

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/321937873>

Géophysique pétrolière 1

Chapter · December 2017

CITATIONS

0

READS

3,860

1 author:



Riadh Ahmadi

National Engineering School of Sfax (ENIS)

67 PUBLICATIONS 301 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:

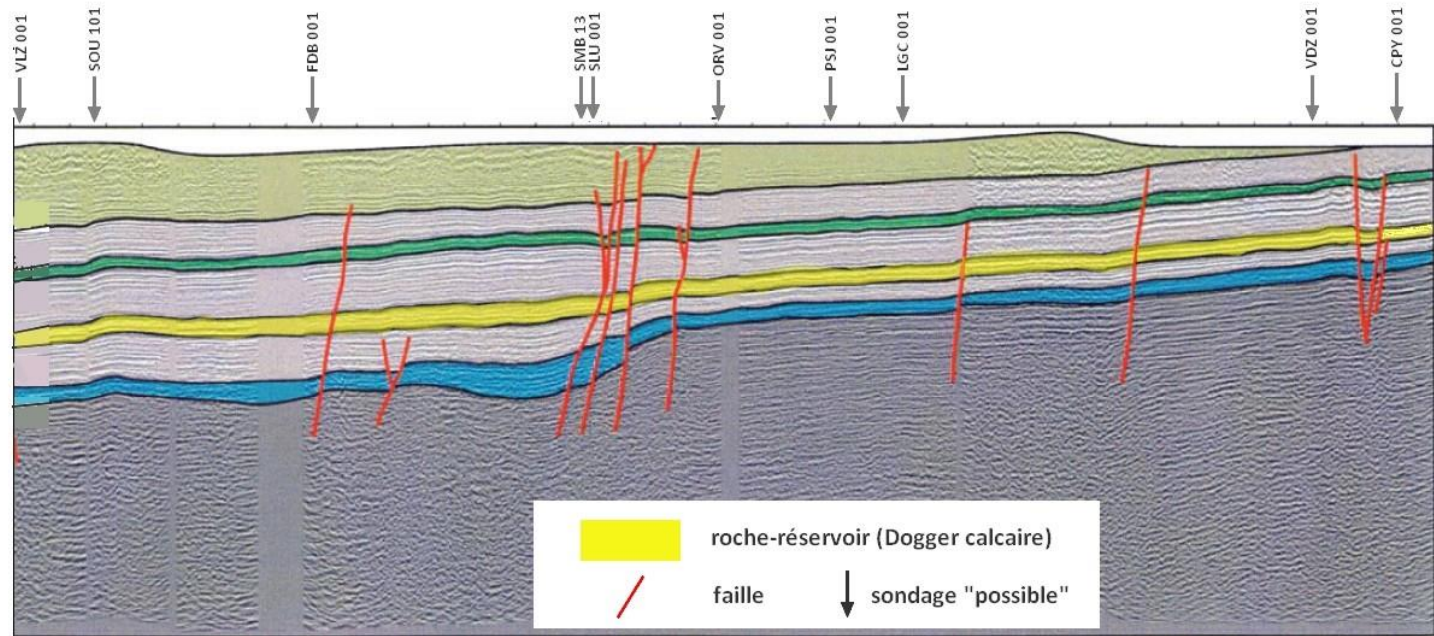
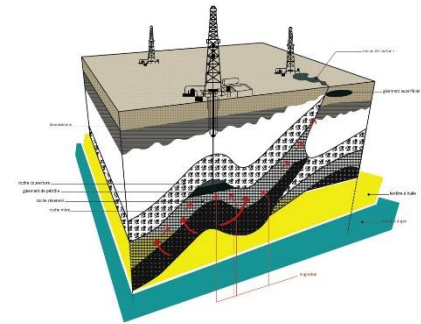
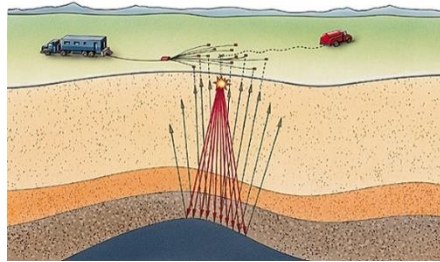
Project

Hydrocarbon exploration by surface free and adsorbed gas detection. [View project](#)

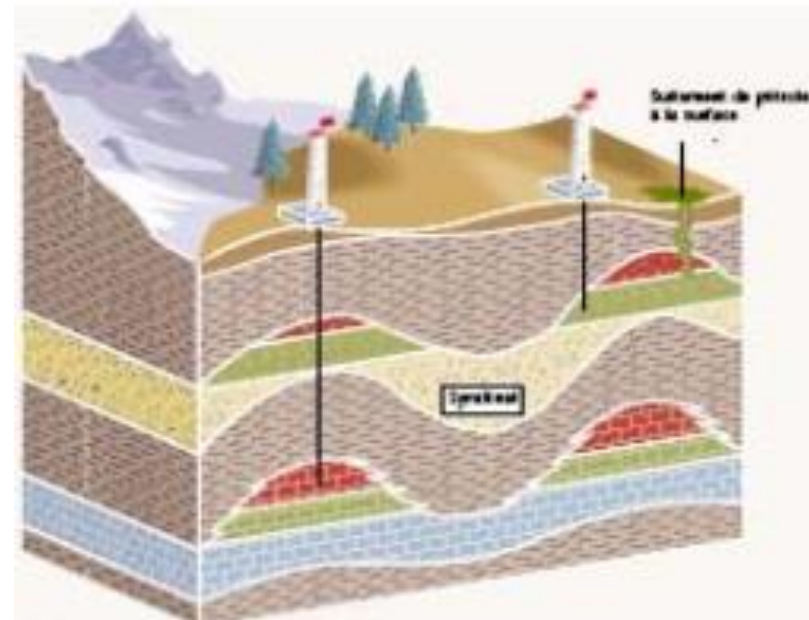
Project

Kinematic evolution of the geological structures [View project](#)

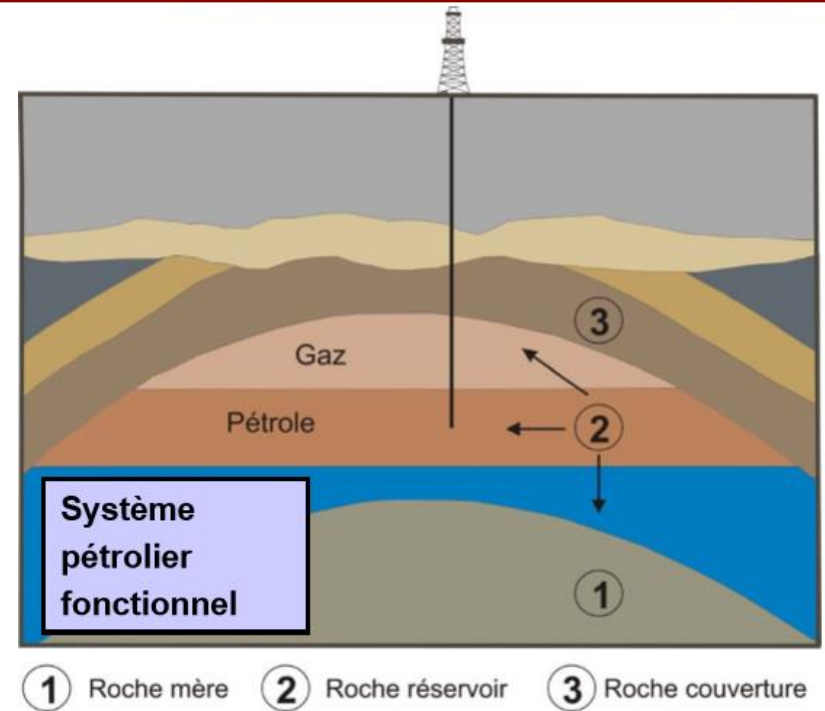
Géophysique pétrolière



- Les conditions nécessaires à l'accumulation de volume exploitable d'hydrocarbures nécessite l'exploration de profondeurs importantes : de **1000** à **4500 m** (80% de gisement sont entre **2500** et **3500 m**).
- Ces grandes profondeurs demandent des techniques de prospection particulières.
- Pour explorer le pétrole on recherche un [système pétrolier](#) dont la structure piège constitue l'élément clé de localisation du gisement.



Système pétrolier :



1. Roche mère

Maturité → mature ou en début de maturation

2. Roche réservoir

Chemin → failles fractures et microfractures, porosité

3. Roche couverture

(Imperméable) et assez épaisse

4. Structure piège

Structurale (anticlinal, faille...), Stratigraphique (...)

5. Timing → Structure piège existe avant (au cours) de la migration des HC

- Les conditions nécessaires à l'accumulation de volume exploitable d'hydrocarbures demande le plus souvent des sondage à des profondeurs assez importantes allant de **1000** à **4500 m** (80% de gisement sont entre **2500** et **3500 m**).
 - Ces grandes profondeurs demandent des techniques d'exploration particulières.
 - Pour explorer le pétrole on recherche un système pétrolier dont la structure piège constitue l'élément clé de localisation du gisement.
- L'outils **sismique** est la seule technique qui permet d'explorer le sous-sol et d'investiguer la géométrie profonde des couches.
- ❑ **Sismique réfraction** : superficielle vue la trajectoire de déplacement de l'onde.
 - ❑ **Sismique réflexion** : permet d'explorer le sous-sol à des profondeurs importantes.

Géophysique pétrolière

La sismiques réflexion

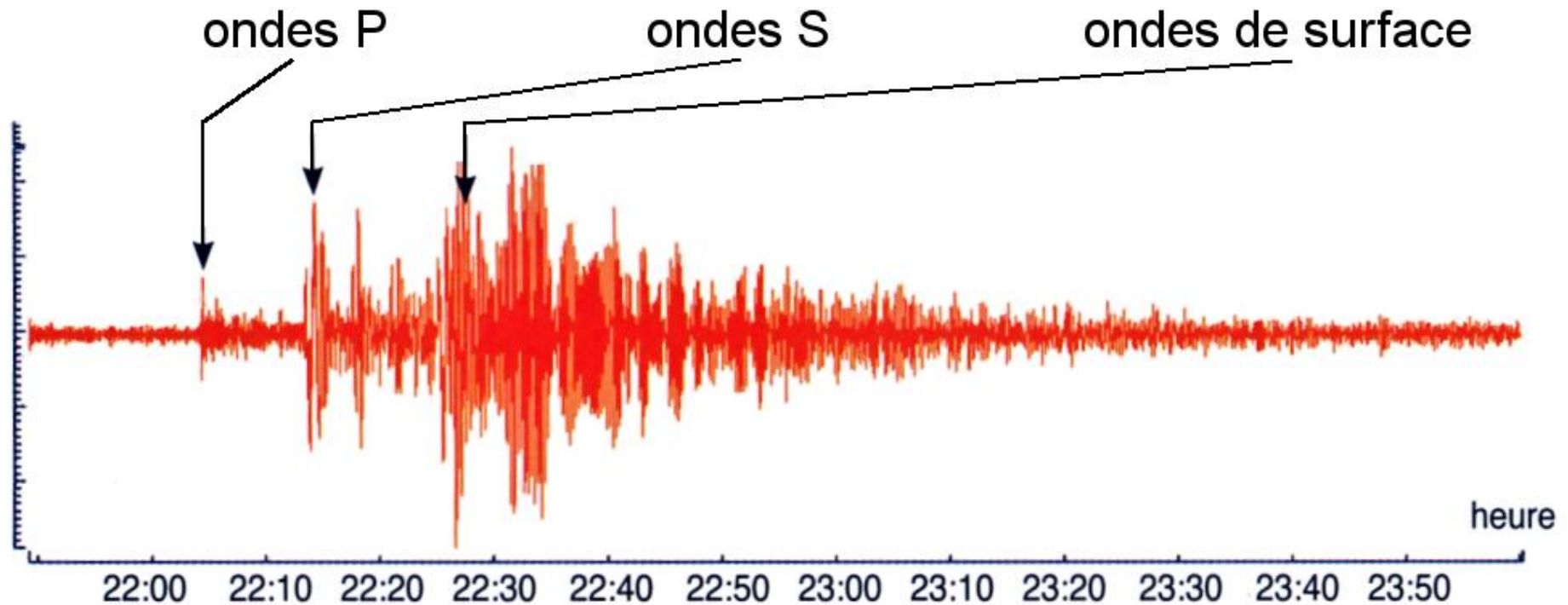
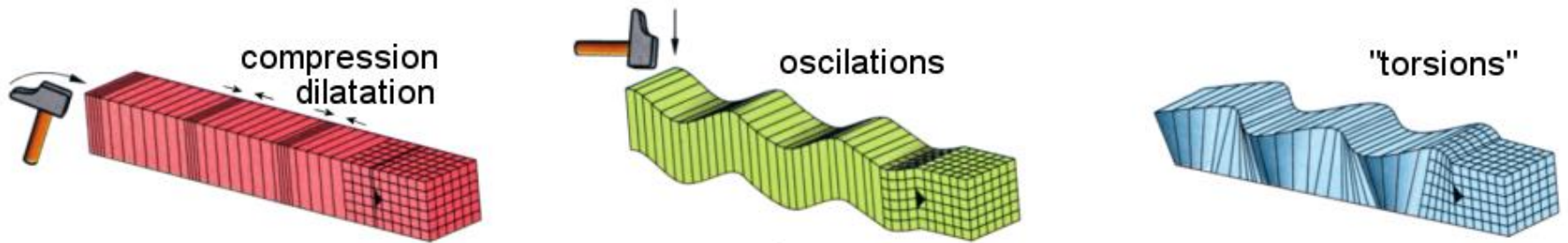
1. Principe
2. Le profil sismique
3. Types de sismique
4. Acquisition
5. Traitement de signale

Étude de cas

1. Artéfacts et multiples
2. Contacts et séquences sismiques
3. Interprétation
4. Conversion temps/profondeur

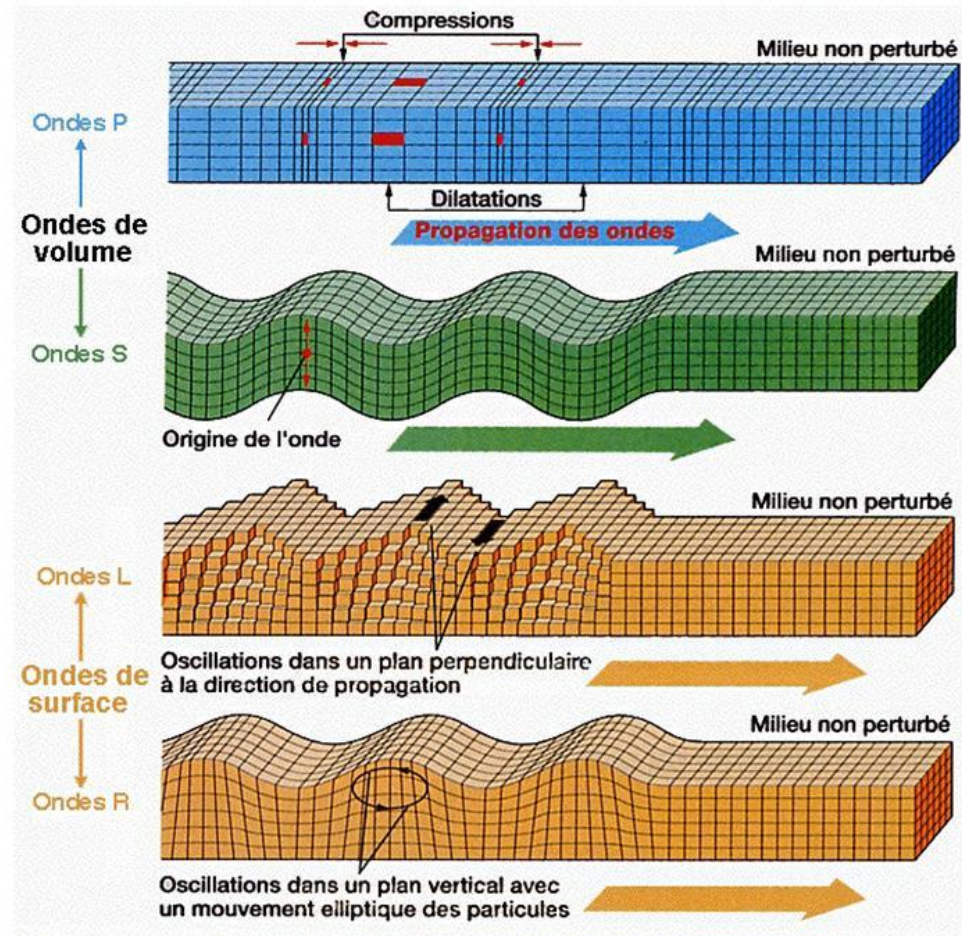


1. Principe



1. Principe

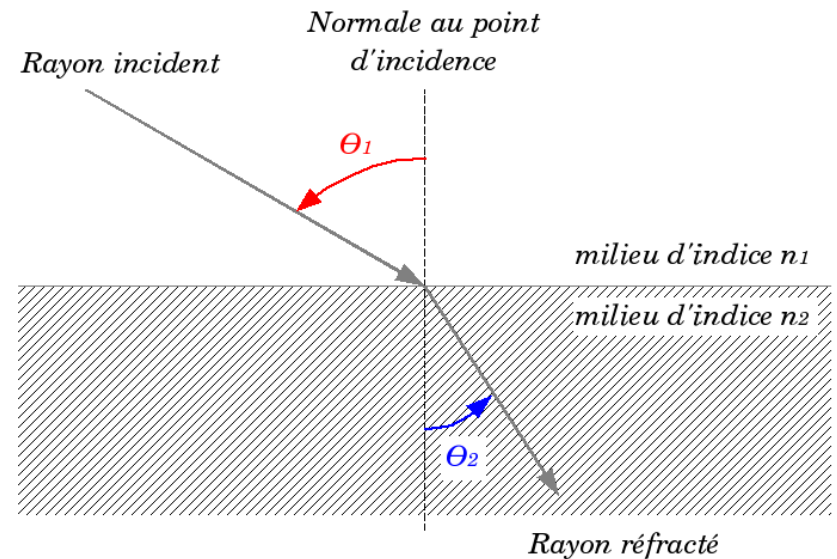
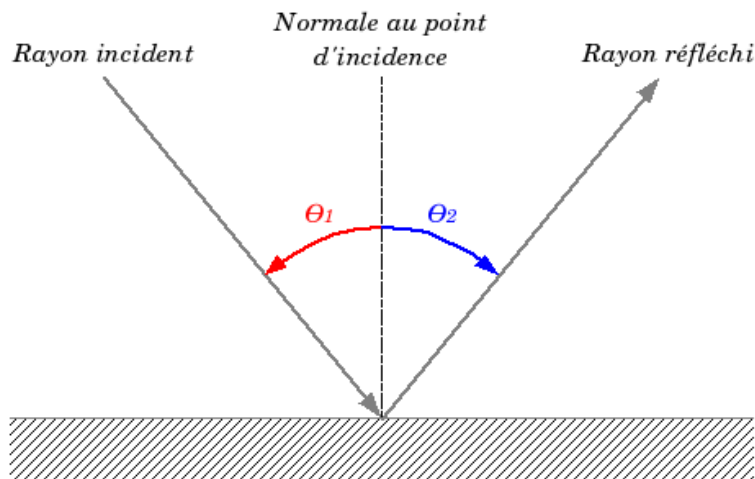
L'onde sismique (acoustique) se propage dans la matière par déformation élastique (vibration) selon les 3 axes de l'espace (longitudinale ou compressionnelle 1D, et de cisaillement ou torsionnelle 2D).



1. Principe

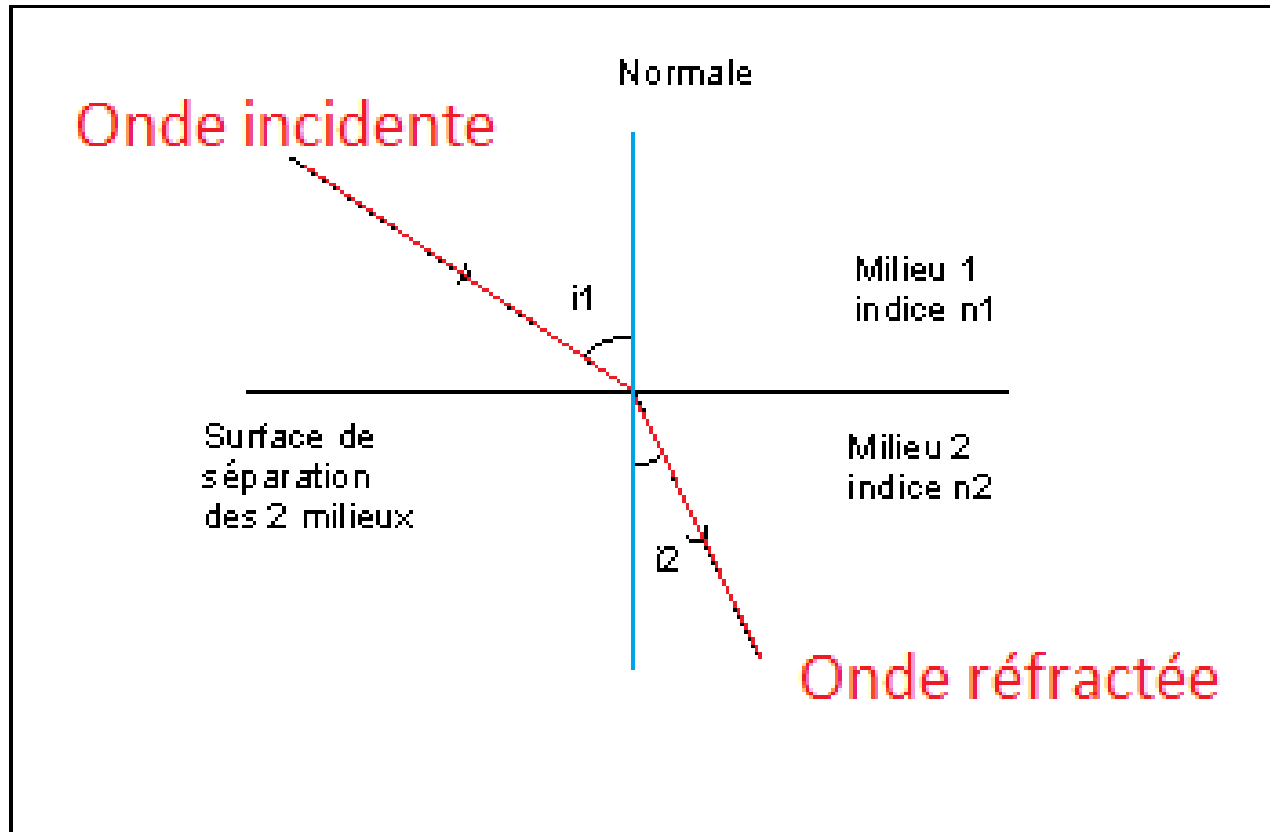
L'onde sismique (acoustique) se propage dans la matière par déformation élastique (vibration) selon les 3 axes de l'espace (longitudinale ou compressionnelle 1D, et de cisaillement ou torsionnelle 2D).

