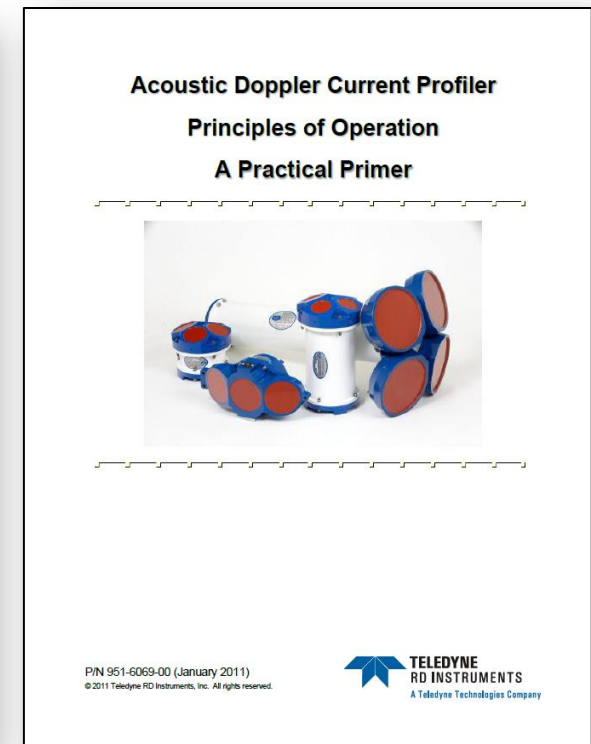
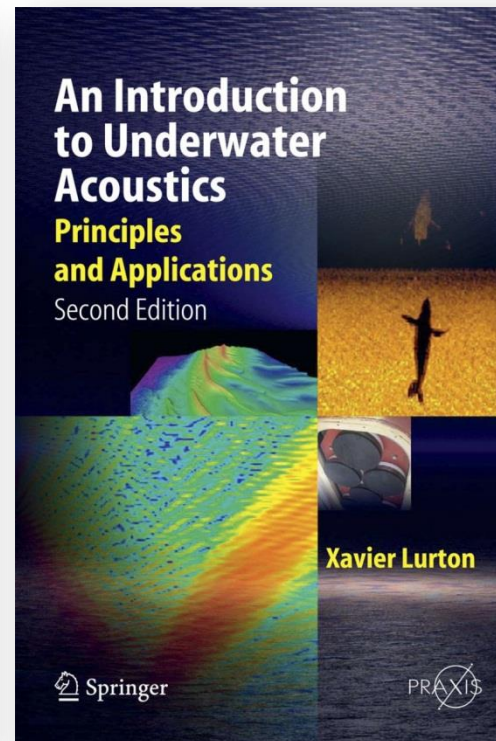
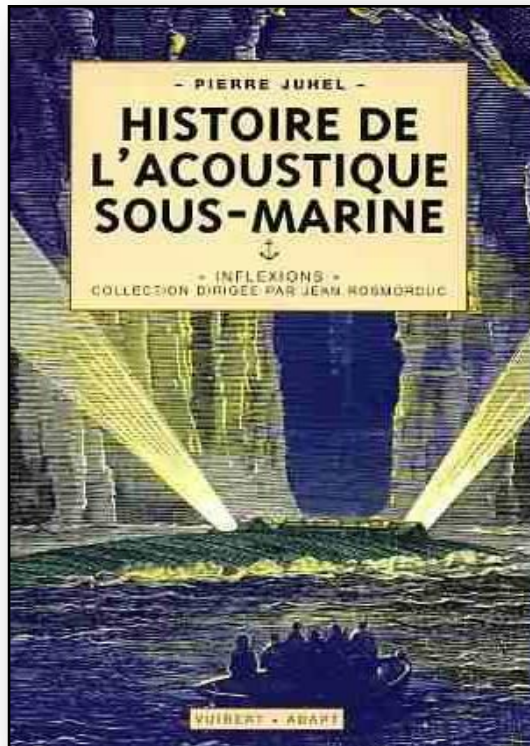




Le courantomètre à effet Doppler: Théorie et applications

IDEF Christophe Vrignaud (Mars 2017)



- I. Notion d'acoustique sous-marine**
- II. Application à la courantométrie**
- III. Courantomètres au point fixe**
- IV. L-ADCP**
- V. VM-ADCP (Vessel Mounted Acoustic Doppler Current Profiler)**
- VI. Doppler Velocity Loch**

- I. Notion d'acoustique sous-marine**
- II. Application à la courantométrie
- III. Courantomètres au point fixe
- IV. L-ADCP
- V. VM-ADCP (Vessel Mounted Acoustic Doppler Current Profiler)
- VI. Doppler Velocity Loch

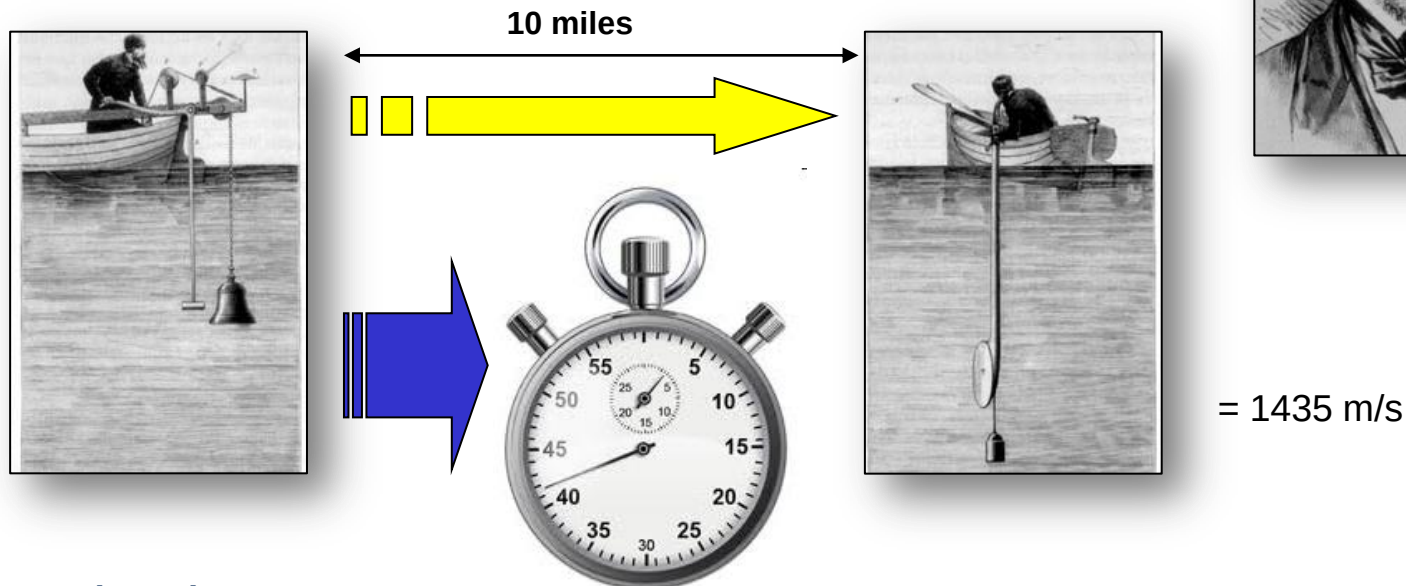
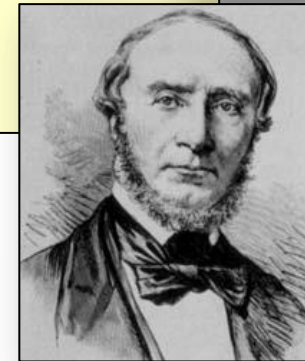
15ème siècle

La première expérience pratique en acoustique sous-marine fut décrite en **1490 par Leonard de Vinci**. Il écrivit : "Si vous stopper votre bateau et que vous mettez votre oreille dans l'eau, alors vous pouvez entendre d'autres bateaux très éloignés de votre position."



19ème siècle

La première expérience scientifique fut conduite par Joelle Colladon en 1826 sur le Lac Lemman.



19^{ème} siècle

De nombreux physiciens s'intéressèrent aux problèmes de « transduction », c'est-à-dire au phénomène de conversion d'énergie électrique en énergie sonore et vice versa. La **magnétostriction**, ou aptitude de certains matériaux à changer de forme quand ils sont soumis à un champ magnétique, fut découverte vers 1840. Le pendant de la magnétostriction est l'effet **piézo-électrique**, découvert quant à lui en **1880** par Jacques et Pierre Curie.



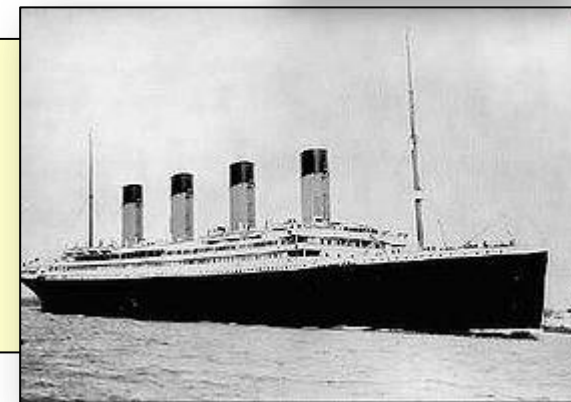
Jacques Curie



Pierre Curie

Début 20^{ème} siècle

La collision du **Titanic** avec un iceberg, la nuit du 14 au 15 **avril 1912**, eut un formidable retentissement dans l'opinion publique et déclencha une urgente nécessité de se doter de **moyens de détection sous-marine**. Le 29 janvier 1913, R. A. Fessenden déposa aux États Unis un brevet pour un prototype de source électroacoustique sous-marine et il réussit le 27 avril 1914 à détecter un iceberg distant de 2 miles.



En Europe le déclenchement de la **première guerre mondiale** mit en évidence le besoin de pouvoir détecter les sous-marins militaires de l'ennemi. En 1916, le physicien français P. Langevin développa un transducteur assez puissant pour que l'onde sonore produite traverse la Seine à Paris. Les alliés britanniques purent grâce à R. W. Boyle reproduire le même résultat. Ils utilisèrent le sigle « **ASDIC** » (**pour Allied Submarine Devices Investigation Committee**) pour désigner leurs expériences alors secrètes et ce sigle resta en usage des années chez les britanniques pour désigner les systèmes sondeurs/sonars en général.

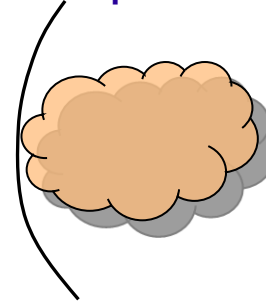
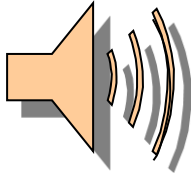


2ième moitié du XXIème siècle

La période de la seconde guerre mondiale fut marquée par une intense activité de recherche focalisée sur les propriétés du son dans l'eau. Ainsi aux États-Unis la « National Defense Research Committee » (NDRC) finança un grand nombre de scientifiques pour qu'ils s'intéressent à tous les aspects de la propagation du son dans l'eau. Les Américains remplacèrent le nom ASDIC par celui plus compréhensible de **SONAR (Sound Navigation And Ranging)**. Un grand nombre des concepts actuels et des applications pratiques trouvent leur origine à cette période.



Le principe d'un sonar : émettre, écouter et « compter le temps ».



Si le temps entre l'émission et la réception est de 2 s
Avec une vitesse de propagation de 1500 m/s

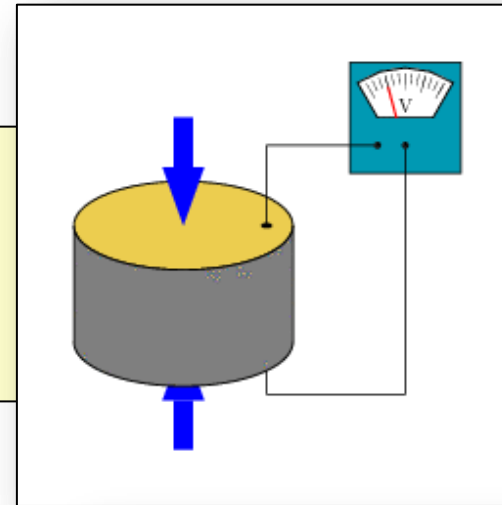
Quelle est la distance entre le sonar et la cible ?



$$\text{Distance Sonar-Cible} = \frac{\text{Vitesse propagation} \times \text{Temps Propagation}}{2}$$

$$\text{Distance Sonar-Cible} = 1500 \text{ m}$$

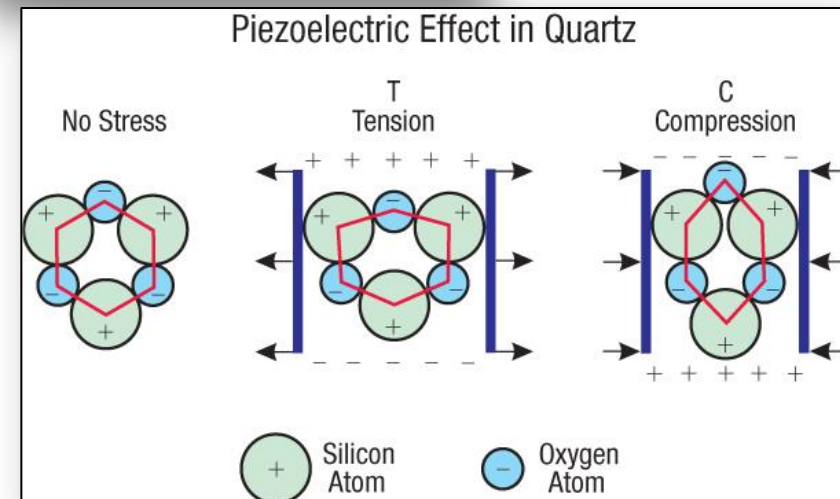
Piézoélectricité (du grec piézein presser, appuyer): propriété que possèdent certains corps de se polariser électriquement sous l'action d'une contrainte mécanique et à l'inverse de se déformer lorsqu'on leur applique un champ électrique.

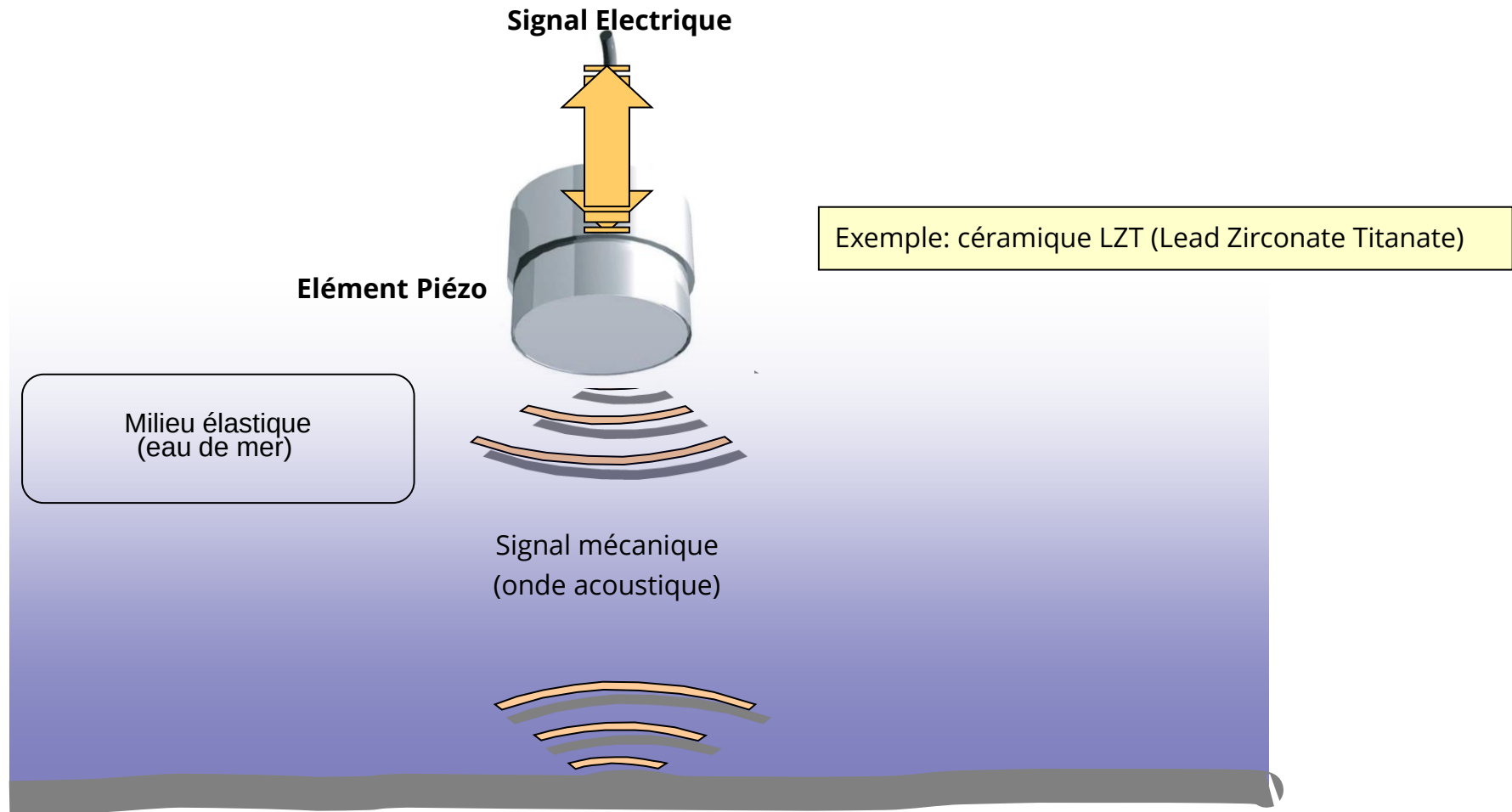


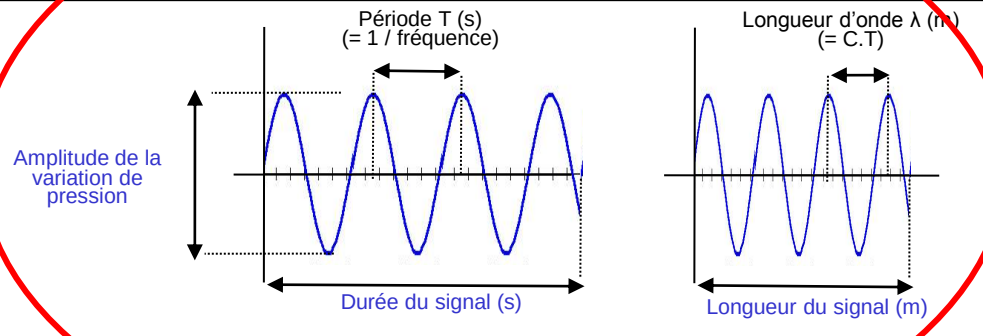
Les deux effets sont indissociables.

L'effet piézoélectrique direct (les échos sonores provenant de la réflexion du son sur un obstacle sont transformés en énergie électrique).

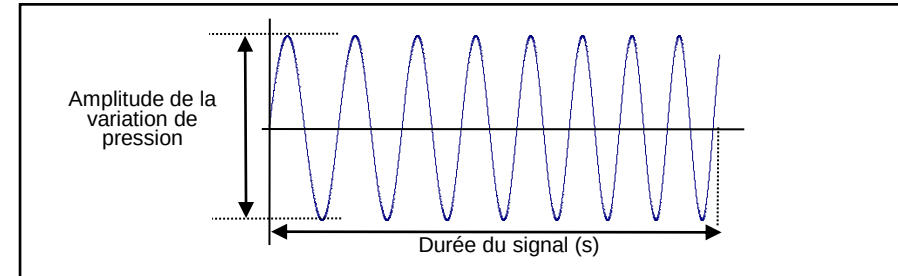
L'effet piézoélectrique inverse (l'énergie électrique issue d'un sondeur est convertie en énergie acoustique par le transducteur).



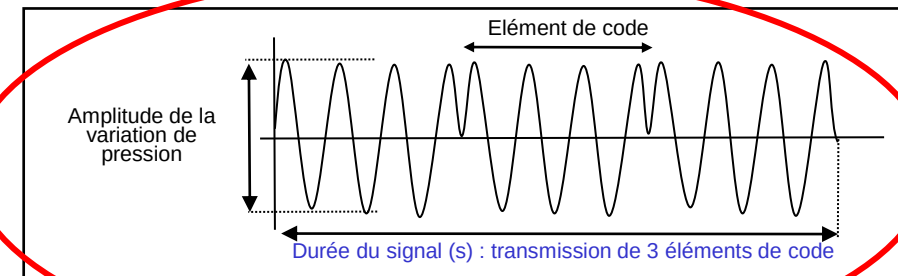




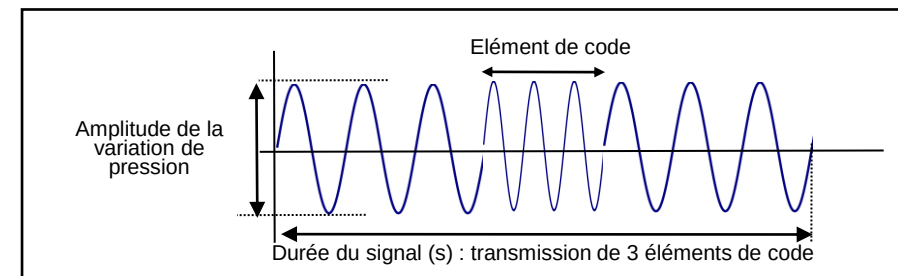
Signal sinusoïdal (CW)



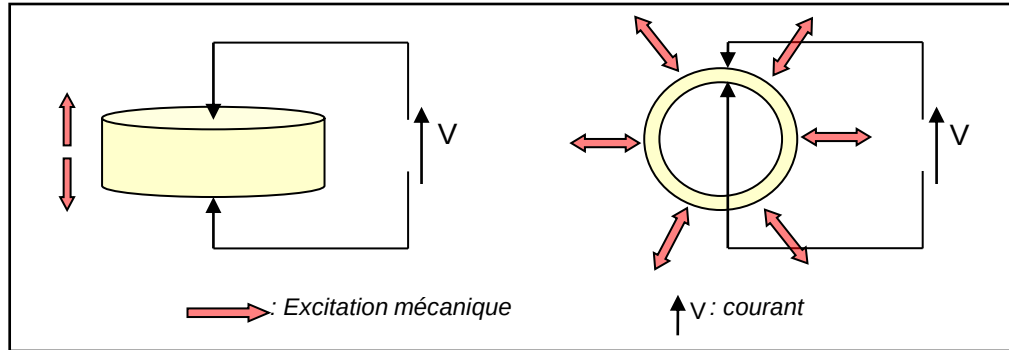
Signal modulé en fréquence (FM)



Signal avec changement de phase (PSK)



Signal avec changement de fréquence (FSK)



Schématisation de l'effet piézo-électrique sur deux formes différentes – effet direct et inverse



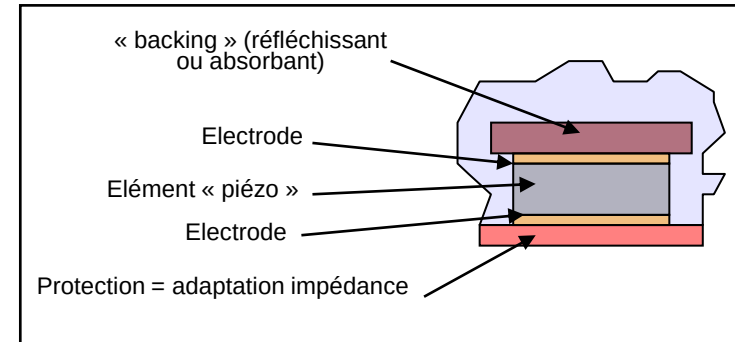
Exemple de céramique piézo-électriques (Noliac Group)

Photos 1

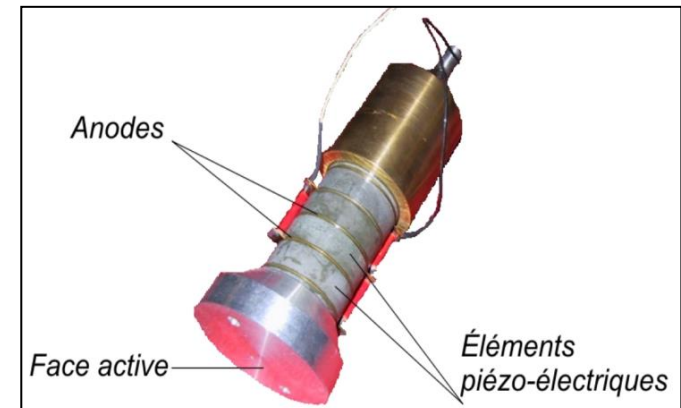
Photos 2

Photos 3

LES COURANTOMÈTRES À EFFET DOPPLER



Eléments constituant un transducteur élémentaire



Transducteur élémentaire (élément sondeur multifaisceau Kongsberg EM120)

Hydrophone

- ▶ Capteur capable de détecter les signaux acoustiques en milieu fluide.
- ▶ Utilise uniquement l'effet direct de la piézo-électricité (réception).



Projecteur

- ▶ Capteur capable d'émettre des signaux acoustiques en milieu fluide.
- ▶ Utilise uniquement l'effet inverse de la piézo-électricité (émission).



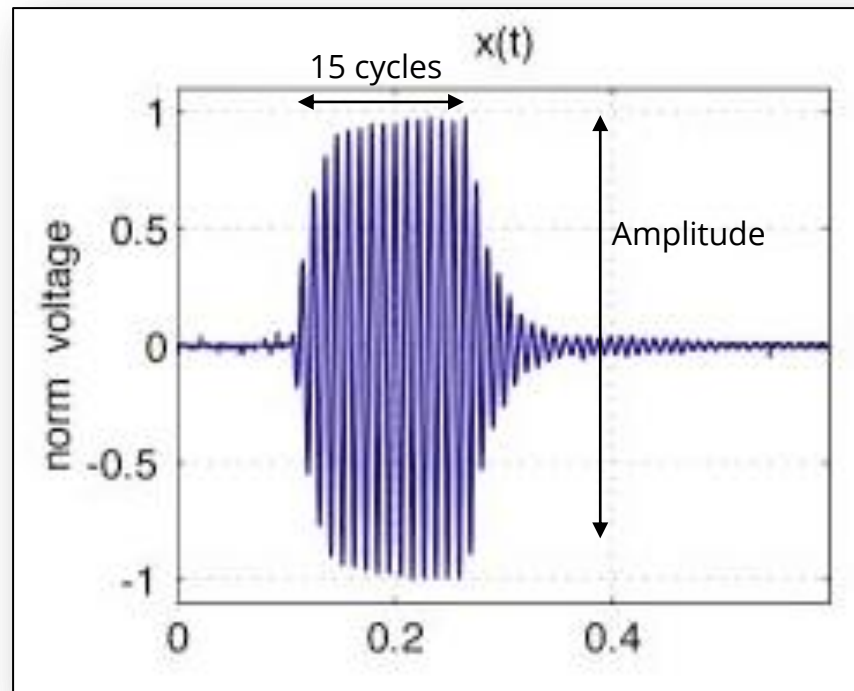
Transducteur

- ▶ Appareil vibratoire capable de transformer l'énergie électrique en énergie mécanique et inversement. Le transducteur est capable d'utiliser les deux effets de la piézo-électricité

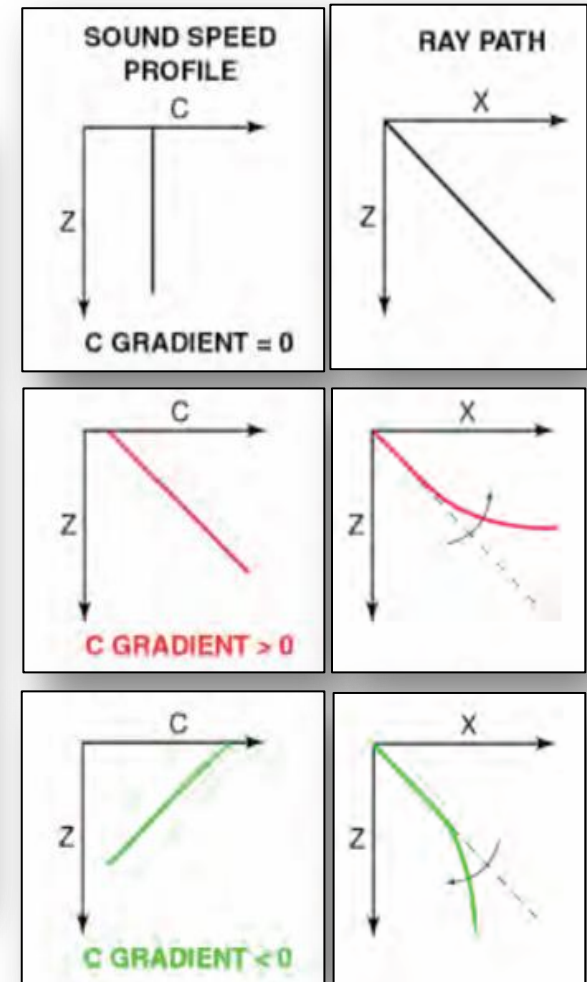
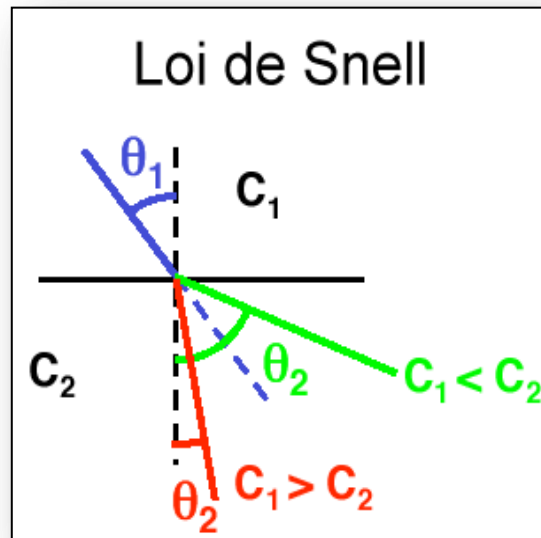


Exemple pratique :

- Émission d'un signal sinusoïdal
- Fréquence 93kHz (période = 0.0107ms)
- Impulsion = 0.16ms (donc 15 cycles)

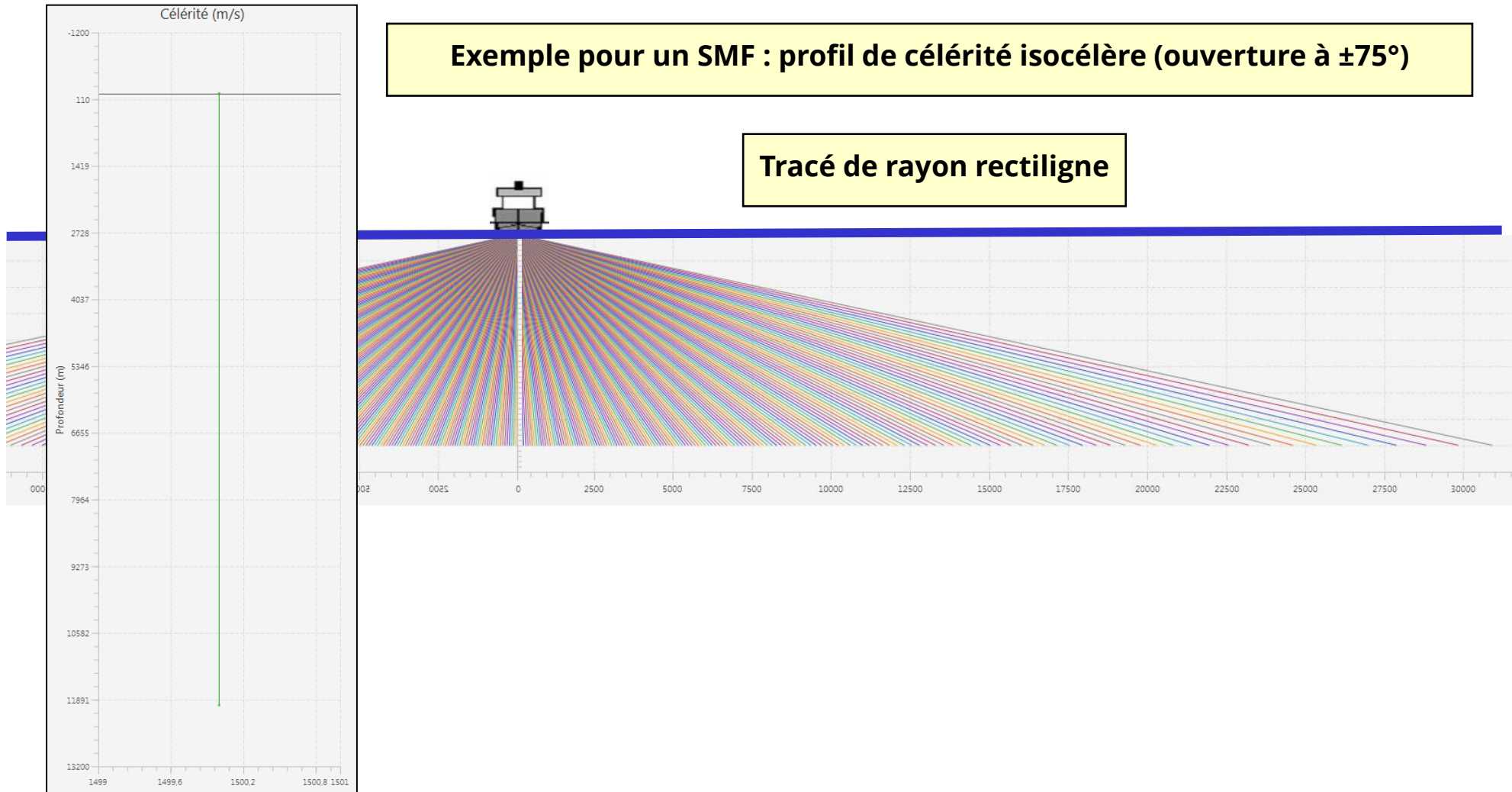


Le son, comme la lumière, suit la loi de Snell-Descartes



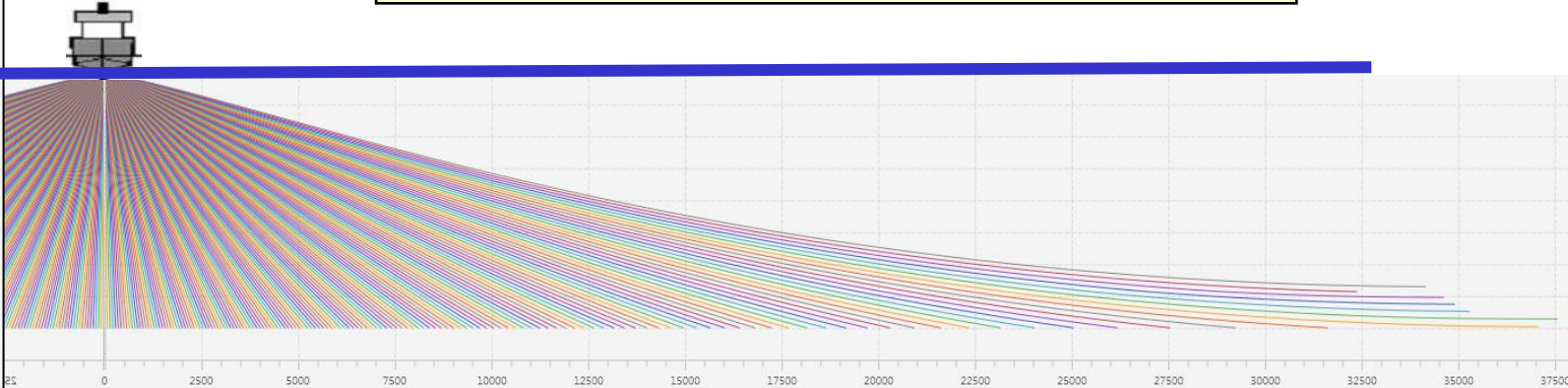
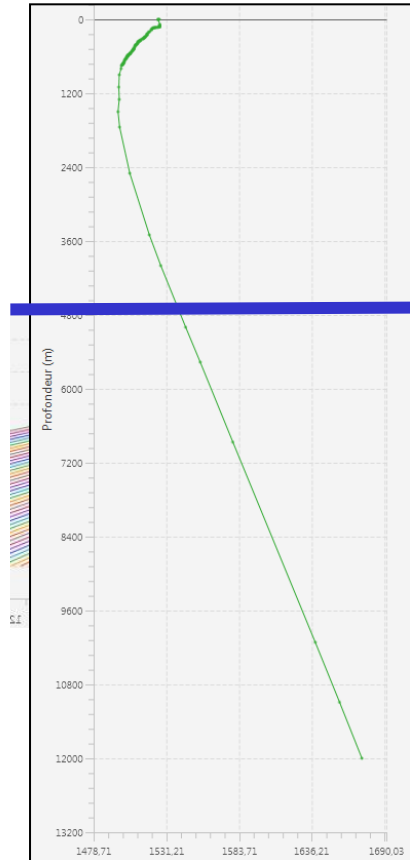
Exemple pour un SMF : profil de célérité isocélère (ouverture à $\pm 75^\circ$)

Tracé de rayon rectiligne



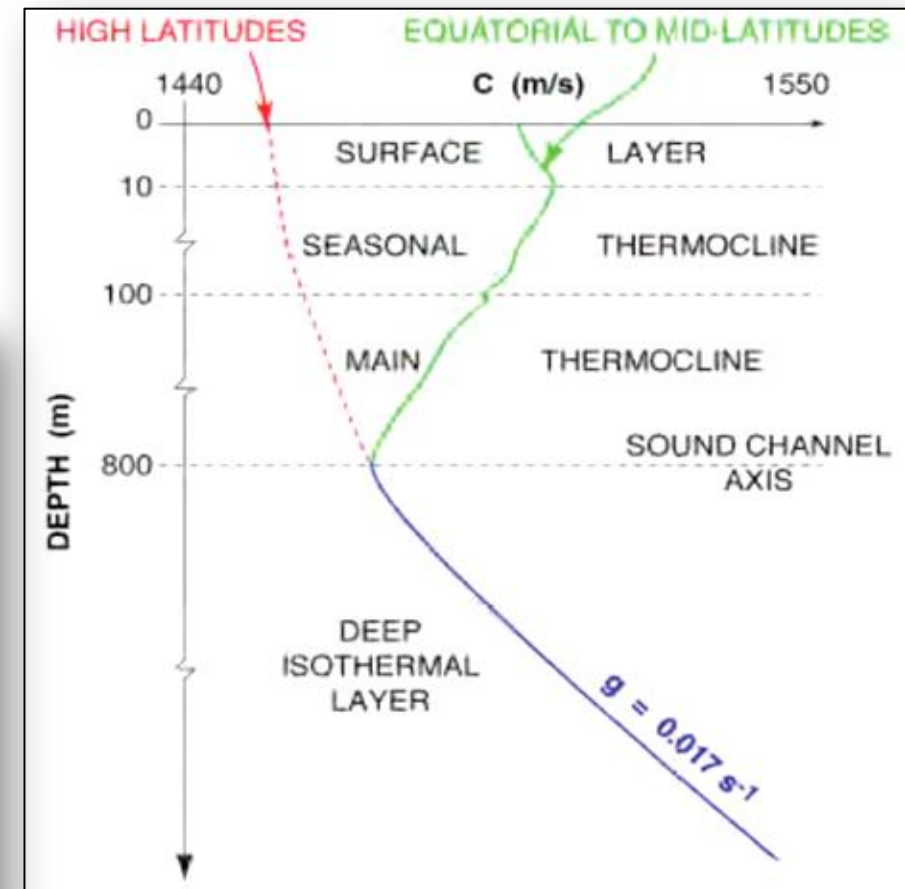
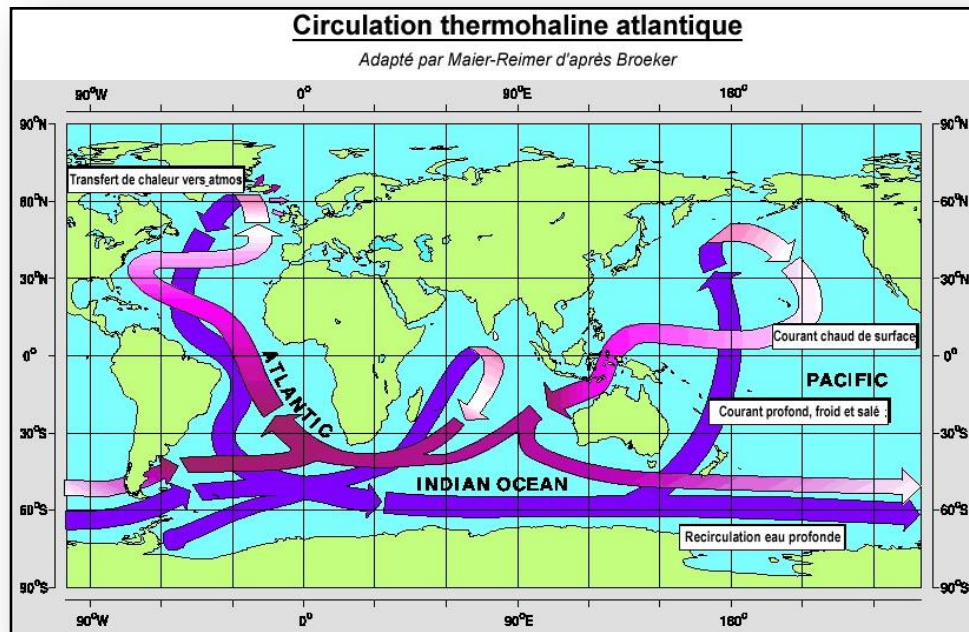
Exemple pour un SMF : profil de célérité non-isocélère (ouverture à $\pm 75^\circ$)

Tracé de rayon non-rectiligne, avec inversion à partir d'une certaine profondeur



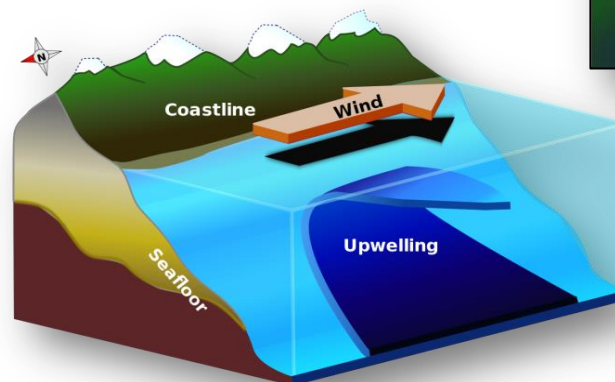
La célérité est fonction de la profondeur, de la saison ou de la zone géographique.

Ils existent des gradients de célérité horizontaux (voir même verticaux: Méditerranée, Mer Iroise ...).

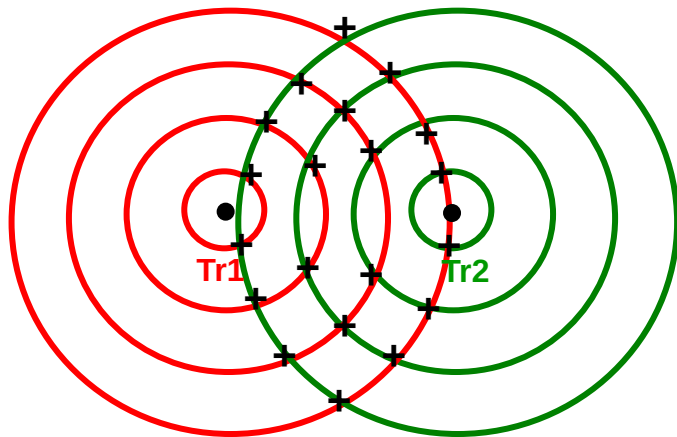


Hydrologie complexe :

- Précipitation, ensoleillement, évaporation
- Eau douce en provenance des fleuves
- Circulation en estuaire
- Brassage lié à la marée
- Phénomènes d'upwelling ou de courant côtier

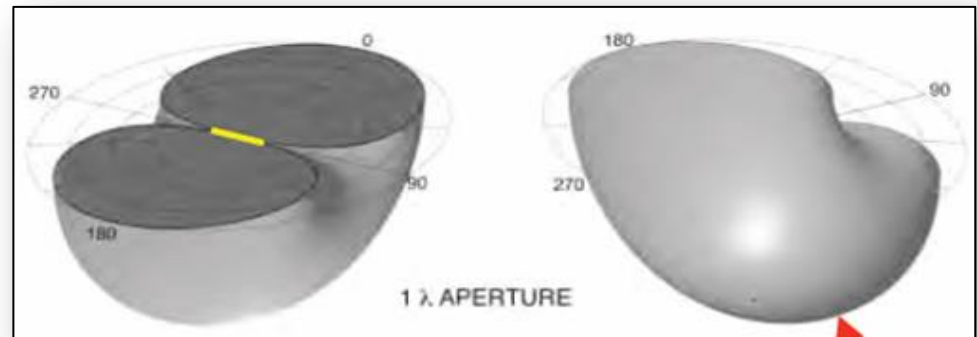


Antenne composée de deux transducteurs élémentaires

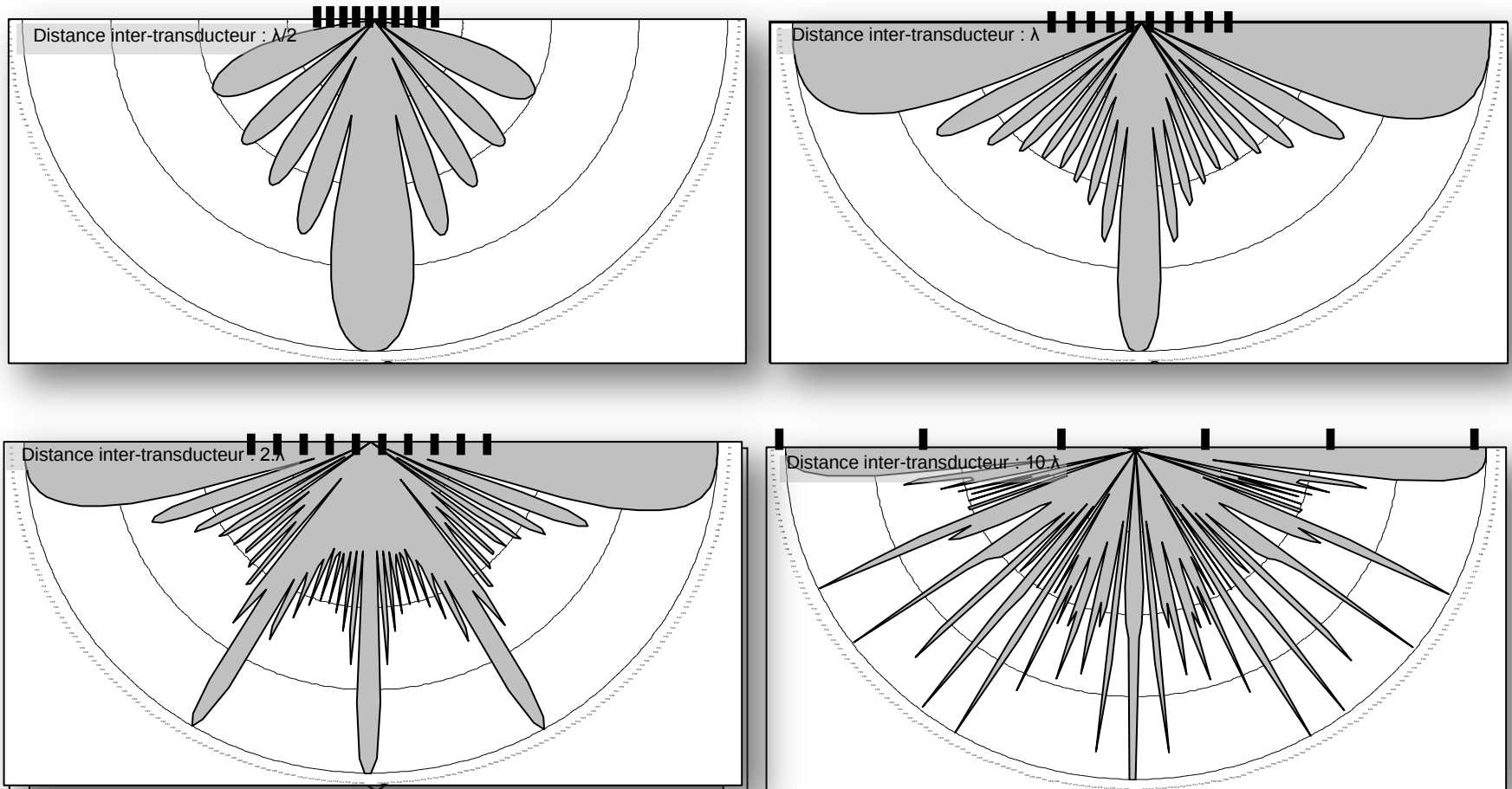


Onde de pression identique émise simultanément par deux sources.

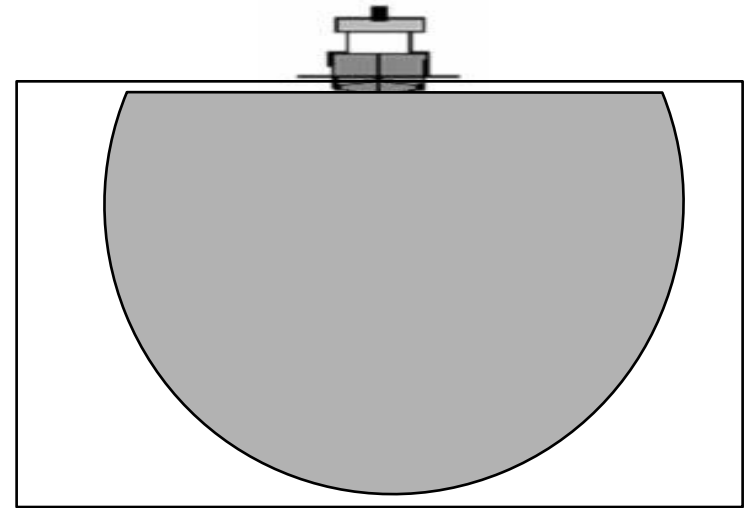
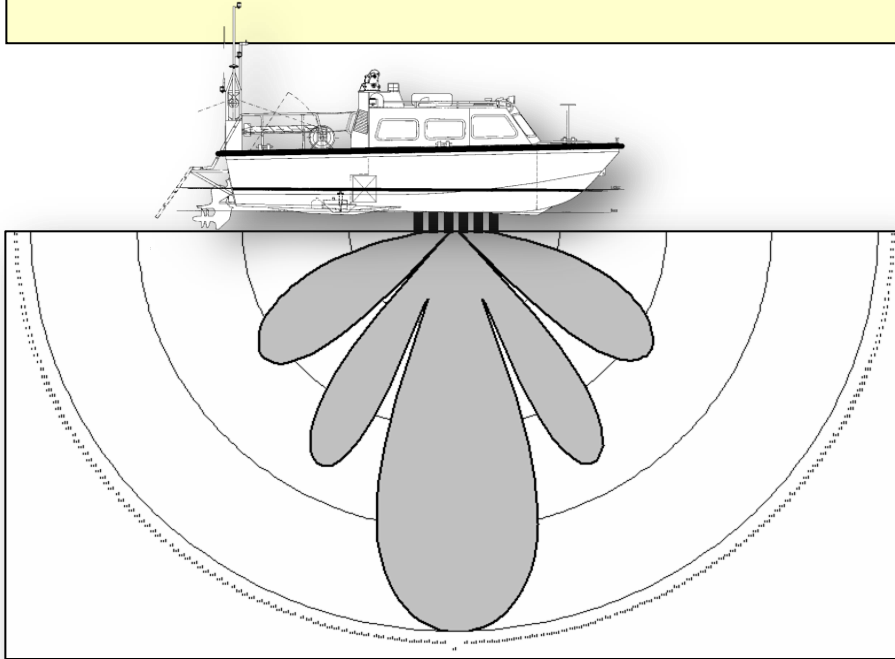
Des zones d'interférences constructives et destructives apparaissent



Influence de la distance entre chaque transducteur élémentaire (exemple de 10 éléments individuels)



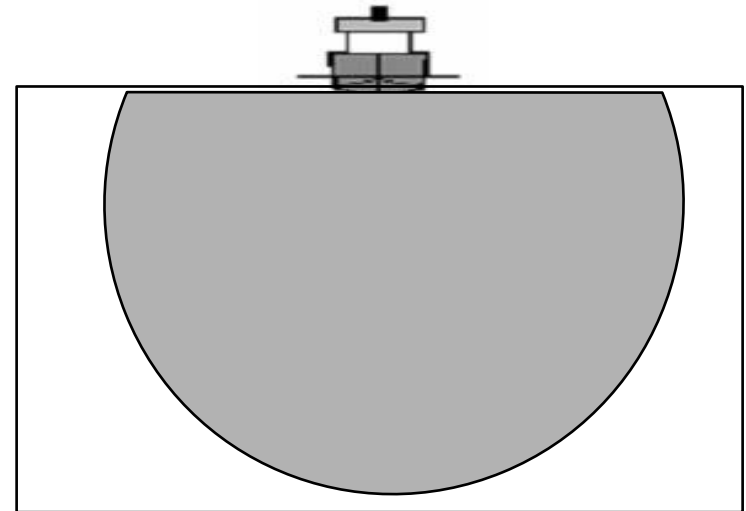
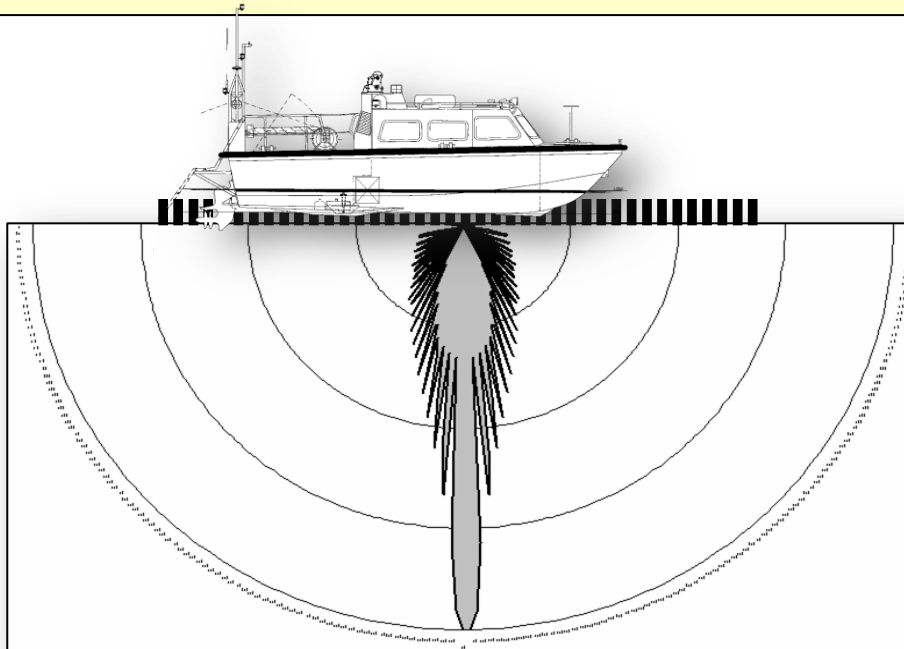
Influence du nombre de transducteurs élémentaires (séparé d'une distance de $\lambda / 2$) : 6 transducteurs



Fonction de directivité :

$$D(\theta) = \left[\frac{\sin\left(\pi \frac{L}{\lambda} \sin \theta\right)}{\pi \frac{L}{\lambda} \sin \theta} \right]^2$$

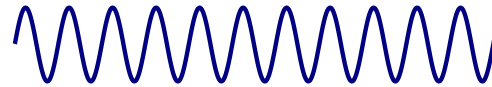
Influence du nombre de transducteurs élémentaires (séparé d'une distance de $\lambda / 2$) : 40 transducteurs



Fonction de directivité :

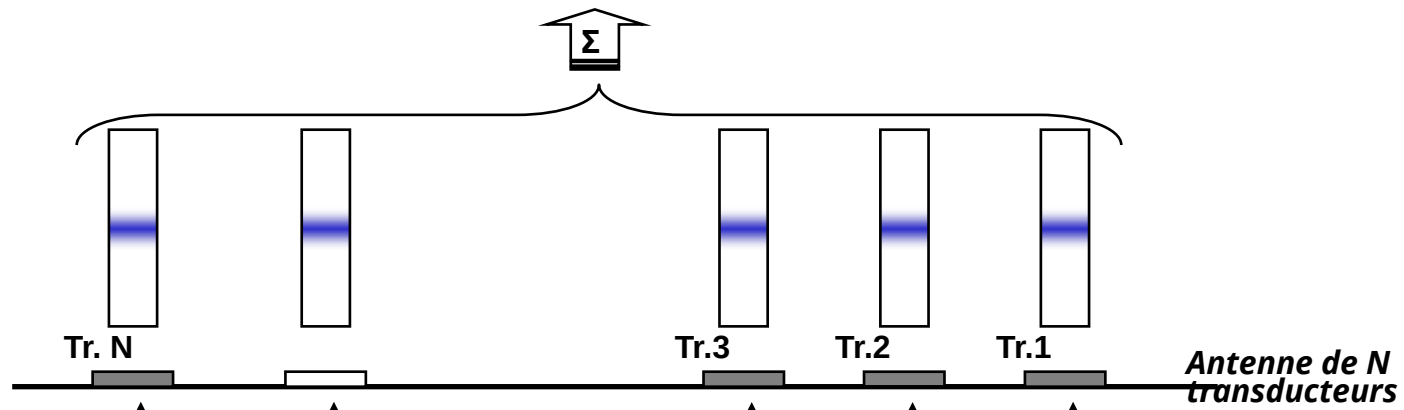
$$D(\theta) = \left[\frac{\sin\left(\pi \frac{L}{\lambda} \sin \theta\right)}{\pi \frac{L}{\lambda} \sin \theta} \right]^2$$

3- Phase de traitement :
Somme



Somme des signaux enregistrés par les transducteurs élémentaires : le signal est correctement reproduit

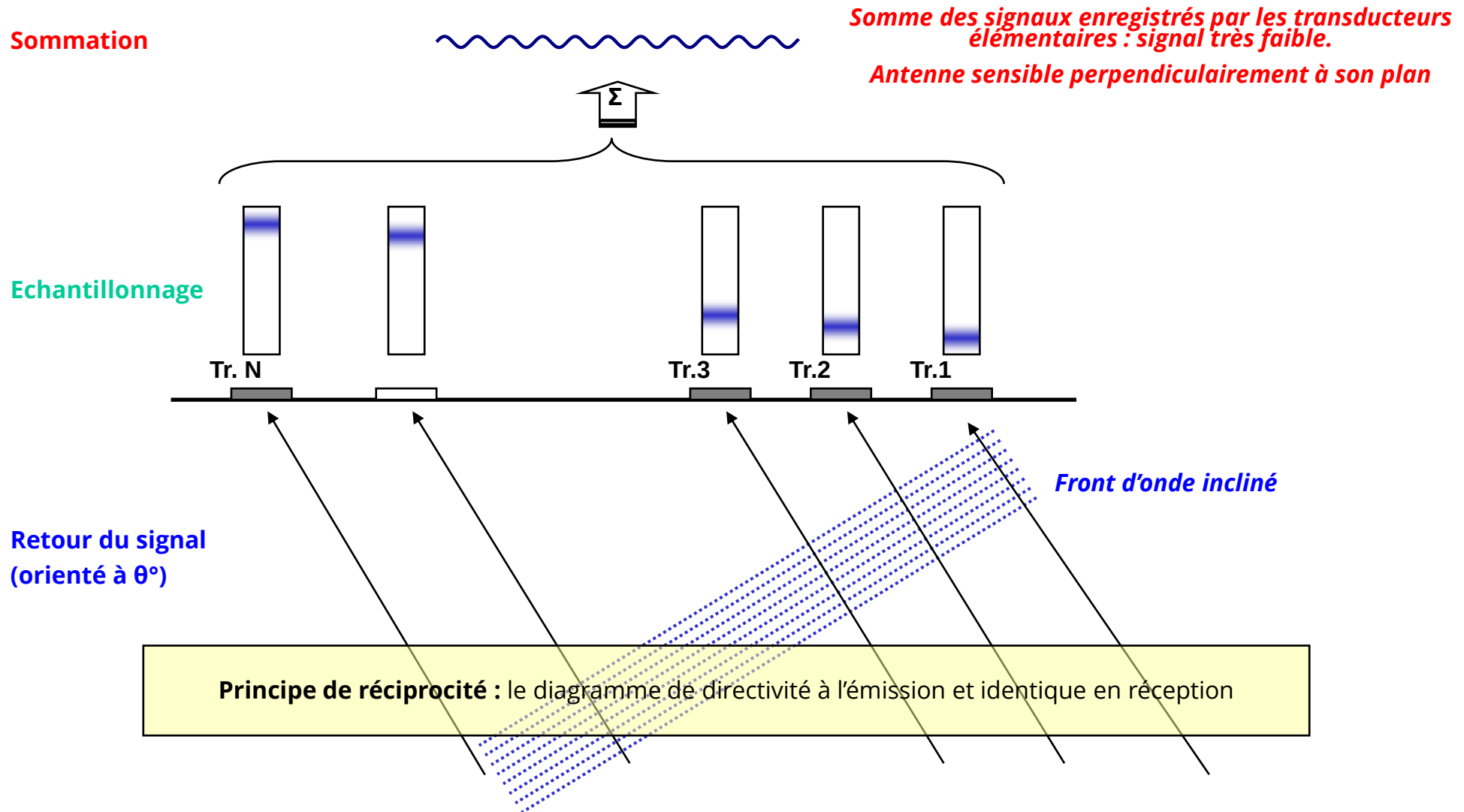
2- Phase d'écoute :
Echantillonnage



1- Propagation :
Reception du signal



Front d'onde perpendiculaire à l'antenne



Extension du concept d'antenne linéaire en 2D :

Diagramme de directivité d'une antenne rectangulaire = caractéristiques combinées de deux antennes linéaires perpendiculaire.

