

PROJET GMA :

Les outils de la sismique

Outils pour la sismique

I Introduction

II Les Emetteurs

II.1 Généralité

II.2 Sondeur de Sédiment

II.3 Chirp

II.4 Sparker

II.5 Boomer

II.6 Les Air guns

II.7 Les Sleeve guns

II.8 Les Waterguns

II.9 La Dynamite

III Les Récepteurs

III.1 Généralité

III.2 Seistec

III.3 Flûtes

a - Monotrace

b - Multitraces

IV Annexes

IV.1 Positionnement Sous-marin (USBL)

IV.2 Bouées

IV.3 Paravanes et tangons

IV.4 Boussoles

V Labos sismique

V.1 Généralité

V.2 Amplification

V.3 Filtrage

V.4 Visualisation

V.5 Enregistrement

Introduction

Les différentes méthodes sismiques sont destinées à obtenir des informations en profondeur sur la structure de la croûte océanique ou des marges continentales. Elles s'appuient aussi sur les propriétés de propagation du son dans l'eau et dans les roches, mais les fréquences utilisées sont plus basses que pour la bathymétrie et la puissance d'émission est beaucoup plus élevée.

La chaîne sismique est composée de 4 grandes parties:

- La labo sismique
- Les annexes
- L'émetteur
- Le récepteur

	Génie Civil	Millieu Pétrolier
Sondeur de sediment		
Chirp		
Boomer		
Sparker		
Air-gun		
Gas-gun		
Water gun		
Sleeve gun		
Dynamite		
Innomar		
Seistec		

Les scientifiques utilisent tous types de sources sismiques.



Rarement utilisés



Souvent utilisés

II Emetteur

II.1 Généralités

Les émetteurs ou sources ont pour rôle d'émettre une onde acoustique dont on connaît les caractéristiques (fréquences, durée, amplitude du signal) dans le milieu marin.

Il existe différents types d'émetteurs qui diffèrent selon l'utilisation (recherche pétrolière, civile ou scientifique) et selon les moyens financiers dont dispose l'utilisateur.

Il existe 8 grands types d'émetteurs:

- **Sondeur de sédiments**
- **Chirp**
- **Sparker**
- **Boomer**
- **Air-Gun**
- **Sleeve Gun**
- **Water Gun**
- **Dynamite**

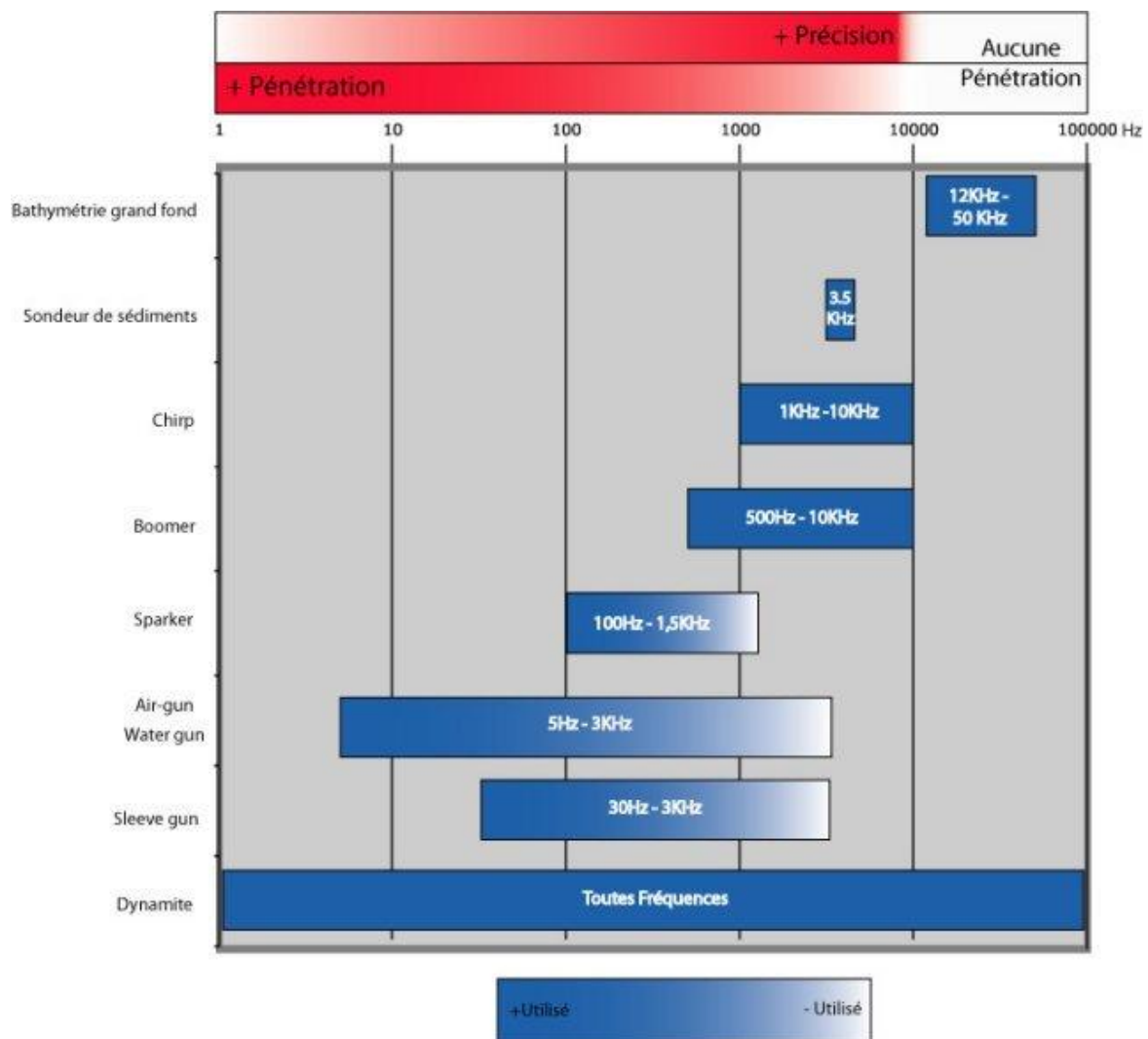


Fig. Tableau des fréquences des divers émetteurs

II les émetteurs

II.2 Le sondeur de sédiment (subbottom profiler)