La propagation de ces ondes obéit aux mêmes lois de Descartes que pour les ondes électromagnétiques :



La loi de la réflexion s'énonce ainsi :

- Le rayon réfléchi est dans le plan d'incidence
- Les angles incidents et réfléchis sont égaux en valeurs absolues ; θ_1 et θ_2 vérifient : $\theta_2 = -\theta_1$



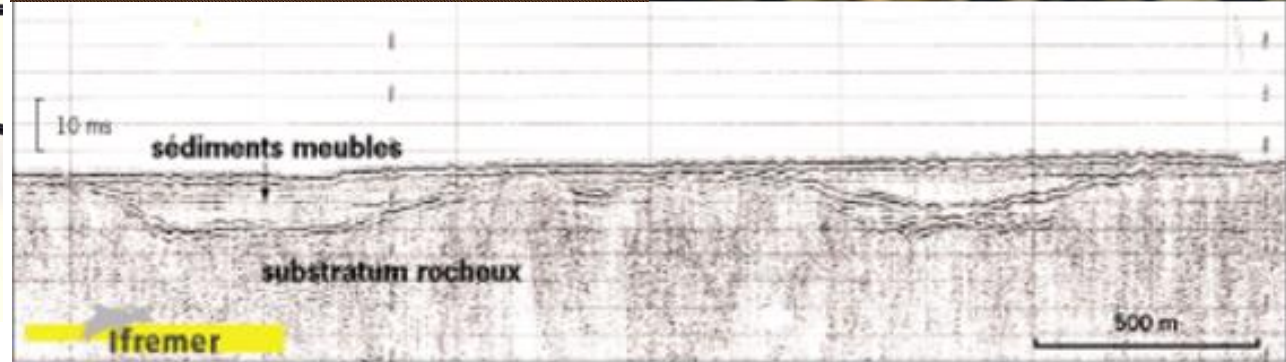
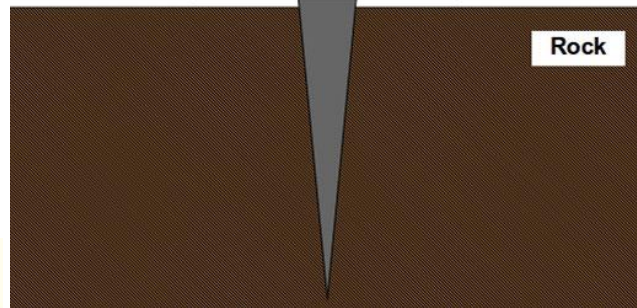
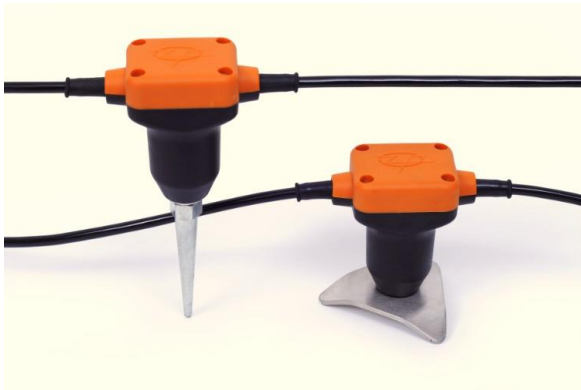
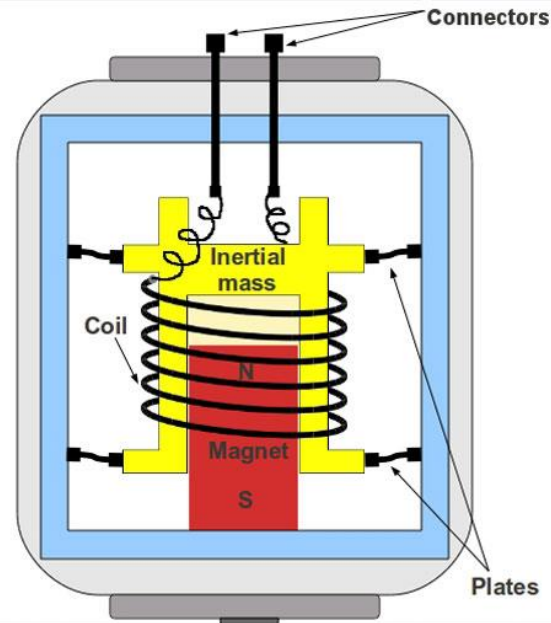
$$n_1 \times \sin i_1 = n_2 \times \sin i_2$$

n ?

$$V_1 \times \sin i_1 = V_2 \times \sin i_2$$

1. Principe

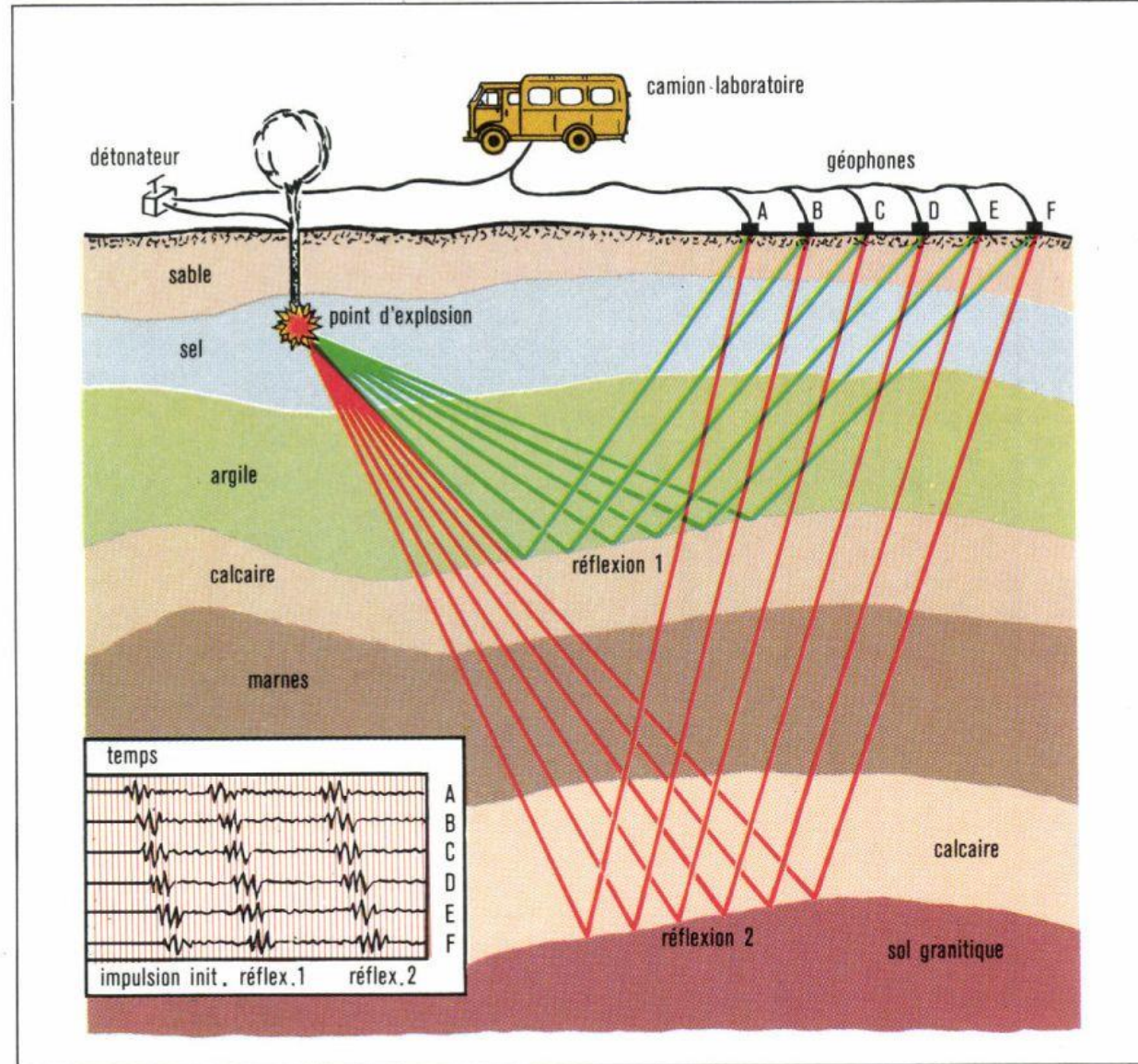
- **Emetteur :**
 - Point de tir
- **Récepteur :**
 - Géophone
 - Hydrophone



1. Principe

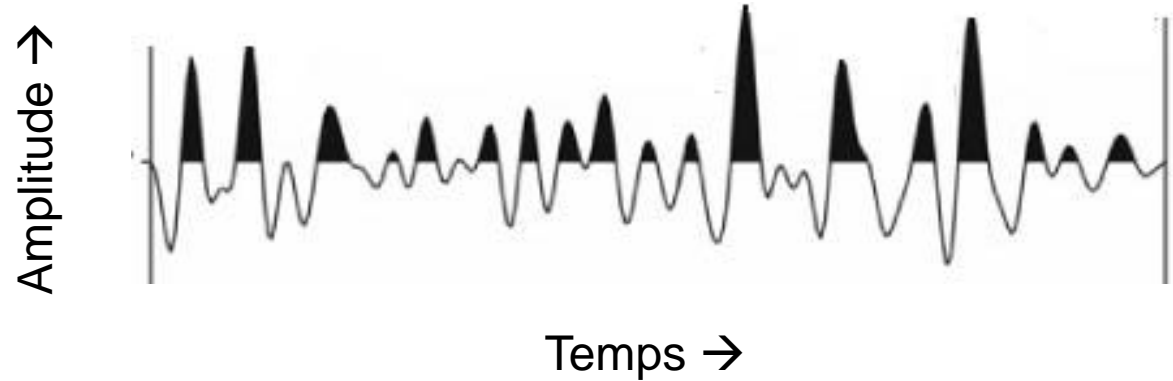
- Trace sismique :

- La **séquence d'enregistrement** d'un seul point récepteur en fonction du temps.



Exploration par la méthode sismique par réflexion avec un spécimen de la bande d'enregistrement de l'impulsion initiale, de la première réflexion et de la seconde réflexion fournies par les géophones.

1. Principe



- **Trace sismique :**

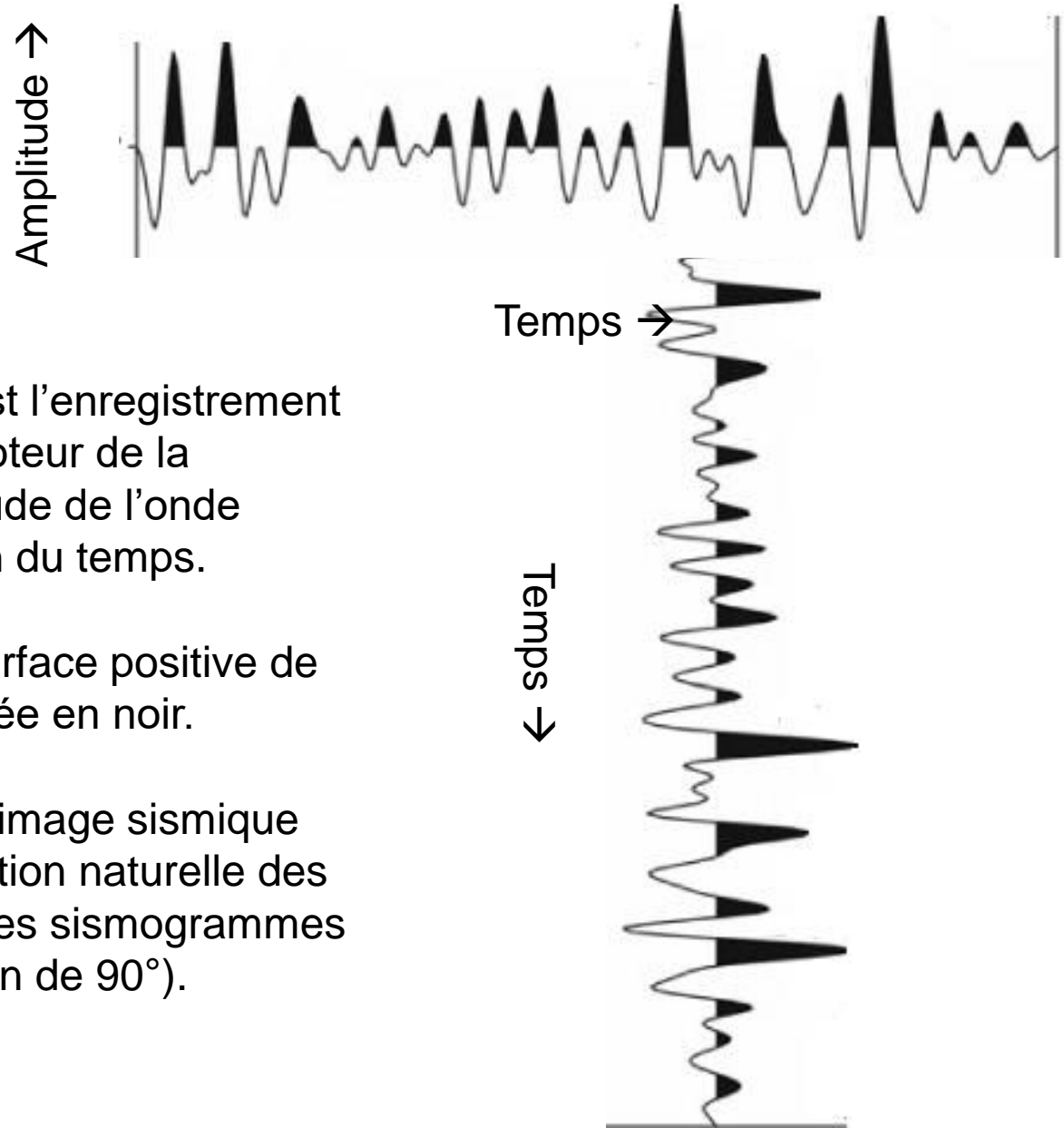
- La **trace sismique** est l'enregistrement d'un seul point récepteur en fonction du temps.
- **L'enregistrement** d'un seul point récepteur correspond à la courbe de variation de l'amplitude de l'onde sismique en fonction du temps.

Par convention la surface positive de l'amplitude est colorée en noir.

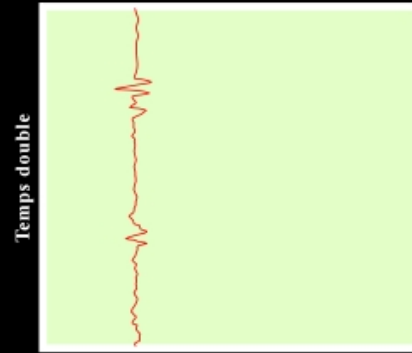
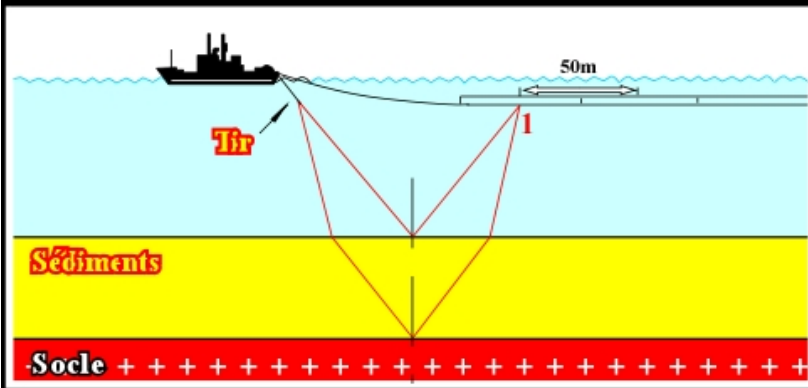
1. Principe

- **Trace sismique :**

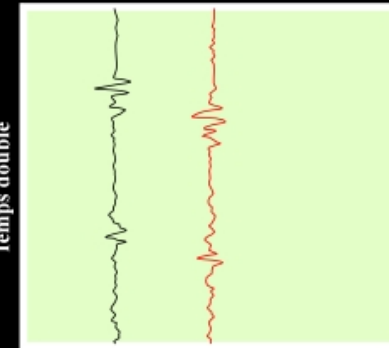
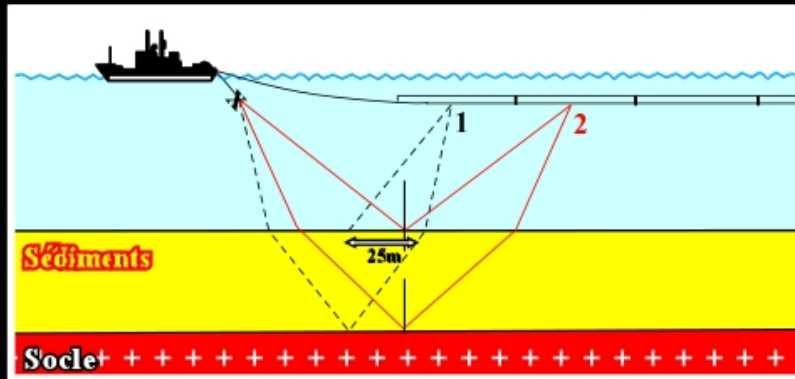
- La trace sismique est l'enregistrement d'un seul point récepteur de la variation de l'amplitude de l'onde sismique en fonction du temps.
- Par convention la surface positive de l'amplitude est colorée en noir.
- Pour constituer une image sismique similaire à la disposition naturelle des couche on dispose les sismogrammes à la verticale (rotation de 90°).



1. Principe

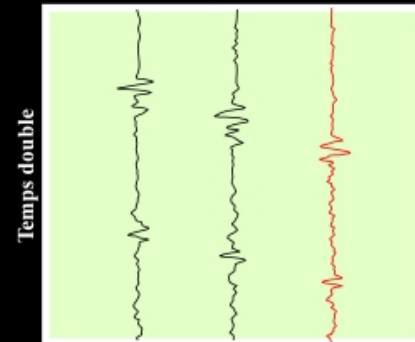
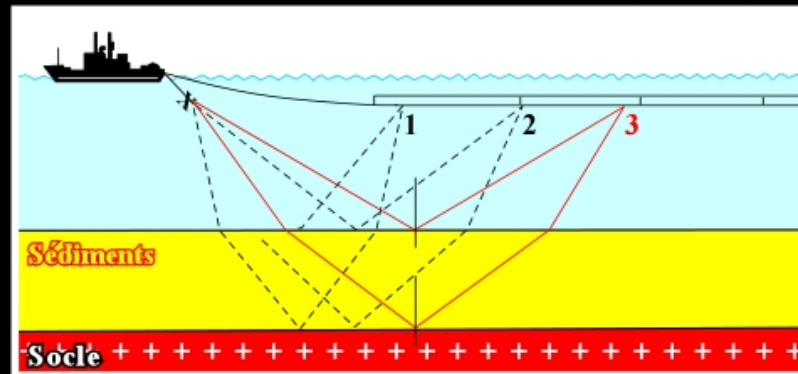


1



1

2



1

2

3

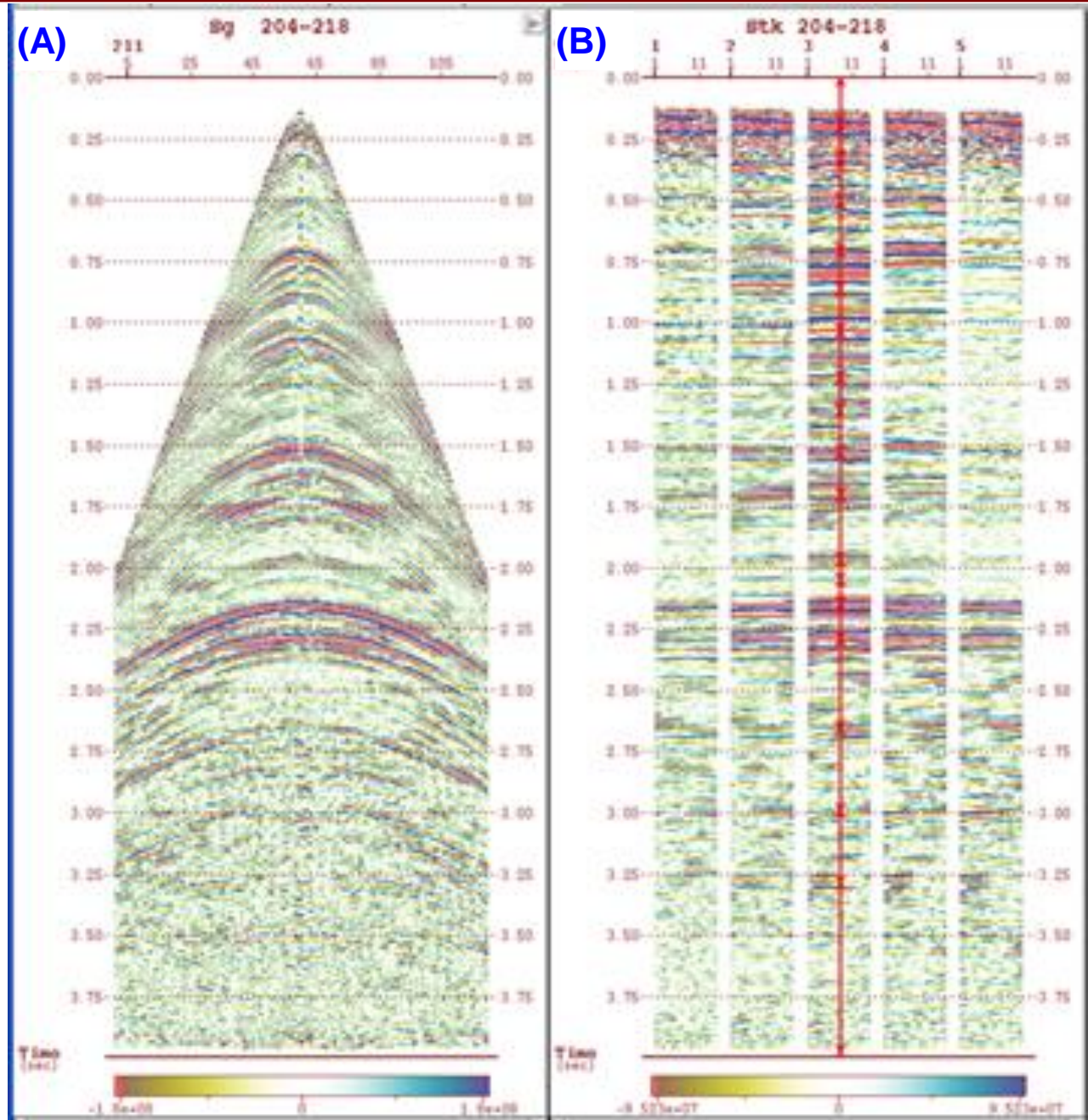
1. Principe

Enregistrement d'**1 seul géophone** à partir de plusieurs ploins de tir.