La combinaison de transducteurs élémentaire sous la forme d'une matrice (antenne), forme un faisceau de caractéristiques précises et permet d'accroître la puissance émise.

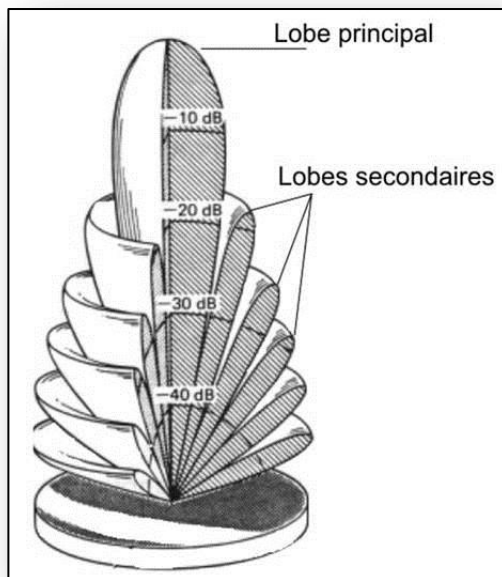
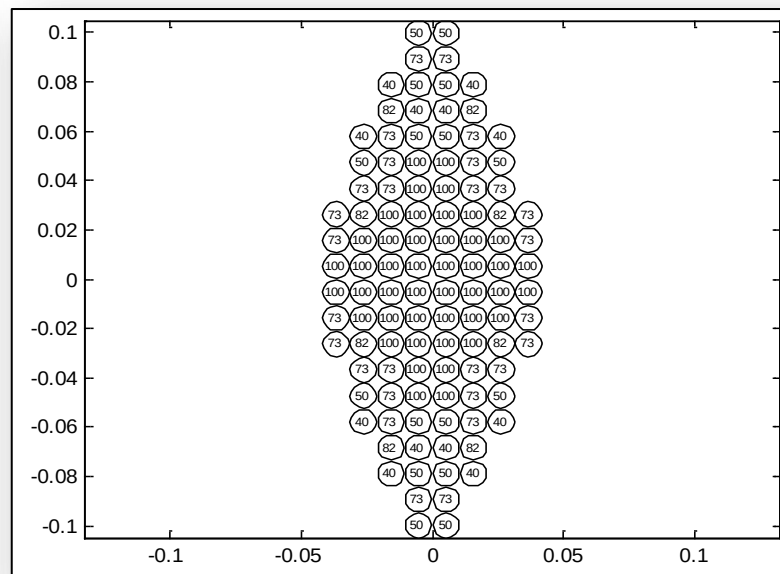


diagramme de directivité d'une antenne circulaire (Eckart, 1968)



Exemple d'une antenne EA400-Kongsberg Maritime

Fonction de directivité :

$$D(\theta) = \left[\frac{2J_1\left(\pi \frac{D}{\lambda} \sin \theta\right)}{\pi \frac{D}{\lambda} \sin \theta} \right]^2$$

Niveau d'émission (NE)

Le niveau d'émission est le niveau de pression acoustique ramené à 1m de la source, dans l'axe du lobe principal de directivité de l'antenne d'émission.

La pression acoustique de référence étant le micro Pascal (μPa), le niveau émis s'exprime en dB ref.1 μPa à 1m.

Les ordres de grandeur habituels pour les sondeurs et sonars vont de 200 à 240 dB ref.1 μPa à 1m.

Le niveau émis (NE) peut être relié aux caractéristiques de l'antenne d'émission et à la puissance électrique consommée par :

$$NE = 10.\log P_{el} + 10.\log \rho + 171 + GD_E$$

Où:

ρ = rendement de transduction électroacoustique de la source (conversion d'énergie électrique en énergie acoustique).

GD = gain de directivité en émission.

P_{el} = puissance électrique consommée.

D'une manière générale, les transducteurs possèdent une fréquence nominale d'utilisation.



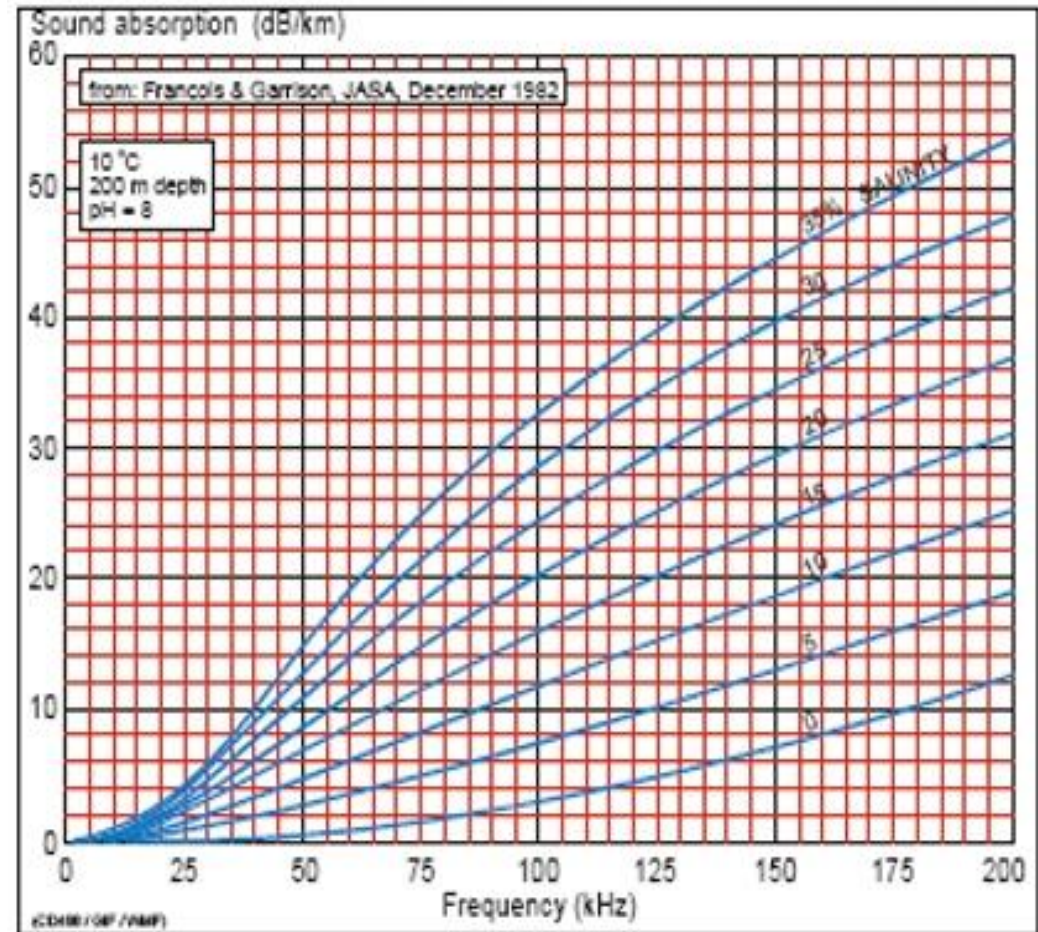
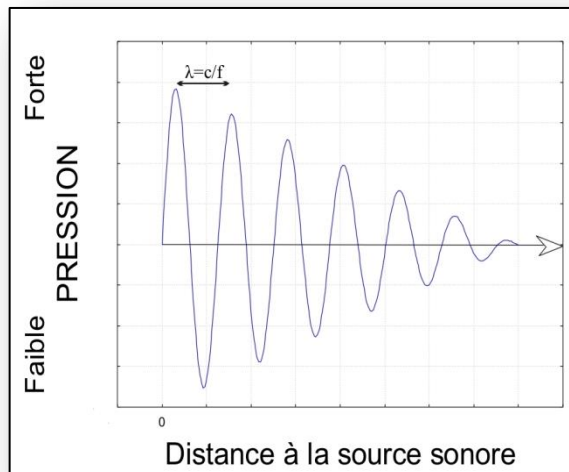
Perte par propagation – Divergence (P_{div})

- La propagation d'une onde acoustique depuis une source correspond à un étalement de l'énergie acoustique émise sur une surface sphérique ($S=4.\pi.R^2$) croissante
- Cette dispersion volumique est indépendante de la fréquence.
- L'évolution est de la forme **$10.\text{Log}_{10}(I_{ref}/I)$**
- Par conservation de l'énergie, l'intensité décroît en $1/R^2$. Ainsi l'évolution est en **$10.\text{Log}_{10}(1/R^2)$ sois $20.\text{Log}_{10}(1/R)$**
- Perte d'énergie en dB par divergence géométrique, référencée à 1m de la source:

$$P_{div} = 20.\log R$$

Perte par propagation - Absorption (P_{abs})

- Le milieu de propagation est dissipatif. Cette absorption de l'onde sonore est le facteur le plus limitatif de la propagation acoustique
- Le facteur d'amortissement est fonction (entre autres) de la fréquence d'émission et du milieu. Plus la fréquence augmente, plus l'amortissement est important.
- Perte d'énergie de la forme $\alpha \cdot R$ - avec α le facteur d'amortissement, fonction de la fréquence en dB/m - α augmente avec la fréquence.

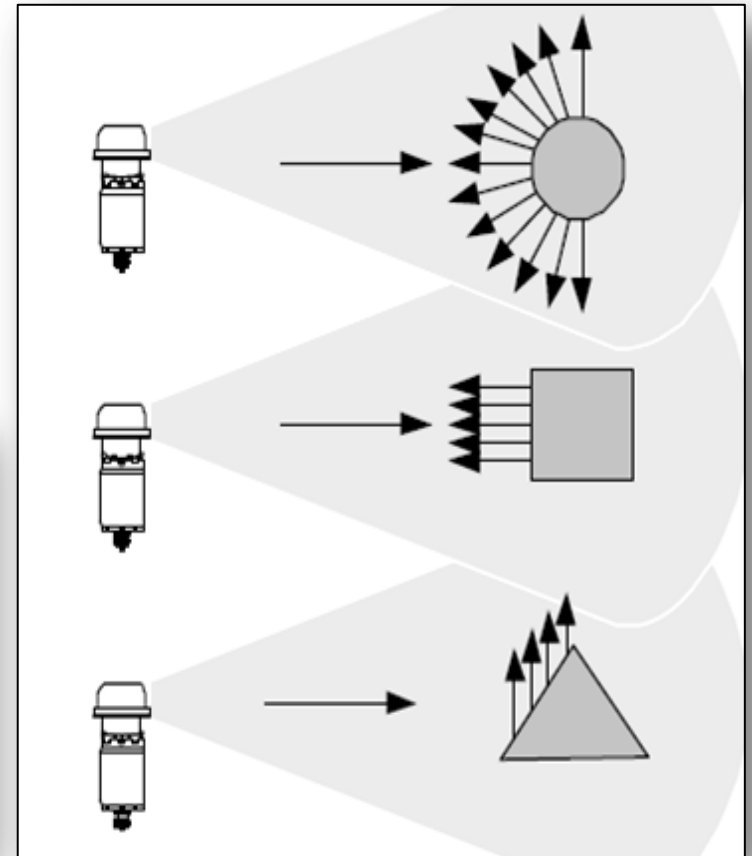
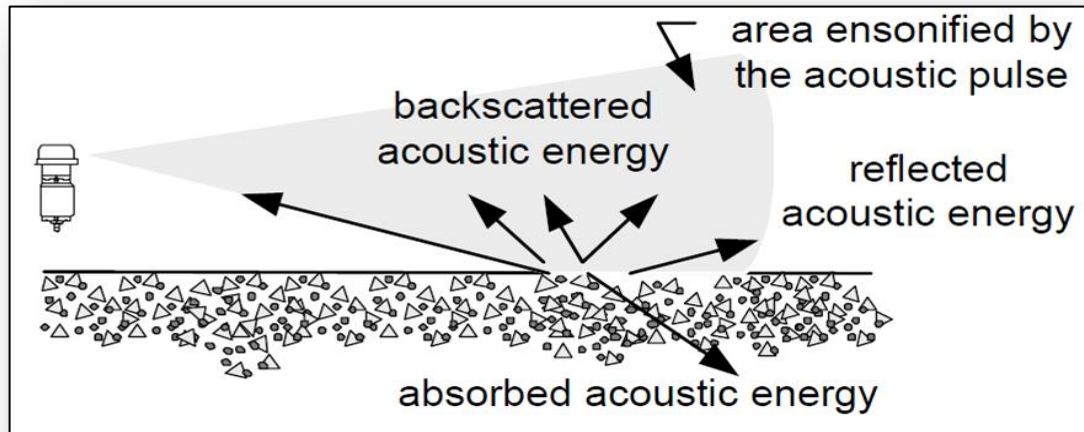


Indice de cible (IC)

Capacité que présente le fond, ou une cible, à renvoyer de l'énergie acoustique vers le sondeur

L'Indice de Cible est fonction :

- ▶ Du type de fond (mou ou dur)
- ▶ De l'angle d'incidence (perpendiculaire ou rasant)
- ▶ De la surface rétrodiffusante effective (sphère, cube...)



Niveau de bruit (NB)

Bruit ambiant provoqué par le milieu extérieur:

- Agitation de la surface de l'eau (~ 10kHz)
- Agitation moléculaire (> 100kHz)
- Autre systèmes acoustiques
- Trafic environnant

Bruit propre (limitation principale des performances):

- Bruit électrique
- Fonction de la vitesse du porteur



Sensibilité en réception (SR)

Généralement on note (Voltage Response) $V_r = G_{Dr} + G_T$ comme étant la sensibilité à la réception. Avec

G_{Dr} : gain de directivité en réception dû à la structure d'antenne du système

G_T : gain de traitement associé au signal et au récepteur utilisé



Il existe plusieurs traitements des signaux effectués en réception :

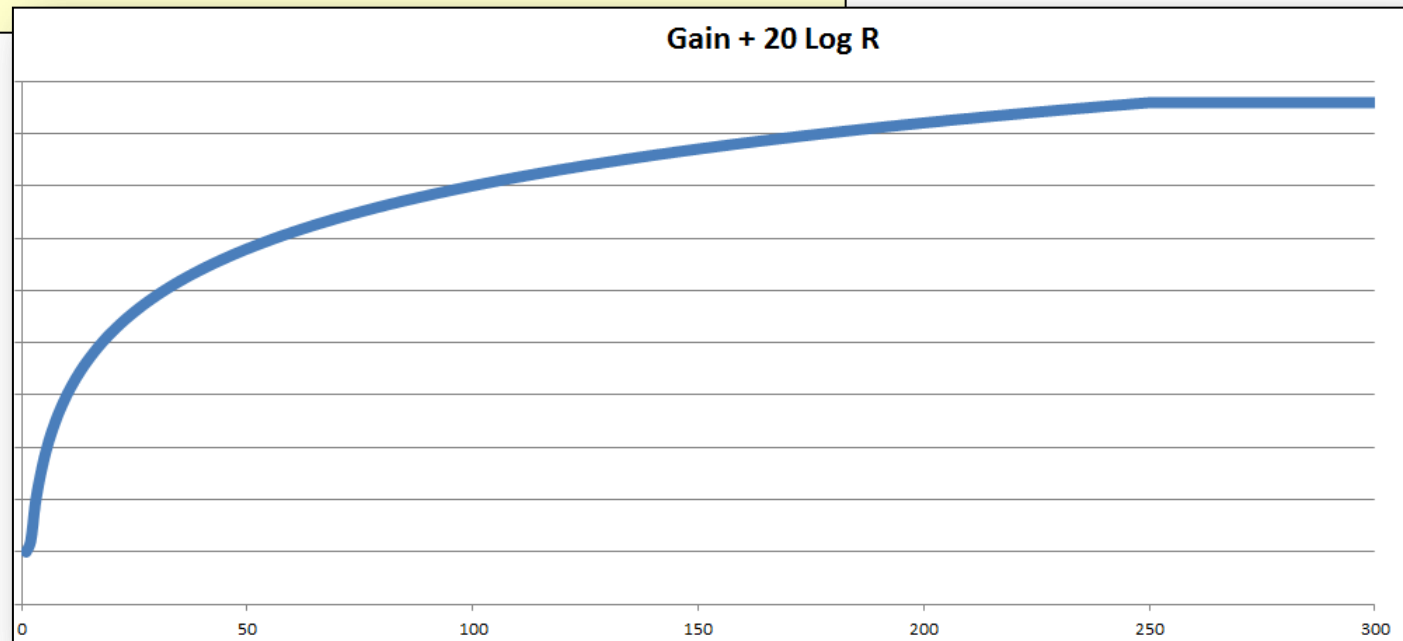
- Amplification
- Filtrage
- Numérisation
- Application d'une loi de TVG



Plus longtemps met le signal pour revenir, plus faible sera l'écho retourné (pertes par propagation).

Pour compenser ces pertes, le signal reçu sera amplifié d'un facteur dépendant du temps depuis l'émission du signal. Ceci est appelé **Time Varied Gain (TVG)** ou Gain variable dans le temps.

Le TVG est également appliqué pour utiliser l'échelle dynamique du récepteur de façon efficace (obtenir un niveau d'écho constant en réception).



NE : Niveau d'Emission

PPropa : pertes par propagation

IC : Indice de Cible

PPropa : pertes par propagation

NB : Niveau de Bruit

SR : Sensibilité à la réception

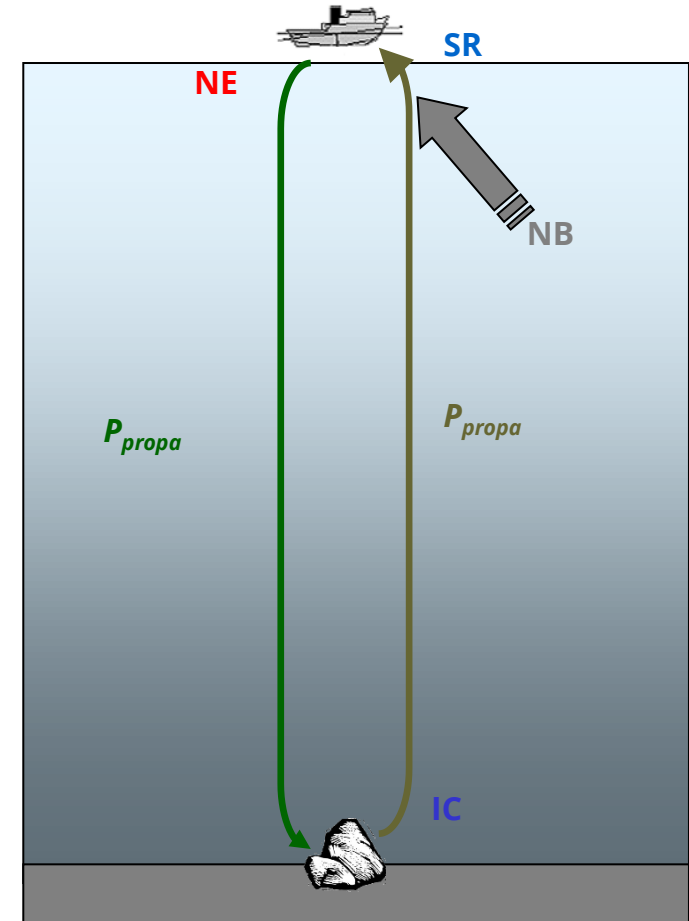
Excès de signal (ou ratio signal sur bruit) :

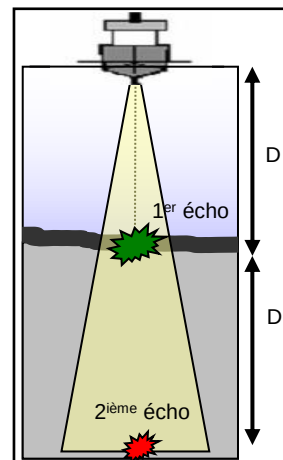
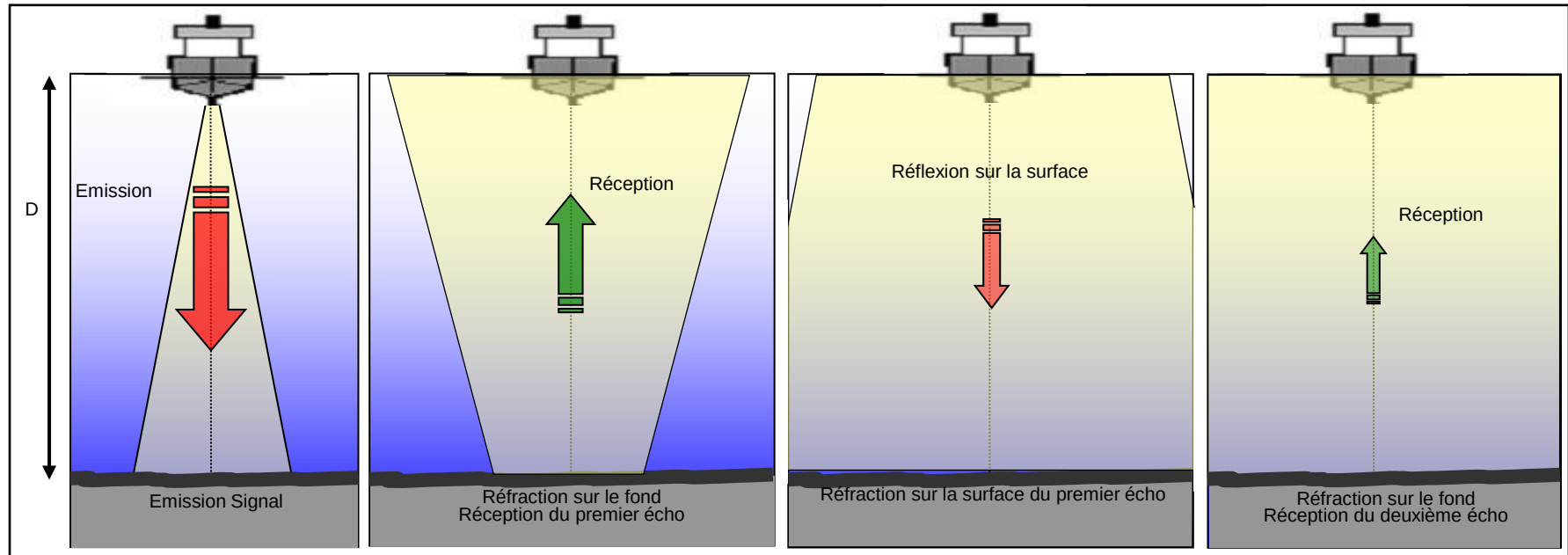
$$ES = NE - 2.PPr + IC - NB + SR$$

$$\text{Avec } 2.PPr = 2.(P_{div} + P_{abs}) = 40\log_{10}R + 2.\alpha.R$$

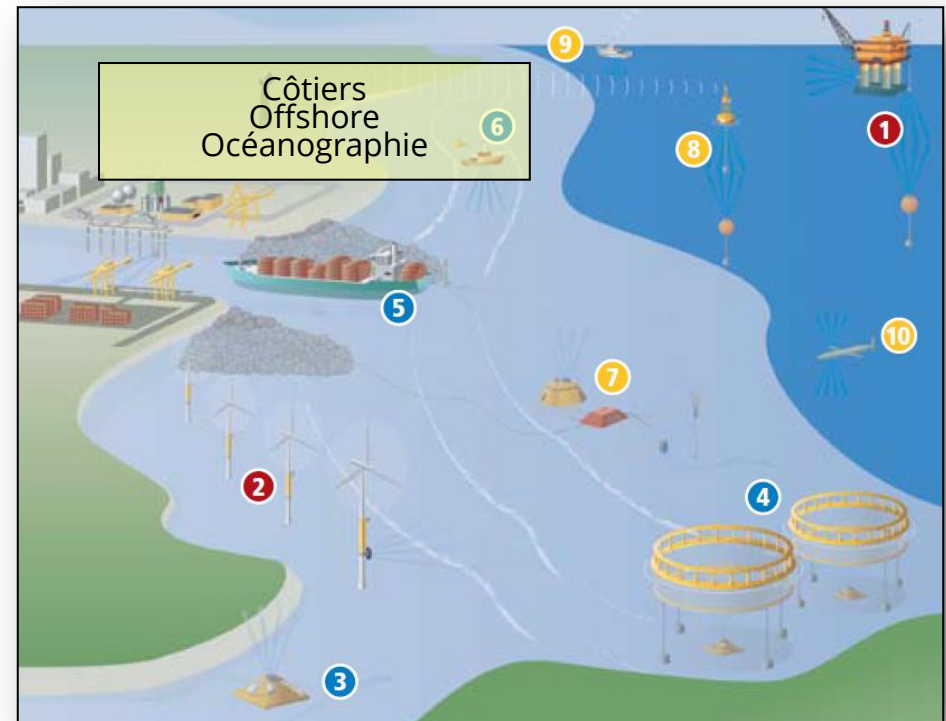
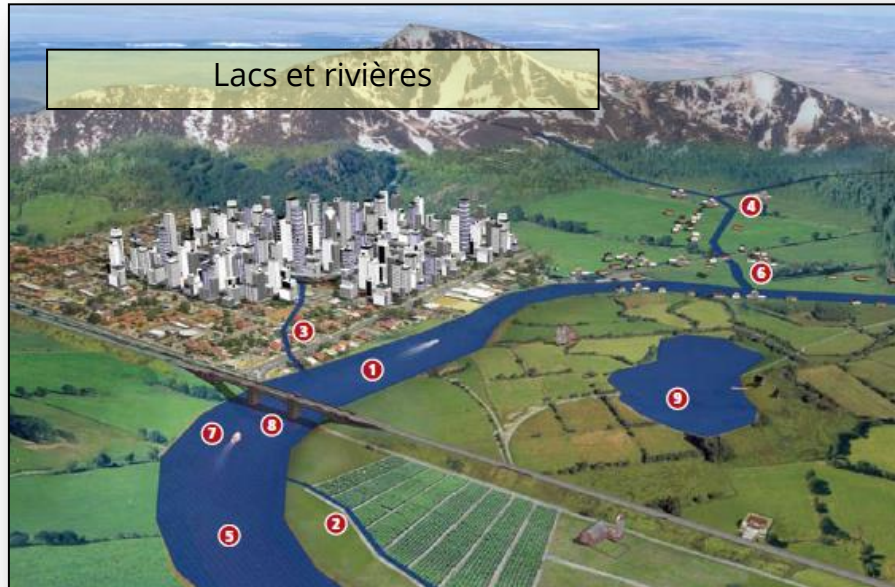
Pour que le système détecte la cible, il faut:

$$ES > 0$$





- I. Notion d'acoustique sous-marine
- II. **Application à la courantométrie**
- III. Courantomètres au point fixe
- IV. L-ADCP
- V. VM-ADCP (Vessel Mounted Acoustic Doppler Current Profiler)
- VI. Doppler Velocity Loch



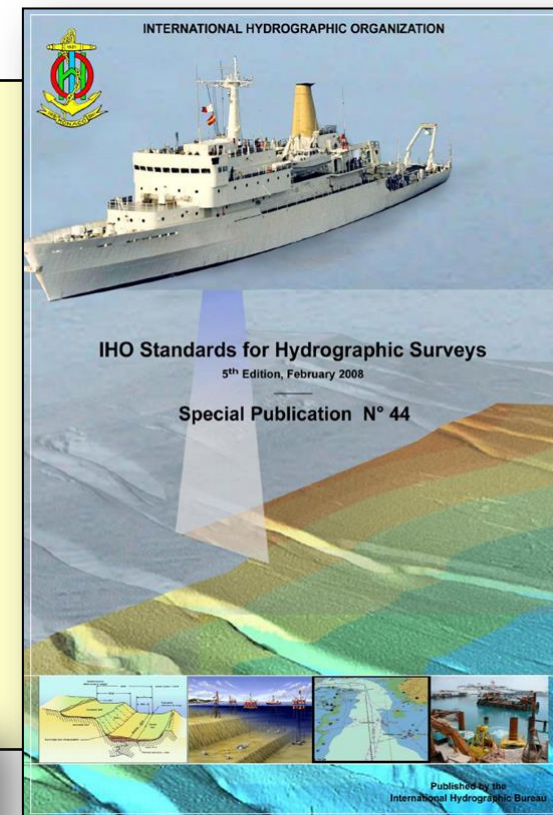
Norme hydrographique : Extrait de la PS-44 (février 2008)

4.5 Tidal Stream and Current Observations

The speed and direction of tidal streams and **currents which may exceed 0.5 knot should be observed at the entrances to harbours and channels**, at any change in direction of a channel, in anchorages and adjacent to wharf areas. It is also desirable to measure coastal and offshore streams and currents when they are of sufficient strength to affect surface navigation. **The tidal stream and current at each position should be measured at depths sufficient to meet the requirements of normal surface navigation in the survey area.** In the case of tidal streams, simultaneous observations of tidal height and meteorological conditions should be made and the period of observation should ideally be 30 days.

The speed and direction of the tidal stream and current should be measured to 0.1 knot and the nearest 10° respectively, at 95% confidence level. Where there is reason to believe that seasonal river discharge influences the tidal streams and currents, measurements should be made to cover the entire period of variability.

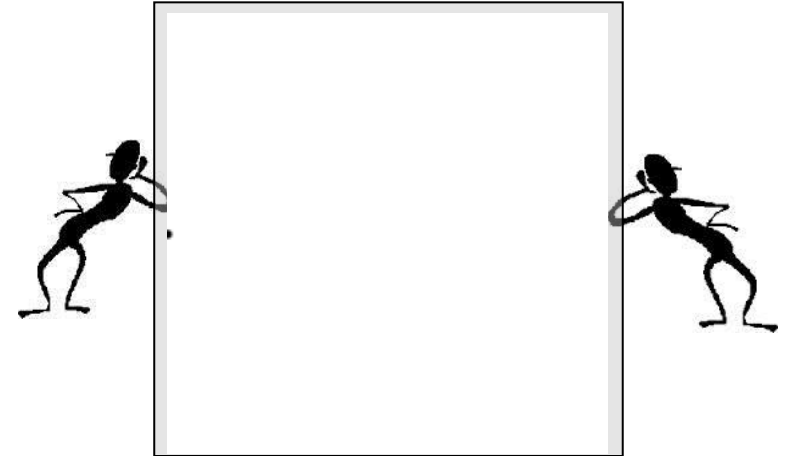
Pour info : 0,1 Nds = 5 cm/s



En pratique: un signal de fréquence fixe, émis par une source en mouvement, sera perçu par un observateur immobile avec une fréquence décalée.

Décalage fréquentiel = « Doppler shift »

Ce principe est valable en acoustique, en optique ou en électromagnétique.



Wikipedia

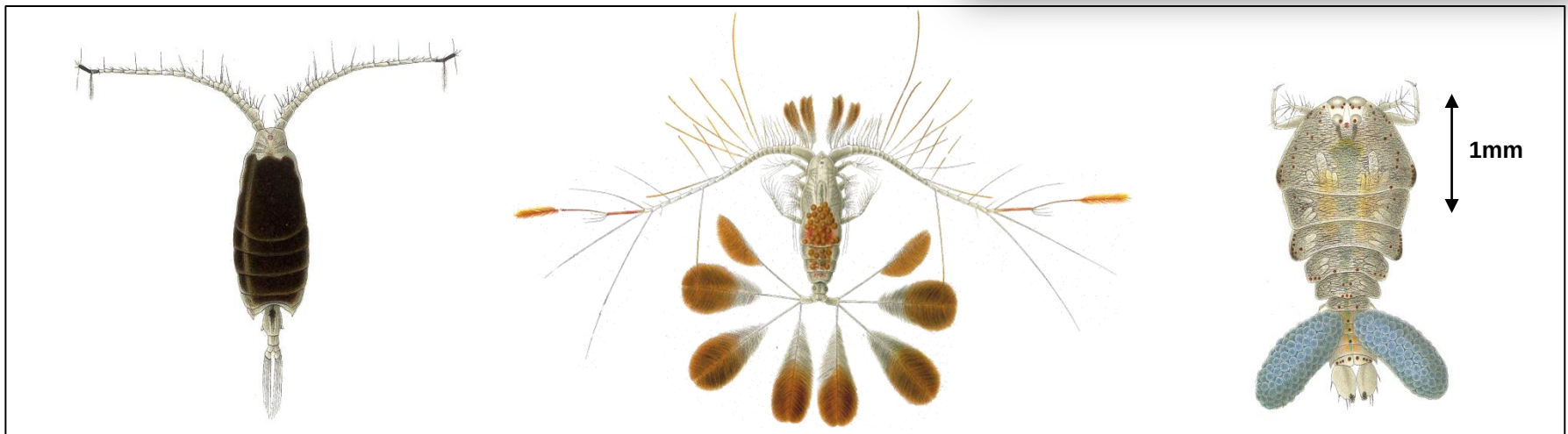
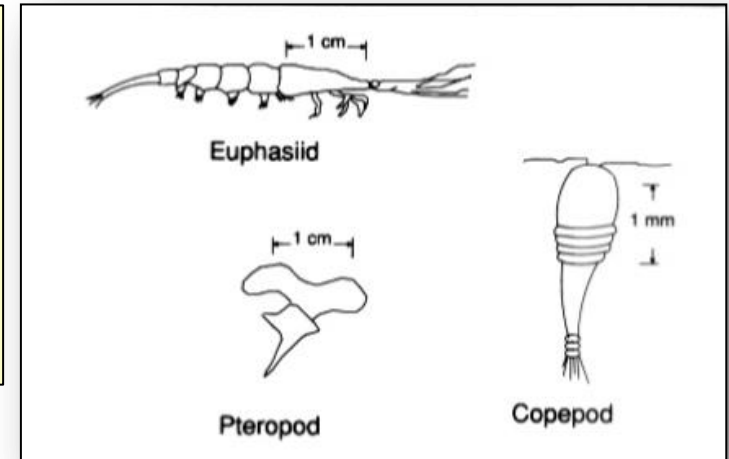
En théorie: pour un signal émis à la fréquence F par un émetteur ayant une vitesse V_0 , le signal reçu par un récepteur immobile aura une fréquence F' définie comme suit:

$$F' = F \left(1 + \frac{V_0}{C} \right)$$

(avec C la célérité du son dans le milieu)

Certains appareils utilisent l'effet Doppler pour mesurer la vitesse du courant marin. Ce sont les **courantomètres à effet Doppler**.

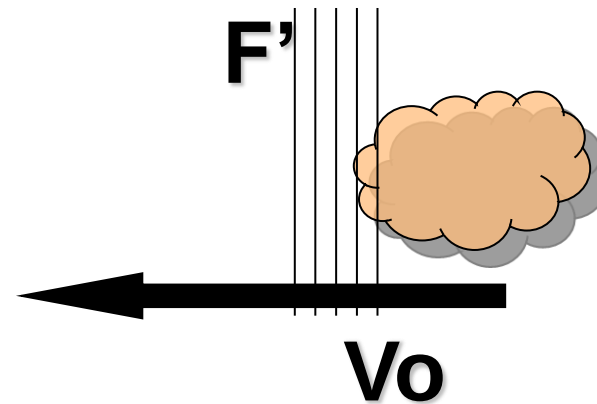
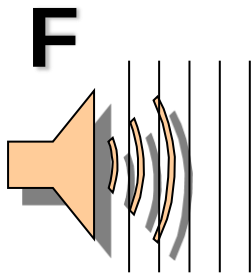
Ces systèmes mesurent en réalité la vitesse de déplacement de matières en suspension. N'ayant pas de mouvement propre, ou alors négligeable devant la vitesse du courant, le déplacement de ces particules traduit donc la vitesse du courant marin.



Exemple de zooplancton : famille des copépodes pélagiques – d'après Giesbrecht (pelagischen copepoden des golfes von Neapel -1892) – taille réelle : quelques millimètres.

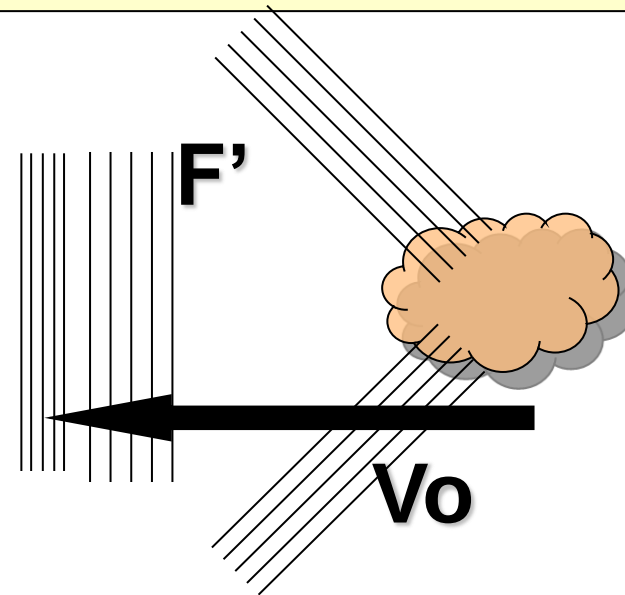
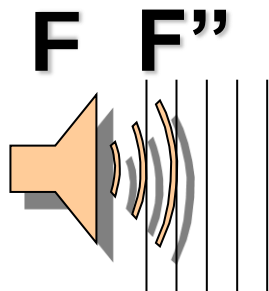
- Émission à la fréquence F
- Diffuseurs en mouvement, à la vitesse V_0 , vers le transducteur.
- Réception par les diffuseurs à la fréquence F' (effet Doppler)

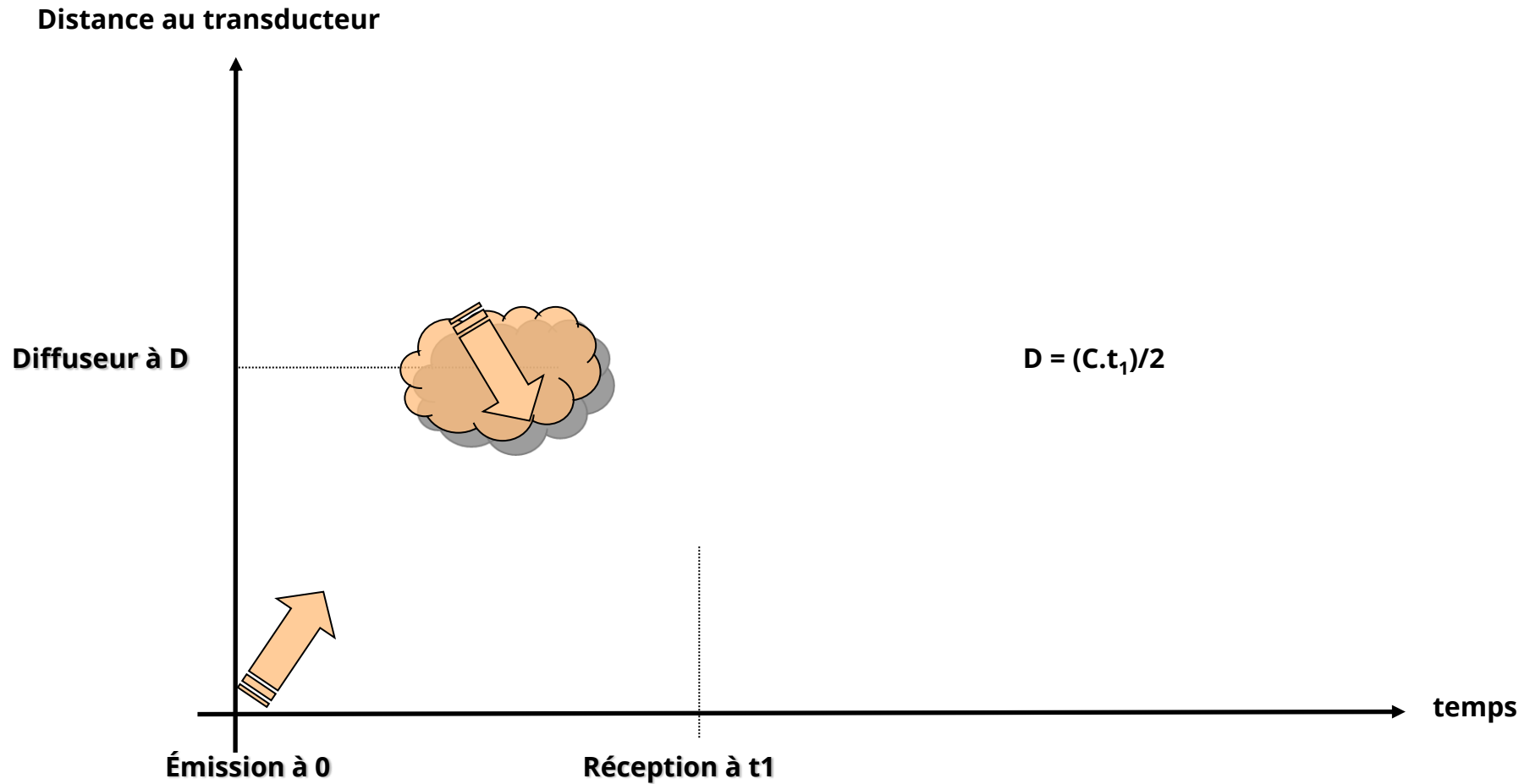
$$F' = F \left(1 + \frac{V_0}{C} \right)$$

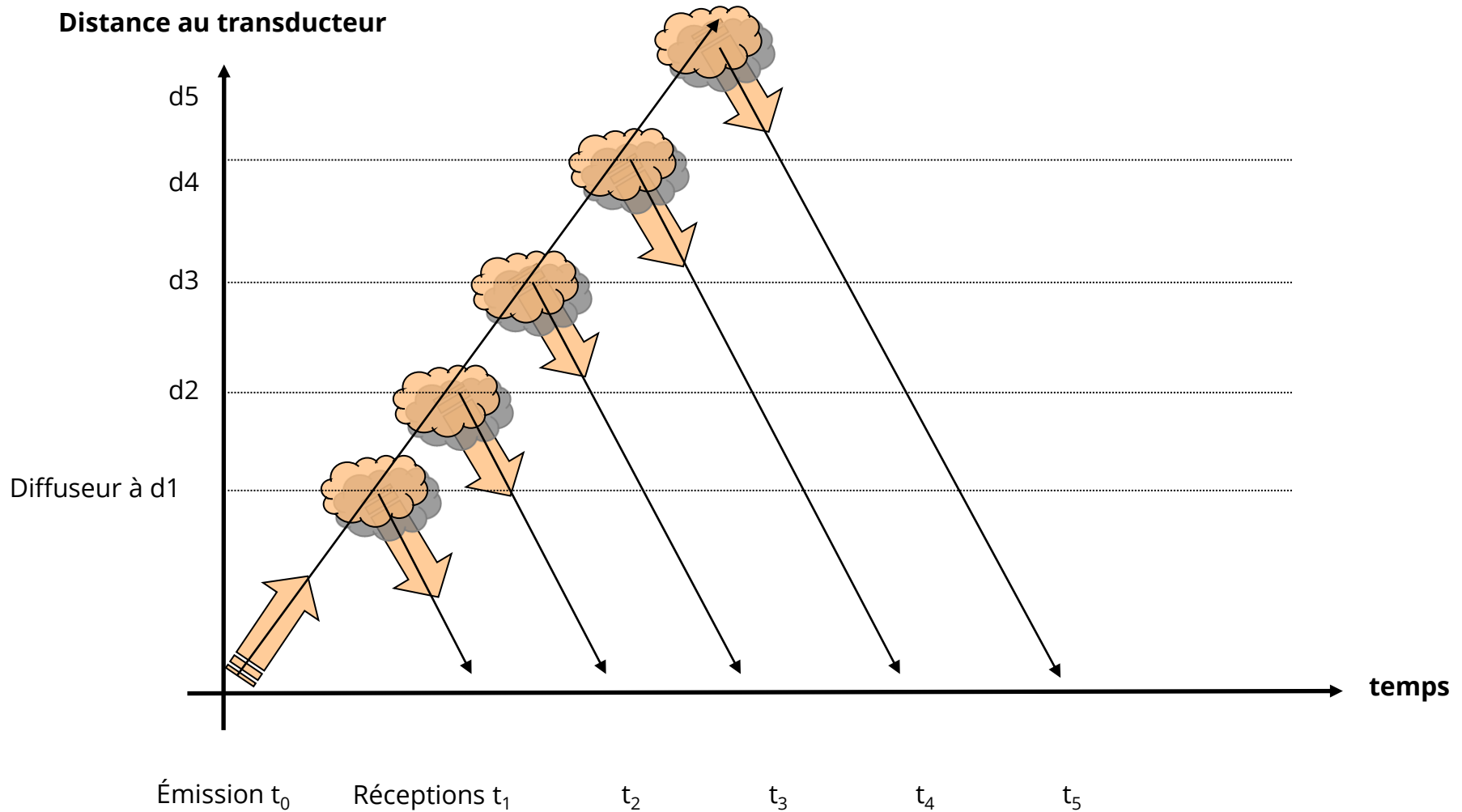


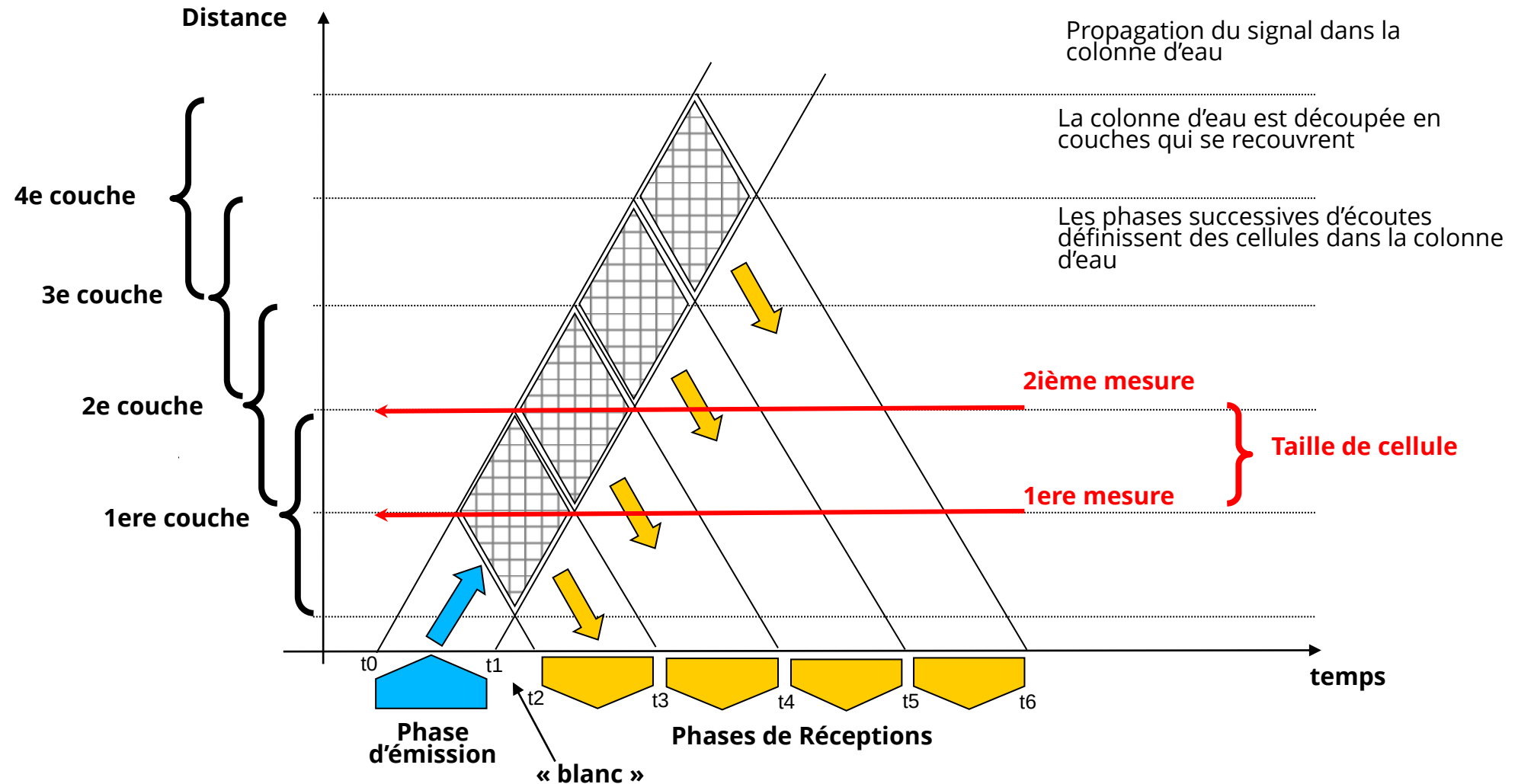
- ▶ Émission à la fréquence F
- ▶ Diffuseurs en mouvement à la vitesse V_0 vers le transducteur.
- ▶ Réception par les diffuseurs à la fréquence F' (effet Doppler)
- ▶ Transmission par les diffuseurs à la fréquence F'' (**double effet Doppler**)

$$V_0 = C \frac{(F'' - F)}{2F}$$

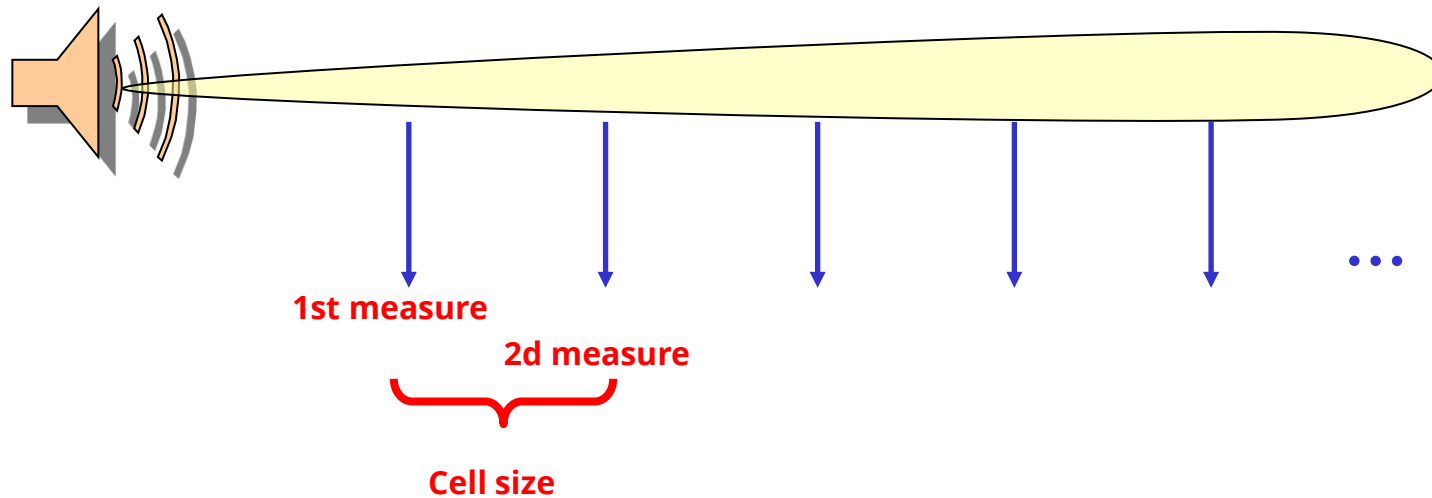








Pour chaque faisceau (pour chaque antenne), et pour chaque cellule, une mesure de vitesse est calculée, dans l'axe de l'antenne



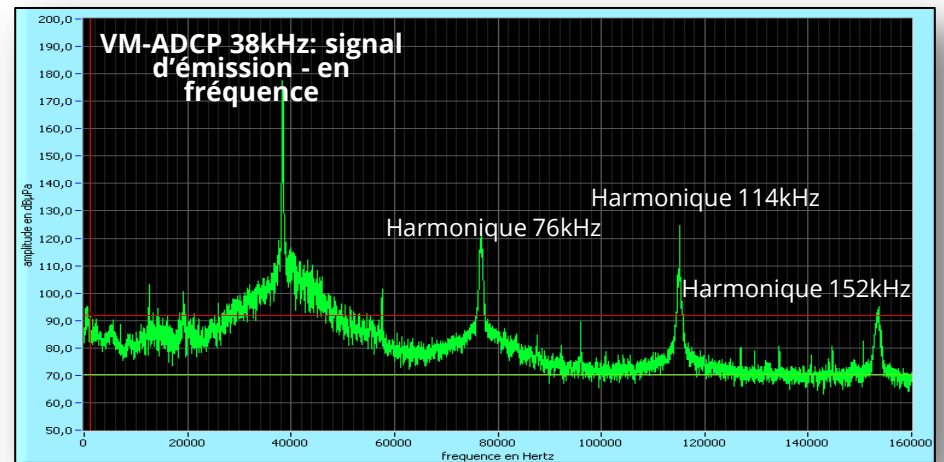
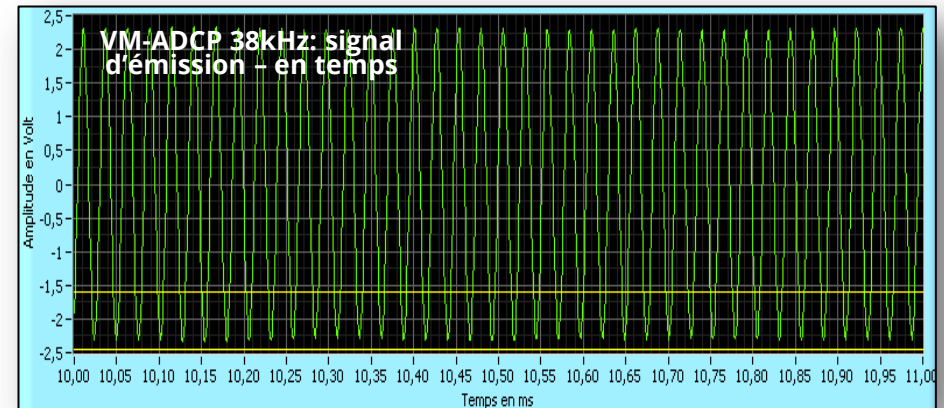
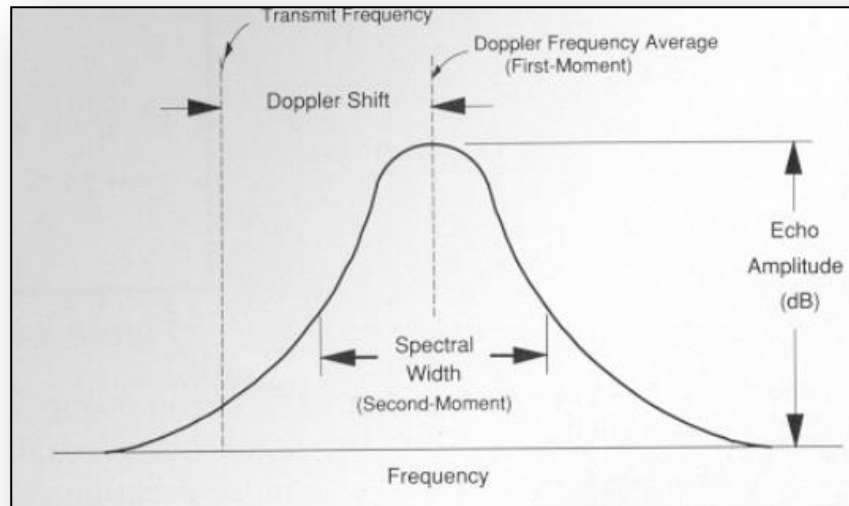
On peut distinguer deux types de courantomètres à effet Doppler :

- ▶ les **courantomètres ponctuels**
- ▶ les **profileurs de courants**

Les courantomètres ponctuels n'écoutent l'écho retourné que pour la couche d'eau immédiatement voisine des bases acoustiques.