Il s'agit d'un système de sismique haute résolution. Il émet sur une fréquence unique (3.5 KHz). Sur ce système, le récepteur et l'émetteur sont souvent confondus. Son fonctionnement est le même que celui de la bathymétrie grand fond. (sa fréquence se situe en fait entre celle de la bathymétrie grand fond -12KHz- et celle de la sismique classique - 5Hz à 1KHz)

La source sonore d'un sondeur de sédiment peut être due à deux systèmes, un système par magnétostriction et l'autre par piézo electricité.

Ce système permet donc d'avoir un transducteur qui soit émetteur et récepteur. Un sondeur de sédiment peut être monté sur une coque de bateau ou sur un poisson voire sur un ROV.



Sondeur de sédiment monté sur coques

Les applications d'un sondeur de sédiments peuvent être très larges. Il est surtout utilisé en génie civil plus qu'en recherche pétrolière car peut être cher et facile à mettre en œuvre. L'émetteur étant confondu avec le récepteur, le système est très maniable.

Par exemple en génie civil, en prévision de la pose d'un câble sous-marin, on peut utiliser un sondeur de sédiment pour définir à quel niveau est le bed rock et quelle est la nature du sédiment pour savoir si l'on pourra enfouir ou pas le câble sur cette zone.

De plus en plus, les nouveaux sondeurs de sédiment qui sont fabriqués utilisent une technologie Chirp pour accroître leur précision, ces deux méthodes sont donc en train de fusionner. Cela ne s'était pas fait plus tôt car la gestion de donnée en Chirp était trop coûteuse.

II Les émetteurs

II.3 Le Chirp

En sismique, un signal parfait serait un signal instantané et contenant toutes les fréquences. Le chirp essaie de s'en rapprocher le plus possible en émettant un signal basé sur une théorie de fréquence variable. C'est à dire que le système émet un signal dont la fréquence varie en fonction du temps.

Ce système se rapproche donc de ce signal parfait en émettant une plage de fréquence, mais le signal n'est pas instantané.

Le signal peut être émis avec deux types de transducteurs soit un système piézo-électrique soit un système magnétostrictif.

Ce système permet une résolution beaucoup plus haute que les systèmes à impulsion type boomer, sparker, etc... mais est beaucoup plus limité en pénétration. En théorie un chirp, variant entre 500Hz et 12KHz pénètre de 3 mètres dans un sable grossier, à 20m dans de la vase.

II Emetteurs

II.4 Sparker

II.4.a Généralités

Le sparker est une source pour la sismique marine. La source est constituée d'une ou plusieurs électrodes qui libèrent une énergie de plusieurs joules, ce qui se traduit par une onde de choc suivie de pulsations parasites (effet bulles) dues à la montée de la température durant les tirs. L'onde de choc et les parasites constituent le signal sismique émis. L'ionisation de l'eau de mer crée des bulles qui s'unissent et qui par implosion génèrent une onde acoustique: c'est l'effet bulle.

C'est pour cela que le sparker ne marche pas ou très mal. Seul quelques sparkers spécifiques fonctionnent correctement en eau douce (rivières, lacs): par exemple, la compagnie Geo-resources aux Pays Bas propose un de ces modèles.

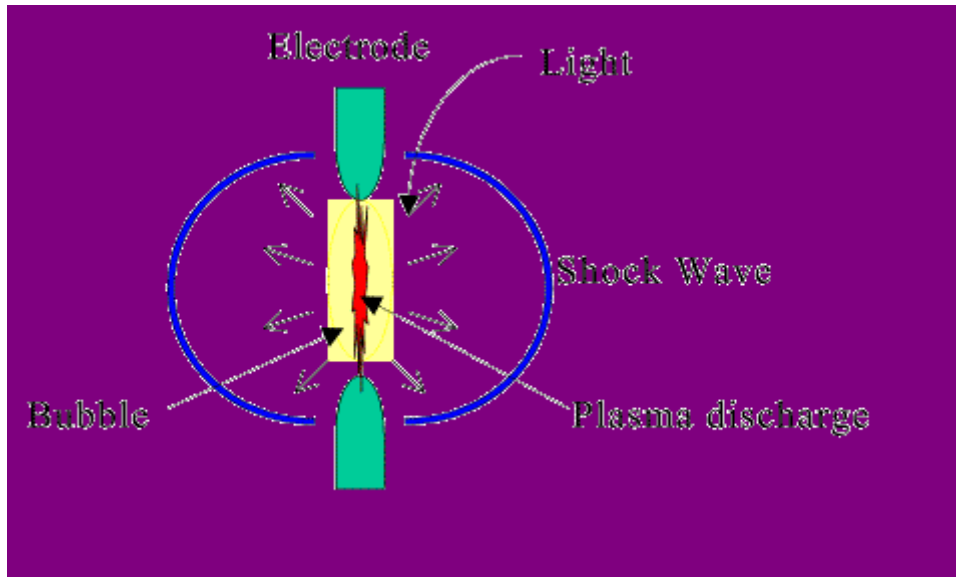


Fig. Schéma du principe de fonctionnement du sparker.