La courbure, en forme de parabole, est centrée sur le point récepteur : position de la trace sismique.

La forme courbe est due à la position de plus en plus éloignés des points de tir par rapport au géophone.

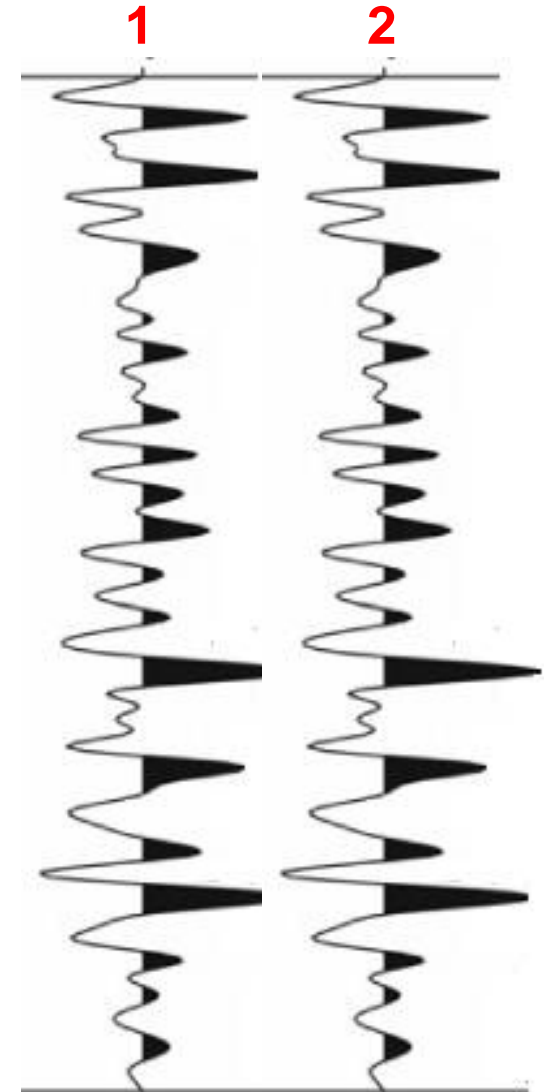
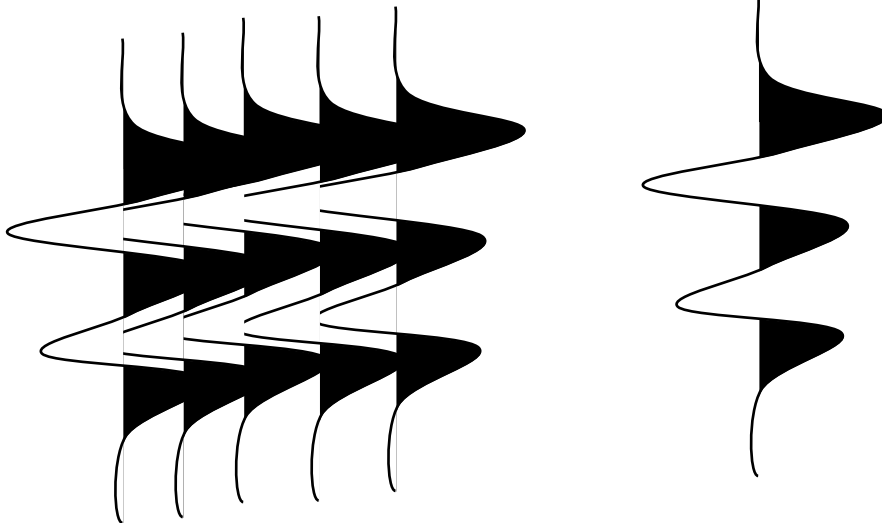
Cette sequence est obtenu avant (A) et après (B) la correction géométrique.



1. Principe

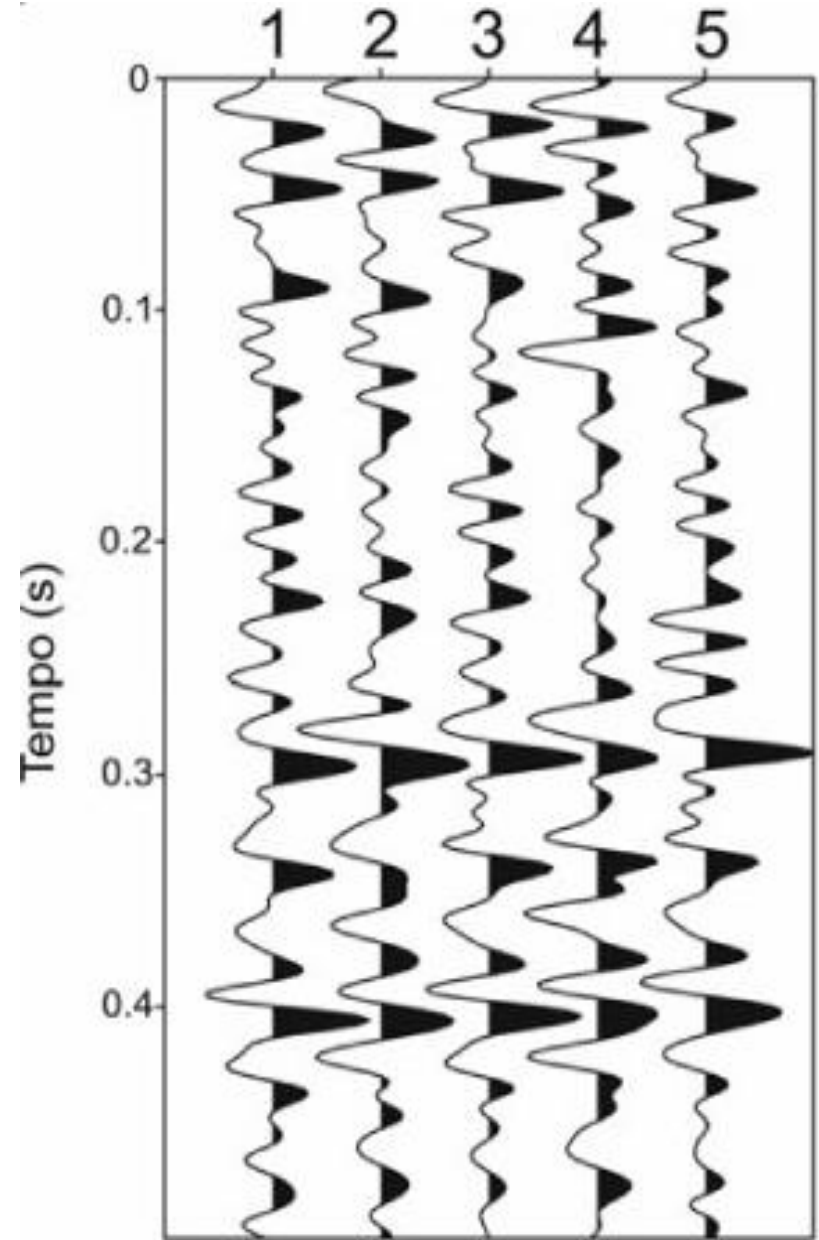
- Profil sismique :

- L'empilement de plusieurs traces rapprochées donne une profil sismique qui exprime la variation de l'amplitude de l'onde sismique en fonction du temps.



1. Principe

Segment de profil sismique



1. Principe

L'onde sismique est caractérisée par 3 paramètres :

1. Vitesse de propagation
2. Fréquence
3. Amplitude

La réflexion sismique est caractérisée donc par principalement :

Le Temps (TWT: Two Way Time) temps double, ou simple (SWT)

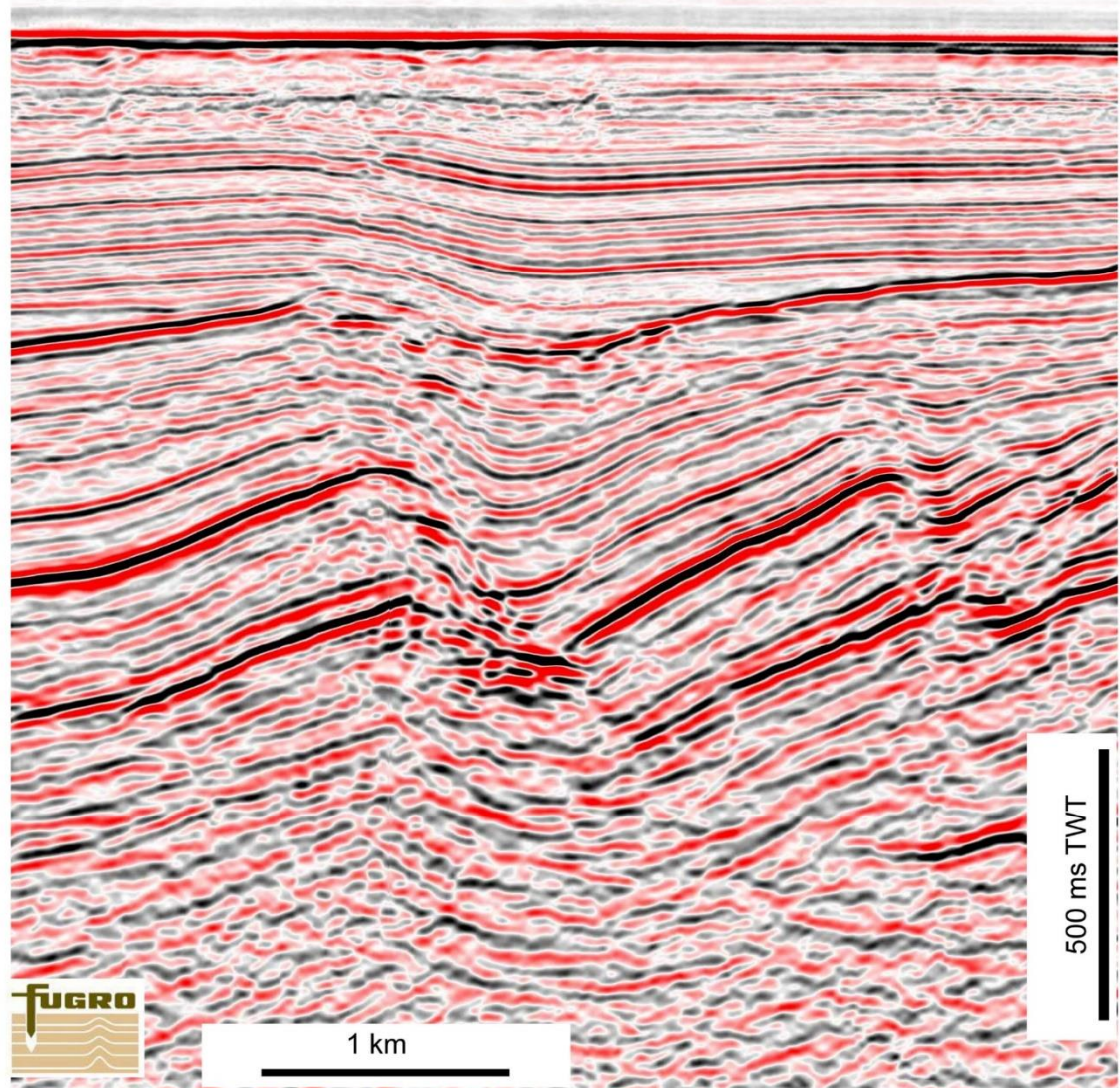
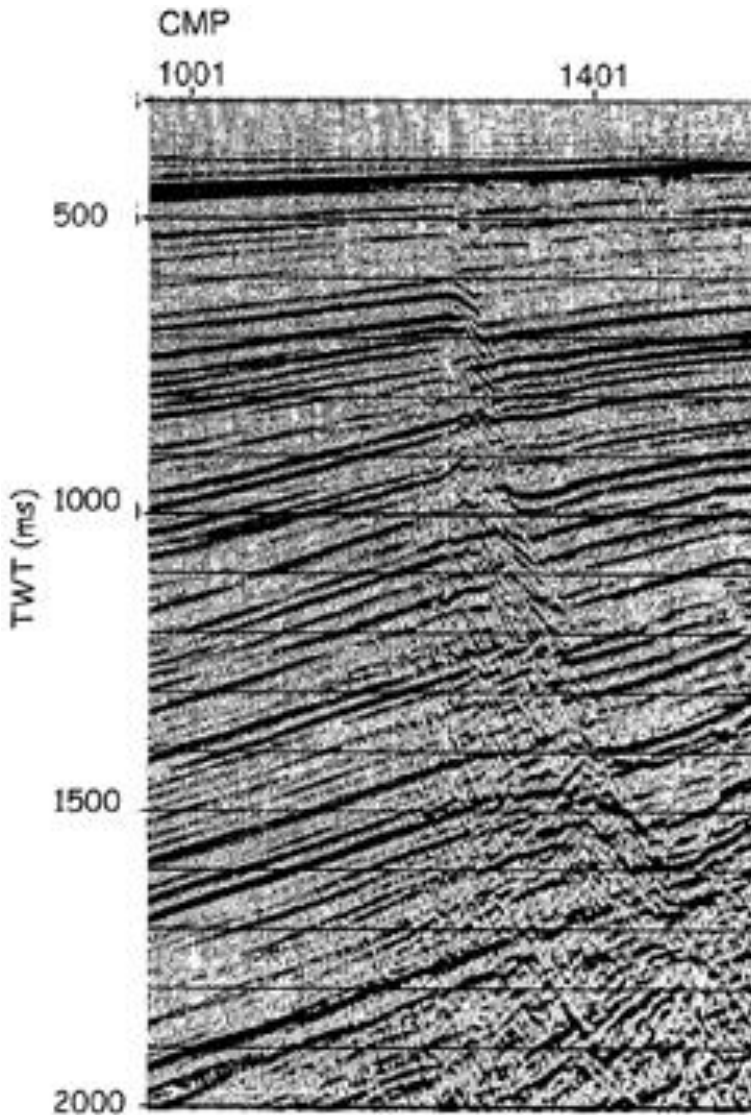
Et secondairement l'amplitude et fréquence de l'onde réfléchi.

Le temps de transit de l'onde entre l'émetteur et le récepteur (TWT) contient la principale information concernant la géométrie des couches en subsurface.

Ce temps de transit dépend de la trajectoire de l'onde et de la vitesse de propagation dans la roche.

$$T = \frac{D}{V}$$

2. Le profil sismique



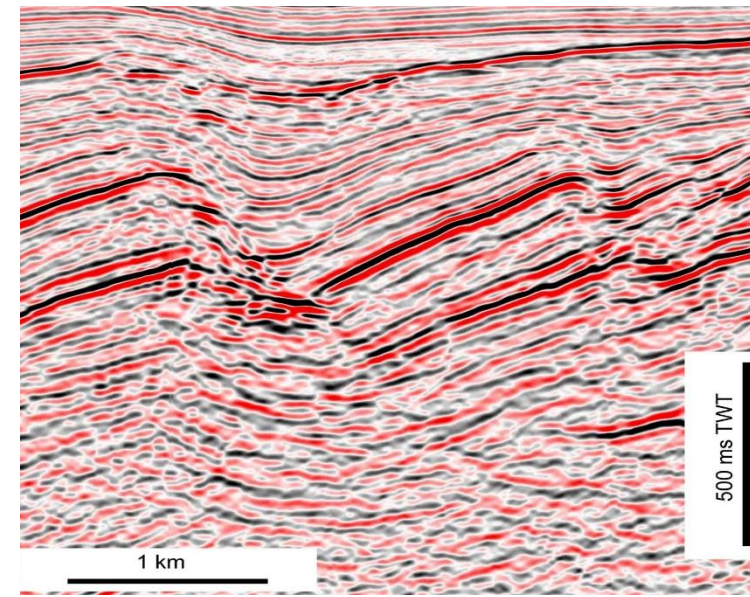
2. Le profil sismique

Image en **fausse couleurs** du sous-sol dont les axes sont le **temps** (temps double : TWT) et la **distance** (exemple : 25 m entre chaque point de tir).

Le profil sismique représente des **réflecteurs** (surface stratigraphique ou tectonique) qui correspondent à des **surfaces de changement de la vitesse** de propagation de l'onde sismique.

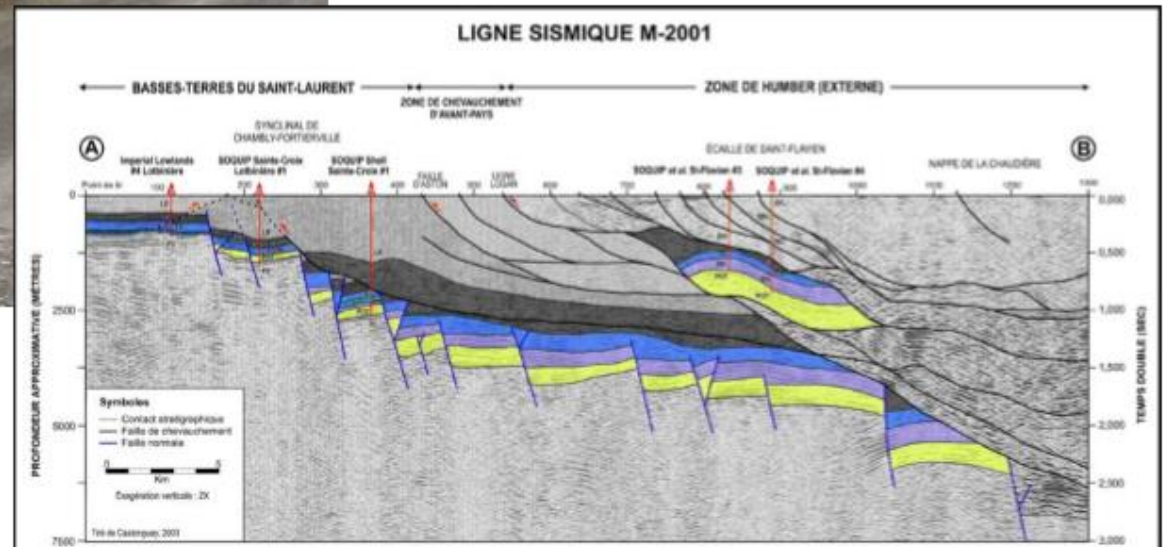
Le profil sismique, ne représente pas à la géométrie de la surface explorée mais respecte les traits structuraux, contacts et discontinuités existantes.

→ **L'exploitation de profils sismique** est conditionné par la présence de données complémentaire sur la **vitesse sismique** des intervalles explorés et la **stratigraphie** (interprétation).