« NarrowBand »

Le signal émis est un sinusoïdale, à une fréquence fixe ("ping"). Pour chaque cellule, le décalage en fréquence est déterminé à partir du spectre du signal reçu correspondant à la séquence d'écoute. Connaissant la fréquence d'émission initiale et la fréquence du signal retour, on détermine ainsi la vitesse des diffuseurs dans l'axe du transducteur.



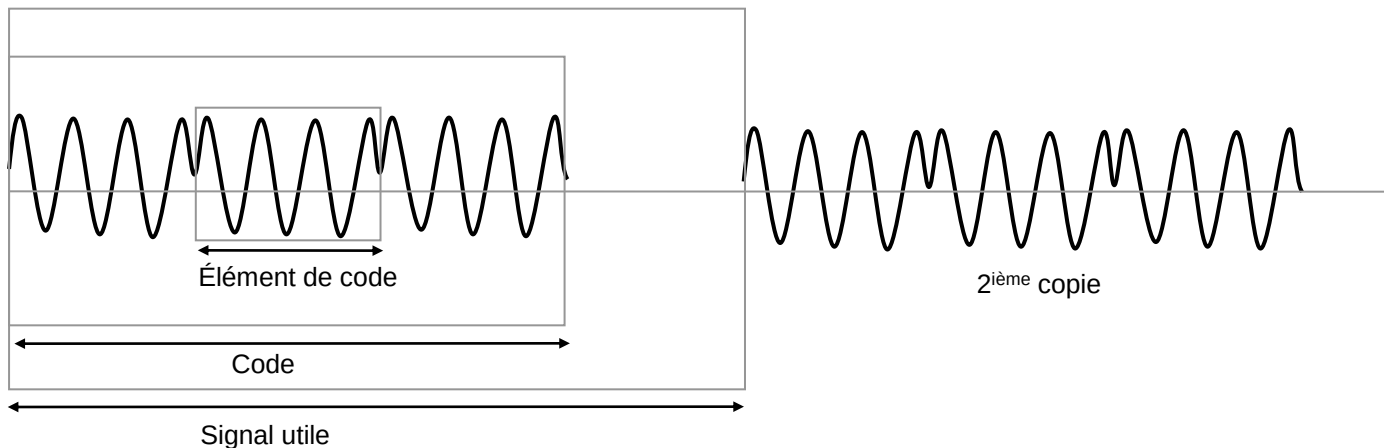
« BroadBand »

Le signal émis est une succession de codes (signaux "PSK" Phased Shift Keying)

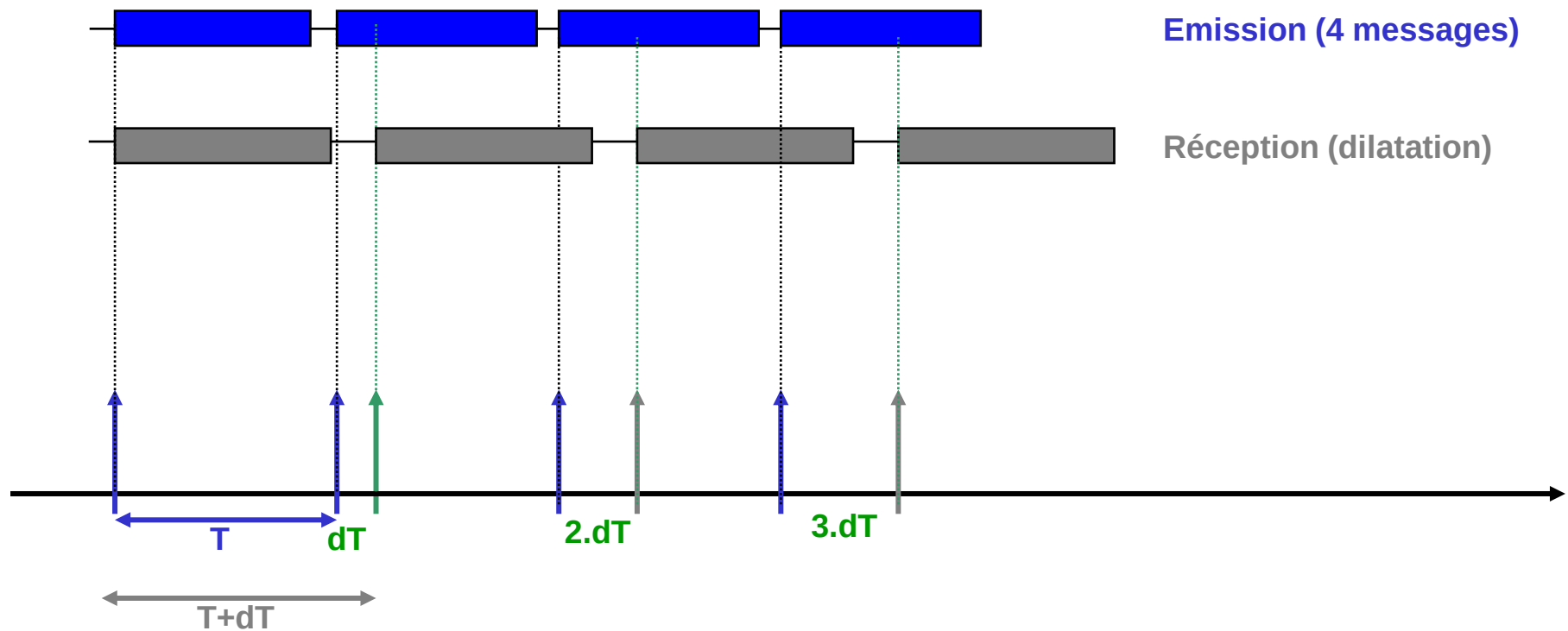
Un signal pseudo aléatoire est dupliqué plusieurs fois dans la phase d'émission de l'ADCP (le nombre de signaux dépend de la longueur de la cellule choisie par l'utilisateur)

Signal pseudo aléatoire de 4 ou 6 codes élémentaires suivant les modèles.

Répétition d'au moins 2 messages



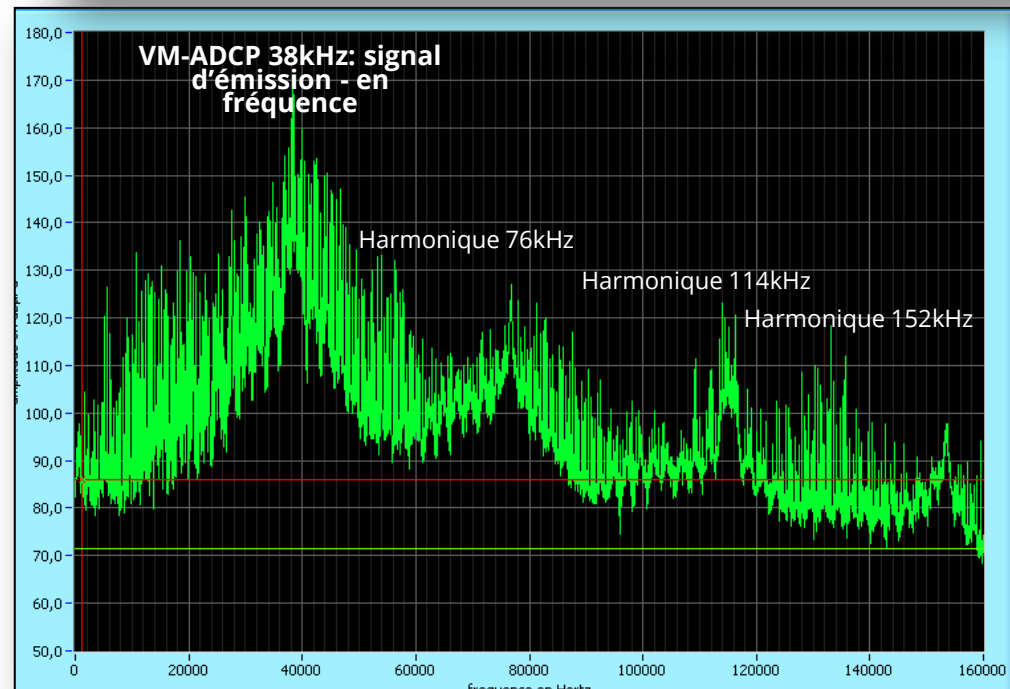
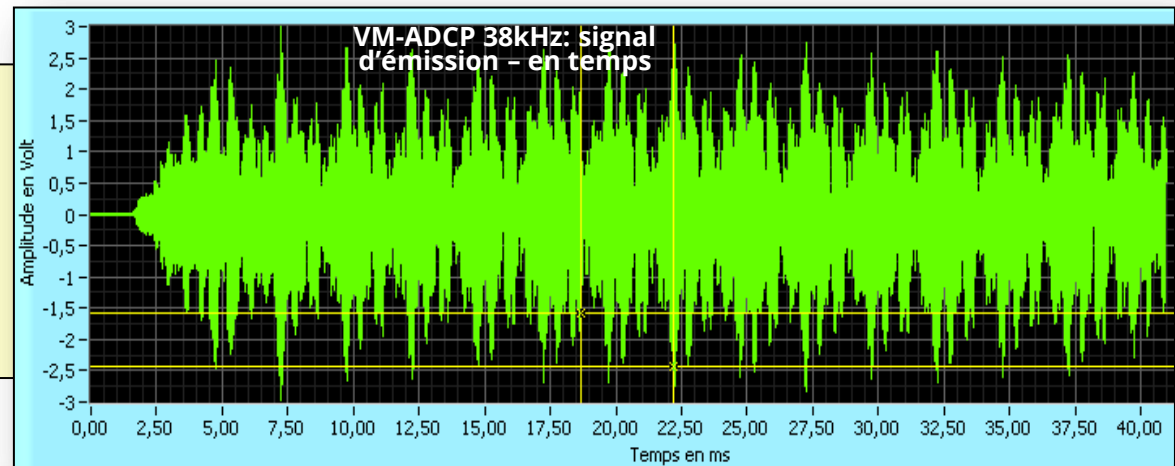
Détermination de la compression Doppler par méthode d'autocorrélation



« BroadBand »

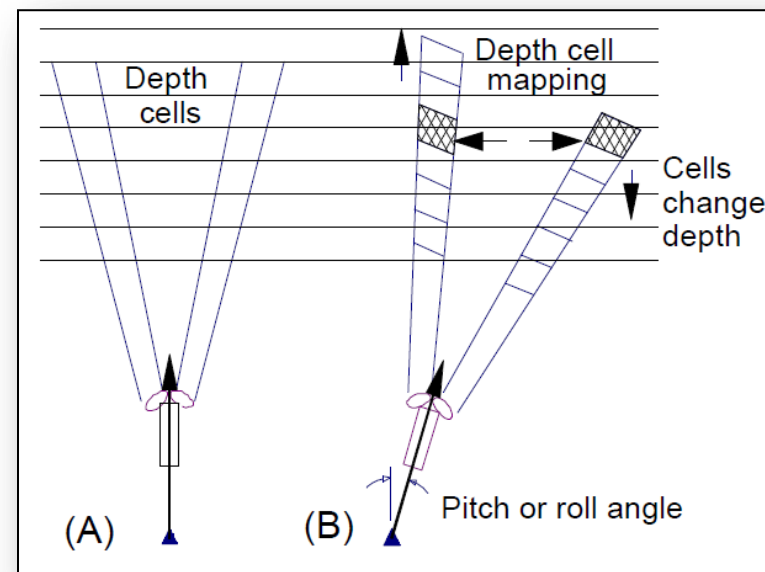
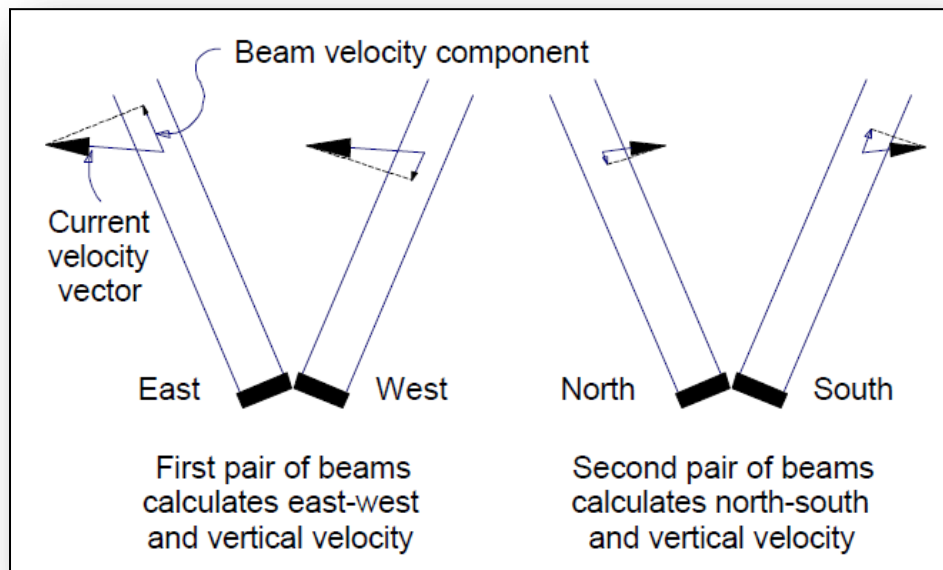
Le spectre d'émission d'un signal PSK est très large (BroadBand = Large Bande).

Les interférences sur d'autres sondeurs peuvent alors apparaître.



- Pour chaque base acoustique et pour chaque cellule on peut déterminer une composante de vitesse dans l'axe du transducteur.
- Avec au moins 3 bases on peut déterminer les composantes d'un vecteur vitesse dans un repère orthonormé lié à l'appareil. Une quatrième base peut être utilisée pour obtenir une estimation de l'erreur faite sur la mesure.

- Des capteurs internes (roulis et tangage) permettent de connaître l'inclinaison du courantmètre durant la mesure et ainsi de redistribuer correctement chaque composante du vecteur vitesse à la bonne distance.
- Un compas interne permet au final de projeter les mesures dans un repère terrestre.

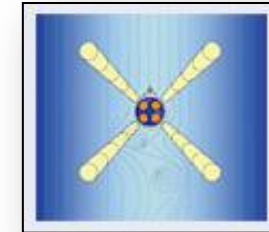


Vitesses brutes mesurées par l'appareil le long des 4 transducteurs :
(repère « beam »)

$$\begin{pmatrix} V_{beam1} \\ V_{beam2} \\ V_{beam3} \\ V_{beam4} \end{pmatrix}$$

Vitesses mesurées par l'appareil dans un repère orthonormé lié à l'appareil :
(e = « erreur velocity » - système surdéterminé) - repère « instrument »)

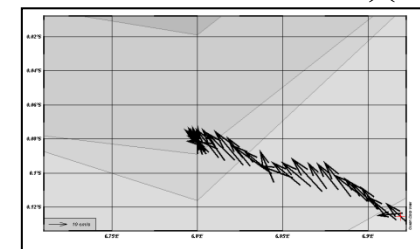
$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \\ e \end{pmatrix}$$



$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \\ e \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1/[2.\sin \theta] & -1/[2.\sin \theta] & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1/[2.\sin \theta] & 1/[2.\sin \theta] \\ 1/[4.\cos \theta] & 1/[4.\cos \theta] & 1/[4.\cos \theta] & 1/[4.\cos \theta] \\ (1/[2.\sin \theta])/\sqrt{2} & (1/[2.\sin \theta])/\sqrt{2} & -(1/[2.\sin \theta])/\sqrt{2} & -(1/[2.\sin \theta])/\sqrt{2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_{beam1} \\ V_{beam2} \\ V_{beam3} \\ V_{beam4} \end{pmatrix}$$

Vitesses mesurées par l'appareil dans un repère orthonormé terrestre :
(en tenant compte des informations Roll, Pitch et Heading) - repère « terrestre »

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$



$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} [\cos(H).\cos(R) + \sin(H).\sin(P).\sin(R)] & \sin(H).\cos(P) & [\cos(H).\sin(R) - \sin(H).\sin(P).\cos(R)] \\ [-\sin(H).\cos(R) + \cos(H).\sin(P).\sin(R)] & \cos(H).\cos(P) & [-\sin(H).\sin(R) - \cos(H).\sin(P).\cos(R)] \\ -\cos(P).\sin(R) & \sin(P) & \cos(P).\cos(R) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}$$

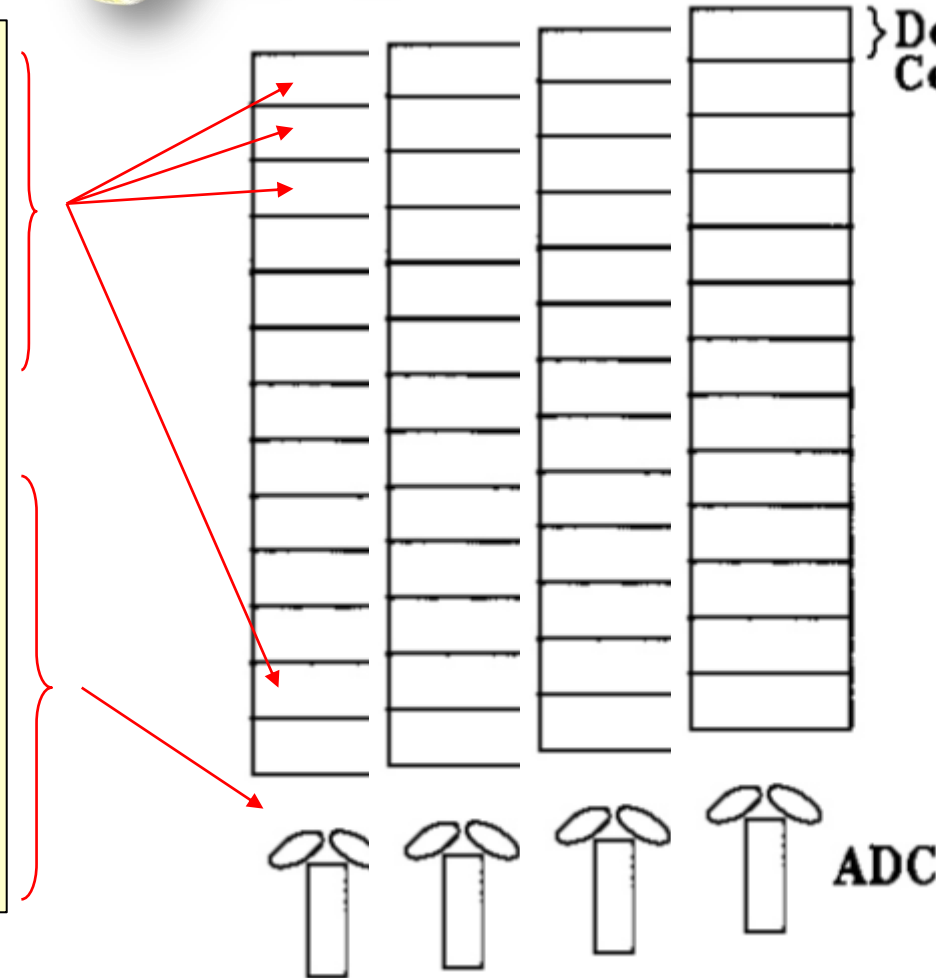


Pour chaque cellule:

- ▶ Courant (intensité direction)
- ▶ Echo rétrodiffusé
- ▶ Corrélation (RDI)
- ▶ Erreur

Pour chaque profil (ou ensemble):

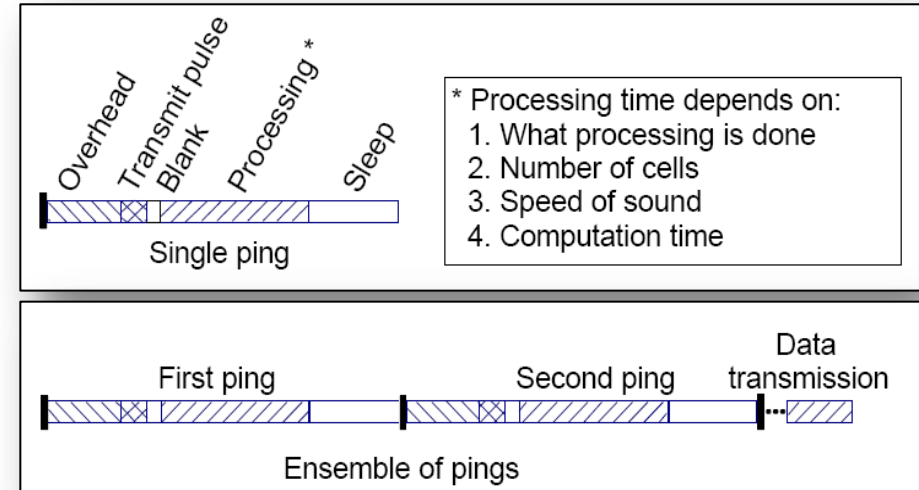
- ▶ Date et heure
- ▶ Attitude
- ▶ Tension batterie
- ▶ Pression (si capteur)
- ▶ Position (si capteur)
- ▶ ... autres suivant marques et modèles.



- ▶ Une seule émission acoustique permet d'obtenir un profil vertical du courant dans un repère terrestre (**single ping**).
- ▶ En pratique on peut effectuer une mesure avec plusieurs émissions, en ne conservant que la valeur moyenne des vitesses mesurées (**multi ping**).

Exemple de cycle multi-ping :

- ▶ 1 mesure par seconde.
- ▶ Acquisition durant 2 minutes
- ▶ Arrêt durant 8 minutes



A paramétrer par l'utilisateur :

- ▶ « blanking distance »
- ▶ Taille des cellules
- ▶ Nombre de cellules
- ▶ Nombre de « ping » par ensemble
- ▶ Temps entre chaque ping
- ▶ Temps entre chaque ensemble
- ▶ « bottom track » (RDI)

$$\sigma(\text{pour } n \text{ pings}) = \frac{\text{Ecart-type pour 1 ping}}{\sqrt{\text{Nombre de pings}}}$$

NarrowBand

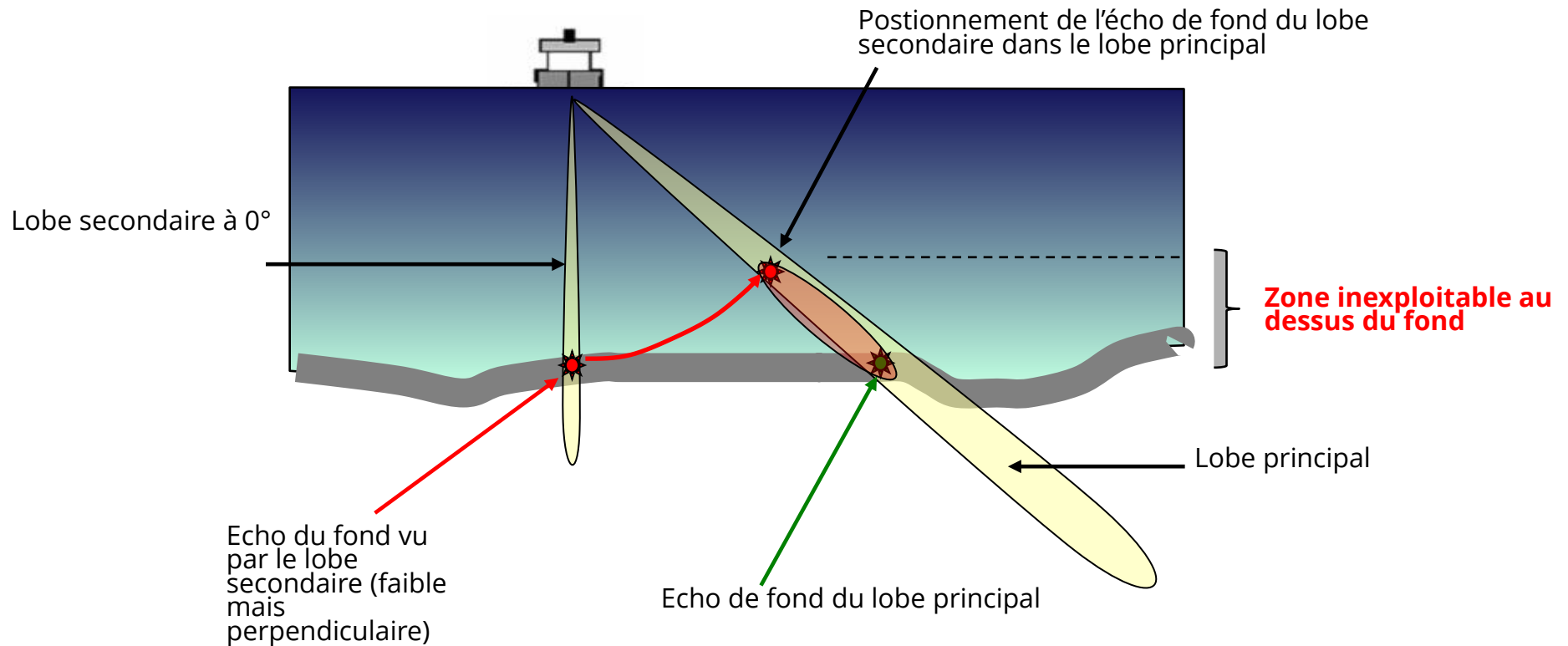
fréquence	Taille de cellule (m)	Ecart-type (cm/s) pour 1 ping	Ecart-type (cm/s) pour 30 ping
150 kHz	4	30	5,4

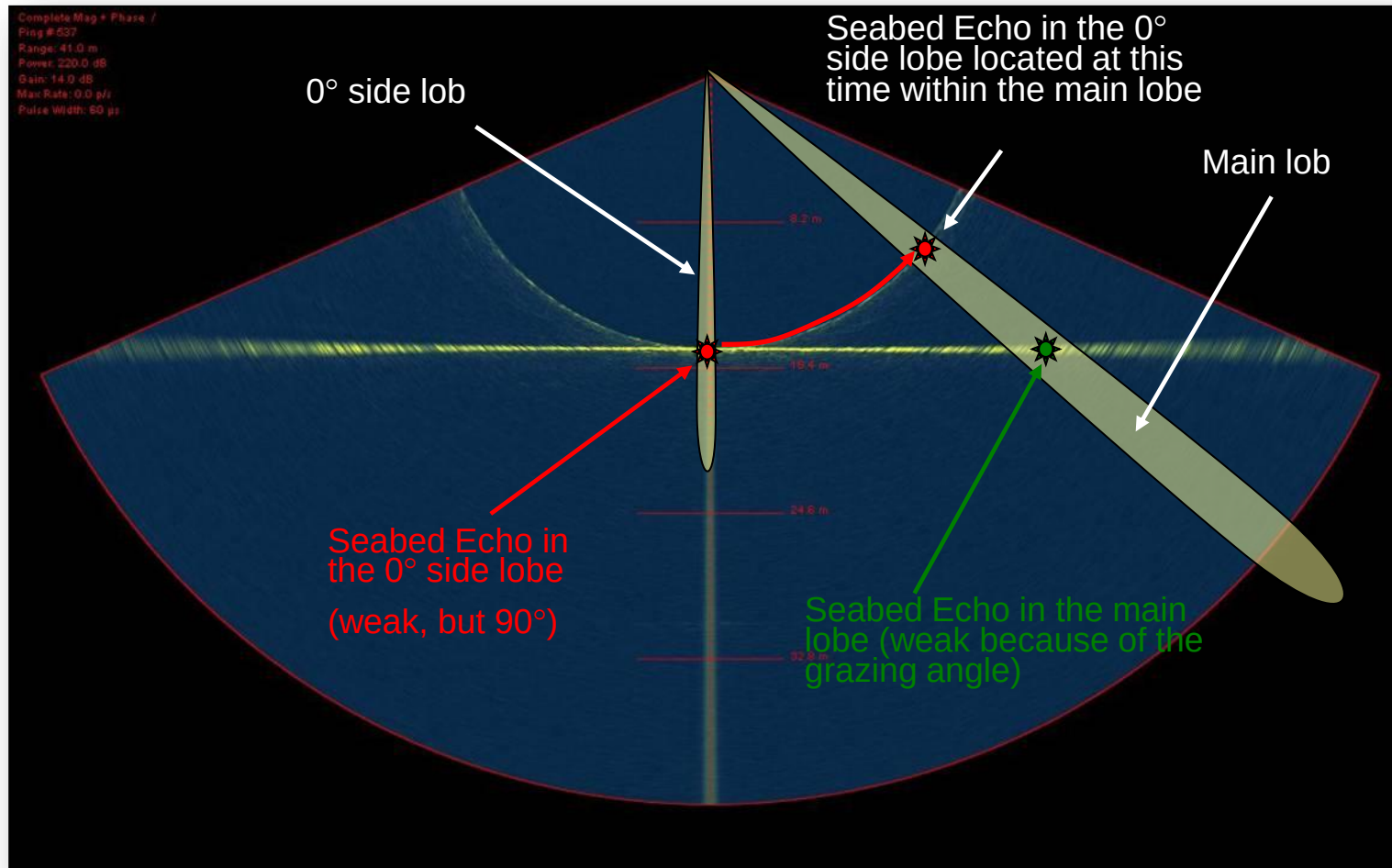
fréquence	Taille de cellule (m)	Ecart-type (cm/s) pour 1 ping	Ecart-type (cm/s) pour 30 ping
150 kHz	8	17	3.1

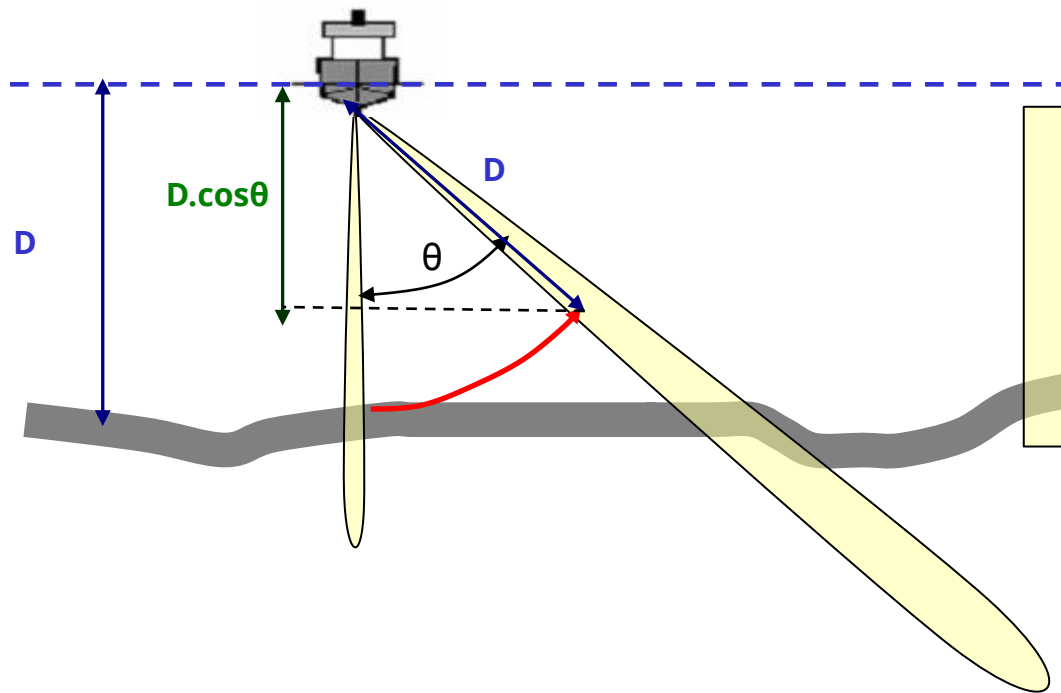
BroadBand

fréquence	Taille de cellule (m)	Ecart-type (cm/s) pour 1 ping	Ecart-type (cm/s) pour 30 ping
150 kHz	4	12	2,2

fréquence	Taille de cellule (m)	Ecart-type (cm/s) pour 1 ping	Ecart-type (cm/s) pour 30 ping
150 kHz	8	9	1.6





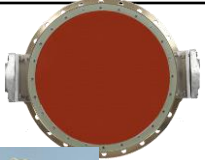


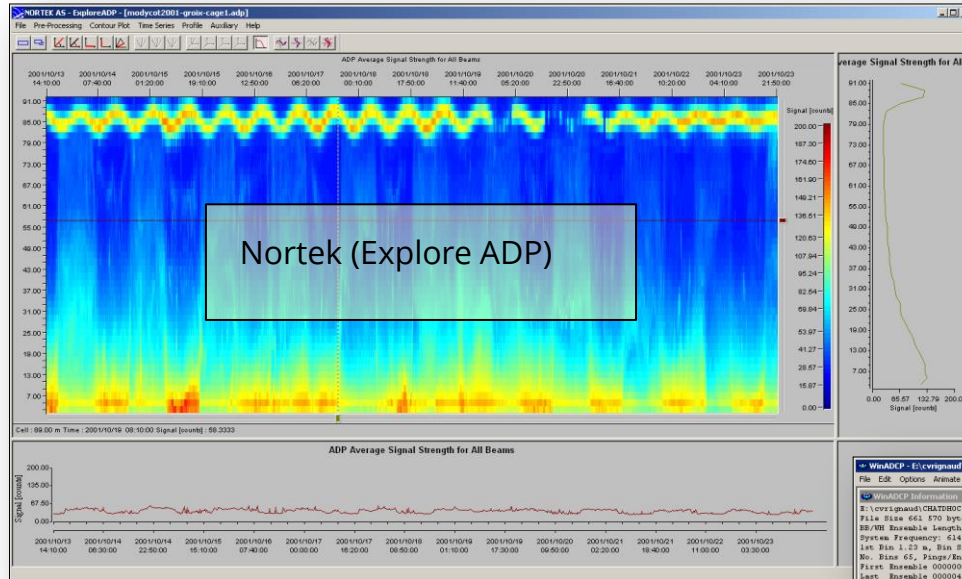
- Les lobes secondaires peuvent polluer les lobes principaux
- La portée utile est typiquement de $D \cdot \cos\theta$ (θ dépointage / verticale)
- $\theta = 30^\circ$: **15% de la hauteur d'eau est inutilisable**
- $\theta = 20^\circ$: **6% D est inutilisable**

- Pour une fréquence donnée, **l'exactitude** sur la mesure est fonction de la durée de l'émission (= durée des fenêtres d'écoute = taille des cellules).
- Plus l'émission est longue et meilleure sera l'exactitude sur la mesure mais les cellules sont alors relativement grandes. Inconvénient : l'échantillonnage verticale est moins bon.
- Si la fréquence d'émission est élevée, l'exactitude sera meilleure, mais la portée sera alors faible. (comparé à une fréquence plus basse)
- Plus il y a de particules en suspension, meilleur sera la mesure. Mais une concentration trop grande peut absorber le signal (mer Rouge)

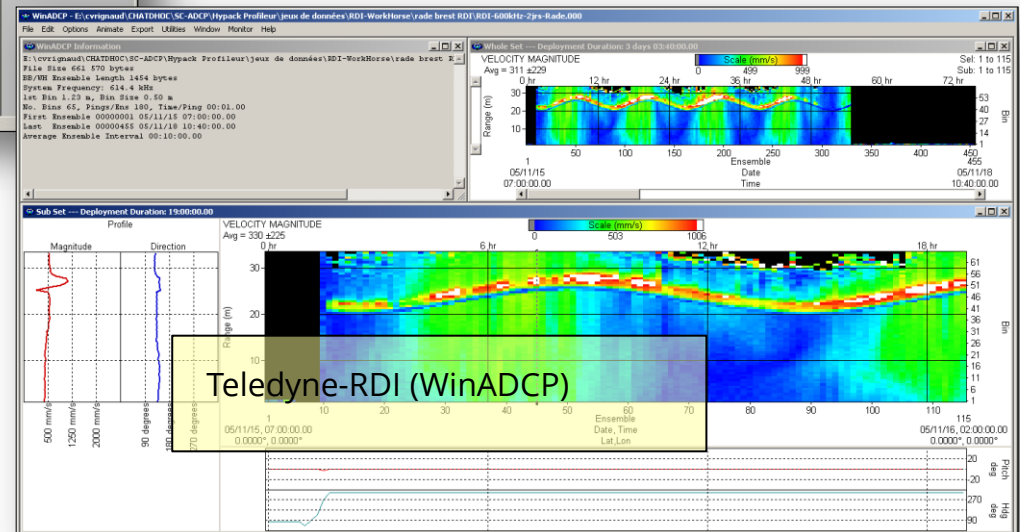
Fréquence d'émission (kHz)	Portée moyenne (m)	Taille cellules
38	1000-1500	24 à 16m
75	400-700	16 à 8m
150	250-400	8 à 4m
300	100-250	4 à 2m
600	60	1 à 2m
1200	25-30	0,5m



	Teledyne-RDI Instruments, Ocean Surveyor 38kHz – système à formation de 4 voies, composé de matrices de transducteurs élémentaires. • Portée moyenne : 900m ; • Taille typique des cellules : 16m à 24m ; • Dimension : diamètre de 91cm ; • Ouverture angulaire d'un faisceau : 2.60°.
	Link-Quest Inc, FlowQuest 150kHz • Portée moyenne : 500m ; • Taille typique des cellules : 2m à 16m ; • Dimension : diamètre de 40cm ; • Ouverture angulaire d'un faisceau : X.XX°.
	Teledyne-RDI Instruments, Ocean Surveyor 150kHz – système à formation de 4 voies, composé de matrices de transducteurs élémentaires. • Portée moyenne : 300m ; • Taille typique des cellules : 4m à 8m ; • Dimension : diamètre de 30cm ; • Ouverture angulaire d'un faisceau : 2.92°.
	Teledyne-RDI Instruments, Horizontal-ADCP 300kHz. • Portée moyenne : 250m ; • Taille typique des cellules : 4 à 8m ; • Dimension de la tête : 73cm de large, 46cm de haut ; • Ouverture angulaire d'un faisceau : 1,2°.
	Nortek AS, AWAC 600kHz – 1 transducteur dédié à la détection de surface. • Portée moyenne : 50m ; • Taille typique des cellules : 0.5 à 8m ; • Dimension de la tête : 21cm de diamètre, 19cm de haut ; • Ouverture angulaire d'un faisceau : X.XX°.
	Teledyne-RDI Instruments, ADCP Sentinel 1200kHz. • Portée moyenne : 20m ; • Taille typique des cellules : 0.25 à 2m ; • Dimension : 23cm de diamètre et 40cm de haut environ ; • Ouverture angulaire d'un faisceau : 1,4°.
	Nortek AS, Aquadopp Profiler 2000kHz. • Portée moyenne : 6m ; • Taille typique des cellules : 0.1m à 2m ; • Dimension : diamètre de 7.5cm et 56cm de long ; • Ouverture angulaire d'un faisceau : 1,7°.



+ Nortek (Storm)



- I. Notion d'acoustique sous-marine
- II. Application à la courantométrie
- III. **Courantomètres au point fixe**
- IV. L-ADCP
- V. VM-ADCP (Vessel Mounted Acoustic Doppler Current Profiler)
- VI. Doppler Velocity Loch

Par grands fonds

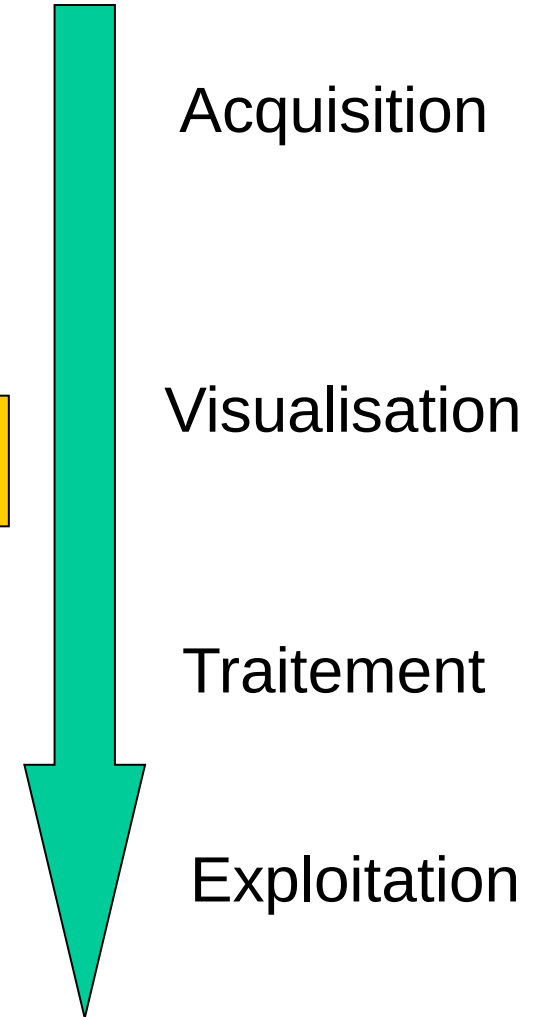
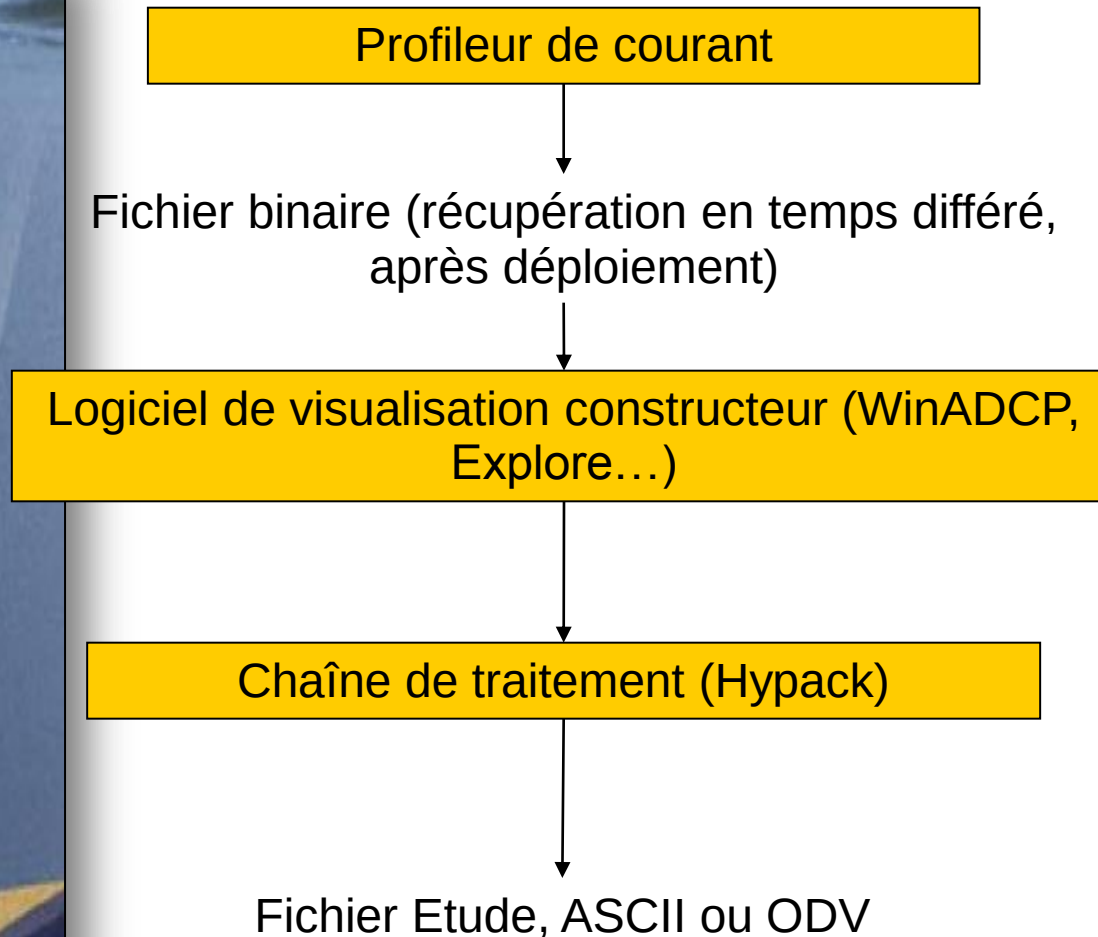
- Broadband 150kHz dans sa flottabilité
- Durée: quelques mois
- Observations de la circulation océanique (Eau Méditerranéenne, eddies...)



Par petits fonds

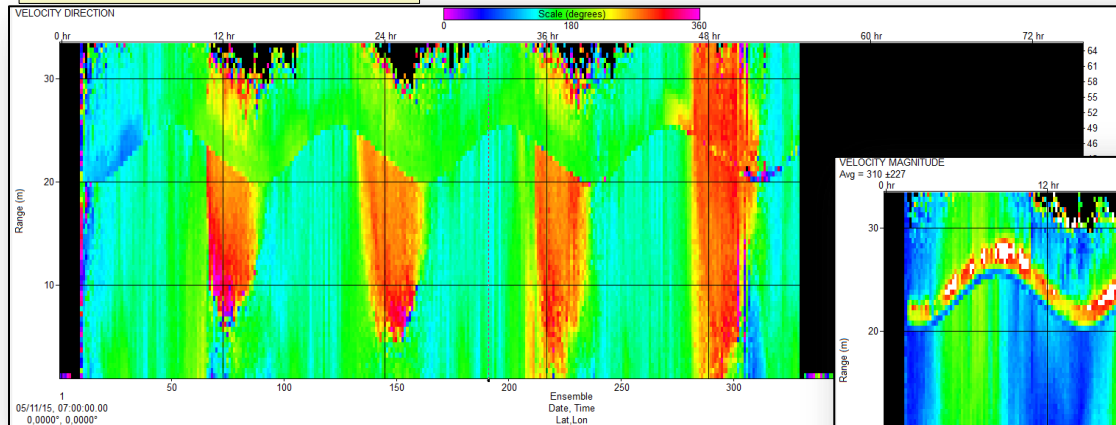
Pour quelques mois.
Observation du courant de marée...



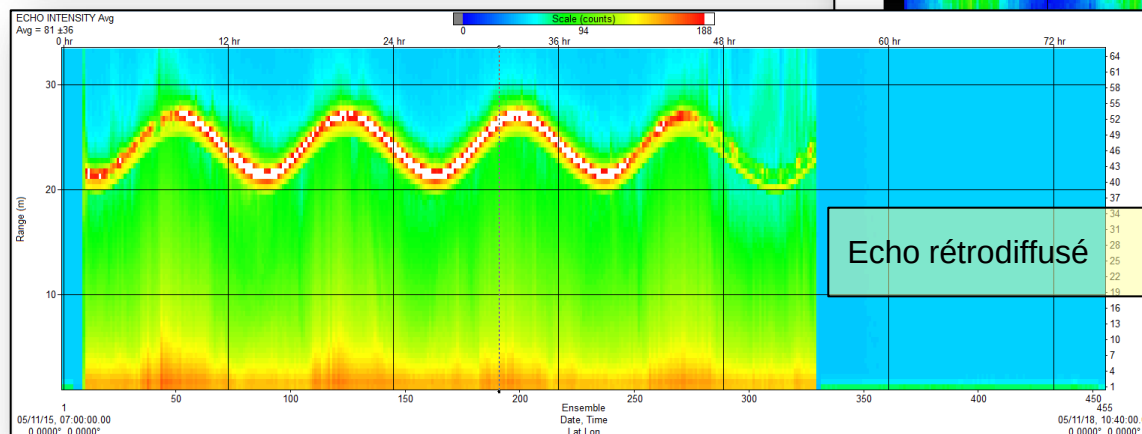
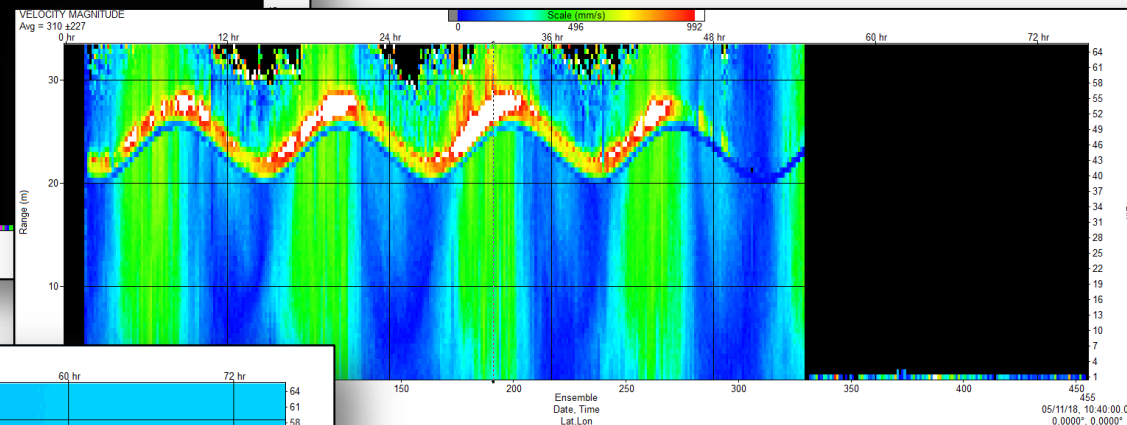


