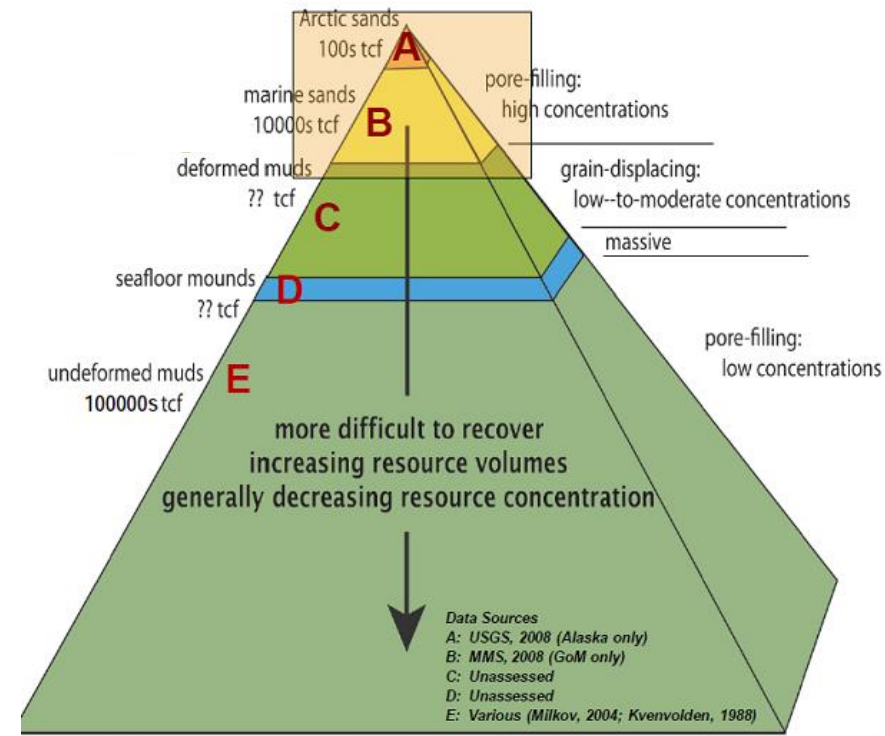
- Hydrates de gaz océaniques: massifs ou disséminés sous forme de petits filets ou nodules
- Extrait des fonds marins la **glace fond** = libération de grandes quantités de **gaz à effet de serre**

Source d'énergie? Noooooooooon!

- Estimation: Hydrates de méthane = **2 x (en équivalent carbone)** la totalité des gisements de gaz naturel, de pétrole et de charbon connus mondialement



Distribution of organic carbon in Earth reservoirs (excluding dispersed carbon in rocks and sediments, which equals nearly 1,000 times this total amount). Numbers in gigatons (10^{15} tons) of carbon.

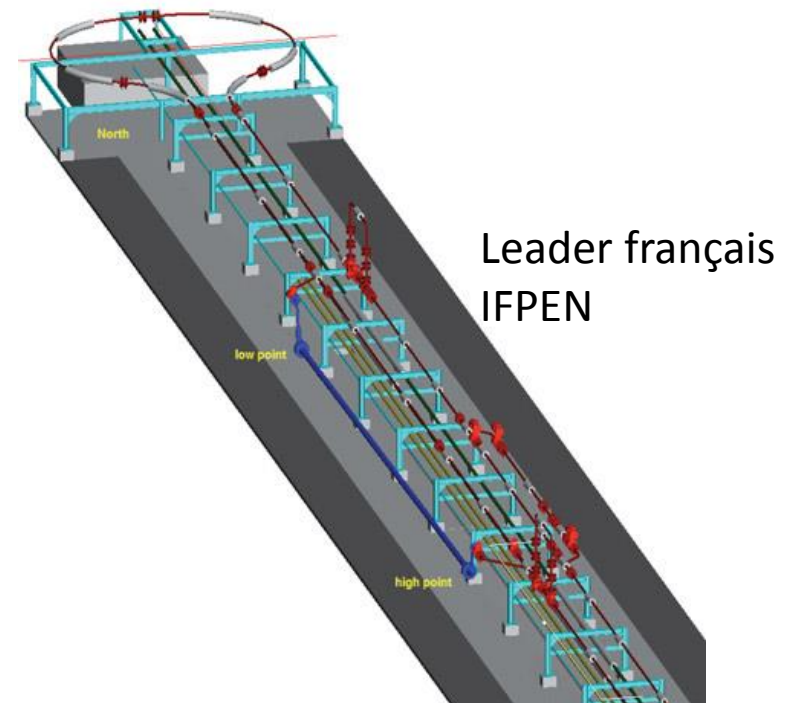


Boswell and Collett, 2006

NATIONAL ENERGY TECHNOLOGY LABO

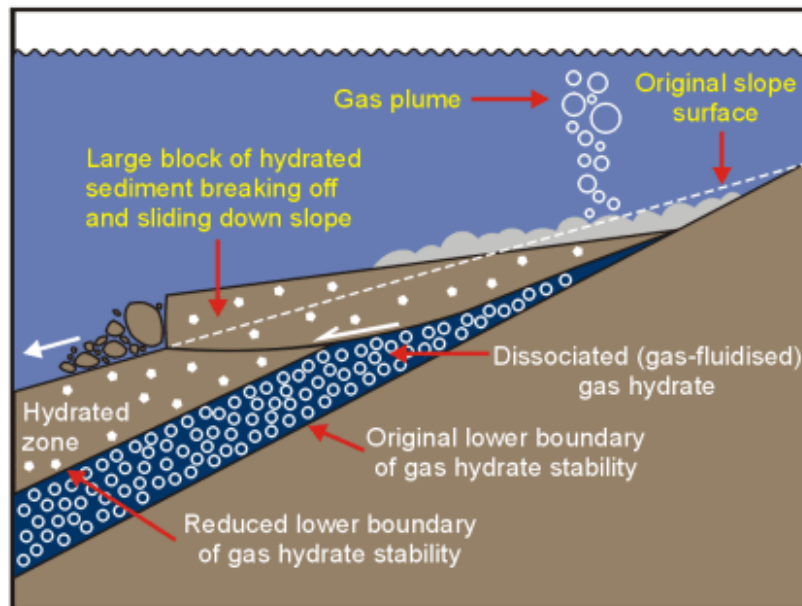
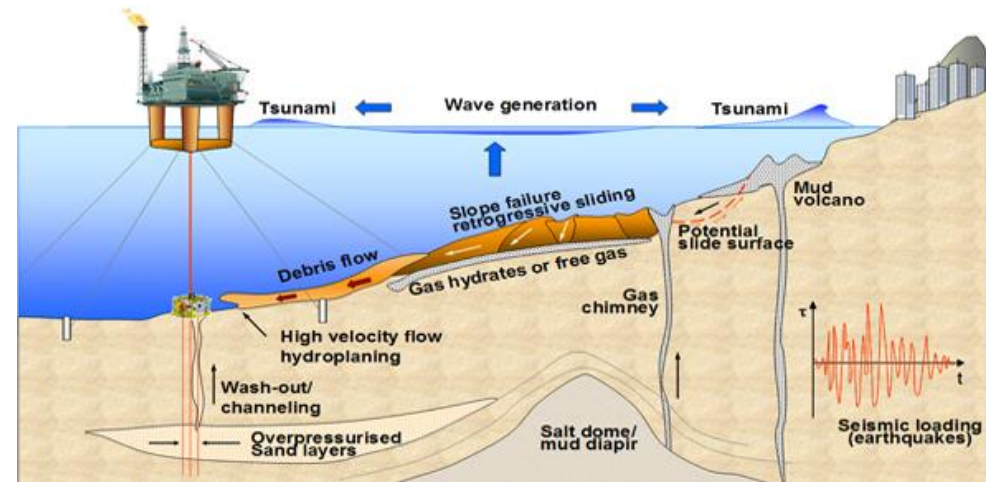
Dangers

- Hydrates peuvent boucher des canalisations
- Hydrates peuvent endommager ces mêmes conduits lorsqu'ils dégèlent
- Sujets de recherche: formation des hydrates et les moyens de l'éviter dans les conduits (effets inhibiteurs de certains sels).



Glissement sous-marin – impact climatique - méthane?

- Glissement sous-marin peut générer un tsunami, la dégradation d'infrastructures sous-marines (rupture de câbles, ancrage...).



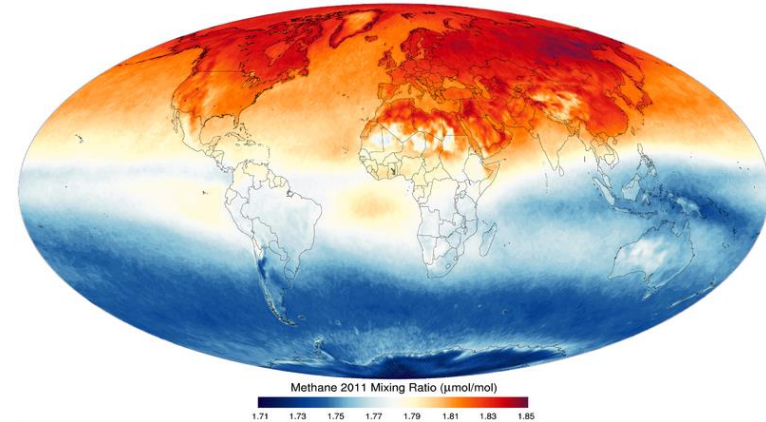
Hydrate stable sous conditions spécifiques P-T-S-G

Changement d'un de ces paramètres = dissociation d'hydrate de gaz = glissement sous marin et libération d'une grande quantité de gaz dans l'océan et potentiellement l'atmosphère amplifiant l'effet de serre

