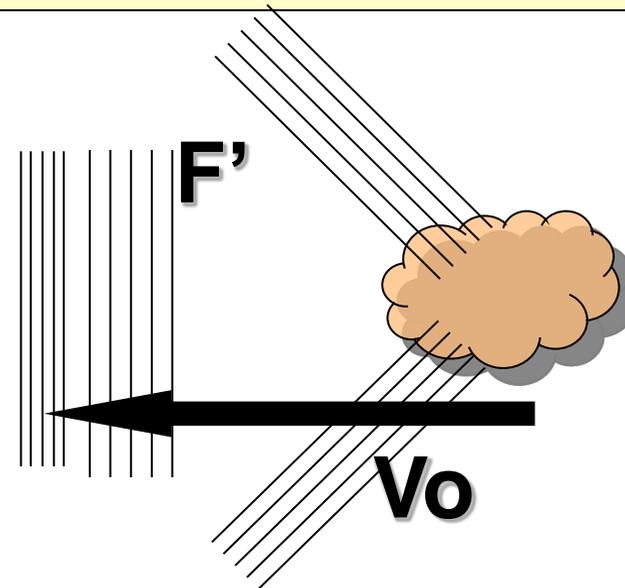
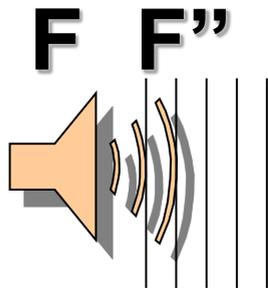
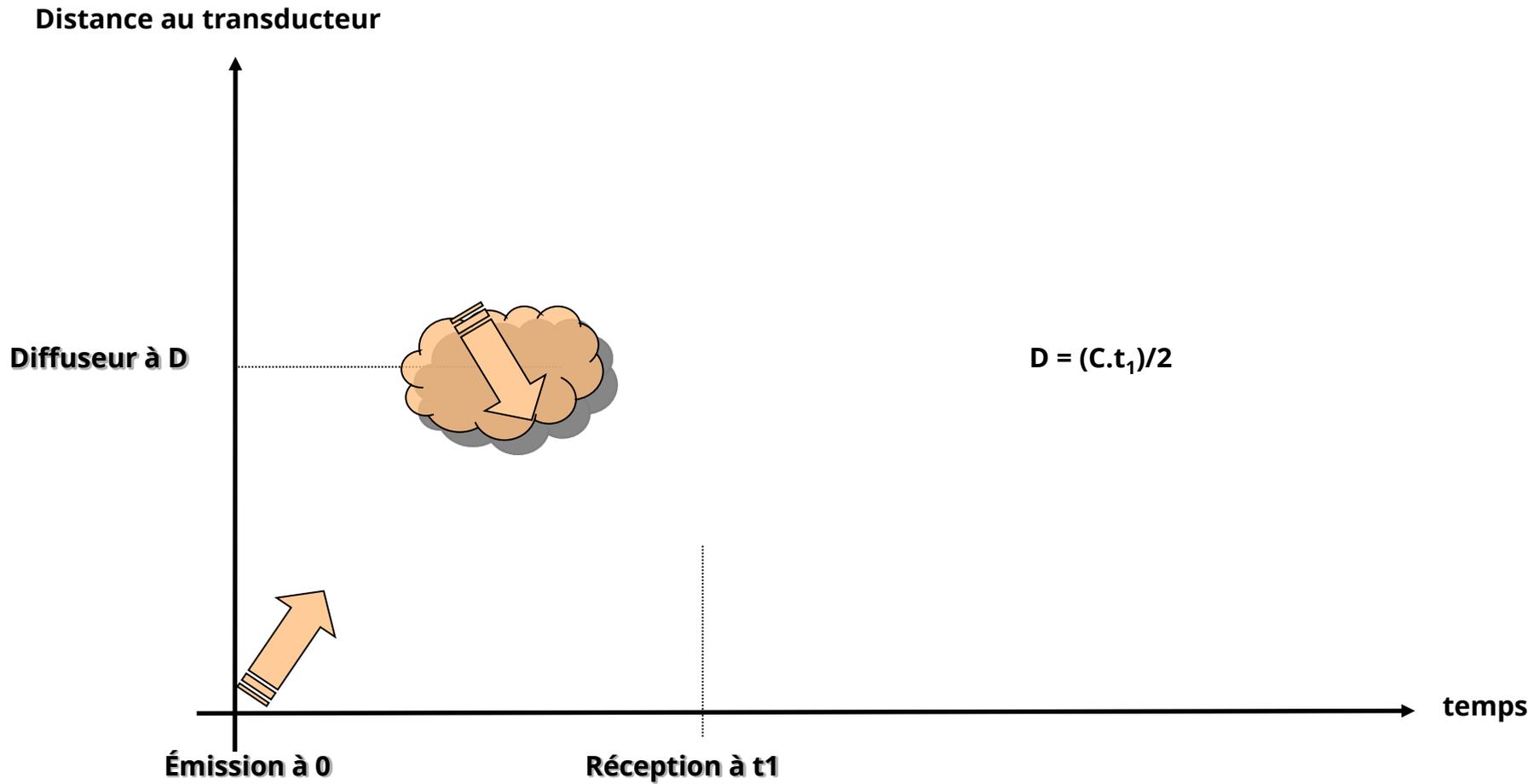
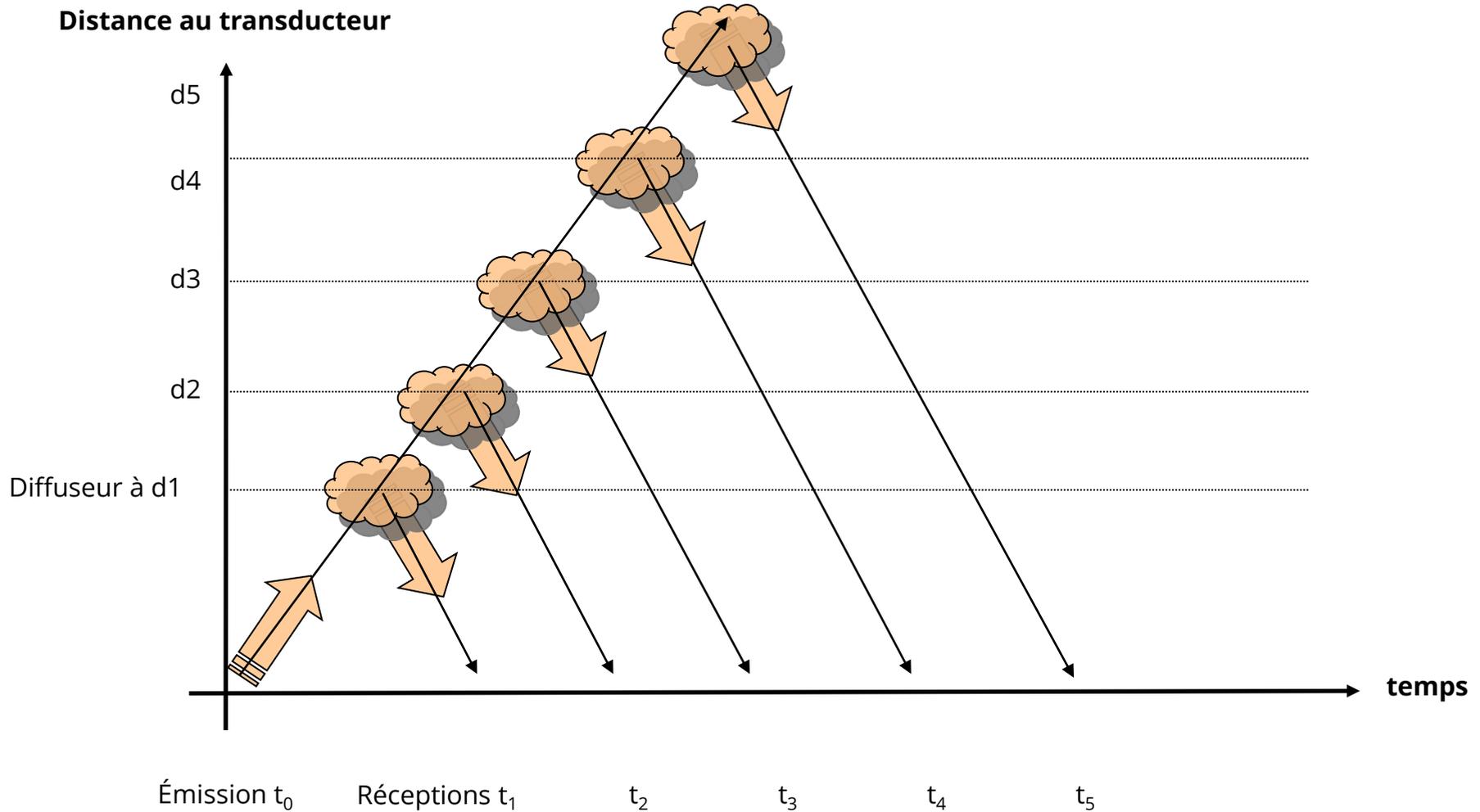


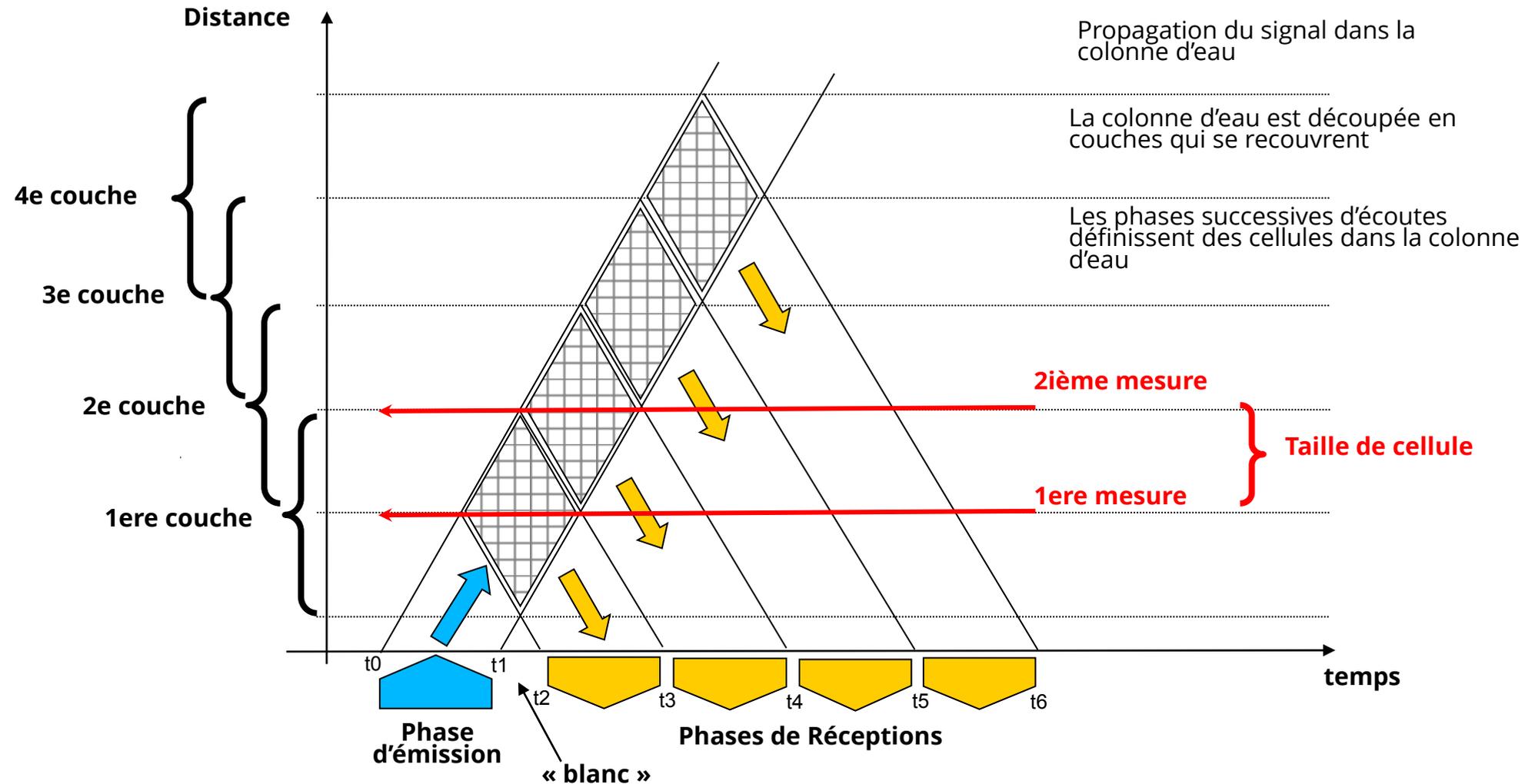
- ▶ Émission à la fréquence F
- ▶ Diffuseurs en mouvement à la vitesse V_0 vers le transducteur.
- ▶ Réception par les diffuseurs à la fréquence F' (effet Doppler)
- ▶ Transmission par les diffuseurs à la fréquence F'' (**double effet Doppler**)

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

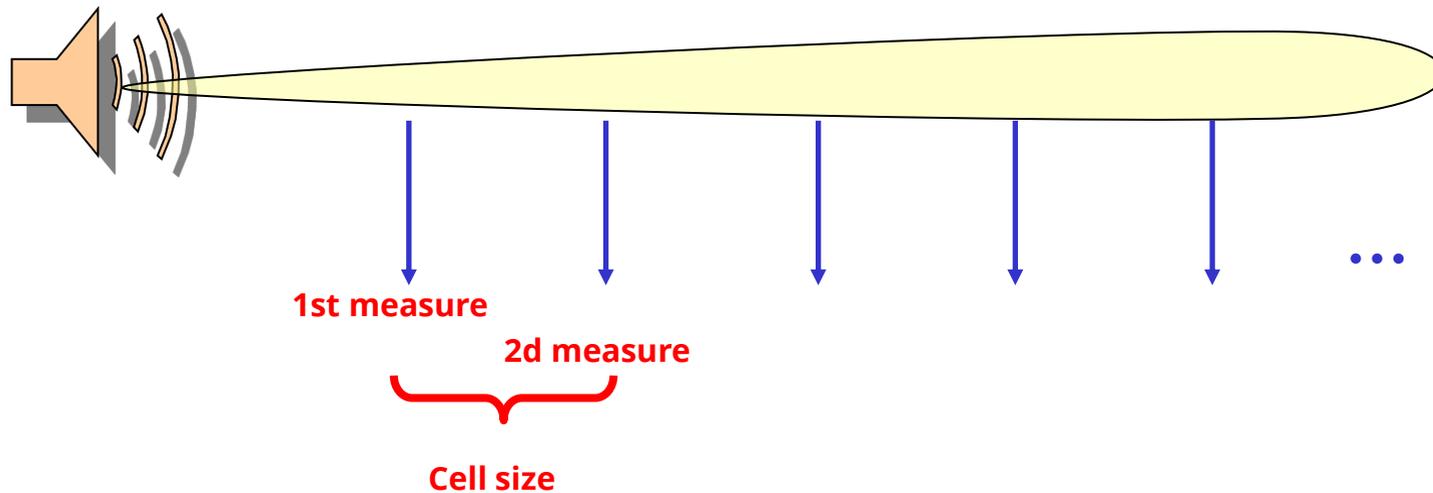








Pour chaque faisceau (pour chaque antenne), et pour chaque cellule, une mesure de vitesse est calculée, dans l'axe de l'antenne



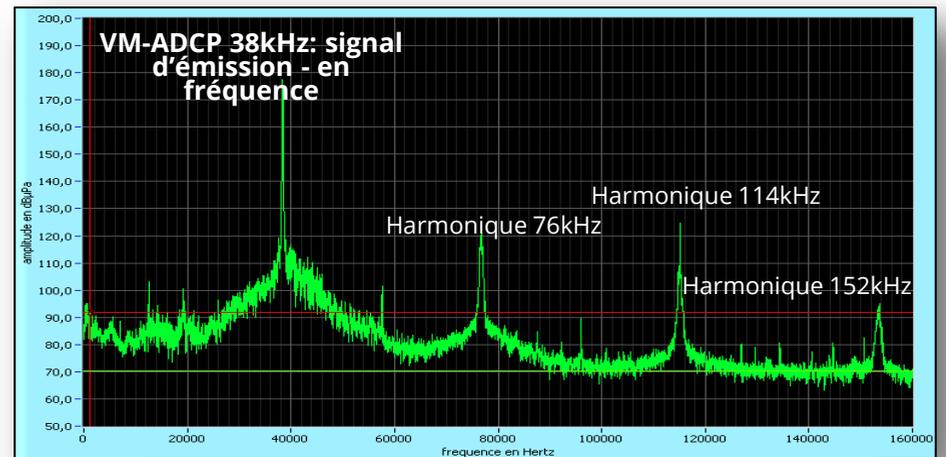
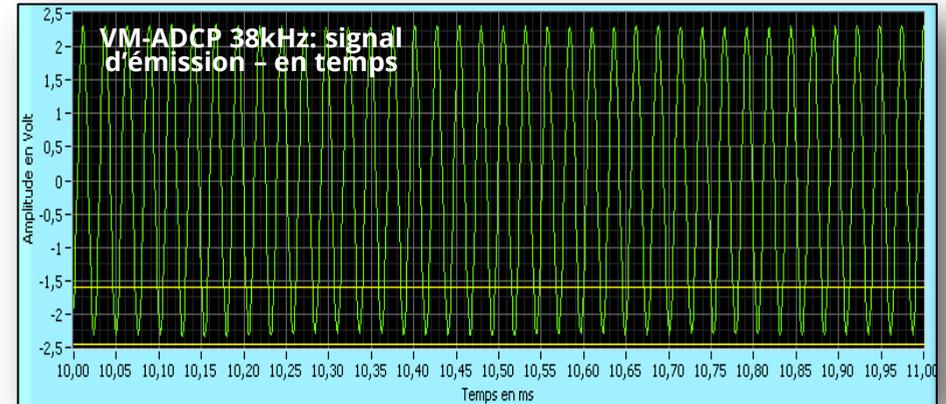
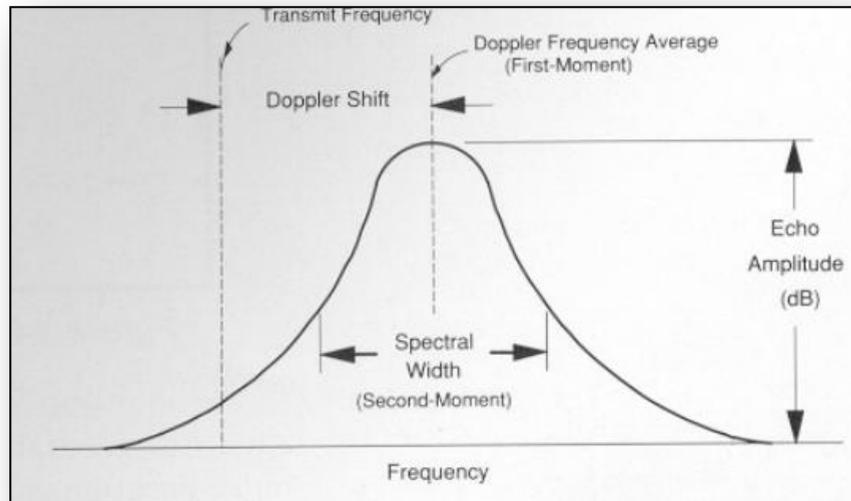
On peut distinguer deux types de courantomètres à effet Doppler :

- ▶ 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.