Les bandes de hautes fréquences de 50 Hz à 4 kHz sont bonnes pour les sondages (survey) et pour la sismique en haute résolution (1m) à faible pénétration. Les sparkers sont faciles à utiliser et peu chers.

La puissance électrique peut être élevée (1000 Joules ou 40KW). Tout comme le boomer, les récepteurs doivent être compatibles en haute fréquence.

Pour utiliser un Sparker, il est nécessaire d'avoir à bord du bateau le matériel suivant :

- Une alimentation électrique régulée et suffisamment puissante.
- Une batterie de condensateur pour stocker l'énergie électrique entre chaque tir.
- Un système de décharge directement commandé par le laboratoire d'enregistrement.
- Un Sparker et ses câbles.

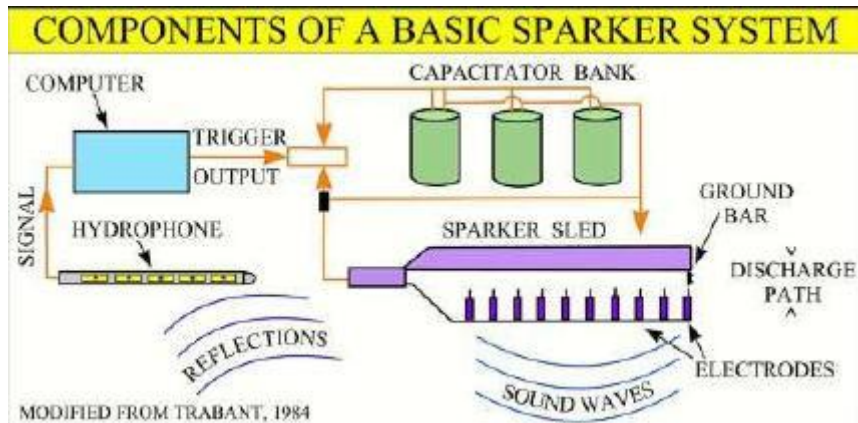


Fig. Schéma du principe de fonctionnement du sparker.

A l'origine, les sparkers possédaient 1 à 6 électrodes et émettaient une énergie de quelques kilojoules. Ils étaient alors utilisés uniquement comme une source à haute fréquence et de faible puissance, destinée à la reconnaissance des premières dizaines de mètres de substratum. Plus tard des Sparkers plus performants ont vu le jour:

- Sparkers plus puissants comparables à l'Air Gun(+ 100kJ)
- Construction de Sparkers multi-électrode (jusqu'à 100 électrodes avec maximum 1kJ)

Diverses possibilités sont offertes:

- Faible ou forte puissance
- Un enregistrement en analogique ou numérique
- Utilisation en sismique monotrace ou multi-traces.

II.4.b Les avantages:

- Cadence de tir variable : d'une dizaine de millisecondes à quelques secondes.
- Matériel simple, robuste, peu encombrant, transportable facilement et ne demande pas de moyens de levage.
- Synchronisation de plusieurs sources assurée.
- Le prix de revient faible.

II.4.c Les inconvénients:

- Manque de pénétration.
- Nécessité d'un isolement très poussé des différents câbles et matériels de façon à ne pas perturber les enregistrements par des tensions qui peuvent dépasser 20000 volts (tresse de masse).

Le rendement du SPARKER est variable en fonction du milieu dans lequel est placée l'électrode. Dans certains cas, la décharge ne peut pas se produire. Pour y remédier, les électrodes peuvent être jointes par un fil fin ou placées dans un électrolyte.

II Emetteur

II.5 Le Boomer

II.5.a Généralités

Le Boomer est une source électrodynamique basée sur le principe d'une action alternative d'un électroaimant sur deux plaques métalliques. Le rapprochement brutal de ces deux plaques va créer une bulle gazeuse qui en implosant permet l'émission d'une onde acoustique. Le choc entre 2 plaques métalliques chasse l'eau, créant une bulle gazeuse, qui en implosant fournit l'onde acoustique. On trouve plusieurs systèmes fonctionnant sur ce principe : les boomers, surf boom et uni boomer. Ces sources sont essentiellement utilisées pour la reconnaissance des fonds puisqu'elles ont une faible pénétration comparée aux autres appareils utilisés en sismique marine. Facilement utilisable, il est tracté en flottaison derrière un bateau.

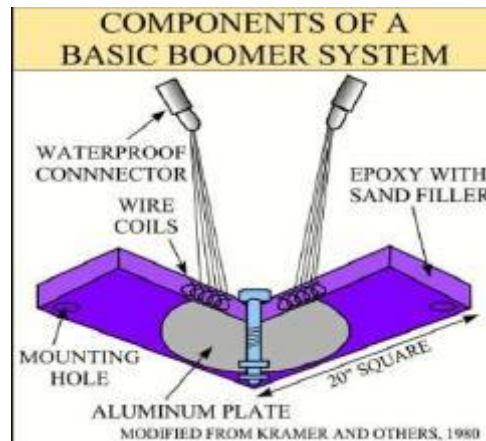


Fig. Composants principales du système d'un Boomer

Le Boomer adaptée à la prospection en milieu peu profond . Sa fréquence d'utilisation est comprise entre 500 Hz et 10 kHz. La réception du signal s'effectue souvent sur des hydrophones accolés à la source. Le Boomer est remorqué par à l'arrière du bateau.

Le pouvoir de résolution est d'environ 20 cm de sédiment entre deux réflecteurs contigus. La pénétration peut atteindre de 80 à 150 mètres dans les argiles et 20 à 70 mètres dans les sables. Tout cela dépend du modèle de Boomer utilisé et de l'énergie de départ. (Plus il y a d'énergie fournie et plus la pénétration va être importante).