Impact climatique : *effet de serre 25 fois > à celui du dioxyde de carbone*

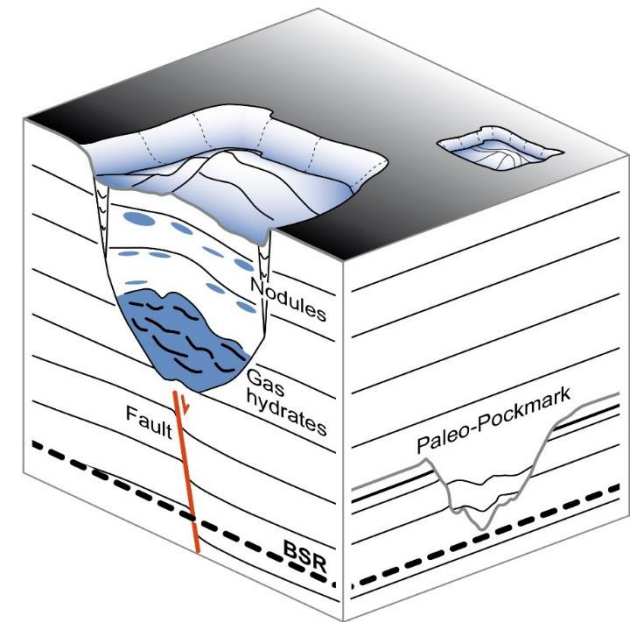
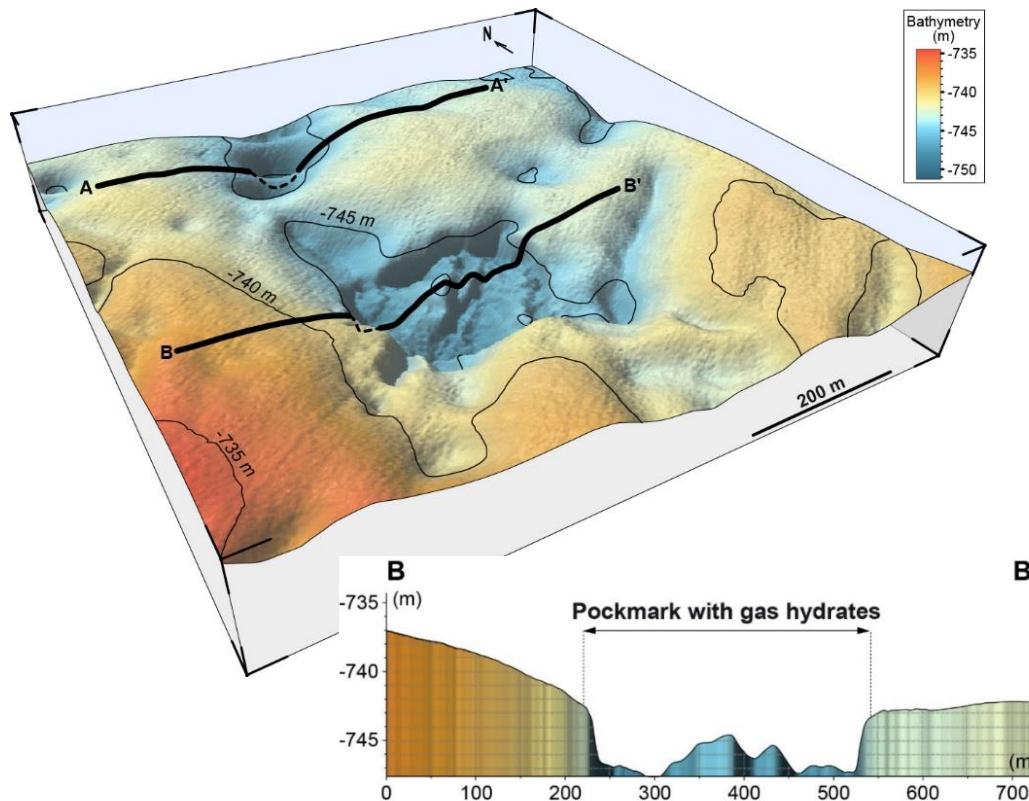
- La théorie du «*Clathrate Gun*»: les hydrates se forment pendant les périodes glaciaires et fondent lors des périodes de réchauffement
- Un réchauffement climatique
 - dissociation d'hydrates de gaz
 - libération en autres du méthane dans les océans

Ce gaz peut être relâché dans l'atmosphère favoriserait l'effet de serre et faciliterait un emballement climatique.



Déformation des fonds marins : « *Pockmarks* »

- Etudes menées à l'Ifremer démontrent le rôle de la formation/déstabilisation des hydrates de gaz dans les processus de déformation des fonds marins.



Riboulot et al., 2016

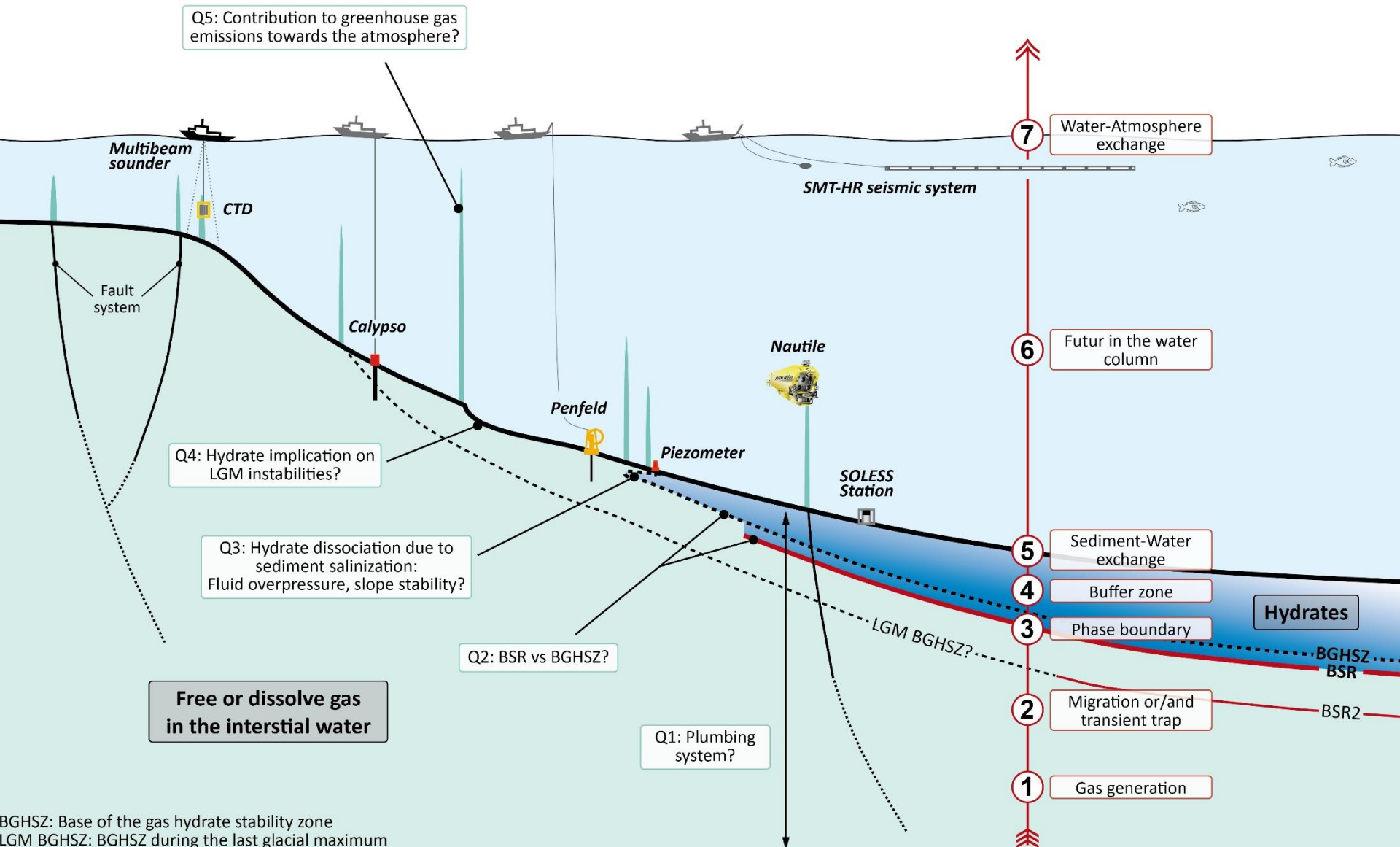
→ Classification, connaissance et détection de ces *pockmarks* = Importance pour le positionnement des infrastructures de fond de mer