Exemple de donnée brutes : RADEC 2009

Direction du courant

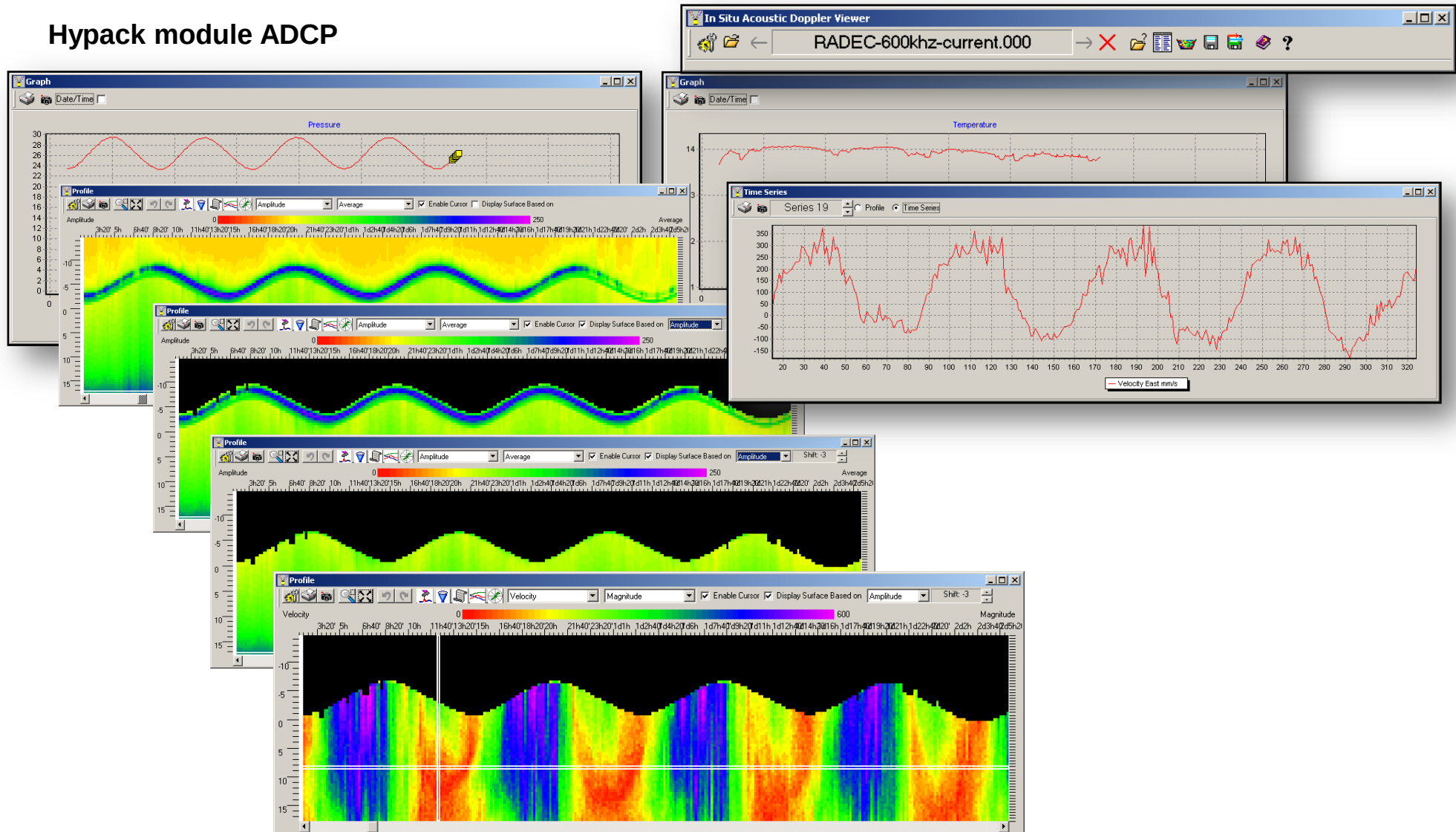


Intensité du courant



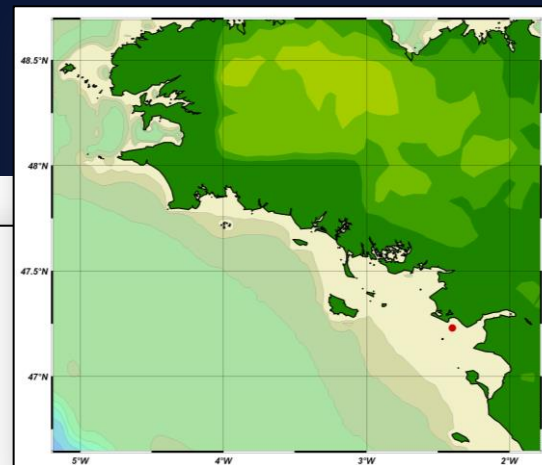
Echo rétrodiffusé

Hypack module ADCP

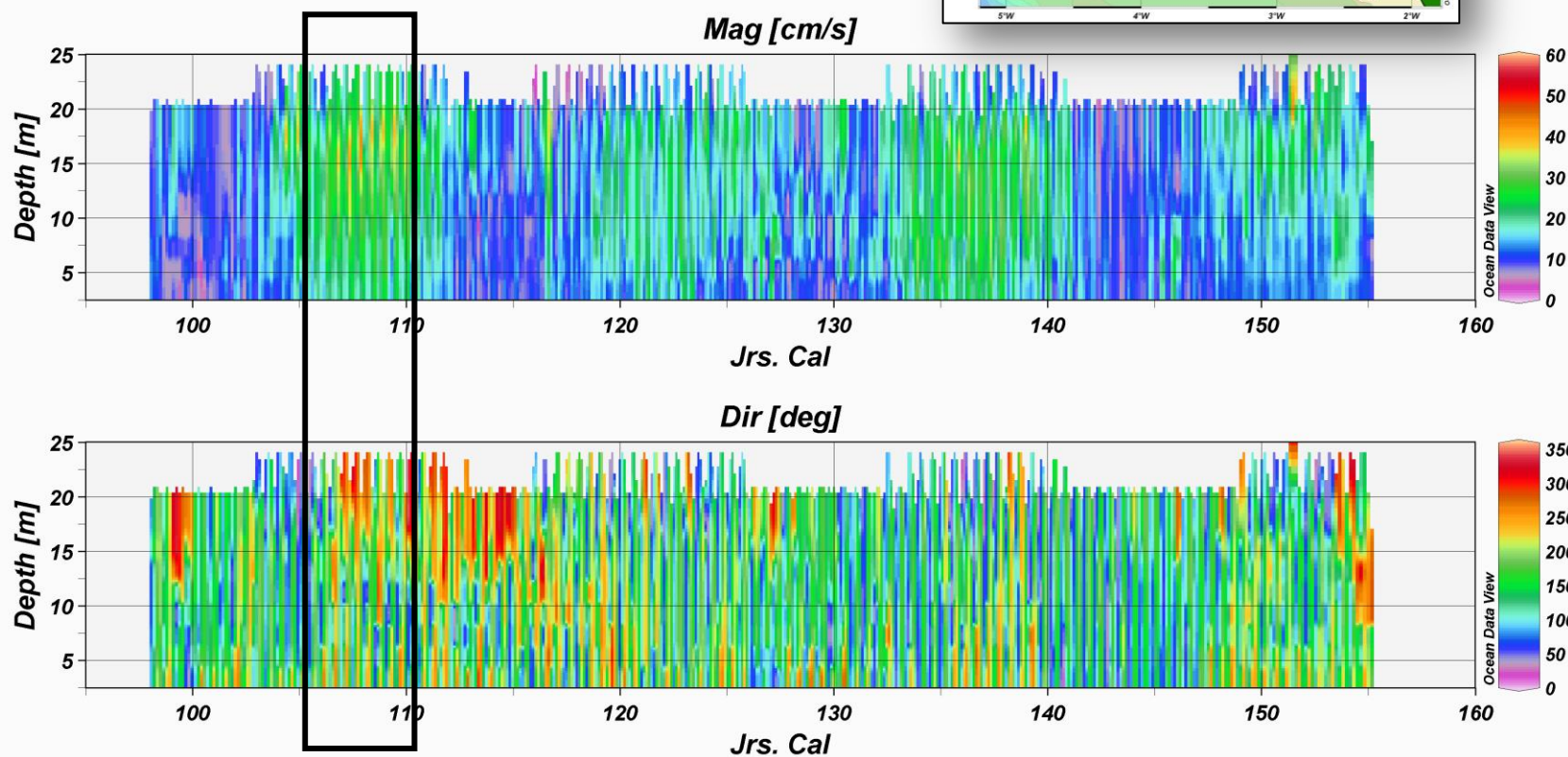


COURANTOMÈTRE AU POINT FIXE

POINT FIXE - EXEMPLE : BAIE DE VILAINE



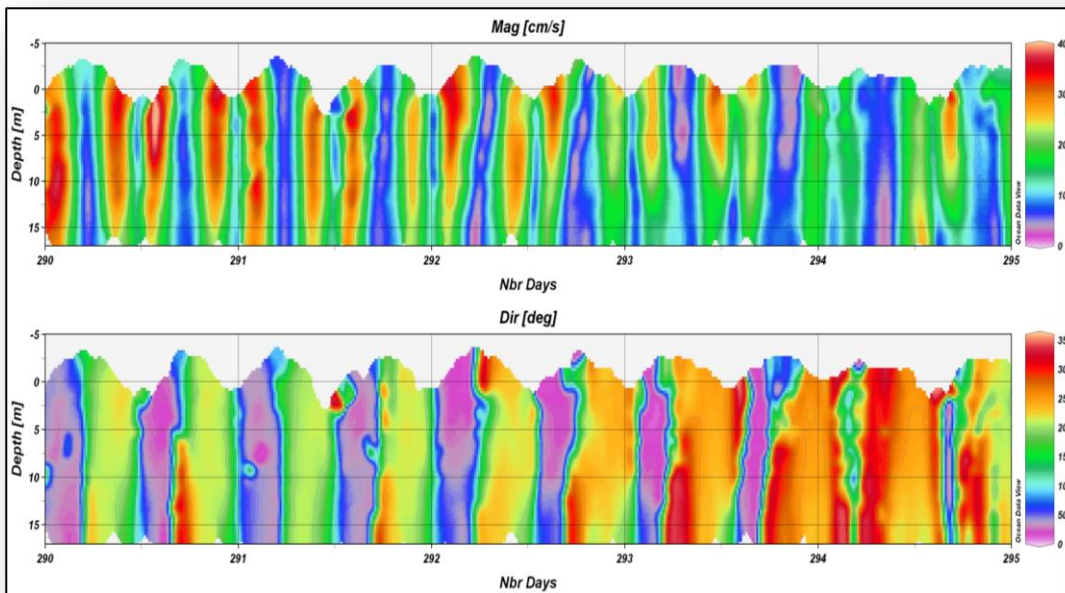
Zoom sur 5 jours



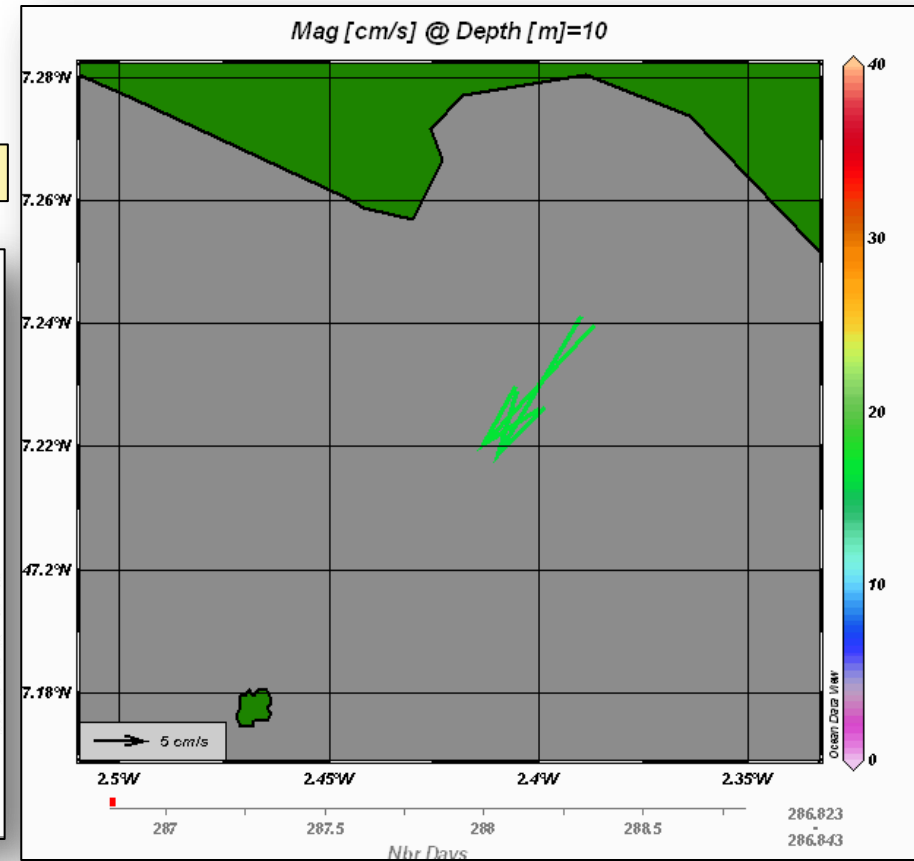
COURANTOMÈTRE AU POINT FIXE

POINT FIXE – EXEMPLE : BAIE DE VILAINE

Zoom sur 5 jours



Vecteurs courant de surface sur 20 jours

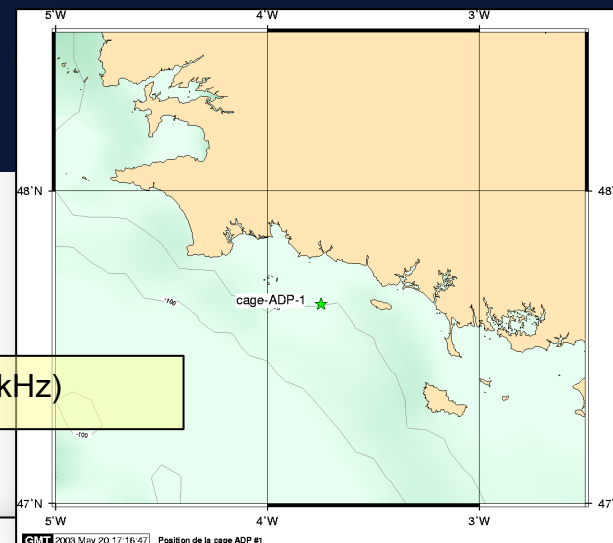


COURANTOMÈTRE AU POINT FIXE

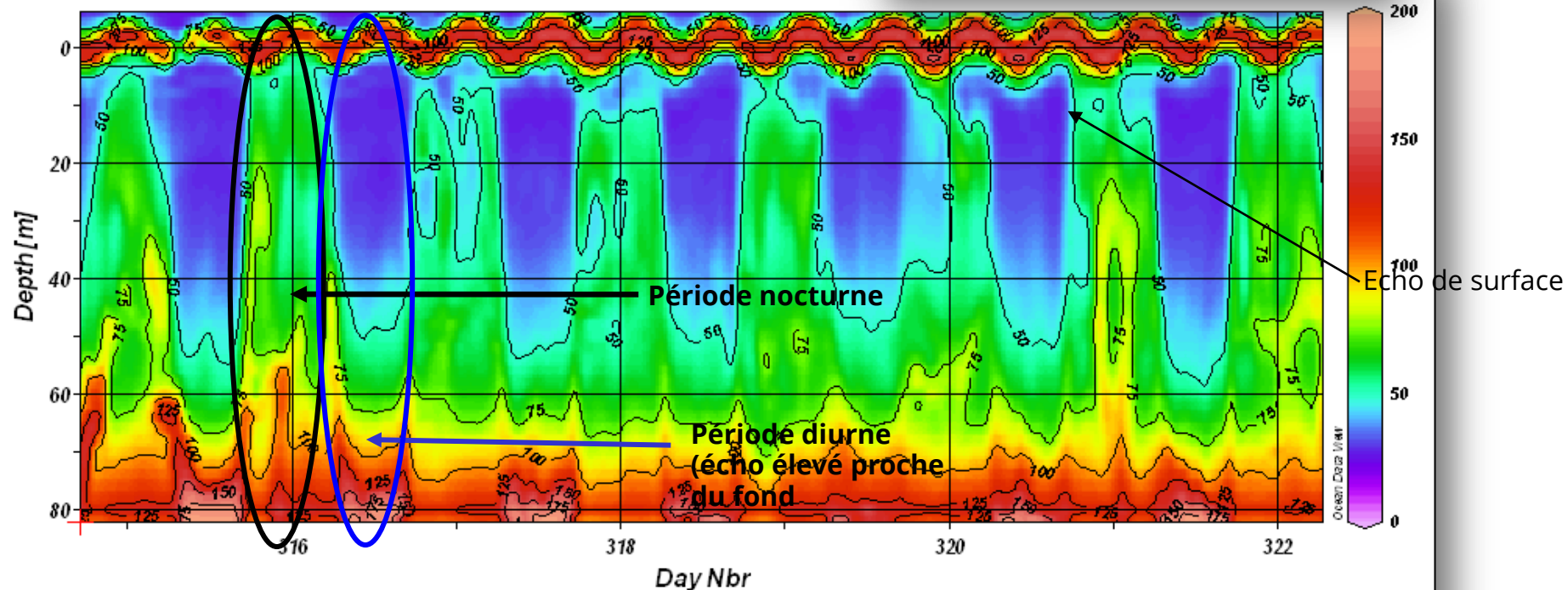
POINT FIXE : APPLICATION À LA TURBIDITÉ



Intensité du signal reçu par l'appareil (NDP Nortek 500kHz)

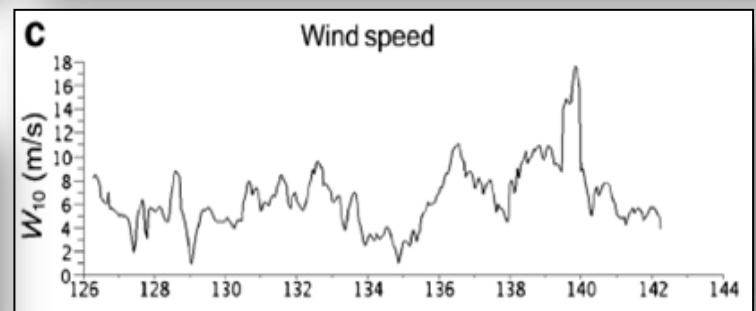
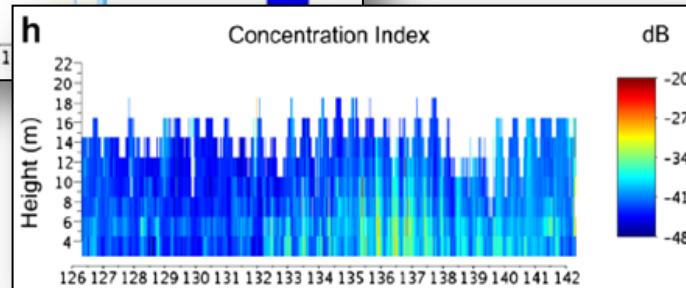
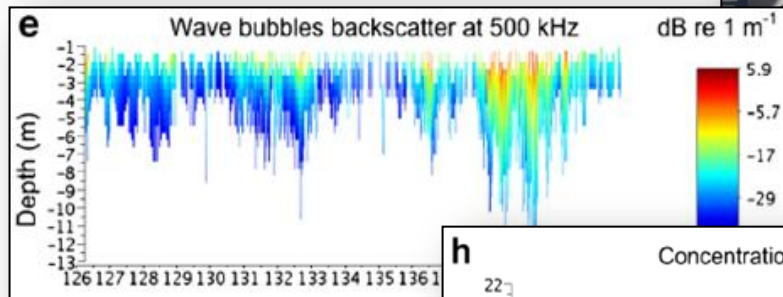
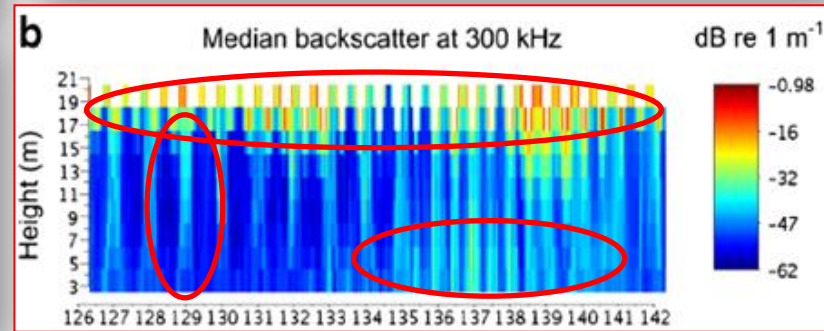
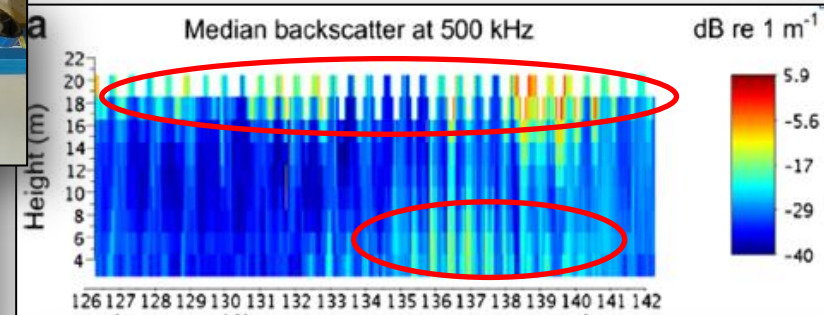


Echo Int [count]



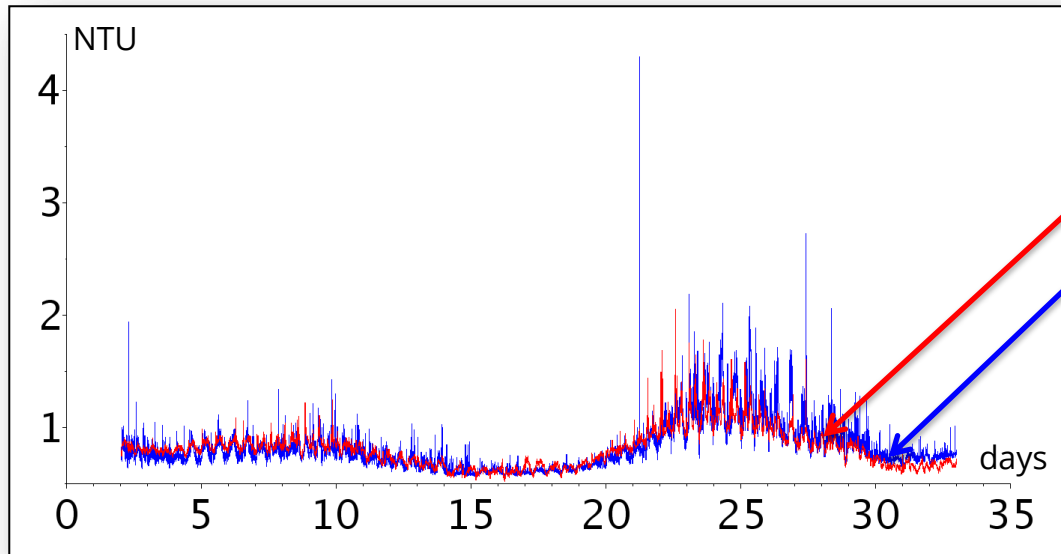
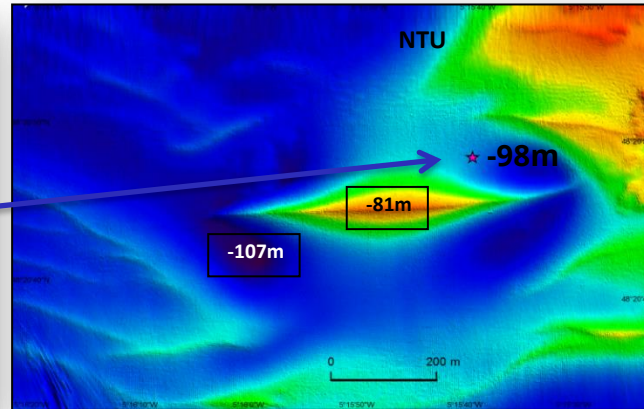
COURANTOMÈTRE AU POINT FIXE

POINT FIXE : APPLICATION À LA TURBIDITÉ



COURANTOMÈTRE AU POINT FIXE

POINT FIXE : APPLICATION À LA TURBIDITÉ

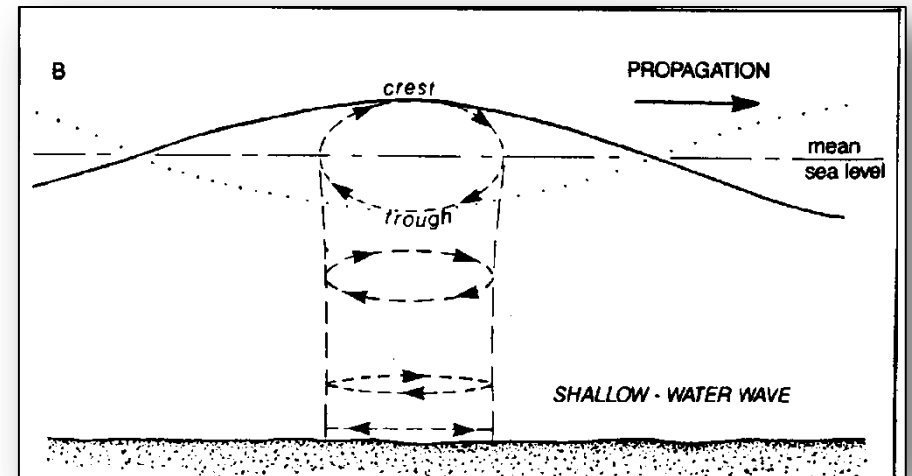
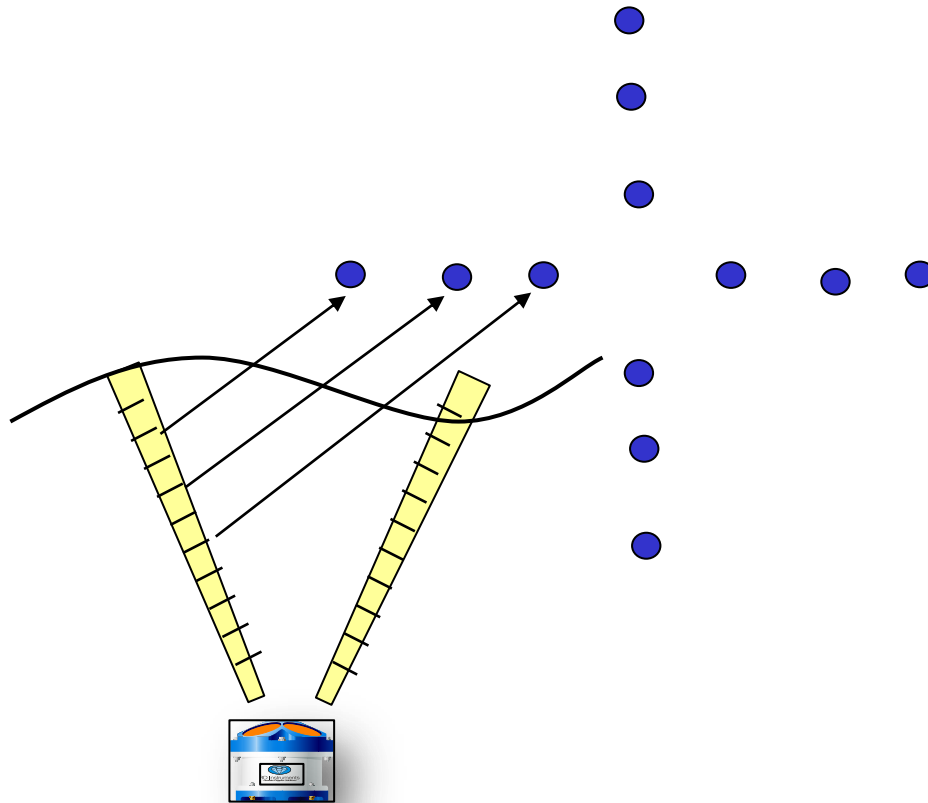


Mesures du turbidimètre invalides après 35 jours d'immersion (biofouling)



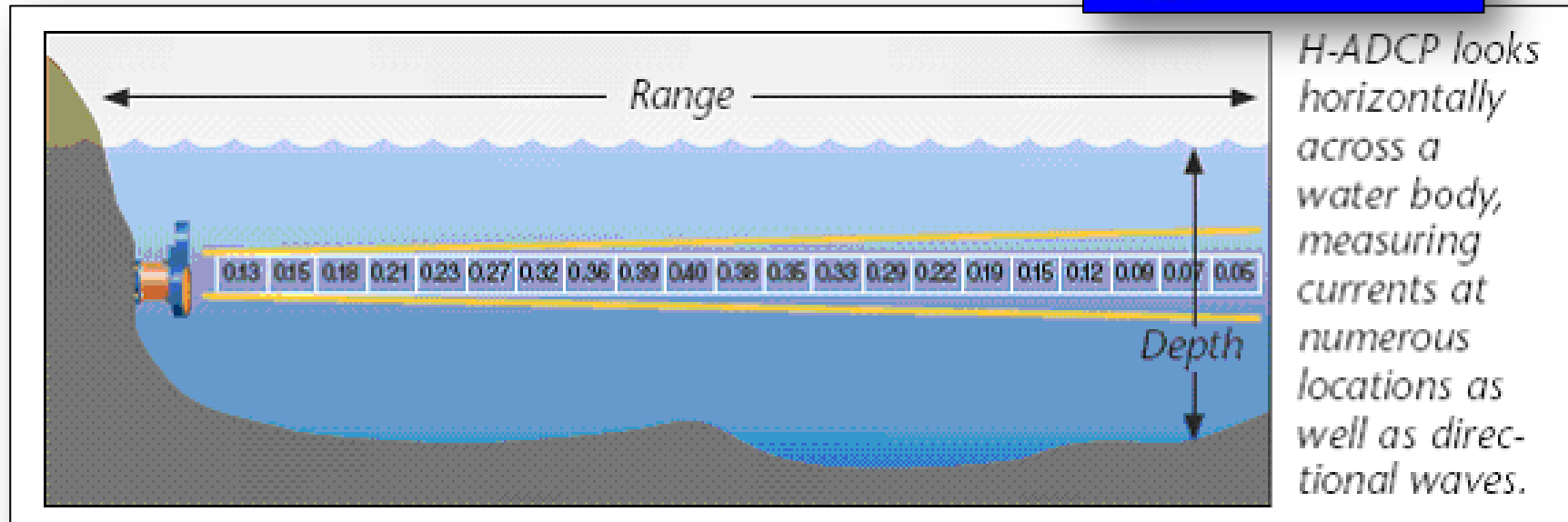
COURANTOMÈTRE AU POINT FIXE

POINT FIXE : APPLICATION À LA MESURE DE HOULE



COURANTOMÈTRE AU POINT FIXE

POINT FIXE : APPLICATION À LA MESURE DE DÉBIT DE FLEUVE

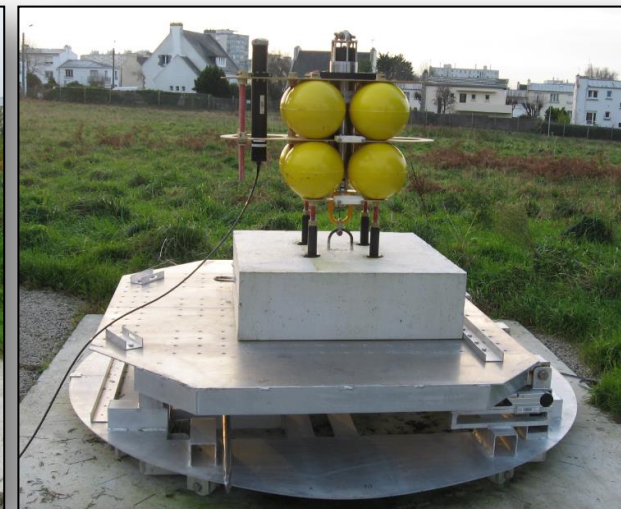


COURANTOMÈTRE AU POINT FIXE

POINT FIXE : NOTE SUR L'ÉTALONNAGE DES COMPAS DE COURANTOMÈTRES

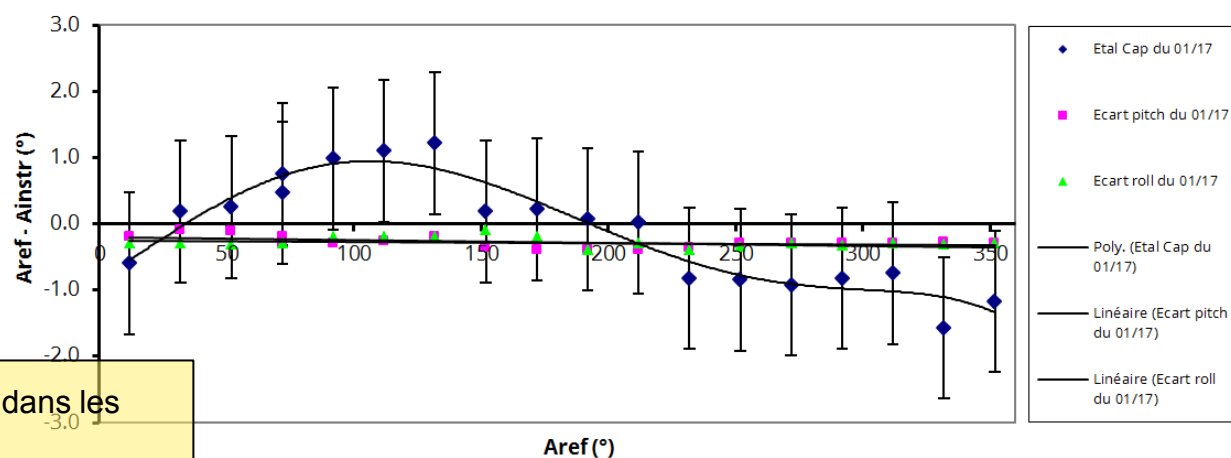


Plateforme d'étalonnage Shom des compas courantomètres



Prise en compte des courbes d'étalonnage dans les traitements des mesures

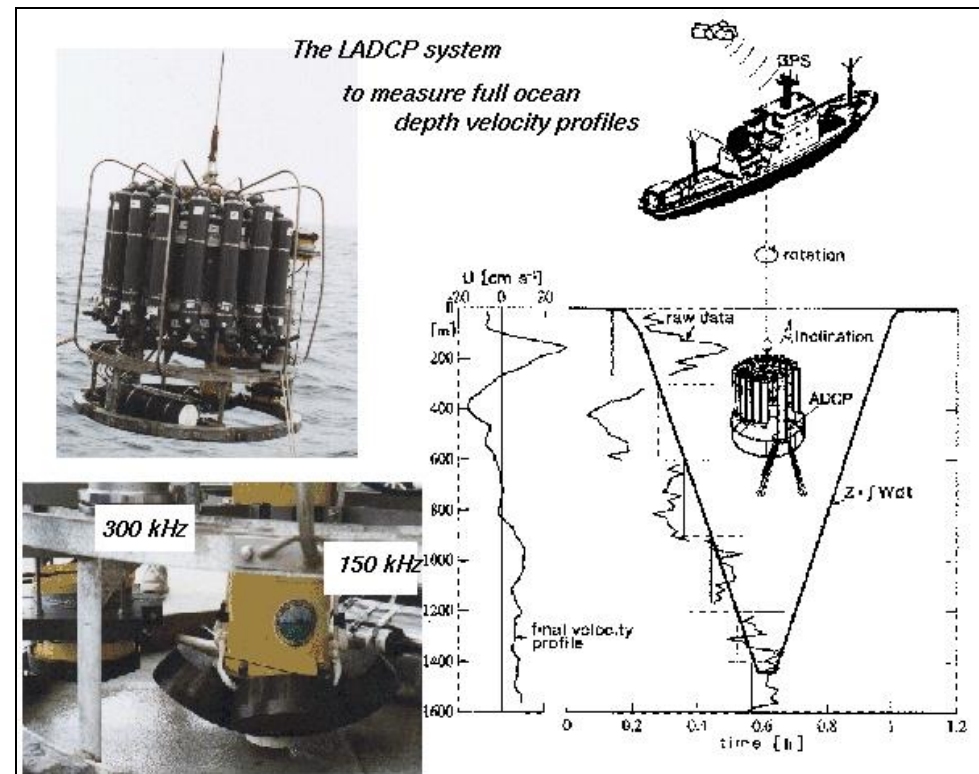
Erreurs angulaires du couple : Tripode + AQP 600 kHz n° 2523, le 17/01/2017.



- I. Notion d'acoustique sous-marine
- II. Application à la courantométrie
- III. Courantomètres au point fixe
- IV. **L-ADCP**
- V. VM-ADCP (Vessel Mounted Acoustic Doppler Current Profiler)
- VI. Doppler Velocity Loch

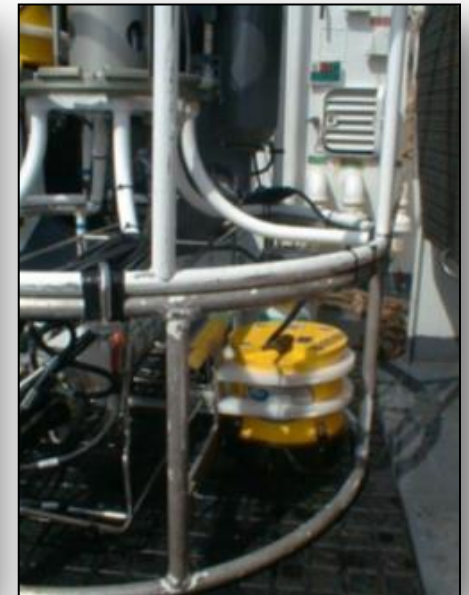
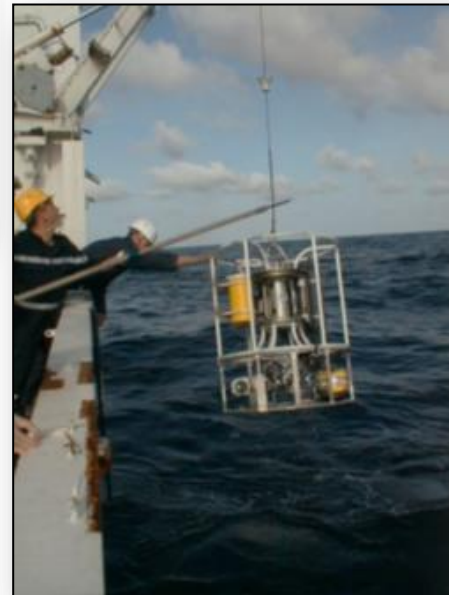
- ▶ Il existe un besoin fort de connaître le courant sur toute la colonne d'eau (depuis la surface jusqu'au fond)..
- ▶ Les profileur de courant ayant une portée limitée, l'idée est de les déployer depuis la surface jusqu'au fond pour collecter des mesures de courant sur toute la colonne d'eau.

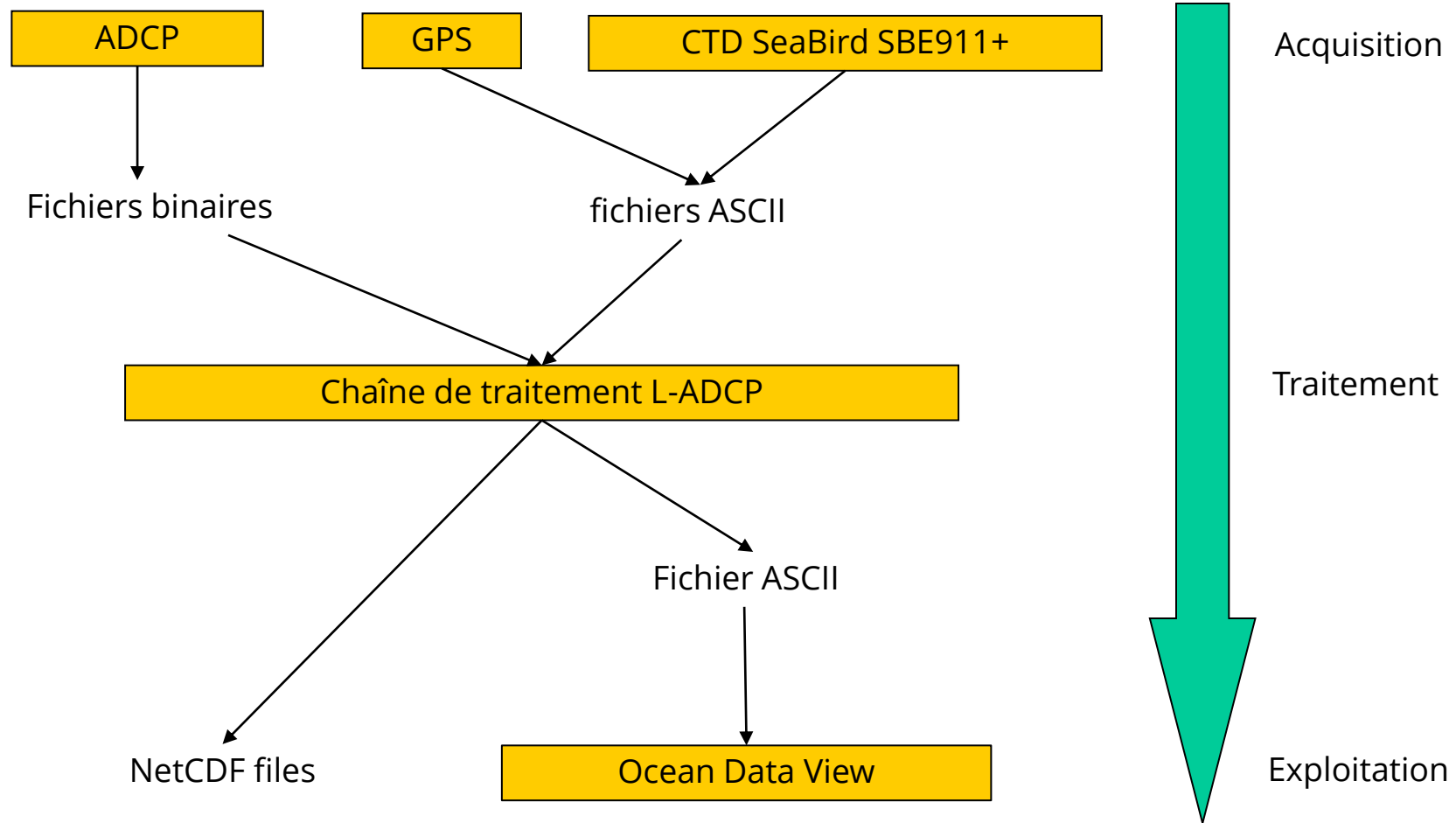
- ▶ Par grand fond, le système «Lowered Acoustic Doppler Current Profiler» (LADCP) est capable de mesurer le courant sur toute cette colonne d'eau pendant une station hydrologique.
- ▶ Un ADCP est fixé sur une cage de type bathysonde CTD avec les transducteurs tournés vers le bas. L'acquisition se fait durant le profil hydrologique - (e.g.~Firing and Hacker, 1992; Fischer and Visbeck, 1993a)



L-ADCP (LOWERED ACOUSTIC DOPPLER CURRENT PROFILER)

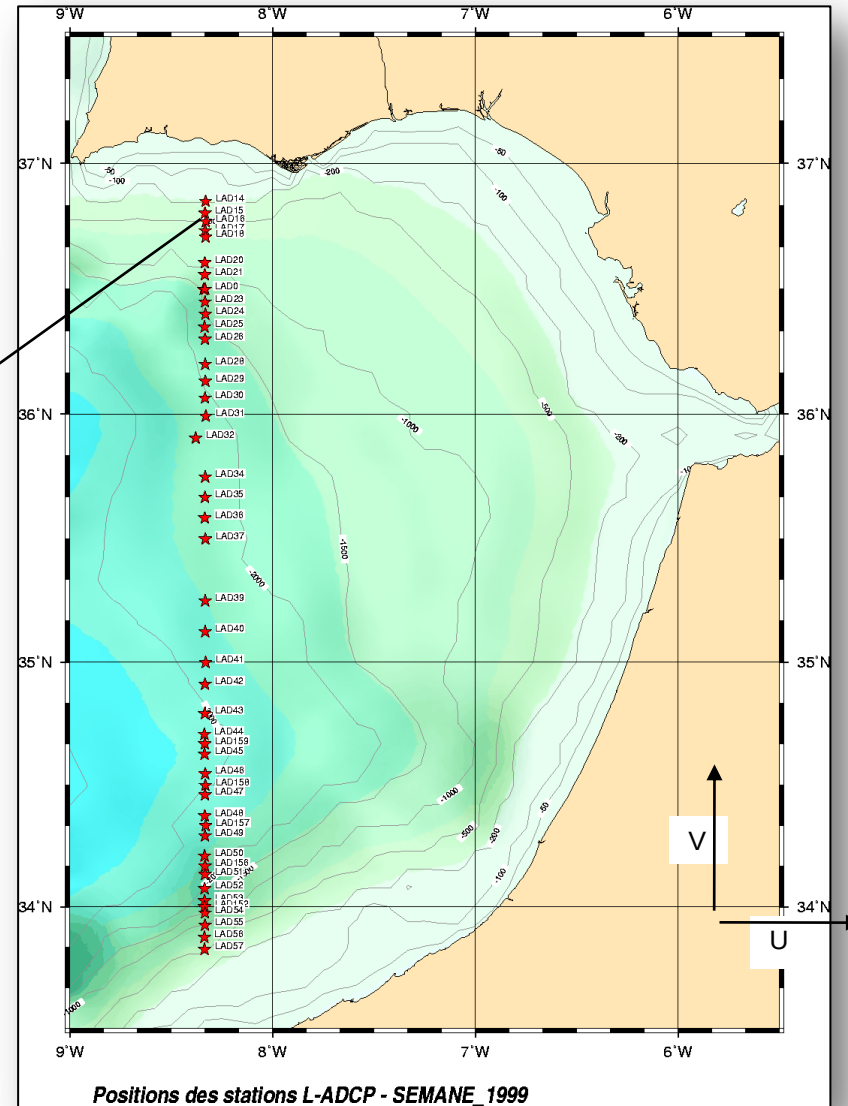
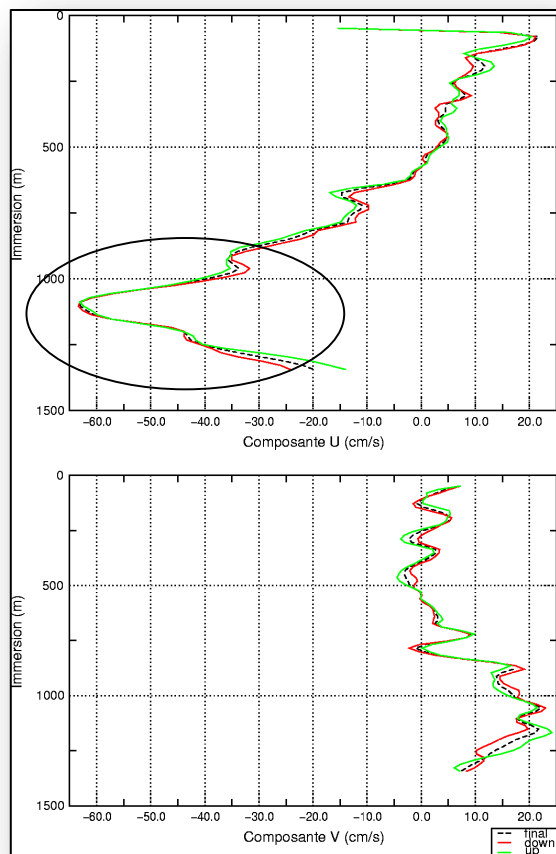
LE PRINCIPE





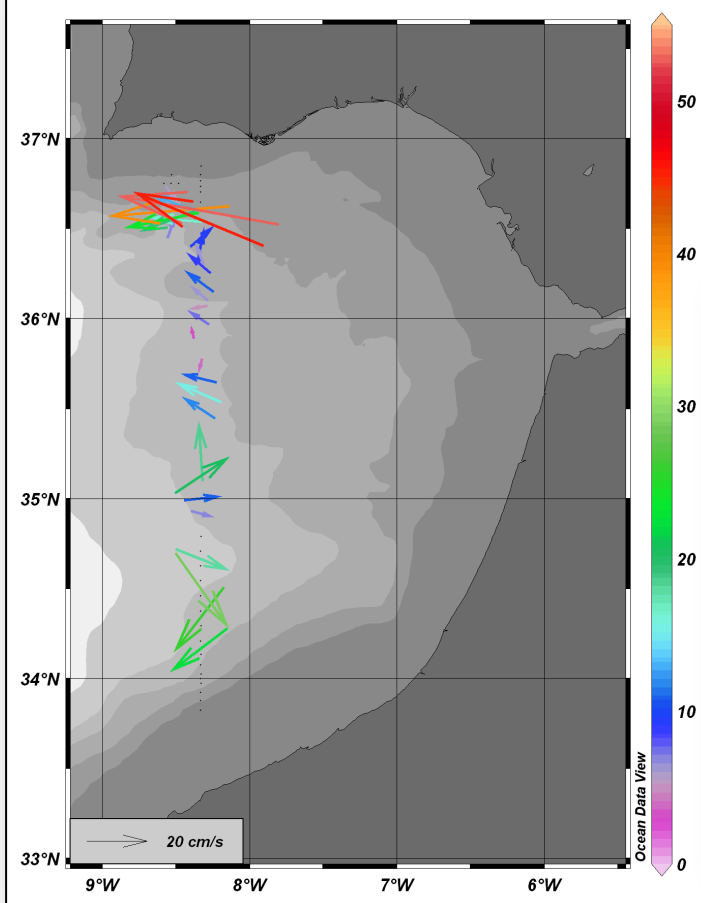
Exemple de résultats

Veine d'eau méditerranéenne

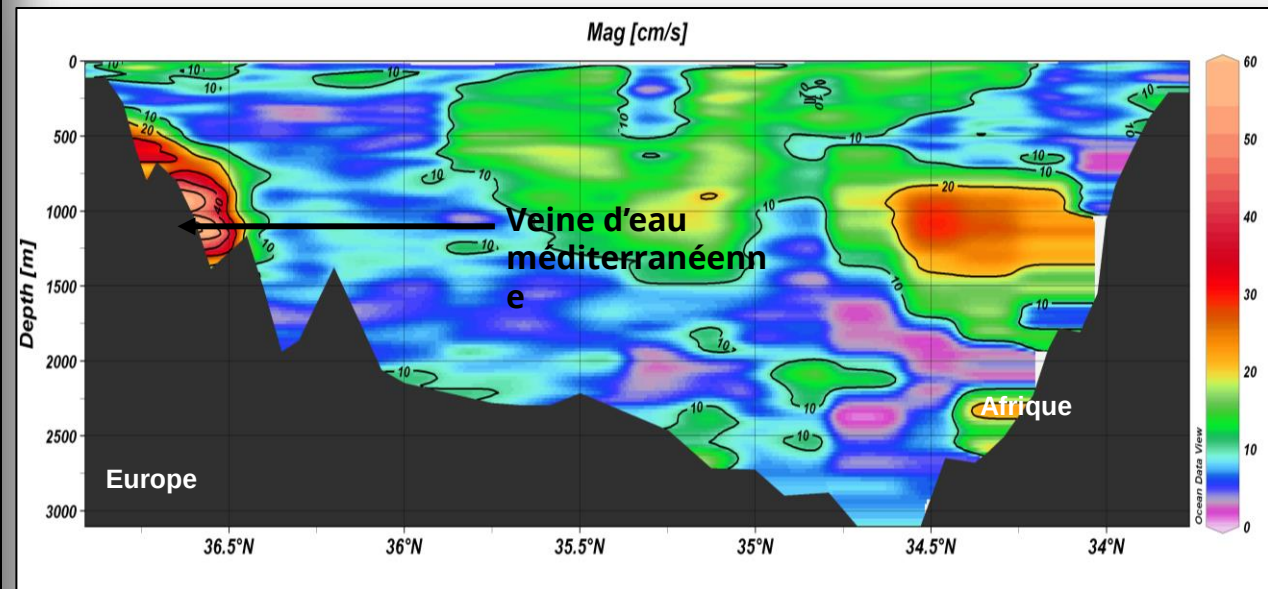


Vecteurs courant à 1000m de profondeur

Mag [cm/s] @ Depth [m]=1000

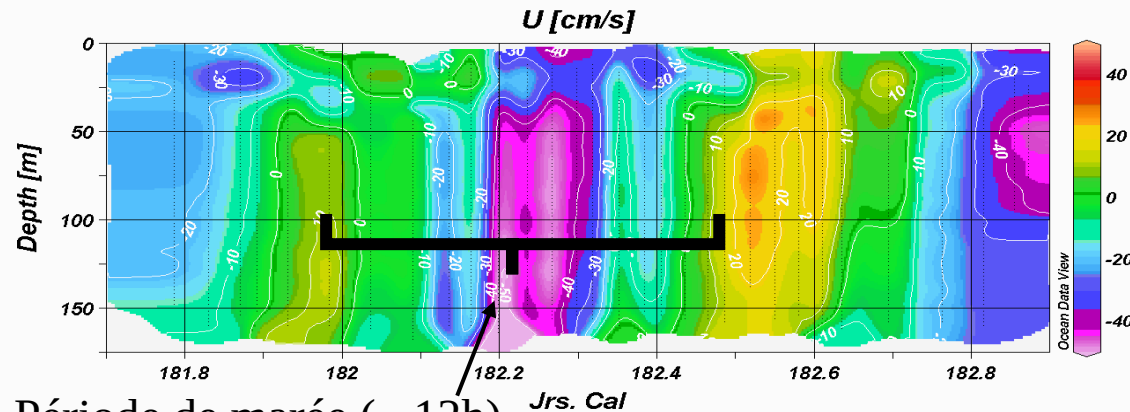


coupe verticale de l'intensité du courant

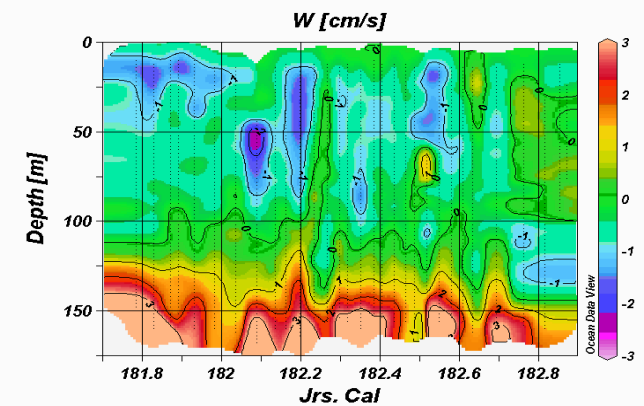
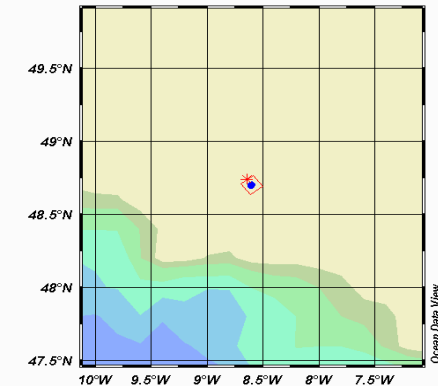
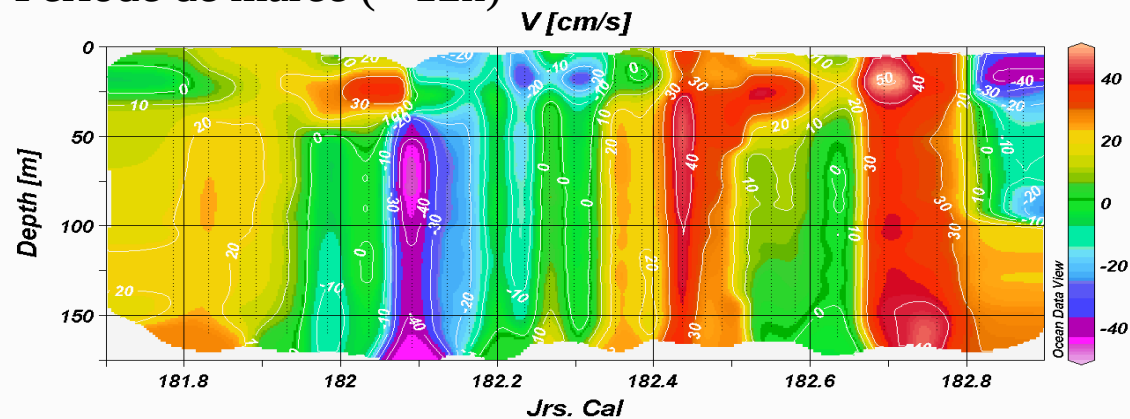


Juillet 2004: point fixe L-ADCP de 27 heures. Mesures des phénomènes de marée interne.

Point Fixe L-ADCP : sections U et V

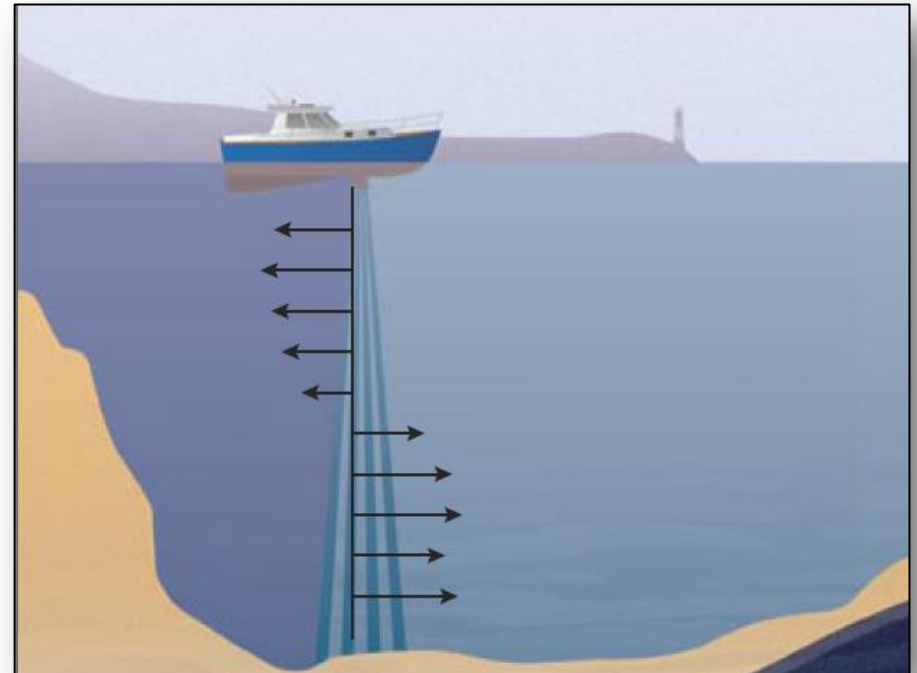


Période de marée (~ 12h)



- I. Notion d'acoustique sous-marine
- II. Application à la courantométrie
- III. Courantomètres au point fixe
- IV. L-ADCP
- V. VM-ADCP (Vessel Mounted Acoustic Doppler Current Profiler)**
- VI. Doppler Velocity Loch

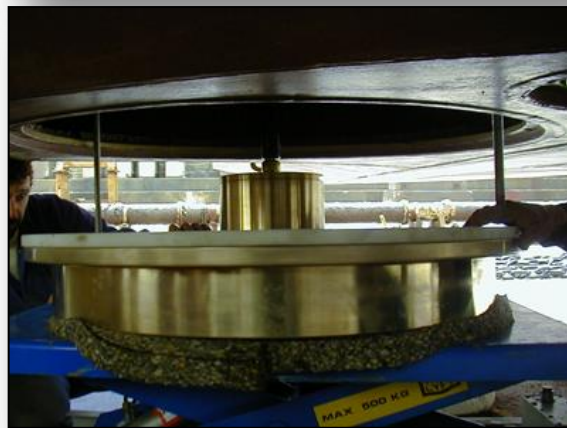
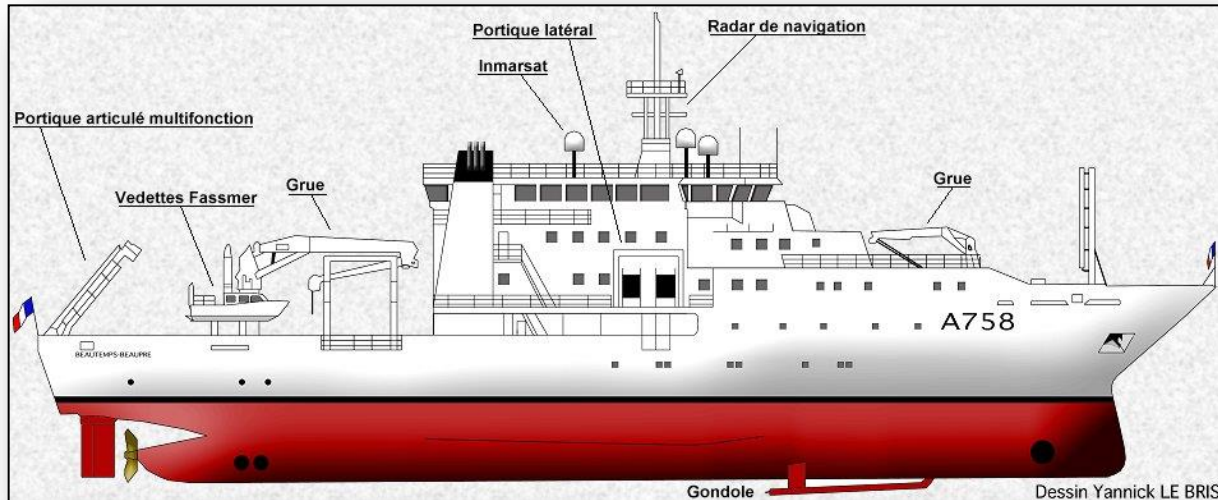
- ▶ Le courantomètre à effet Doppler est inséré sous la coque d'un navire. Les bases acoustiques insonifient ainsi la couche superficielle de l'océan. Les mesures sont réalisées au cours des déplacements du navire ou sur un point fixe.
- ▶ La partie importante du traitement des données consiste à s'affranchir des perturbations causées par les mouvements propres du navire (roulis, tangage, vitesse navire...). Ce traitement se fait en temps réel.