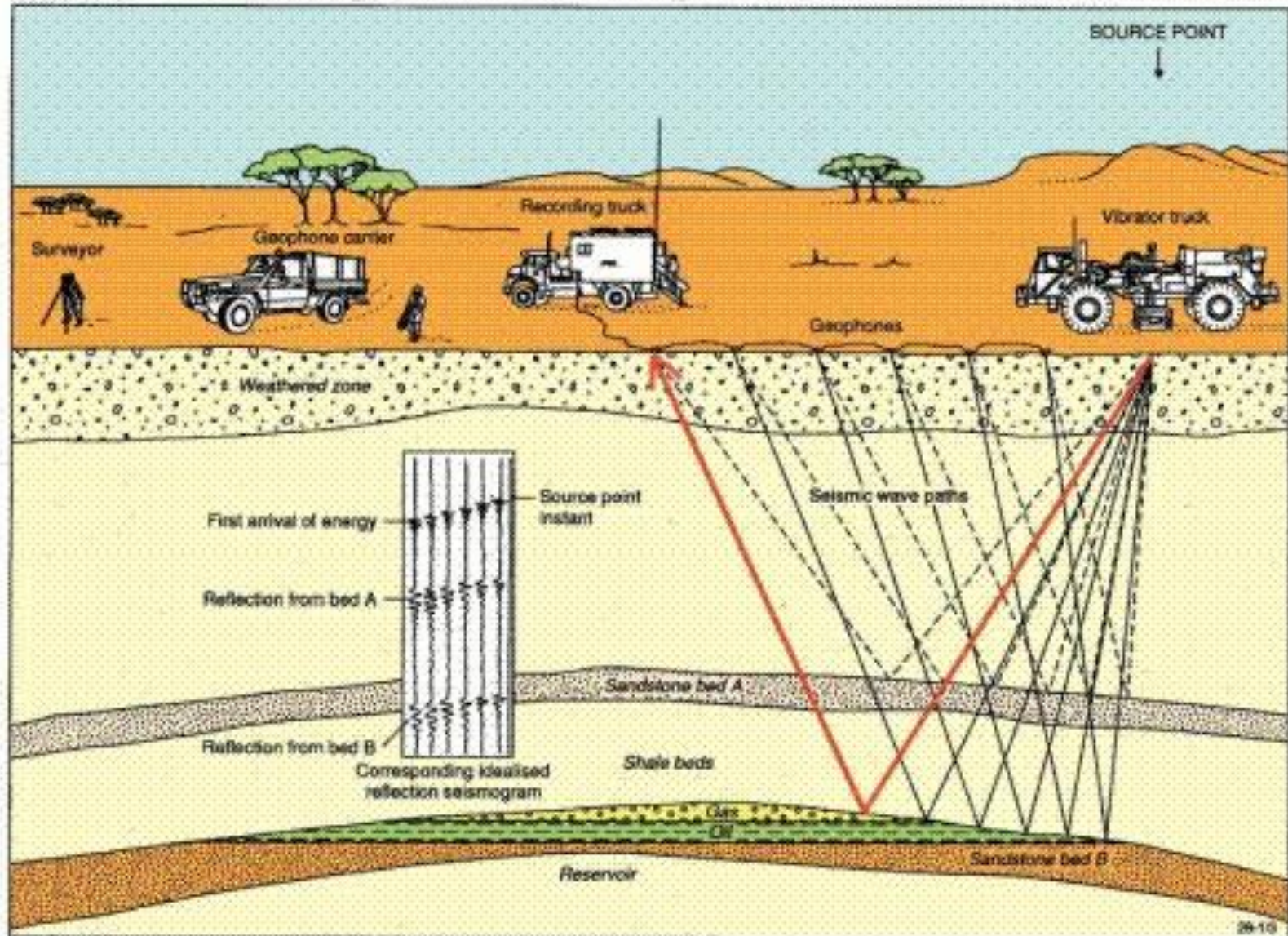
2. Types de sismique

Sismique 2D



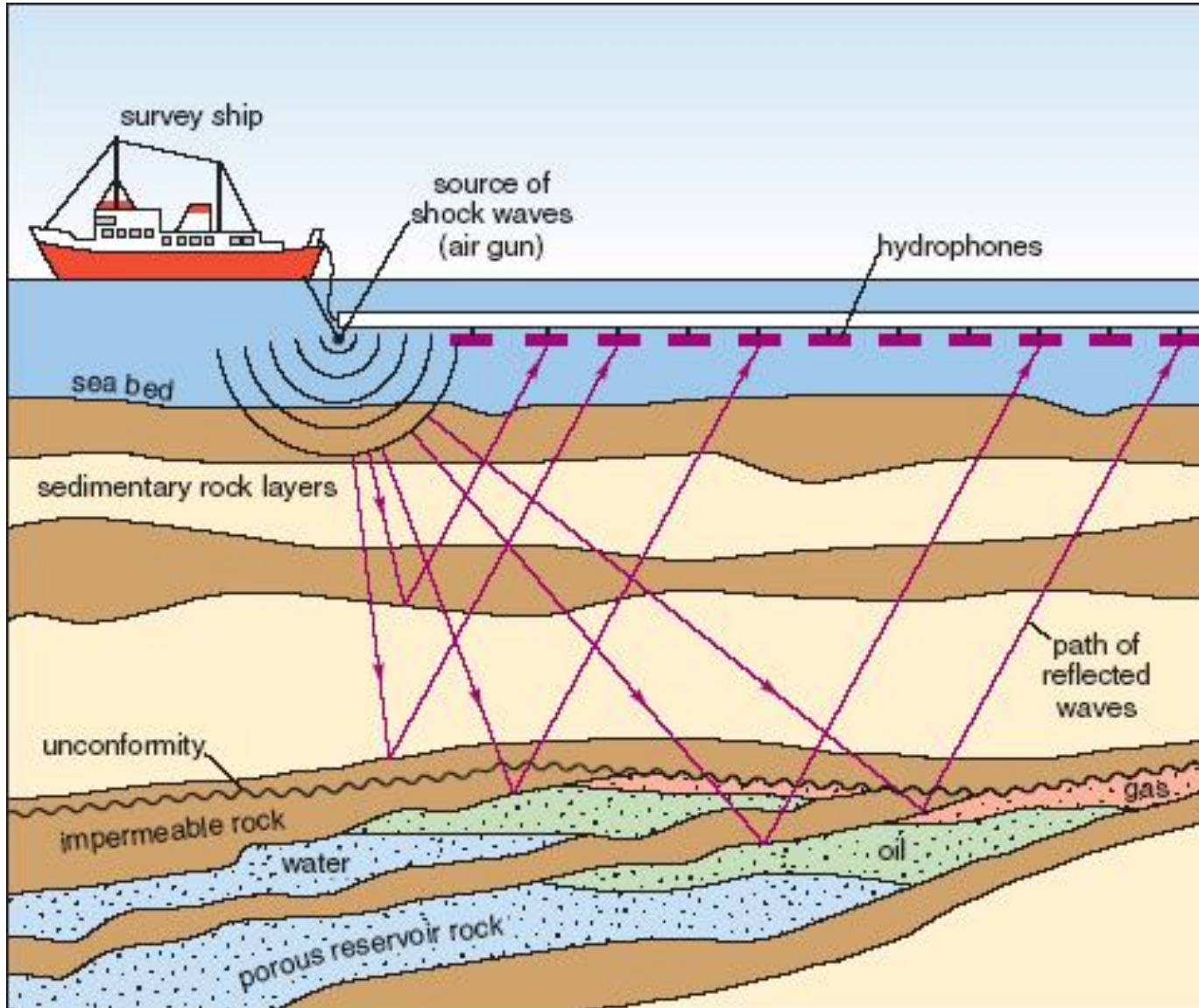
3. Types de sismique

Sismique 2D



3. Types de sismique

Sismique 2D



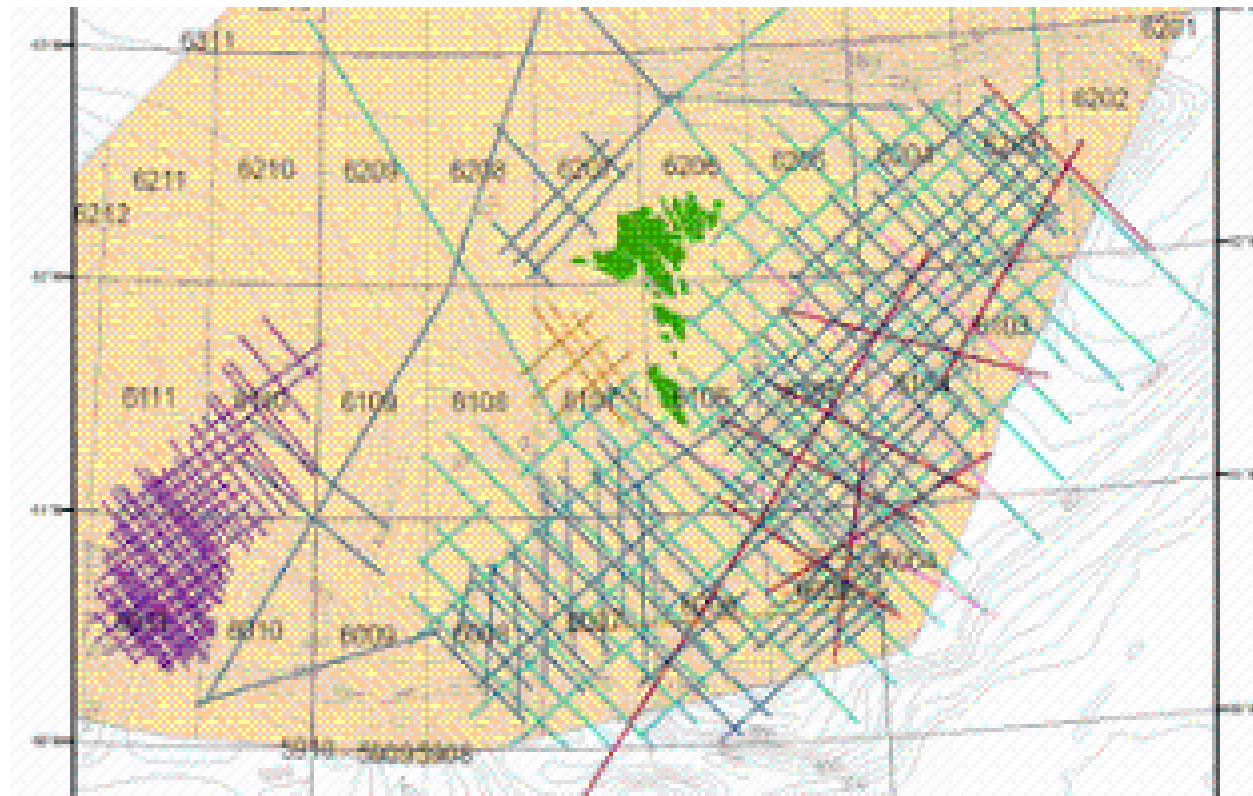
3. Types de sismique

Sismique 2D

La **sismique 2D** correspond à l'exploration de lignes sismiques individuelles

→ L'acquisition de chaque lignes est indépendantes des autres

→ Les **points de tir** et les **géophones** se situent sur la même ligne.

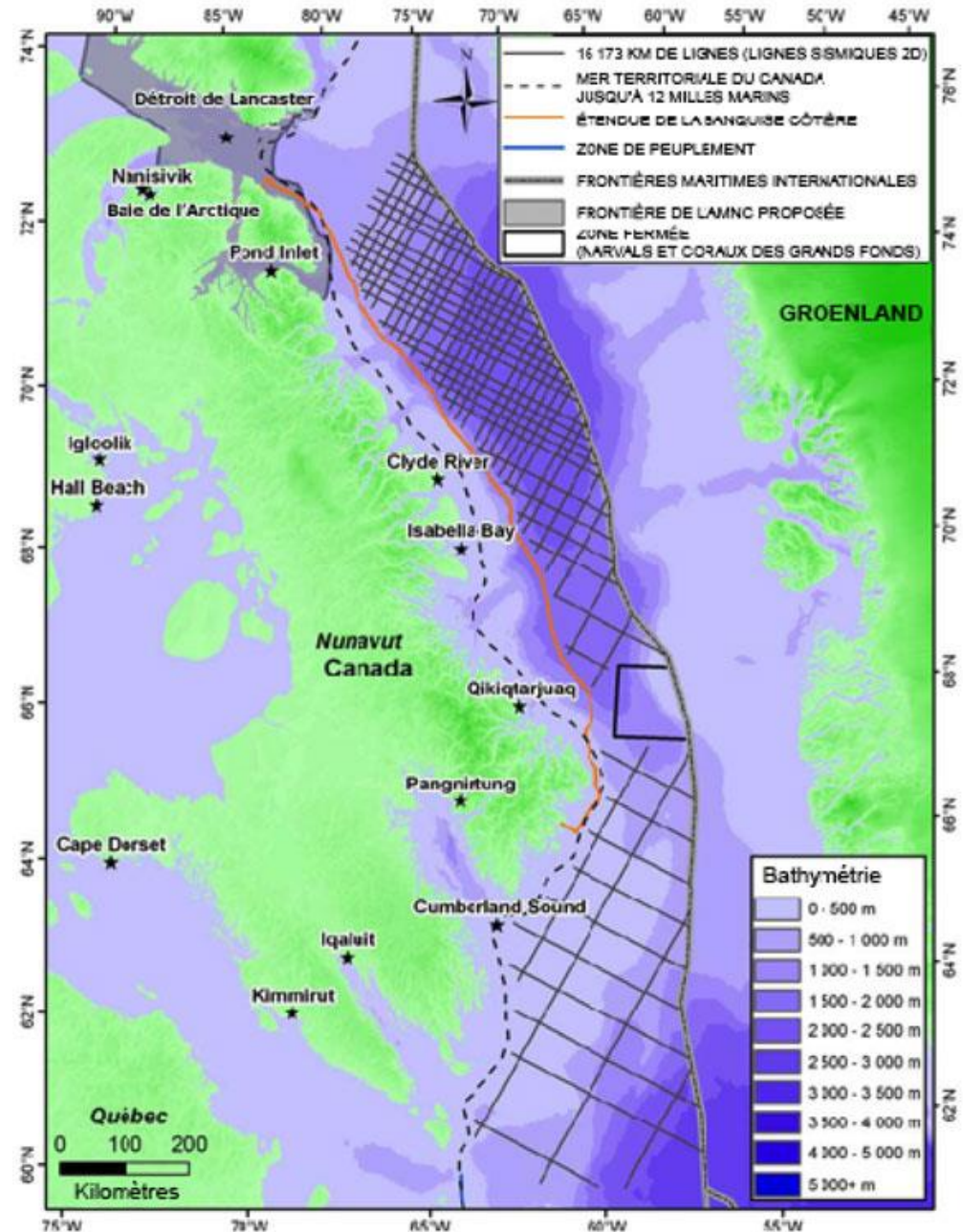


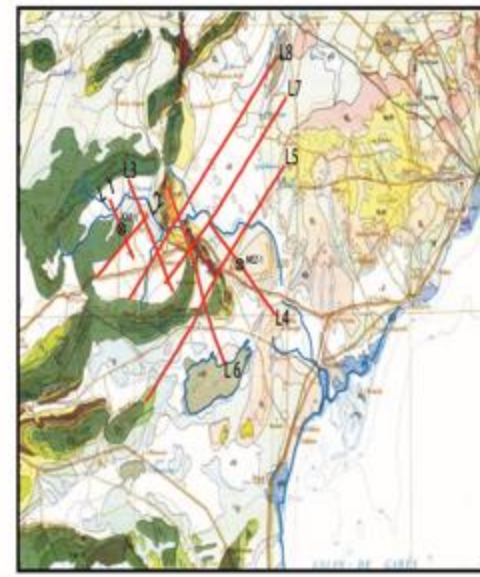
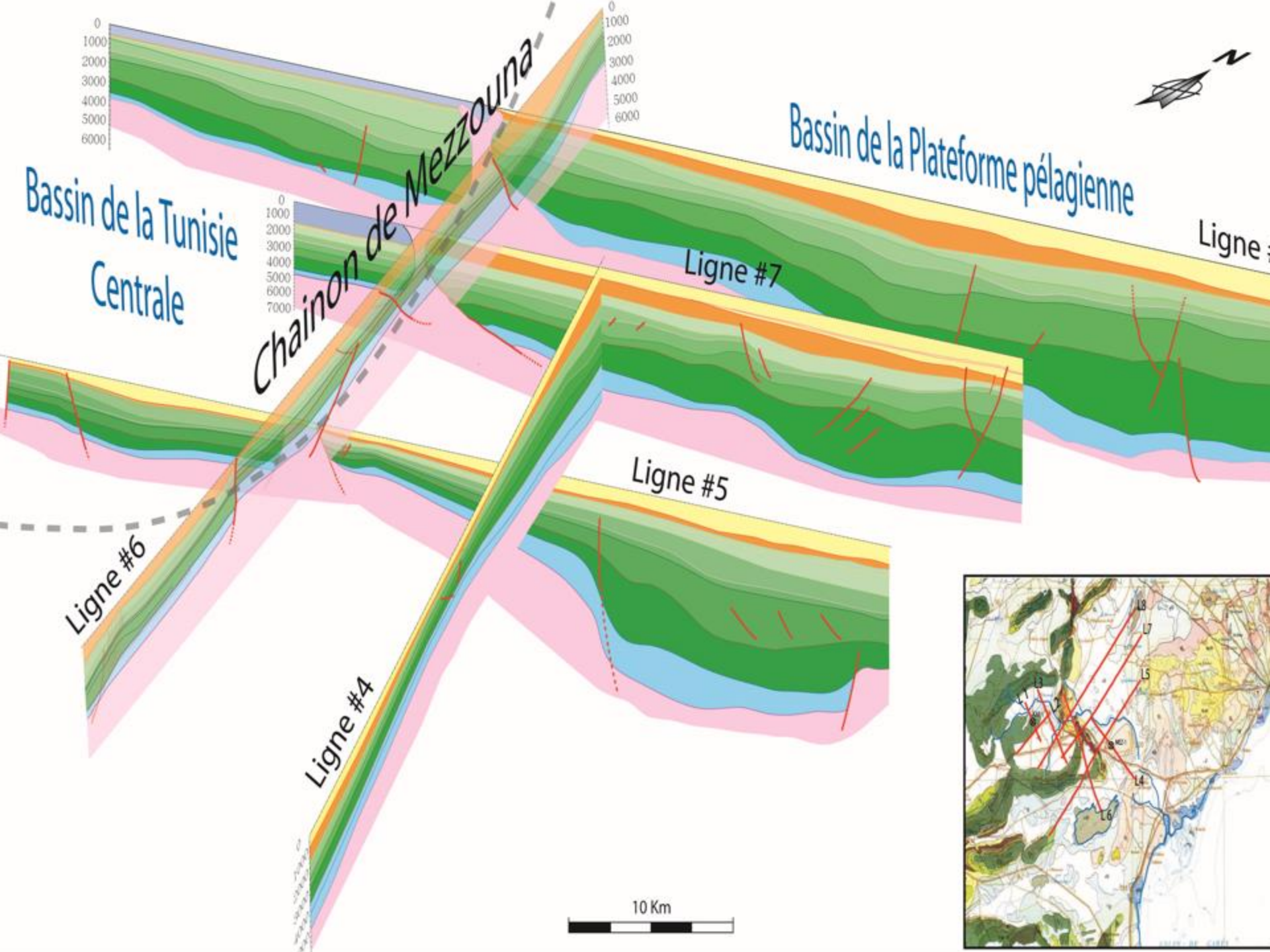
3. Types de sismique

Sismique 2D

Le plan de position des profils sismique couvre une surface traversé par des lignes à espacement +/- constant et le plus souvent **orthogonaux**.

L'espacement entre les ligne définie la **résolution spatiale** : corrélable avec la précision géométrique en profondeur.





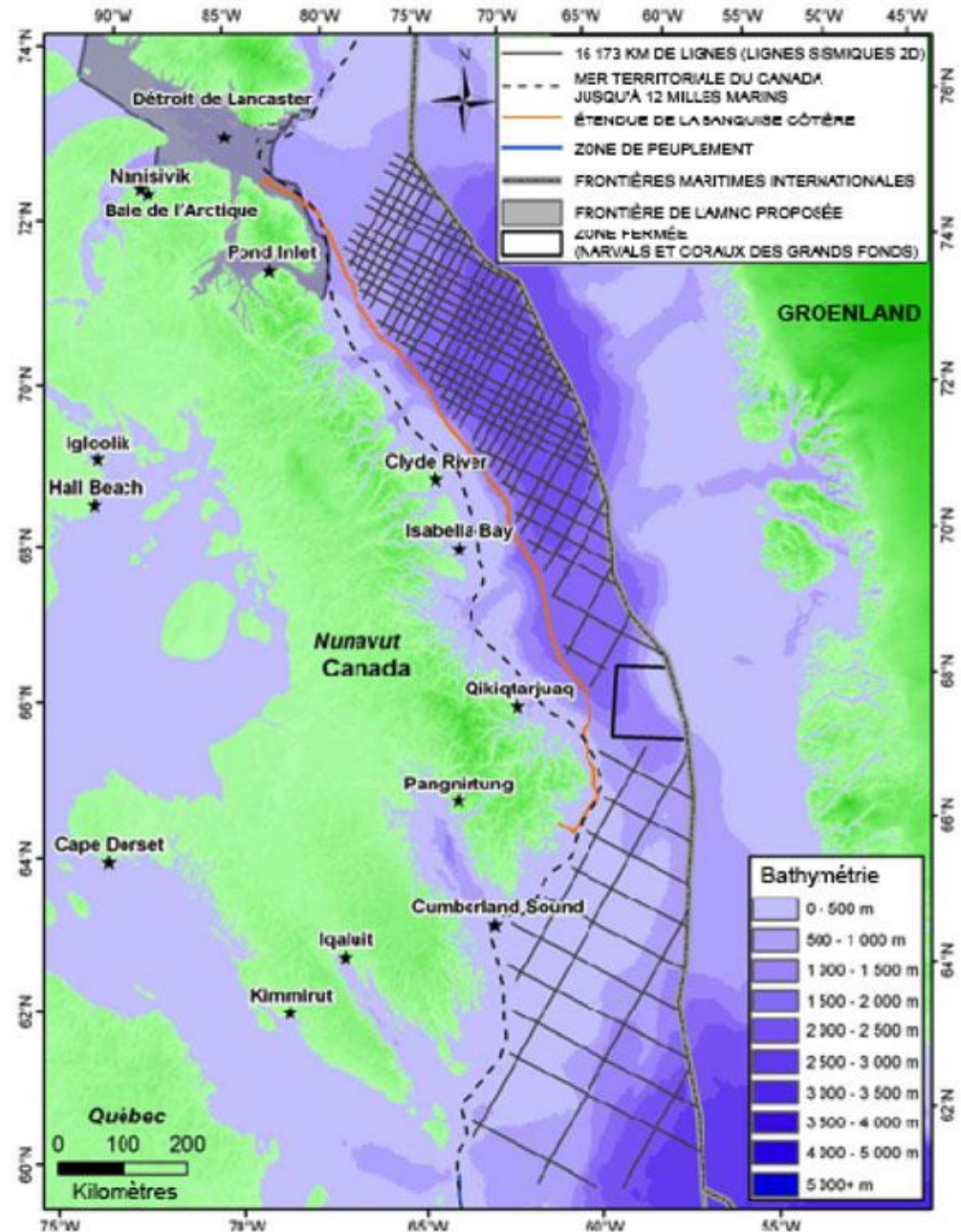
3. Types de sismique

Sismique 2D

La sismique 2D explore uniquement se qui existe sur les lignes.

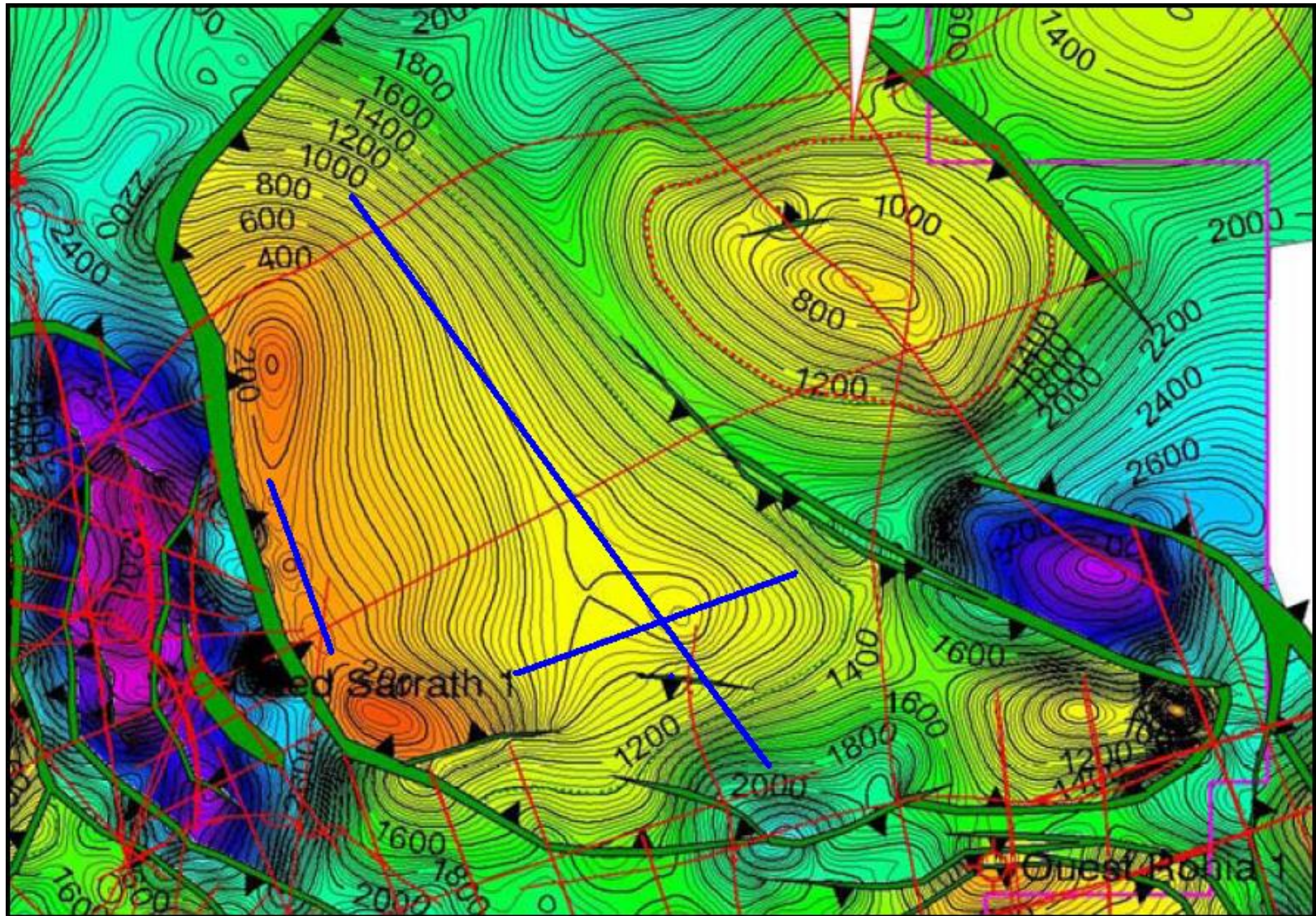
Ce type de sismique est adapté à l'exploration de vaste régions d'un bassin sédimentaire à la recherche de gisement potentiel à travers la localisation de **structures pièges** et leur classement en :