L'étude des aléas dont les hydrates de gaz à l'Ifremer

➤ Exemple de la Mer Noire

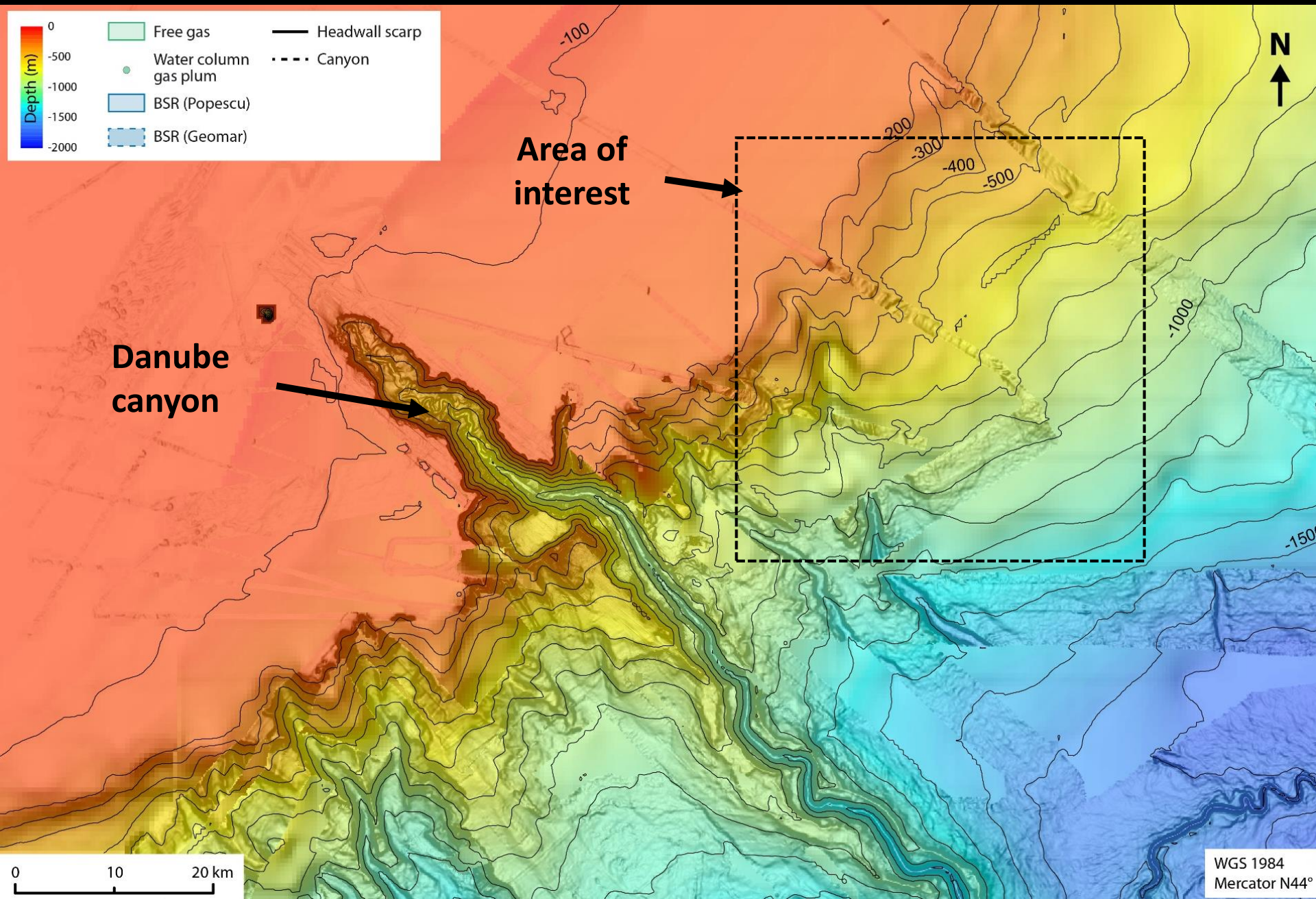


L'étude des aléas dont les hydrates de gaz à l'Ifremer

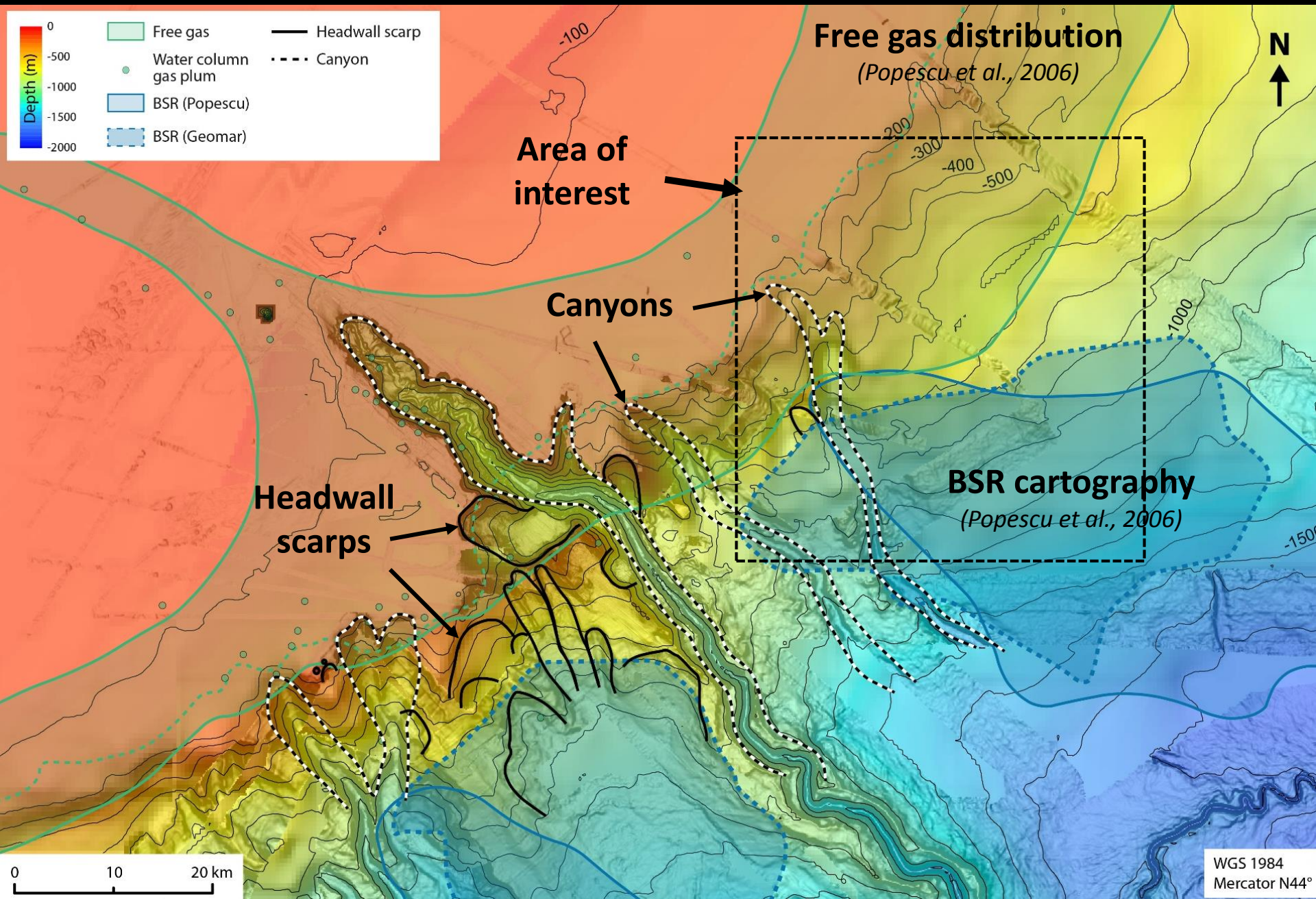


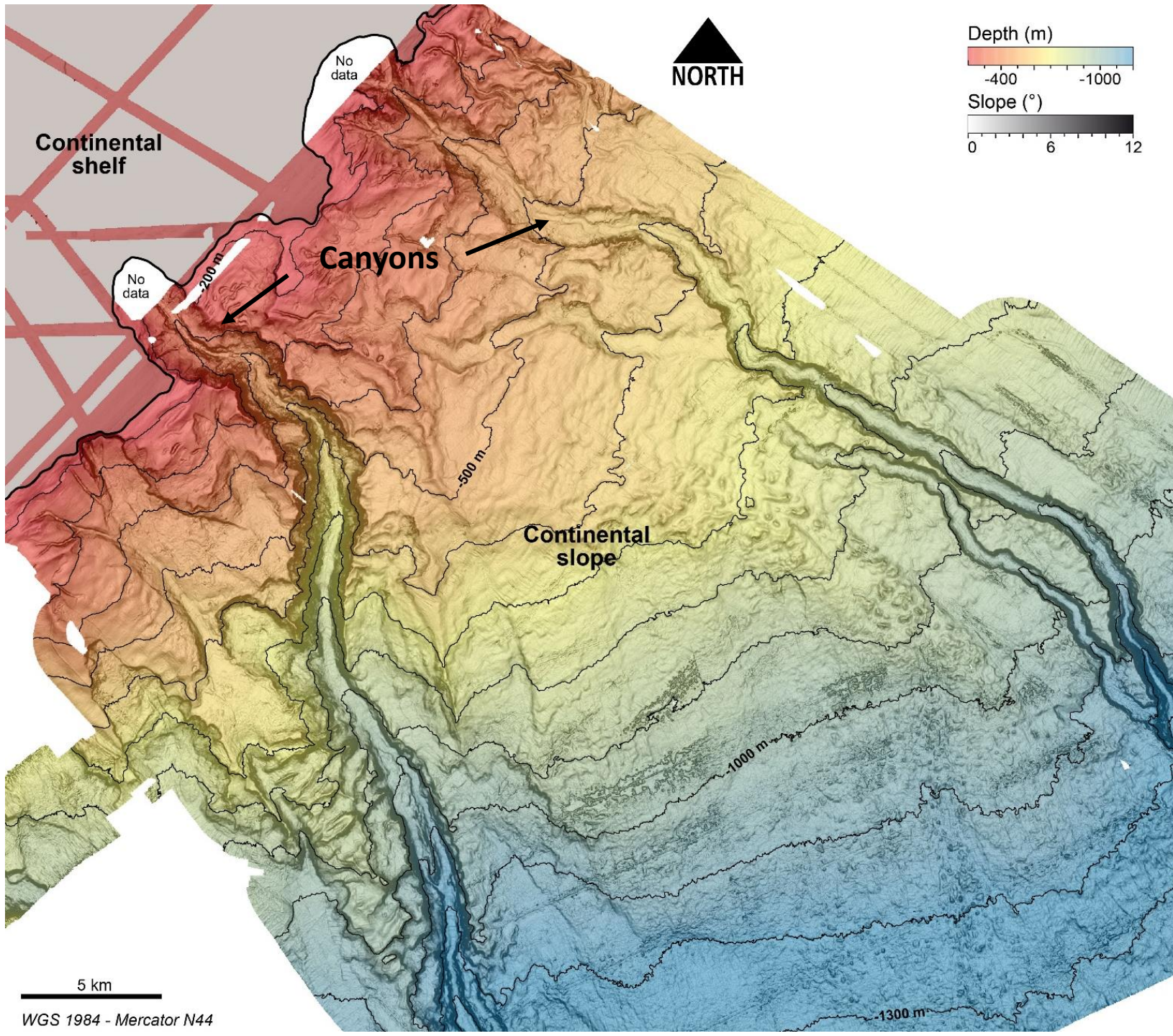
BGHSZ: Base of the gas hydrate stability zone
LGM BGHSZ: BGHSZ during the last glacial maximum