*BO D'Entrecasteaux: RDI NarrowBand 75kHz et 300kHz.
Utilisé de 1994 à 2002*



Implantation des transducteurs sur la gondole - Exemple du BHO *Beautemps-Beaupré* (puit d'eau de mer)



Mise en place de la base 38 kHz



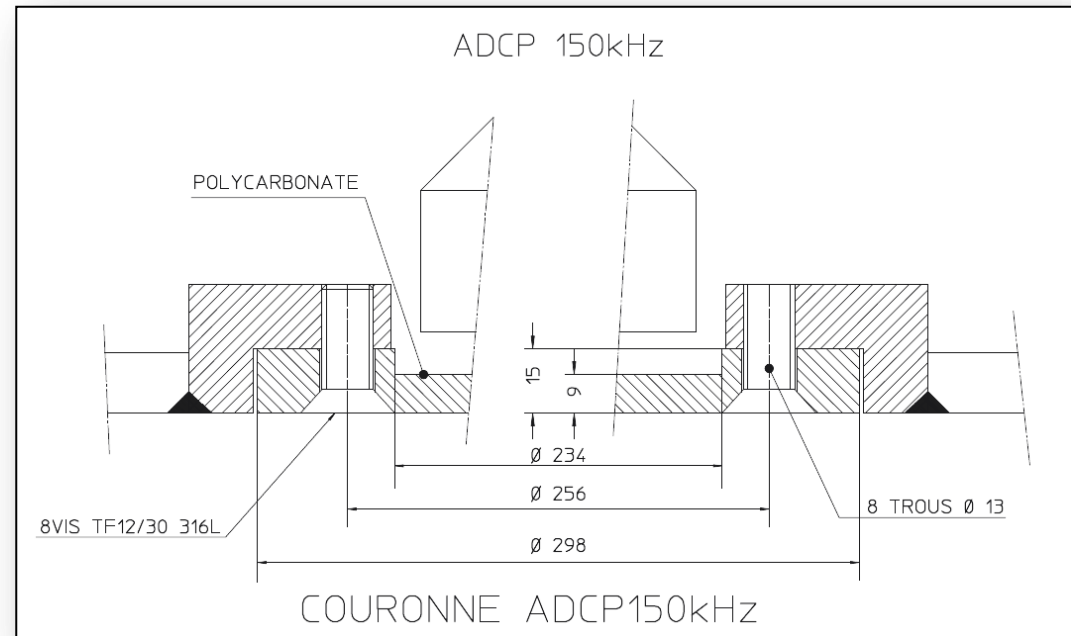
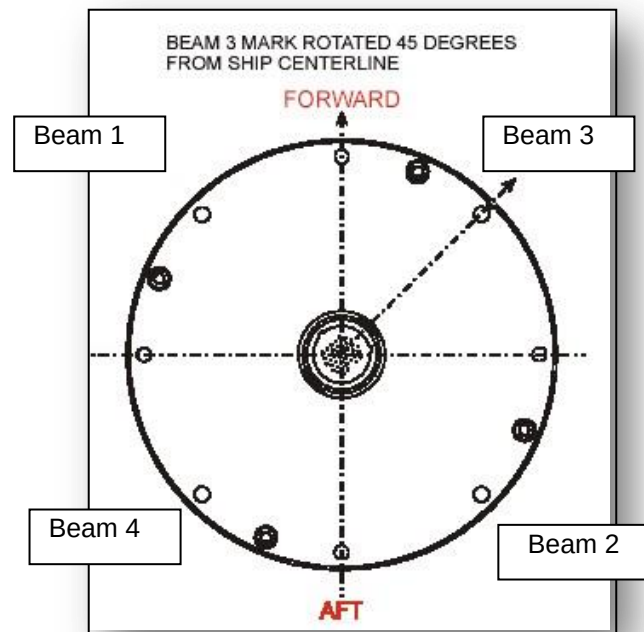
Bases 38 kHz et 150 kHz
après mise en place des fenêtres acoustiques

Ocean Surveyor Ocean Observer Installation Guide

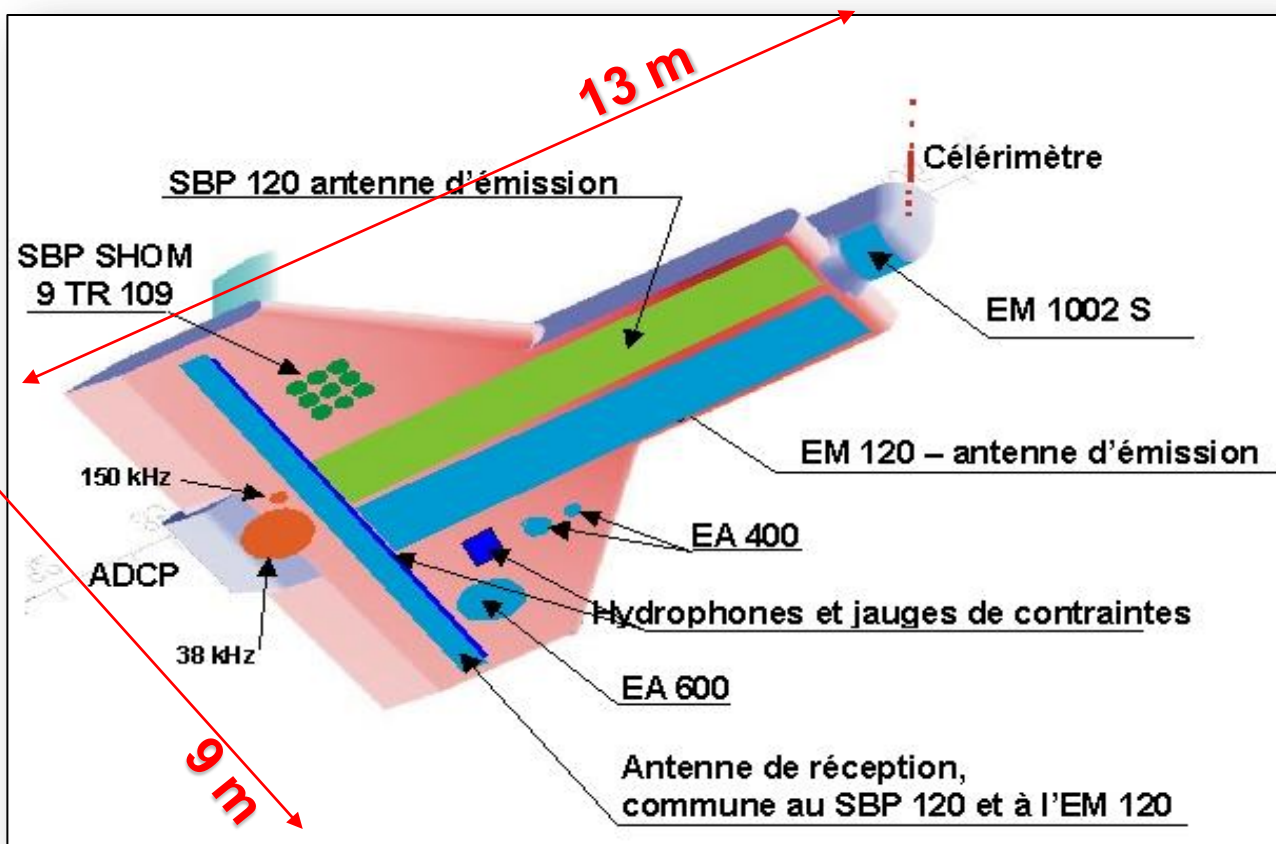


RD Instruments
Acoustic Doppler Solutions

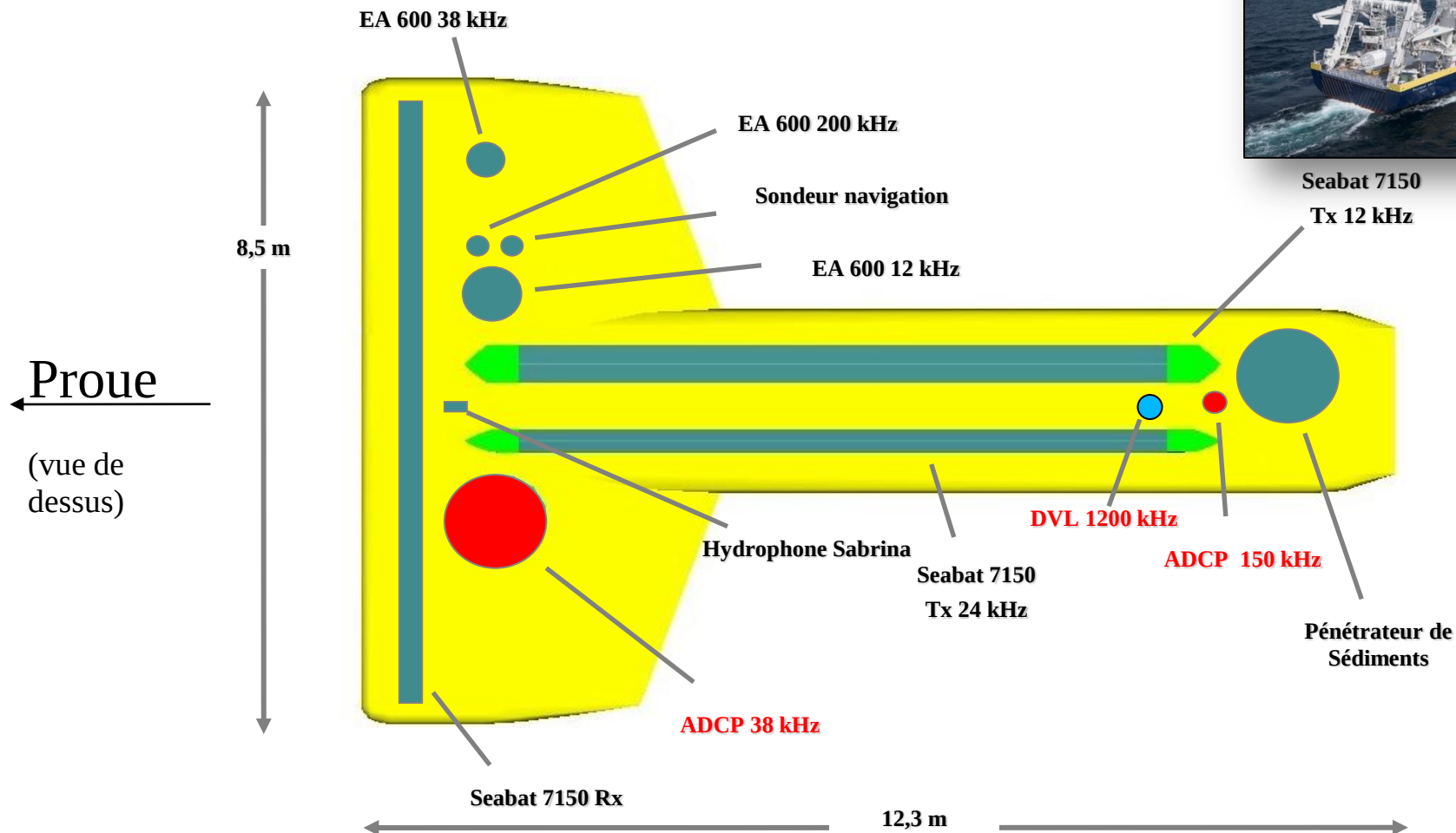
P/N 95A-6019-00 (December 2002)



Implantation des transducteurs sur la gondole - Exemple du BHO *Beautemps-Beaupré* (puit d'eau de mer)



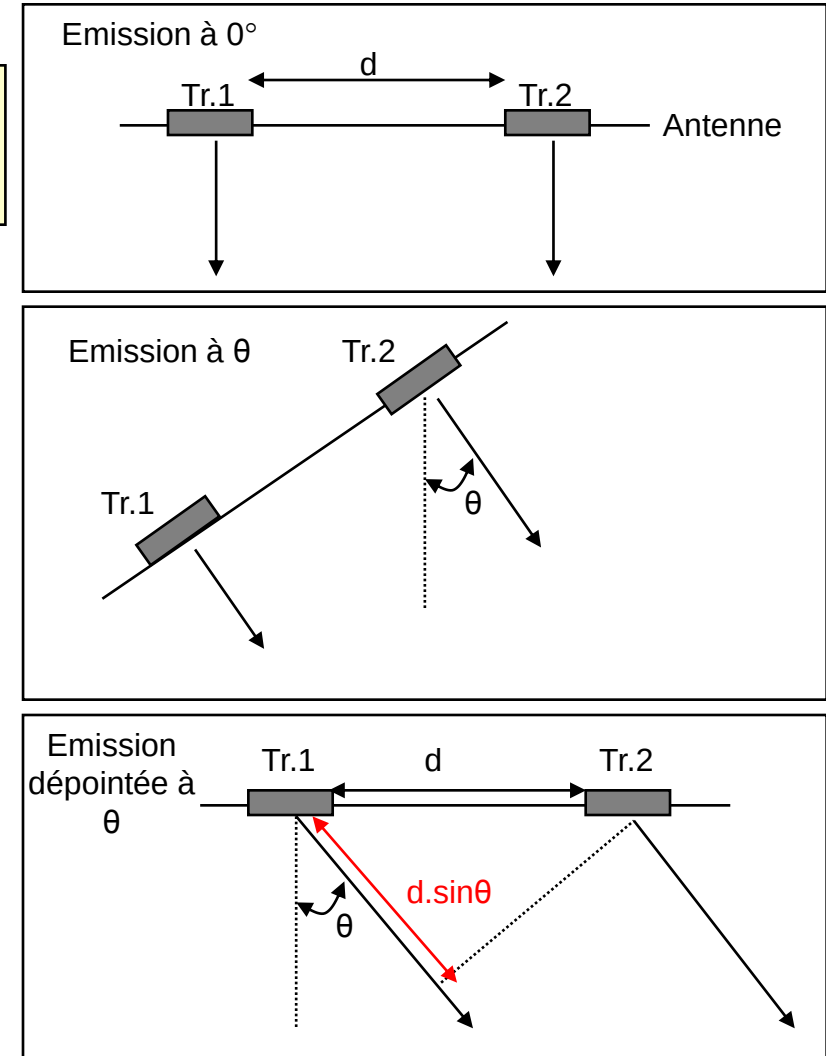
Implantation des transducteurs sur la gondole - Exemple du NO *Pourquoi Pas?* (puit d'eau douce)

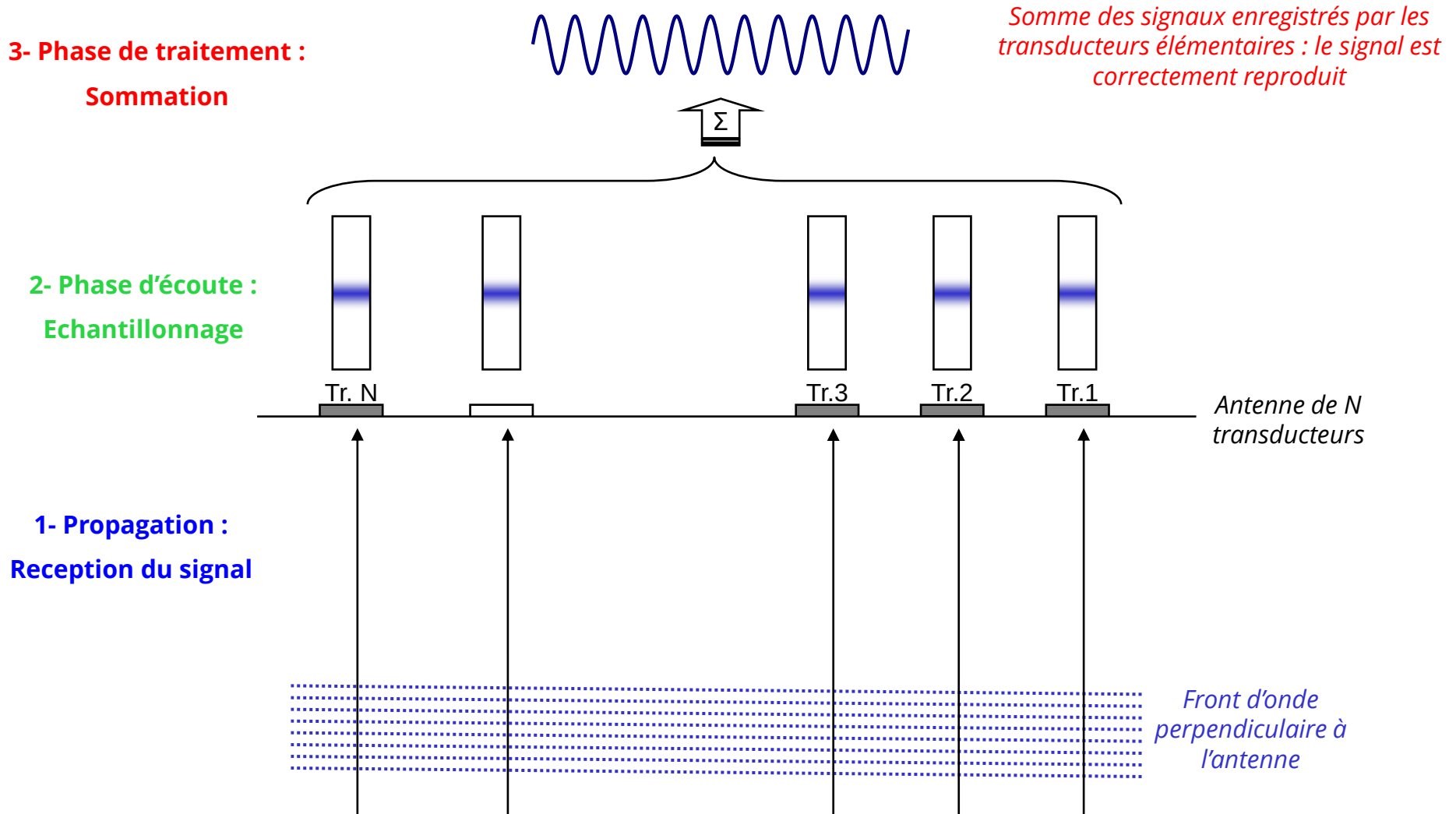


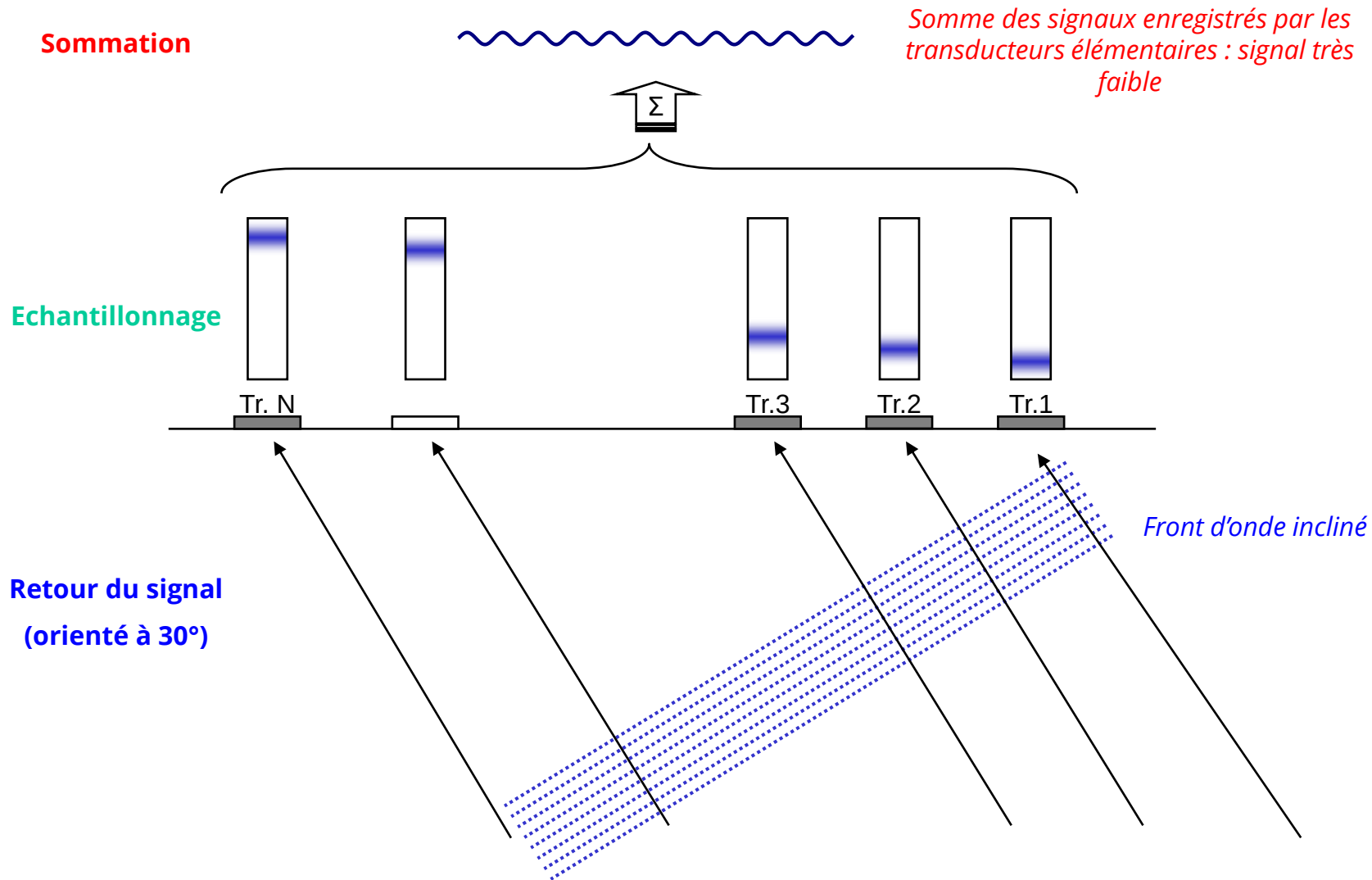
Émission simultanée des transducteurs élémentaires: énergie maximale transmise perpendiculairement à l'antenne.

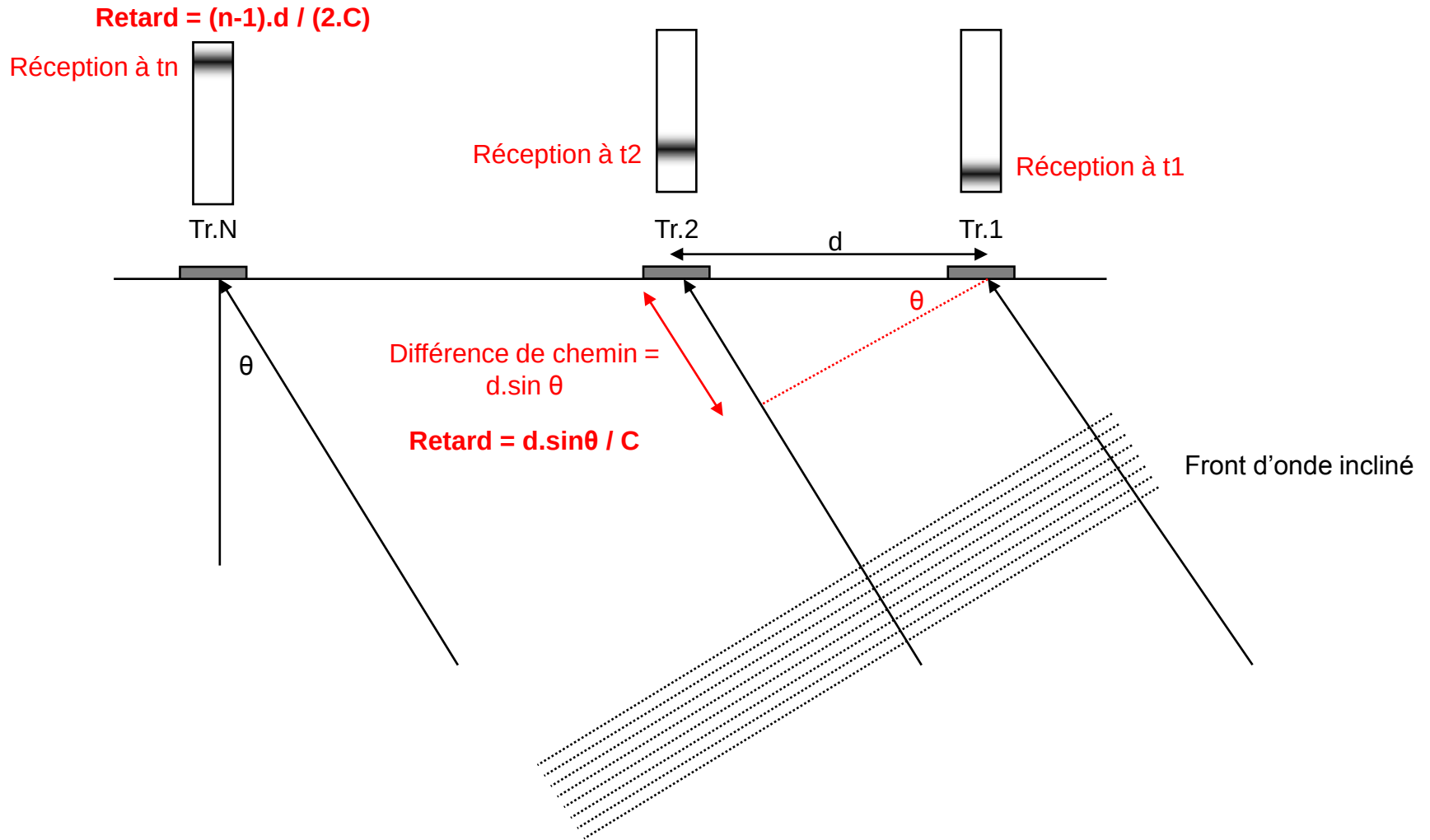
Pour émettre vers une direction particulière on peut orienter l'antenne perpendiculairement à cette direction.

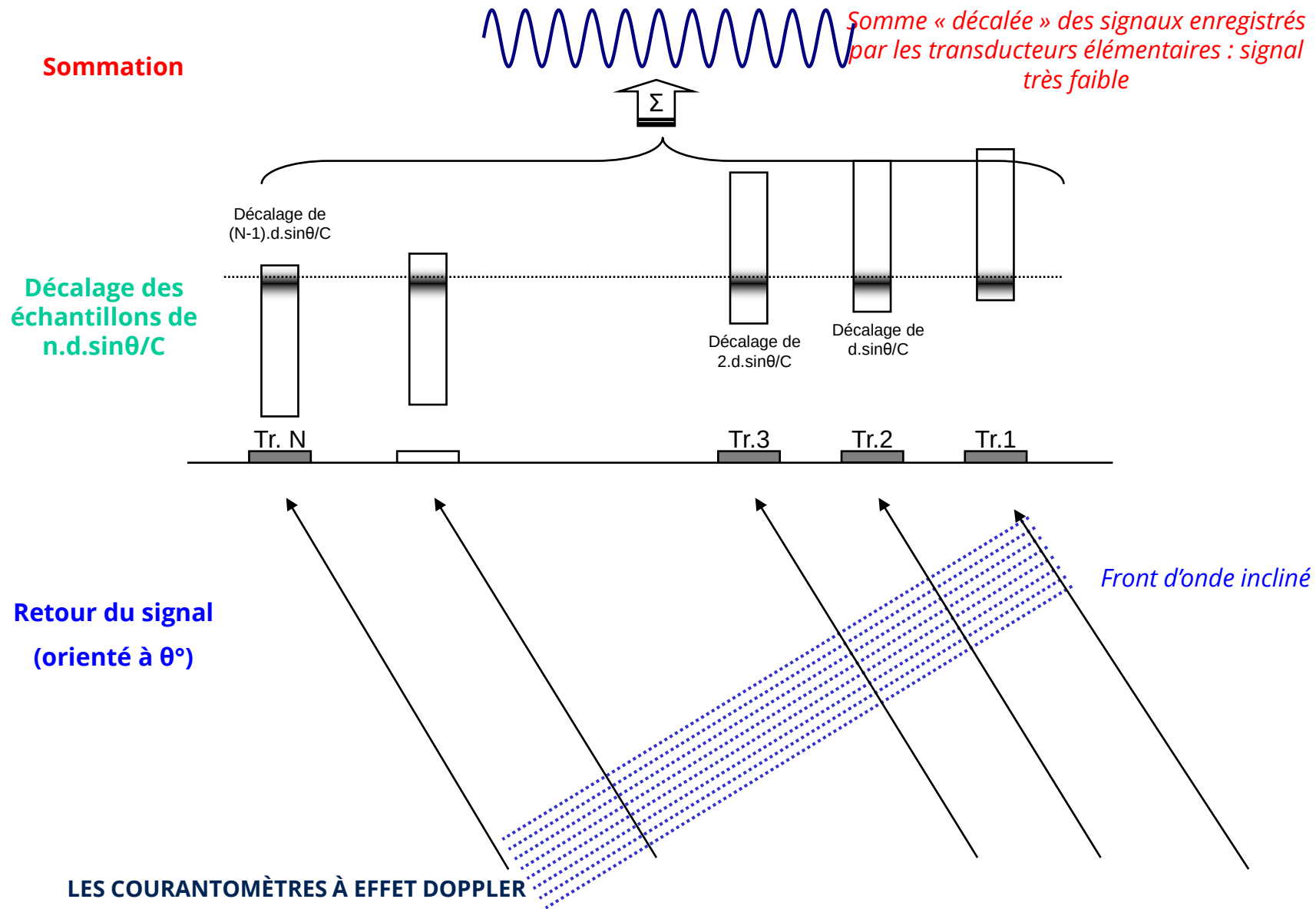
Sans bouger l'antenne il est possible de « dépointer » l'émission dans une direction $\theta \rightarrow$ « dépointage électronique »





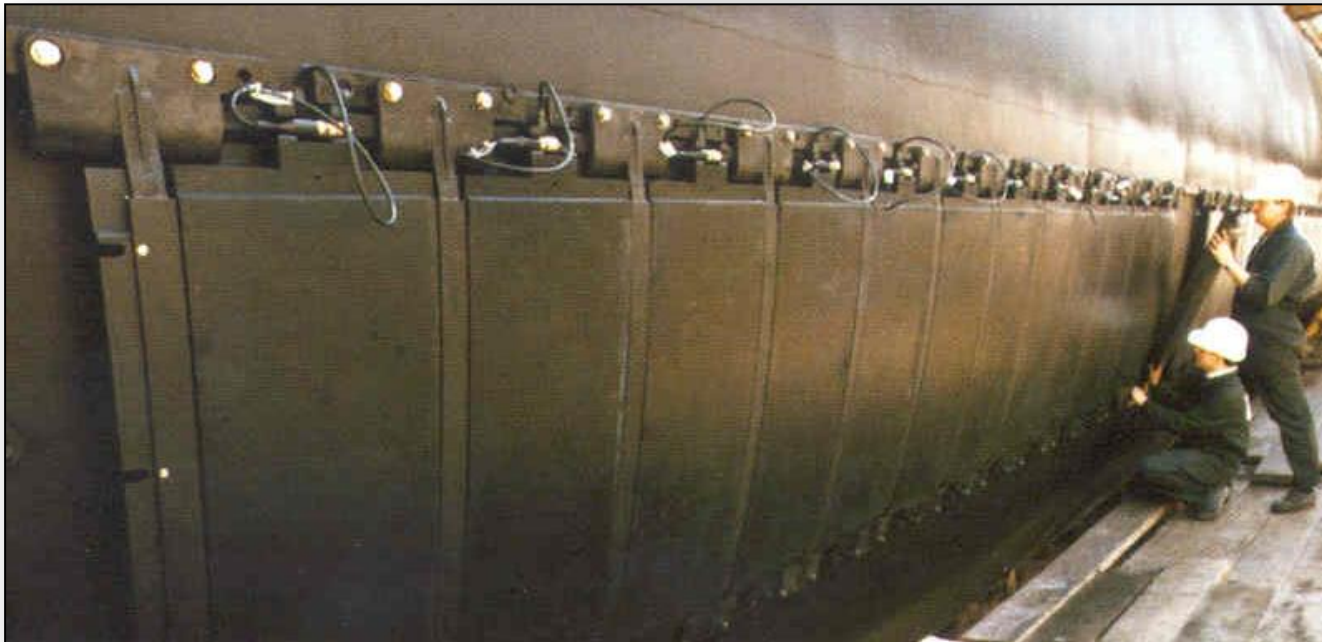






Fonction de directivité :

$$D(\theta, \theta_0) = \left[\frac{\sin\left(\pi N \frac{\delta}{\lambda} (\sin \theta - \sin \theta_0)\right)}{N \sin\left(\pi \frac{\delta}{\lambda} (\sin \theta - \sin \theta_0)\right)} \right]^2$$



Antenne linéaire passive d'écoute de sous-marin (source Thalès)

Linear transducer array

T1 : Tr1 transmits

T2 : Tr2 transmits – Tr1 echo goes away

T3 : Tr3 transmits – Tr1 and Tr2 go away

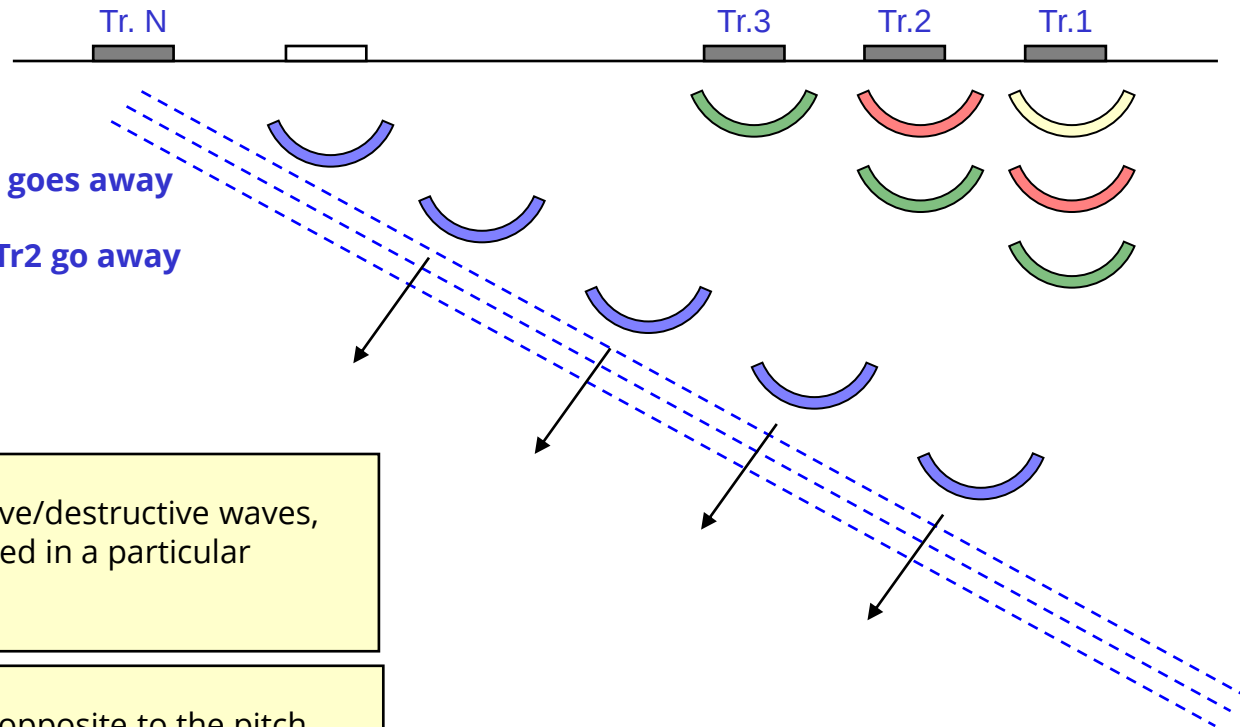
Etc...

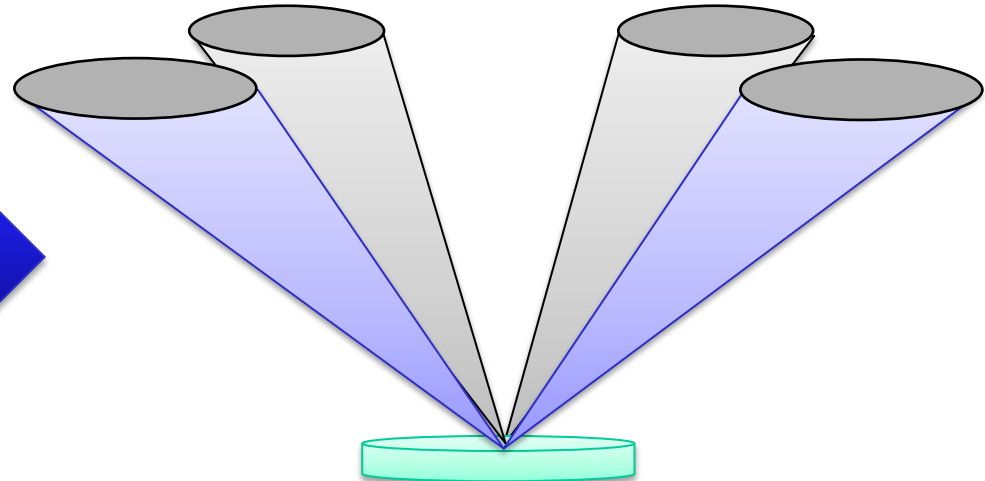
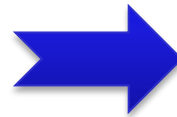
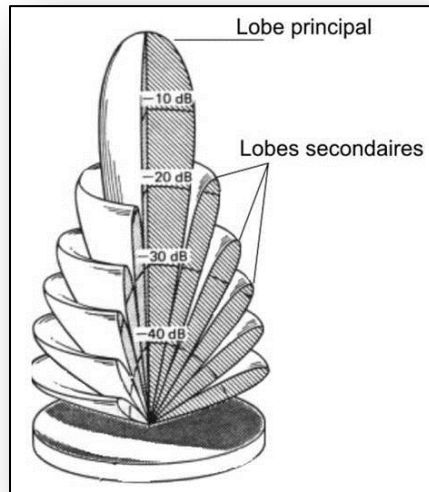
Because of constructive/destructive waves, a sound wave is steered in a particular direction

The steering angle is opposite to the pitch value (compensation)

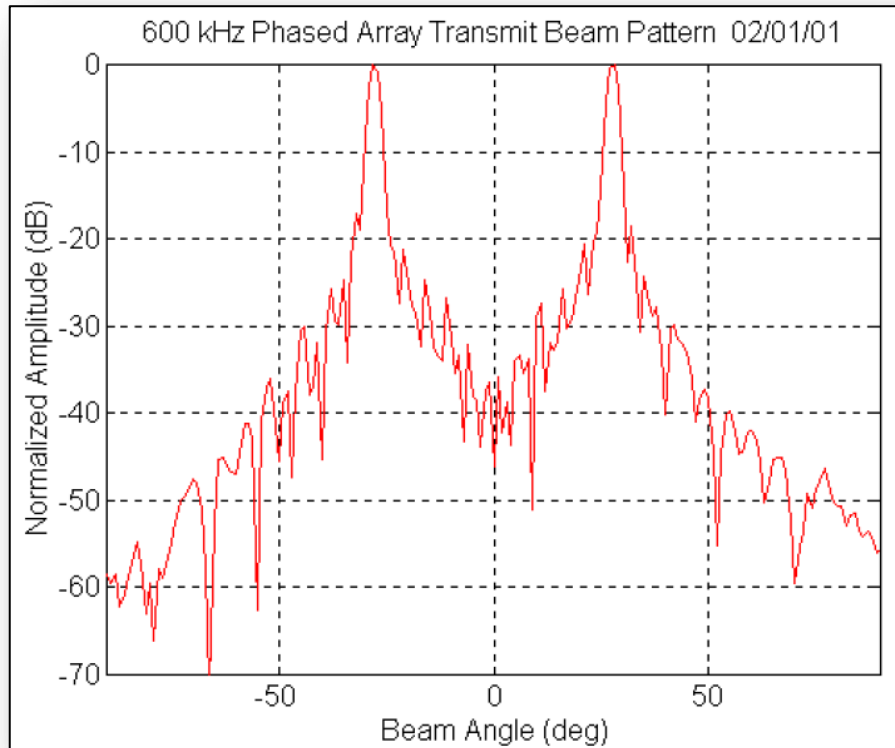
The delay between each Tr ping is defined according to the pitch value and the sound velocity measurement.

Principe de réciprocité : le diagramme de directivité à l'émission et identique en réception





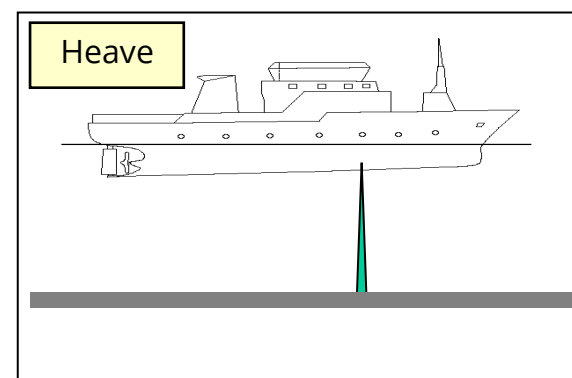
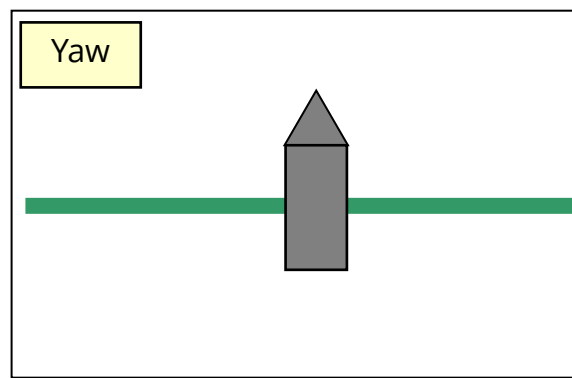
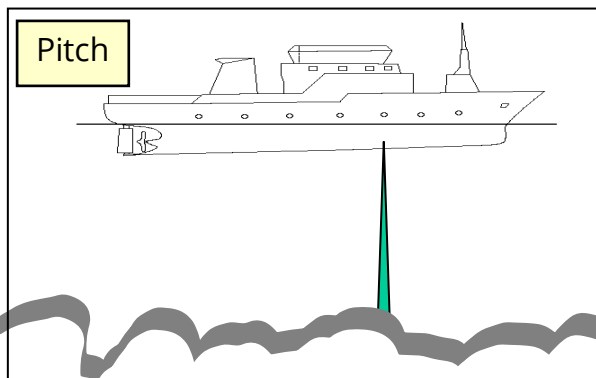
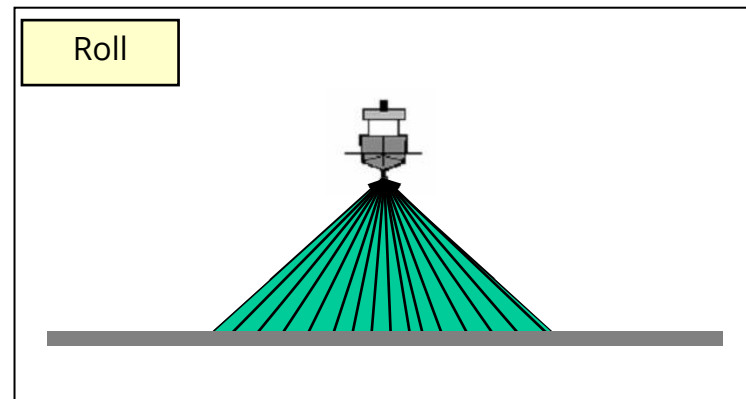
Comparison of a 600kHz developmental phased array transducer with a standard four piston 600kHz Workhorse transducer (Teledyne-RDI)



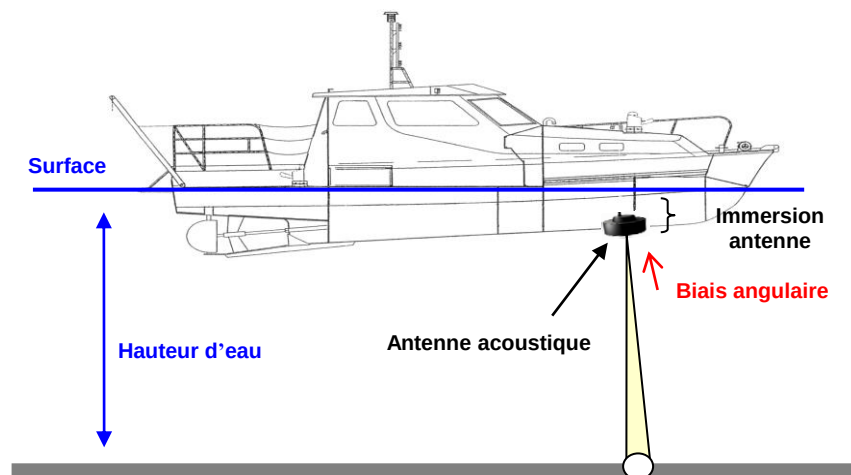
Transmit beam pattern of a developmental 600 kHz phased array.

2 faisceaux fixes à $\pm 30^\circ$ pour une matrice.
Deux matrices superposées composent ainsi les 4 faisceaux d'un Ocean Surveyor.

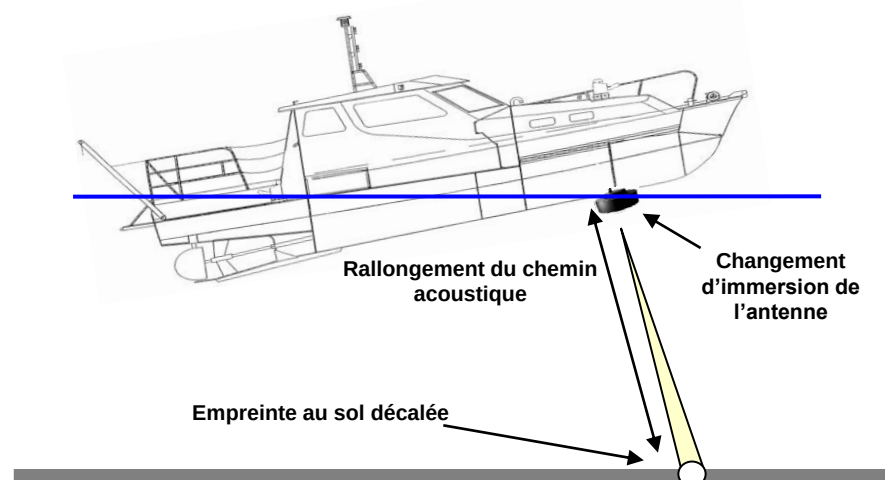
Les sondes sont maintenant référencées par rapport au sondeur. Mais le navire bouge !!



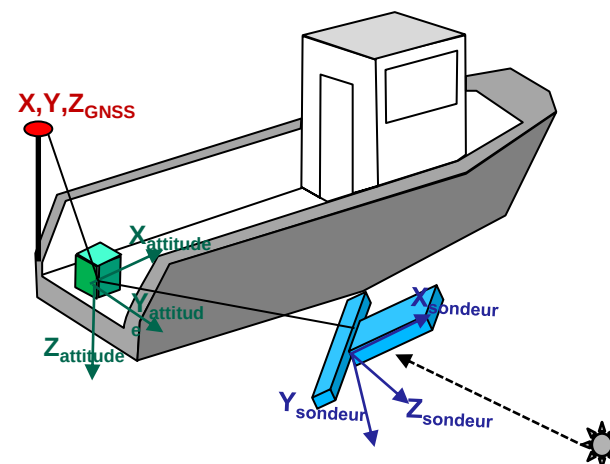
Tangage nul



Tangage important

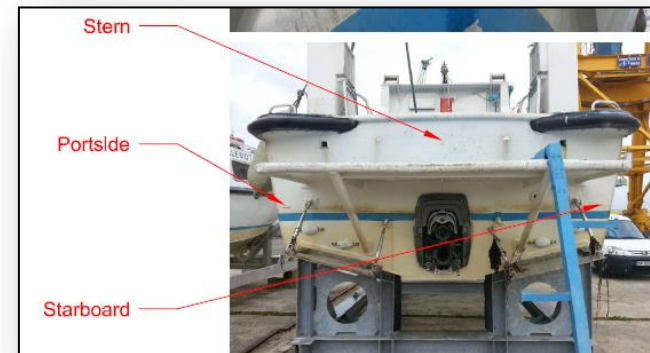
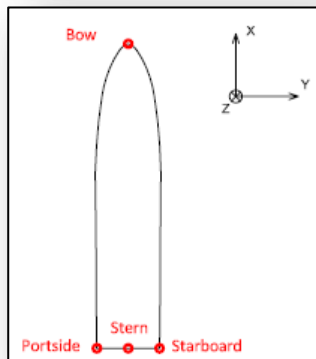
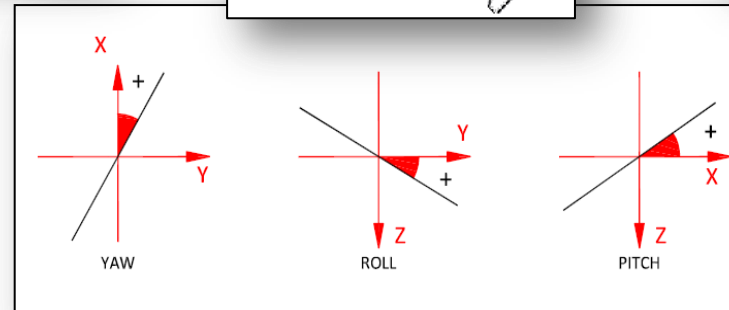
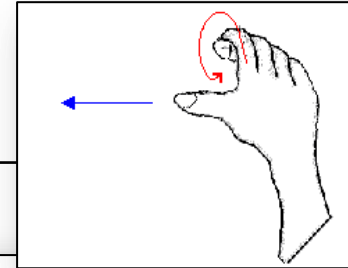


Nécessité d'avoir un capteur d'attitude et de connaître la position entre ce capteur d'attitude et le sondeur

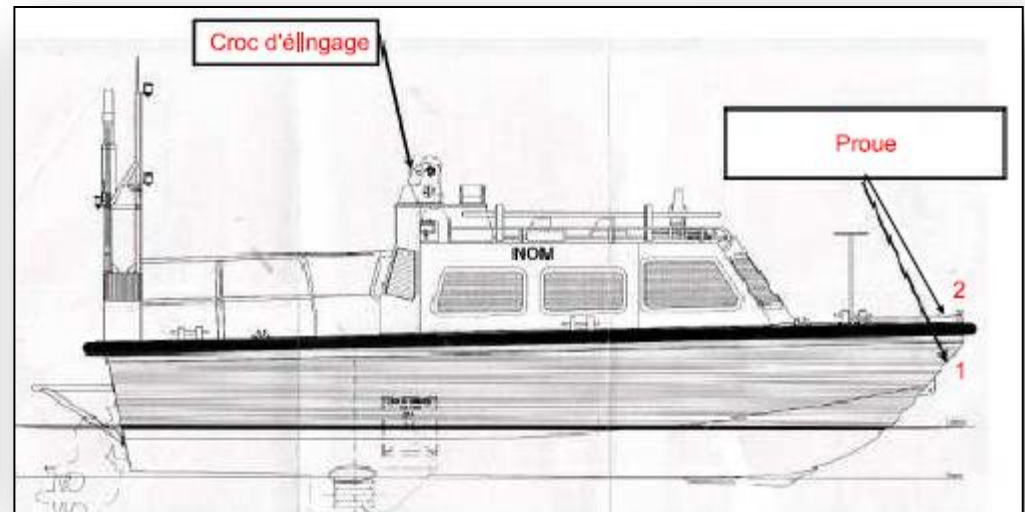
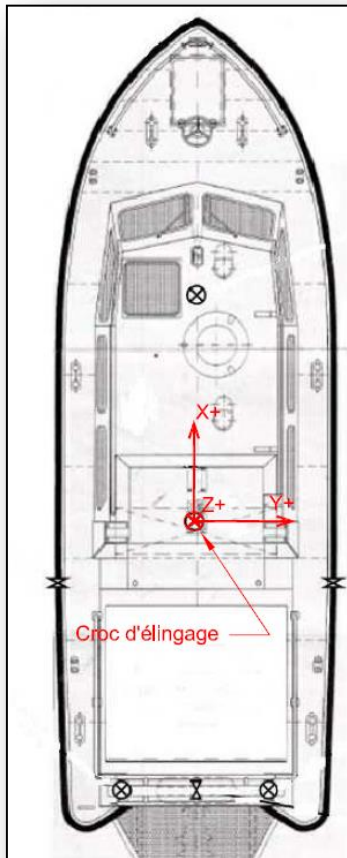


Exemple de Cormoran : repère navire (Rapport Quarta)

Le plan de référence est défini par 3 plaquettes (page 2/7)
L'axe principal est défini par 2 plaquettes (page 2/7)
Le point de référence (l'origine du système) est le poinçon sur le croc d'élingage (page 1/7)

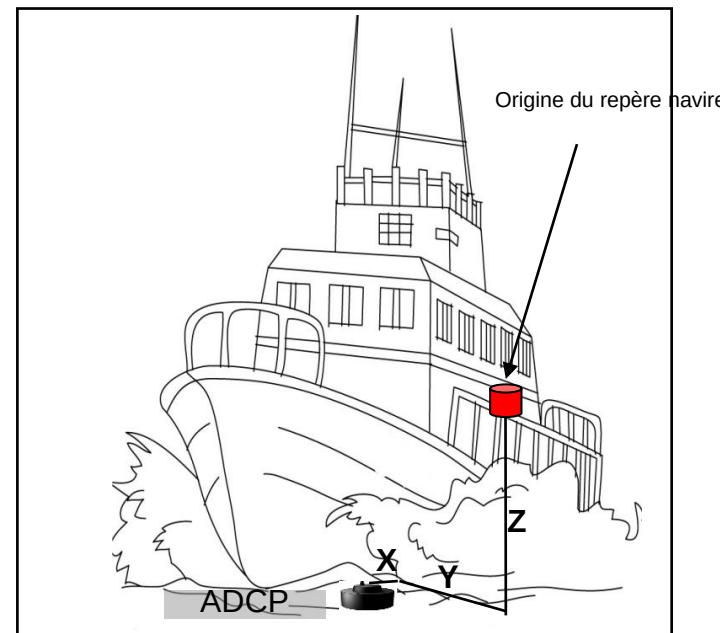
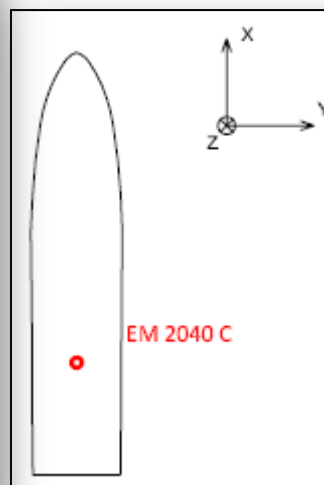
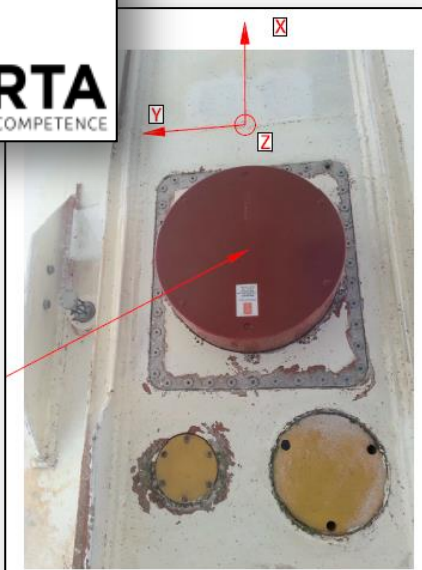


Exemple de Cormoran : origine navire



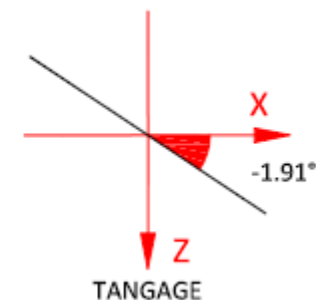
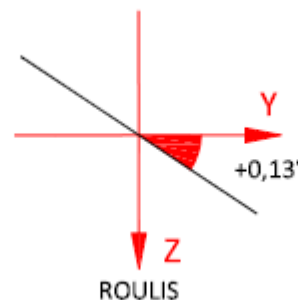
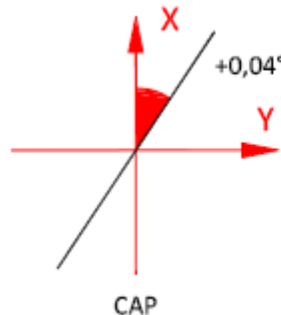


Exemple de Cormoran : position d'un sondeur



Point	COORDONNEES		PRECISION
EM 2040C	X (m)	-0.560	±0.002
	Y (m)	-0.002	±0.002
	Z (m)	2.762	±0.002

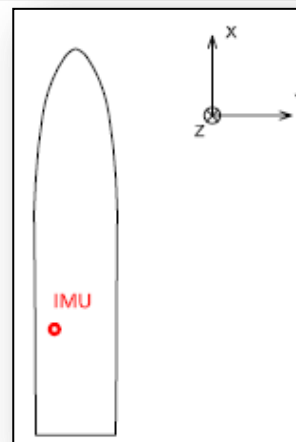
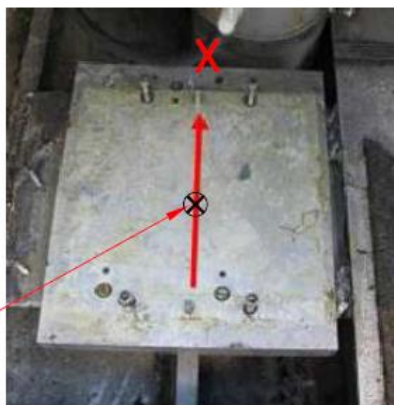
Point	ANGLES		PRECISION
EM 2040C	CAP	+0.04°	±0.01°
	ROULIS	+0.13°	±0.01°
	TANGAGE	-1.91°	±0.07°



Exemple de Cormoran : position de la semelle d'accueil de la centrale d'attitude

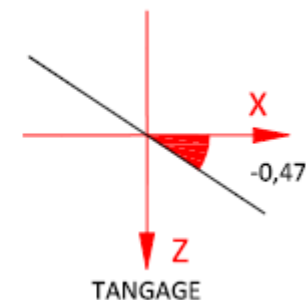
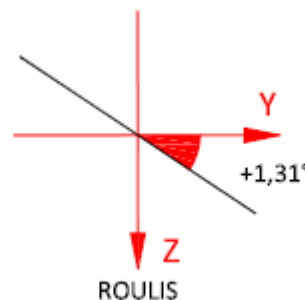
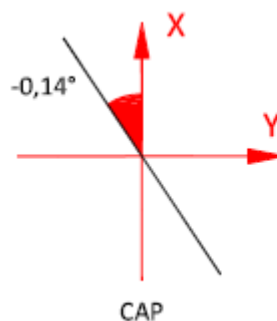


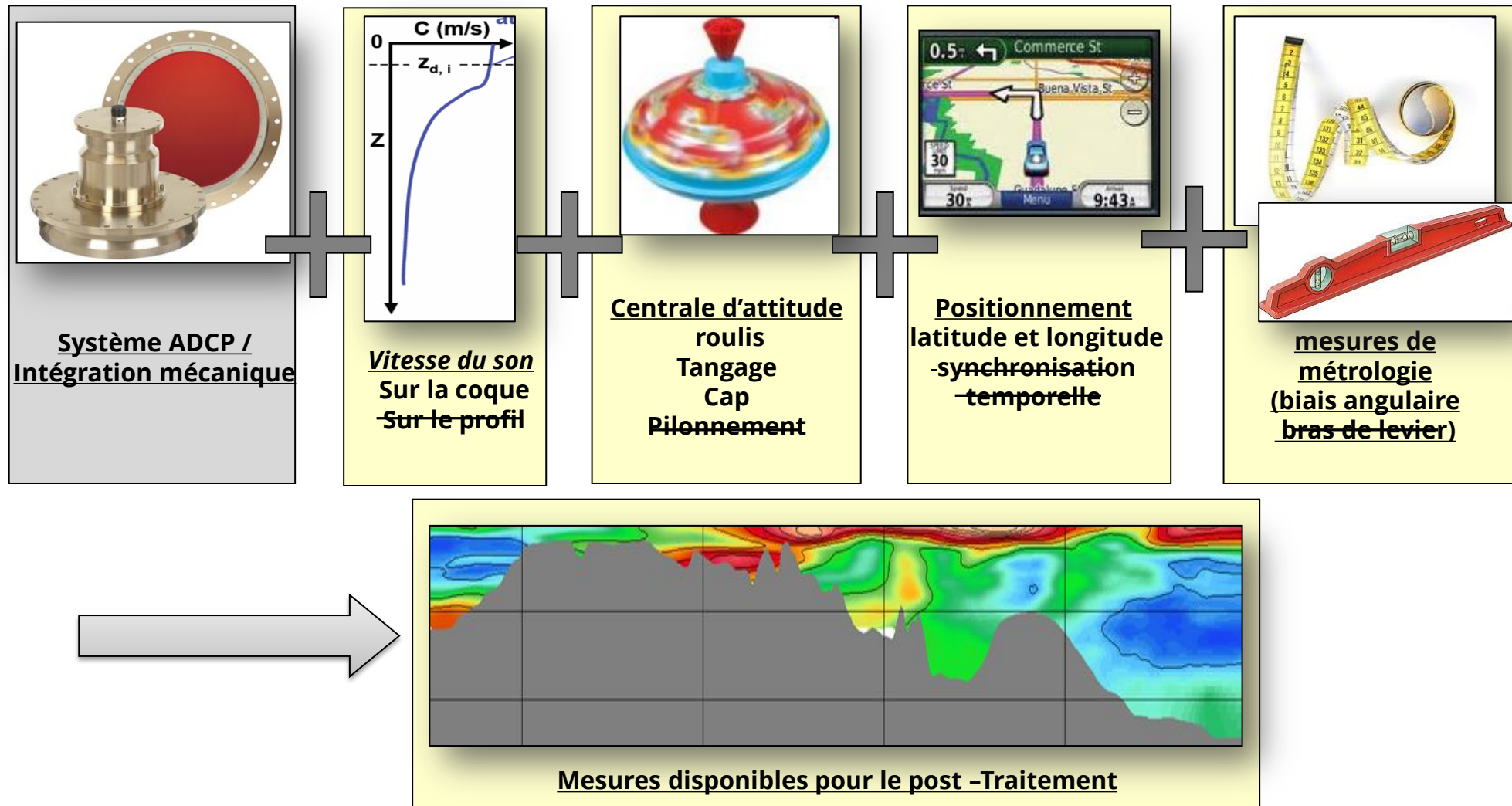
Point mesuré



Point	COORDONNEES		PRECISION
IMU	X (m)	-0.650	±0.002
	Y (m)	-0.475	±0.002
	Z (m)	2.404	±0.002

Point	ANGLES		PRECISION
IMU	CAP	-0.14°	±0.02°
	ROULIS	+1.31°	±0.01°
	TANGAGE	-0.47°	±0.01°

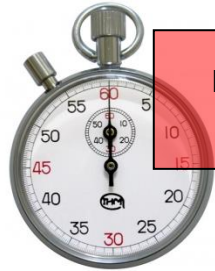






L'utilisation des bras de levier n'est pas utilisé pour corriger l'immersion des cellules. Seuls les biais angulaires sont utilisés

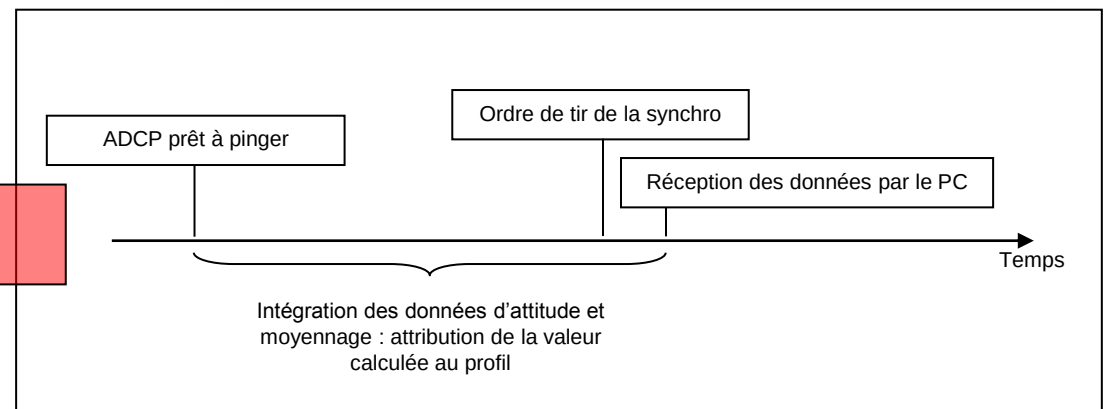
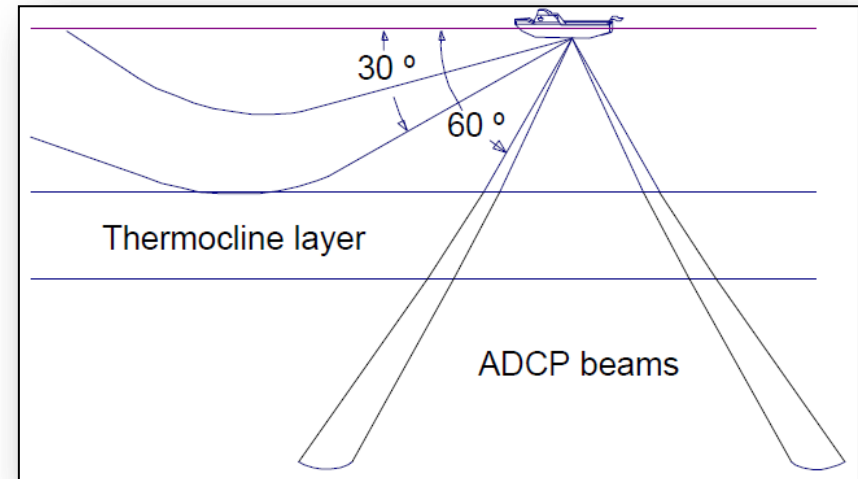
Exemple BHO Beautemps-Beaupré : Bras de levier en $X = 14\text{m}$ → Si tangage de 10° Alors erreur en Z de $2,5\text{m}$

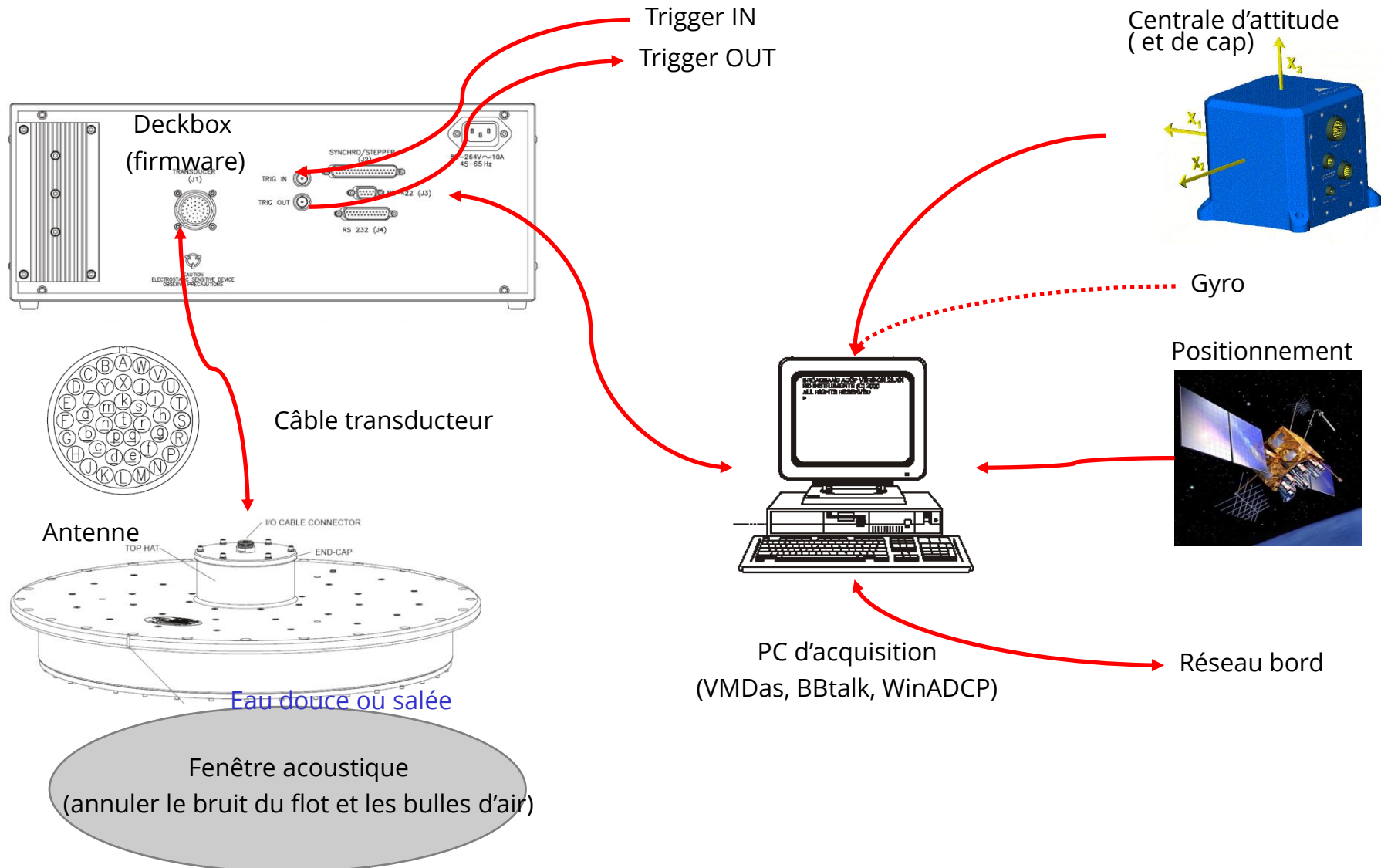


Datation du VM-ADCP avec l'heure PC. Pas de prise en compte automatique de l'heure GPS

Moyenne des mesures d'attitudes discutable

Le calcul de la réfraction n'est pas appliqué.