II Les émetteurs

II.6 Les air-guns

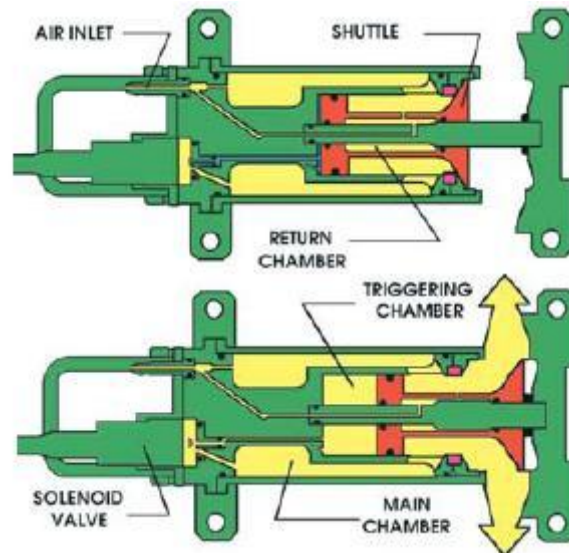
Généralités :

Les canons à air ou AIR-GUNS sont des sources pneumatiques, émettant une bulle d'air à haute pression dans le milieu marin. Leur pénétration est meilleure que le boomer ou le sparker car les fréquences émises sont plus basses. En revanche la précision d'un air gun reste globalement inférieure à celle des autres canons (sleeve gun, water gun...) ou des techniques utilisant de plus hautes fréquences (Sparker, chirp...).

Principe de fonctionnement:

L'air provenant d'un compresseur haute pression est injecté dans la chambre haute jusqu'à ce que le piston soit abaissé. La pression de chargement est d'environ 140 bars. Lorsque les deux chambres sont pleines (main chambers), le canon est chargé, prêt à tirer. On envoie l'ordre de mise à feu au solénoïde qui se déplace en faisant passer de l'air à haute pression par un conduit latéral en dessous

du piston. Cet air sous pression décolle le piston mobile et le projette vers le haut. L'air contenu dans la chambre basse est alors violemment expulsé à l'extérieur par quatre évents et créer dans l'eau une bulle d'air haute pression, provoquant l'émission sismique en éclatant. Pour le réarmement, l'air est admis dans la chambre supérieure, ramenant le piston en position basse et le cycle recommence. La qualité des données récupérées par un air gun sont altérées par un important phénomène: l'effet bulle.



Principe de l'air gun

Exemples d'utilisation:

Les air guns sont majoritairement utilisés en prospection pétrolière. Aujourd'hui encore les air guns restent une des sources les plus communes pour la prospection pétrolière. En effet ils demeurent relativement simples à mettre à l'eau, fiables dans le temps, et malgré le problème de l'effet bulle, la résolution des données est bonne. Les prix sont relativement variables selon la complexité de l'appareil. Un G GUN 150 de Sercel (modèle d'air-gun simple) coûtera environ 15000\$ tandis qu'il faudra compter le double pour un modèle comme le G Gun parallel cluster.

II Les émetteurs

II.7 Les sleeve guns

Principe de fonctionnement:

Le sleeve gun est une source pneumatique qui libère de l'air sous pression dans l'eau qui l'entoure. Le sleeve gun est une amélioration de l'air gun dans le sens où il libère une plus puissante charge (l'air sort par une plus grande ouverture) concentrée en une unique bulle tandis que l'air gun classique envoie 4 qui se réunissent par la suite. Ainsi l'effet bulle est diminué. La précision des données est de l'ordre du mètre.

Exemples d'utilisation:

Cette nouvelle technologie est quasiment exclusivement utilisée par des sociétés de prospection ou de travaux offshore. Le domaine d'application du sleeve gun est très large, il va de la recherche de câbles en eaux peu profondes à de la recherche pétrolière par grands fonds.

II Les émetteurs

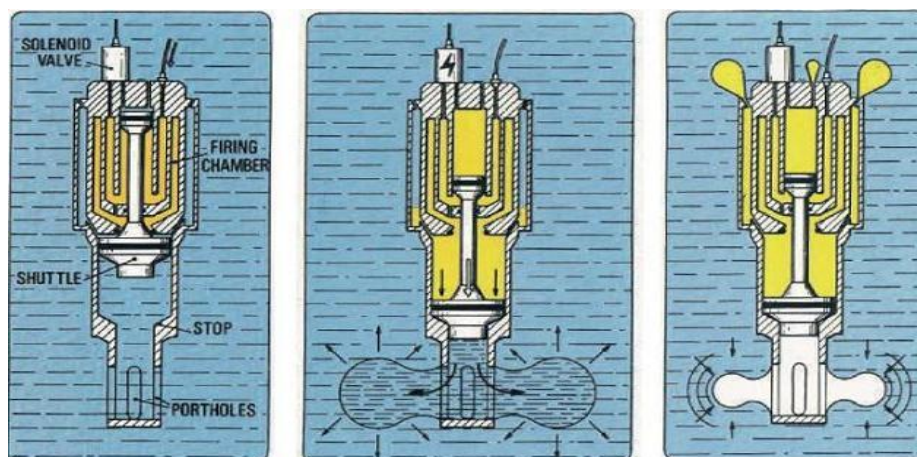
II.8 Les water guns

Généralités :

Bien que le water gun fasse parti des sources acoustiques de fortes pénétrations, il est essentiellement utilisé lorsque l'on recherche une émission acoustique de grande pureté et de netteté. La puissance n'est alors qu'un critère secondaire.