Exploration des fonds marins : sondeur multifaisceaux



Exploration des fonds marins : sondeur multifaisceaux

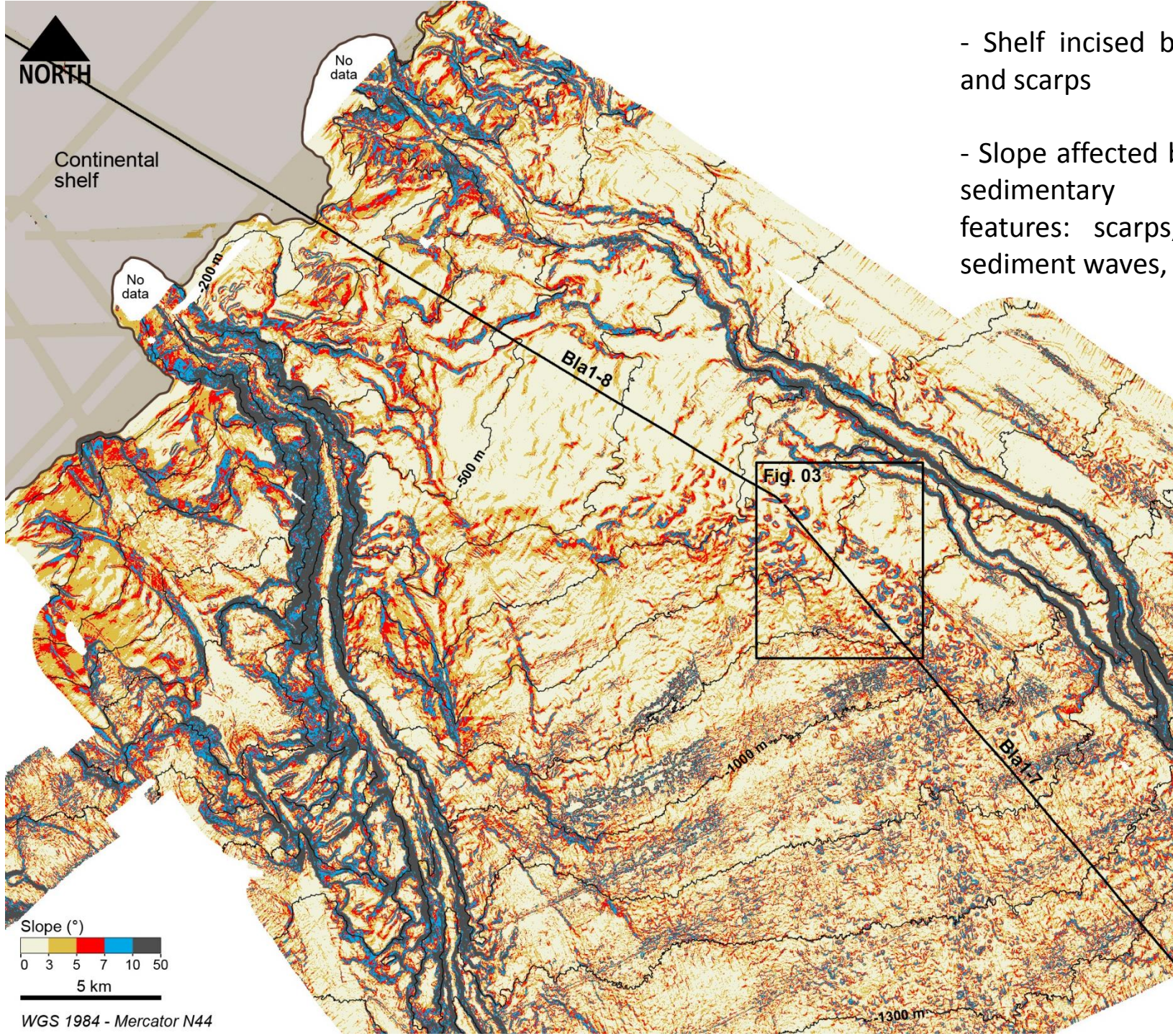




Bathymetry:
150 m to
1300 m water
depth

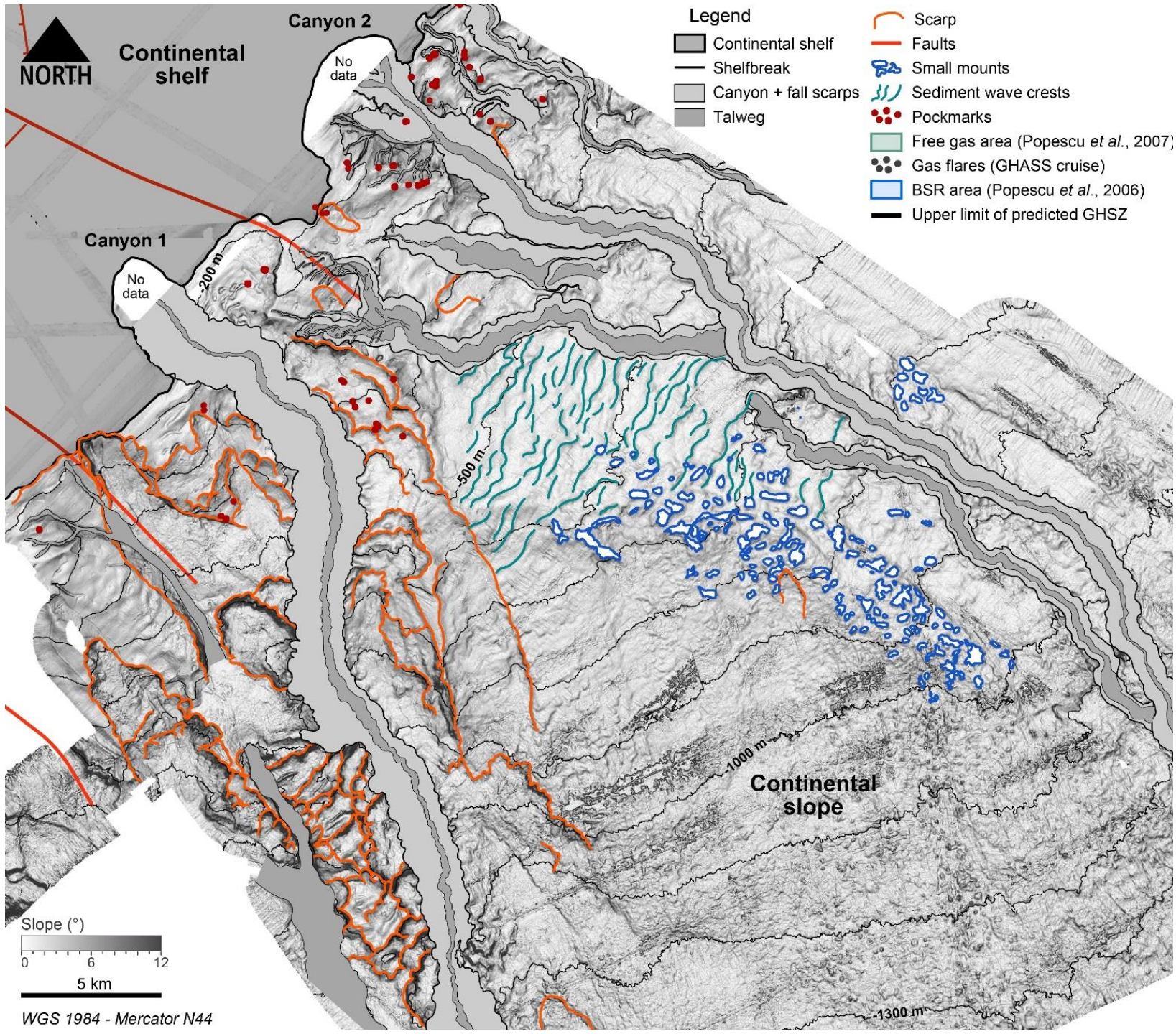
- Shelf incised
by 2 canyons
and scarps

- Slope
affected by
numerous
sedimentary
deformation
features:
scarps,
pockmarks,
sediment
waves,
mounts.

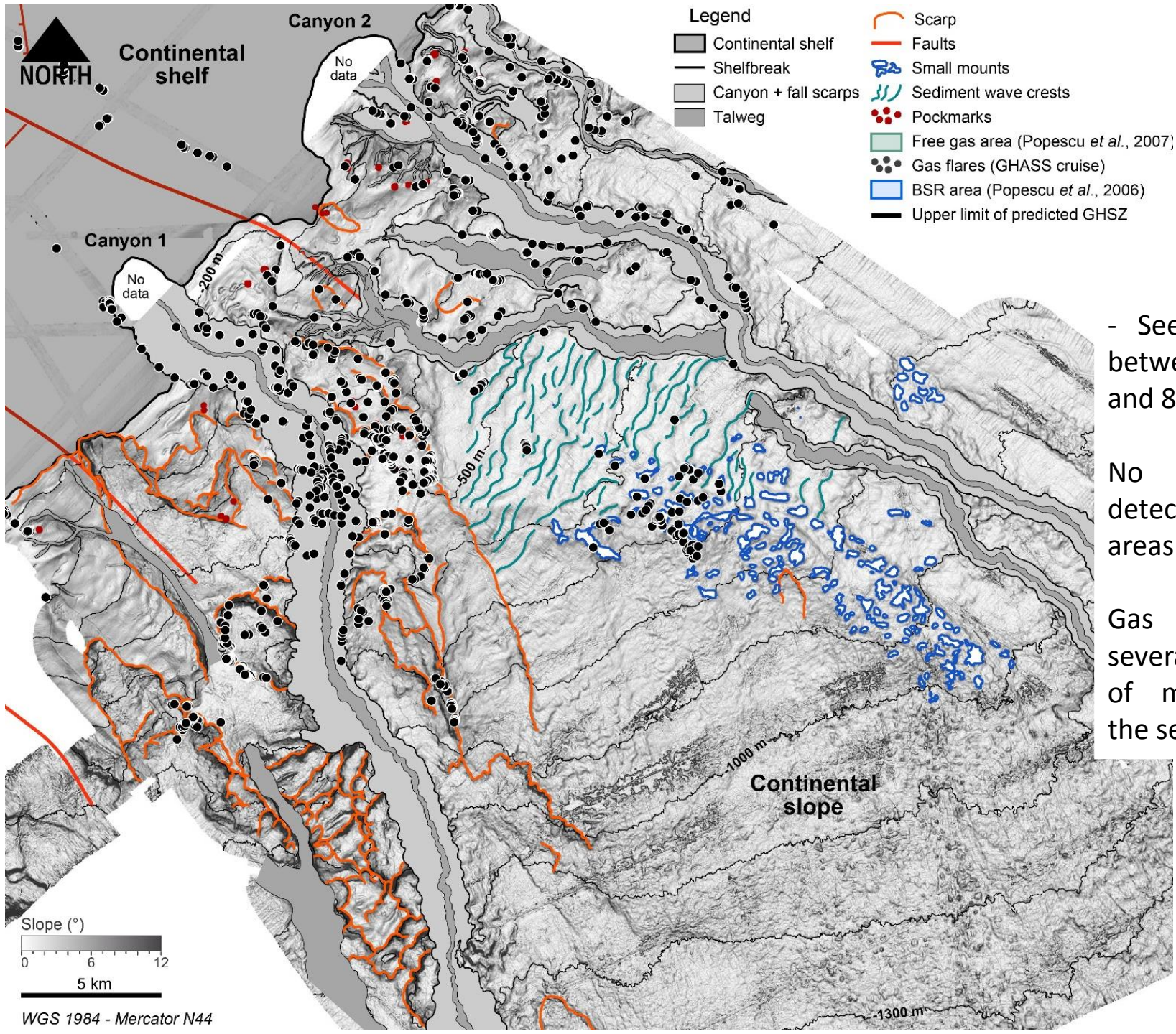


- Shelf incised by 2 canyons and scarps

- Slope affected by numerous sedimentary deformation features: scarps, pockmarks, sediment waves, mounts.