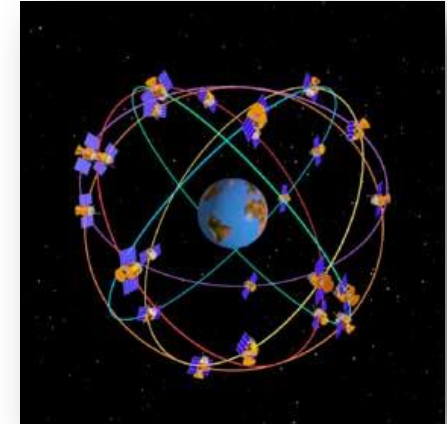




Données GNSS (norme NMEA)
 → Position avec la trame GGA
 → Eventuellement la vitesse avec la trame VTG

GGA: hhmmss.ss,LatN,LonE,QF,NumSat, ...

**\$PHGGA,104852.71,2515.658070,N,05516.265055,E,2,07,1.069242,-
 9.670389,M,0.000000,M,11.400000,0240*63
 \$PHVTG,217.552750,T,217.552750,M,0.025349,N,0.046947,K,D*28
 \$HEHDT,320.914,T*22
 \$PASHR,104852.718,320.91,T,+0.06,+0.40,+0.01,0.015,0.016,0.028,1,0*3D**



Attitude distribuée par la
 centrale d'attitude.
 Trame "PRDID"



PRDID: Roll, Pitch , Heading)

**\$PRDID,+000.14,+000.15,055.05
 \$PRDID,+000.13,+000.18,055.04
 \$PRDID,+000.13,+000.22,055.04
 \$PRDID,+000.13,+000.25,055.06
 \$PADCP,1,20050304,052328.00**

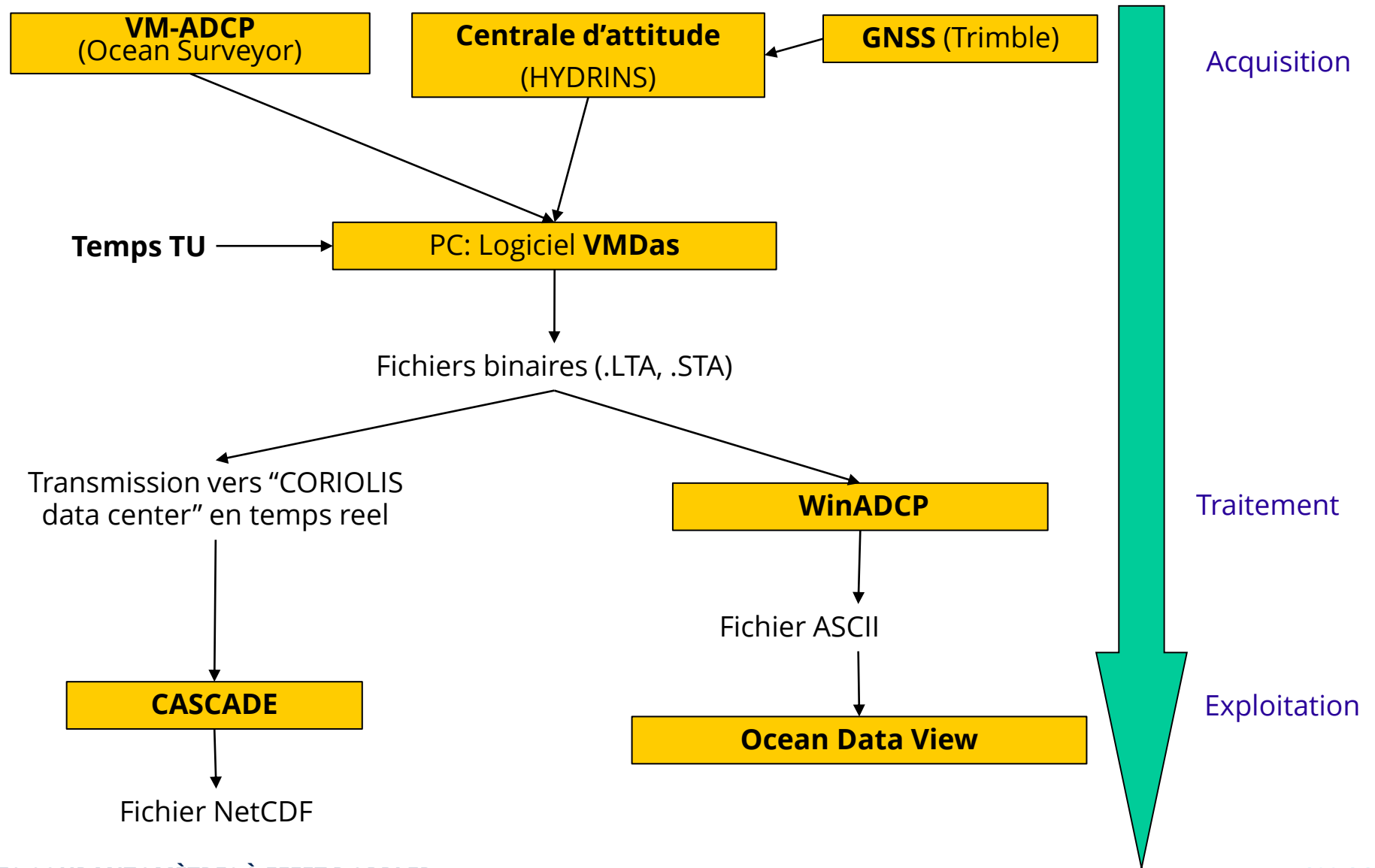
A défaut du PRDID, la trame PASHR délivre le roulis et
 le tangage et la trame HDT délivre le cap

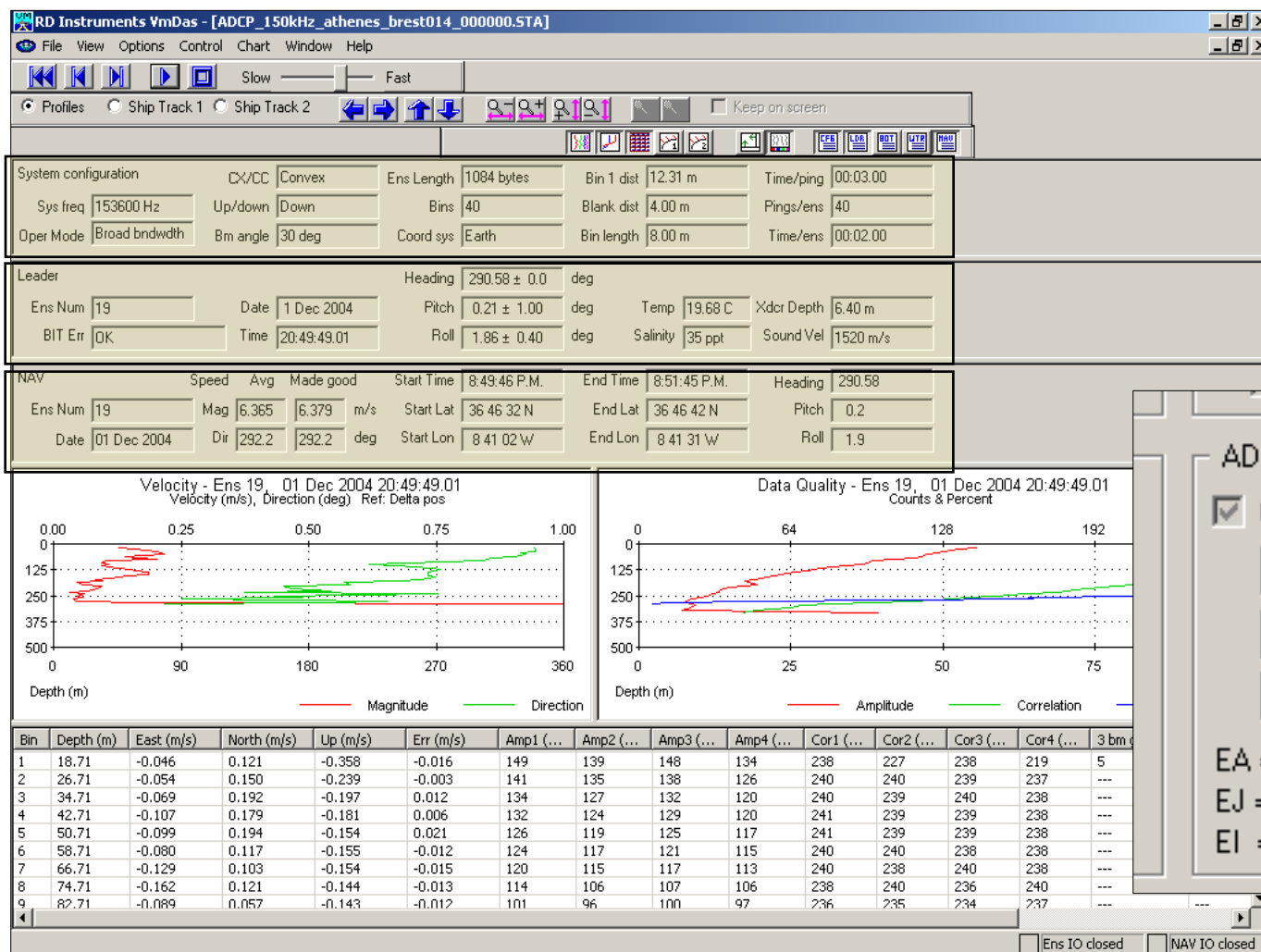


**PASHR: ,,,Roll,Pitch,,,,,
 \$PASHR,192406.407,265.89,T,+1.61,-1.02,+0.13,0.004,0.004,0.038,1,0*3B**

**HDT: heading
 \$HEHDT,265.895,T*2A**

Depuis peu : mesures d'attitude de type "SimradEM" disponible.





Configuration de VMDas adaptée au porteur:

ADCP Alignment Correction

☒ Override command file EA

44.4635 EA Heading alignment error

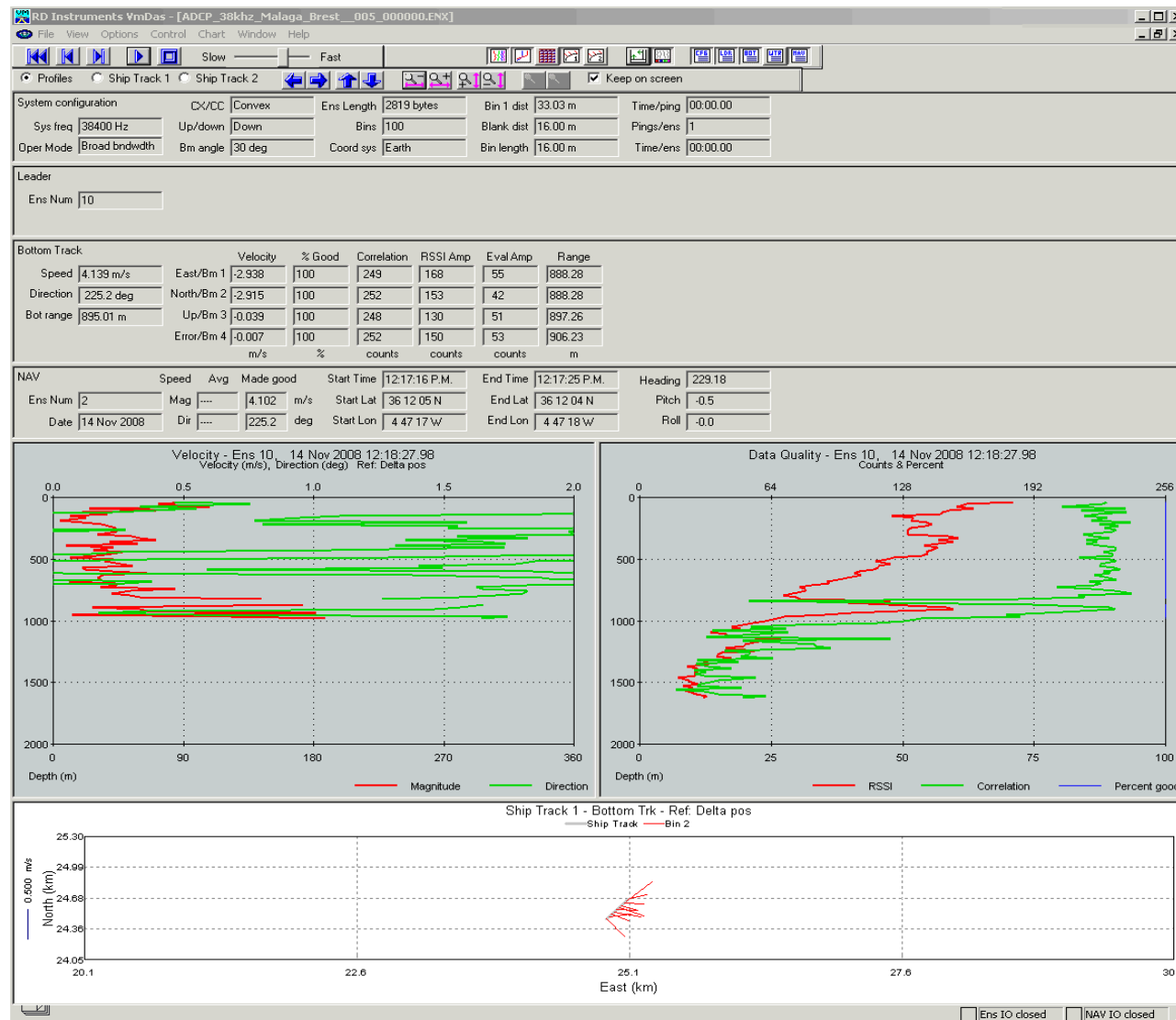
-0.6573 EJ Pitch alignment error

-0.3907 EI Roll alignment error

EA = Beam 3 Heading when Vessel heads North

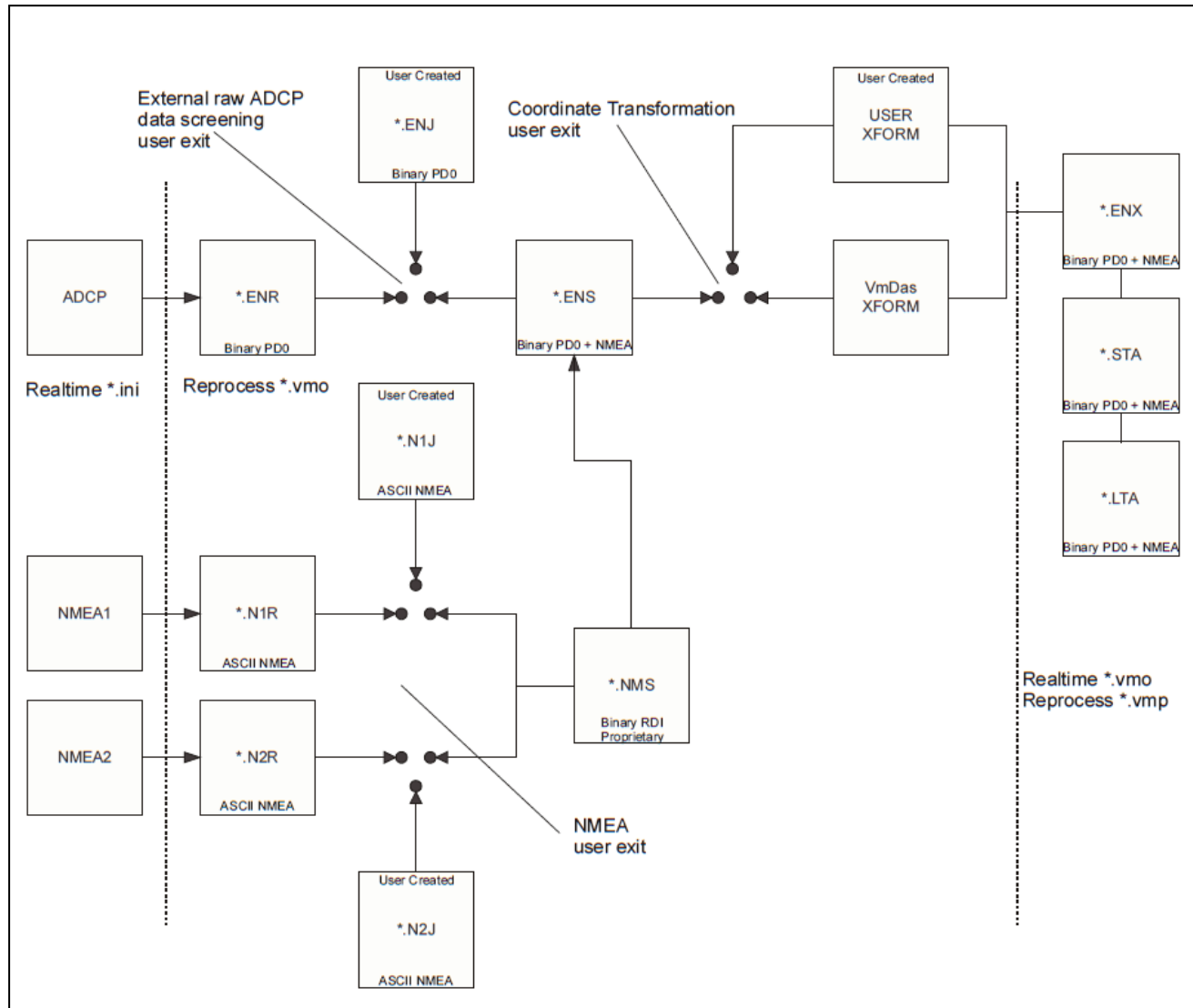
EJ = Vessel Pitch when ADCP is level

EI = Vessel Roll when ADCP is level



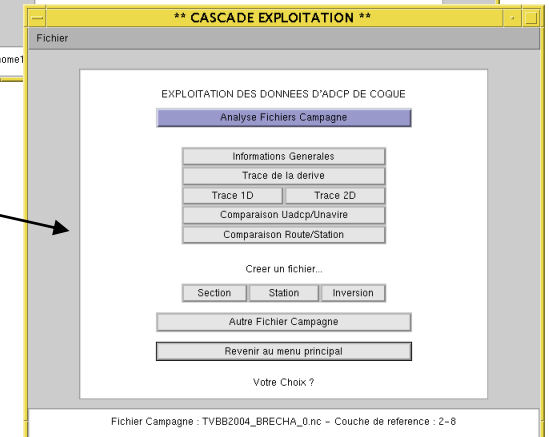
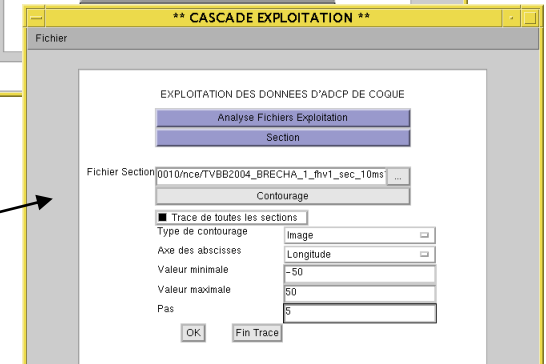
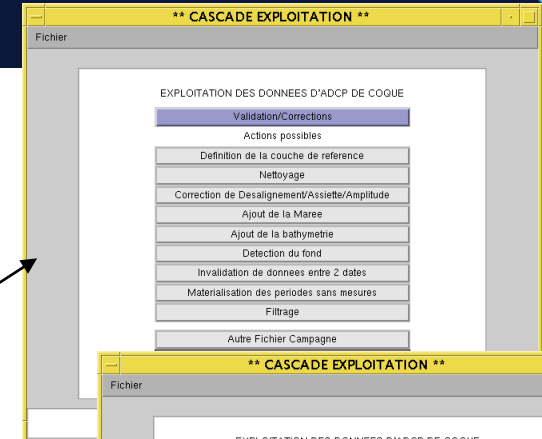
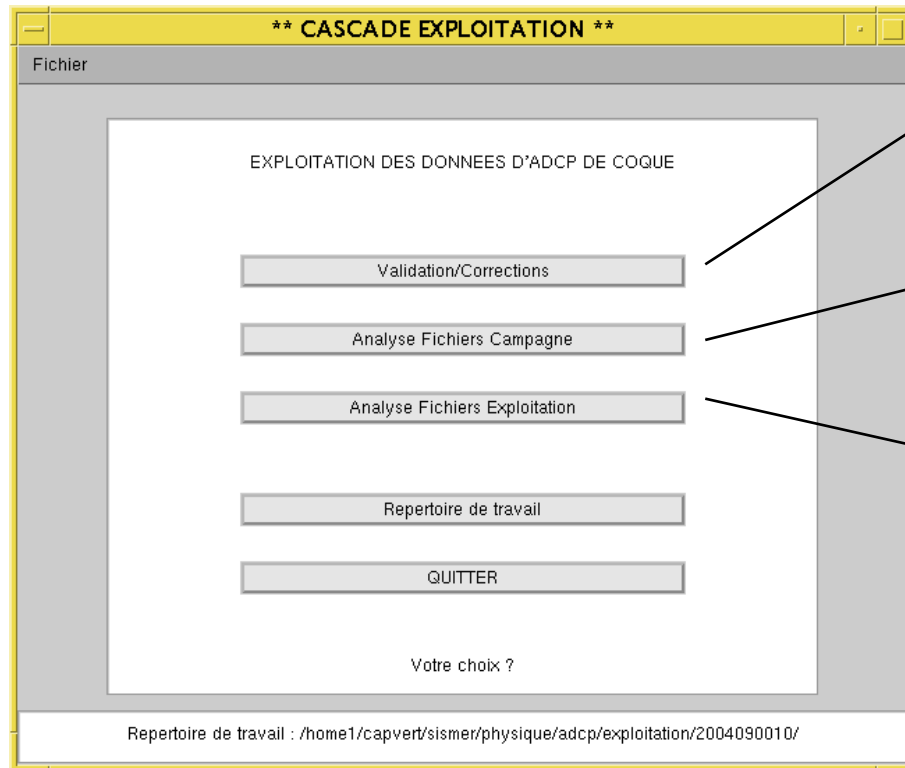
[Lien vers VM-DAS](#)

Fichier en sortie de VM-DAS

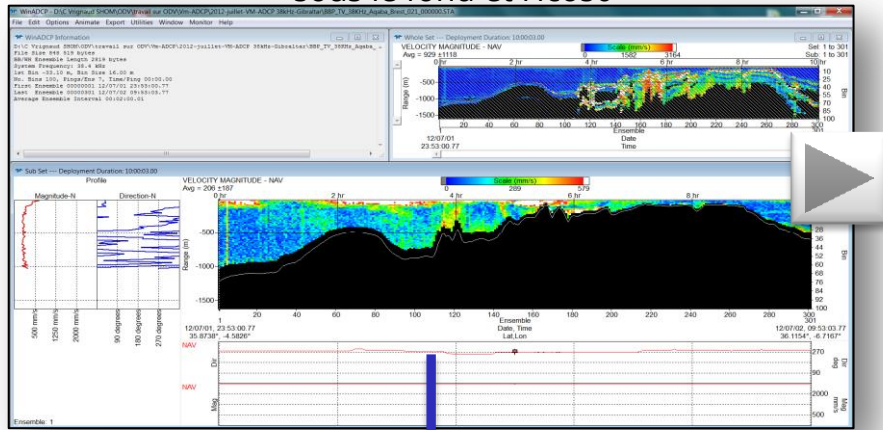


CASCADE v5.2

Exploitation scientifique (filtrages...) et mode de représentation (cartes, radiales, vecteurs...)



Visualisation sous WinADCP et suppression des données sous le fond et Hcos θ



WinADCP Export Options

Contour | Profile | Series/Anchor | **Export au format texte**

File Type
☒ TXT
☐ MAT

Bins
☒ 30
☒ 91
☒ 92
☒ 93
☒ 94
☒ 95
☒ 96
☒ 97
☒ 98
☒ 99
☒ 100

Series Data Types
 Velocity: ☒ East (u), ☒ North (v), ☒ Vertical (w), ☒ Error, ☒ Magnitude, ☒ Direction
 Correlation: ☐ Bm1, ☐ Bm2, ☐ Bm3, ☐ Bm4, ☒ Avg
 Echo Amplitude: ☐ Bm1, ☐ Bm2, ☐ Bm3, ☐ Bm4, ☒ Avg
 Percent Good: ☐ PG1, ☐ PG2, ☐ PG3, ☐ PG4

Ensemble
 First: 1
 Last: 301
 Step: 1

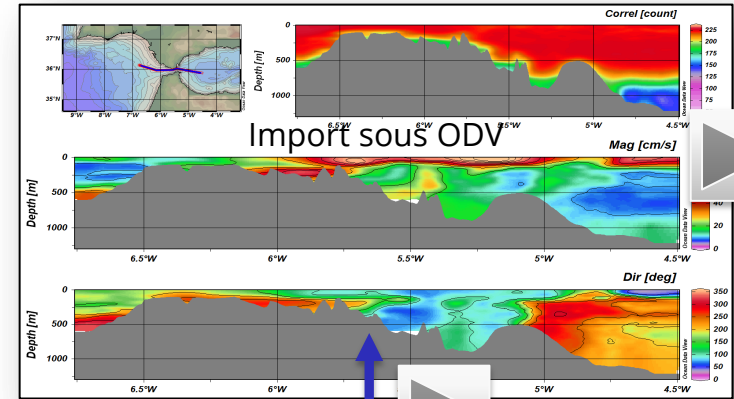
Anc Data Types
☐ Pitch, ☐ Roll, ☐ Heading, ☐ Temperature, ☒ Depth, ☐ Orientation, ☐ BIT, ☐ Battery

Bottom Track
☐ East (u), ☐ North (v), ☐ Vert (w), ☐ Error, ☐ Mag, ☒ Dir, ☒ BT Depth

Water Mass
☐ East (u), ☐ North (v), ☐ Vert (w), ☐ Error, ☐ Mag, ☐ Dir

WinRiver Navigation
☐ East (u), ☐ North (v), ☐ Mag, ☒ Dir, ☒ Lat/Lon, ☐ MicroCAT

Write File | Quit Export



Conversion au format ODV et prise en compte de l'immersion de l'antenne sous la surface (Export2ODV)

Export2ODV V1.1 du 26/03/2009

Sippican | Sbe21 | Adcp

Entrée
 Répertoire fichiers ADCP: C:\Users\DAURAUD\Desktop
 Nom de la campagne: test.odv

Sortie
 Répertoire fichier résultat: C:\Users\DAURAUD\Desktop
 Nom de la campagne: Test
 le départ: 0001
 le retour des transducteurs: 0007.00

☒ Appliquer cette valeur d'immersion pour les transducteurs (Attention : signe positif vers le bas)
☒ Elimination des valeurs supérieures à Bottom Depth

Non protégé

GHOA



Procédure spécifique

Mise en oeuvre et intégration des ADCP de coque du BBP

<http://agora.shom.fr/docQual/2014/PS/PS2014-023>

Etat : Approuvé

Version :

Dernière modification le 2017/03/20 15:25

Editeur
christophe.cadour@shom.fr
Secrétariat GHO brestois
le 2014/07/02 09:31

Vérificateur
david.guillenne@shom.fr
Correspondant qualité du GOA
le 2014/11/06 14:15

Approbateur
jean-claude.le.gac@shom.fr
Directeur du GOA
le 2014/12/23 12:43

Non protégé

DMGS/IES



Guide

Utilisation de la routine de conversion des données "Export2odv".

<http://agora.shom.fr/docQual/2008/GU/GU2008-024>

Etat : Approuvé

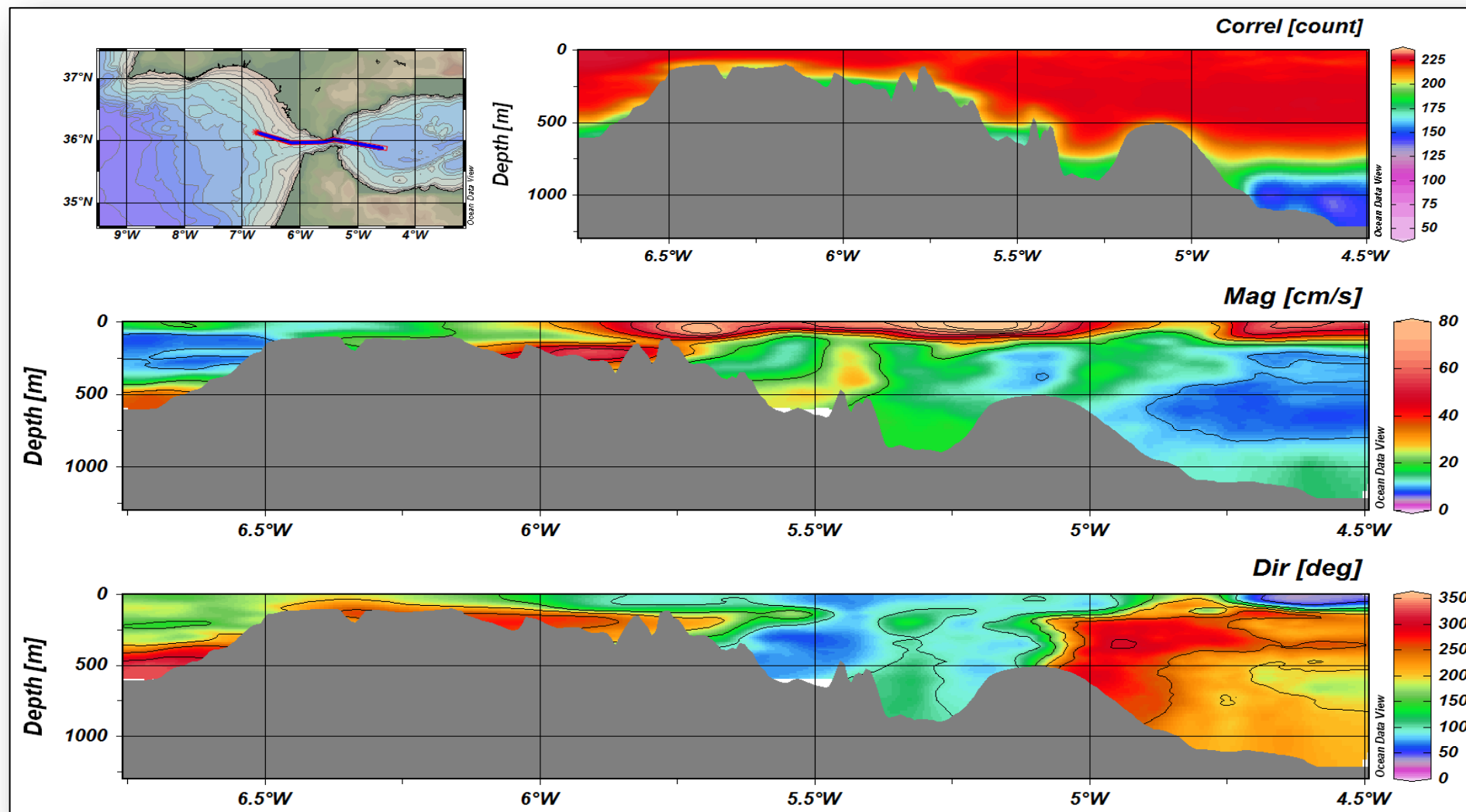
Version :

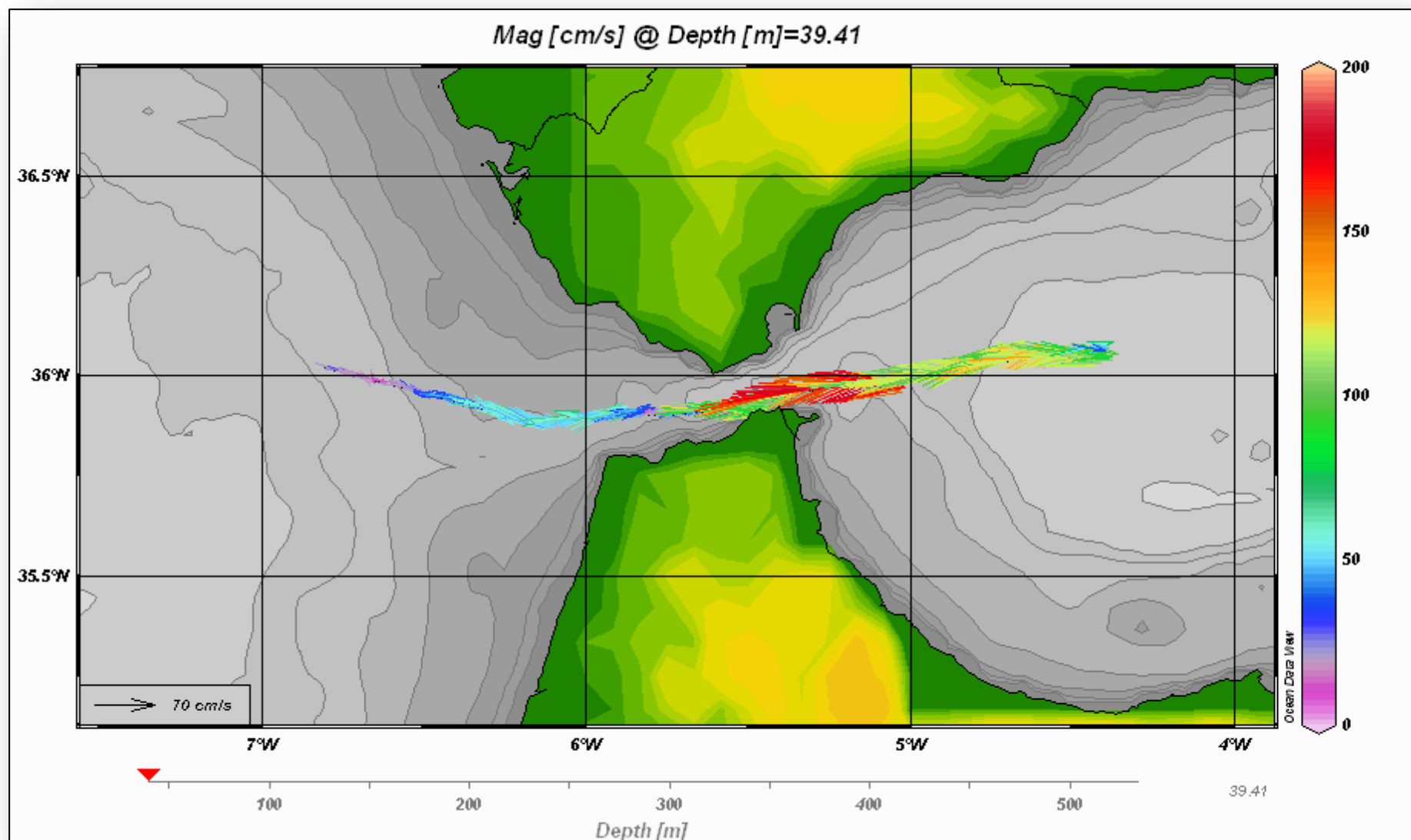
Dernière modification le 2016/09/14 12:58

Editeur
christophe.vignaud@shom.fr
le 2009/05/25 12:08

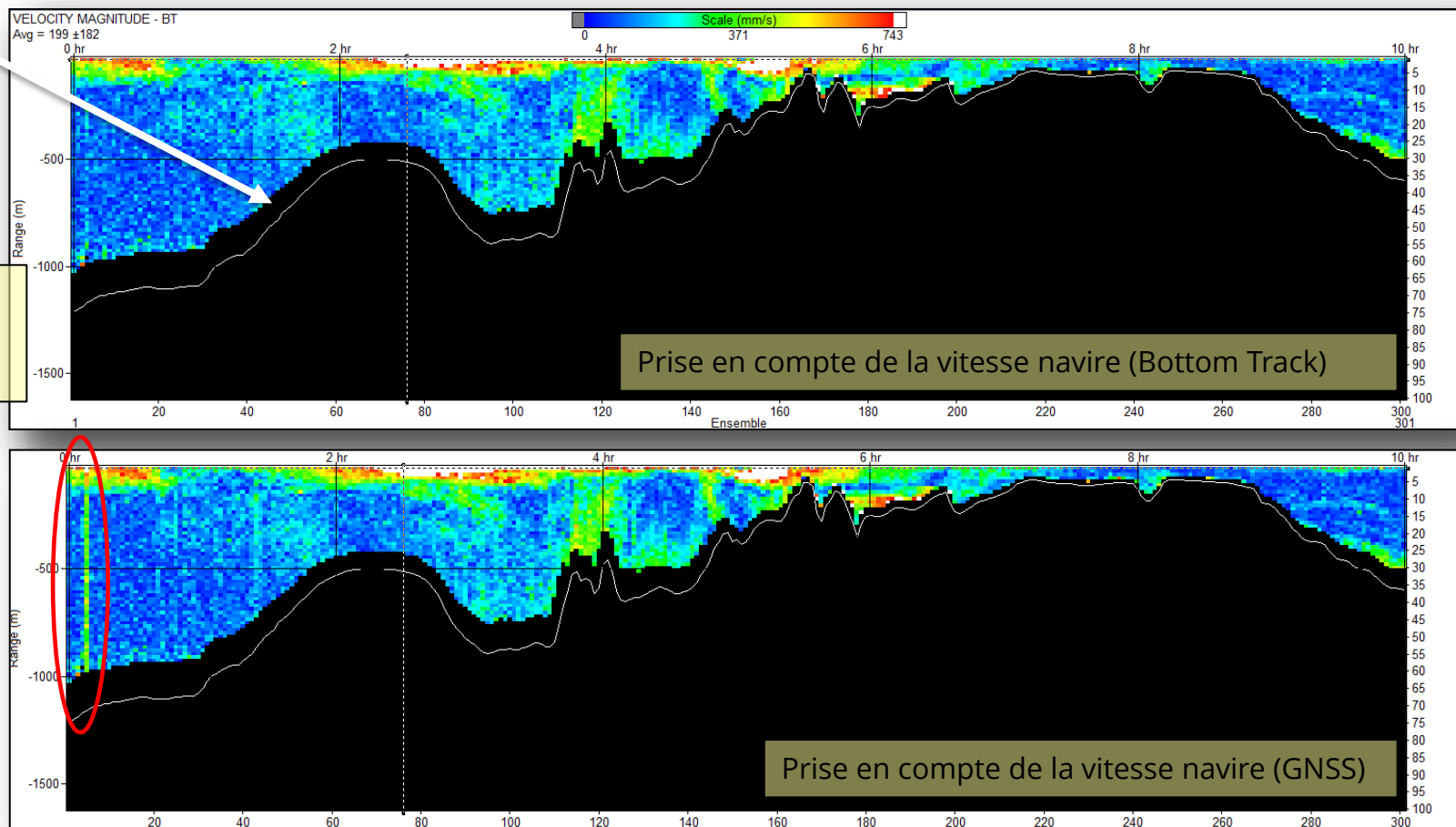
Vérificateur
david.moreau@shom.fr
Correspondant qualité de S3 Moyens
le 2009/05/25 12:09

Approbateur
patrice.laporte@shom.fr
Pilote du processus S3 (Moyens)
le 2009/05/25 14:11



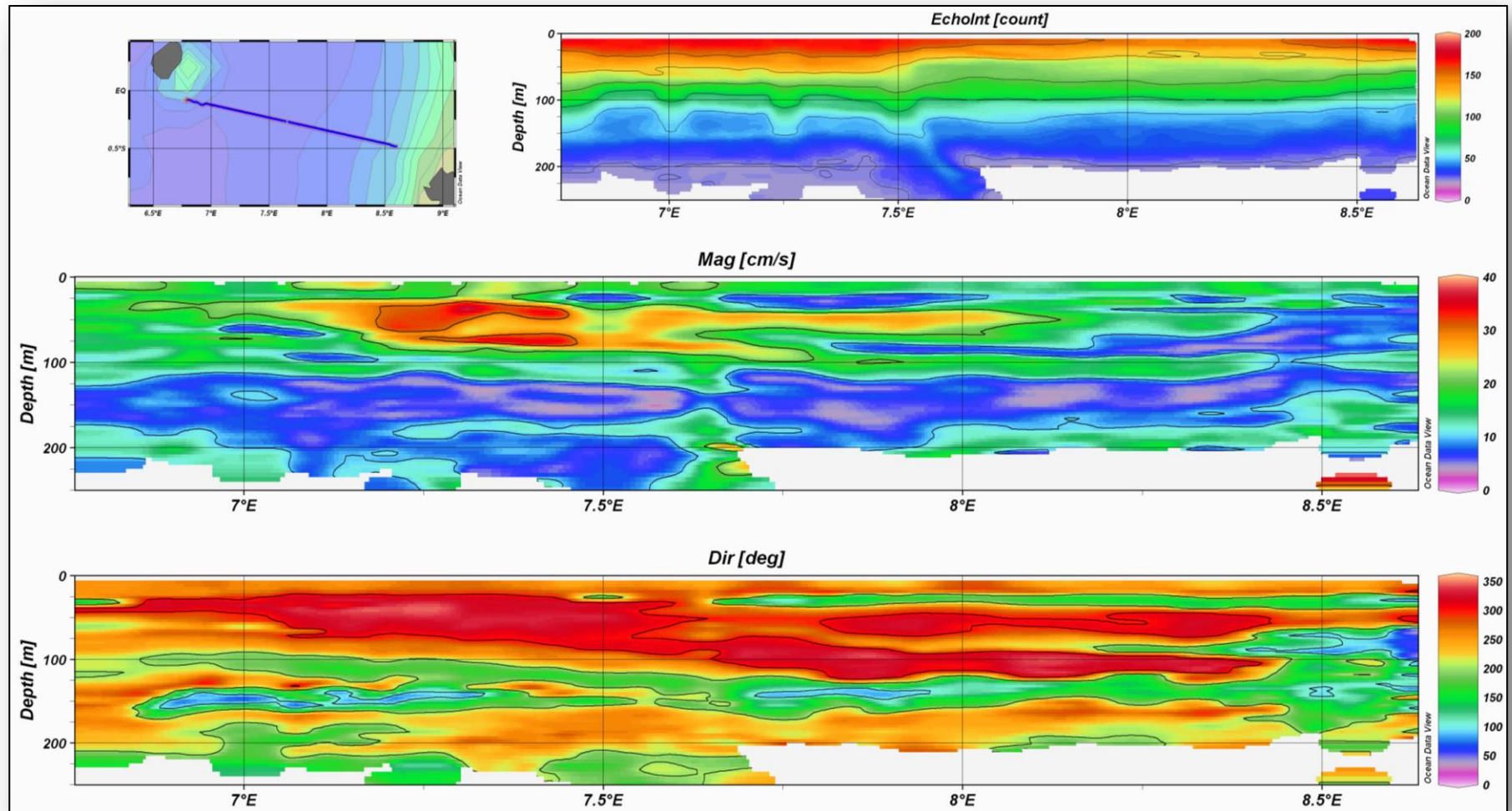


Une émission supplémentaire, sur 4 faisceaux, pour accrocher le fond : Bottom Ping

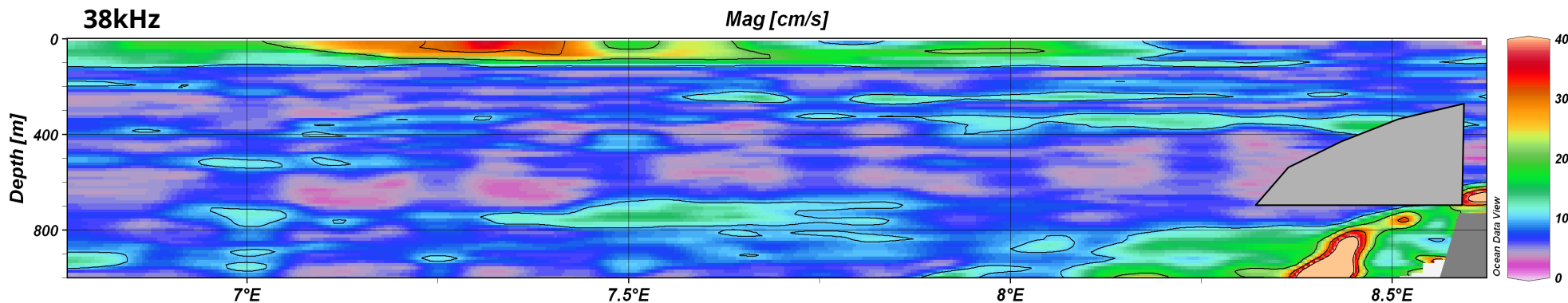
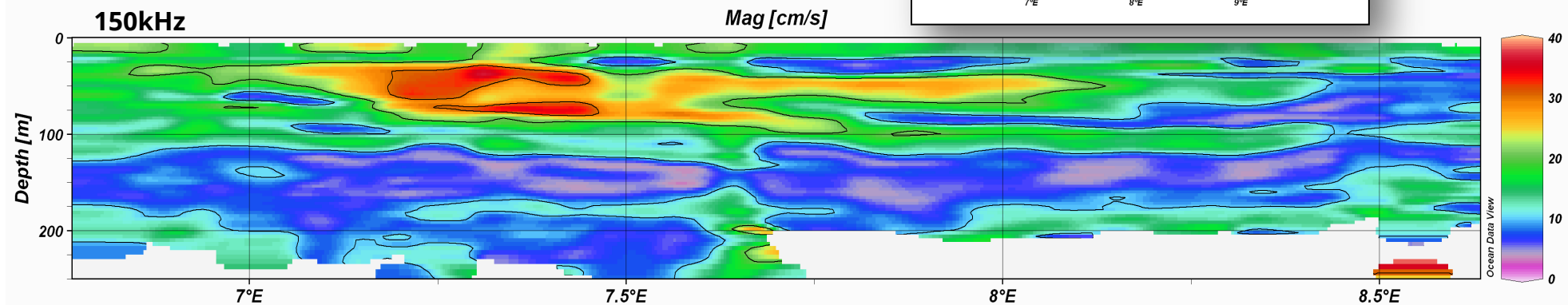
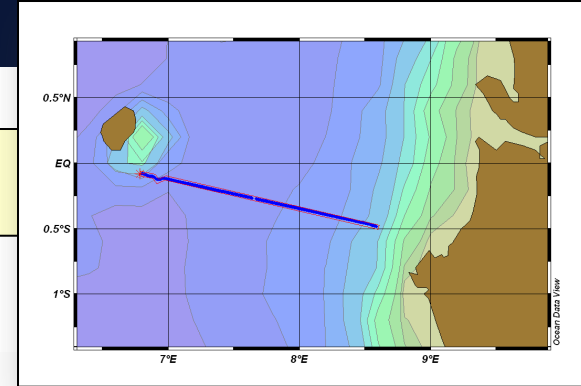


Utile pour maîtriser la vitesse navire et avoir l'information de hauteur d'eau, mais le fond doit être en portée !!