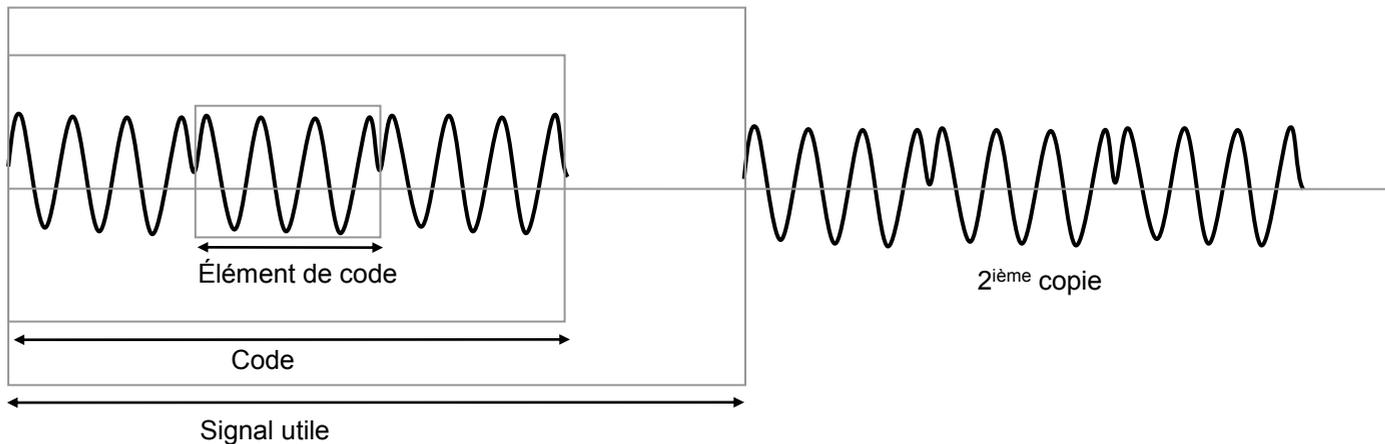
« BroadBand »

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

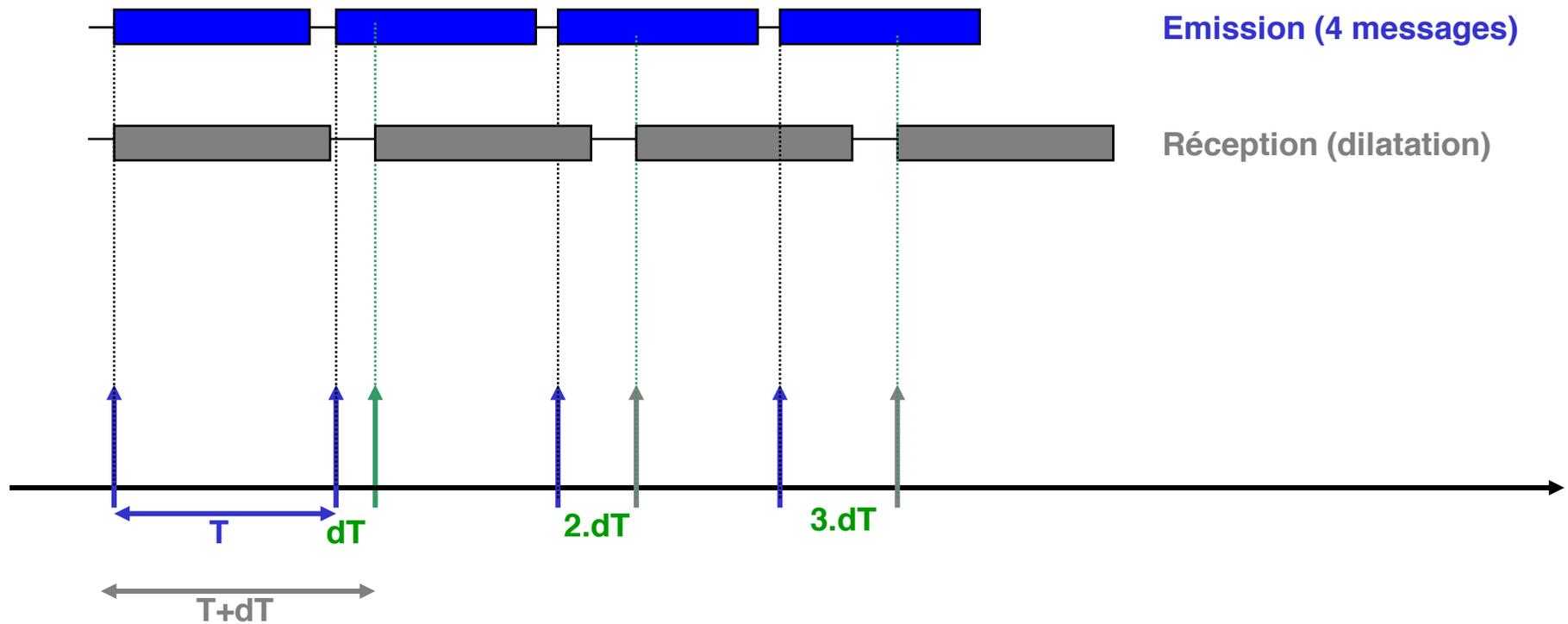
Un signal pseudo aléatoire est dupliqué plusieurs fois dans la phase d'émission de l'ADCP (le nombre de signaux dépend de la longueur de la cellule choisie par l'utilisateur)

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

Répétition d'au moins 2 messages



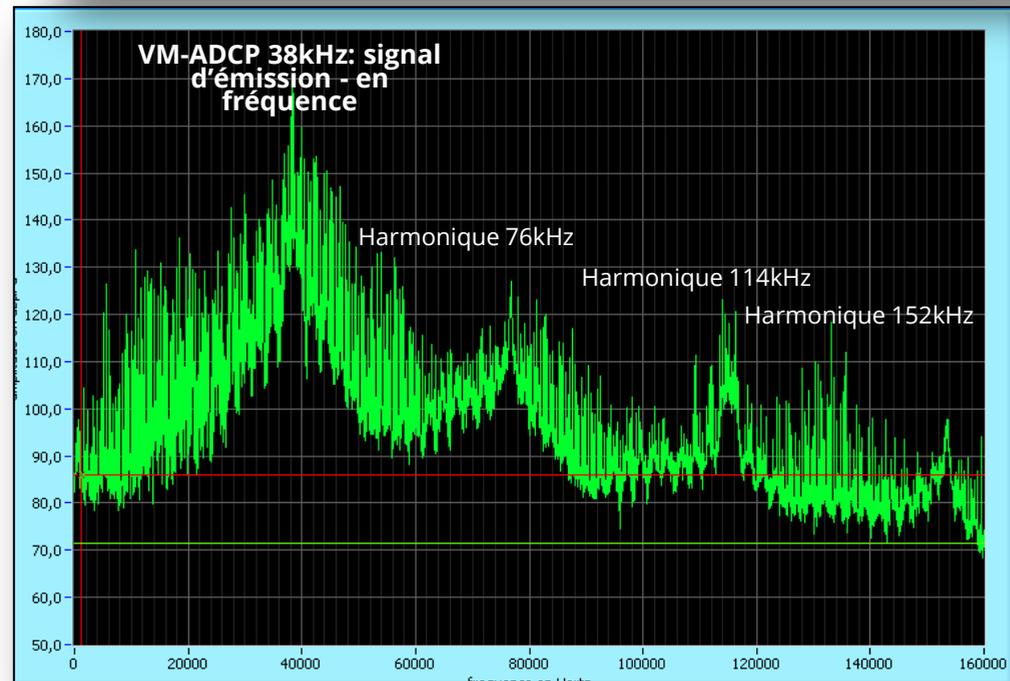
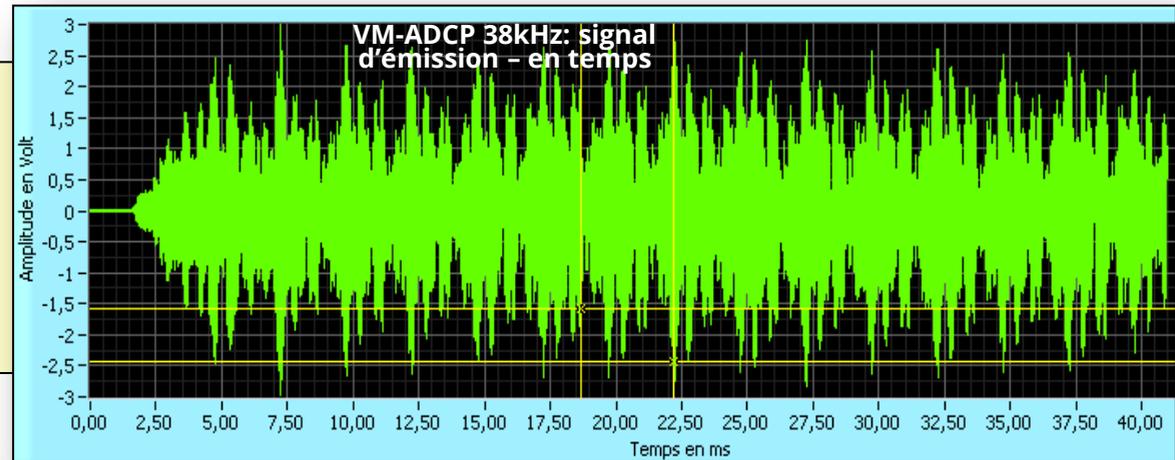
Détermination de la compression Doppler par méthode d'autocorrélation



« BroadBand »

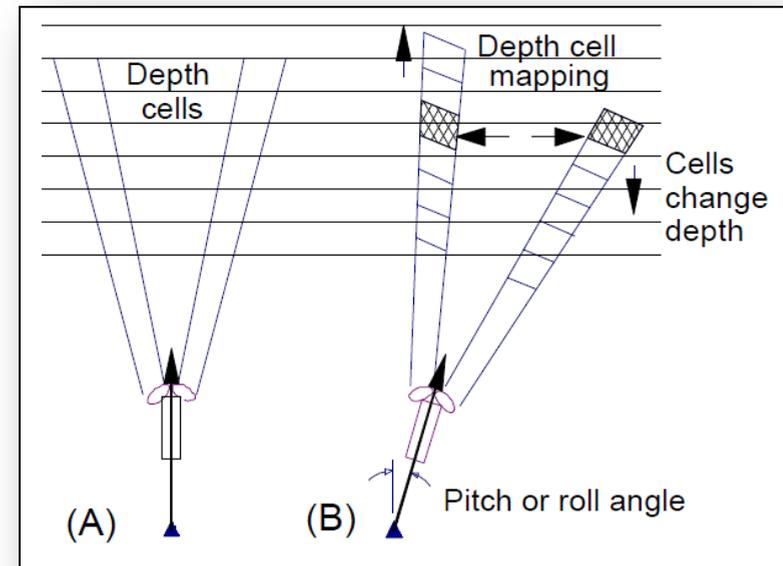
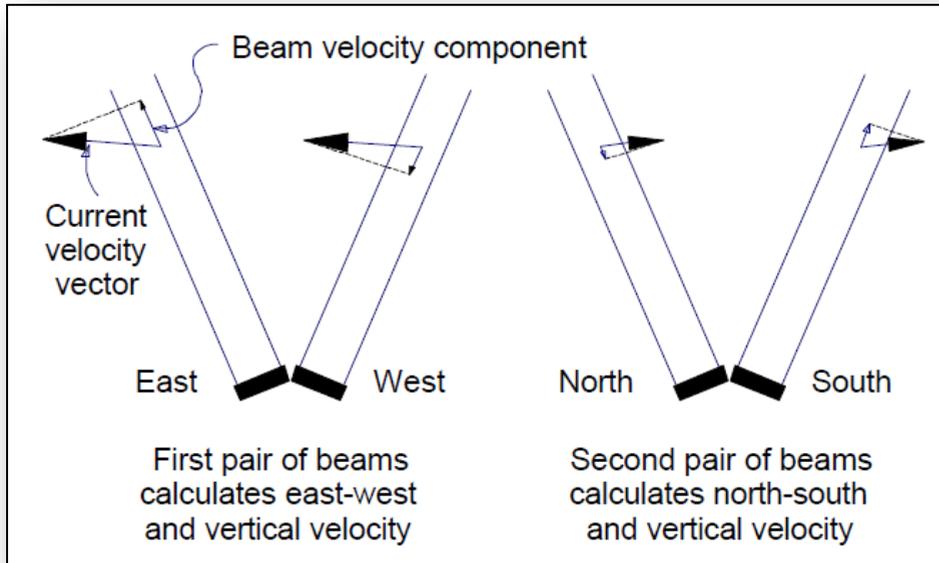
Le spectre d'émission d'un signal PSK est très large (BroadBand = Large Bande).

Les interférences sur d'autres sondeurs peuvent alors apparaître.



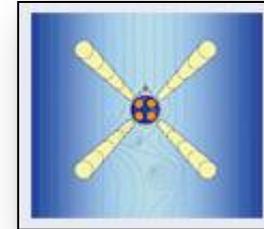
- ▶ Pour chaque base acoustique et pour chaque cellule on peut déterminer une composante de vitesse dans l'axe du transducteur.
- ▶ Avec au moins 3 bases on peut déterminer les composantes d'un vecteur vitesse dans un repère orthonormé lié à l'appareil. Une quatrième base peut être utilisée pour obtenir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

- ▶ Des capteurs internes (roulis et tangage) permettent de connaître l'inclinaison du courantomètre 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.



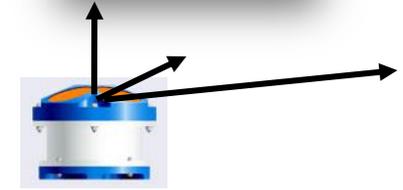
Vitesses brutes mesurées par l'appareil le long des 4 transducteurs :
(repère « beam »)

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



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

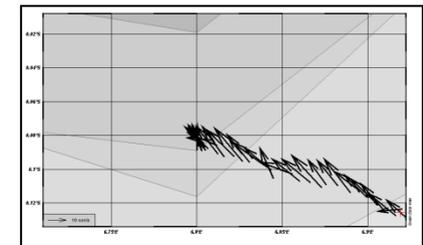
$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \\ e \end{pmatrix}$$



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

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

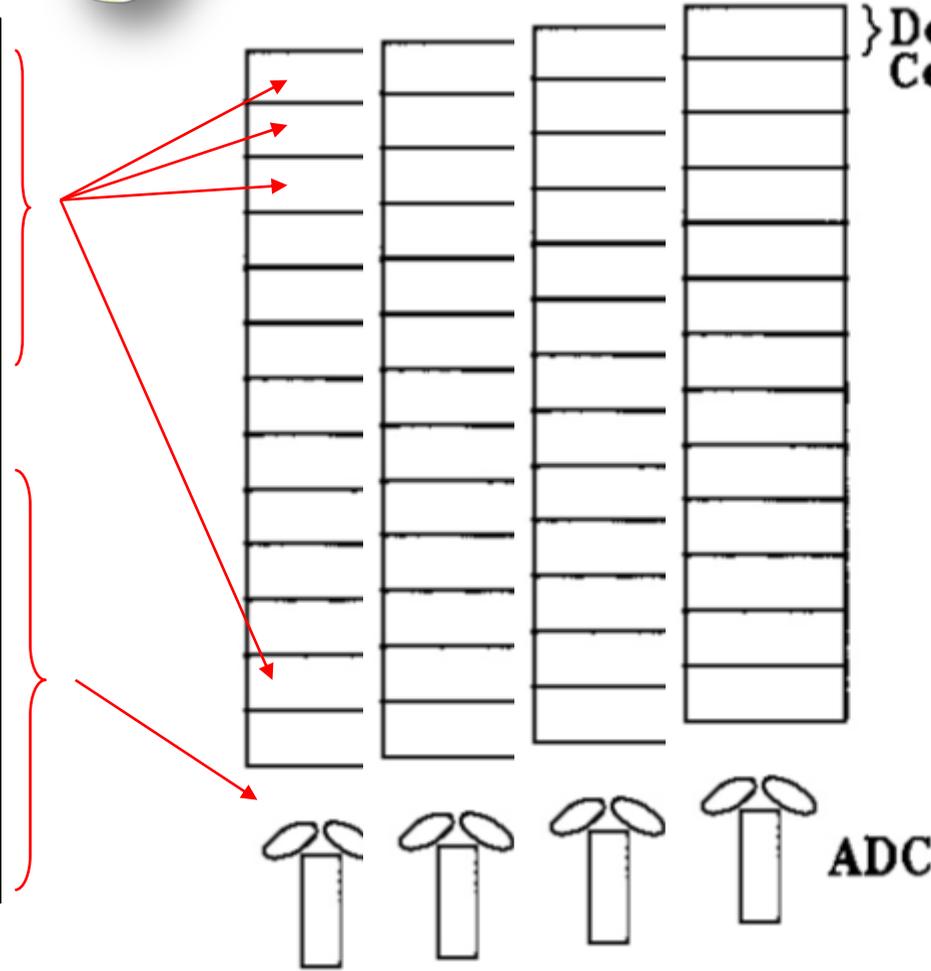
$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$



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



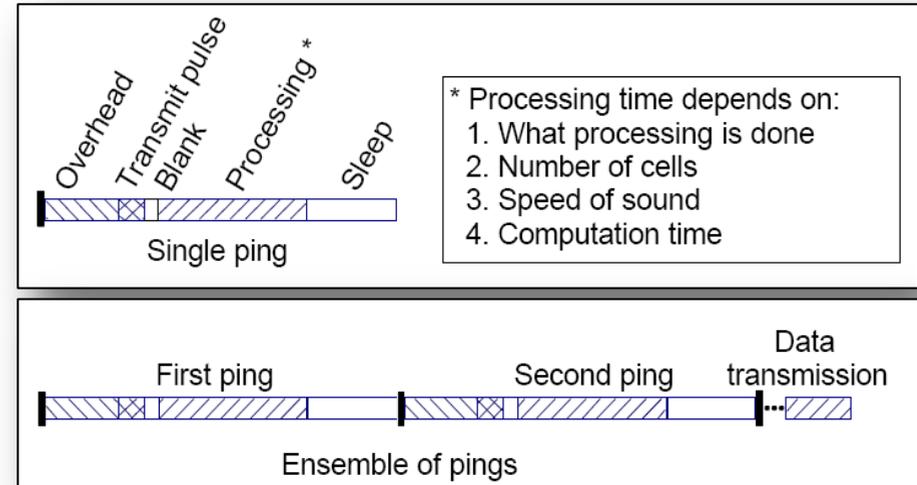
- Pour chaque cellule:
 - ▶ Courant (intensité direction)
 - ▶ Echo rétrodiffusé
 - ▶ Corrélation (RDI)
 - ▶ Erreur
- Pour chaque profil (ou ensemble):
 - ▶ Date et heure
 - ▶ Attitude
 - ▶ Tension batterie
 - ▶ Pression (si capteur)
 - ▶ Position (si capteur)
 - ▶ ... autres suivant marques et modèles.