- Carte géomorphologique

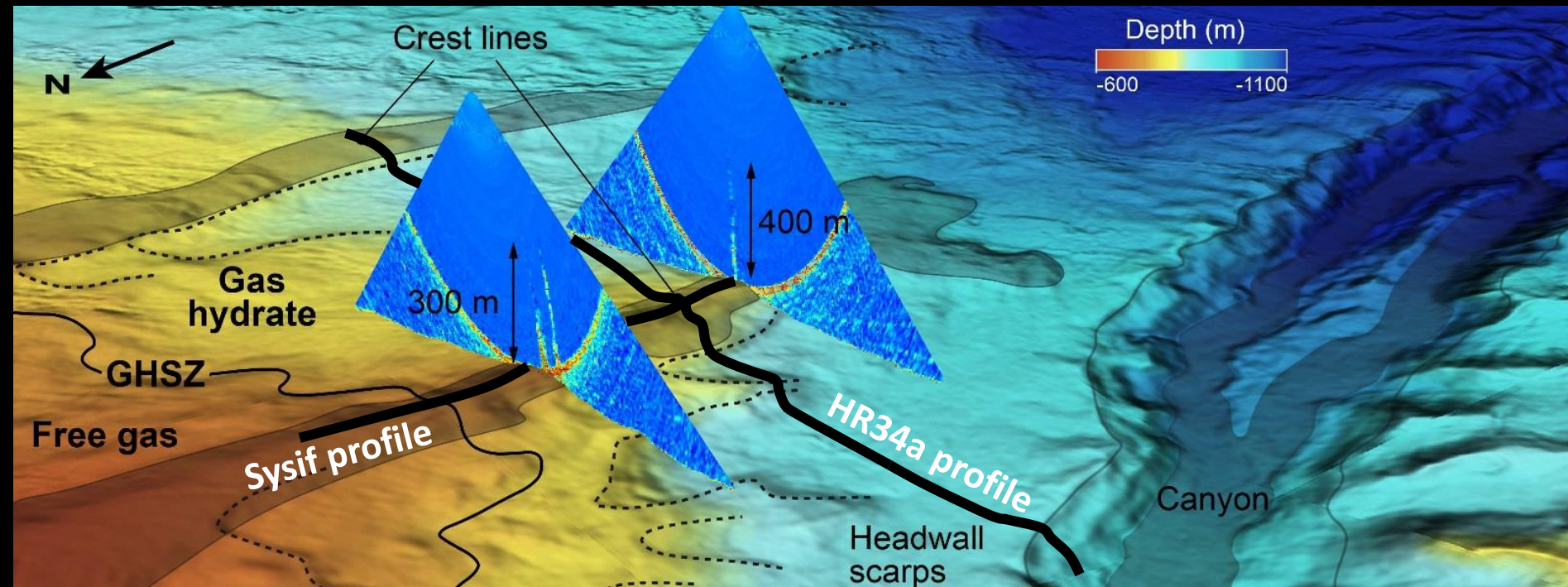


- Seepage activity between 200 m and 800 m

No gas flares detected in deeper areas

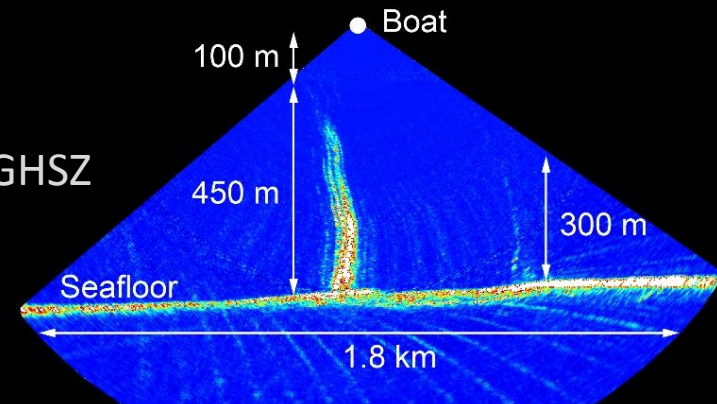
Gas flares reach several hundreds of meters above the seafloor

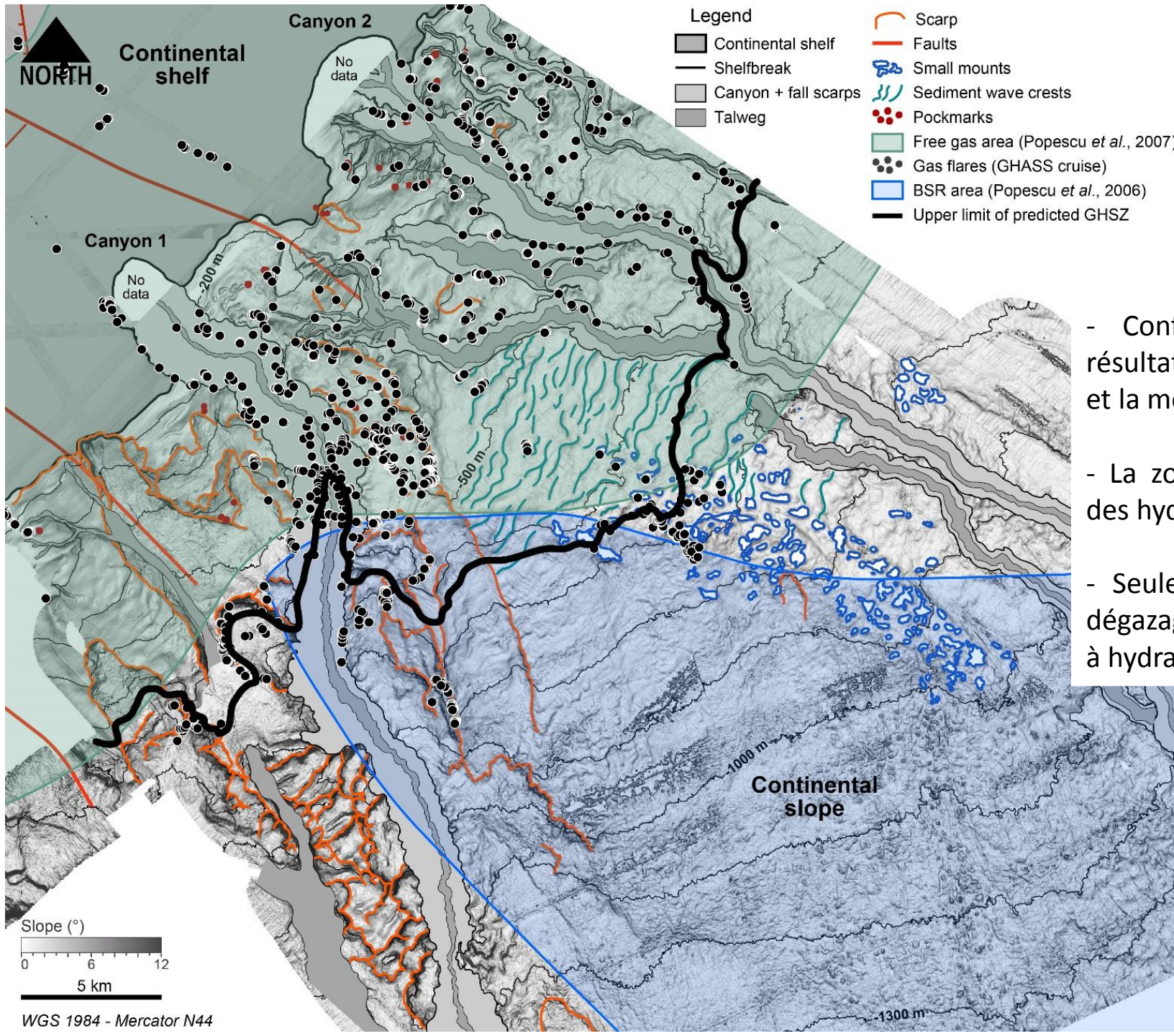
Hydrates de gaz contrôlent la localisation des "panaches" acoustiques observés dans la colonne d'eau associés à des émissions de gaz microbien