- Prospect (1^{er} ordre)
- Lead (2^{ème} ordre)



3. Types de sismique

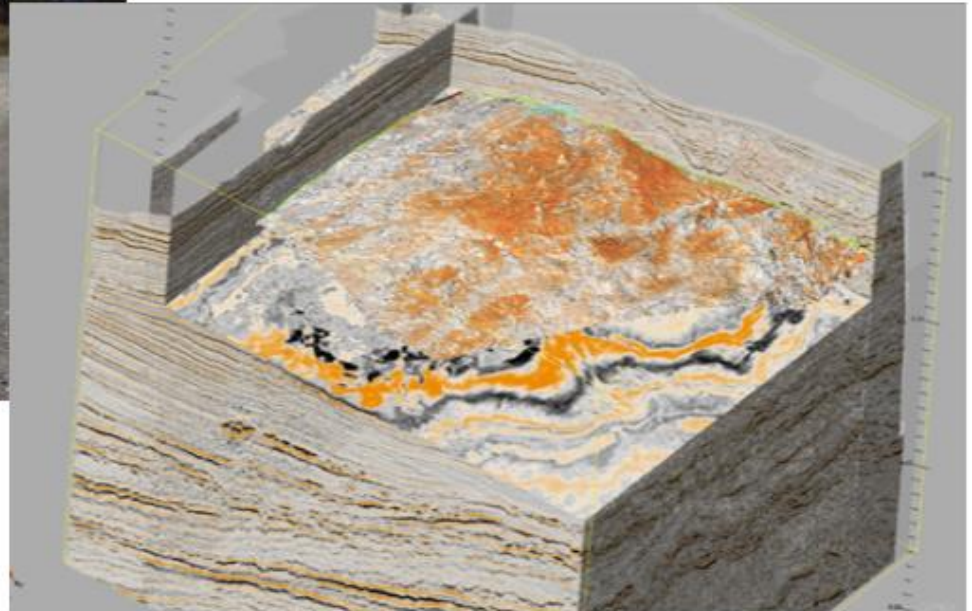
Sismique 2D



2. Types de sismique

Sismique 3D

Sismique 3D

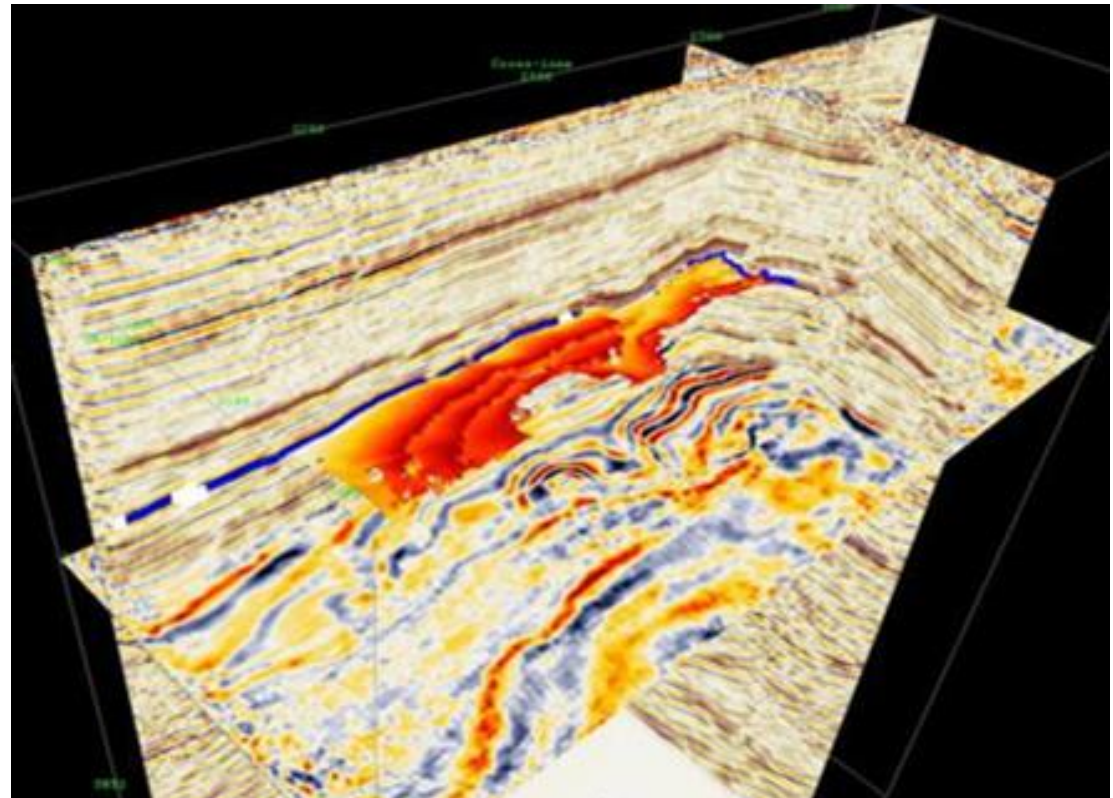


3. Types de sismique

Sismique 3D

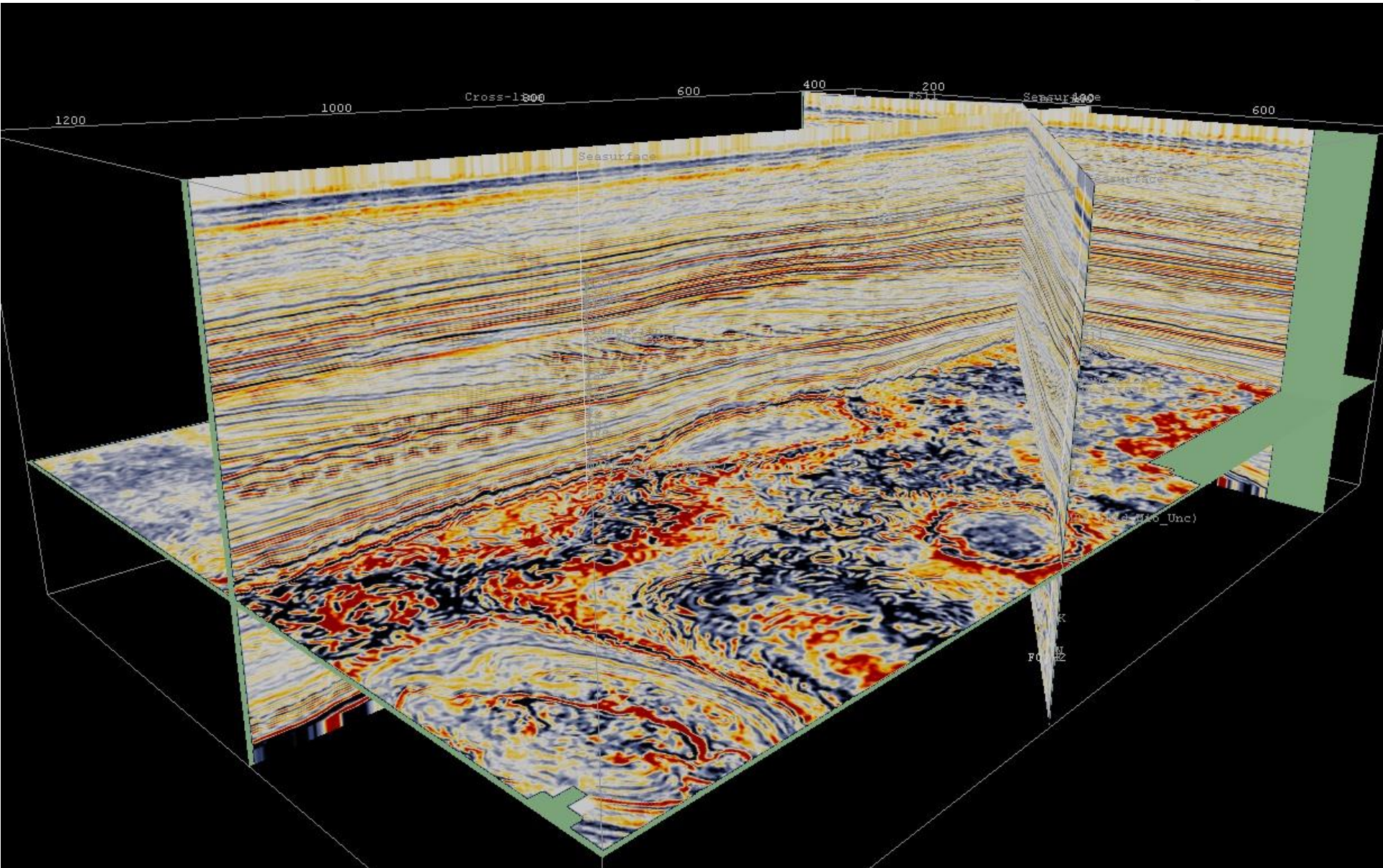
La sismique 3D correspond à l'exploration d'un **volume unitaire de roche** en même temps couvrant une surface.

→ Les géophones sont installée sur la surface à explorer et les points de tir parcourent cette surface selon le maillage et la résolution convenue.



3. Types de sismique

Sismique 3D



3. Types de sismique

Sismique 3D

La surface d'une campagne sismique 3D est divisée en compartiments ("bins"), qui généralement, ont 25 m x 25 m.

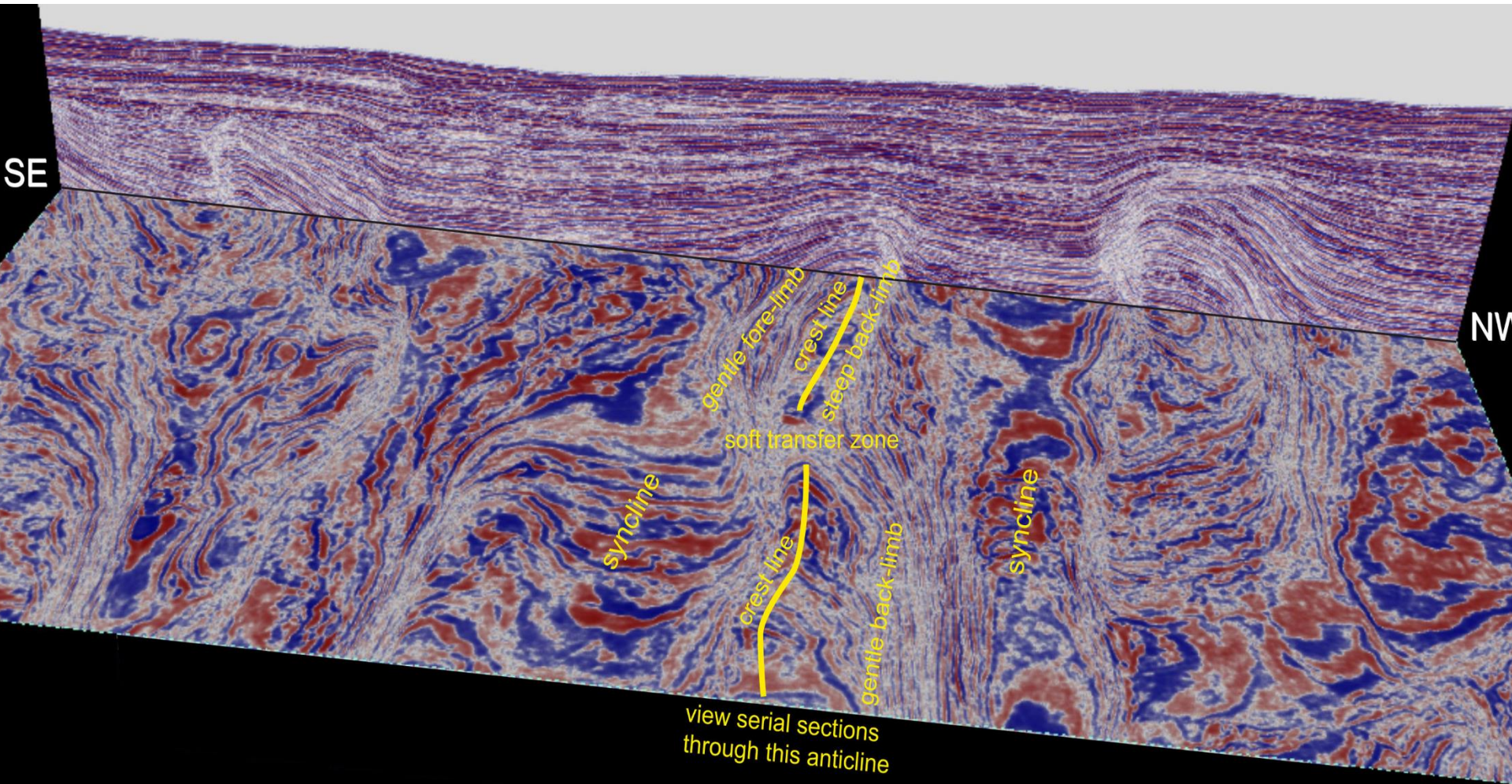
Les traces sismiques sont attribuées à des spécifiques compartiments en accord avec le point miroir moyen entre la source et le géophone, le point de réflexion ou le point de conversion.

Les compartiments sont déterminés en accord avec le point moyen commun, mais un traitement sismique plus sophistiqué permet d'autres types de compartimentation.

La qualité des données dépend du nombre de traces additionnées.