- ▶ 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

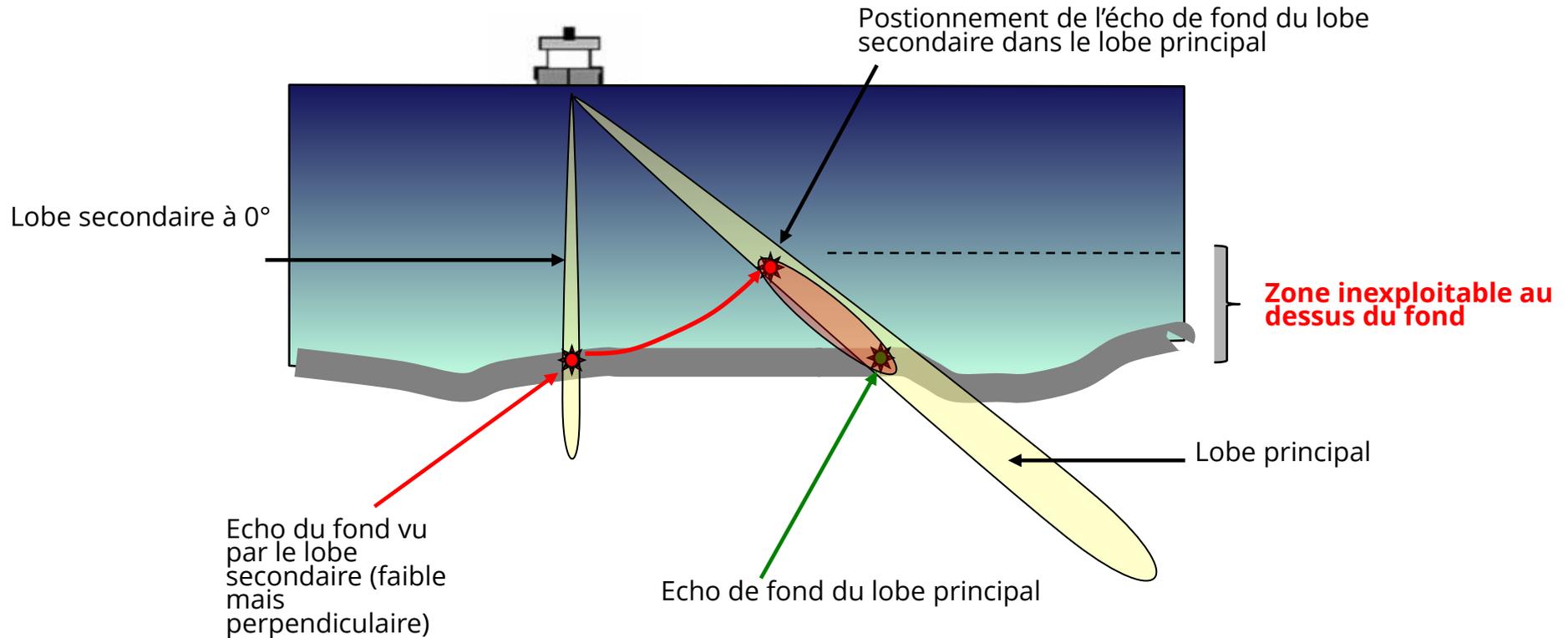
fréquence	Taille de cellule (m)	Ecart-type (cm/s) pour 1 ping	Ecart-type (cm/s) pour 30 ping
150 kHz	4	30	5,4

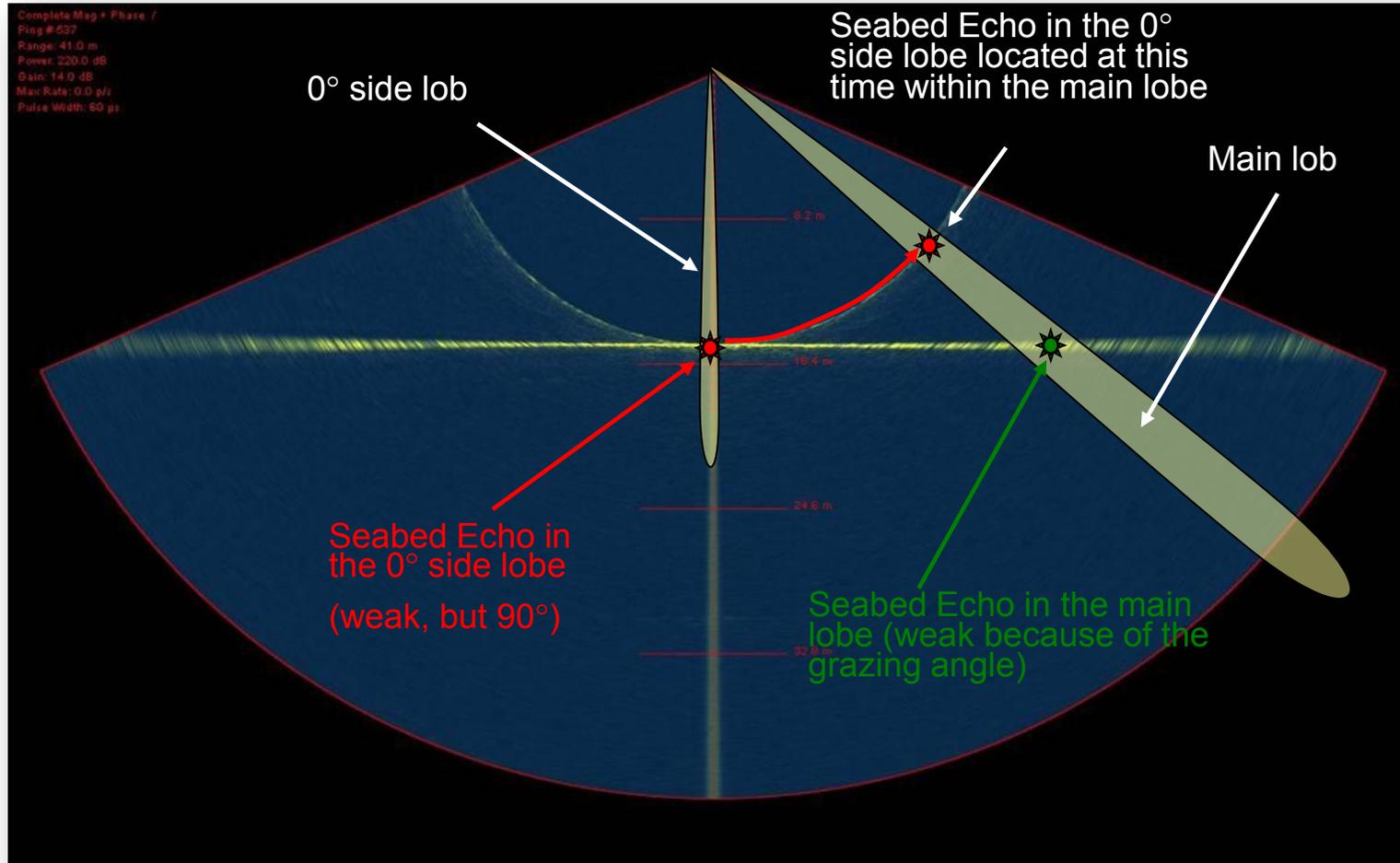
fréquence	Taille de cellule (m)	Ecart-type (cm/s) pour 1 ping	Ecart-type (cm/s) pour 30 ping
150 kHz	8	17	3.1

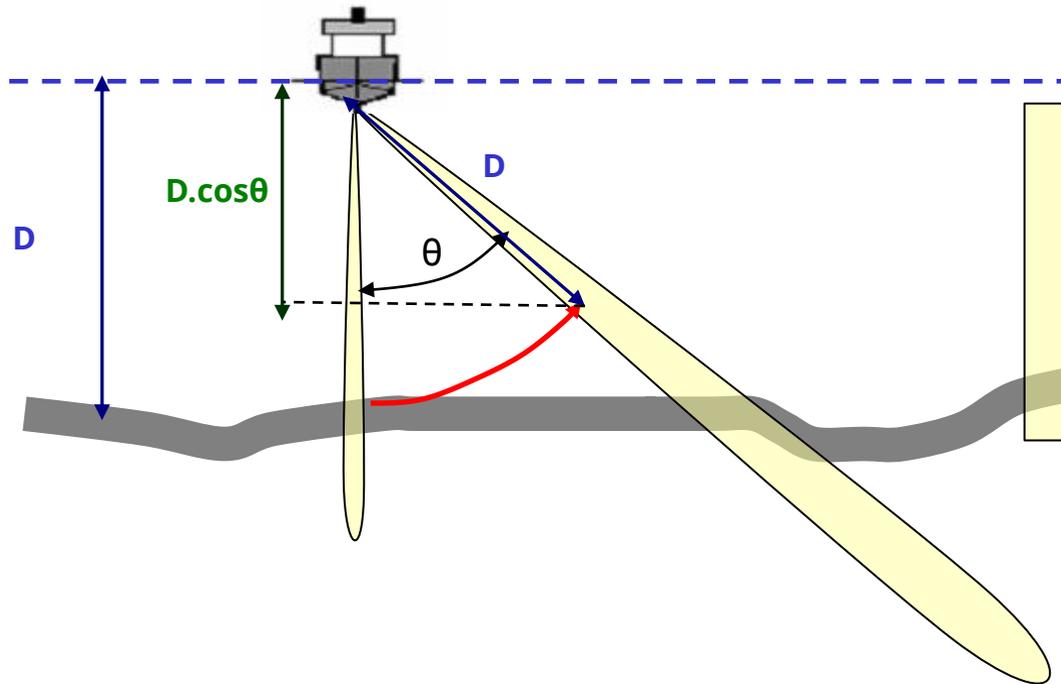
BroadBand

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







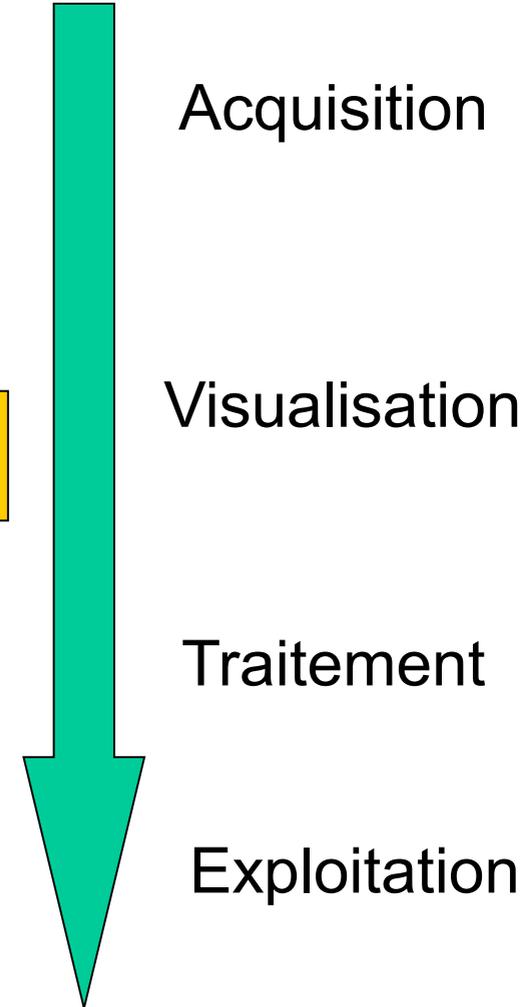
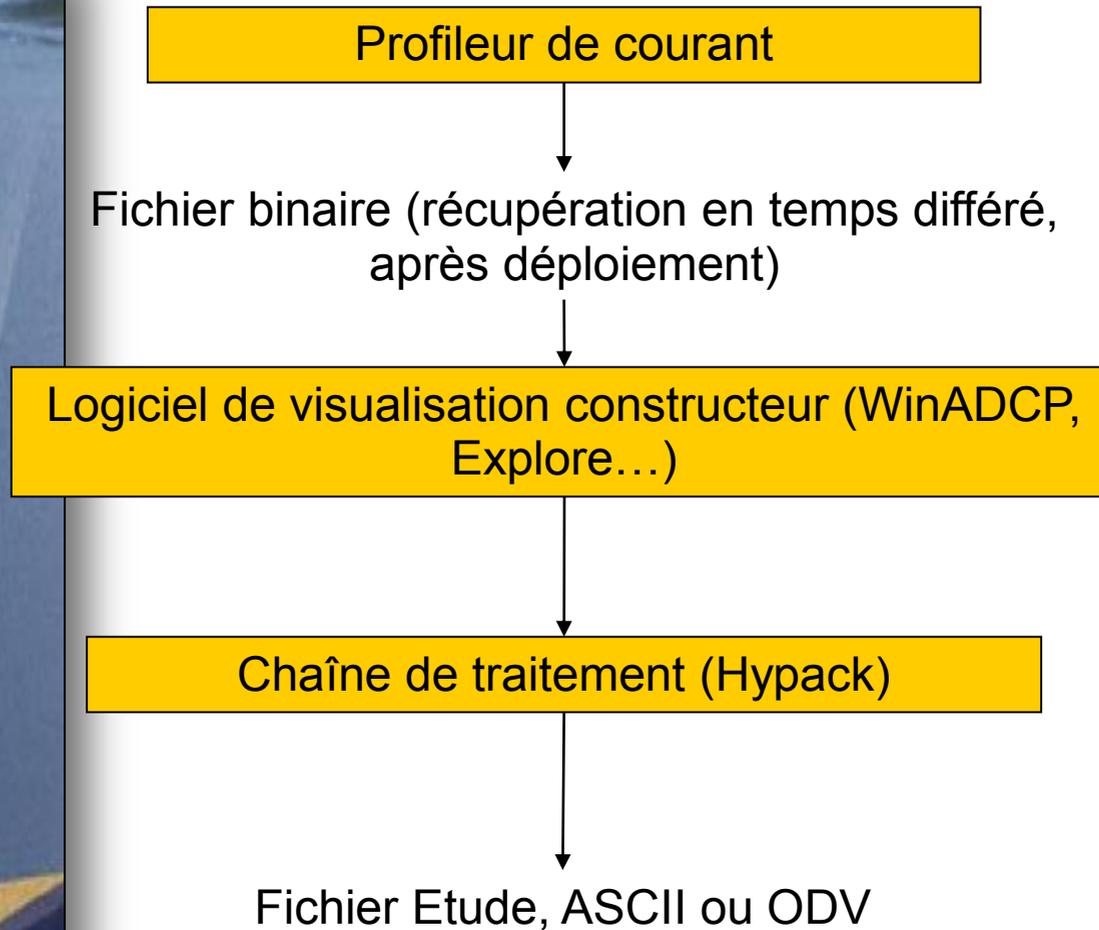
- Les lobes secondaire peuvent polluer les lobes principaux
- La portée utile est tipiquement de $D \cdot \cos\theta$ (θ dépointage / verticale)
- $\theta = 30^\circ$: **15% de la hauteur d'eau est inutilisable**
- $\theta = 20^\circ$: **6% D** est inutilisable

- ▶ 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)