Principe de fonctionnement:

Les canons à eau sont composés d'une chambre haute, d'une chambre basse et d'un piston les reliant. Le piston est dans la chambre haute alors que la partie basse se remplit d'eau. La commande de tir agit sur un petit solénoïde qui déclenche le système, ce qui provoque une expulsion puissante de l'eau par quatre événements latéraux. Derrière la masse d'eau en mouvement, se crée alors un vide dans lequel l'eau vient se précipiter, produisant une implosion et créant ainsi une onde acoustique. Ce système permet donc de supprimer l'effet bulle puisqu'il n'y a aucun gaz comprimé lors de l'implosion. Le volume de la chambre est directement lié à la puissance du canon. Le spectre d'émission est riche en hautes fréquences, ce qui confère au WATER GUN un pouvoir de résolution accru sans diminution de la profondeur d'investigation. Pour ces raisons le water gun devient de plus en plus utilisé au dépend de l'air gun.



Fonctionnement d'un water gun

Exemples d'utilisation:

Principalement conçu pour la recherche pétrolière, le water gun peut être utilisé pour de la prospection de gisements d'hydrocarbures enfouis sous une importante couche de sédiments. Il peut également être utilisé pour de la recherche scientifique de pointe. Son prix est 20000\$ (du même ordre de grandeur que les air-guns).

II Emetteur

II.9 La Dynamite

II.9.a Généralités

La dynamite fut la première source utilisée en sismique marine. Aujourd'hui, pour des raisons de sécurité, économiques et écologiques, cette sismique n'est guère utilisée, sauf pour des applications particulières.

La dynamite produit un signal avec un large spectre de fréquence mais elle produit en parallèle un important [effet bulle](#) ce qui diminue considérablement les capacités d'interprétation. L'explosion se déroule en deux phases mais auparavant la charge est placée à une certaine profondeur et équipée d'un détonateur. Après la mise à feu, deux ondes sont émises.

II.9.b Emission d'une onde de détonation.

L'onde se déplace dans l'explosif à une vitesse qui dépend de la nature de celui-ci. Cette vitesse est comprise entre 3000 et 7000 m.s⁻¹. Après combustion, l'explosif est transformé en un mélange de gaz à haute température (3000°C) et une forte pression (5000 Atmosphères).

II.9.c Emission d'une onde de choc.

L'onde de choc prend naissance quand l'onde de détonation atteint la surface de la charge. Le passage de cette onde en un point quelconque de la surface de l'eau ce qui entraîne une variation de pression qui varie avec le temps.

L'[effet bulle](#) utilise jusqu'à 47% de l'énergie de l'explosion. L'[effet bulle](#) empêche une bonne interprétation des données. Pour l'éliminer, plusieurs techniques sont mises en oeuvre, en voici quelques unes.

La première consiste à placer une charge explosive près de la surface (environ 1.5m): la bulle vient crever la surface avant d'avoir atteint sa pression maximale ce qui entraîne la formation d'un geyser. Pour cette technique, il faut utiliser une quantité de 10 à 30 kg d'explosif.

La deuxième technique consiste à laisser la bulle se développer, enregistrer sa signature et en faire un traitement par informatique; cette technique est appelée déconvolution.

La dernière technique est utilisée dans le FLEXOTIR. La charge est placée dans une sphère perforée. L'énergie cinétique est dissipée par frottements lors du passage dans les trous de la sphère. La quantité d'explosif est plus faible, 100 à 300g sont utilisés à une profondeur de 7 à 15m.

Le FLEXOTIR de l'Institut Français du Pétrole (IFP) et le MAXIPULSE du Western Geological CO. of America sont deux appareils utilisés en sismique marine.

Le Flexotir consiste à tirer une petite charge explosive dans une sphère métallique percée de trous. La tête d'action est fixée à un tube flexible de 50m, ce qui permet de déterminer à quelle profondeur la charge est immergée. La sphère métallique a un diamètre de 40 à 50 cm. Cette technique tend à disparaître à cause des contraintes et des dangers de sa mise en oeuvre.

Le Maxipulse utilise des petites charges d'explosif à une profondeur de 10-15m. L'explosion se

déroule dans l'eau et pour atténuer l'effet bulle on utilise la déconvolution. LA charge de dynamite est introduite dans un tube en caoutchouc et projetée en dehors par de l'eau de mer sous pression. Au cours de la descente dans le tube, la charge heurte un percuteur qui enclenche le système de mise à feu.

III Récepteur

III.1 Généralités

Après propagation des ondes sonores dans la croûte, elles sont réfléchies et voyagent à travers la colonne d'eau jusqu'à la surface et sont enregistrées par des récepteurs, comme les streamers ou les hydrophones. Lorsqu'ils sont groupés en une grande chaîne, nous parlons alors d'une flûte sismique.

Le signal est tout ce qui nous intéresse dans l'enregistrement sismique. En sismique réflexion monotrace, la mise en forme du signal est nécessaire pour faciliter l'interprétation finale.

Il existe 2 grands types de récepteur:

- [Seistech](#)
- [Streamers ou Flutes sismiques \(Monotrace ou multitrace\)](#)

III Récepteur

III.2 Le Seistec

Le Seistec est un Boomer assez particulier puisqu'il comprend l'émetteur et le récepteur. Le seistec a été utilisé durant les missions mer sur le Côte de la Manche. L'émetteur est entouré d'une cloche qui permet que le récepteur ne soit pas influencé par les ondes émises par l'émetteur situé à proximité.