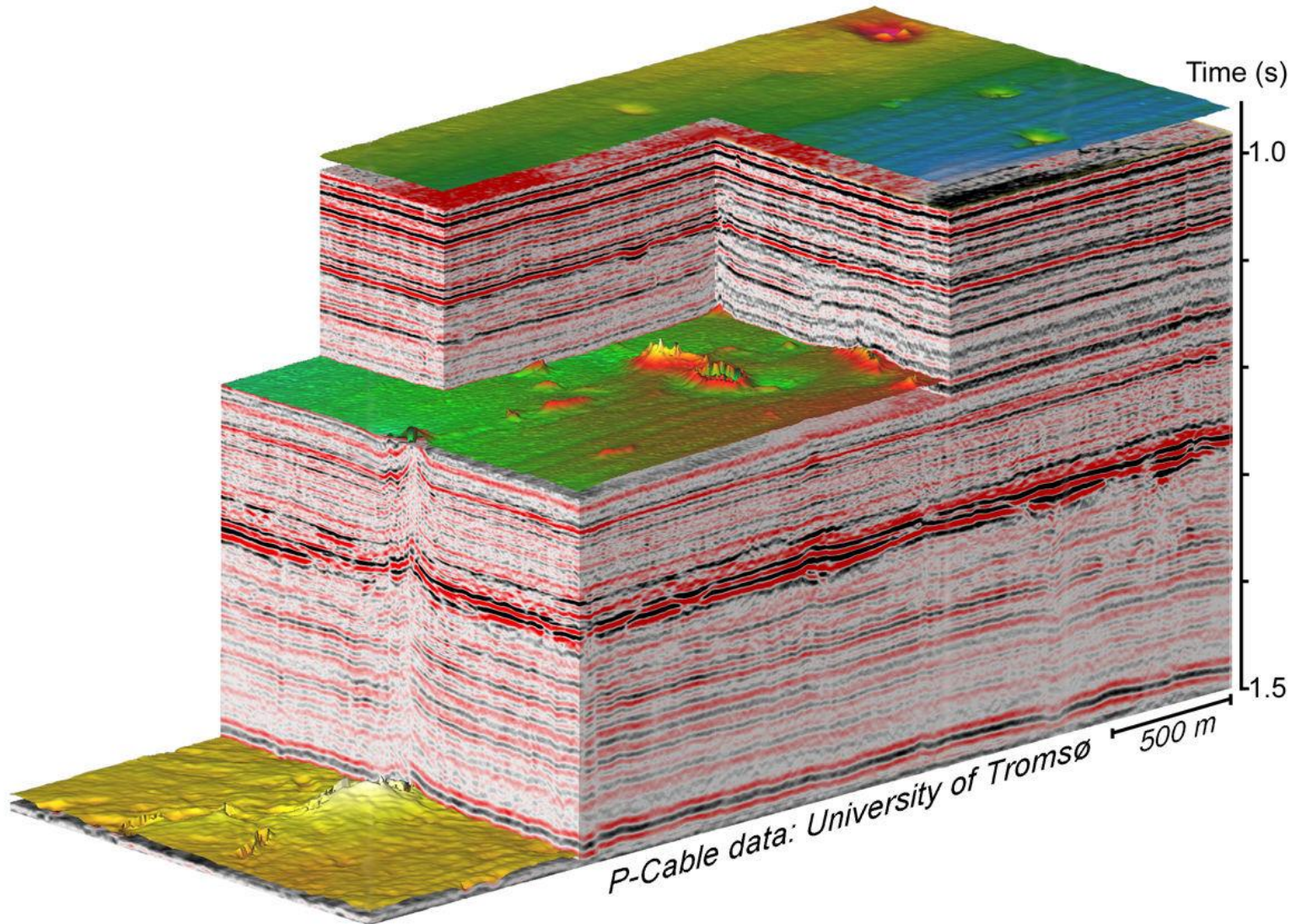
3. Types de sismique

Sismique 3D



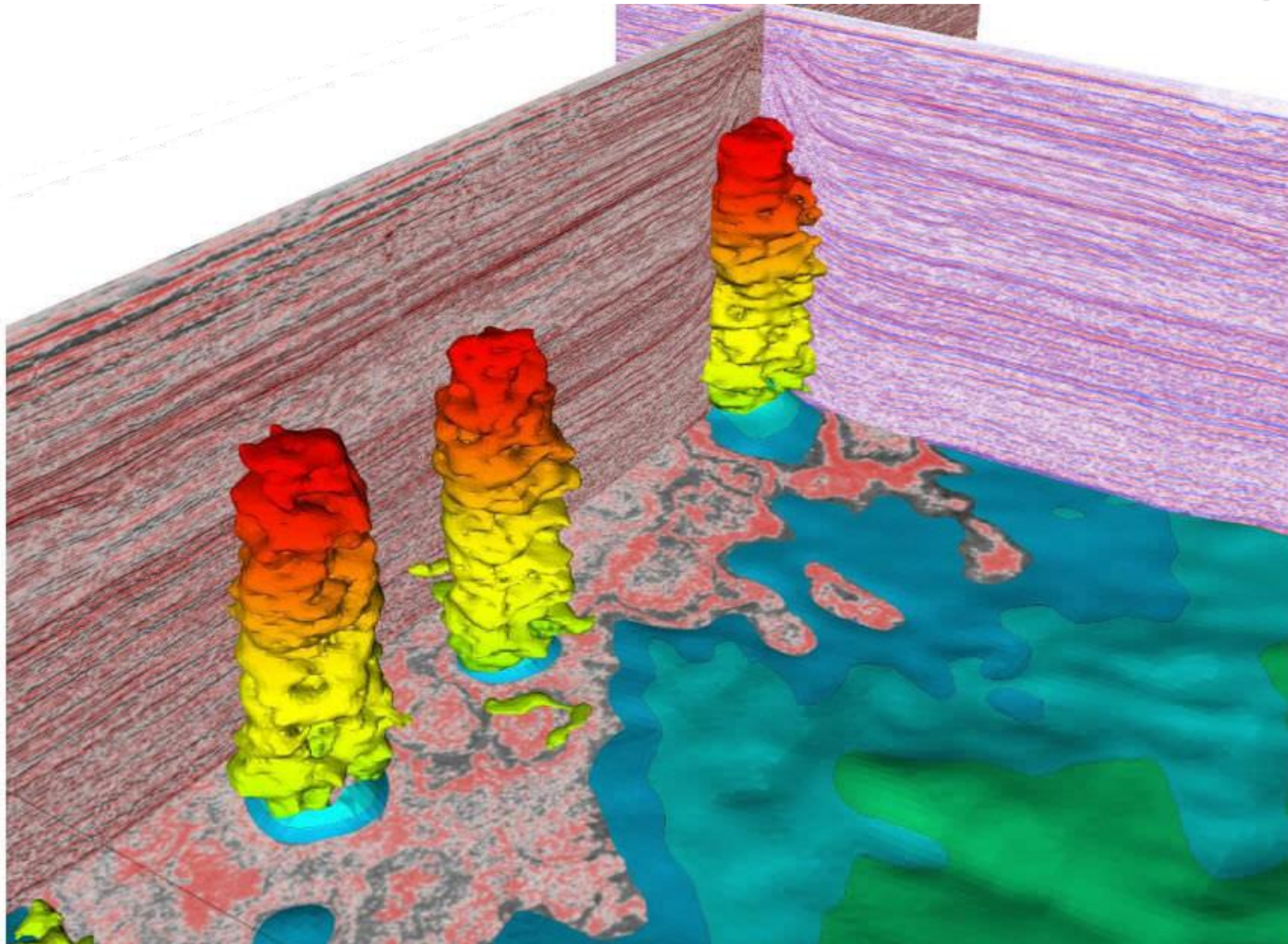
3. Types de sismique

Sismique 3D



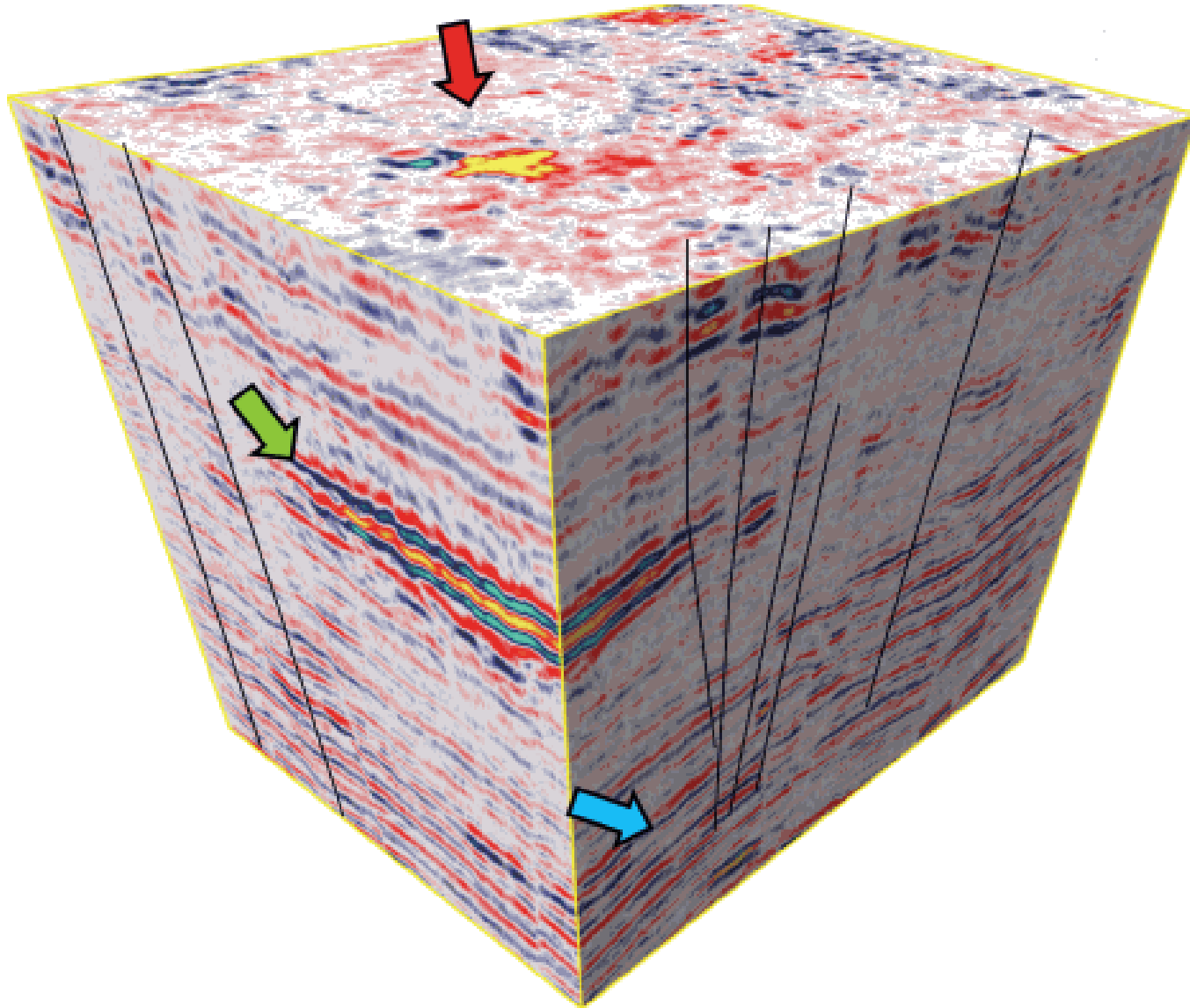
3. Types de sismique

Sismique 3D



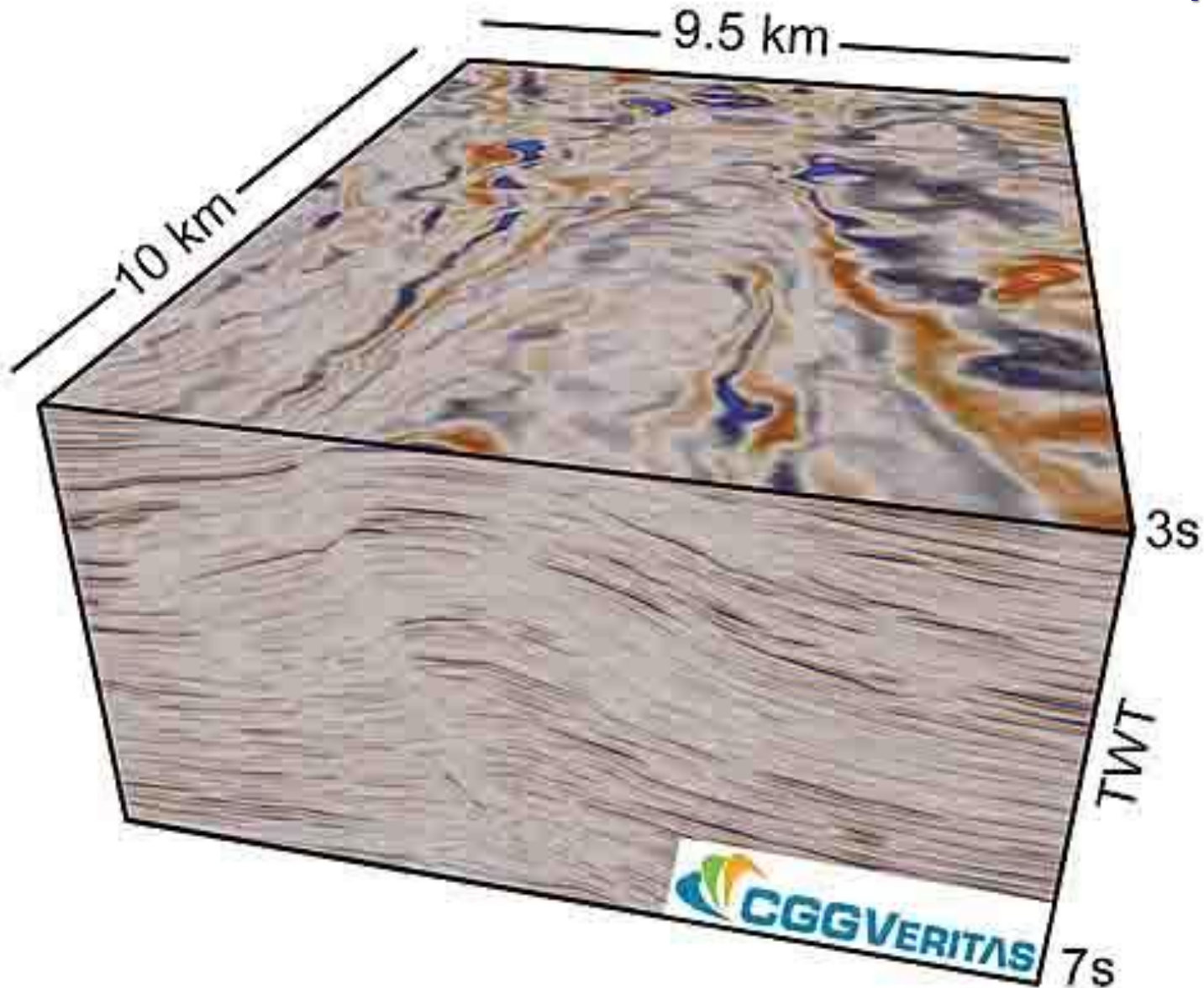
3. Types de sismique

Sismique 3D



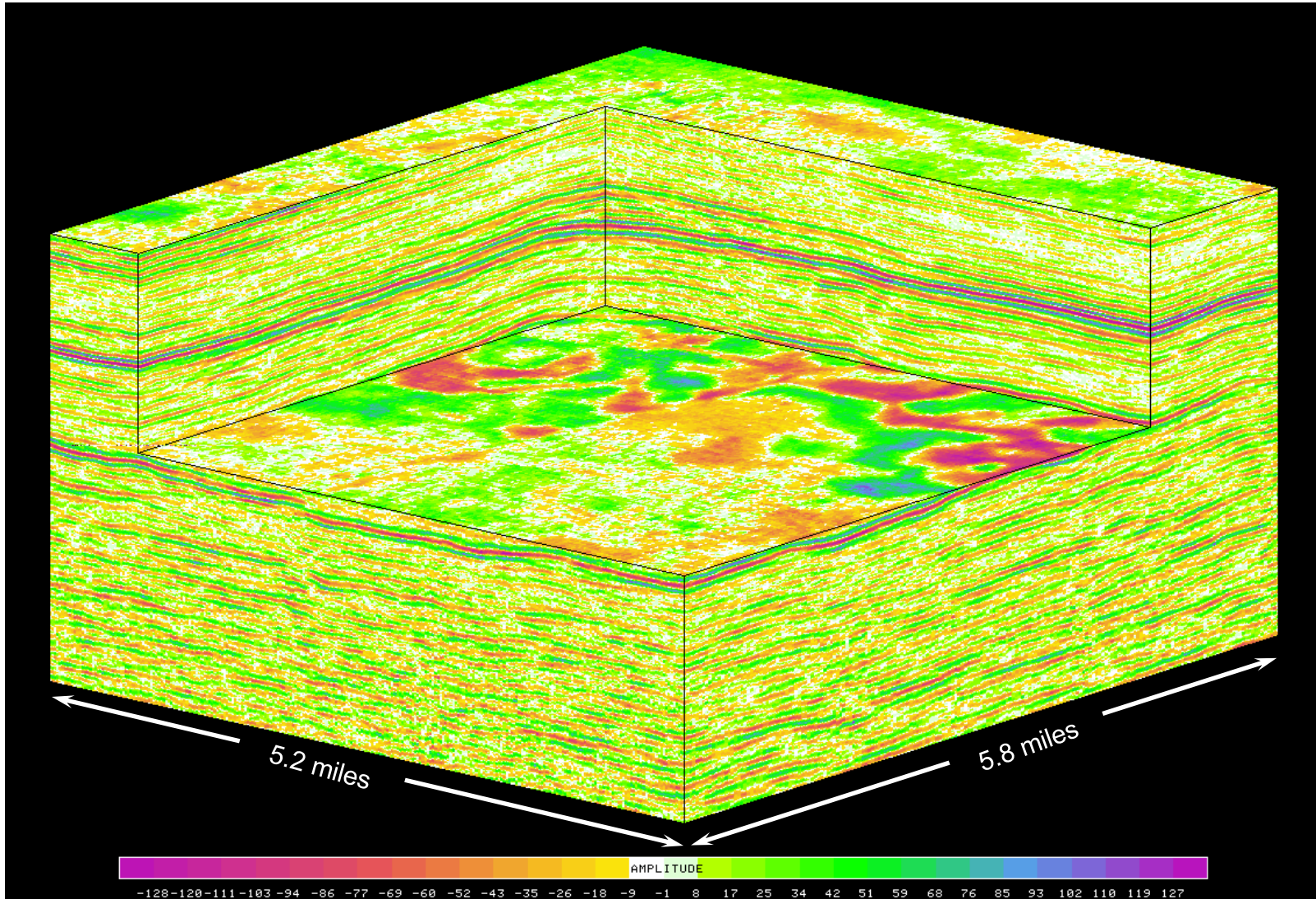
3. Types de sismique

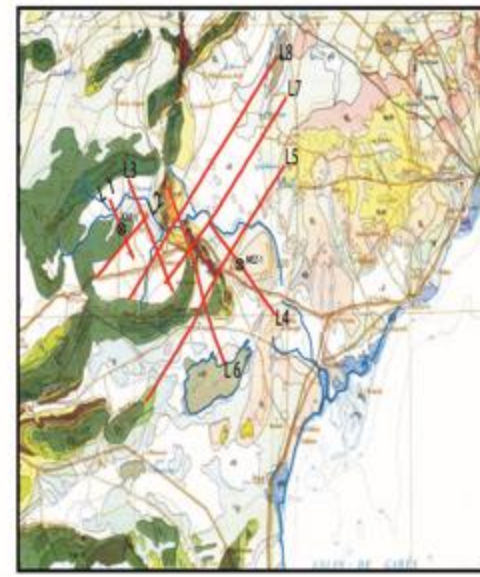
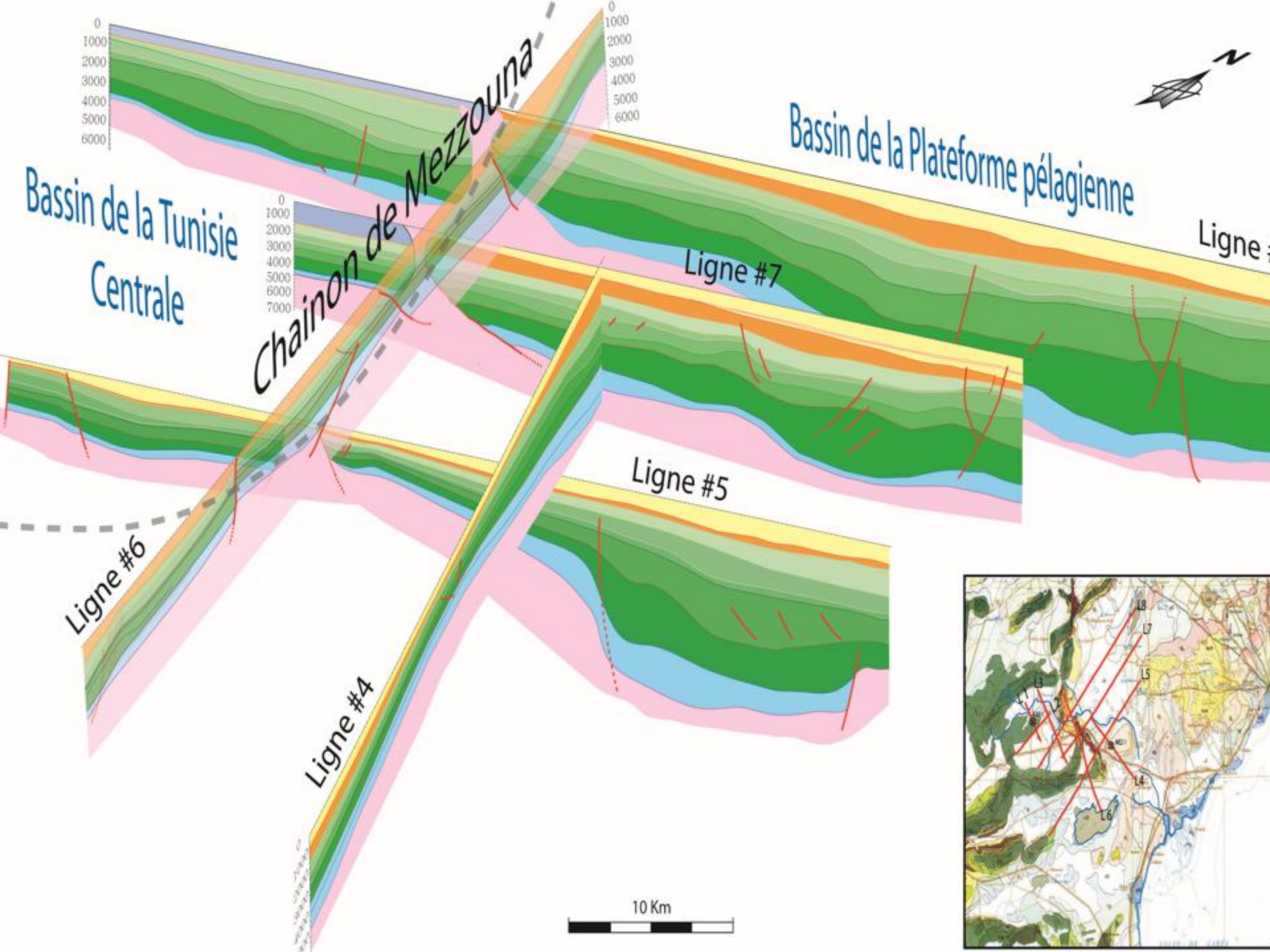
Sismique 3D



3. Types de sismique

Sismique 3D





3. Types de sismique

Sismique 3D

La série de données résultante peut être coupée en importe quel direction.

→ La **sismique 3D** donne des informations plus correctes que ceux construits avec les lignes **sismiques 2D**, qui étant plus espacées requièrent plus d'interpolations. Les données 3D fournissent des informations détaillées sur la géométrie des failles et structures.

L'utilisation de l'ordinateur (impérative) dans l'interprétation et présentation permet une analyse plus critique que celles faites sur des données 2D.

→ Quand on augmente la quantité et la qualité des données sismiques, les connaissances des interpréteurs doit, aussi, augmenter : une sismique 3D peut résoudre un certain nombre de problèmes, à condition que le géologue (l'interpréteur) sait, à priori, ce qu'il cherche.

3. Types de sismique

Sismique 4D

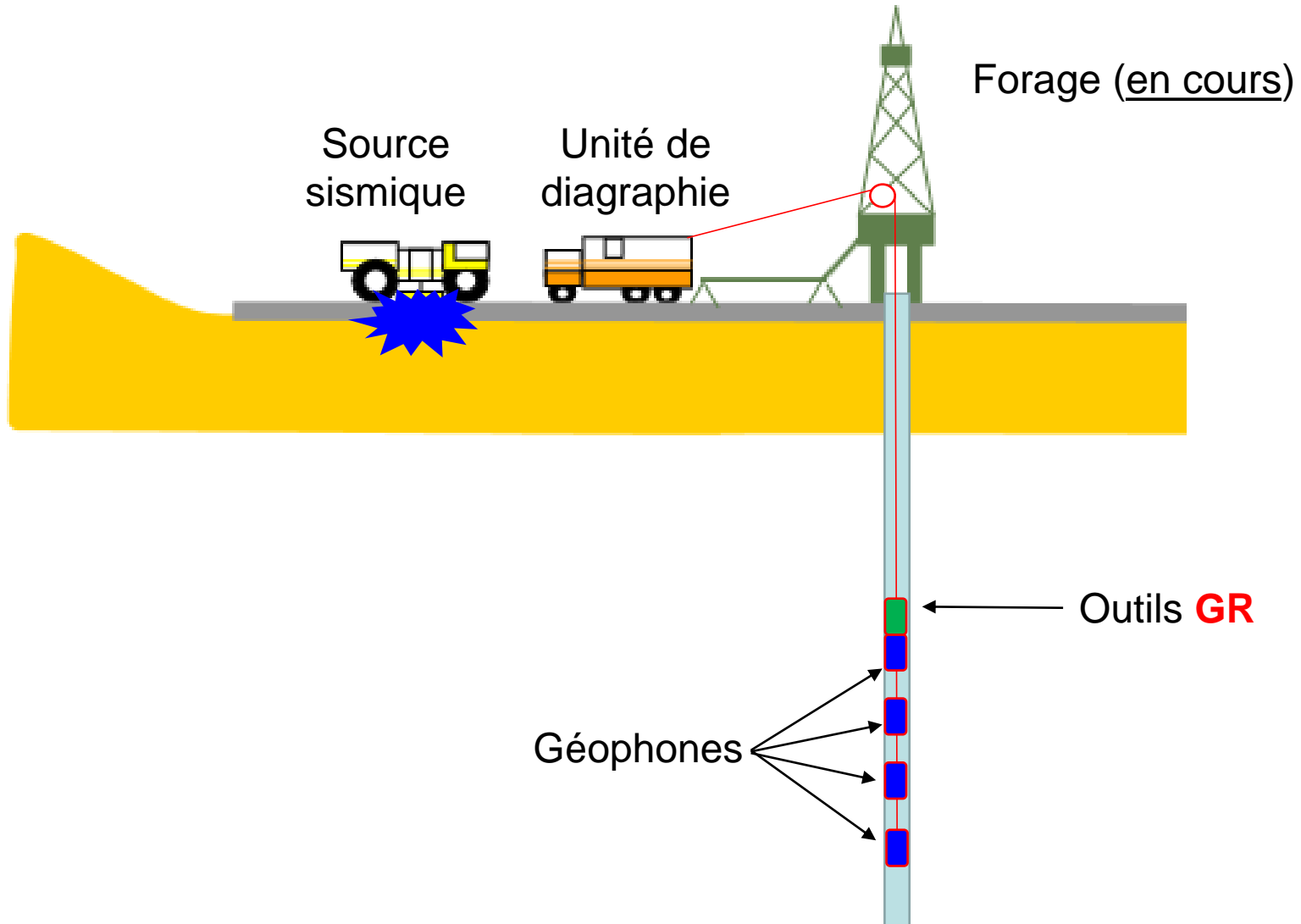
- La **sismique 4D** donne des informations Temps acquis par, au moins, deux campagnes de **sismique 3D** tirés à 2 périodes différentes.
- La **sismique 4D** est actuellement en exploitation en offshore, spécialement dans le golfe de Mexique, où l'acquisition est de très bonne résolution.

Cette bonne résolution permet de détecter d'éventuel évolution dans les **contacts Gaz/huile** ou **Gaz/eau** pour une évaluation plus objectives des réserves en place.

La **sismique 4D** permet d'explorer les phénomènes dynamiques

3. Types de sismique

Profil Sismique Verticale « Sismique 1D »

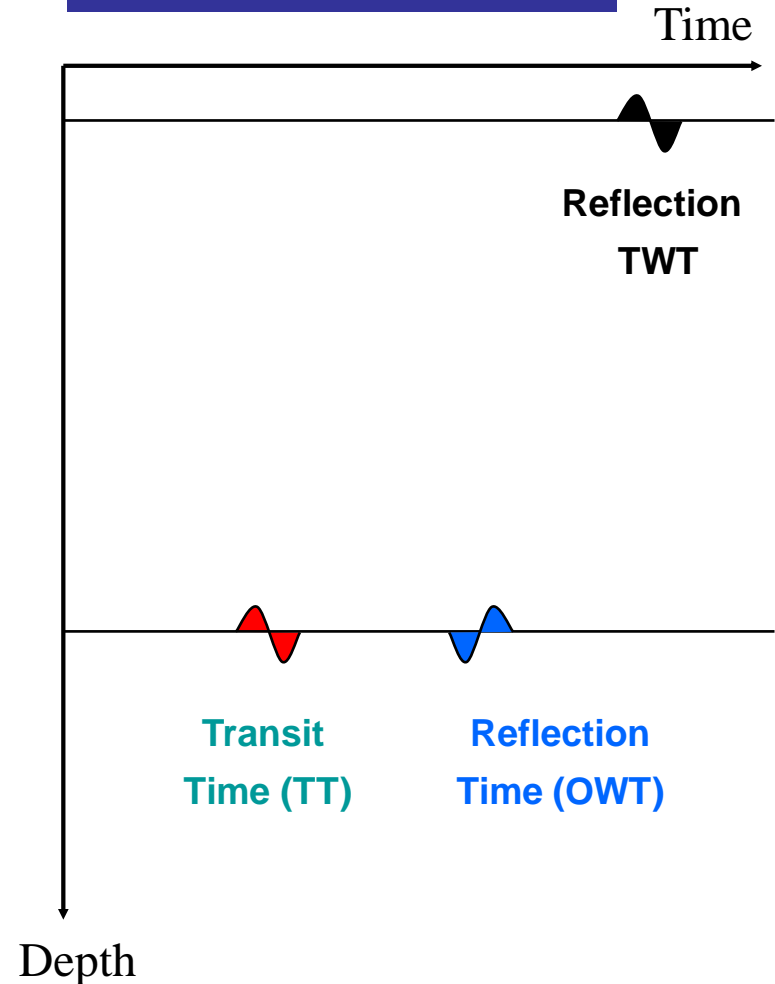
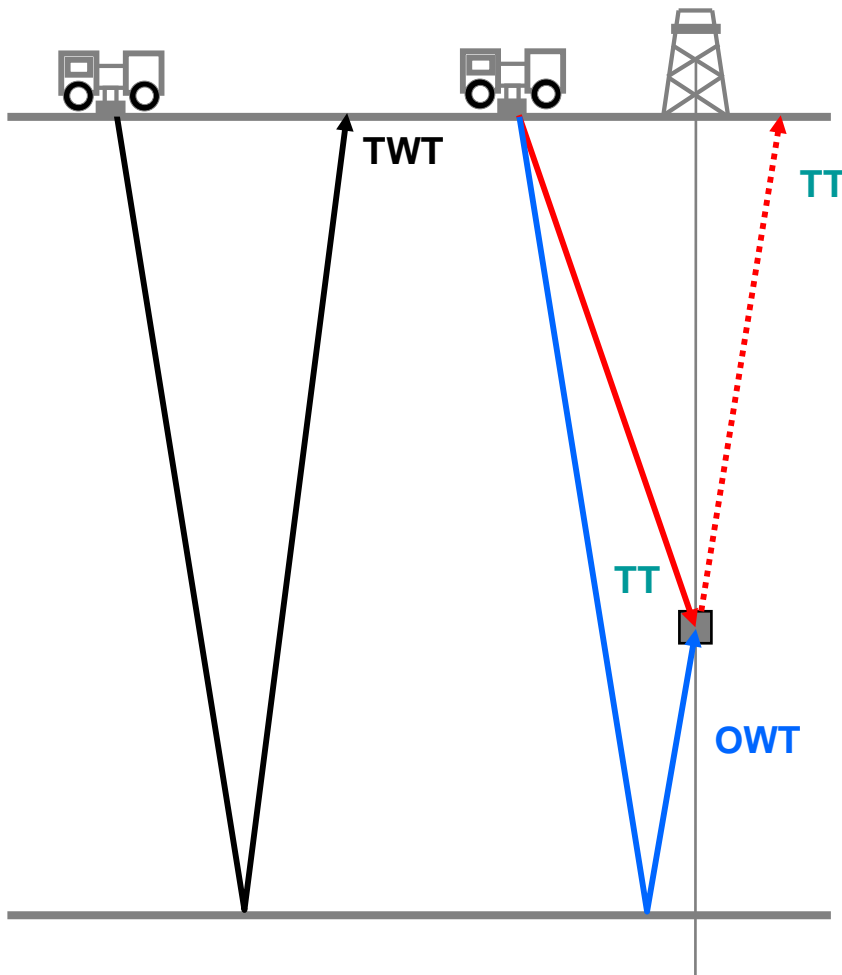