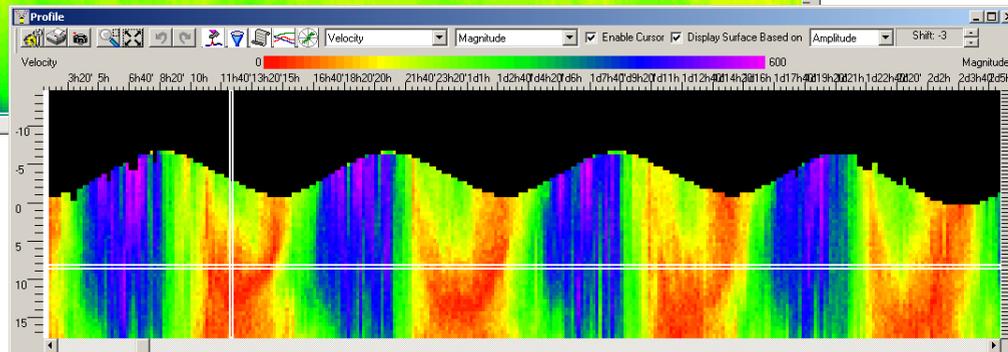
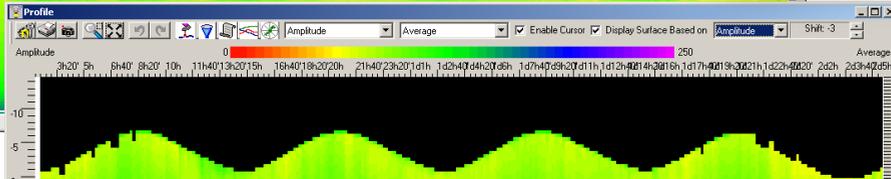
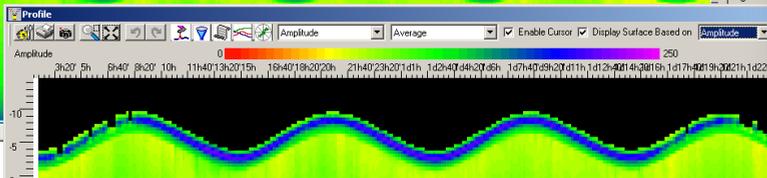
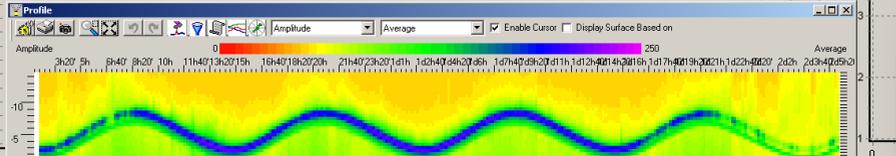
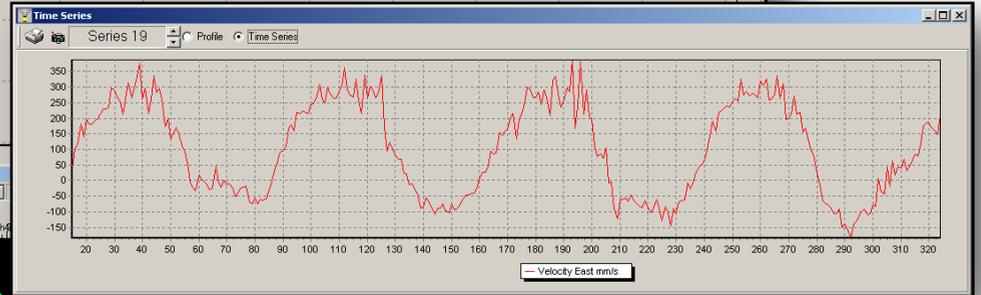
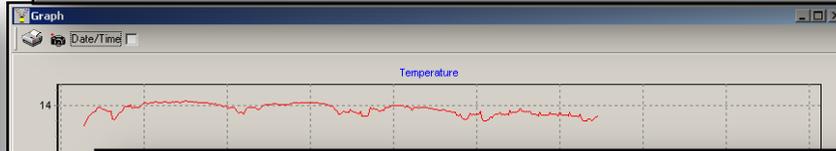
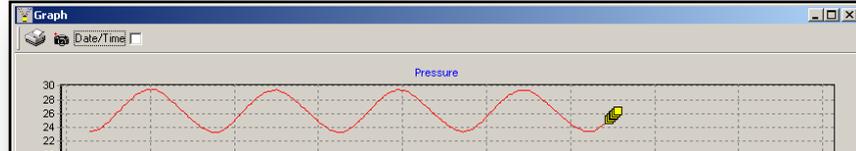
Fréquence d'émission (kHz)	Portée moyenne (m)	Taille cellules
38	1000-1500	24 à 16m
75	400-700	16 à 8m
150	250-400	8 à 4m
300	100-250	4 à 2m
600	60	1 à 2m
1200	25-30	0,5m



	<p>Teledyne-RDI Instruments, Ocean Surveyor 38kHz – système à formation de 4 voies, composé de matrices de transducteurs élémentaires.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Portée moyenne : 900m ; • Taille typique des cellules : 16m à 24m ; • Dimension : diamètre de 91cm ; • Ouverture angulaire d'un faisceau : 2.60°.
	<p>Link-Quest Inc, FlowQuest 150kHz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Portée moyenne : 500m ; • Taille typique des cellules : 2m à 16m ; • Dimension : diamètre de 40cm ; • Ouverture angulaire d'un faisceau : X.XX°.
	<p>Teledyne-RDI Instruments, Ocean Surveyor 150kHz – système à formation de 4 voies, composé de matrices de transducteurs élémentaires.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Portée moyenne : 300m ; • Taille typique des cellules : 4m à 8m ; • Dimension : diamètre de 30cm ; • Ouverture angulaire d'un faisceau : 2.92°.
	<p>Teledyne-RDI Instruments, Horizontal-ADCP 300kHz.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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°.
	<p>Nortek AS, AWAC 600kHz – 1 transducteur dédié à la détection de surface.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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°.
	<p>Teledyne-RDI Instruments, ADCP Sentinel 1200kHz.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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°.
	<p>Nortek AS, Aquadopp Profiler 2000kHz.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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°.



Hypack module ADCP

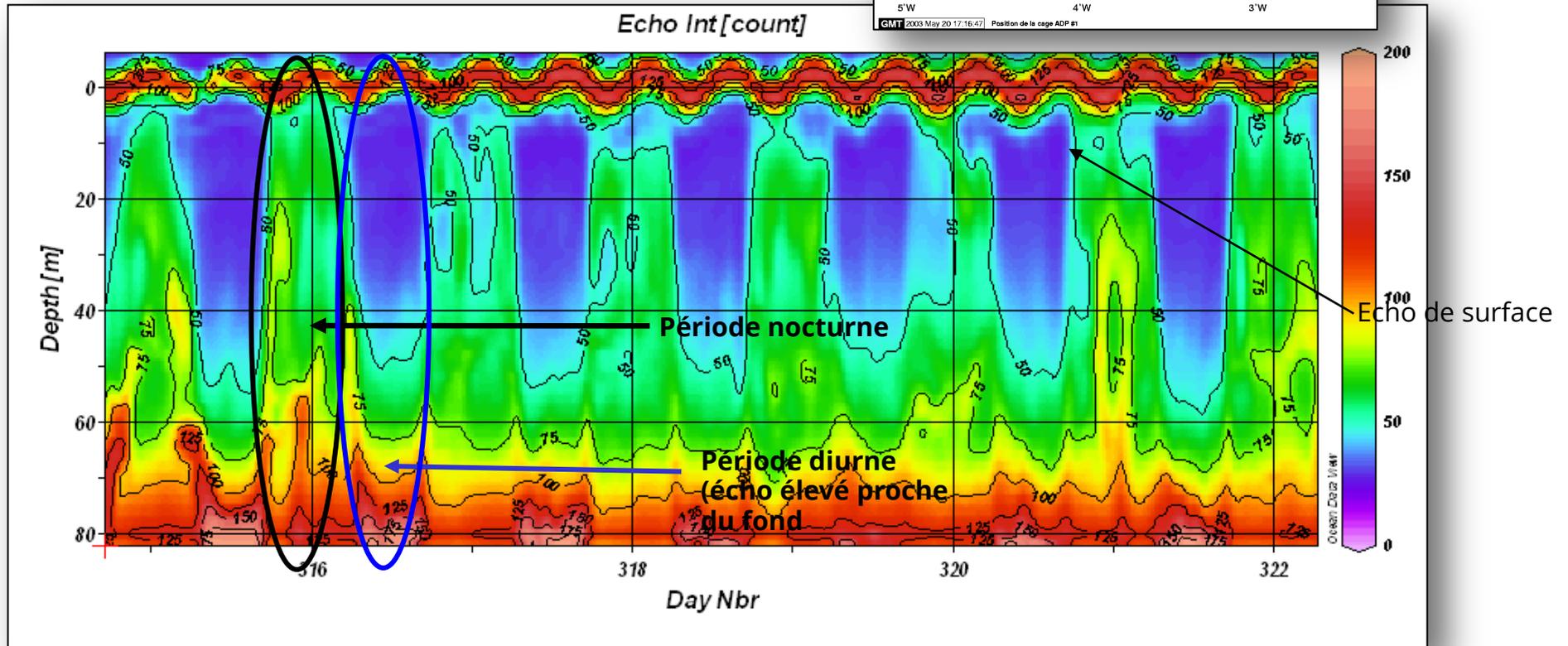
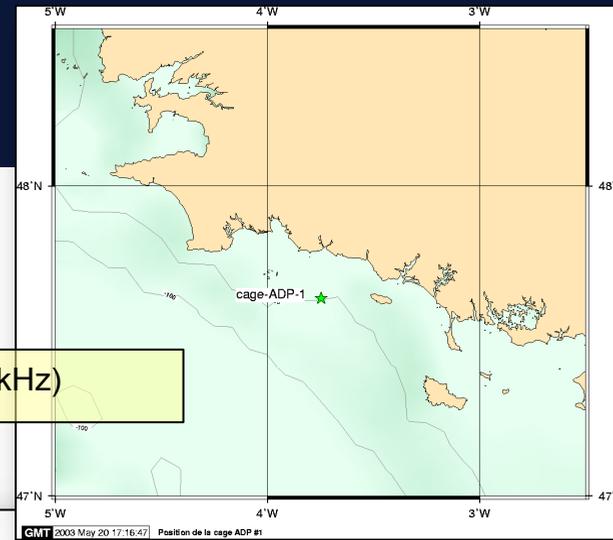


COURANTOMÈTRE AU POINT FIXE

POINT FIXE : APPLICATION À LA TURBIDITÉ

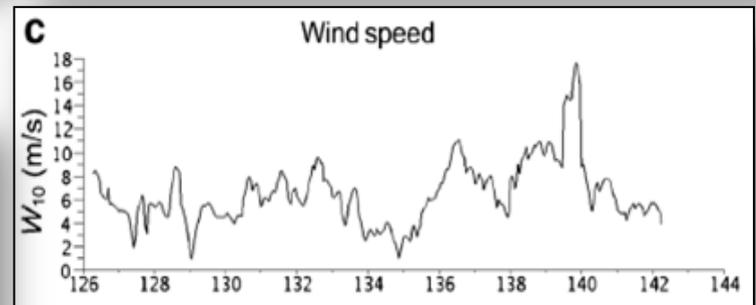
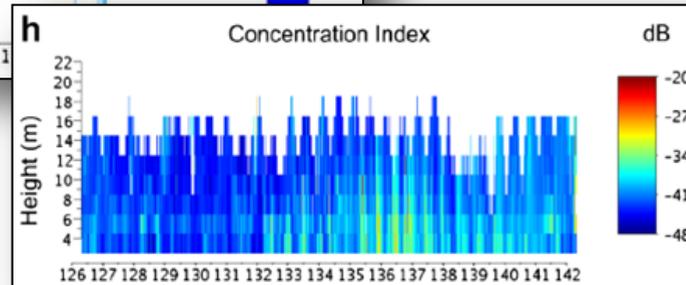
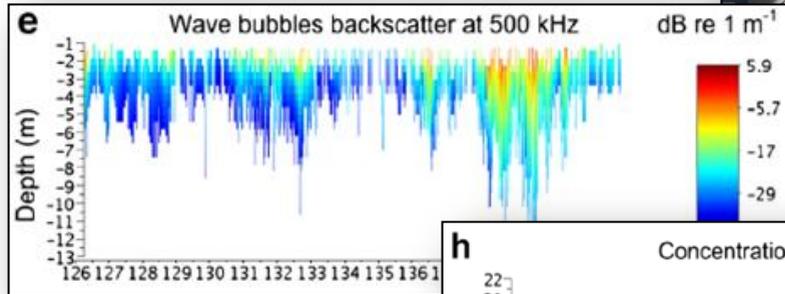
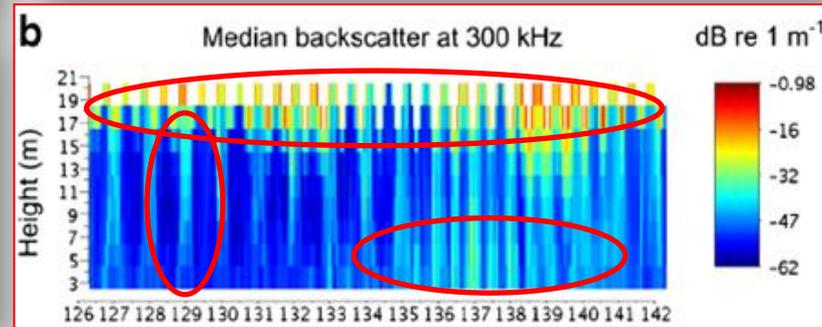
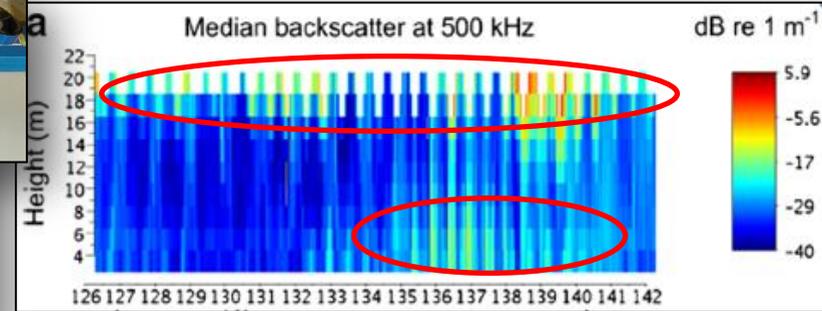


Intensité du signal reçu par l'appareil (NDP Nortek 500kHz)