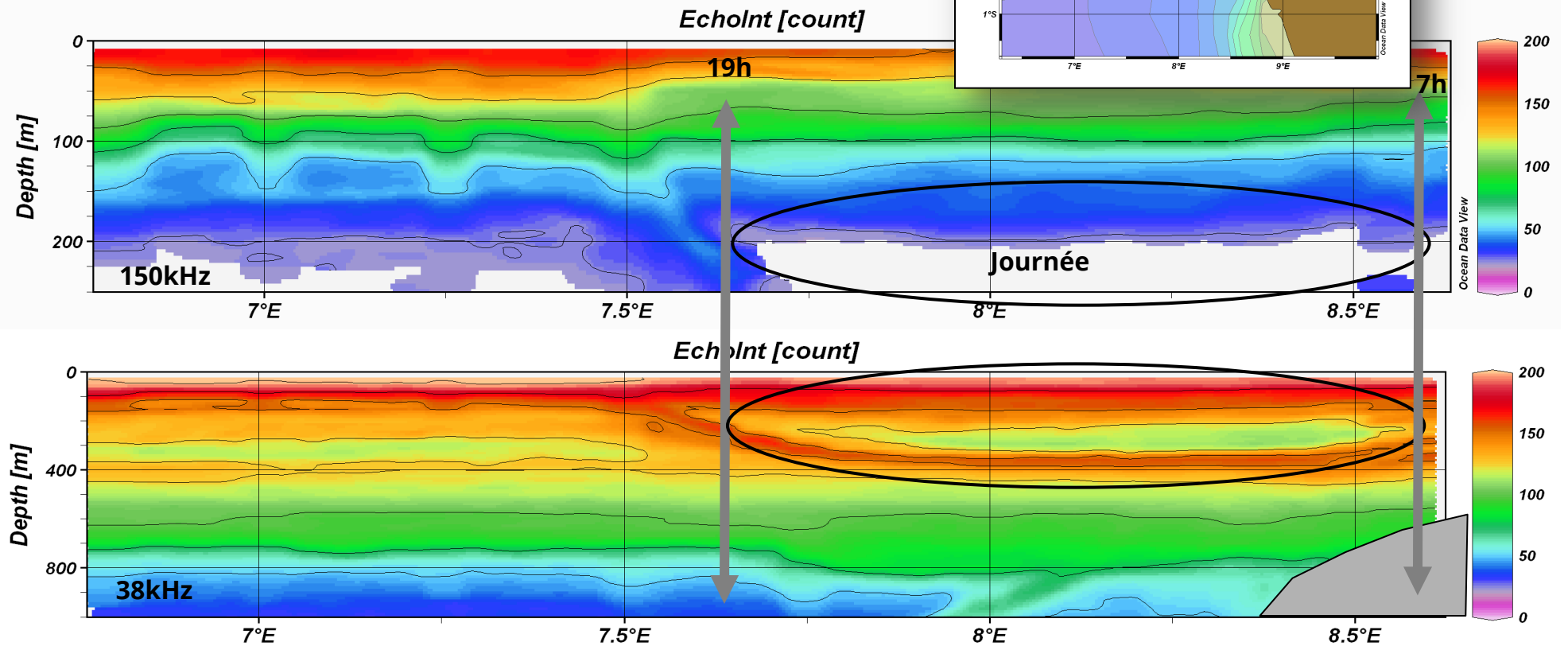
Exemple de la Radiale « OGOOUE » ADCP 150kHz – vitesses moyennées sur 2min

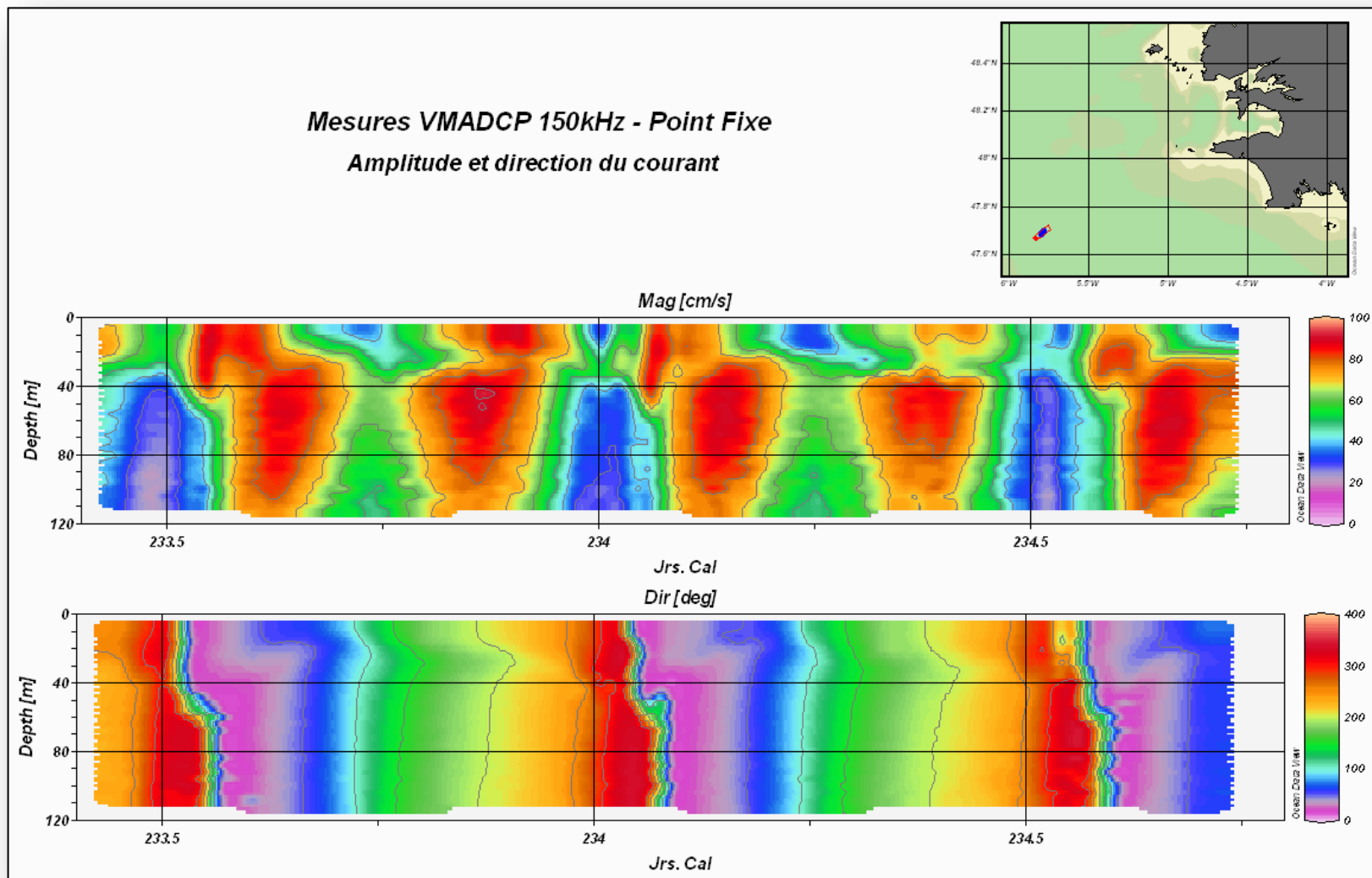


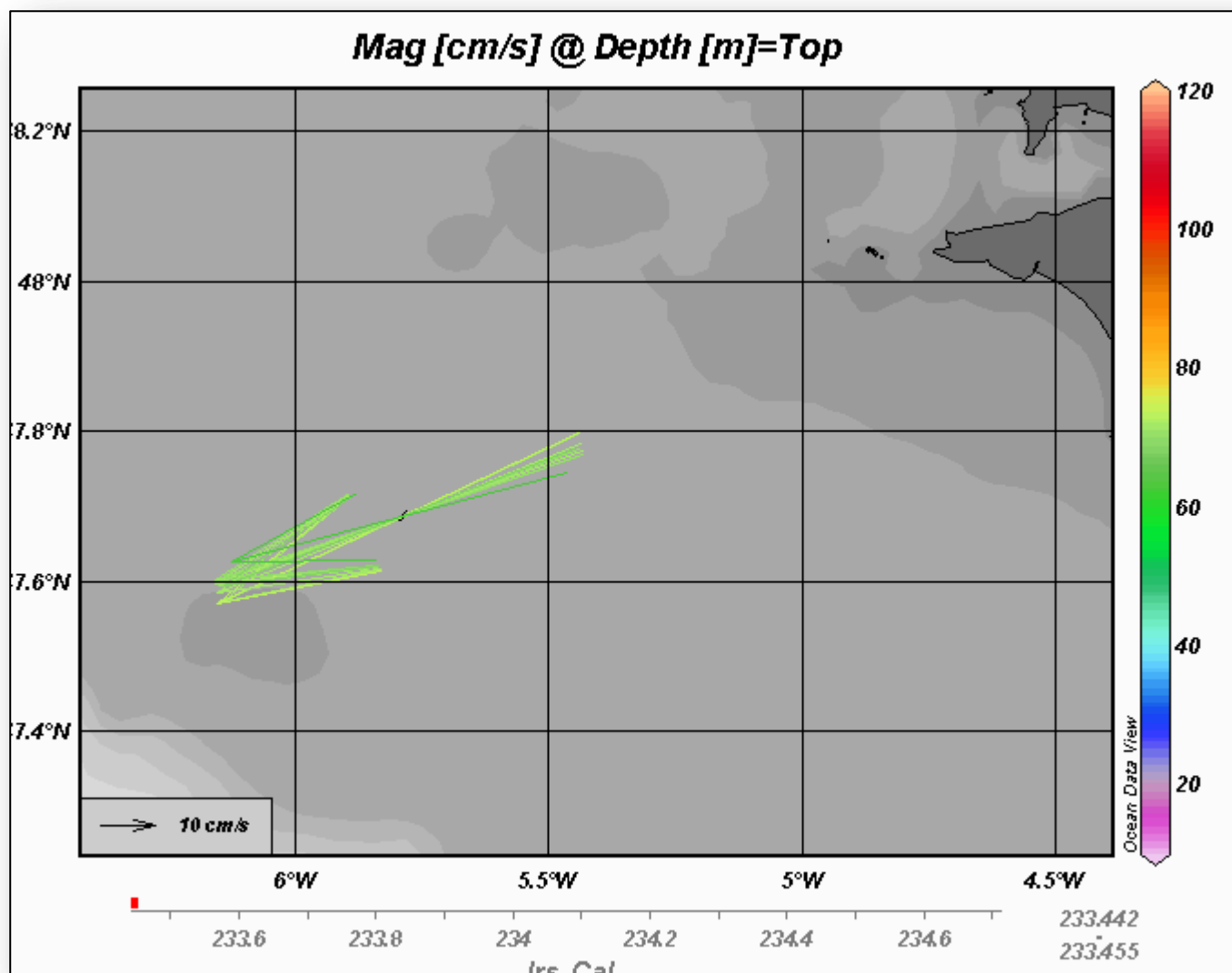
Comparaison des vitesses ADCP 150kHz et 38kHz (normes)
(moyennées sur 2min - reportées sur les longitudes)

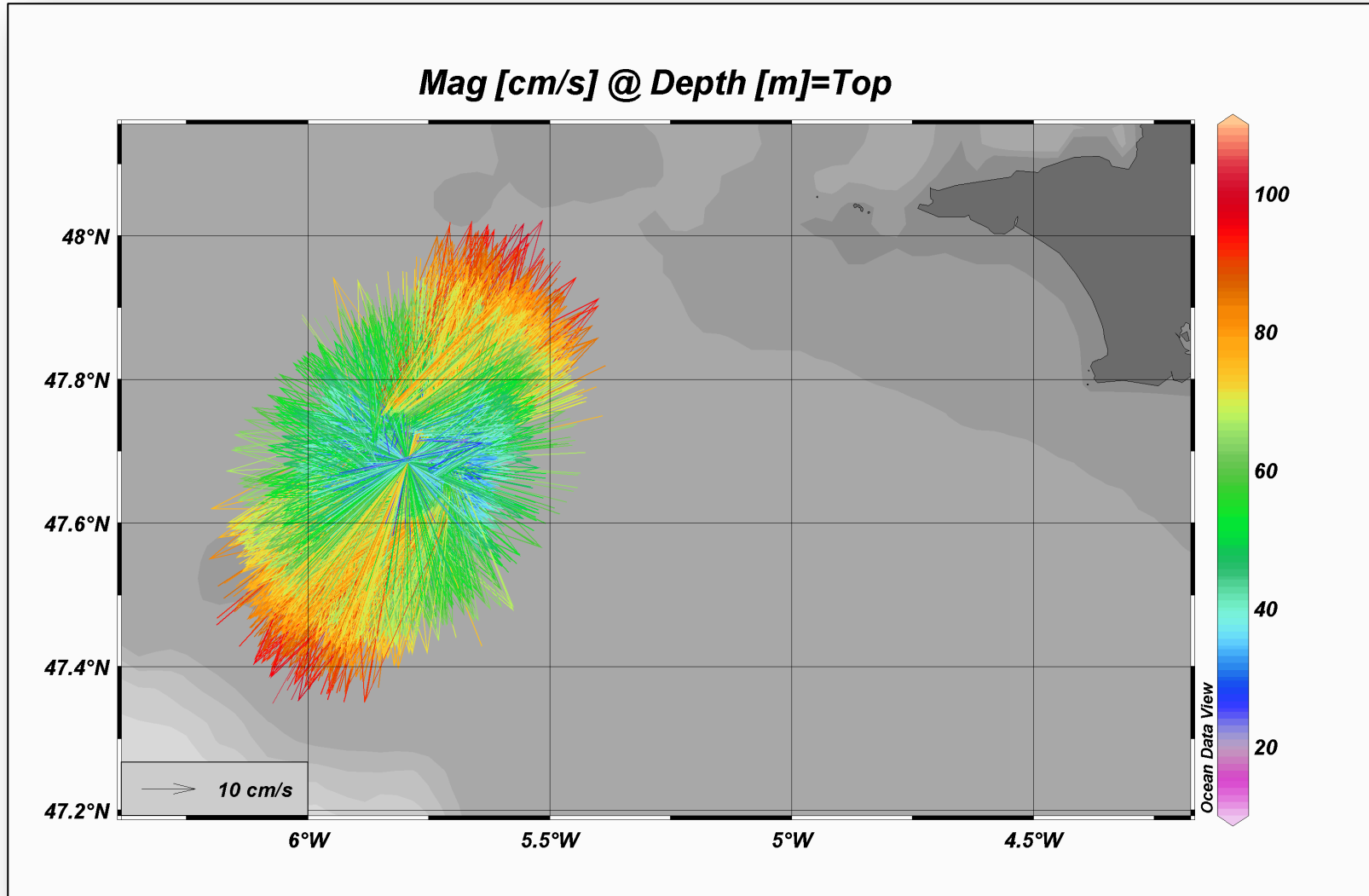


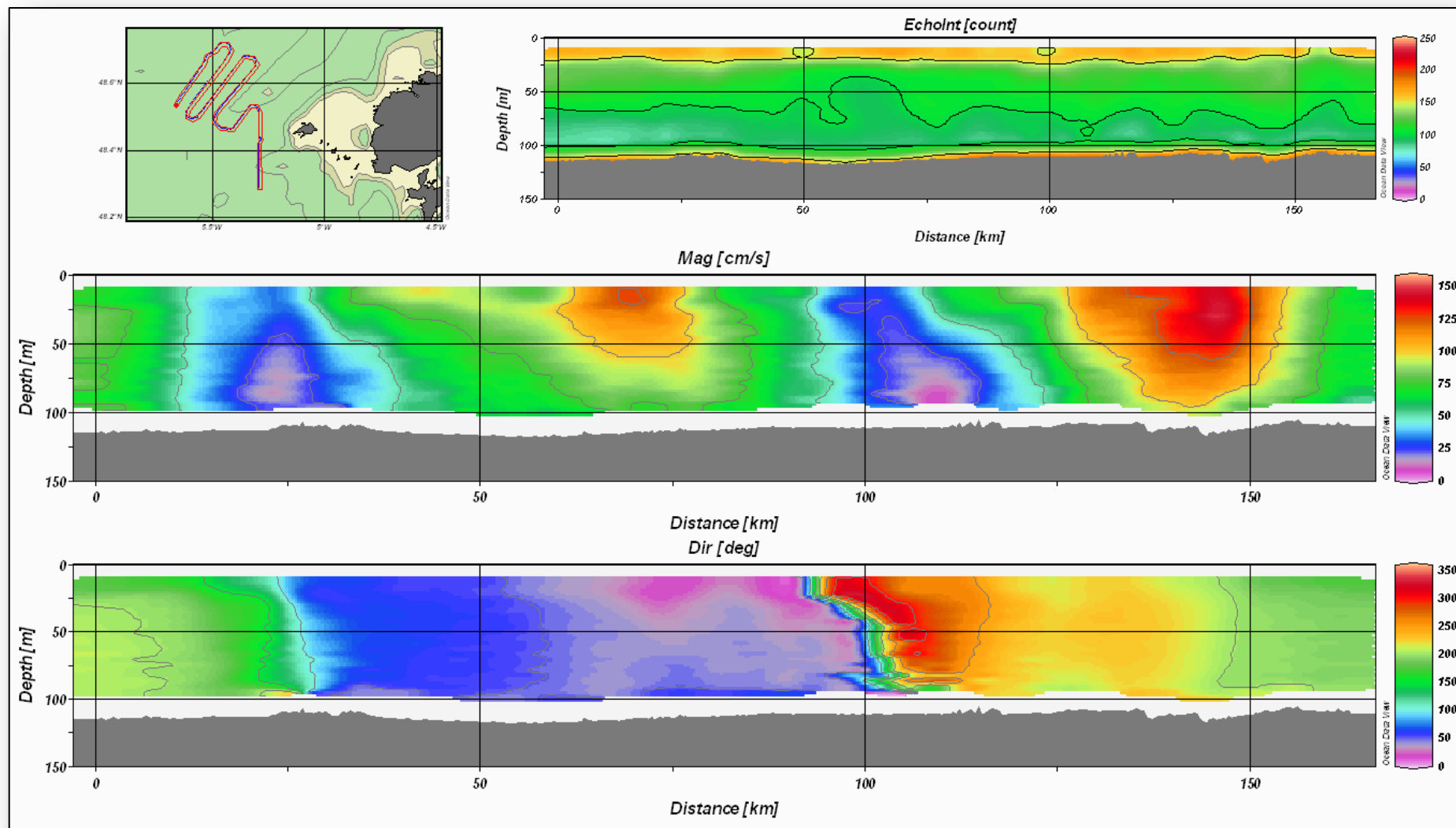
Comparaison des échos rétrodiffusés ADCP 150kHz et 38kHz (normes)
(moyennées sur 2min - reportées sur les longitudes)

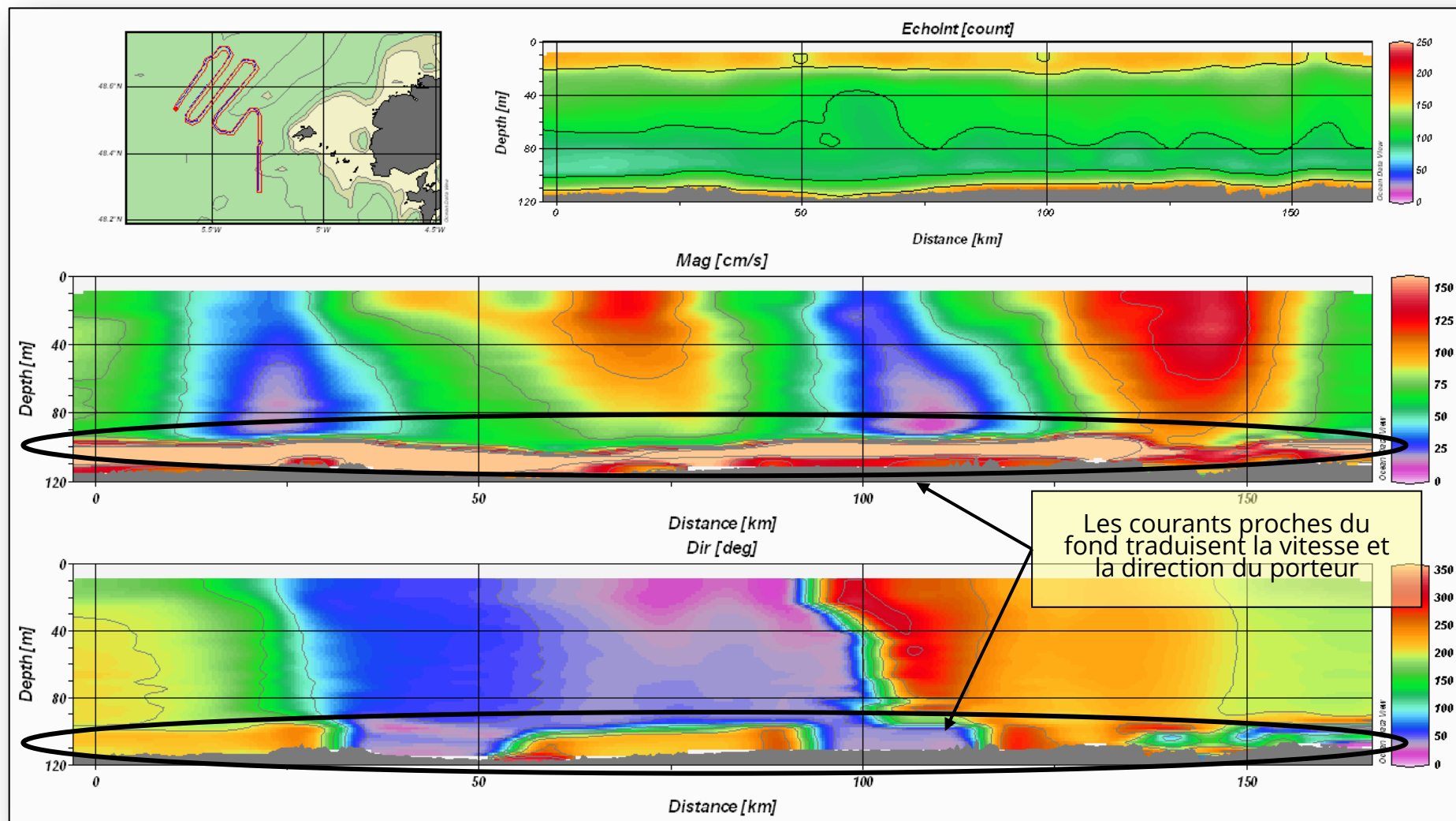


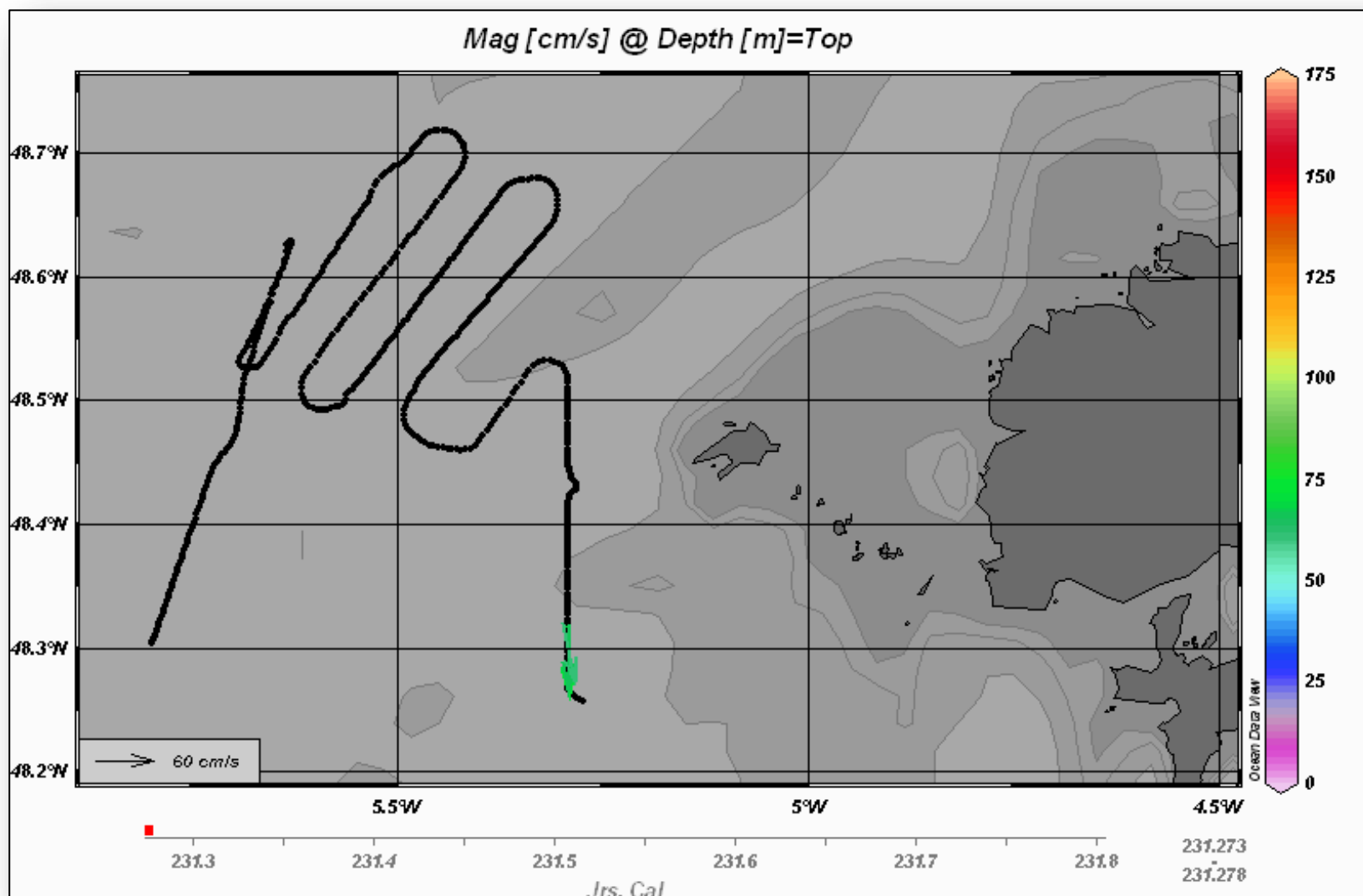


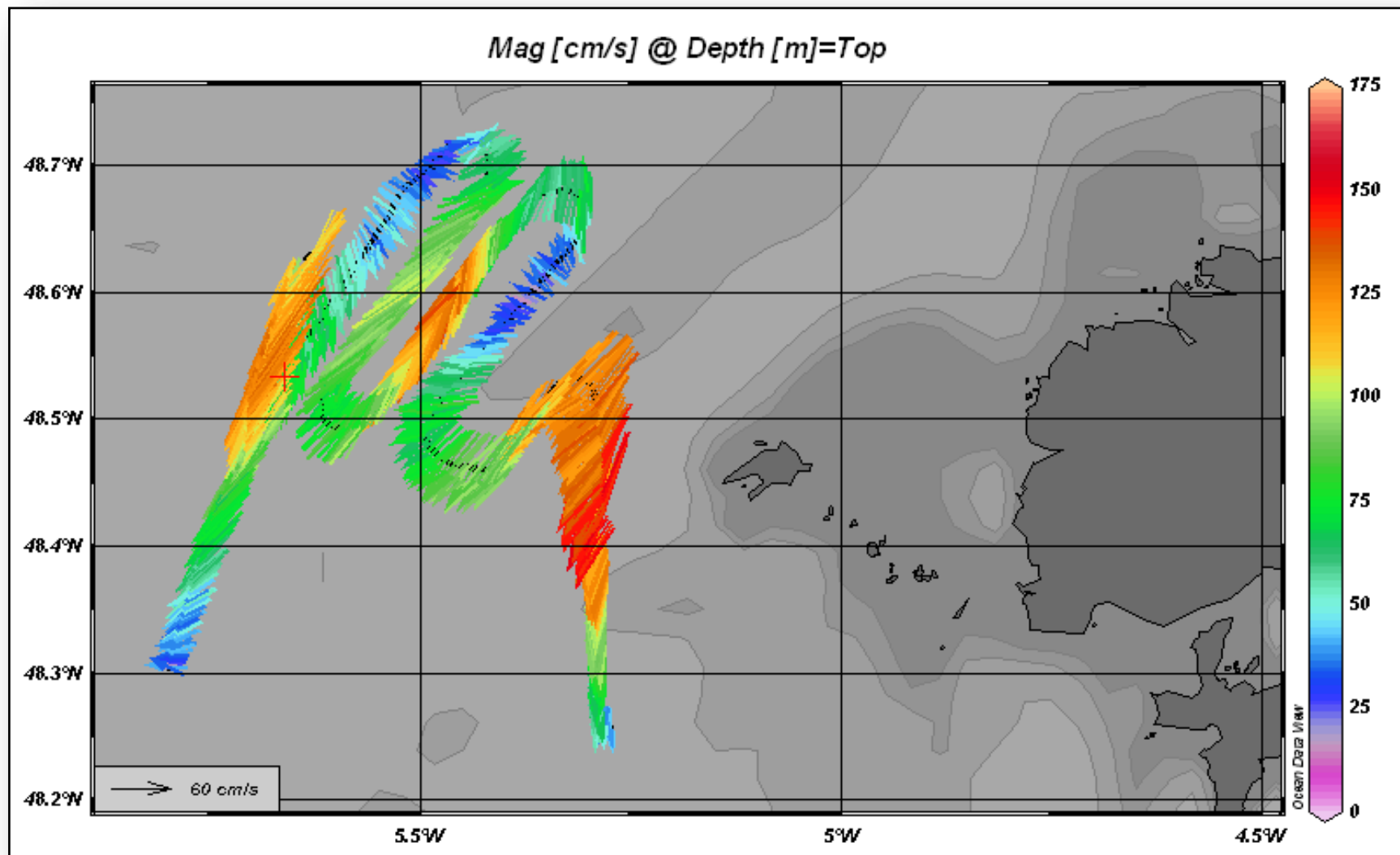


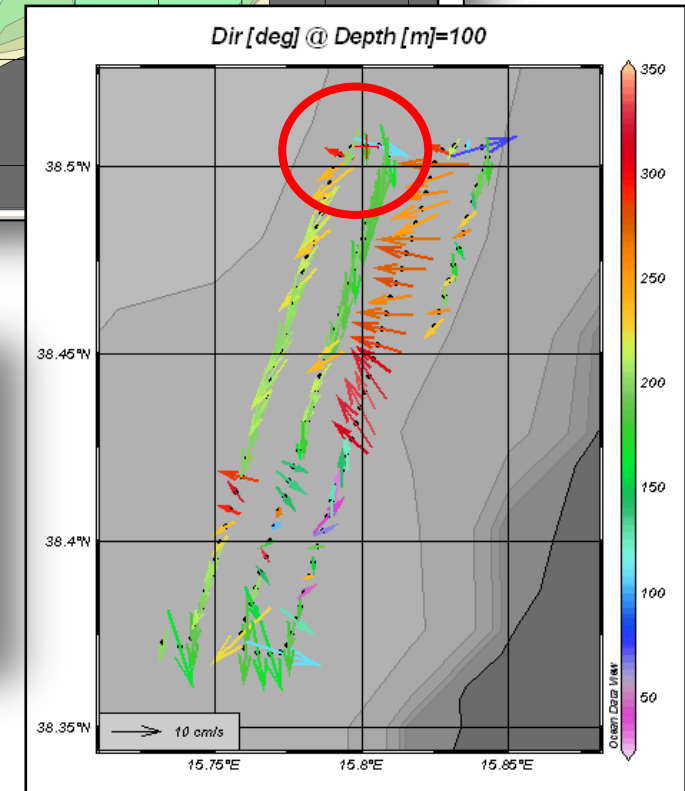
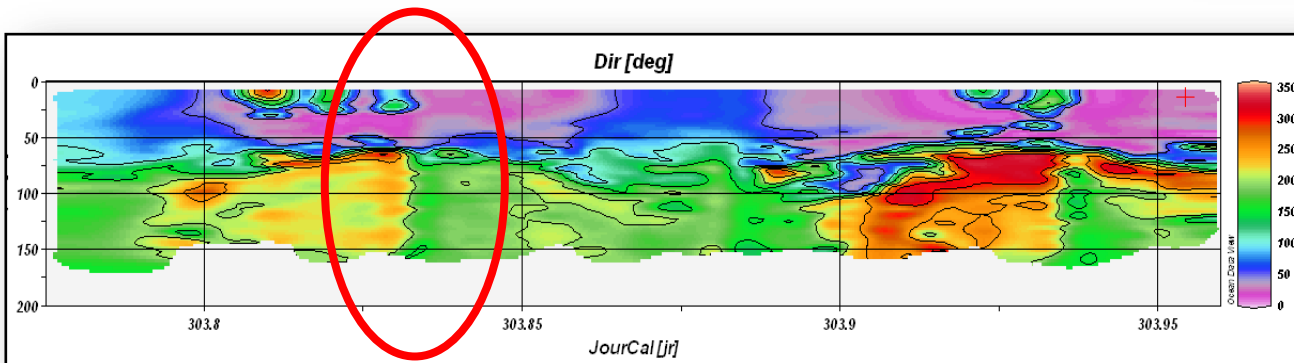
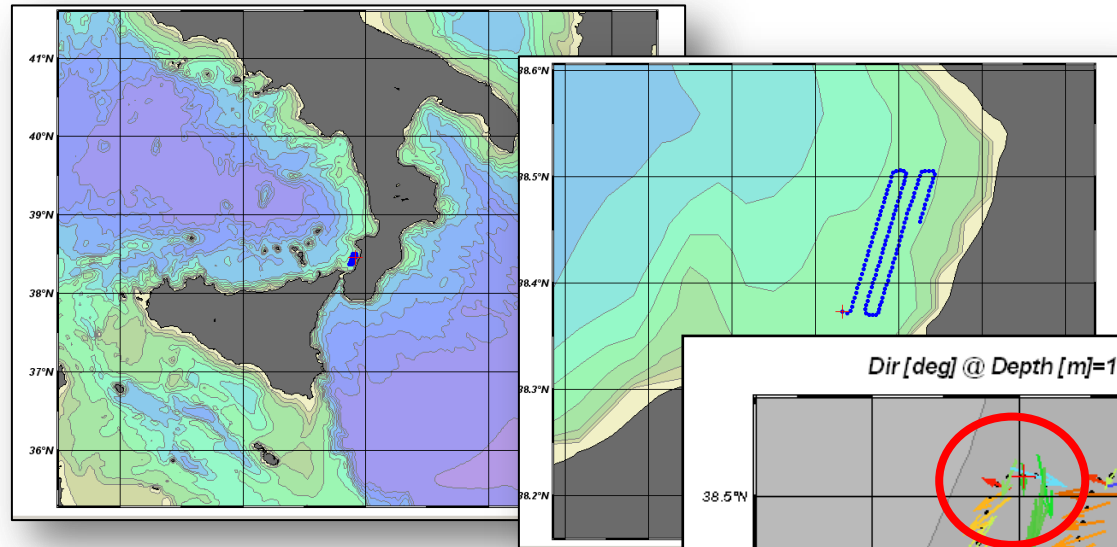






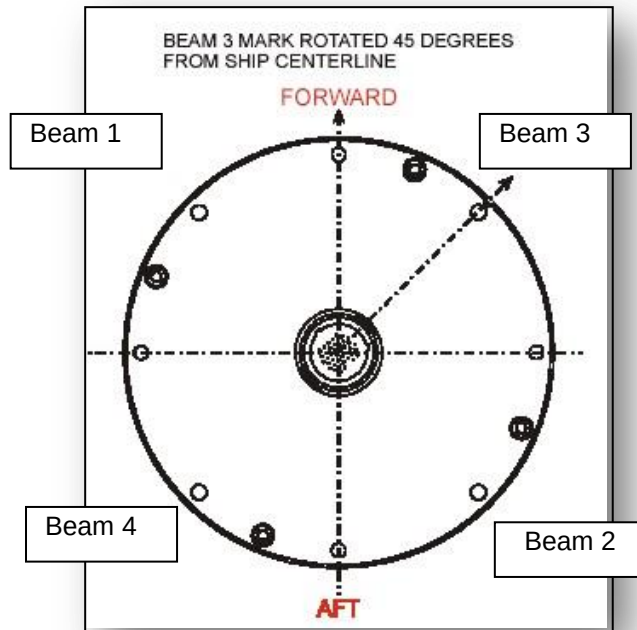






L'antenne ADCP doit être alignée suivant la ligne de foi du navire :

L'orientation du courant mesurée par le système doit être indépendante de la route navire



Erreur sur les composantes de la vitesse mesurée

$$\Delta U = (U_m + U_n) * (\cos(d) - 1) + (V_m + V_n) * \sin(d)$$

$$\Delta V = -(U_m + U_n) * \sin(d) + (V_m + V_n) * (\cos(d) - 1)$$

Avec:

U_m : composante Est mesurée par l'ADCP.

V_m : composante Nord mesurée par l'ADCP.

U_n : composante Est de la vitesse navire.

V_n : composante Nord de la vitesse navire.

ΔU : erreur sur la composante Est du courant ($U_{vrai} - U_{faux}$)

ΔV : erreur sur la composante Nord du courant ($U_{vrai} - U_{faux}$).

d : erreur sur le cap.

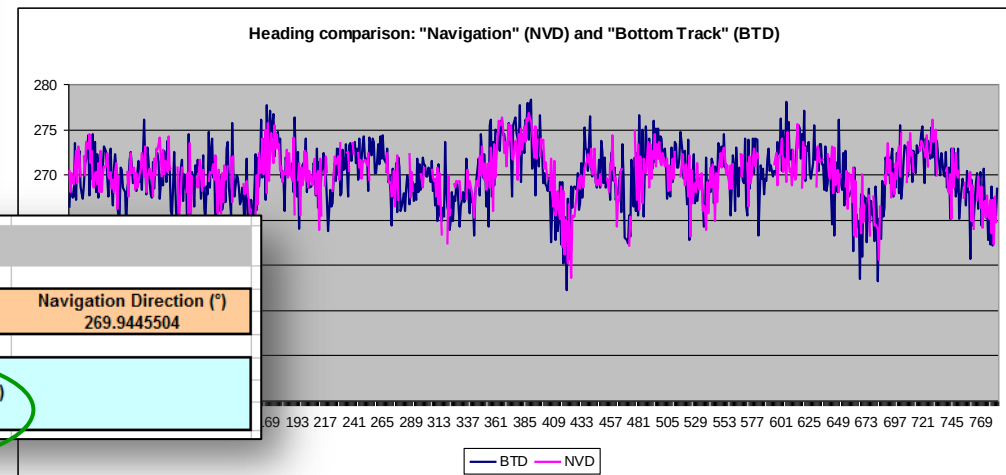
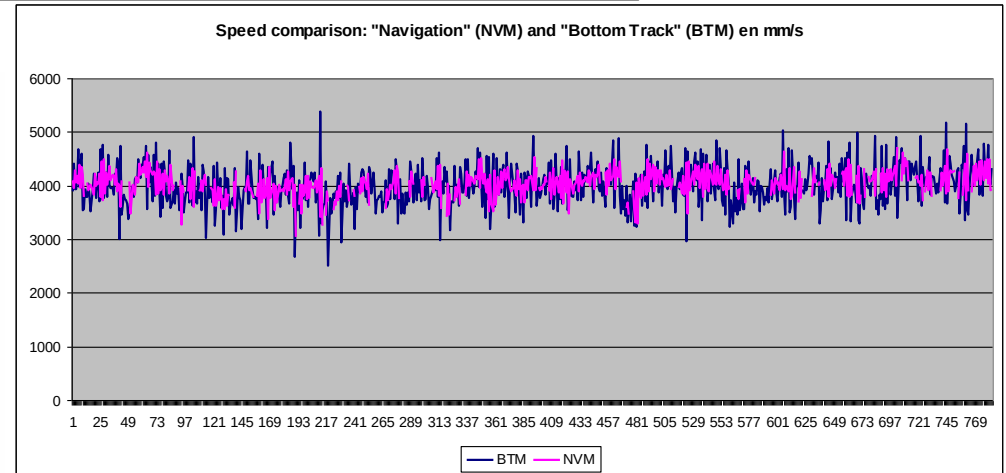
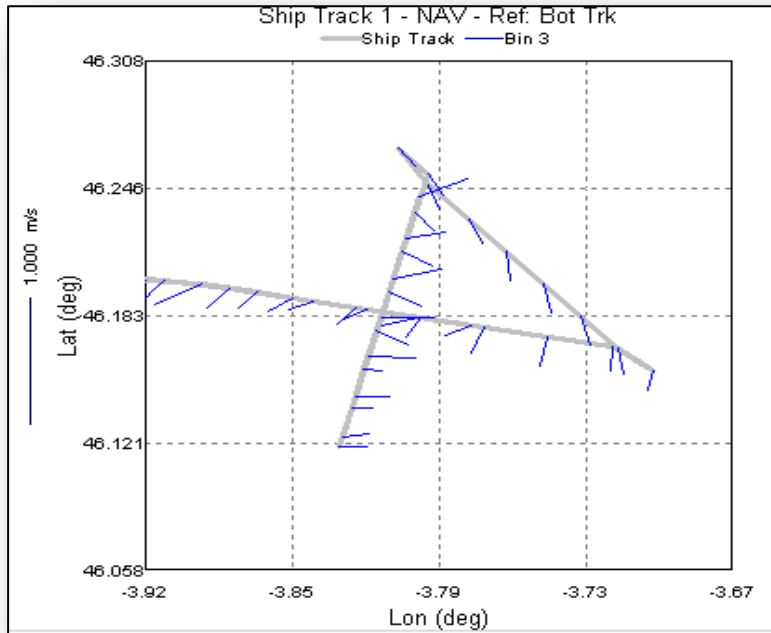
Exemple pour une erreur de 0.5° d'alignement et un courant de 10cm/s :

Si vitesse navire = 7Nds → erreur de 3,2cm/s sur Mag. et 17° sur Dir.

Si vitesse navire = 12Nds → erreur de 5.5cm/s sur Mag. et 28° sur Dir.

→ Comparaison entre la vitesse et le cap donnés par le GPS et le Bottom track

Exemple: VM-ADCP 150kHz – NO Pourquoi Pas?

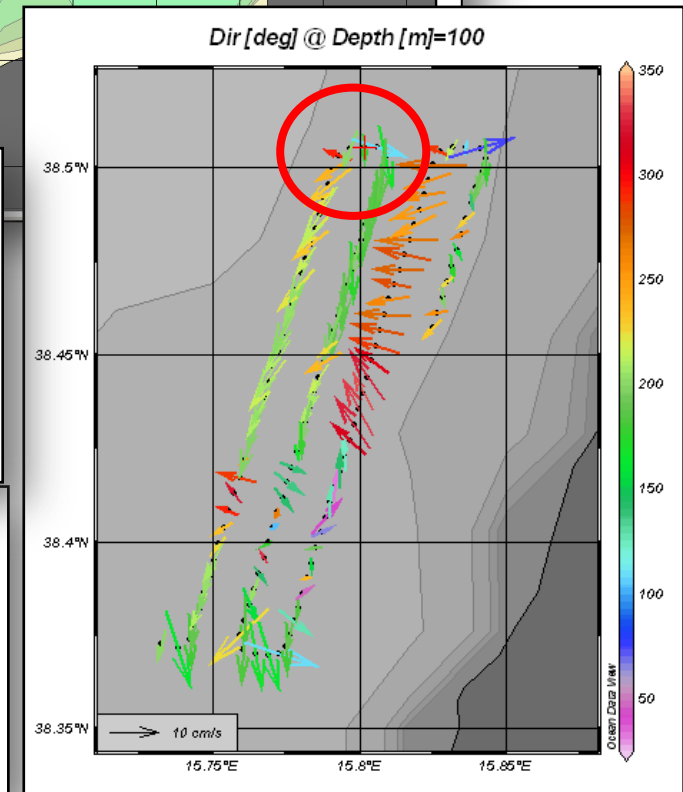
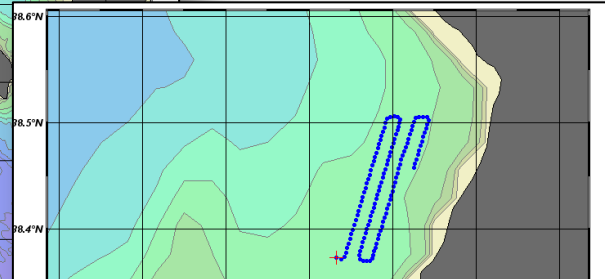
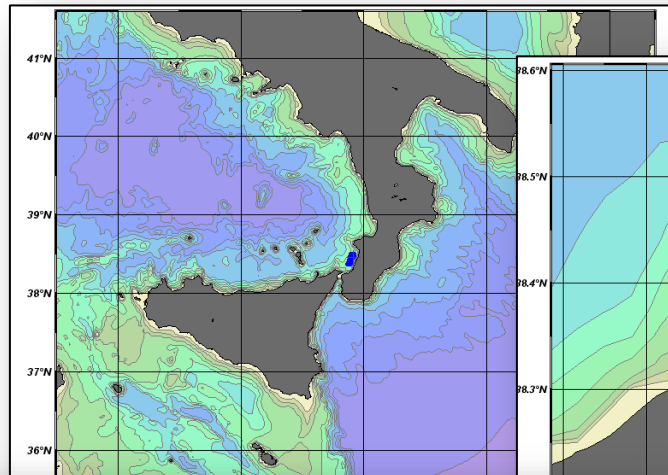


VM-ADCP qualification 150kHz (20/10/2010 ligne n°5)

	Bottom track Speed (cm/s)	Bottom track Direction (°)	Navigation Speed (cm/s)	Navigation Direction (°)
Means :	404.833833	269.8738758	407.2600817	269.9445504
Differences :	Speed Diffence BT-NAV (cm/s) -2.426248767	Direction Difference BT-Nav (°) -0.070674606		



Alignement en cap avant : 44.4635°
 Erreur d'alignement de 0.36°
 Après : 44.10°

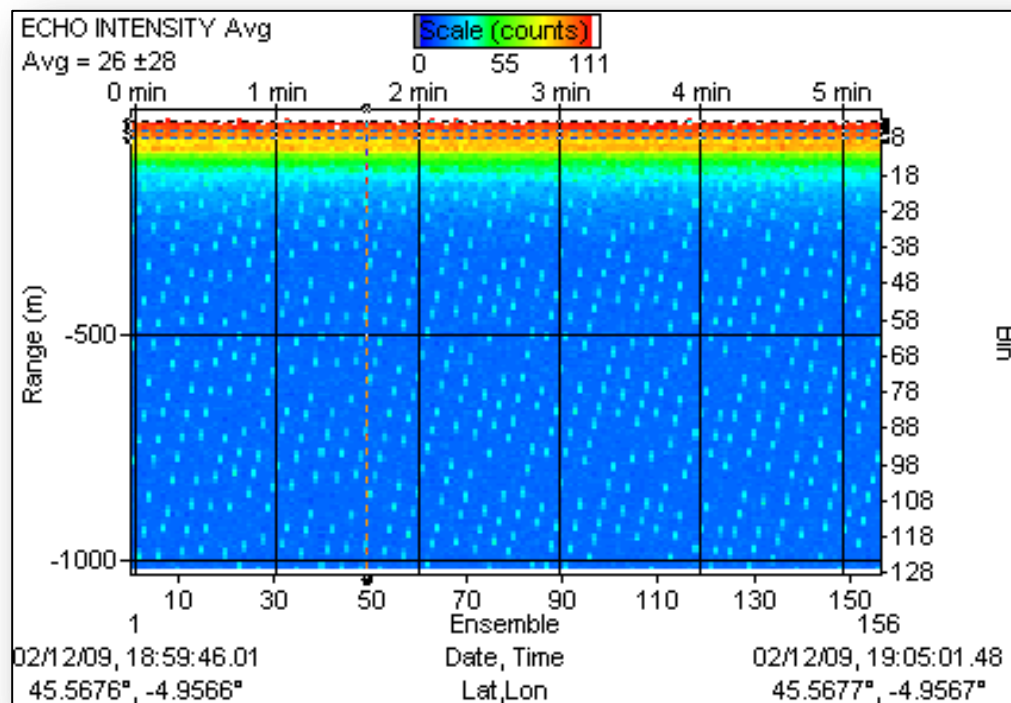


Dir [deg]

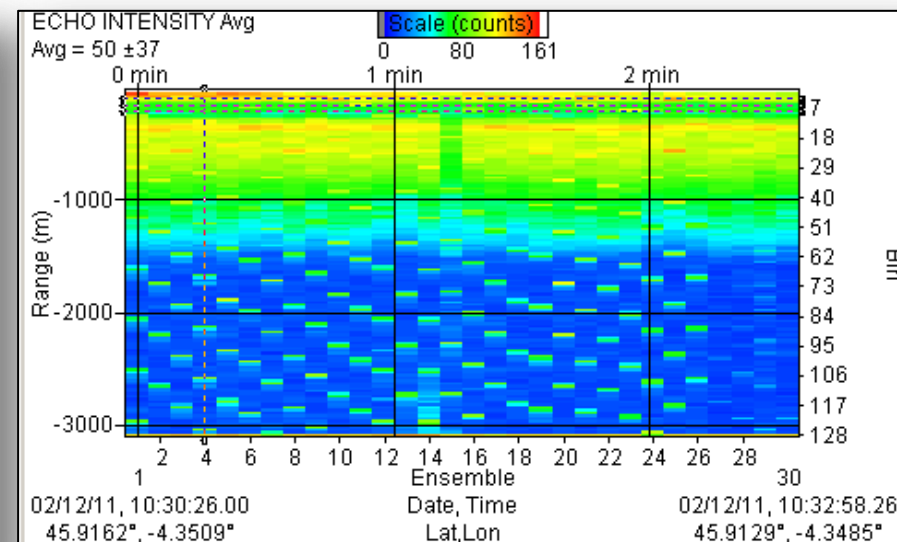
JourCal [jr]

Dir [deg]

JourCal [jr]

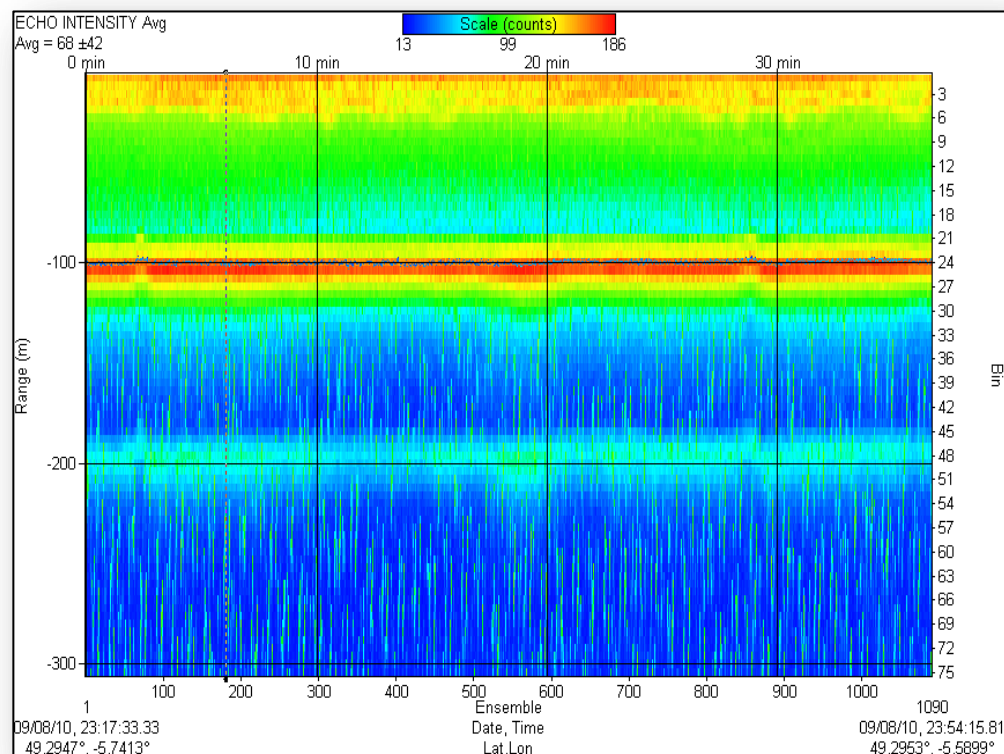


Exemple d'interférences du SBP 120 sur l'OS 150kHz

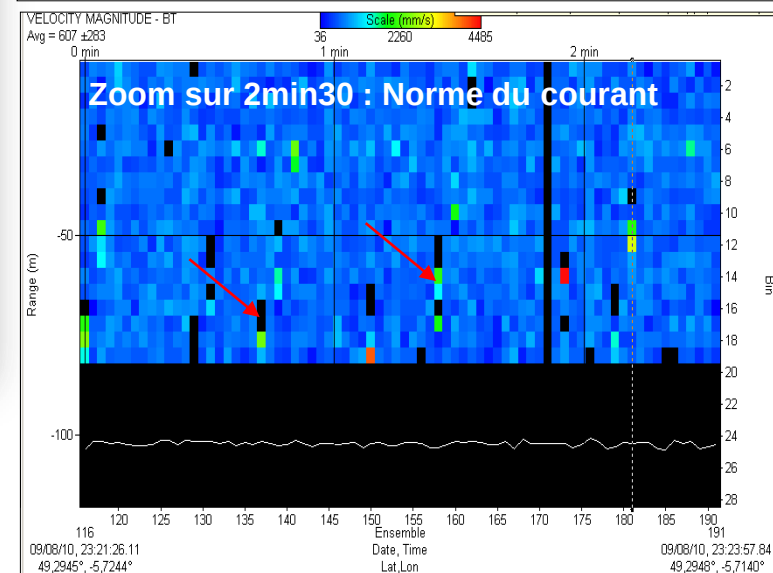
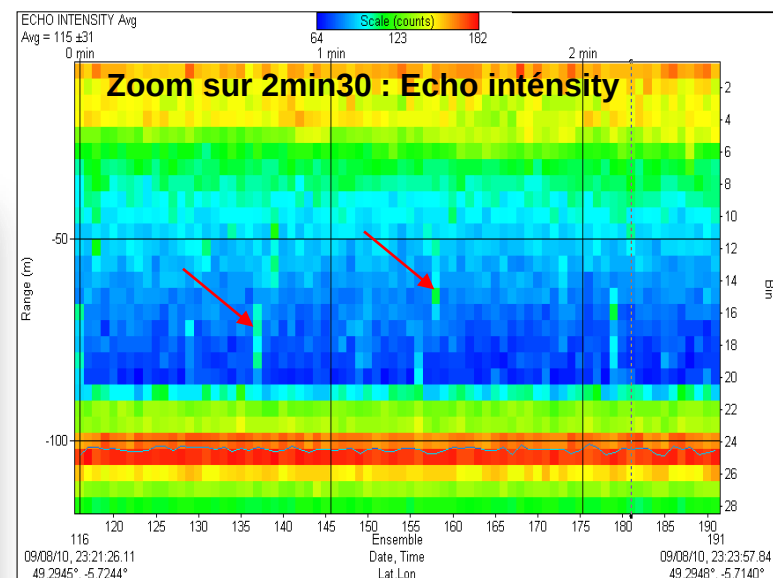


Exemple d'interférences de l'EA400 sur l'OS 38kHz

Données Atalante – tests Vm-ADCP 150kHz



Interférences multiples (sondeur externe non synchronisé)

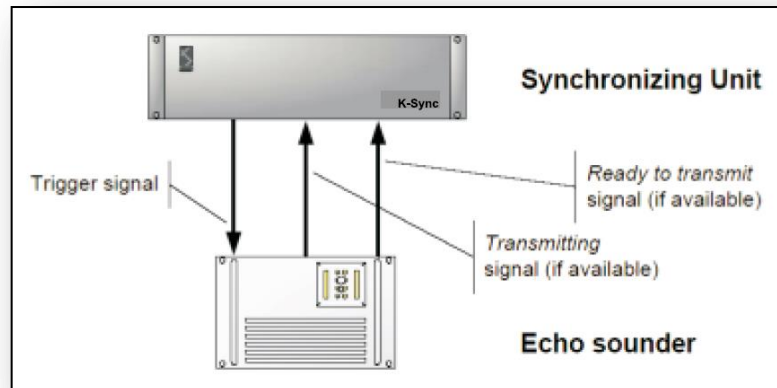


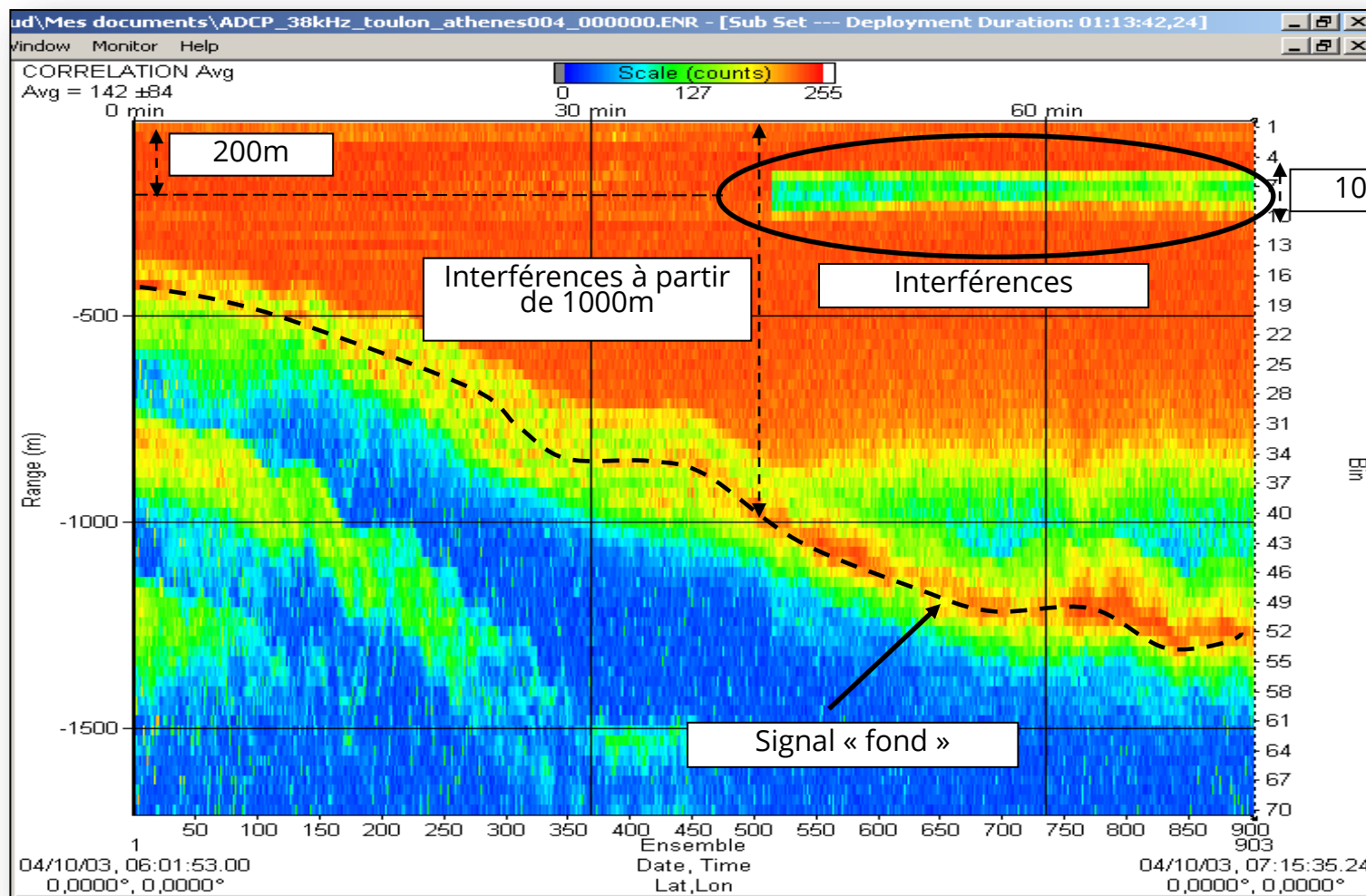
Centrales de synchronisation :

- utilisation de signaux électriques (Trigger IN) pour provoquer l'émission
- Emission d'un « Trigger OUT » lors du tir effectif du VM-ADCP