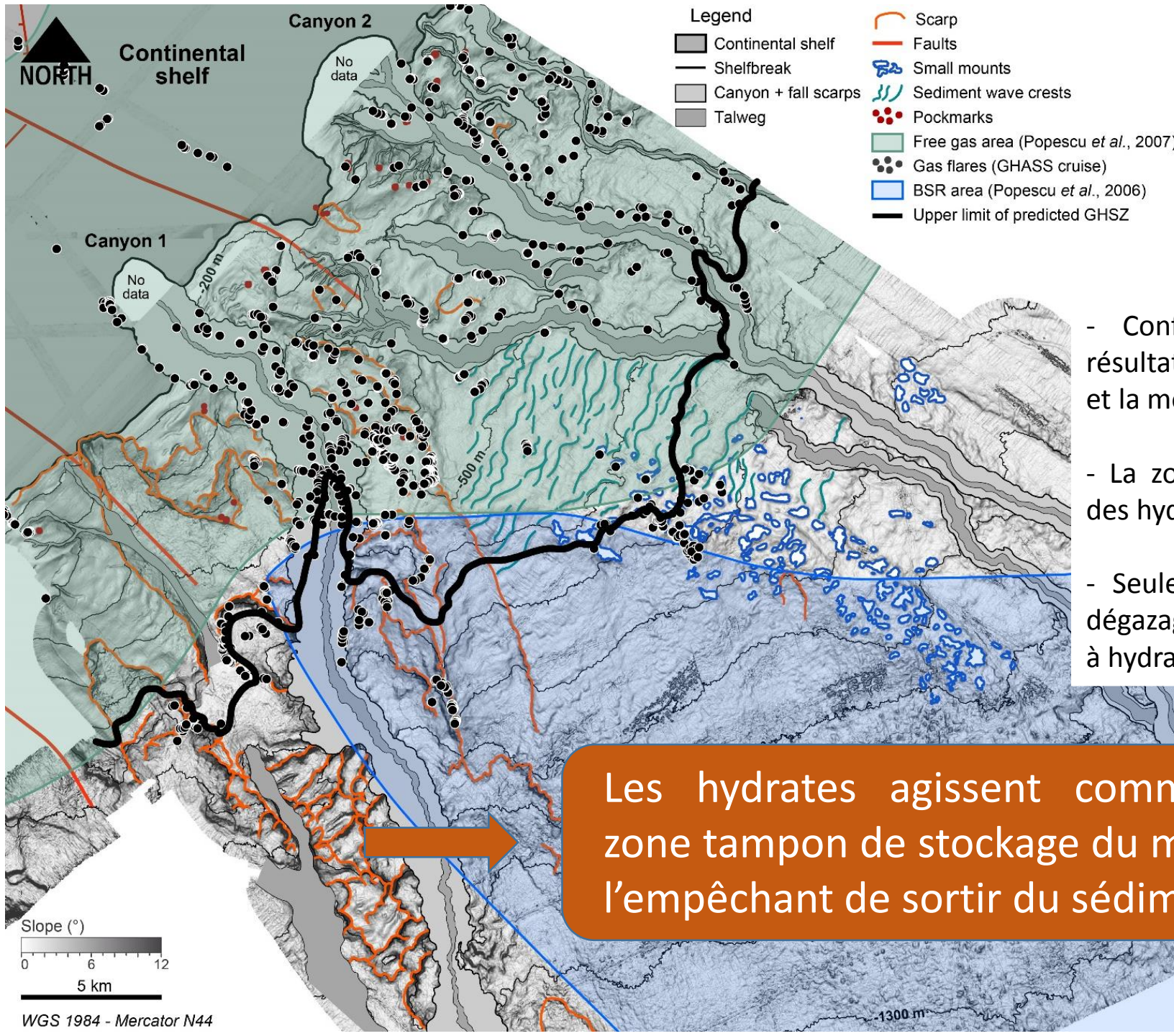
- 2 gas flares of the 25 detected above the crest line
- The gas flares can reach 400 m high and are inside the GHSZ

Only 2 % of the whole gas flares are located in this sector but why huge gas flares inside the gas hydrate area?



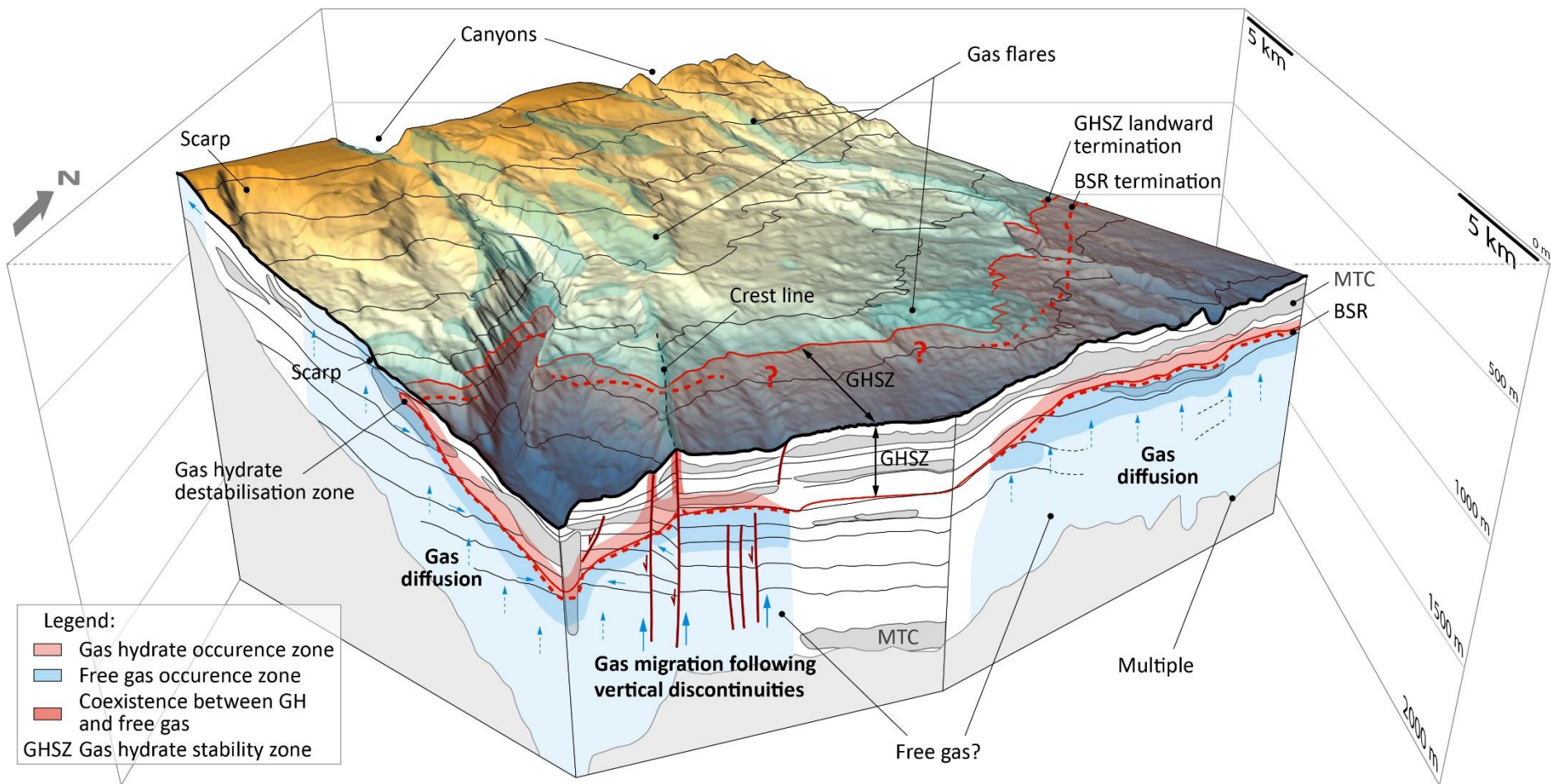


- Confrontation des résultats avec la biblio et la modélisation.
- La zone de stabilité des hydrates = -660 m
- Seulement 4 % du dégazage dans la zone à hydrate



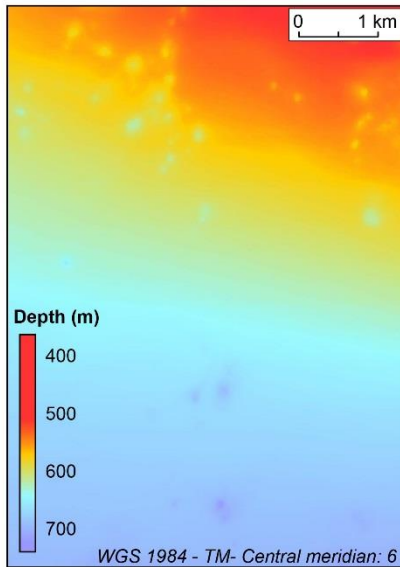
- Confrontation des résultats avec la biblio et la modélisation.
- La zone de stabilité des hydrates = -660 m
- Seulement 4 % du dégazage dans la zone à hydrate

Les hydrates agissent comme une zone tampon de stockage du méthane l'empêchant de sortir du sédiment?



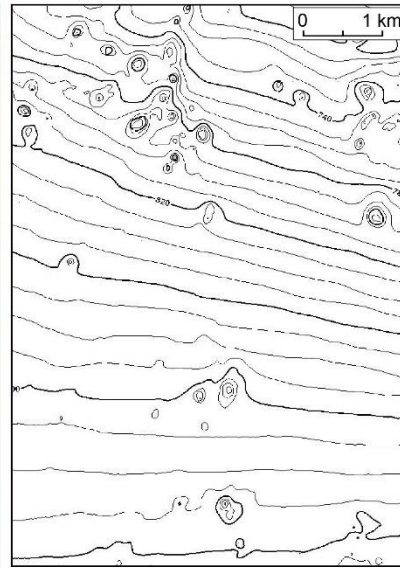
➔ Hypothèse confirmée par une étude multidisciplinaire de la colonne sédimentaire et de la distribution des hydrates de gaz.

A.1 Carte bathymétrique



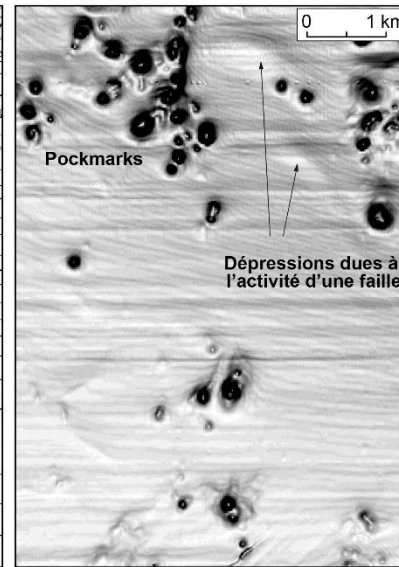
- Profondeur du fond marin
- Morphologie peu perceptible!