COURANTOMÈTRE AU POINT FIXE

POINT FIXE : APPLICATION À LA TURBIDITÉ

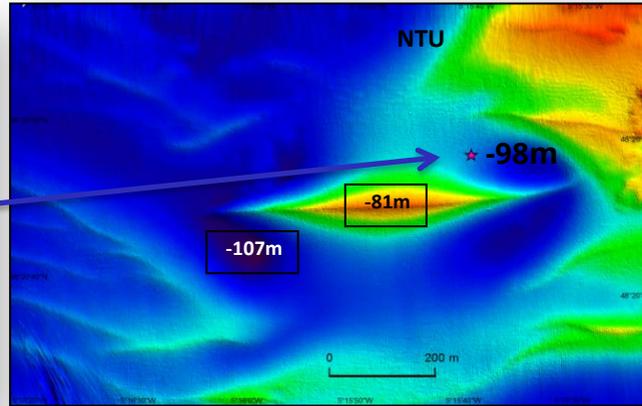


COURANTOMÈTRE AU POINT FIXE

POINT FIXE : APPLICATION À LA TURBIDITÉ

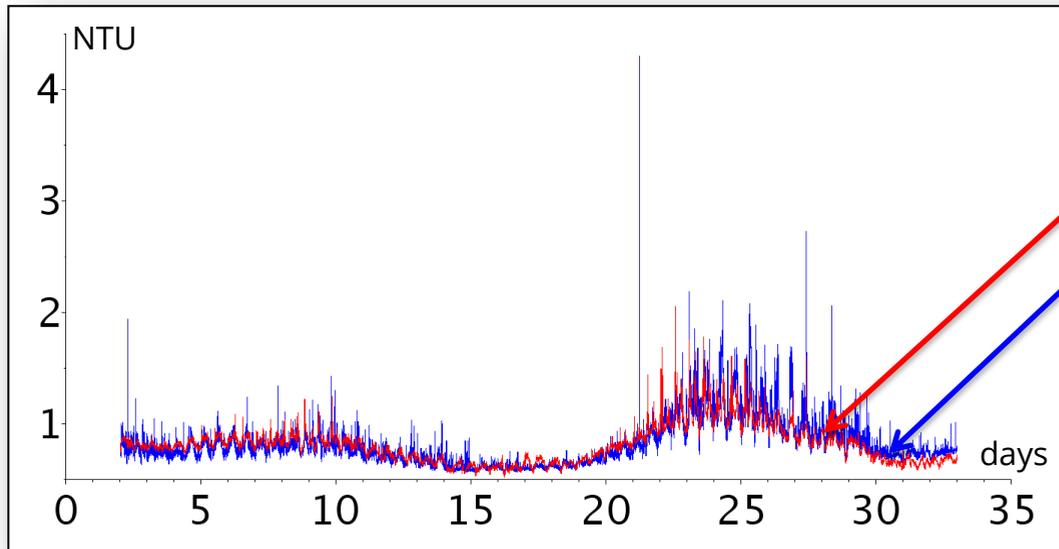


Cage DORA



Aquadop

Turbidimètre

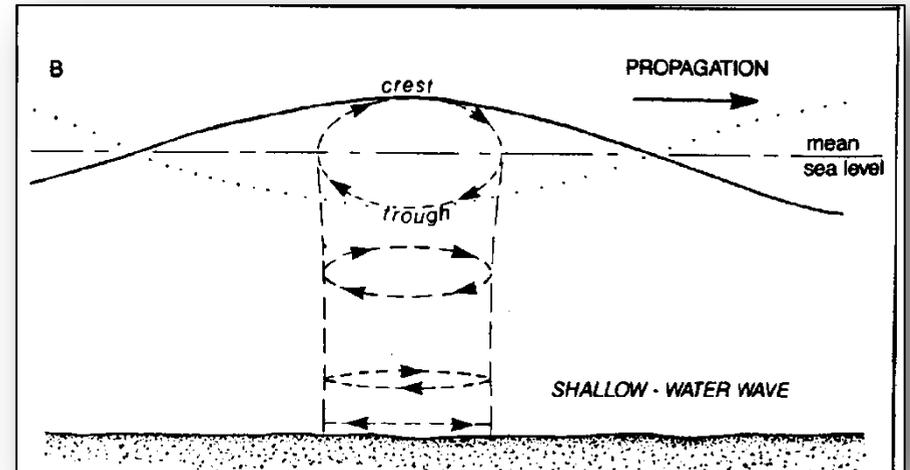
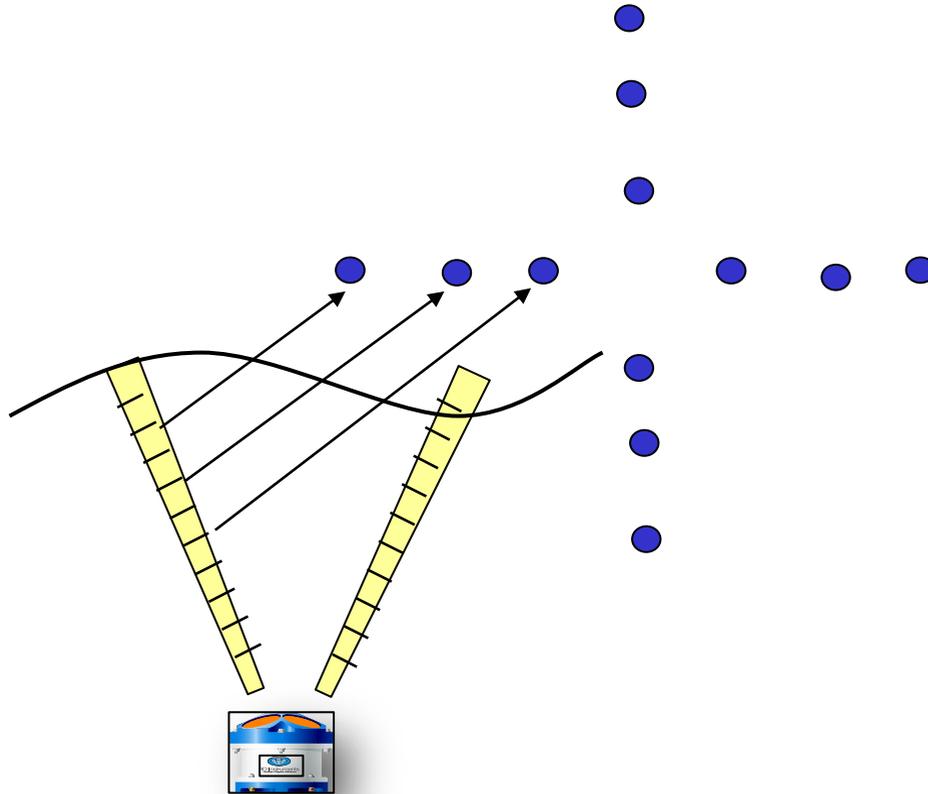


Mesures du turbidimètre invalides après 35 jours d'immersion (biofouling)



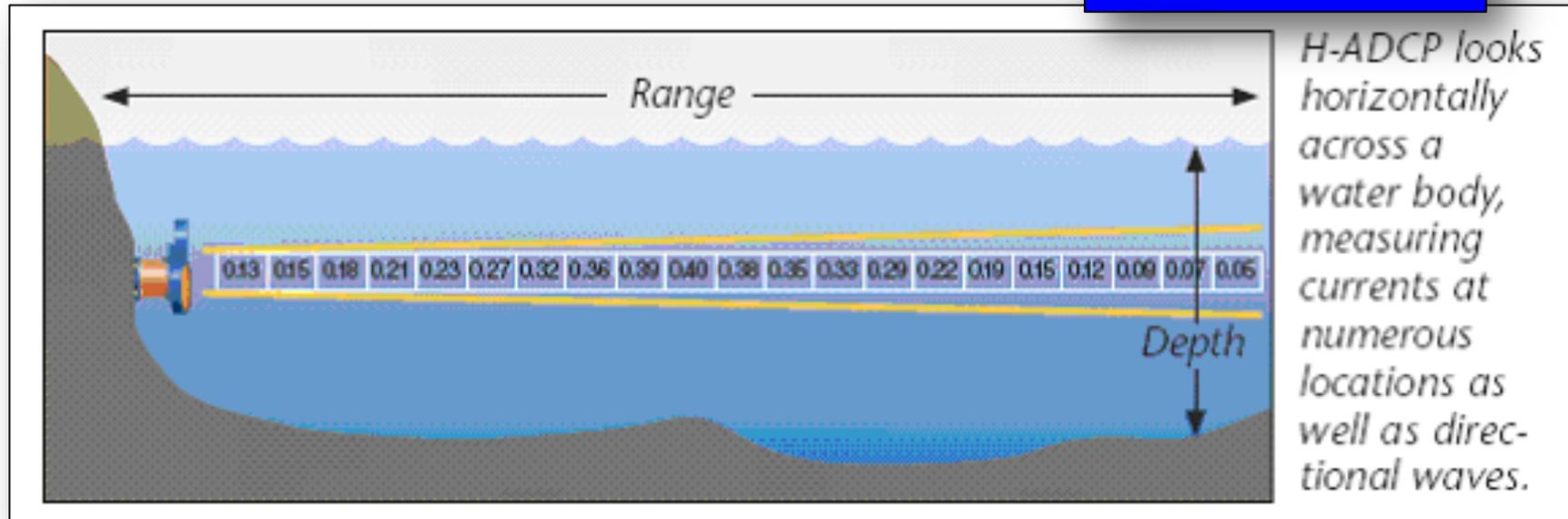
COURANTOMÈTRE AU POINT FIXE

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 COURANTOMÈTRES

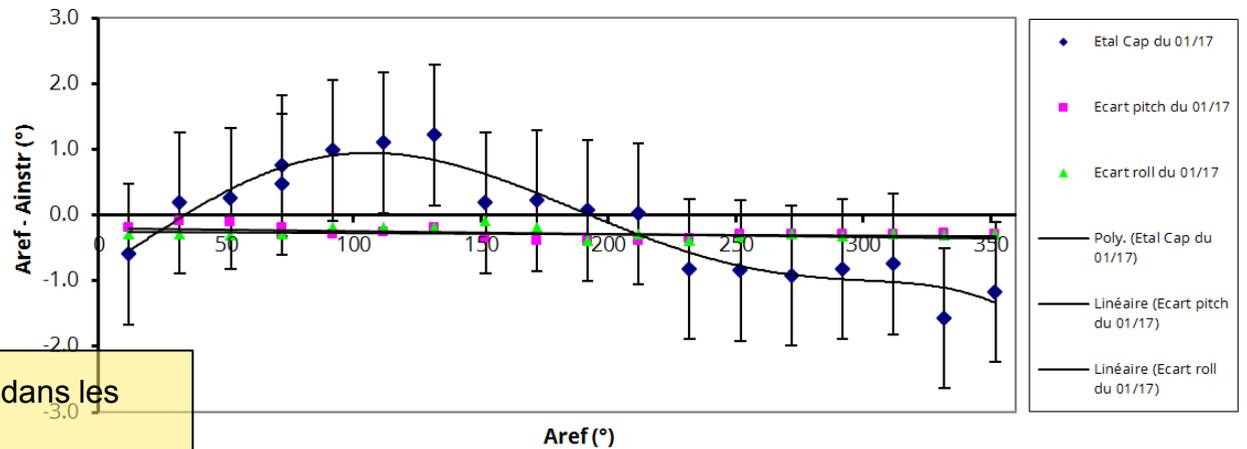


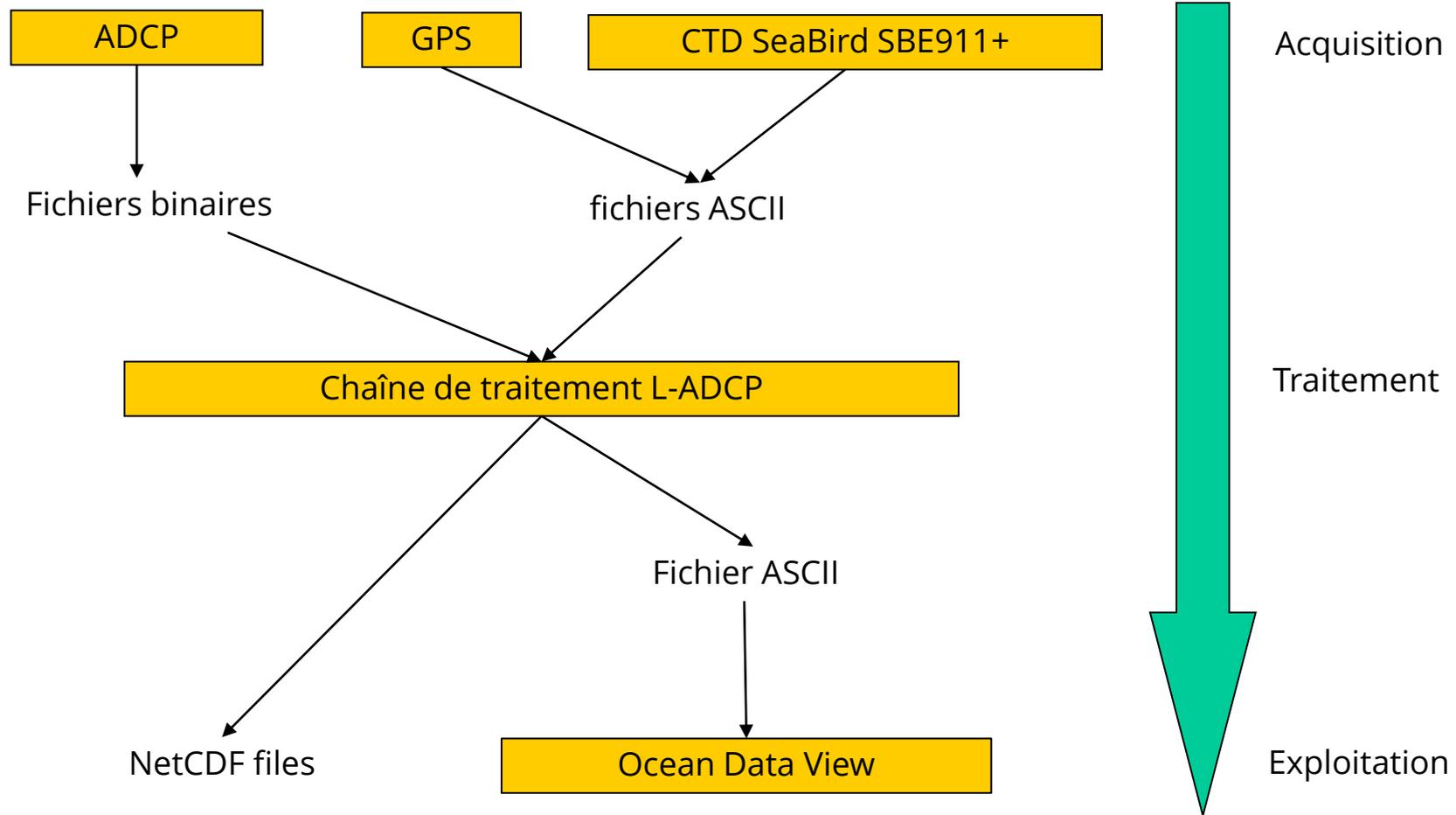
Plateforme d'étalonnage Shom des compas courantomètres



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

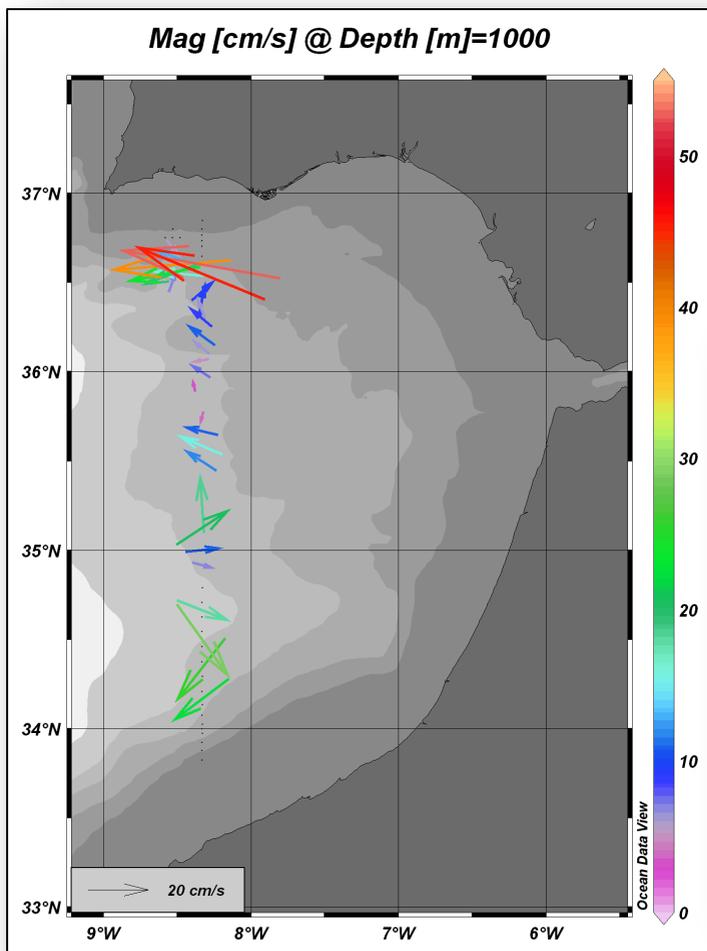
Erreurs angulaires du couple : Tripode + AQP 600 kHz n° 2523, le 17/01/2017.



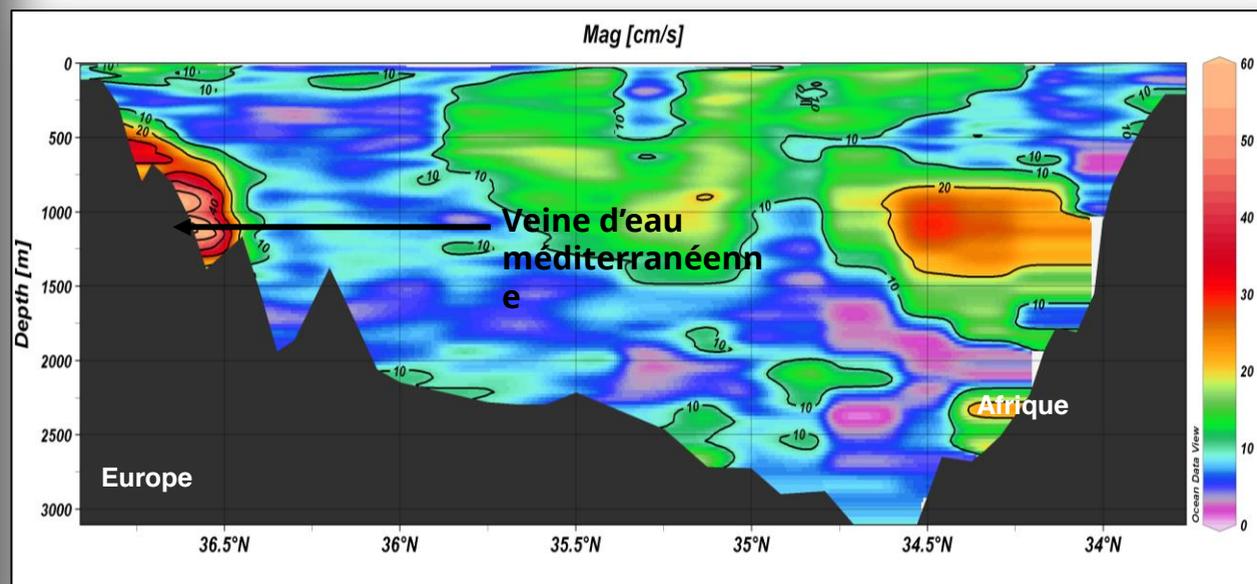


EXEMPLE

Vecteurs courant à 1000m de profondeur



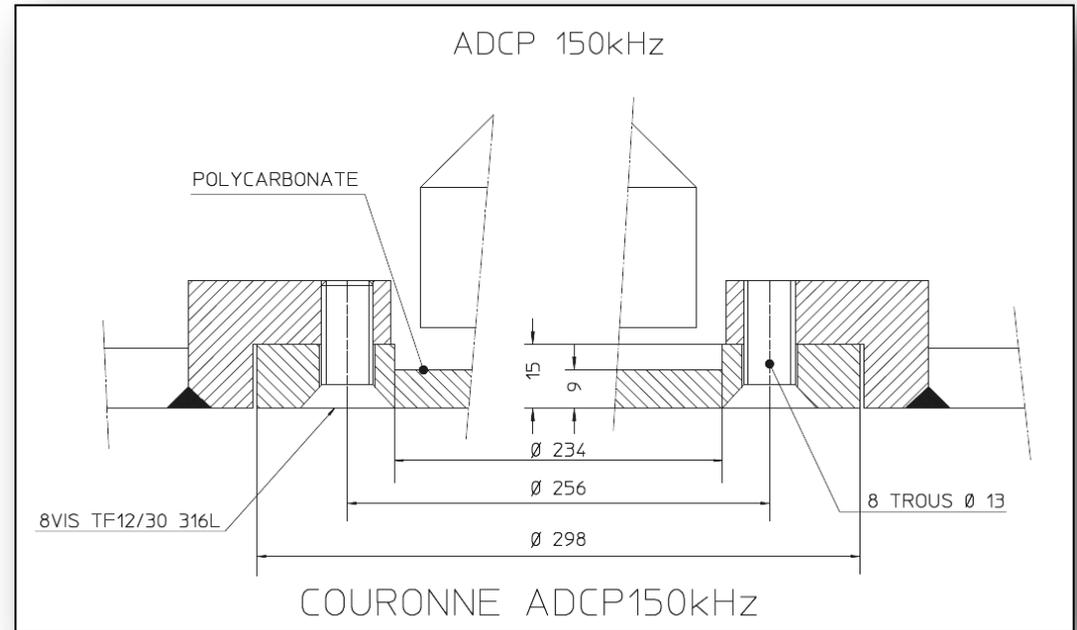
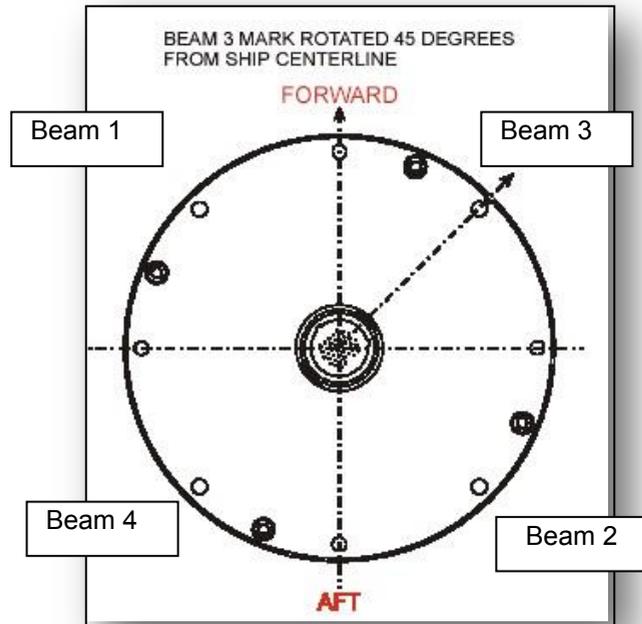
coupe verticale de l'intensité du courant