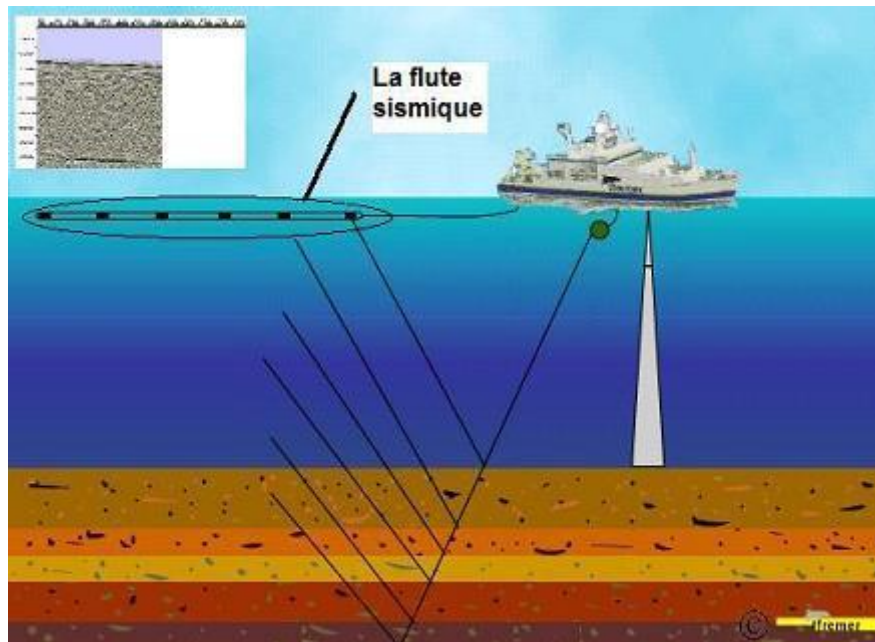
Avantages par rapport au Boomer:

- *Facilité de mise à l'eau (il n'y a pas de flûtes séparées)*
- *Gain de précision (hydrophones protégés du bruit extérieur).*

III Les récepteurs .

Les flûtes sismiques .

Après leur propagation dans le sol, les ondes sonores sont réfléchies et retraversent la colonne d'eau jusqu'à la surface et sont enregistrées par des hydrophones. Lorsque ceux-ci sont groupés dans une chaîne, nous parlons alors de flûte sismique.



*La flûte sismique lors d'une campagne de sismique réflexion
Ifremer*

Il existe différents types de flûtes:

- Les flûtes monotraces.
- Les flûtes multi-traces.
- Les flûtes 3D

Pour les flûtes 3D, des études sont en cours, nous n'en parlerons donc pas dans ce cours. Une flûte ou streamer est un tube flexible contenant plusieurs hydrophones alignés et montés électriquement en série ou en parallèle. A l'intérieur, pour assurer une certaine flottabilité, on y insert de l'huile ou du kérosène. Après leur réception, les signaux sont amplifiés et filtrés pour éliminer au maximum les bruits tels que la houle. Cette étape est décrite en détail plus loin.

III Les récepteurs

Les flûtes sismiques

Les flûtes monotraces

En sismique monotrace, on utilise un émetteur et un récepteur que l'on déplace d'une distance fixe D entre deux tirs. On obtient ainsi une couverture ponctuelle du fond où chaque point est investi une seule fois.

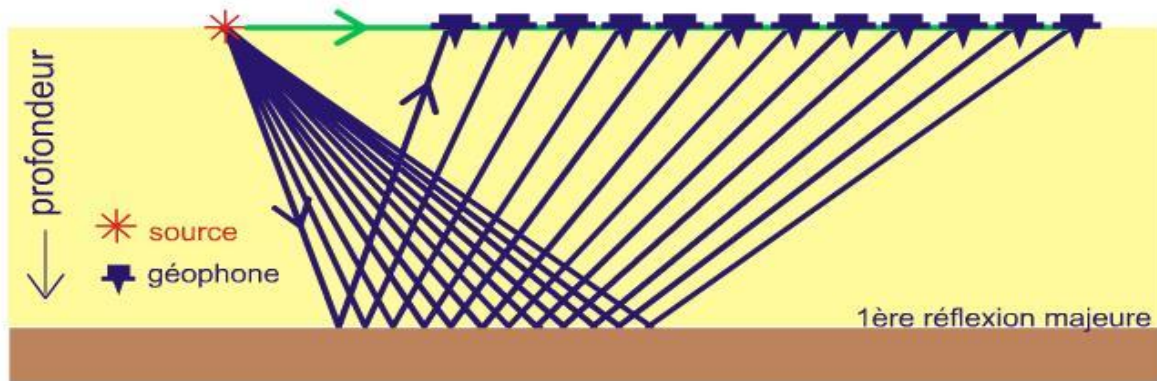
L'inconvénient majeur de cette technique est que l'on ne peut travailler qu'en temps (temps double : $2d$) et donc que l'on ne peut avoir qu'une idée approximative de la profondeur (en sachant que la vitesse du son dans l'eau est approximativement 1500m/s). En théorie les flûtes sismiques sont traînées en surface à l'arrière du navire, cependant Ifremer a récemment développé une nouvelle technologie nommée Pasisar qui consiste à immerger une flûte en profondeur afin de gagner en résolution sur les grands fonds.

III Les récepteurs

Les flûtes sismiques

Les flûtes multi-traces

Seule la sismique multitrace permet d'effectuer un passage de la coupe temps à la coupe profondeur. Plus difficile à mettre en place, elle n'utilise plus un simple couple émetteur/récepteur mais un émetteur couplé à plusieurs récepteurs. Chaque récepteur donne une trace et l'on peut utiliser jusqu'à plus de cent traces.