One-Way Time vs. Two Way Time

Surface Seismic

VSP

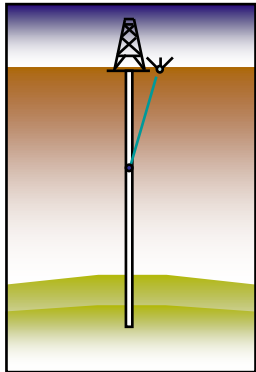
$$TWT = OWT + TT$$



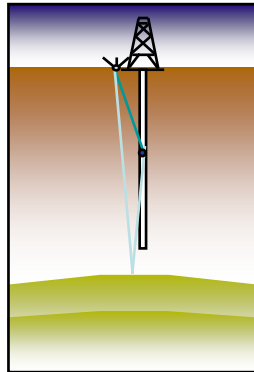
3. Types de sismique

Types de VSP:

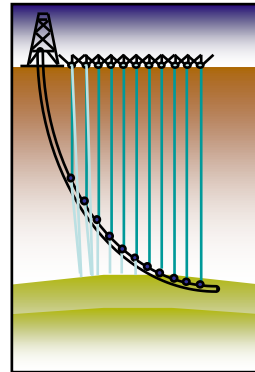
Profil Sismique Verticale « Sismique 1D »



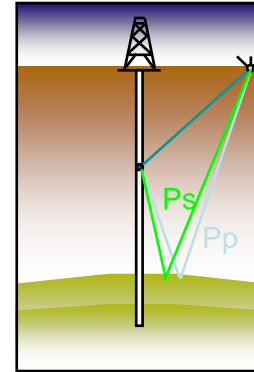
CHECKSHOT



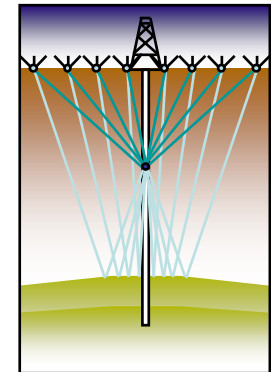
ZERO OFFSET



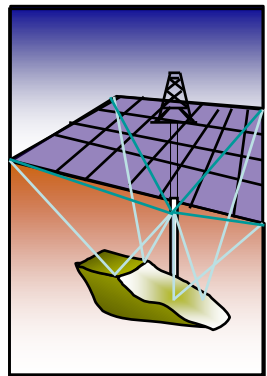
WALKABOVE



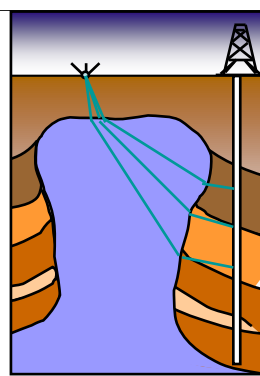
OFFSET



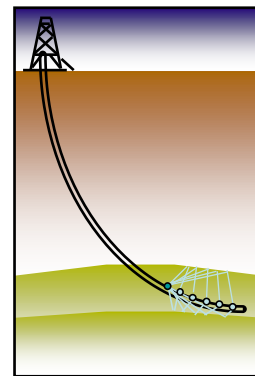
WALKAWAY



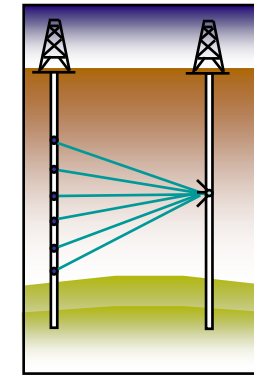
3D VSP



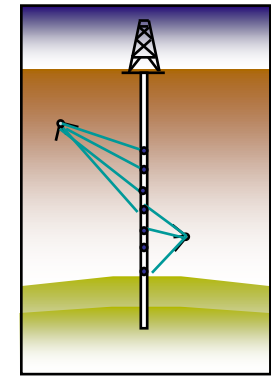
SALT PROX



SINGLE WELL



CROSS WELL



PASSIVE MONITORING

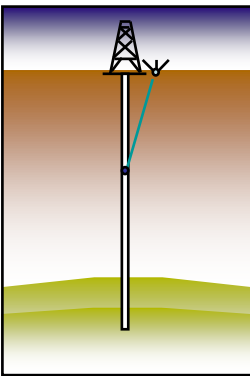
2D

3D

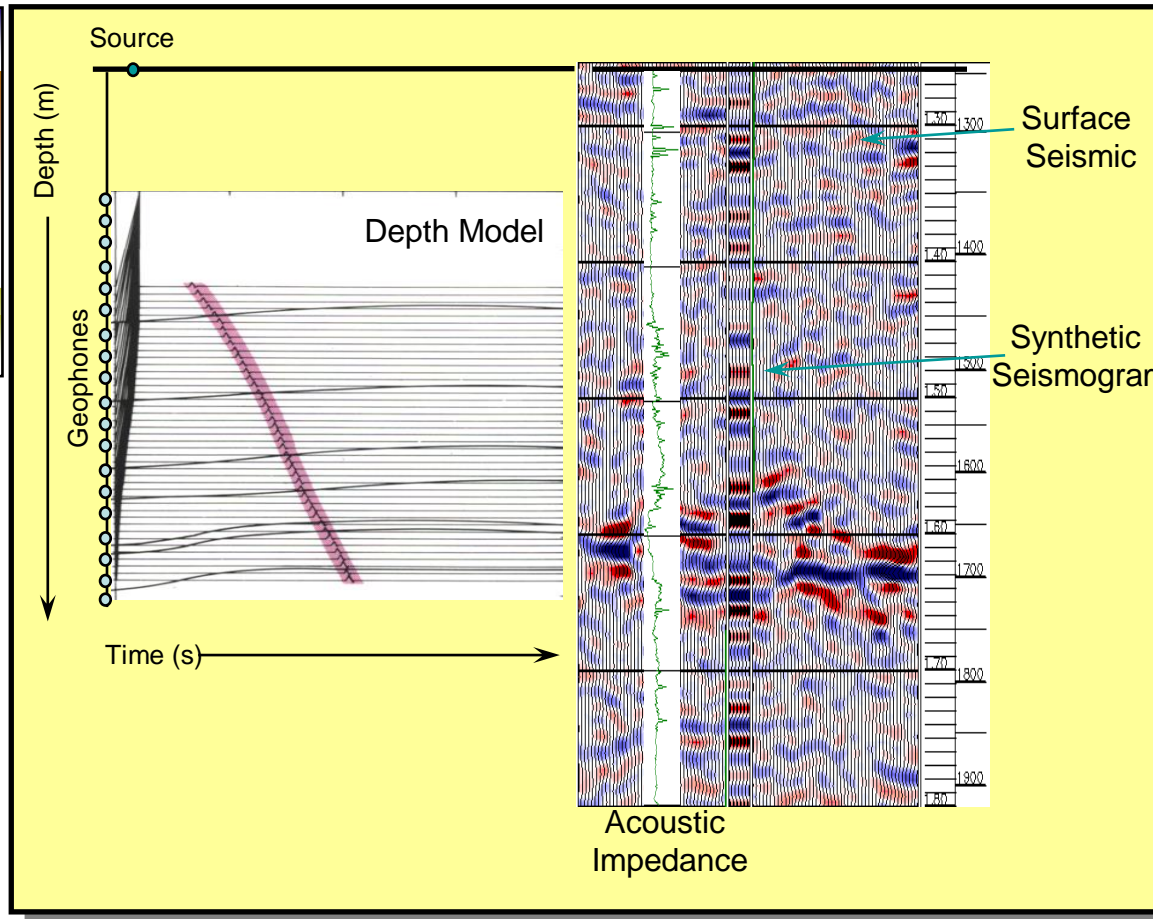
3. Types de sismique

Profil Sismique Verticale « 1D »

Types de VSP:



CHECK SHOT



Formation Travel Times

Formation Velocities

Depth-Velocity Model Inputs

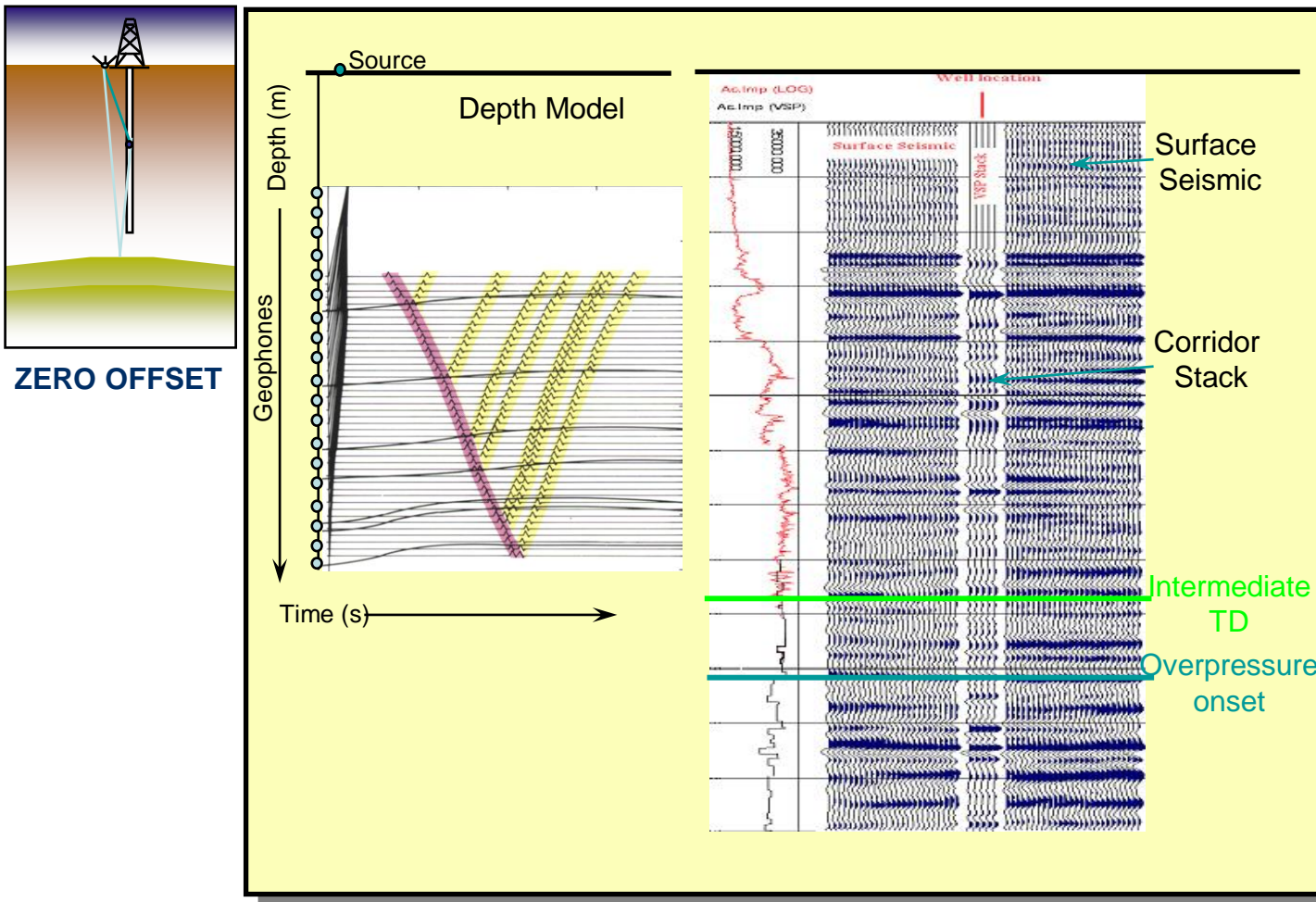
Surface Seismic Correlation

Wavelet Processing

3. Types de sismique

Types de VSP:

Profil Sismique Verticale « 1D »



As for Check shot survey

Independent Pp & Ps Seismic answer at the well

Multiple Pattern Identification

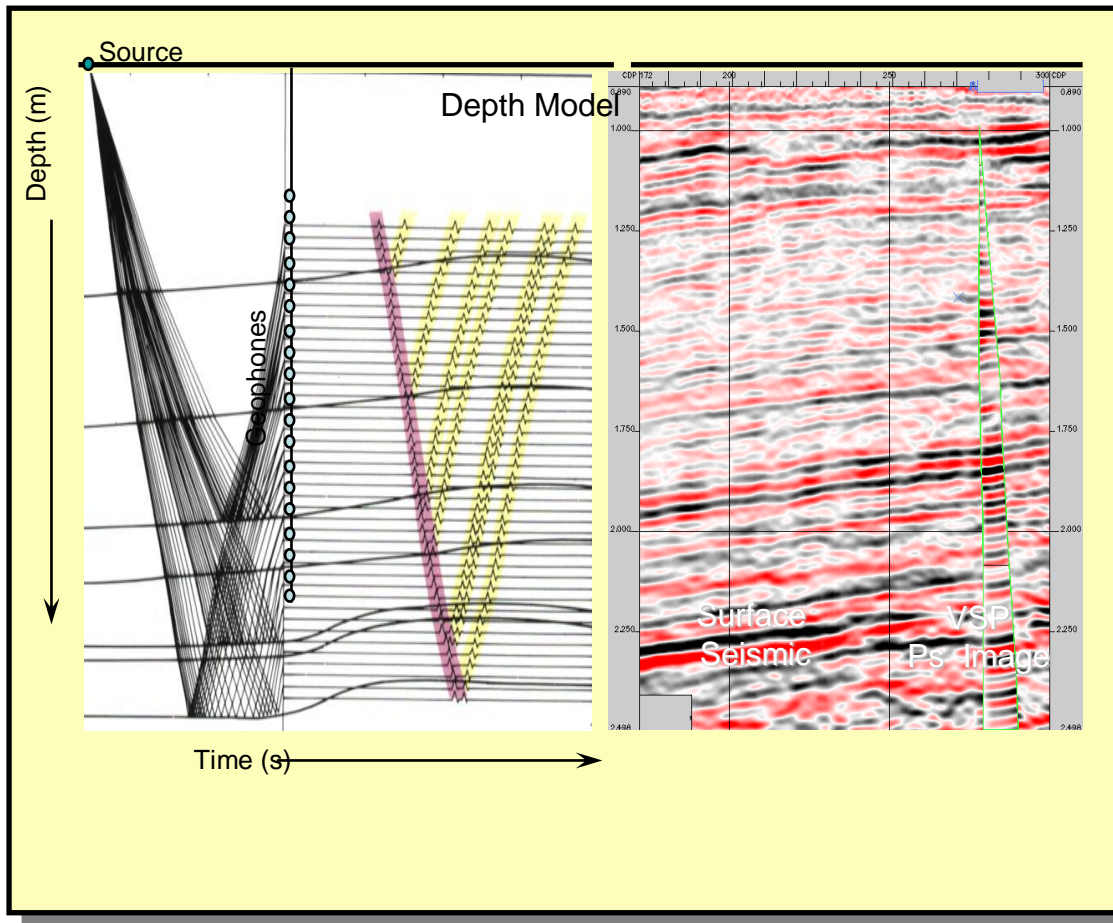
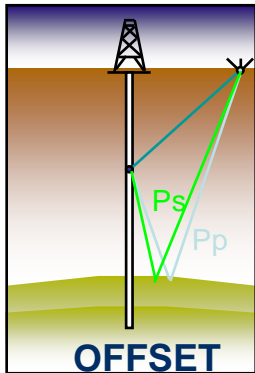
Over-pressure Zone Prediction

...

3. Types de sismique

Profil Sismique Verticale « 2D »

Types de VSP:



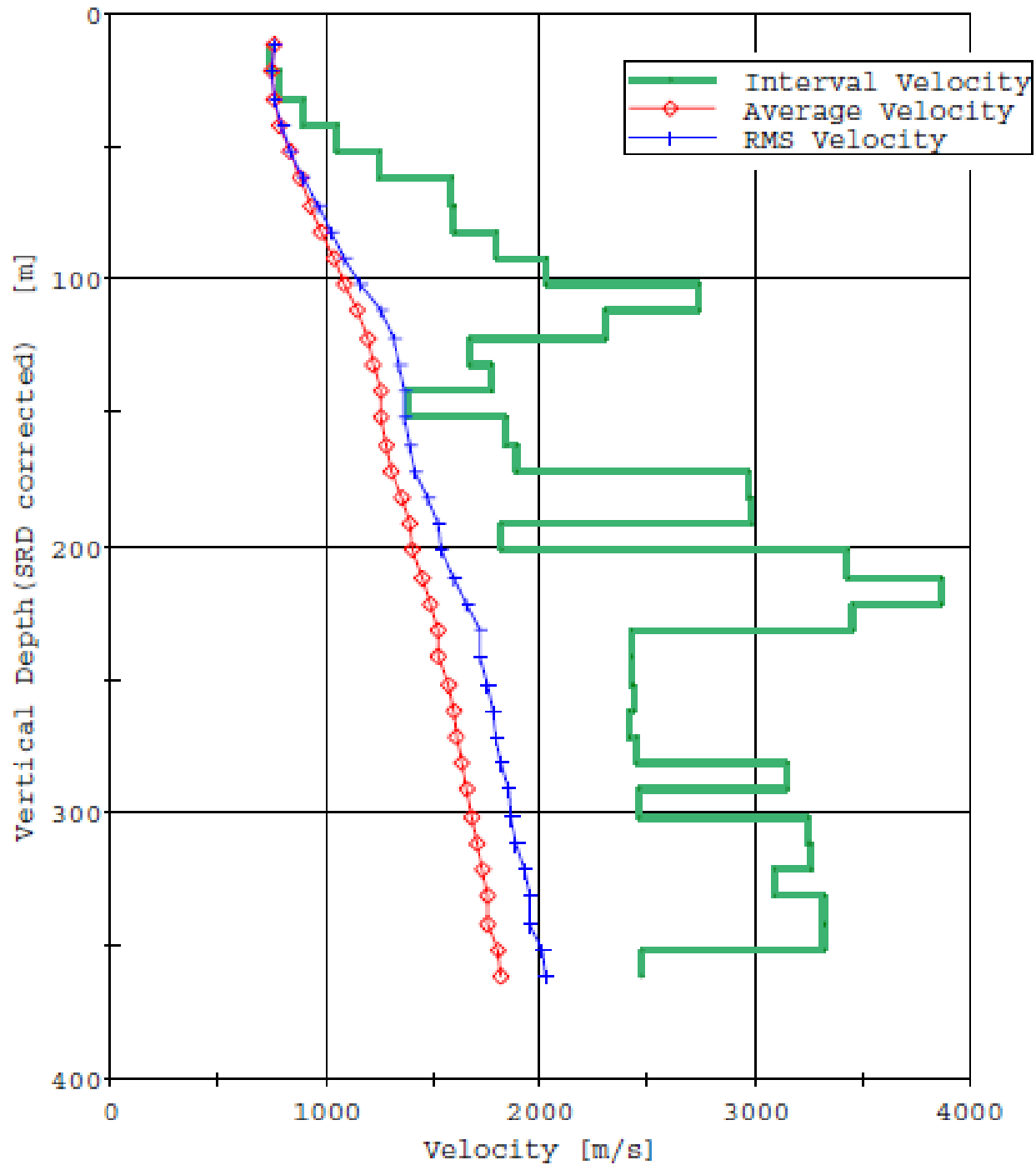
Surface Seismic Correlation

Fault and Dip Identification

Compressional & Shear imaging

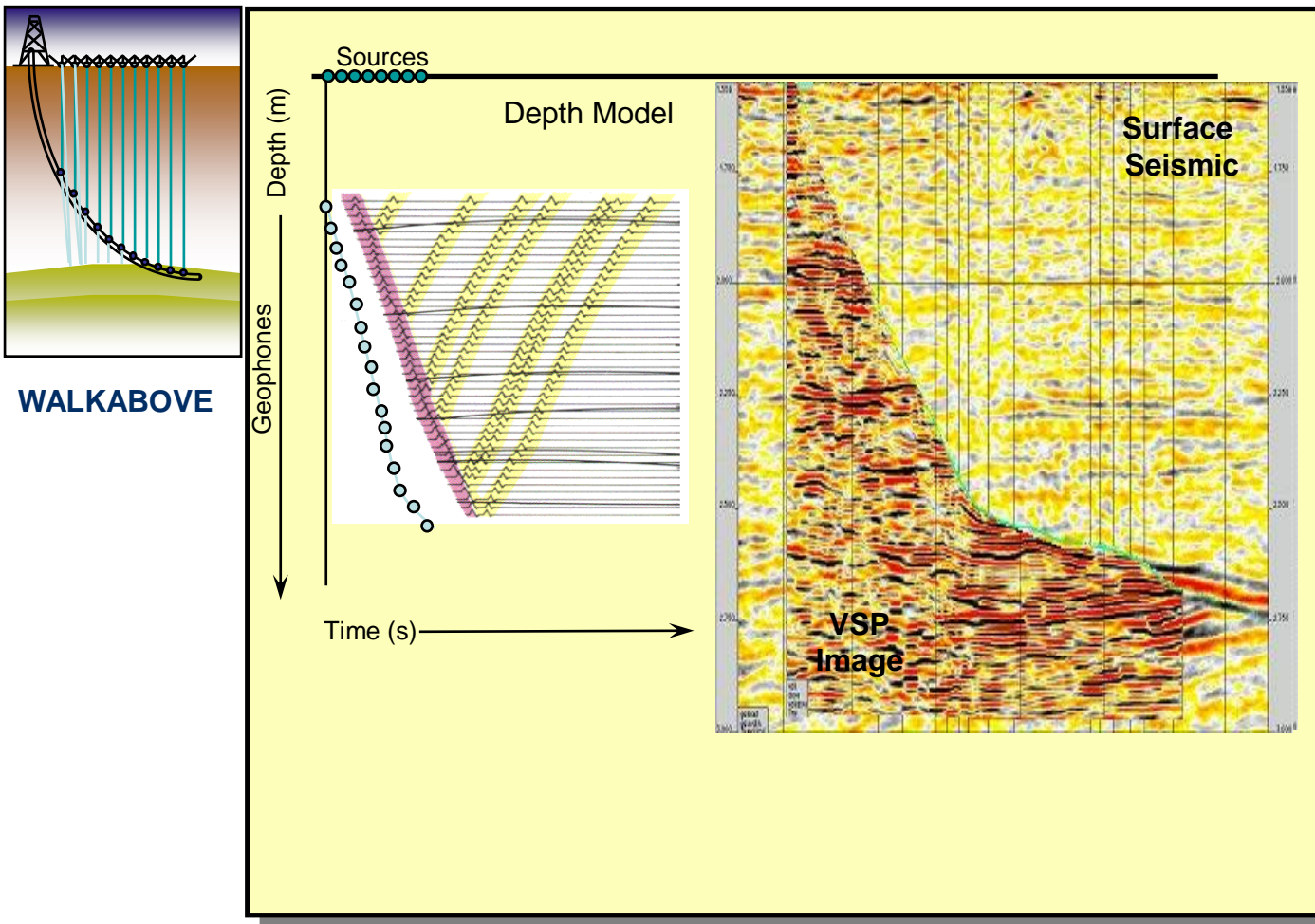
Compressional & Shear velocity

Surface Seismic Survey Design



3. Types de sismique

Profil Sismique Verticale « 2D »