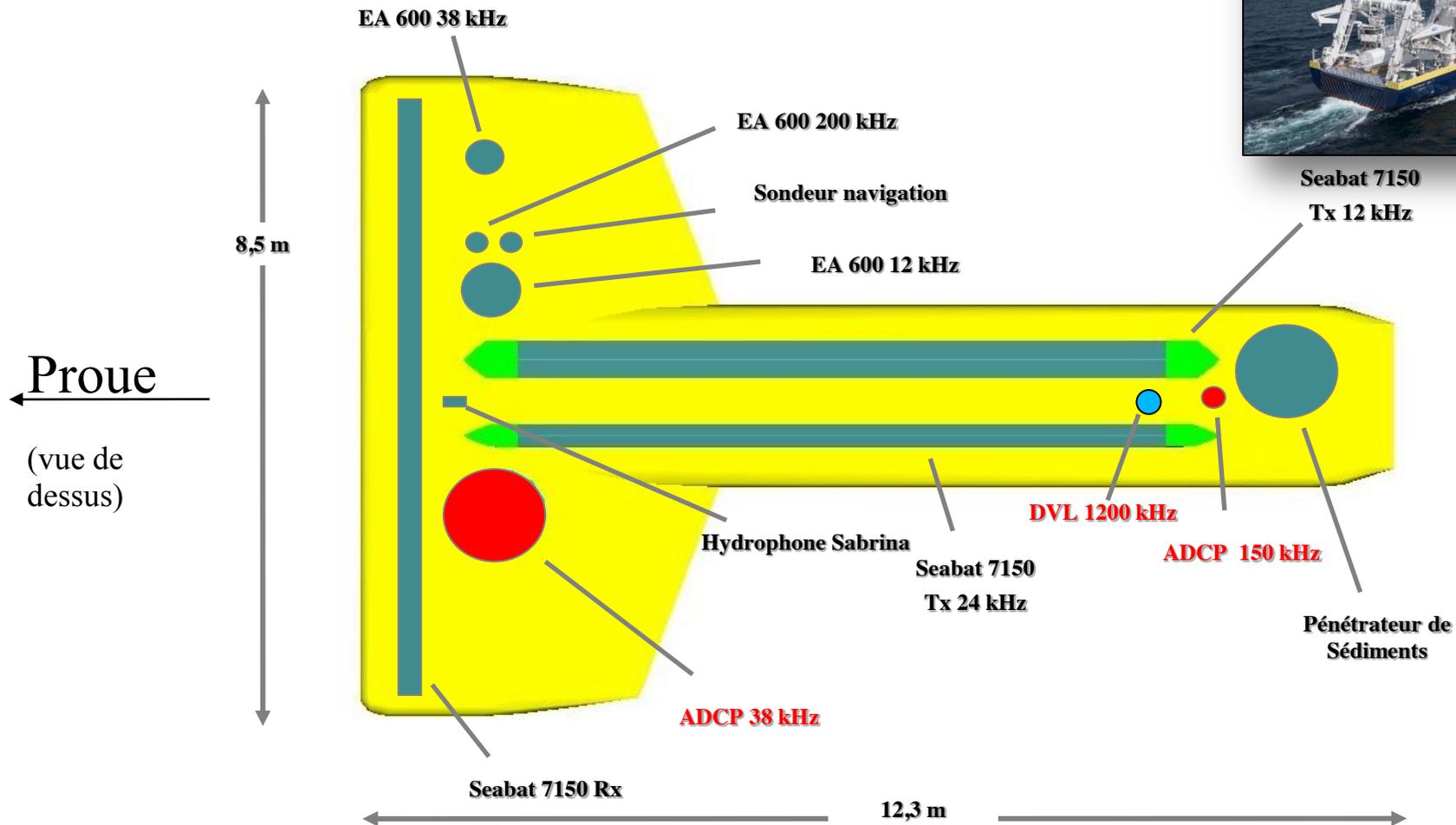
- I. Notion d'acoustique sous-marine
- II. Application à la courantométrie
- III. Courantomètres au point fixe
- IV. L-ADCP
- V. **VM-ADCP (Vessel Mounted Acoustic Doppler Current Profiler)**
- VI. Doppler Velocity Loch

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

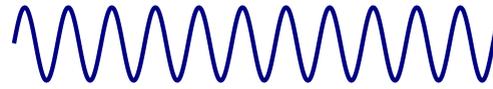




Implantation des transducteurs sur la gondole - Exemple du NO *Pourquoi Pas?* (puit d'eau douce)



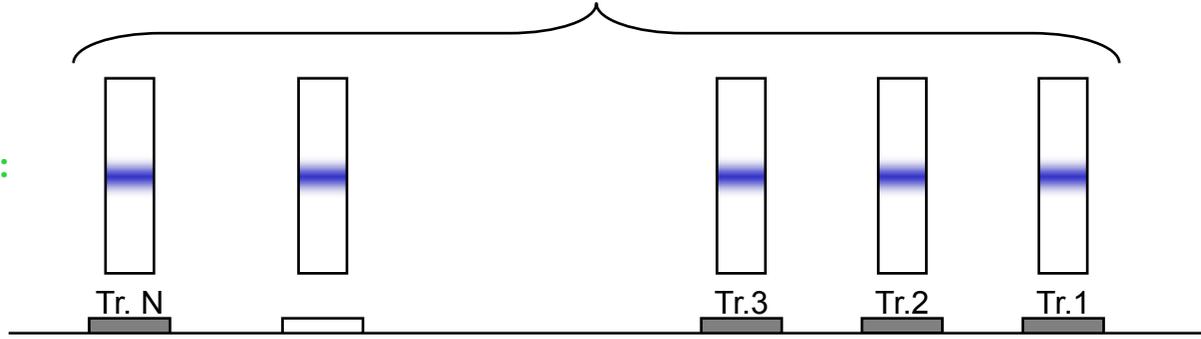
3- Phase de traitement :
Sommation



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

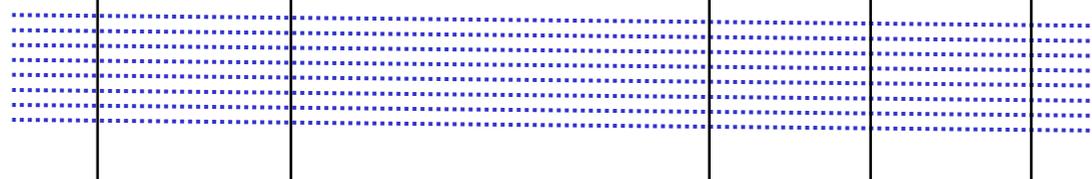


2- Phase d'écoute :
Echantillonnage

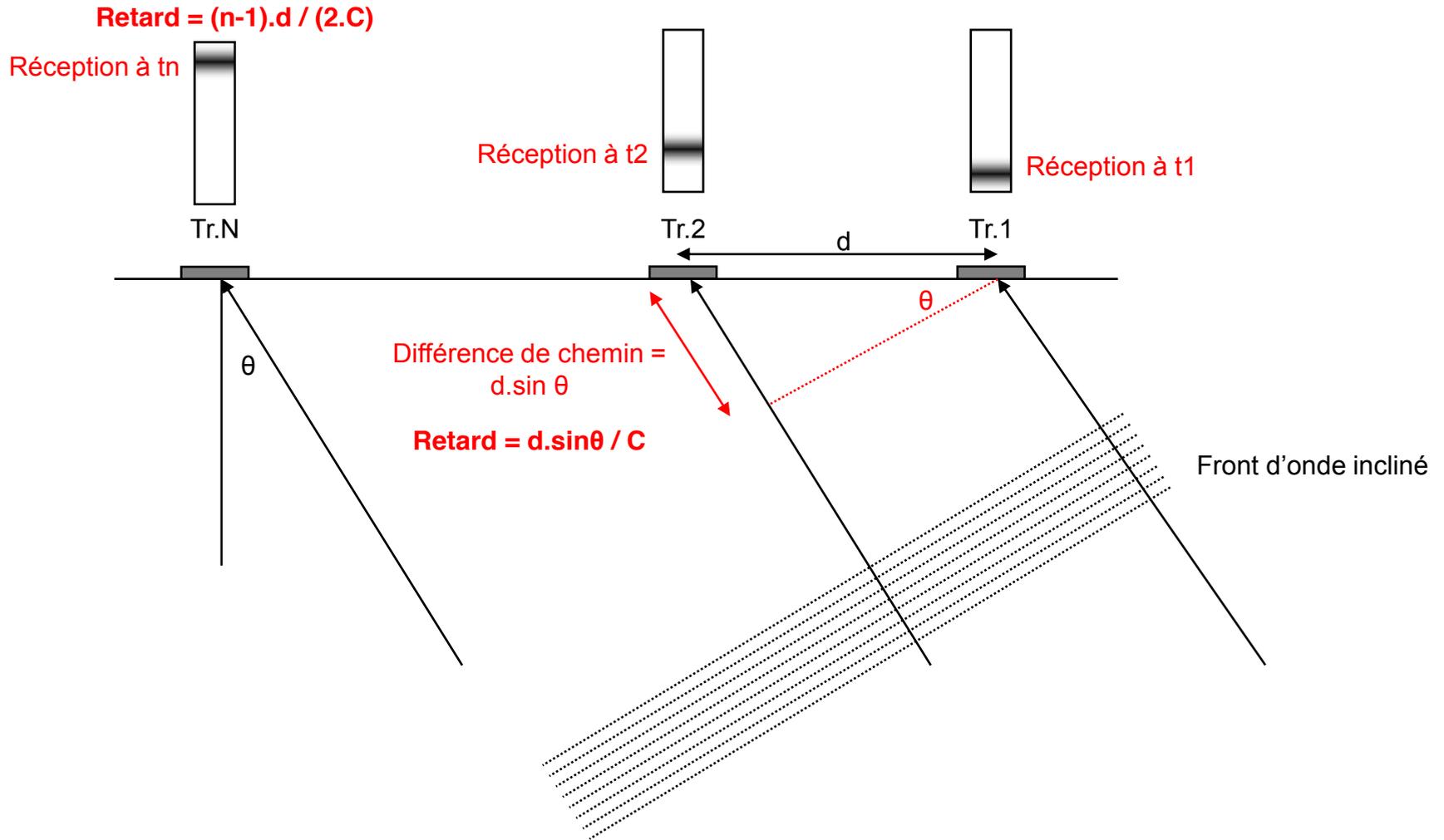


Antenne de N transducteurs

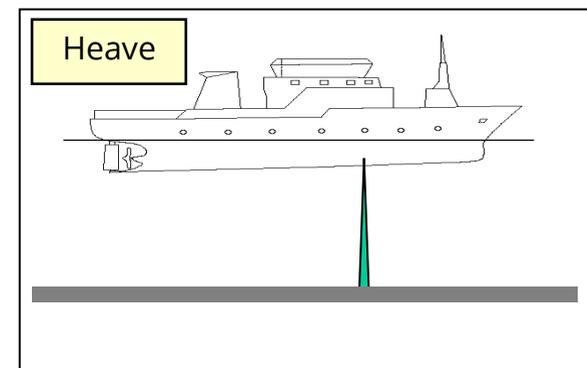
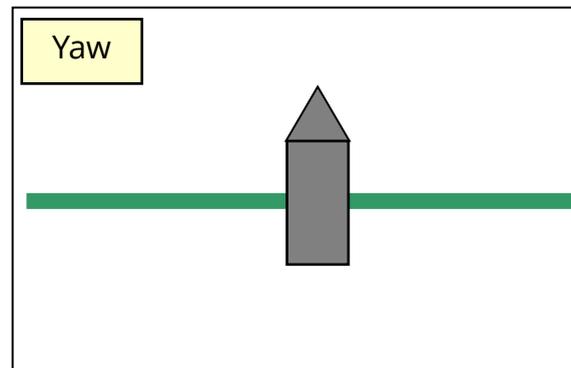
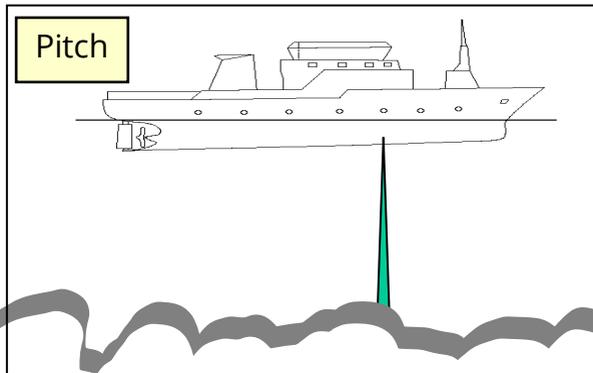
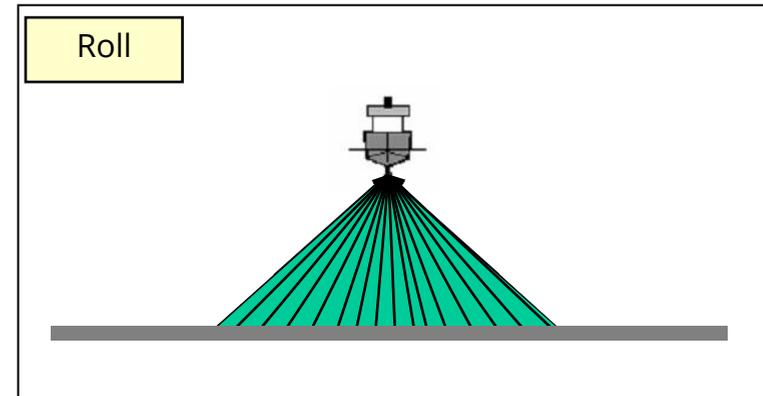
1- Propagation :
Reception du signal



Front d'onde perpendiculaire à l'antenne

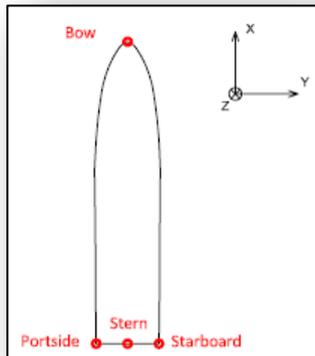
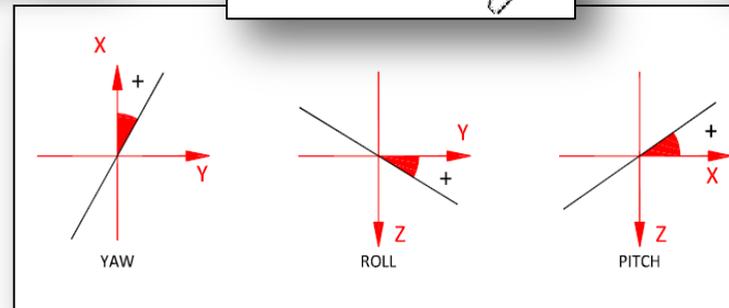
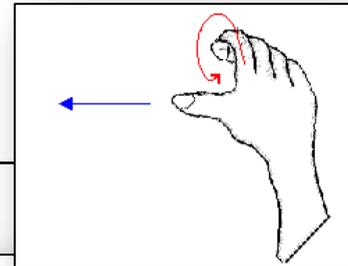


Les sondes sont maintenant référencées par rapport au sondeur. Mais le navire bouge !!