A.2 Contours bathymétriques



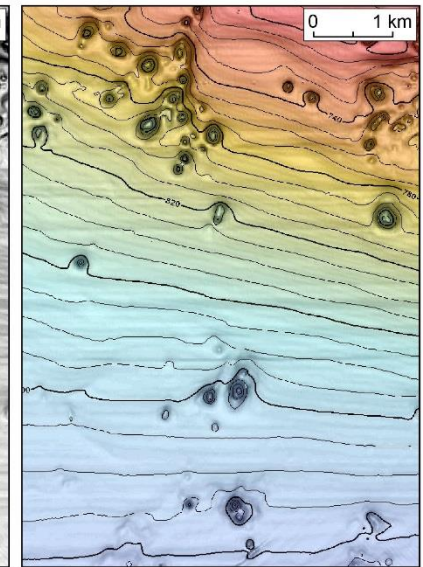
- Profondeur du fond marin
- Information précise mais ponctuelle

A.3 Carte des pentes



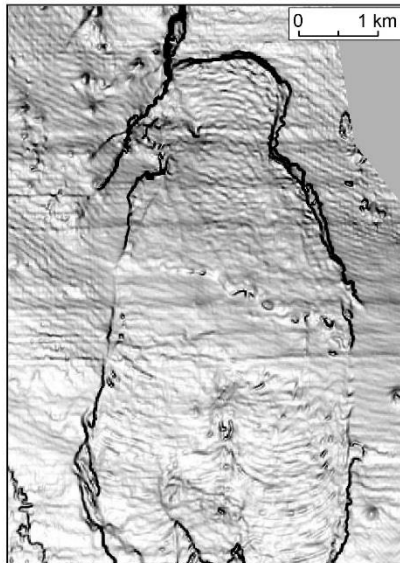
- Morphologie du fond marin
- Pas d'information de profondeur

A.1 + A.2 + A.3



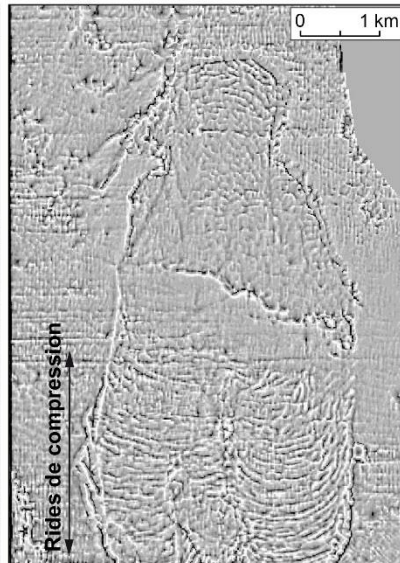
- Carte précise du fond marin

B.1 Carte des pentes



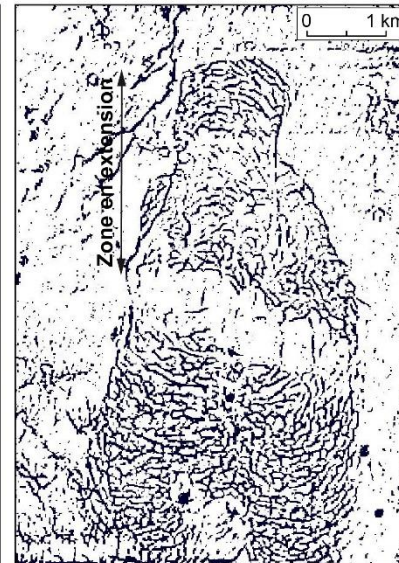
- Exemple d'un glissement
- Fait ressortir ici le périmètre du glissement, et la rugosité de la surface

B.2 Carte des courbures



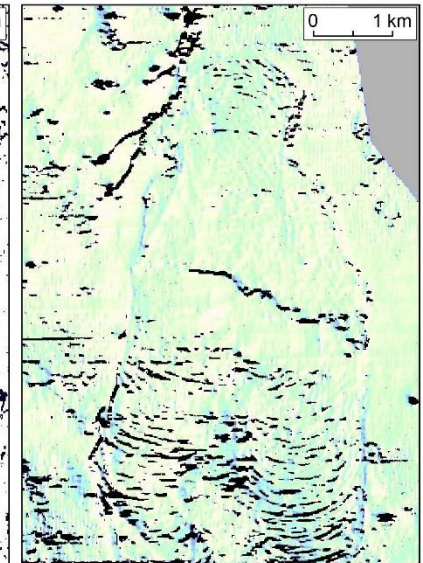
- Structures courbées
- Reliefs positifs en noir et négatifs en blanc

B.3 Carte des crêtes



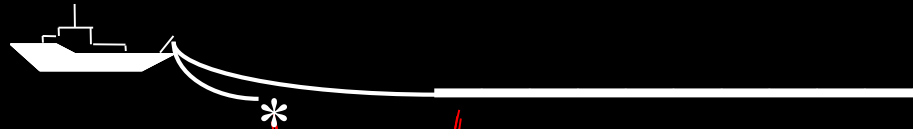
- Crêtes mises en évidence

B.5 Carte de l'azimuth



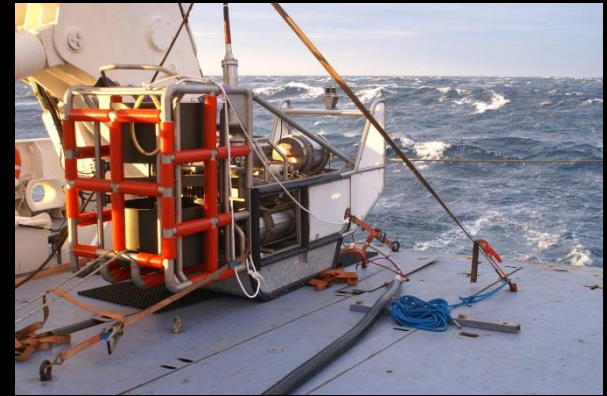
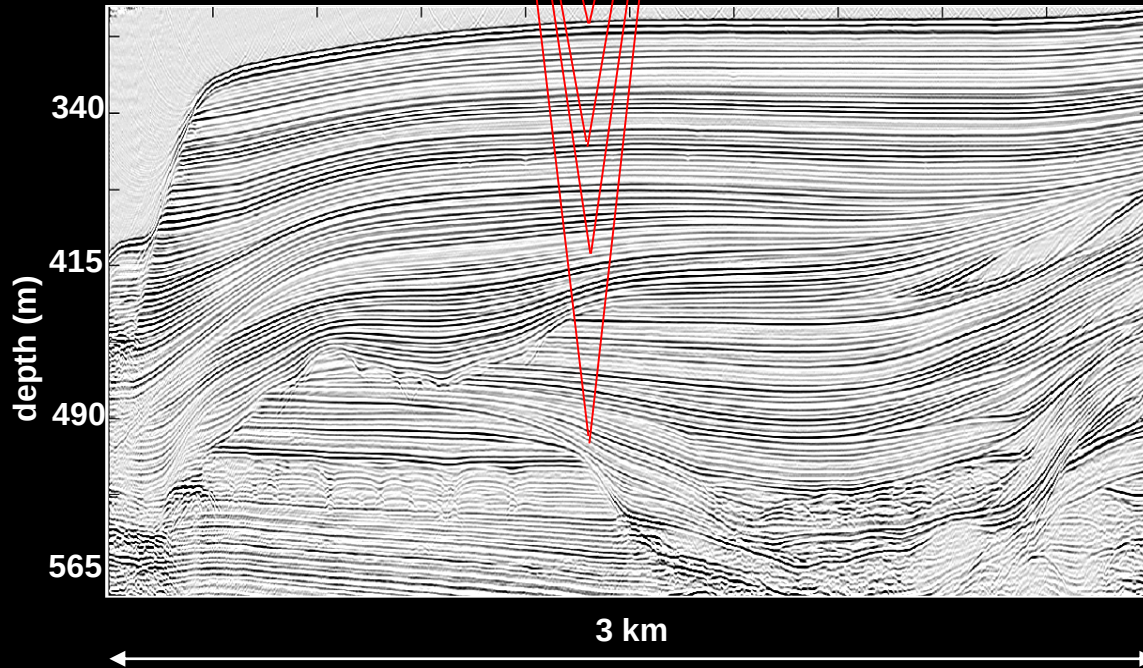
- Direction du pendage des pentes
- En noir : pendage inverse par rapport à la pente régionale

Exploration du sous-sol marin : Méthode sismique



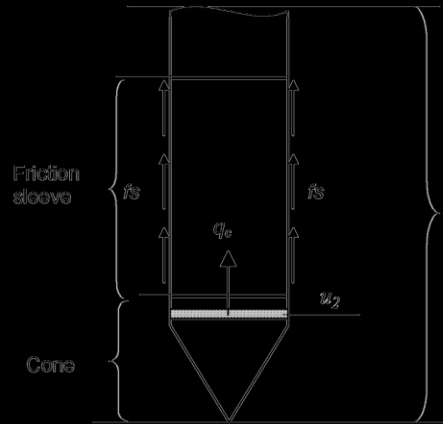
Source:
Signaux émis

Flute sismique:
Signaux enregistrés

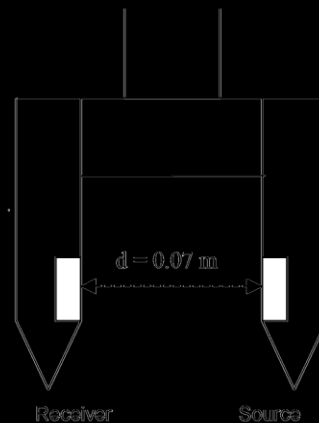


Détection directe : mesures *in situ*

- PENFELD : mesures géotechniques *in situ* (profondeur d'eau maximale de 6000 m)
- Profondeur maximale d'investigation est de 50 m sous le fond
- Combinaison de 2 pointes (piézocône classique et célérimètre)