*Réception d'une seule émission acoustique par 12 récepteurs
Université de Genève*

A chaque tir, on déplace le récepteur et les émetteurs d'une distance D . Quand cette distance est égale à l'espace entre deux récepteurs, chaque point du sous-sol est vu autant de fois qu'il y a de trace. Si chaque point est vu 3 fois, on dit qu'on fait une couverture multiple de degré 3 ($n=3$). Cette méthode demande de gros moyens de stockage et de traitement de données mais est amenée à se développer rapidement grâce aux progrès très rapides dans le domaine informatique.

Afin d'avoir une meilleure idée de la taille d'une flûte multitrace, nous allons ici prendre l'exemple de la flûte SMT de l'IFREMER.

Il s'agit d'une flûte complètement numérique constituée de 30 sections actives de 150 m chacune. Chaque section est composée de 12 traces de 12, 5m. Chaque trace comprend 16 hydrophones en parallèles. La flûte ainsi constituée, a une longueur de 5000m dont 4500 de section actives. La technologie utilisée est dite numérique. Cela signifie que le signal analogique reçu par les hydrophones est numérisé directement par une carte intégrée dans la flûte au niveau de chaque trace. L'information est ensuite transmise au laboratoire sismique. L'importance des infrastructures nécessaires à la mise en oeuvre de la sismique SMT impose un matériel particulier, transporté en conteneurs ayant un poids approximatif de 150 tonnes. Le réseau de sources utilisé comprends des canons à air de types GI et bolts.

IV Annexes

Les mesures sismiques en milieu marin comportent certains problèmes propres au milieu océanique, comme celui de la dérive que les courants impriment aux streamers. Les annexes ou système de positionnement vont permettre de prendre en compte ces problèmes pour les intégrer dans l'exploitation des résultats.

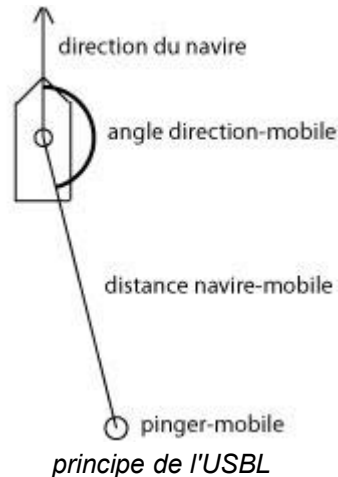
Il existe 4 types d'annexes:

- les pingers
- Les bouées

- Les paravanes et tangers
- Les compas et boussoles

IV.1 Positionnement sous-marin USBL (Ultra Short Baseline)

Un système de positionnement sous marin est composé d'une perche acoustique plongée sous le bateau ainsi que d'un certain nombre de pingers placés sur les objets à positionner. Le principe de fonctionnement est basé sur un système de mesure de distance et d'angle au niveau de la perche. Cela signifie que la perche va interroger le pinger installé sur le mobile en émettant un signal acoustique, le pinger va répondre à ce signal par une émission sur un cône assez fin pour que la perche en recevant le signal calcule le temps qu'il a fallu pour que son ordre arrive au pinger et que la réponse revienne. La perche étant un hydrophone "circulaire" (qui peut écouter sur 360°) elle peut ainsi mesurer l'angle d'arrivée du signal. Ainsi par l'angle et la distance l'on peut positionner le mobile.



IV Annexes

IV.2 Les bouées

Les bouées de queue sont équipées d'un système GPS. Une antenne étanche est située sur le socle le plus élevé de la bouée. Les données GPS sont transmises vers le navire par radio VHF.

Cette mesure va permettre le calcul en temps réel de la position relative de la bouée (donc de la queue du streamer) par rapport au navire: RGPS (Relative GPS). On peut aussi avoir des bouées de tête qui peuvent aussi récupérer les données des pingers.

IV Annexes

IV.3 Les tangons et les paravanes

Ce système de tangons permet de positionner le râteau lors de la mise à l'eau. Ils permettent d'équilibrer l'ensemble mais restent en surface.

Les paravanes vont se trouver immergées. Leur action permet aussi de positionner le râteau pendant l'acquisition des données. Ils se situent en tête de queue. Le principe des paravanes est de toujours bien séparer les câbles, lorsque le bateau avance, il exerce une force sur les paravanes qui permet au râteau d'avoir cette position nette.

IV Les annexes

IV.4 Les boussoles

Les boussoles ont pour but premier de mesurer l'orientation du streamer. Régulièrement espacées de 300m, elles sont fixées sur le streamer lui-même. Dans un second temps, elles vont mesurer la profondeur du streamer, à l'aide d'un profondimètre.

Ces boussoles sont également équipées «d'ailettes» pour régler la profondeur du streamer.

V Labo sismique

V.1 Généralités

Le traitement des données sismiques a pour objectif d'aboutir à des «profils sismiques» ou Sismogrammes, s'apparentant à des coupes géologiques, interprétables par les chercheurs. Ces traitements sont réalisés par des logiciels de type DELPH Seismic+...

4 étapes sont nécessaires au traitement des données sismiques:

- **Amplification**
- **Filtrage**
- **Visualisation**
- **Enregistrement**

V Le labo sismique

V.2 l'amplification

L'amplification du signal s'effectue après le filtrage. Elle doit être optimale pour permettre un enregistrement correct mais elle ne doit pas être trop forte pour éviter les saturations du signal. Une saturation du signal entraîne obligatoirement une perte d'information. L'amplification permet de rendre compatible la dynamique du traceur et celle du signal.