As for Checkshot survey

Independent Pp & Ps Seismic answer beneath the well

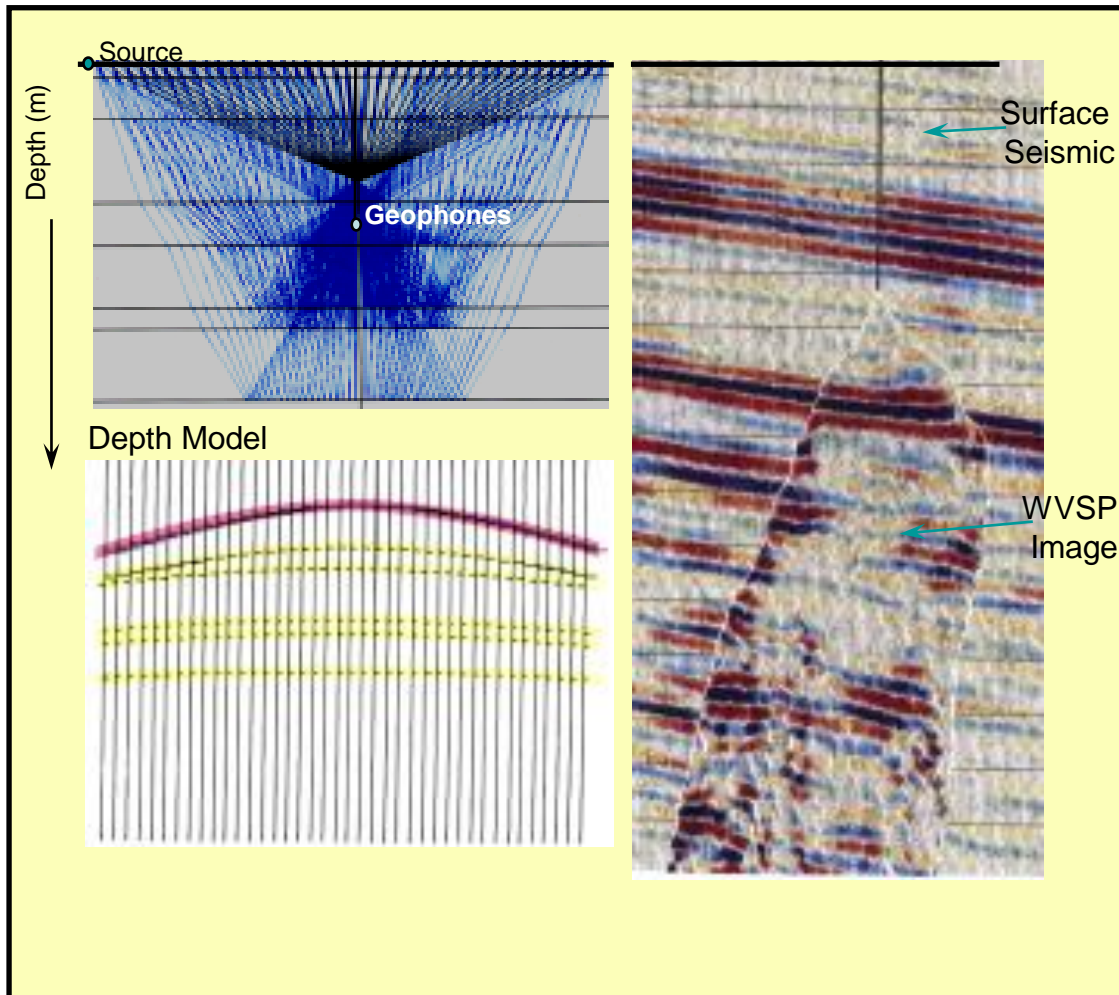
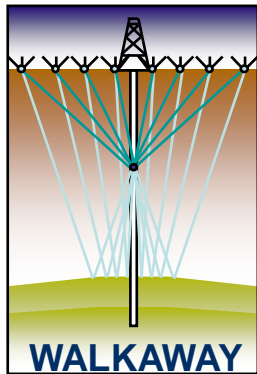
Multiple Pattern Identification

Fault and Dip Identification

...

3. Types de sismique

Profil Sismique Verticale « 2D »



Surface Seismic Correlation

Fault and Dip Identification

Compressional & Shear imaging

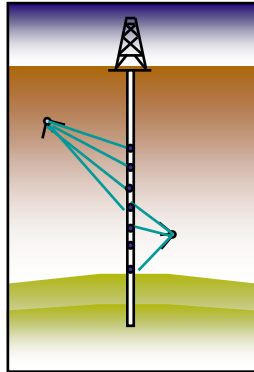
Compressional & Shear velocity

Azimuthal Anisotropy

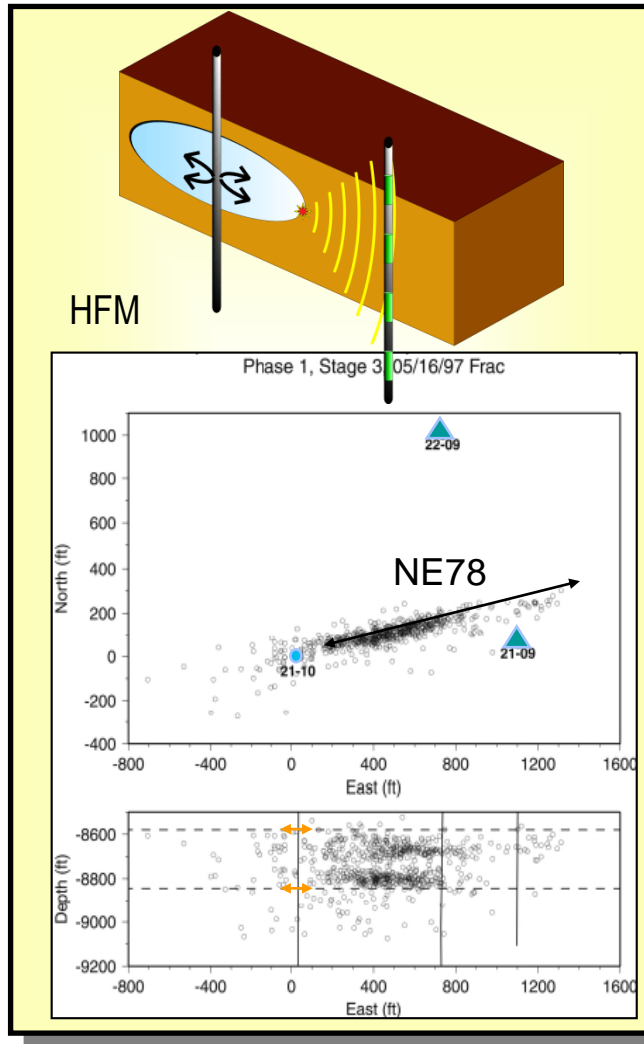
Surface Seismic Survey Design

3. Types de sismique

Profil Sismique Verticale « 2D »



**PASSIVE
MONITORING**



Reservoir characterization and monitoring

- Fault structures
- Compartmentalization / flow channels
- Flow anisotropy
- RT monitoring of fluid/pressure fronts
- Targeting new injector/producer wells
- High frequency imaging

Environmental monitoring

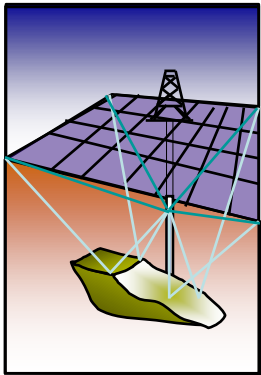
- Hydro fracture monitoring (HFM)
- Waste disposal

Health and Safety

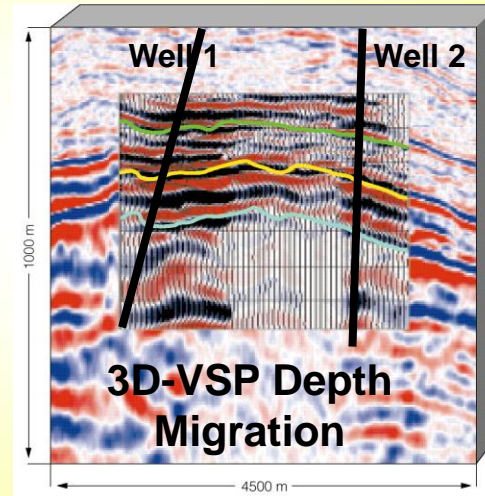
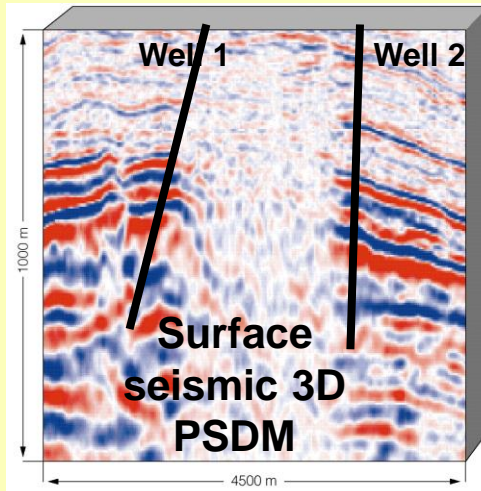
- Borehole stability
- Well collapse
- Subsidence

3. Types de sismique

Profil Sismique Verticale « **3D** »



3D VSP



Very High **3D**
Sub-Surface
Imaging Resolution

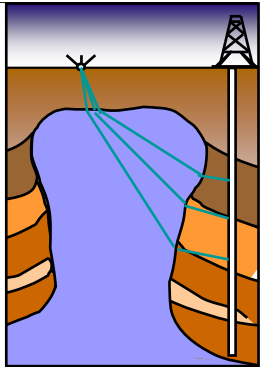
Obscured areas

All Walkaway
applications
in a 3D sense

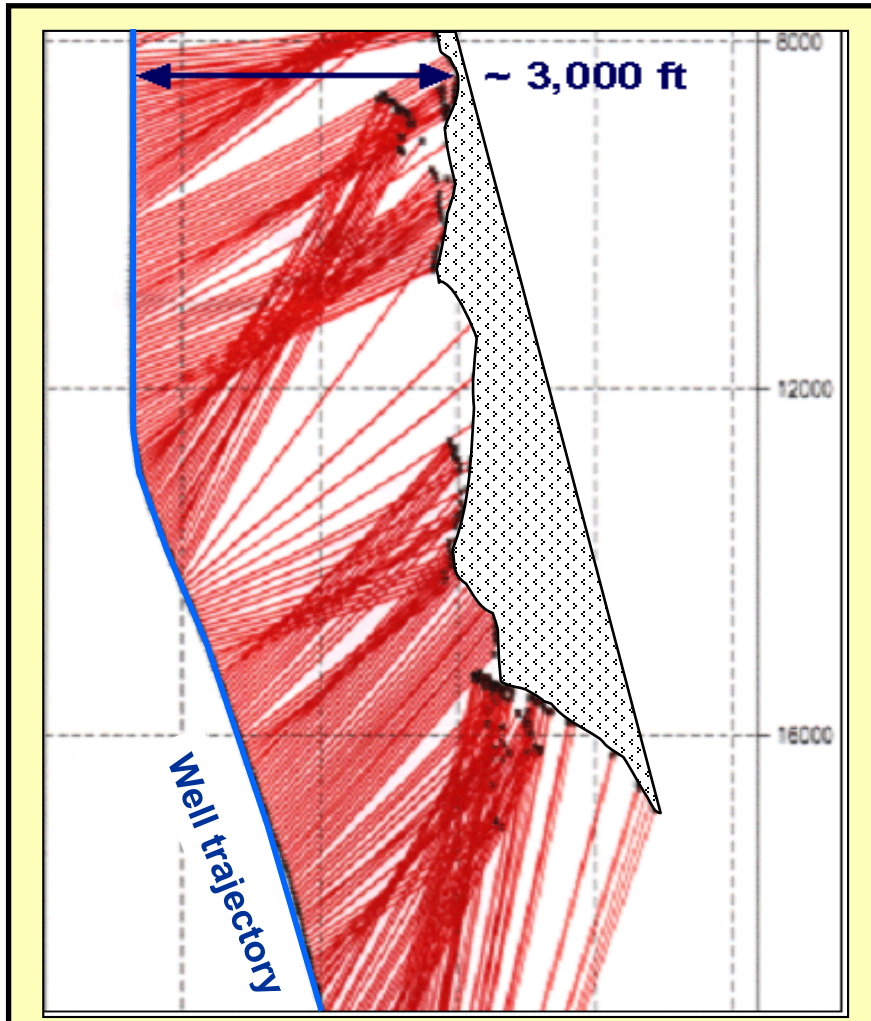
...

3. Types de sismique

Profil Sismique Verticale « 2D »

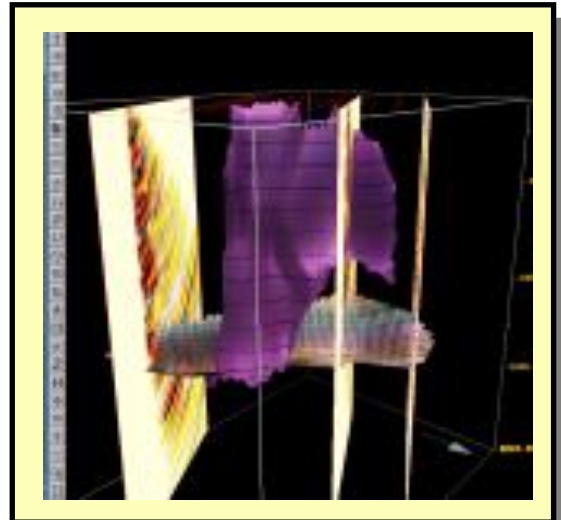


SALT PROX



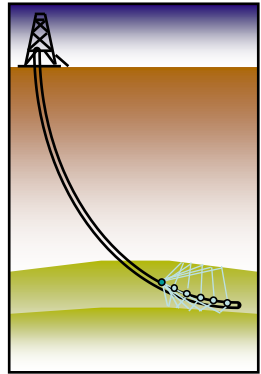
Provides Accurate Salt Face Image (~100')

Building accurate depth migration models around salt features

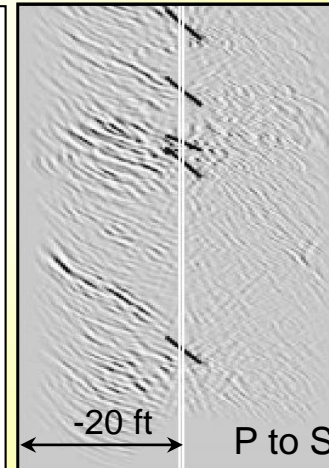
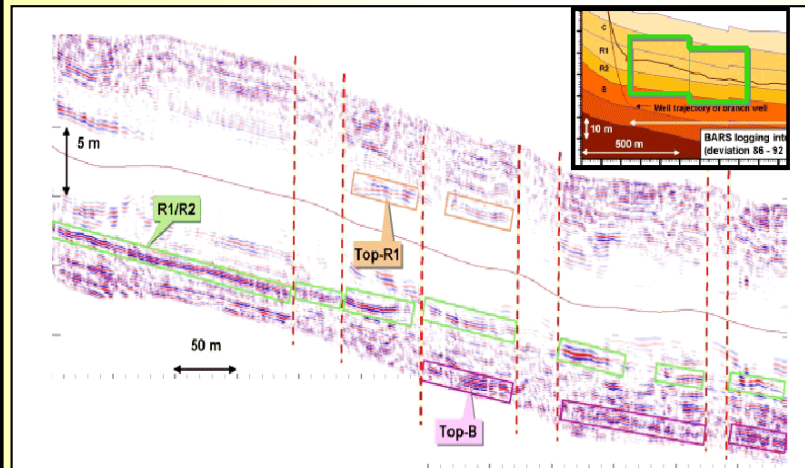
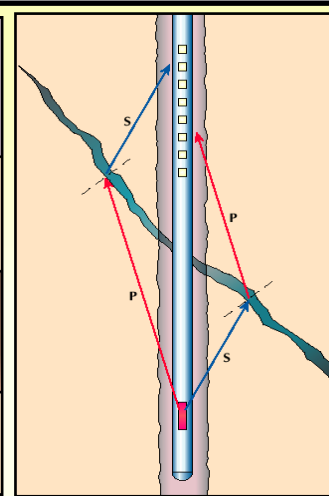
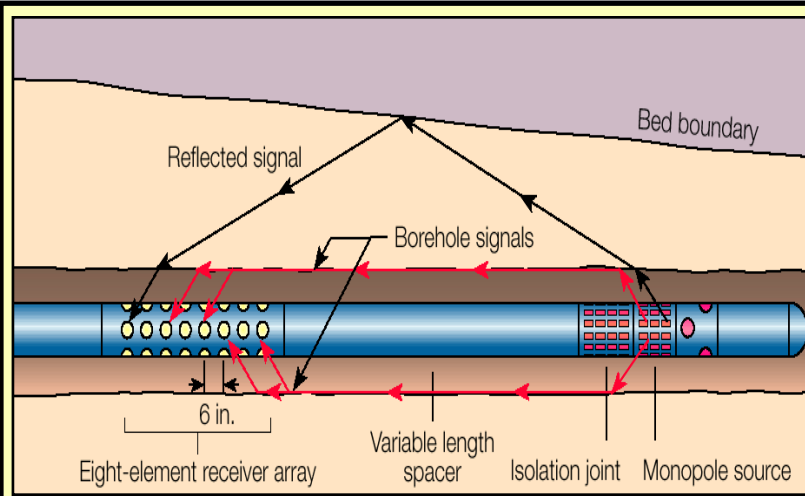


3. Types d'acquisition sismique

Profil Sismique Verticale « 2D »



SINGLE WELL



Reservoir
Delineation
30 ft (100 ft soon)
away from the well

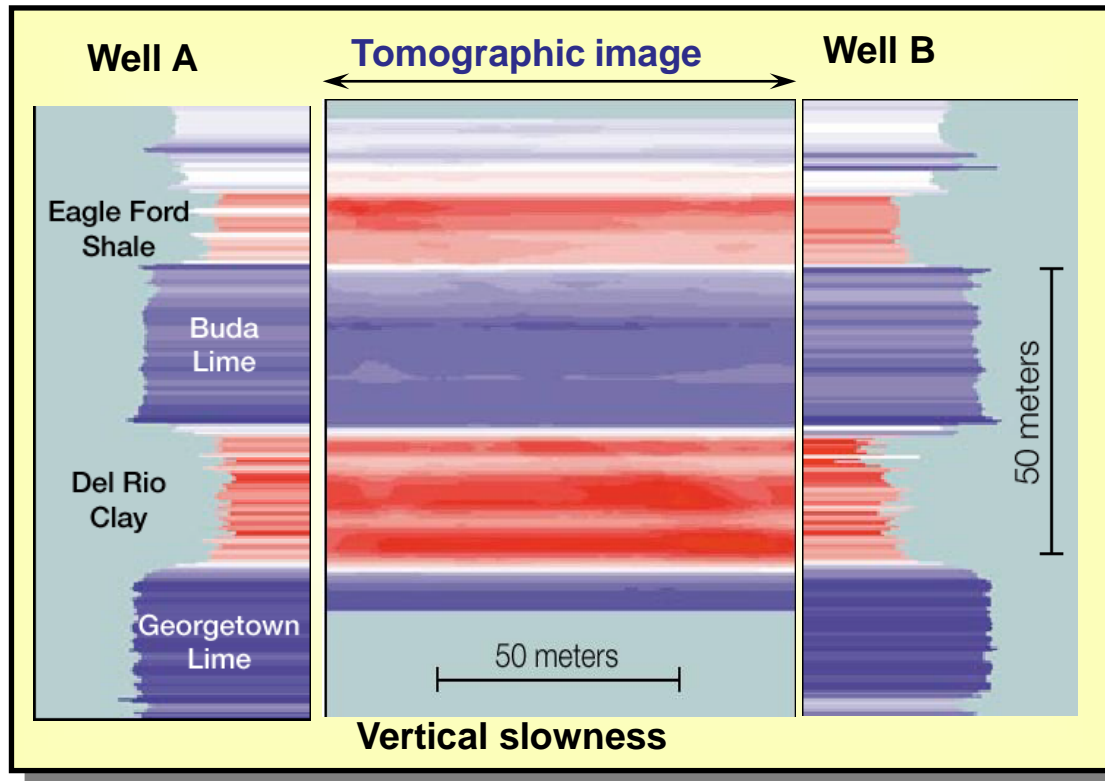
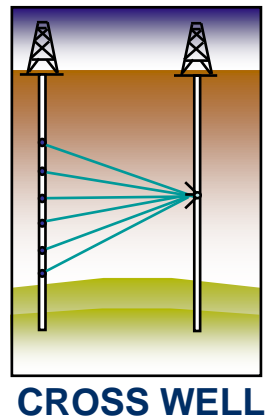
Fracture imaging
Up to 15 ft away
from the well

~1 ft resolution

GOC imaging ?

3. Types d'acquisition sismique

Profil Sismique Verticale « 2D »



Travel-time tomography
High resolution imaging (meters)

Layer mapping

Fractures

Lithology texture information
(lateral variations)