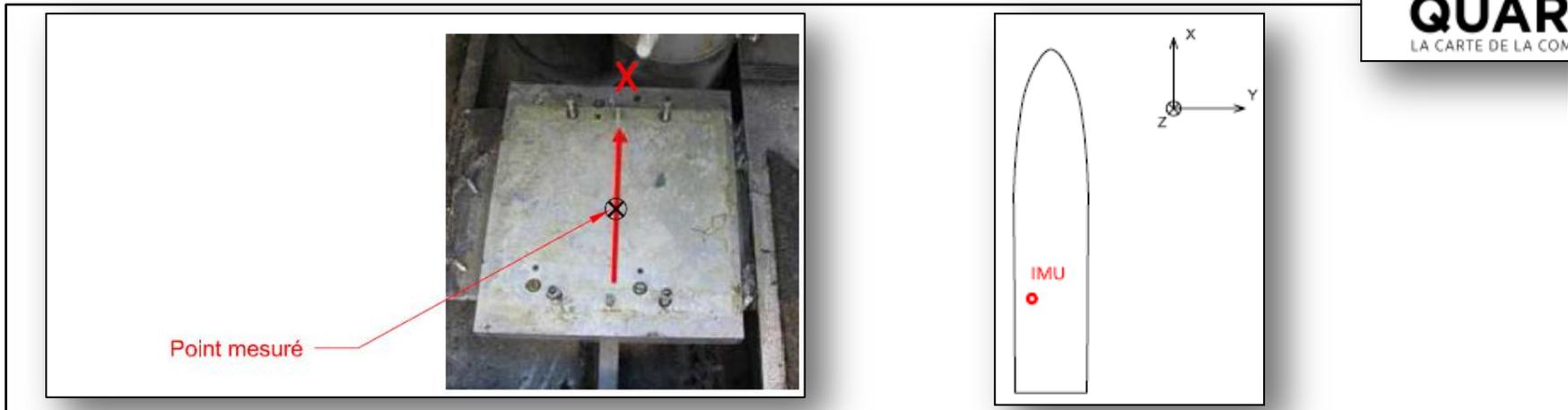


Exemple de Cormoran : repère navire (Rapport Quarta)

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



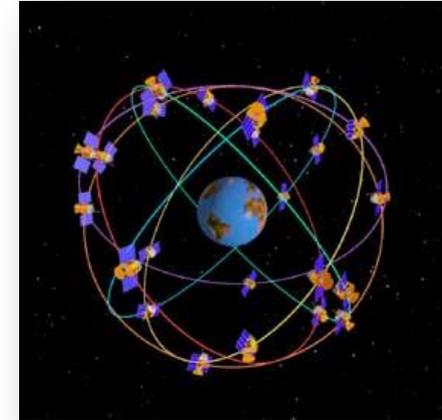
Point	COORDONNEES		PRECISION
IMU	X (m)	-0.650	±0.002
	Y (m)	-0.475	±0.002
	Z (m)	2.404	±0.002

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

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

GGA: hhmss.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
```

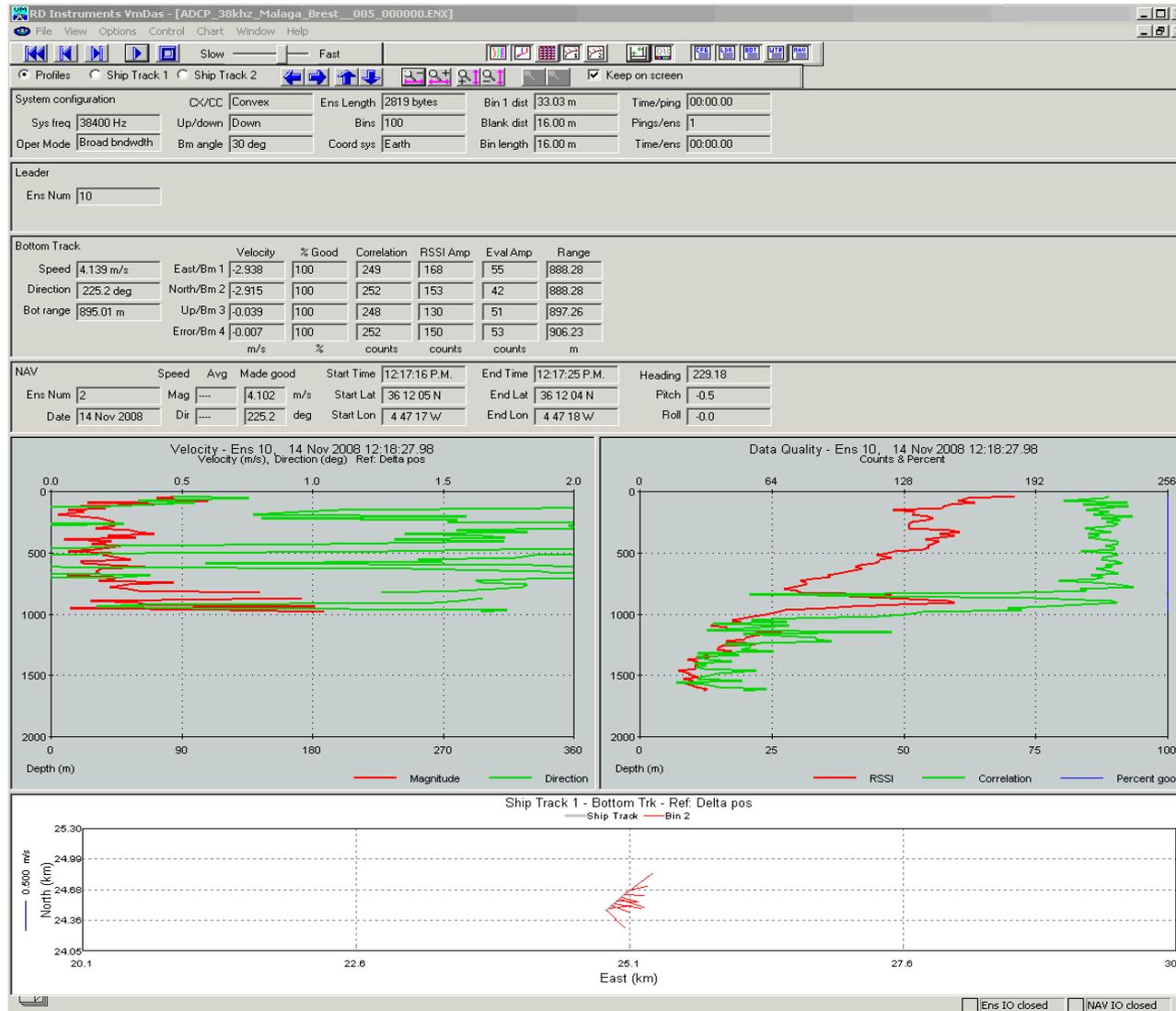
A défaut du PRDID, la trame PASHR délivre le roulis et le tangage et la trame HDT délivre le cap