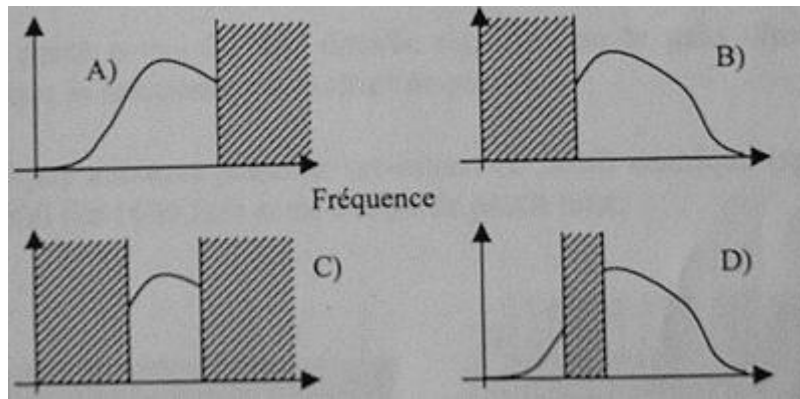
Il existe différents types de gain :

- le gain constant dans le temps
- le TVG (time variant gain). il s'agit d'un gain croissant en fonction du temps : il pallie l'atténuation sphérique augmentant avec la distance à la source.
- L'AGC (automatic gain constant). le principe est le découpage du signal en fenêtres. A chaque fenêtre, sont associées une valeur maximale de niveau de gris pour l'amplitude maximale du signal et une valeur minimum pour l'amplitude minimal du signal. l'inconvénient est qu'un faible réflecteur pourra apparaître comme un réflecteur A fort coefficient de réception.

V Le labo sismique

Le filtrage

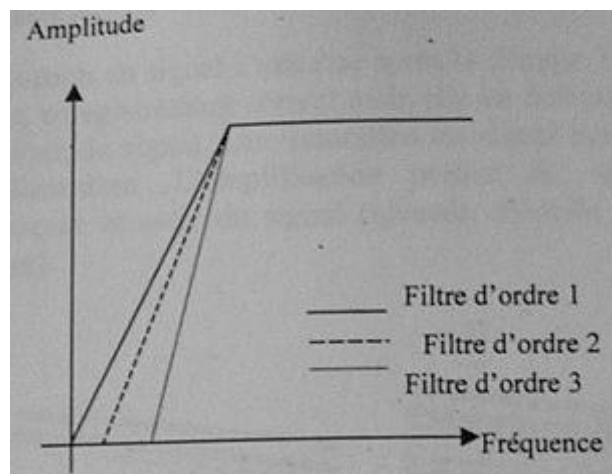
Lors de la visualisation des données à l'écran, il est fréquent que le signal soit brouillon (à cause du bruit du moteur, des hélices...). Pour l'améliorer il nous faut alors filtrer les fréquences des signaux entrant.



(Mear. Y)

Les filtres permettent de centrer le signal sur la bande d'émission, en atténuant les fréquences extérieures à celle-ci. Les filtres les plus utilisés sont les filtres Passe Bas (A), Passe Haut (B), Passe Bande (C) et dans une moindre mesure Réjecteur de Bande (D). Un filtre est caractérisé par:

- Sa formule mathématique,
- Son ordre n (qui correspond à la pente de coupure).



(Mear. Y)

Exemples: Ordre 1= ± 20 dB/décade Ordre 2= ± 40 dB/décade Ordre 3= ± 60 dB/décade Une pente $n = -20$ dB/ décade signifie que le gain diminue de 20dB chaque fois que la fréquence est multipliée par 10.

[V Le labo sismique](#)

[La visualisation](#)

Dans le laboratoire embarqué, il est possible de voir une première fois les données acquises à l'écran à l'aide de logiciels spécialisés comme Delphseismic. En plus des deux réglages principaux vus précédemment que sont l'amplification et le filtrage, il est possible d'effectuer plusieurs réglages utiles pour une meilleure visualisation comme:

- l'échelle des temps afin de zoomer sur une structure ou au contraire d'avoir une vue plus générale.
- l'origine de l'échelle verticale pour éviter de visualiser la colonne d'eau.
- le mode d'affichage des données (noir et blanc, niveau de gris...) ...

Dans tout les cas, lors de l'acquisition les réglages appliqués ne seront pas enregistrés, le fichier sauvegardé contient toutes les données numérisées. Ainsi l'on pourra réjouer les profils ultérieurement lors du traitement des données.

V Labos sismique

V.5 Enregistrement

Exemple de calcul de l'espace de stockage nécessaire pour l'enregistrement de donnée sismique.

Condition du profil :

Fréquence d'échantillonnage 2kHz

Codage sur 16bits

Cadence de tir 1 seconde

Delay : 1 secondes

Profondeur d'investigation dans le sédiment : 1000ms td

Nom de la source : sparker

Vitesse du bateau : 5 noeuds

Longueur du profil : 18500 m

Nous voulons savoir combien de Megaoctets fera le fichier de données.

Un octet correspond à 8 bits. Un kilo-octet :1024 octets, un Megaoctet 1024 kilo-octets

Le codage sur 16 bits signifie qu'un enregistrement correspondra à 2 octets.

La fréquence d'échantillonnage à 2KHz veut dire que l'on fera 2000 enregistrements à la seconde soit : 4000 octets par seconde d'enregistrement.

La cadence de tir correspond au nombre de pings par seconde.

Le delay : le temps d'attente avant de commencer à enregistrer. Permet de supprimer souvent le temps de parcours dans l'eau.

Profondeur d'investigation : correspond au temps d'enregistrement.

Méthode de calcul :

Une profondeur d'investigation de 1000ms td correspond a un temps d'enregistrement de 1000 ms. Donc un ping correspond à 4000 octets.

En faisant 5 noeuds on parcourt les 18500m en 30 minutes soit 1800 secondes.

Il faudra donc une capacité d'enregistrement de $1800 \times 4000 = 7\,200\,000$ octets soit environ 6,866 Megaoctets soit 5 disquettes doubles faces.