Kongsberg K-Sync

Ifremer OCEA

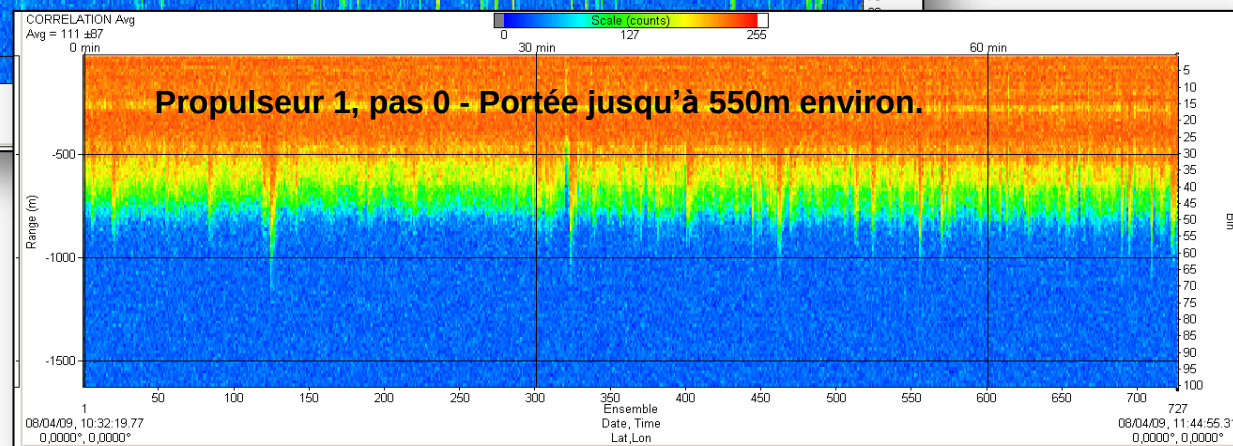
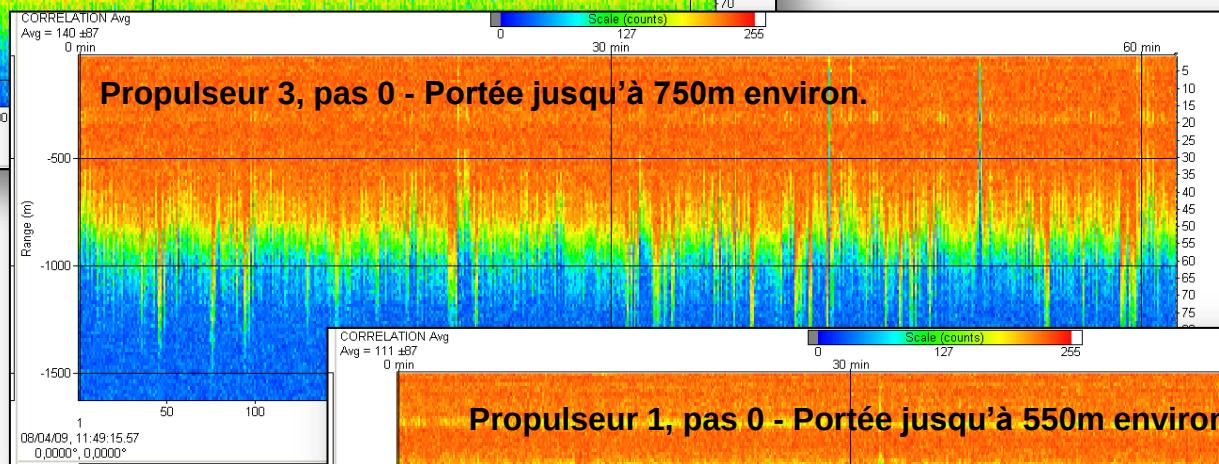
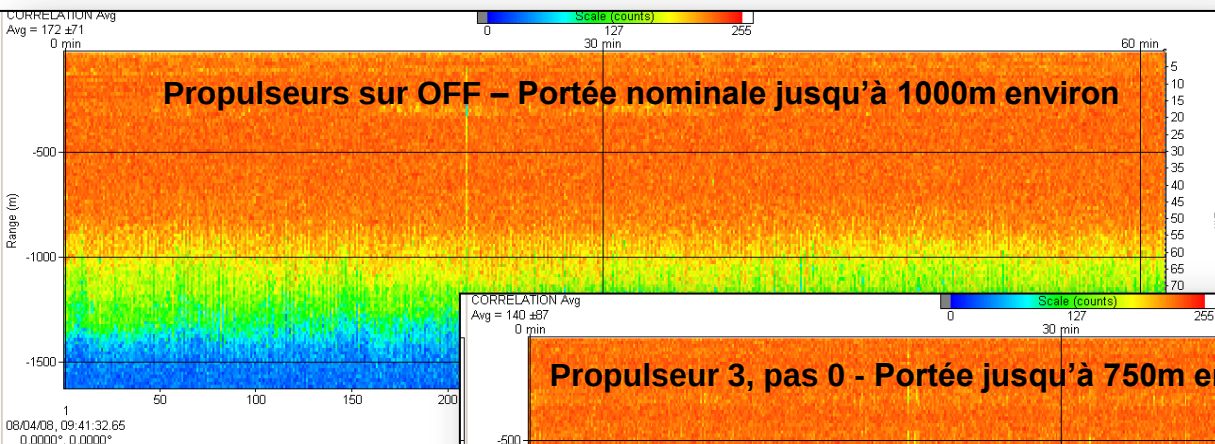




Durée de l'interférence:
 $100\text{m}/1500 = 66\text{ms}$

Délai de l'interférence
 $200\text{m}/1500/2 = 66\text{ms}$

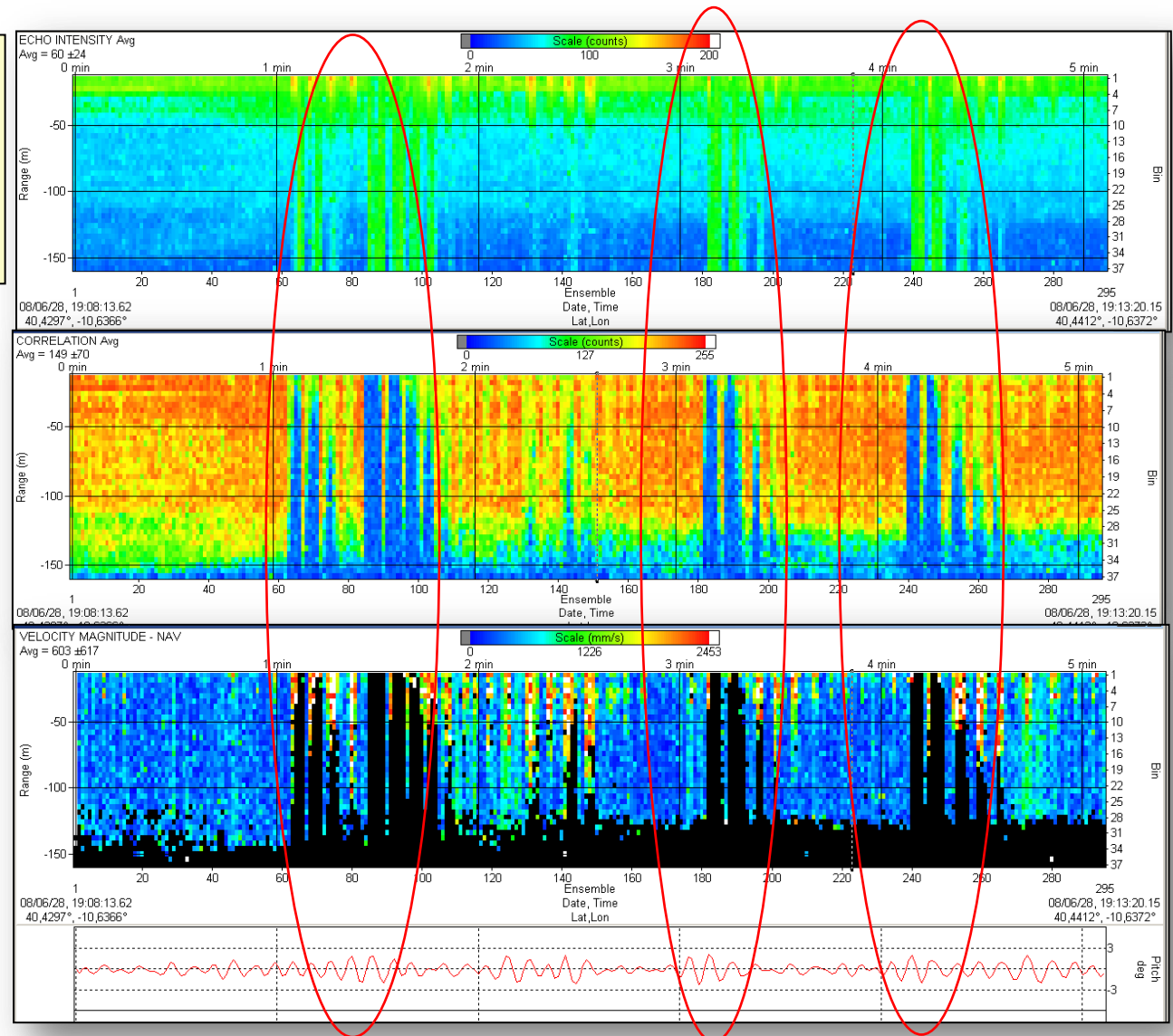
→ Emission décalée du
SMF grands fonds en
mode « Deep »

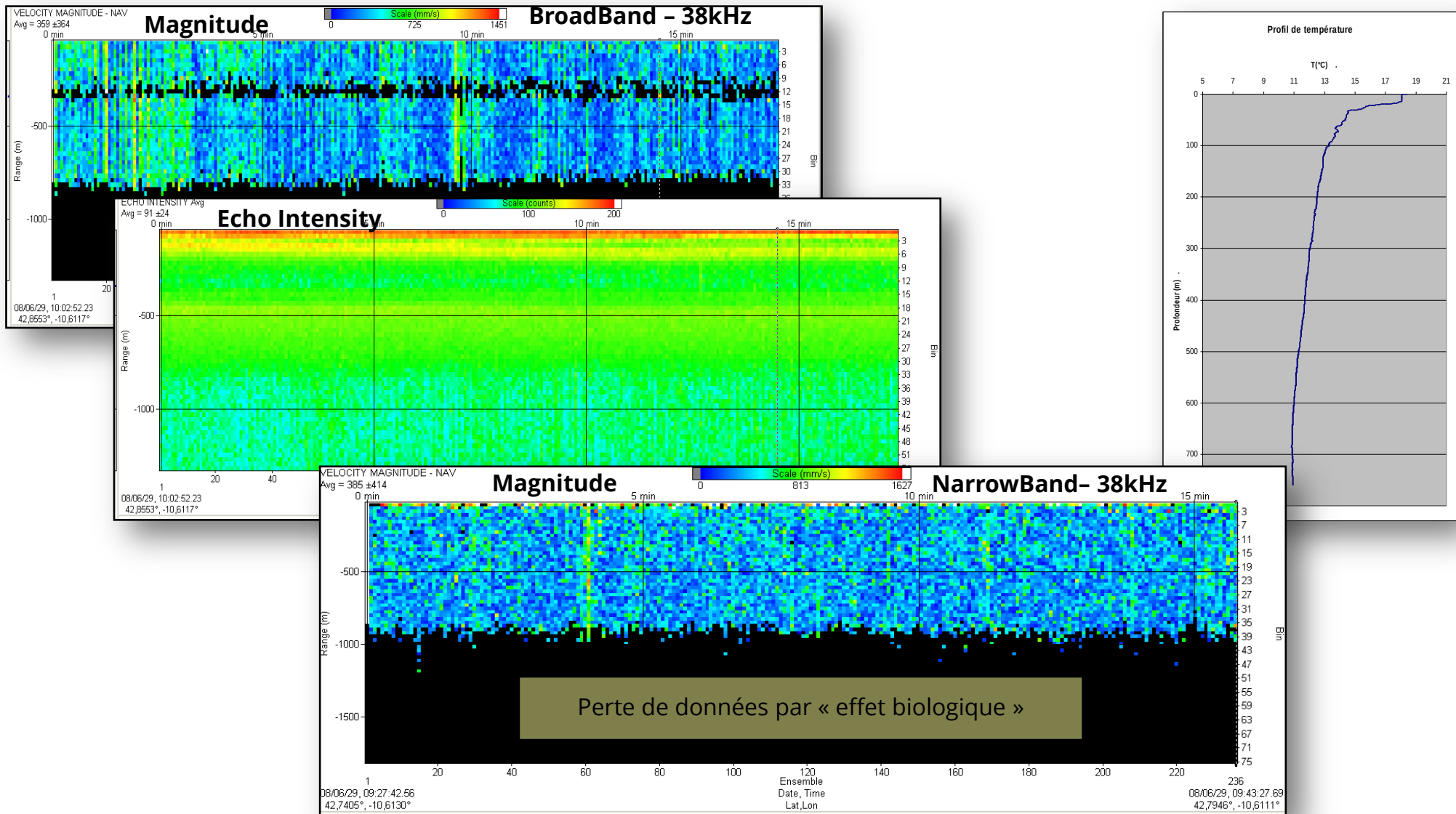


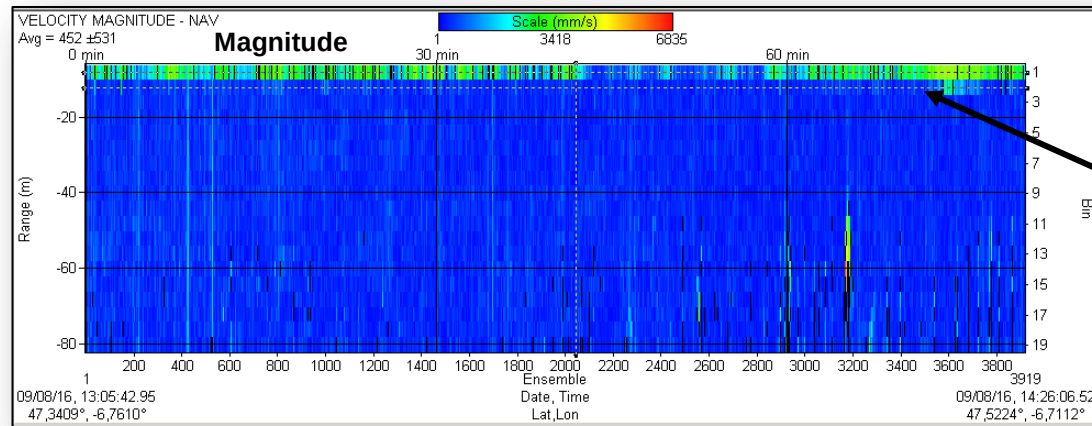
NO Pourquoi Pas?

Mer 5, vent à 30nds et houle face au navire

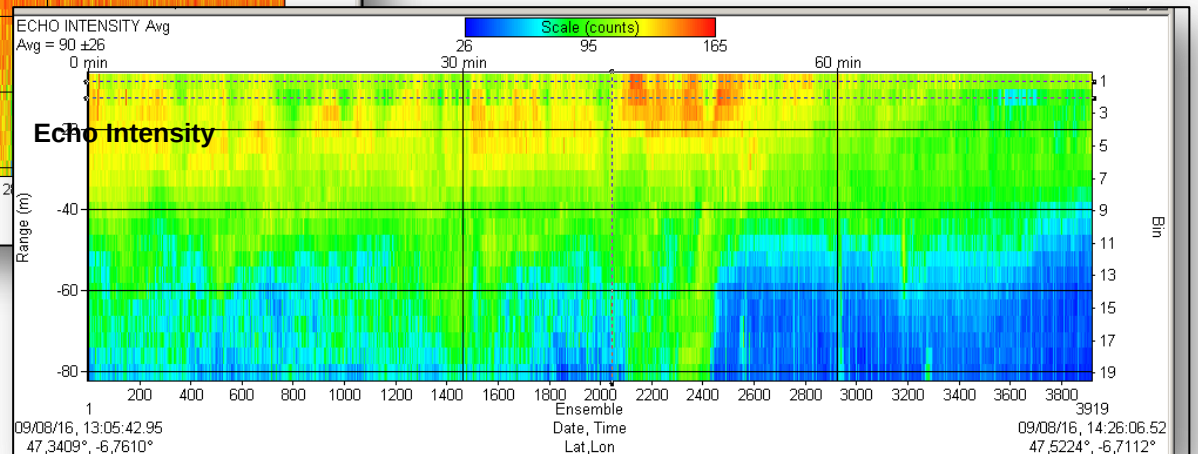
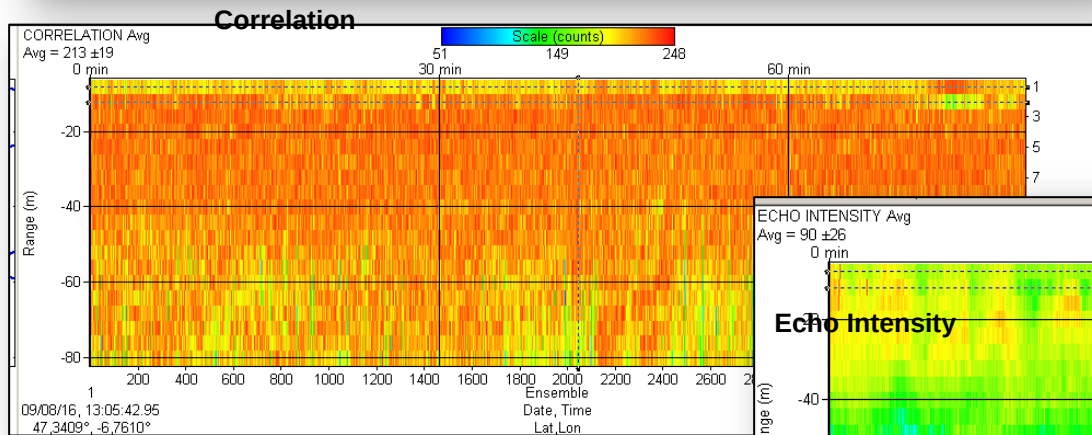
Effets de bullage sur les sondeurs VM-ADCP monté sur la gondole.



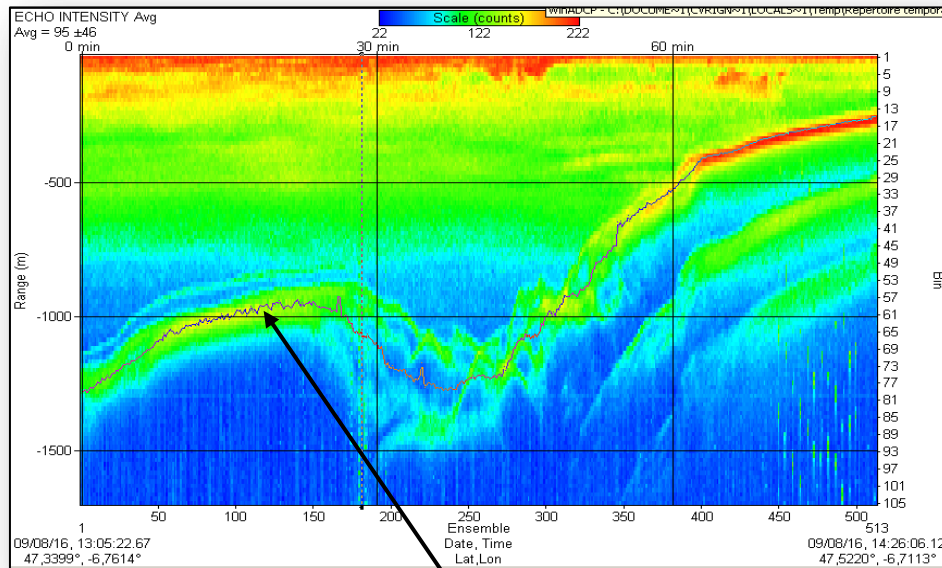




Vitesse de la première cellule à 2m/s (= vitesse navire)

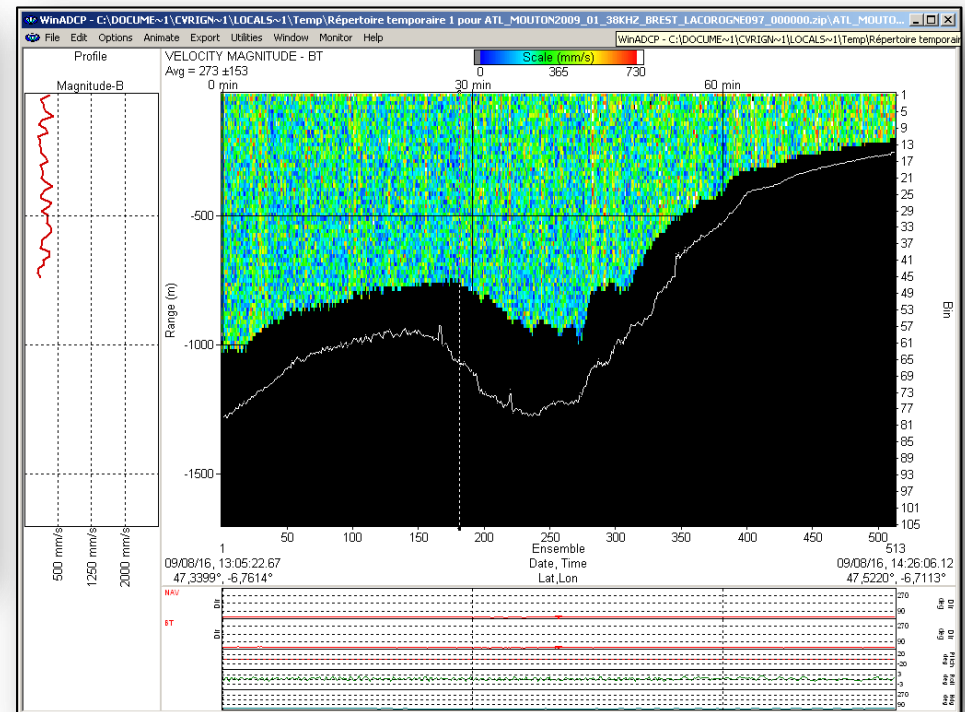


Portée du sondeur à 1700m par 500m de fond = echo multiple du fond



Fond vu par le
bottom track

Cellules réellement exploitables : au dessus du fond avec suppression des effets « side lobes »



```

-----\
; ADCP Command File for use with VmDas software.
;
; ADCP type: 38 Khz Ocean Surveyor
; Setup name: default
; Setup type: High resolution, short range profile(broadband)
;
; NOTE: Any line beginning with a semicolon in the first
; column is treated as a comment and is ignored by
; the VmDas software.
;
; NOTE: This file is best viewed with a fixed-point font (eg. courier).
;-----/

; Restauration des paramètres usines:
cr1

; Forçage de la communication à 115200bps (no parity, one stop bit,
; 8 data bits)
; VMDas modifie éventuellement les vitesses de dialogue par lui
; même:
cb811

;*****
; Commandes pouvant être modifier:
;*****
; ***** Commandes Broadband *****
; choix du mode broadBand (1 = Yes, 0 = No et invalide les
; commandes liées au BB):
WP1

; Nombre de cellules:
WN100

; Taille des cellules en cm:
WS1600

; Distance aveugle en cm:
WF1600

; Emission d'un "bottom ping" (1 = Yes, 0 = No):
BP1

; Synchro CXa,b (trigg externe: a=1 sinon a=0) acquitement: b = 1
; sinon b=0):
CX1,1

```

```

;*****
; Commandes à conserver:
;*****
; Limite de detection du fond dans la limite des 300m (en dm)
BX20000

; ambiguïté sur la vitesse de courant en cm/s (paramètre par défaut
; conseillé = 0390cm/s)
WV390

; Temps entre 2 "water ping" en 1/100m de seconde (mmssff):
TP000000

; Capteur des paramètres "environnements": EZabcdefg
; calcul de la vitesse du son: a=1
; pas de Sondeur interne: b=0
; attitude gérée par VMDas: cde = 000
; Pas de capteur de conductivité: f=0
; capteur de température interne: g=1
EZ1000001

; valeur de salinité (bain d'eau de mer sur le BBP):
ES35

; Immersion du transducteur (en dm)
ED000070

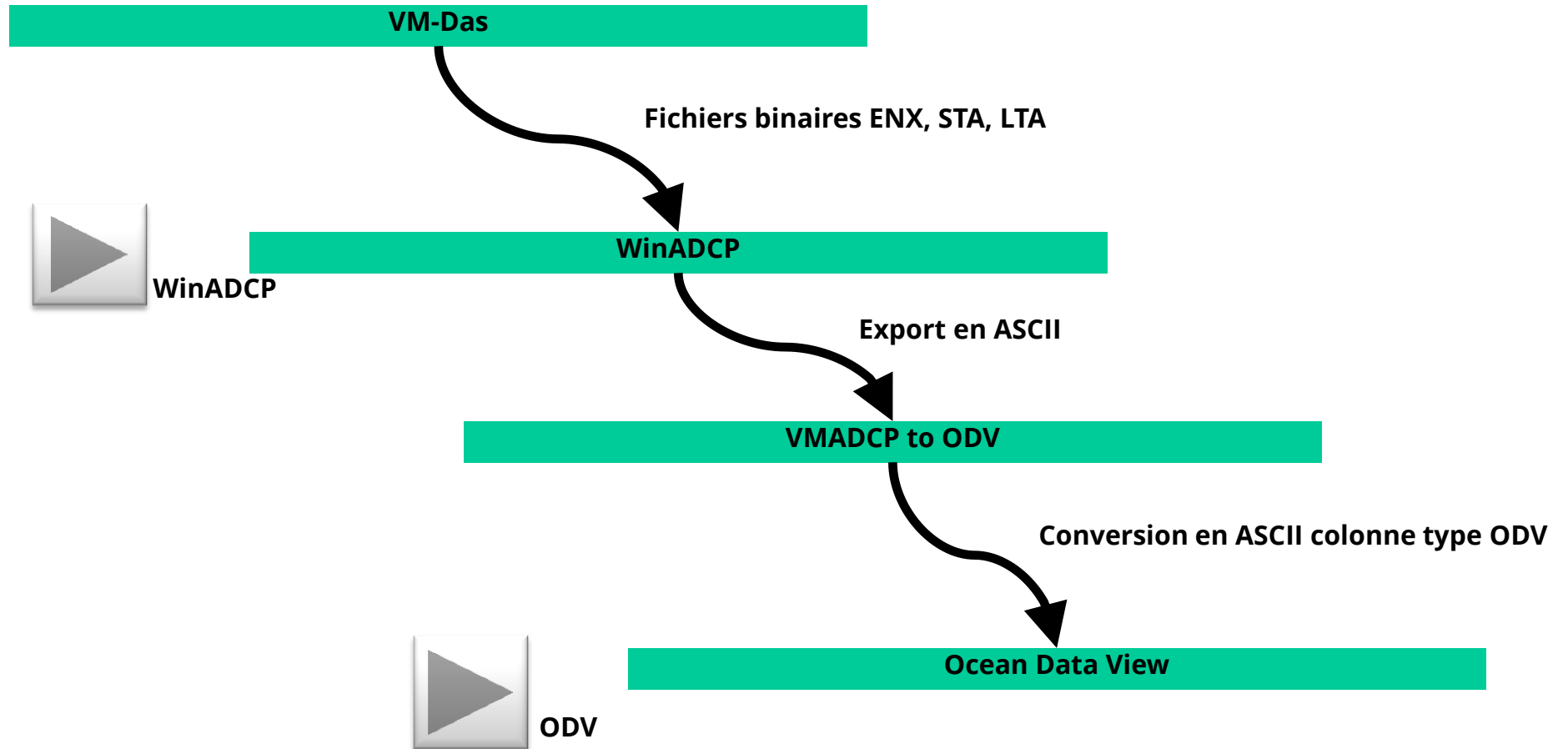
; Sauvegarder ces commandes dans la ROM del'ADCP:
CK

; FIN

```



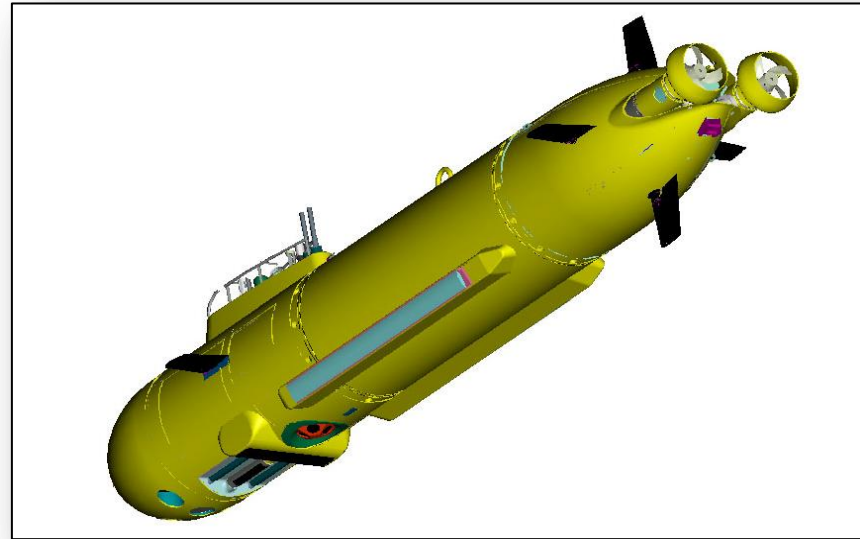
VMDas



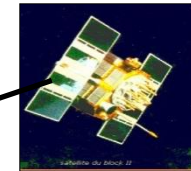
- I. Notion d'acoustique sous-marine**
- II. Application à la courantométrie**
- III. Courantomètres au point fixe**
- IV. L-ADCP**
- V. VM-ADCP (Vessel Mounted Acoustic Doppler Current Profiler)**
- VI. Doppler Velocity Loch**

Doppler Velocity Loch

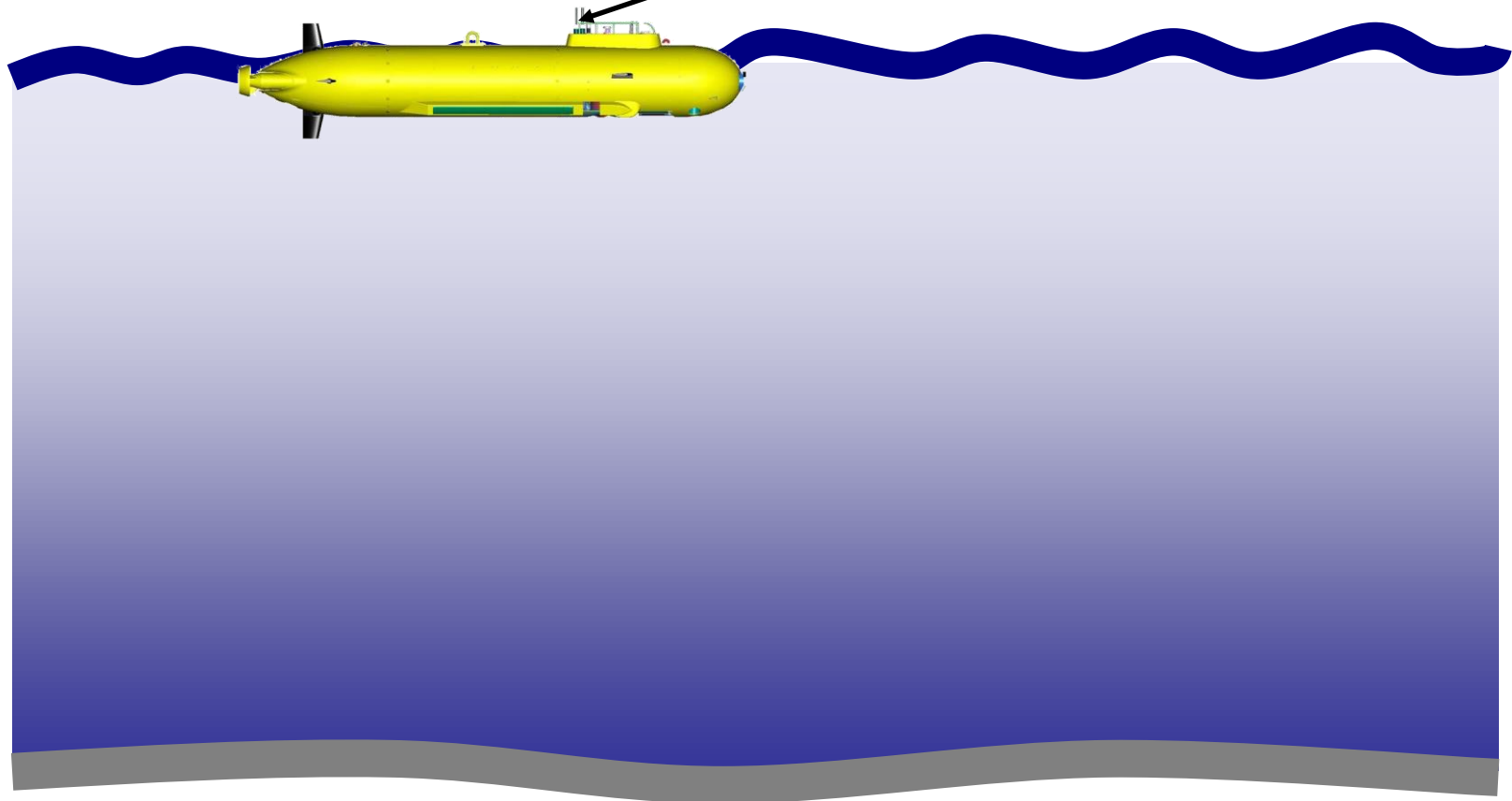
- ▶ ADCP type WorkHorse 1200kHz.
- ▶ Water Profiling + Bottom ping + Water Mass
- ▶ Intégration sur AUV Daurade
- ▶ Sur Pourquoi Pas ?



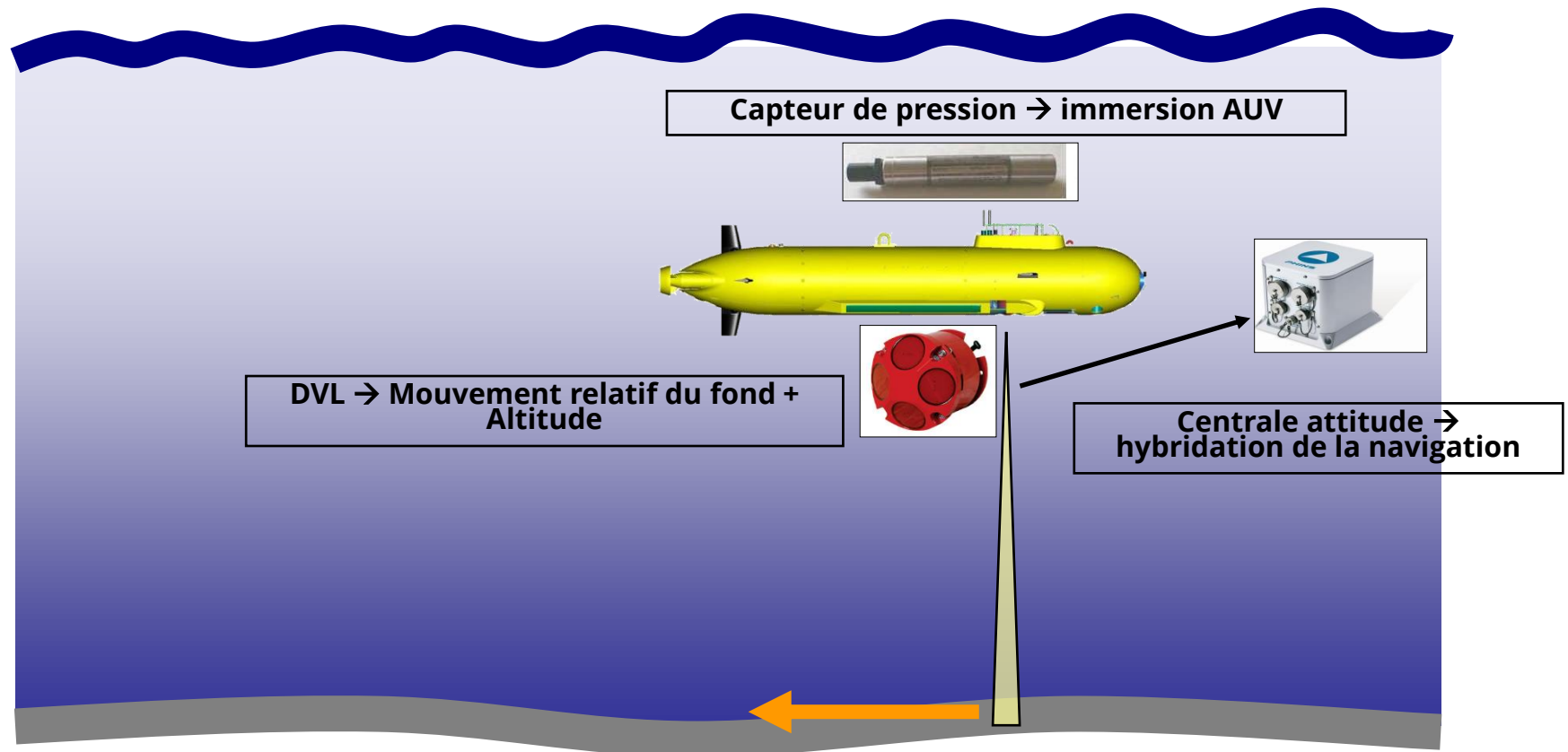
Navigation en surface : positions
fournies par GPS



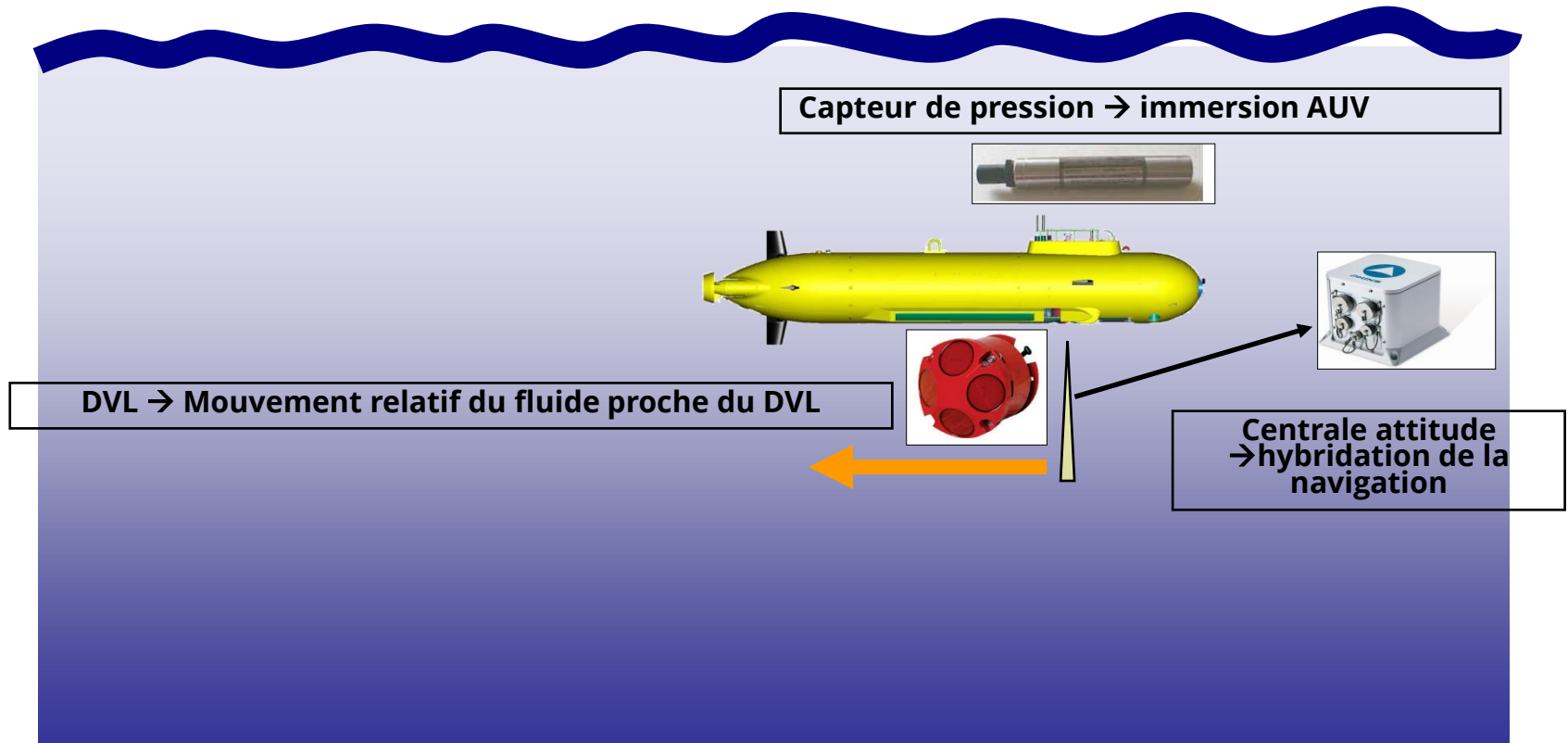
*GPS position en
surface*



Navigation en subsurface :
Si le fond est en portée du DVL, la
navigation se fait avec le
déplacement relatif du fond



Navigation en subsurface :
Si le fond n'est pas en portée la
navigation se fait avec le
déplacement relatif du fluide

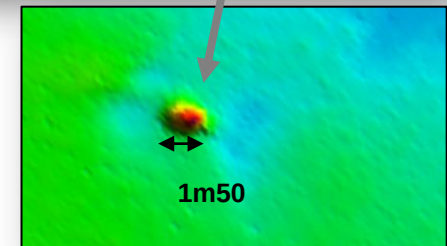
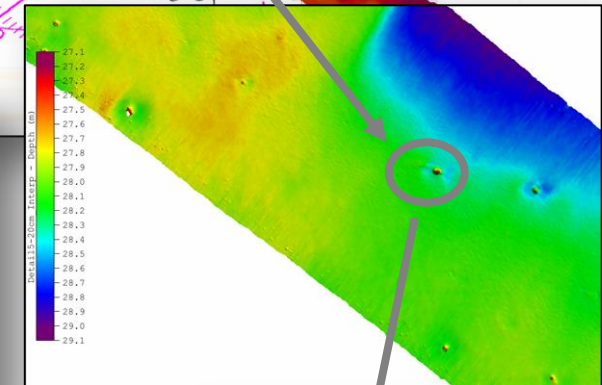
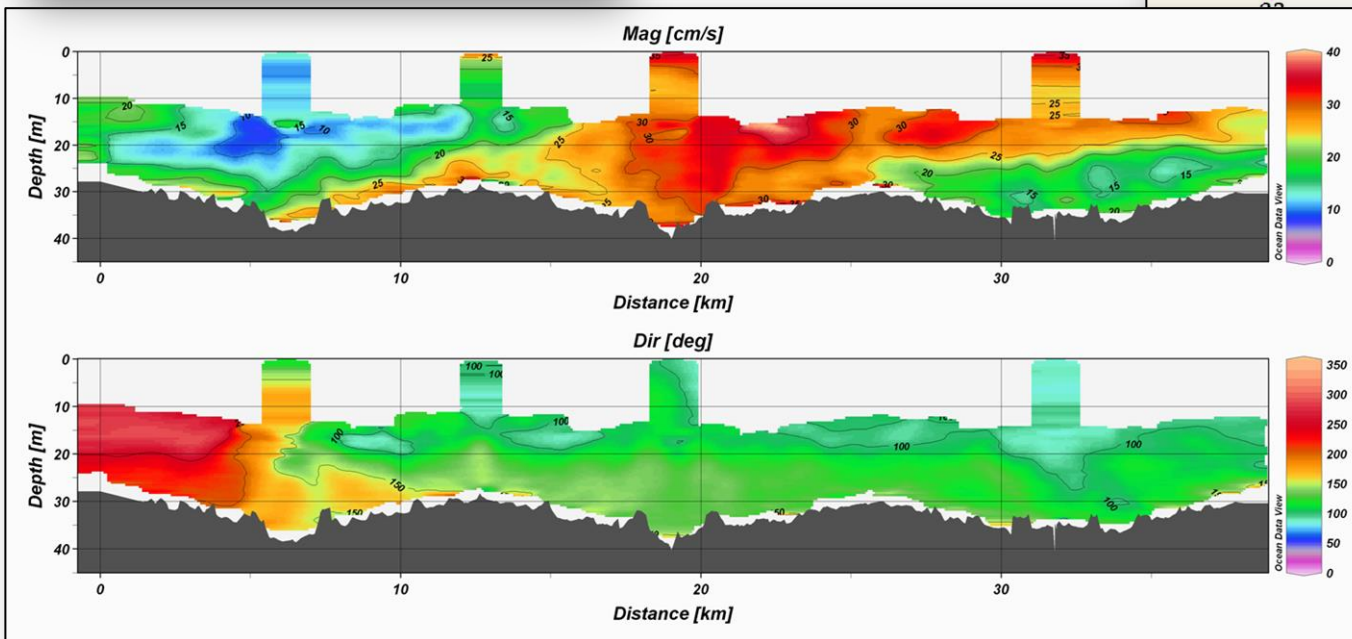
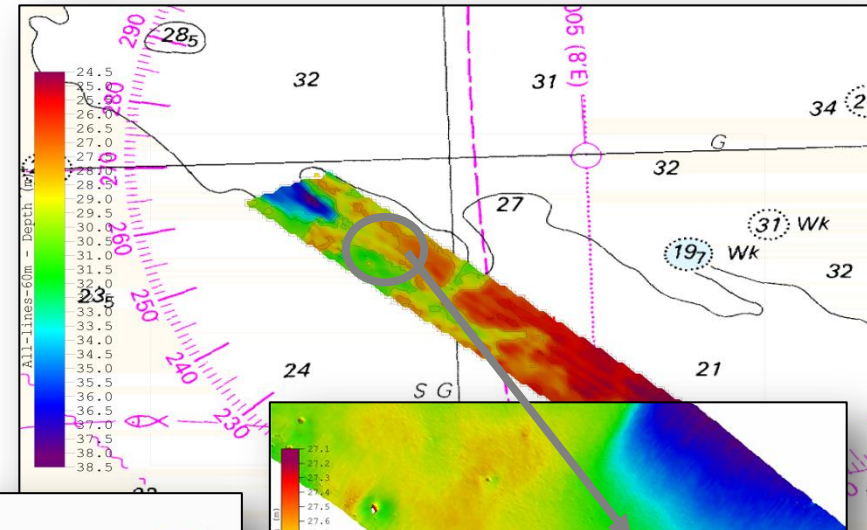
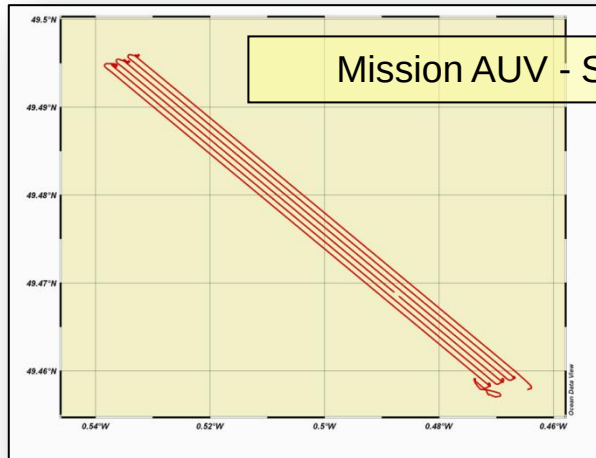


DOPPLER VELOCITY LOCH

DVL + ADCP



Mission AUV - SURMINE



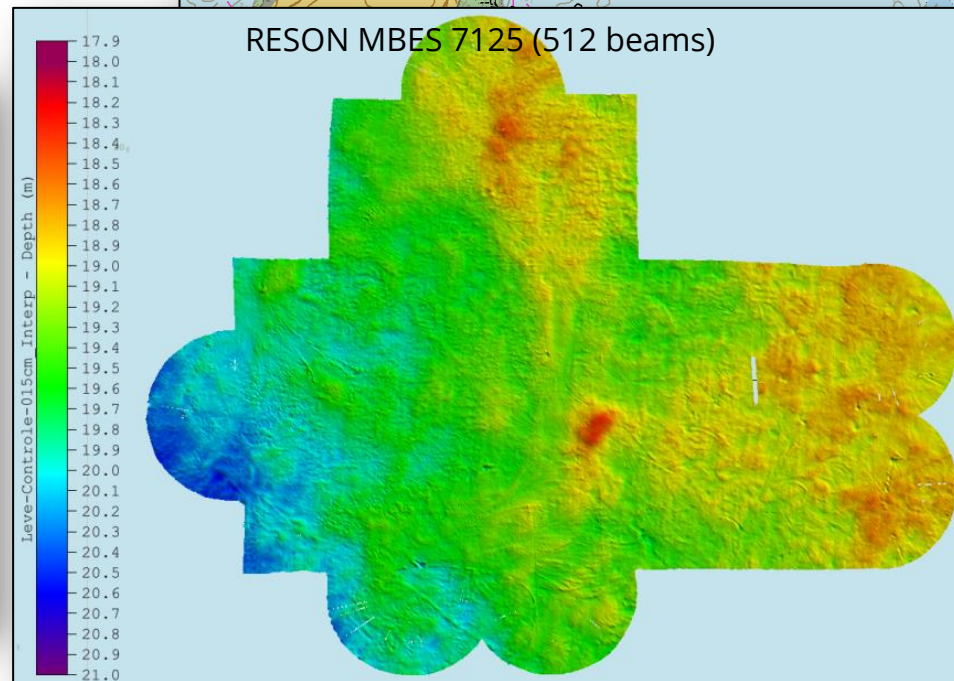
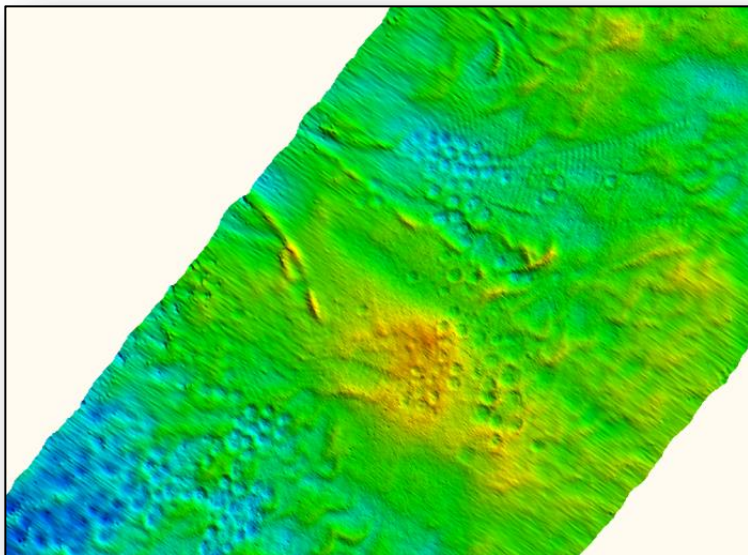
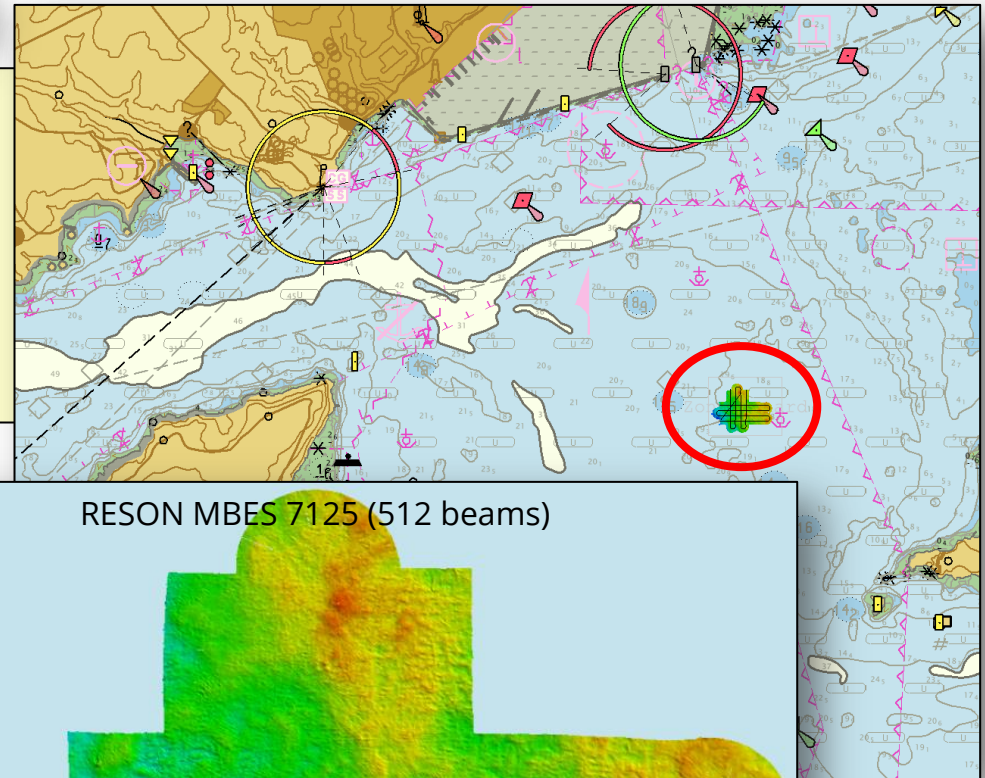
DOPPLER VELOCITY LOCH

DVL + ADCP



Qualification Hydrographique d'un AUV

- Zone de référence du Carré Renard (rade de Brest)
- Profondeur : 22 m
- Altitude AUV : 14 m
- Fond : sable coquillage



LES COURANTOMÈTRES À EFFET DOPPLER

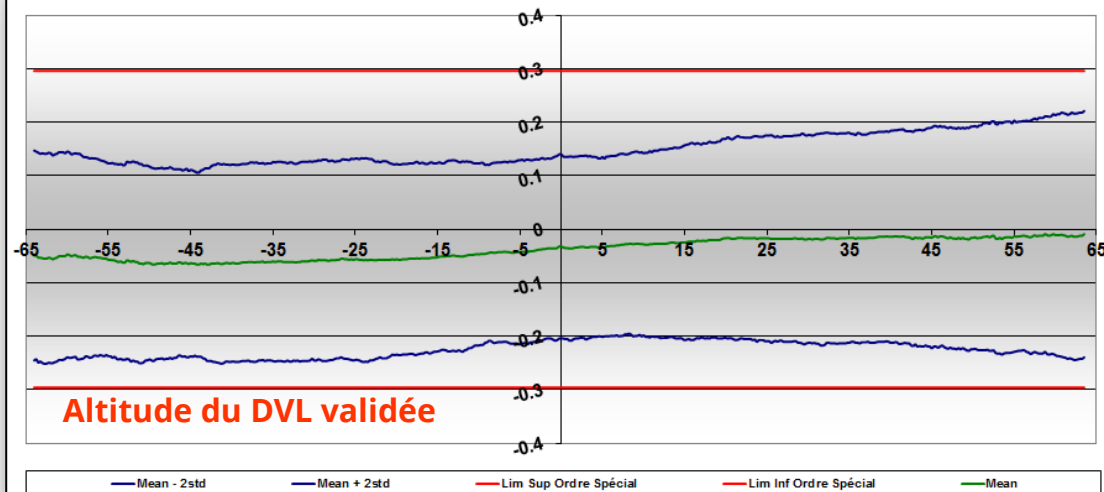
DOPPLER VELOCITY LOCH

DVL + ADCP



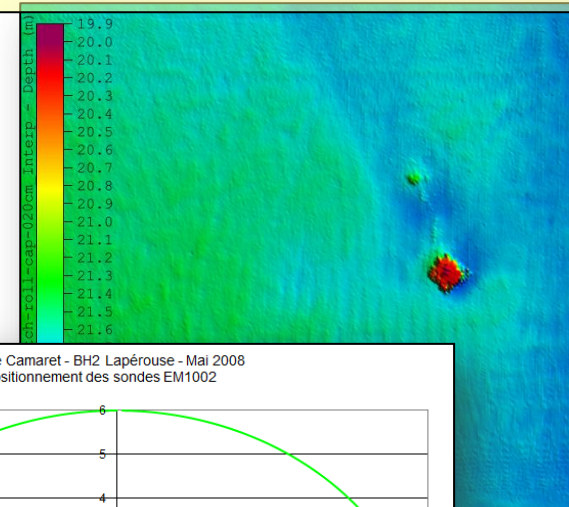
Qualification des mesures bathymétriques sur la verticale

Quality Control - Special Order - Depth accuracy in m = f(Steering Angle in °)

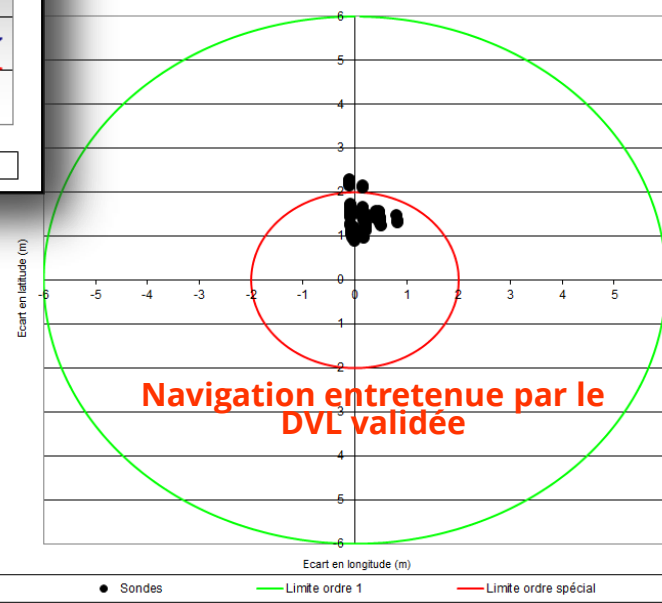


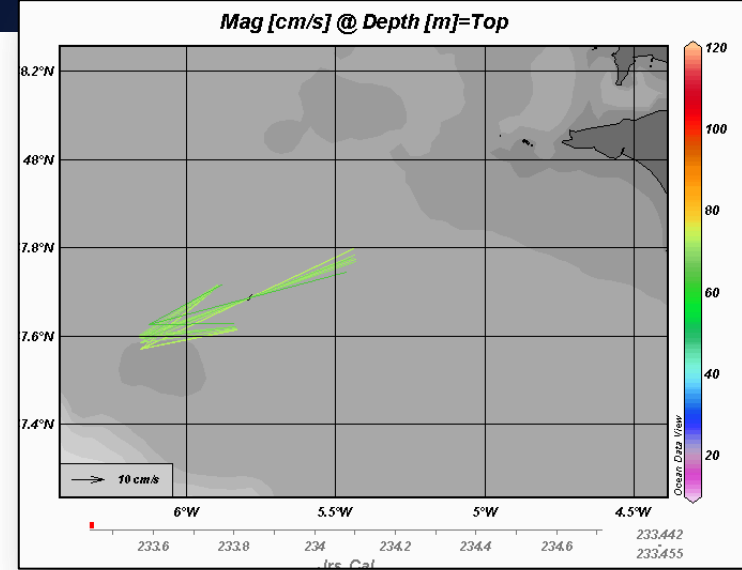
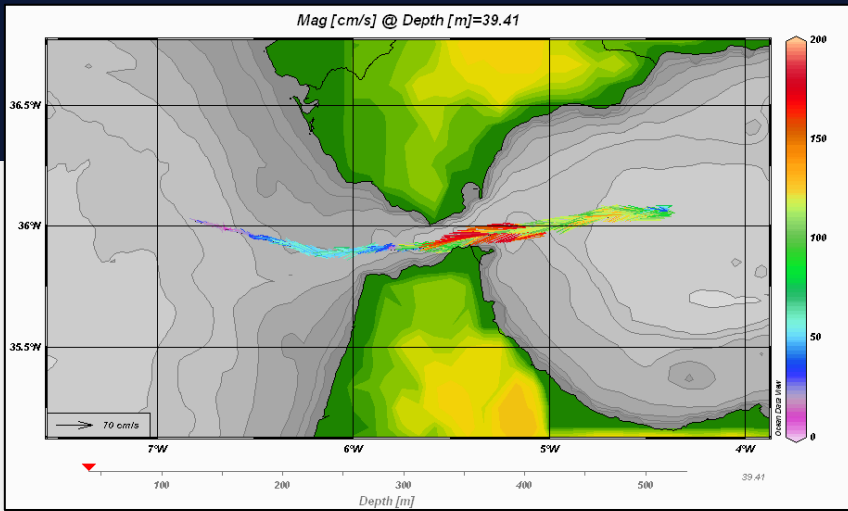
Ordre Spécial S-44 validé à 4Nds pendant 45 minutes
Order 1 peut être validé durant plus de 2 heures

Qualification des mesures bathymétriques sur l'horizontale



Mire de Camaret - BH2 Lapérouse - Mai 2008
Positionnement des sondes EM1002





MERCI !