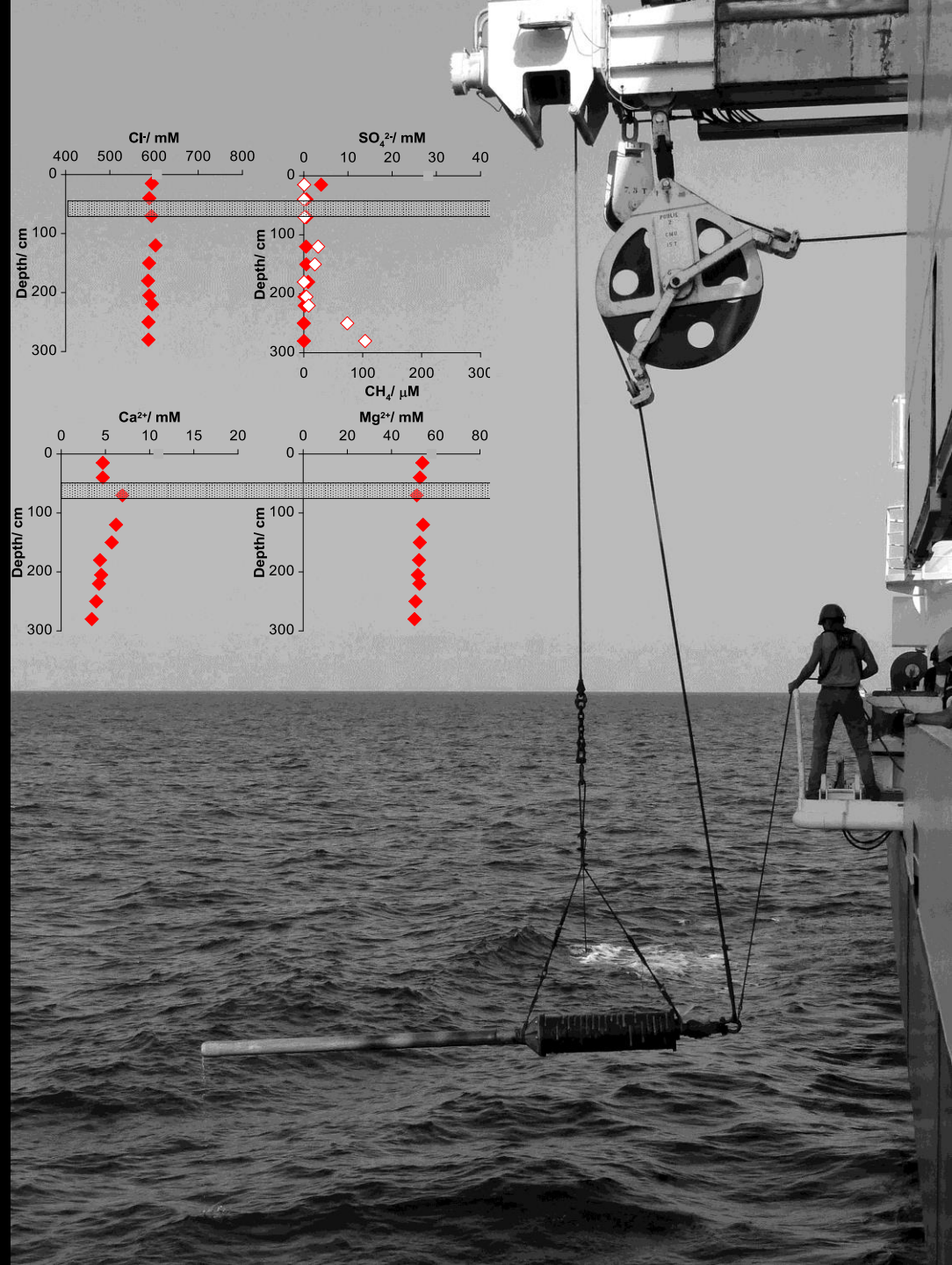
Piézocône



Célérimètre

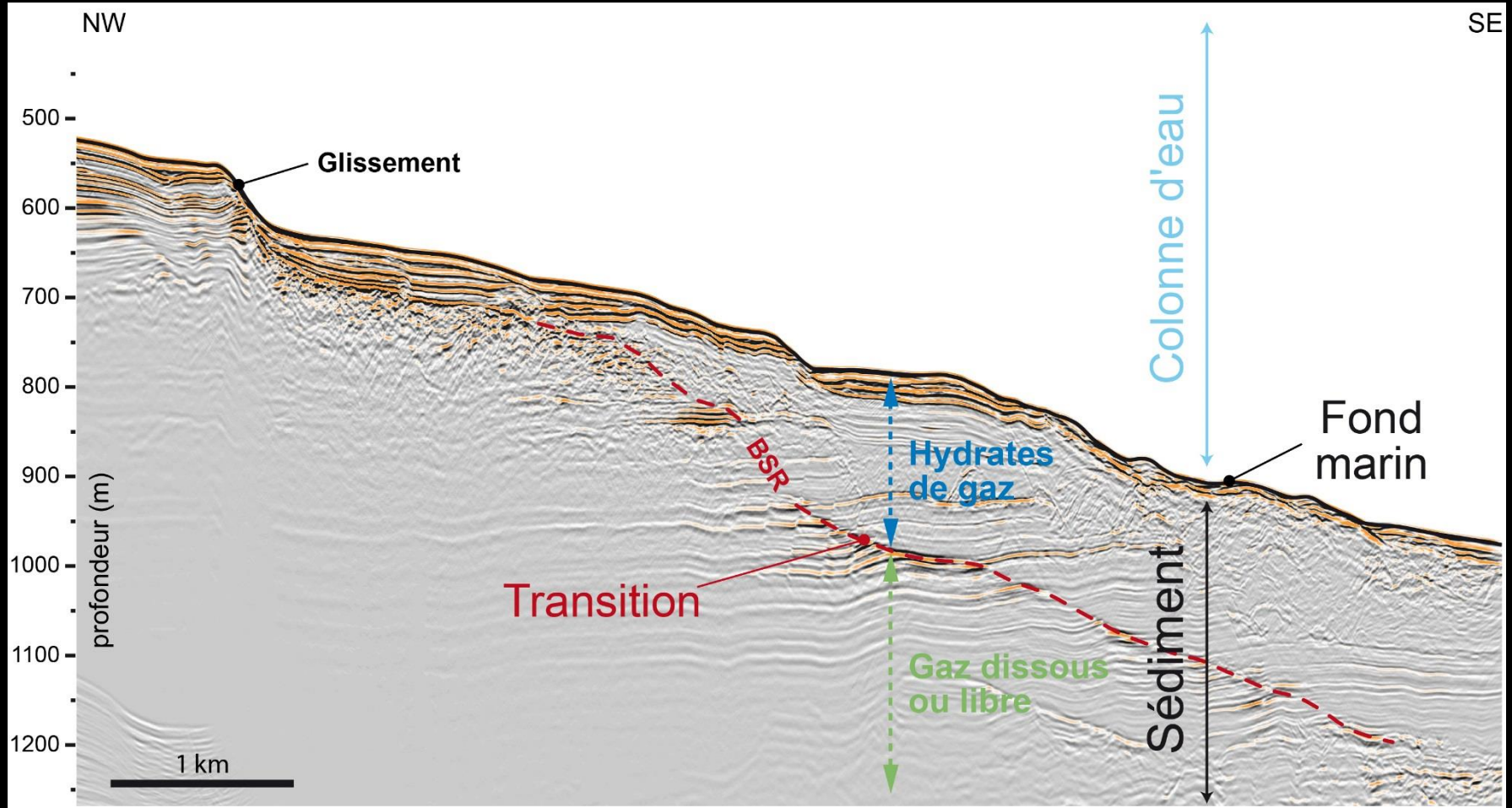


Prélèvement : Carottage



Les hydrates de gaz : méthode indirecte

- Le Bottom Simulating Reflector BSR



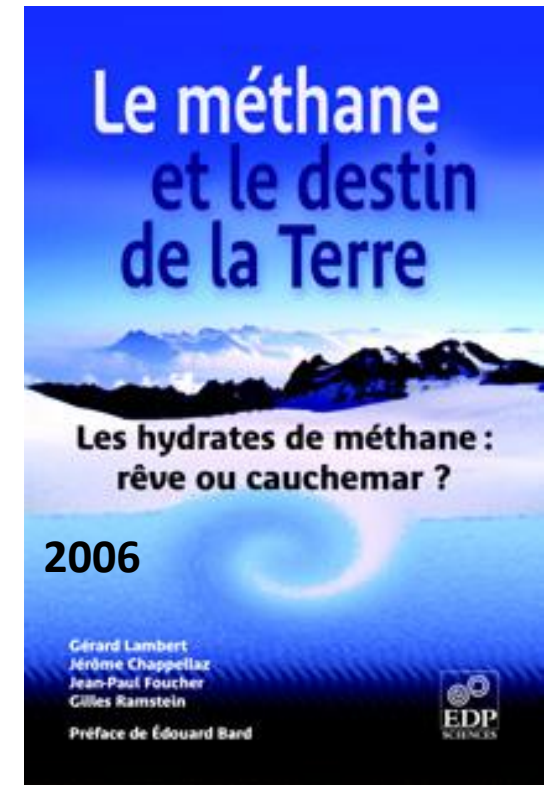
- Témoin virtuel de la présence d'hydrates de gaz dans les sédiments marins

Méthane, rêve ou cauchemar ?



Quel impact aura le méthane sur le climat ? Cette question urgente, longtemps délaissée, refait surface. Car avec le réchauffement climatique, le méthane piégé sous forme de glace au fond des océans risque de fondre et d'aggraver l'effet de serre. Pourtant, les pays en mal de ressources énergétiques regardent de très près ces gisements gigantesques. Le Japon, qui connaît de graves problèmes d'énergie depuis l'accident de Fukushima,

s'est lancé le premier dans l'extraction expérimentale des hydrates de méthane. Les spécialistes du climat mettent en garde : si le méthane augmente trop dans l'atmosphère, le réchauffement de la planète pourrait s'emballer. Témoignent des chercheurs, en mission en Arctique, en Sibérie, au large du Japon, au Canada, ou dans leurs laboratoires en Allemagne.



Les hydrates de gaz et le triangle des Bermudes

- La région des Bahamas, de la Floride et des îles Bermudes renferme des quantités importantes d'hydrates de gaz.
- **Hypothèse non prouvée scientifiquement:** La dissociation des hydrates dégage de grandes quantités de gaz qui peuvent abaisser localement la densité. Dans l'eau une réduction de la poussée d'Archimède.