```
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
```

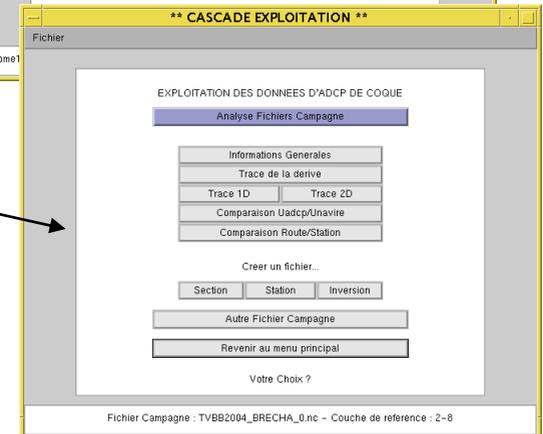
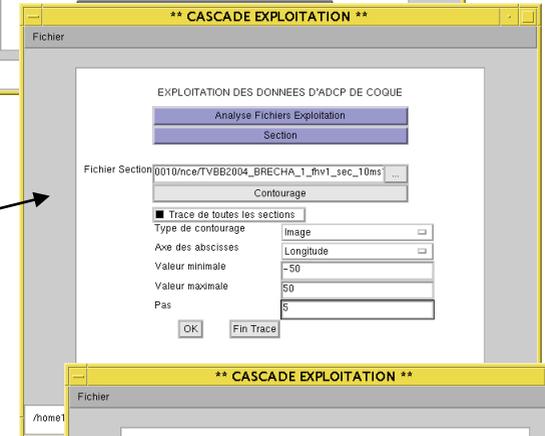
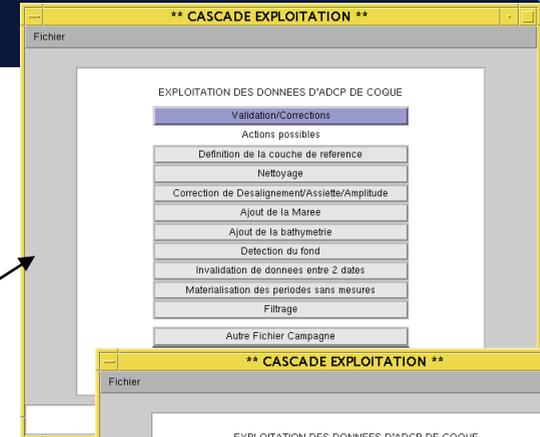
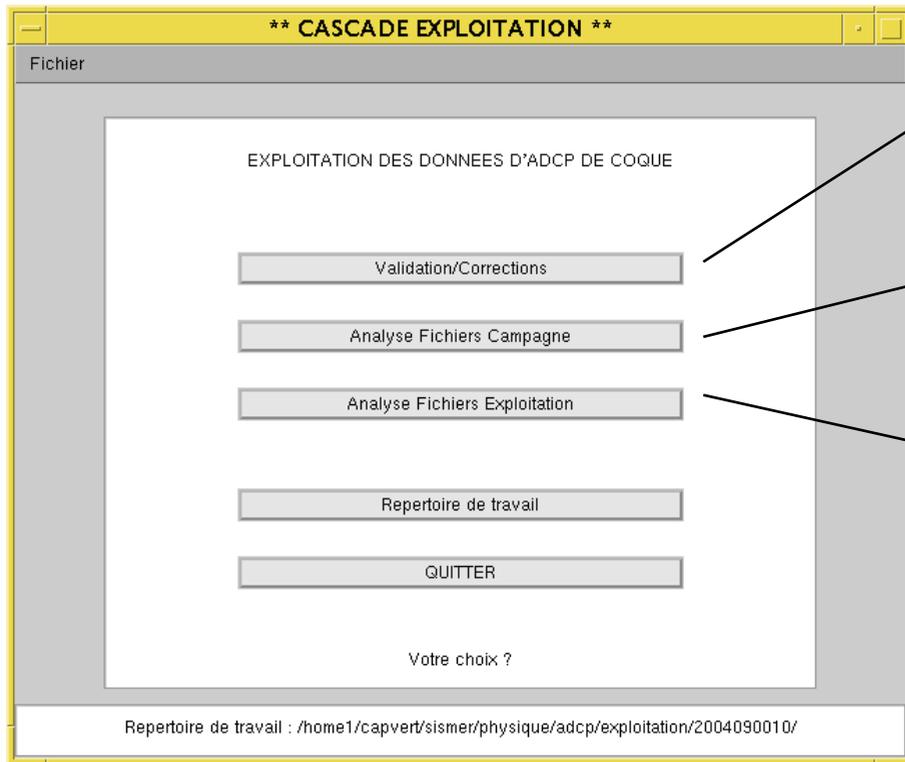
Depuis peu : mesures d'attitude de type "SimradEM" disponible.



[Lien vers VM-DAS](#)

CASCADE v5.2

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



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.guillaume@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 :

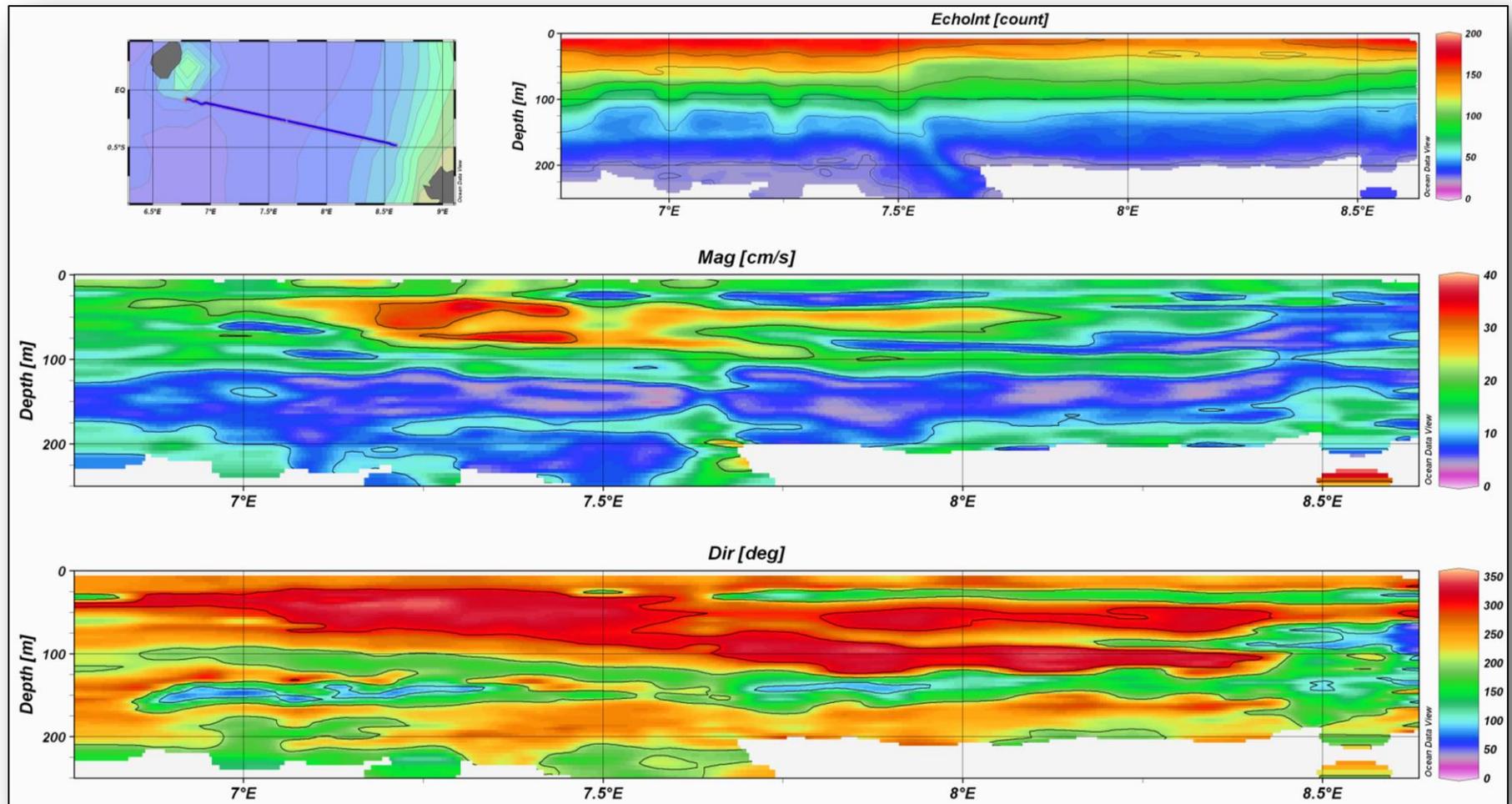
Dernière modification le 2016/09/14 12:58

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

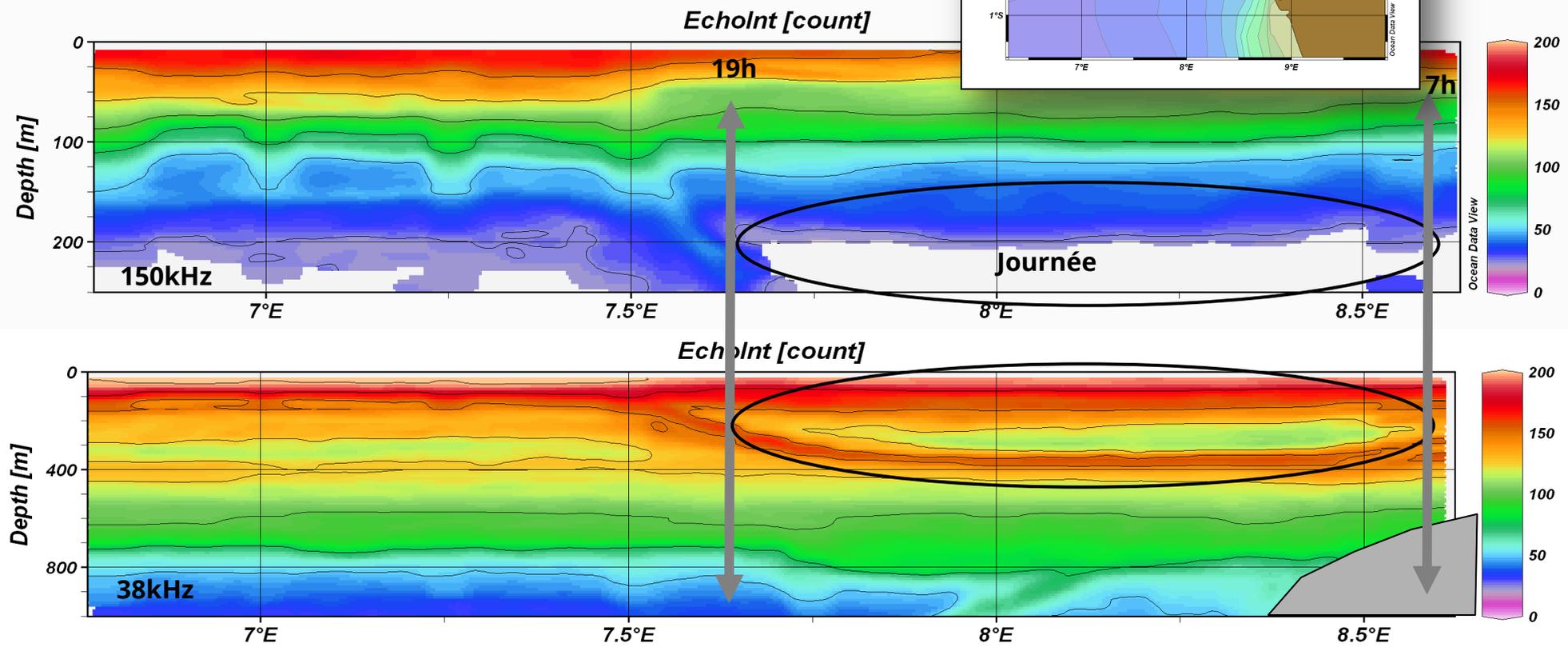
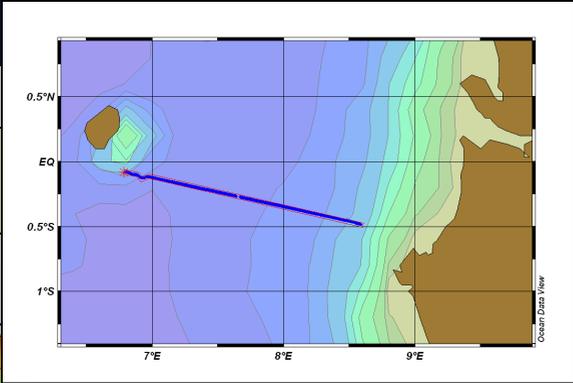
Vérificateur
david.moreau@shom.fr
Correspondant qualité de S3 Moyens
le 2009/05/25 12:09

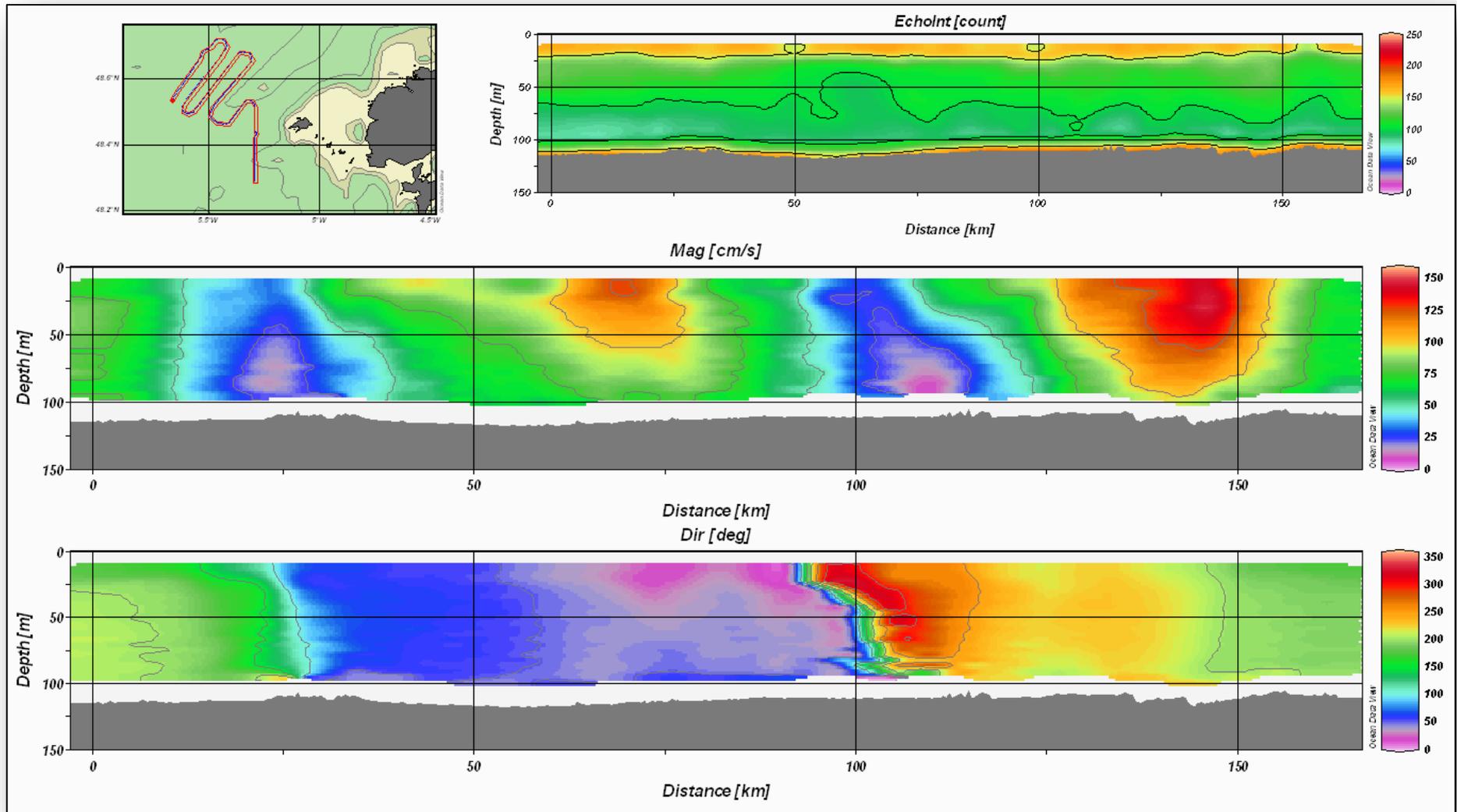
Approbateur
patrice.laporte@shom.fr
Pilote du processus S3 (Moyens)
le 2009/05/25 14:11

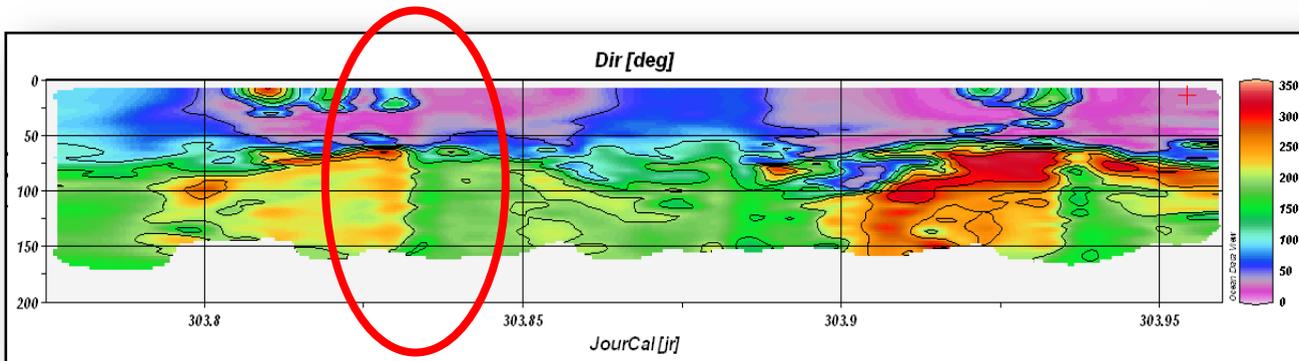
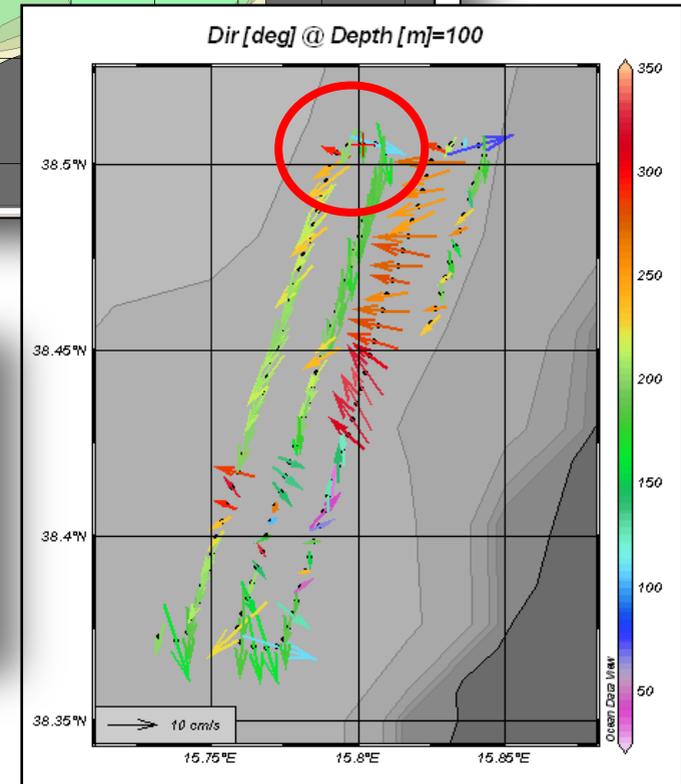
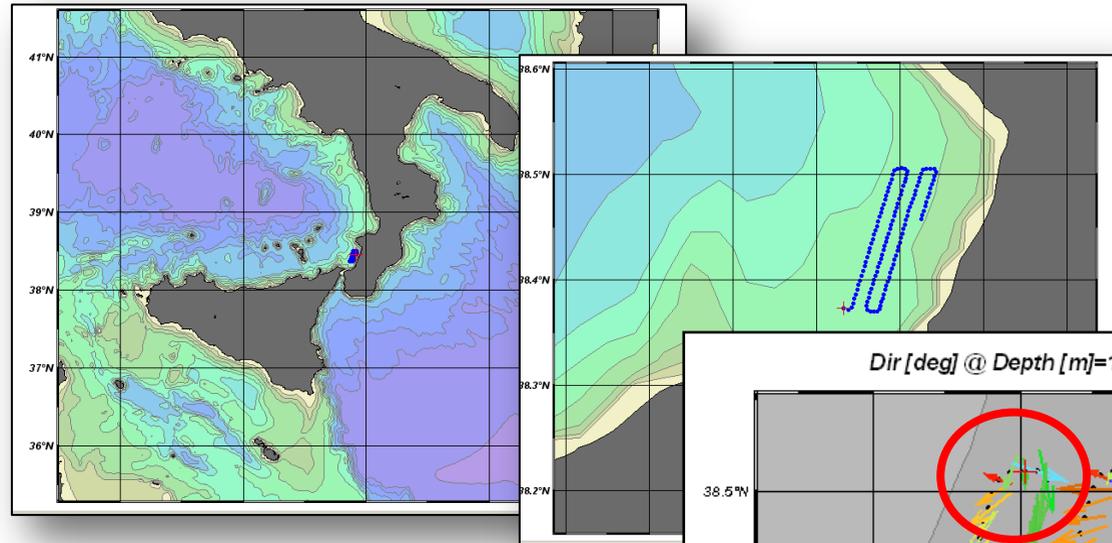
Exemple de la Radiale « OGOOUE » ADCP 150kHz – vitesses moyennées sur 2min



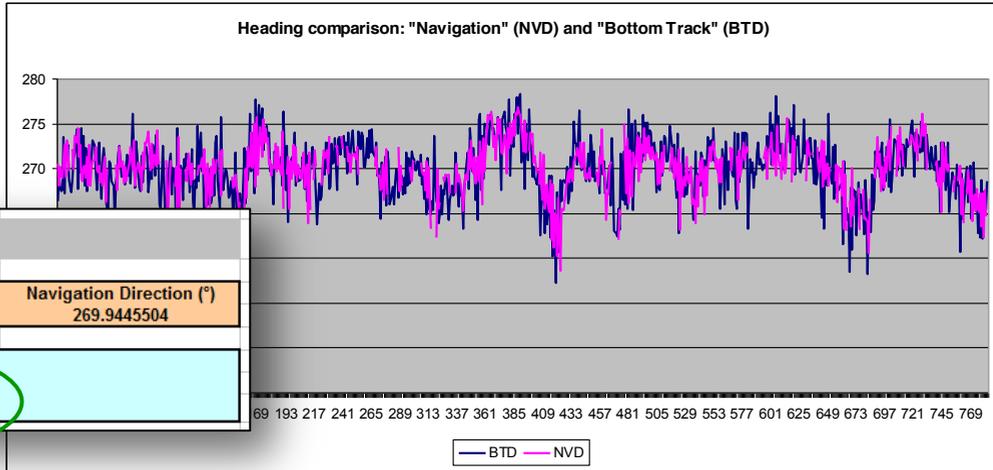
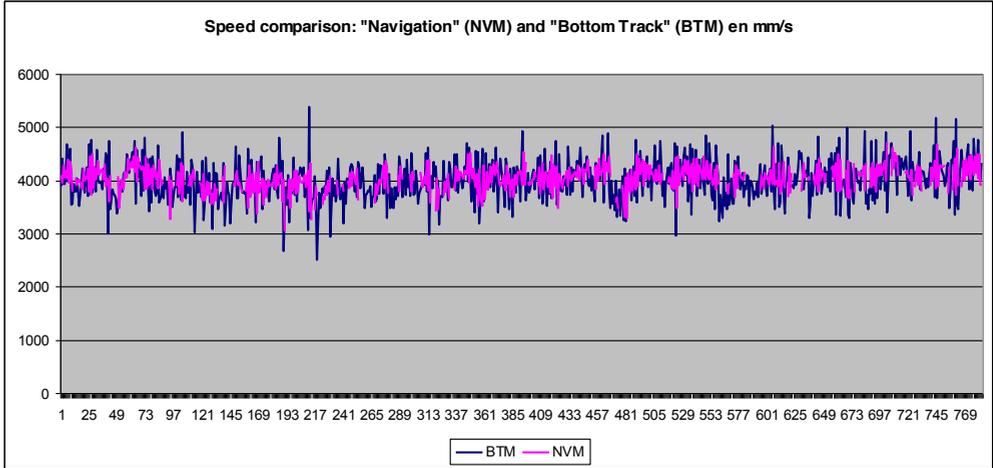
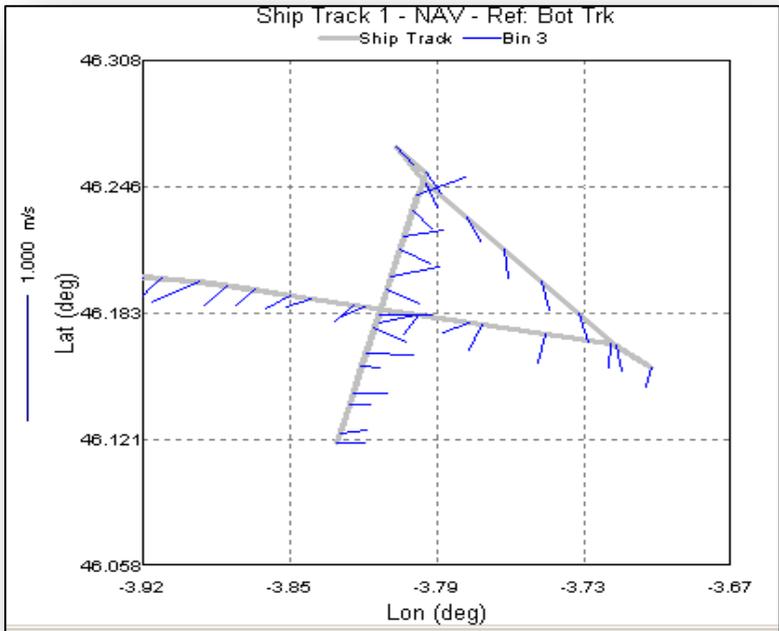
Comparaison des échos rétrodiffusés ADCP 150kHz et 38kHz (normes)
(moyennées sur 2min - reportées sur les longitudes)



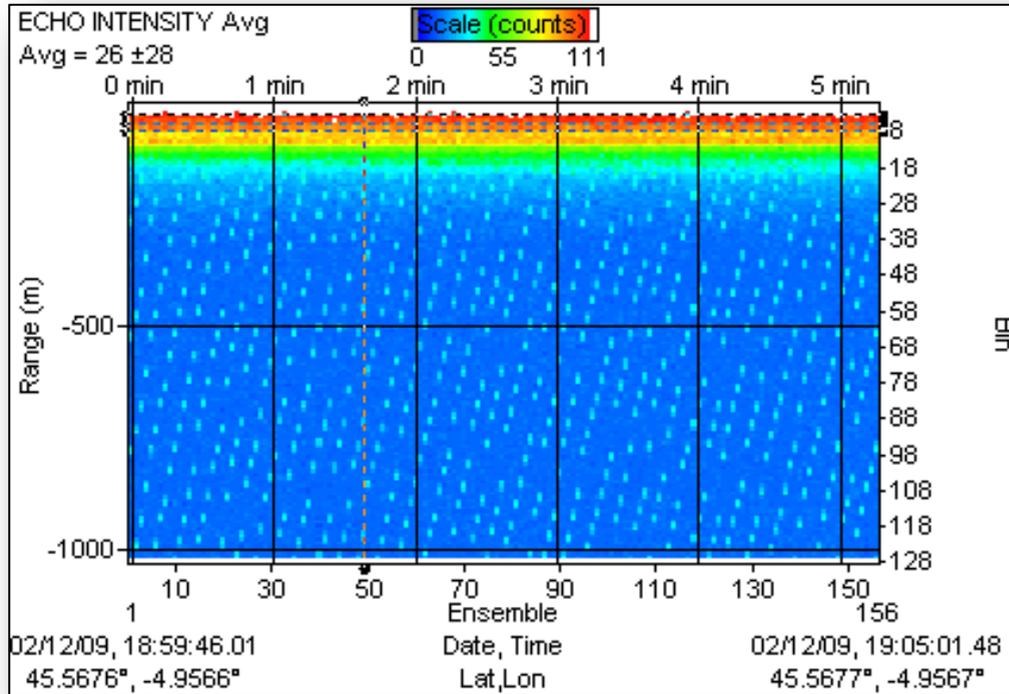




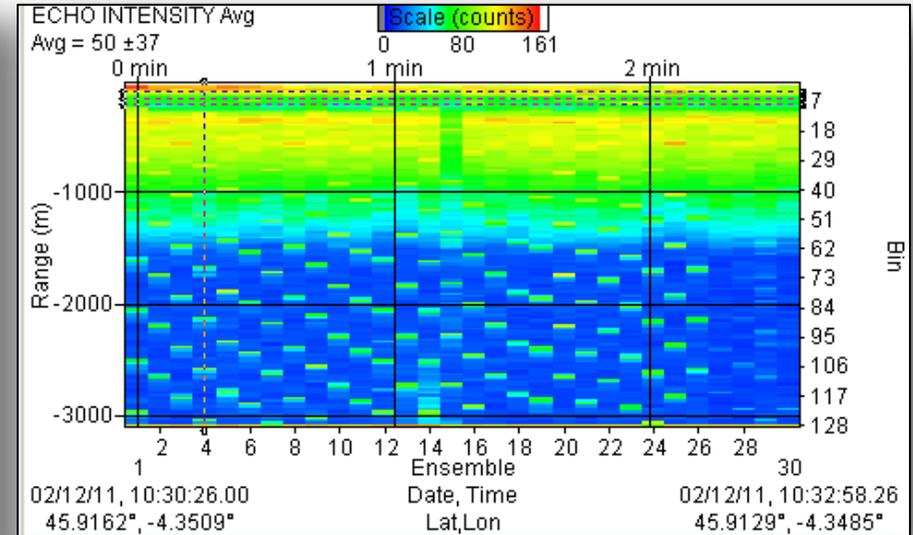
Exemple: VM-ADCP 150kHz – NO Pourquoi Pas?



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		



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



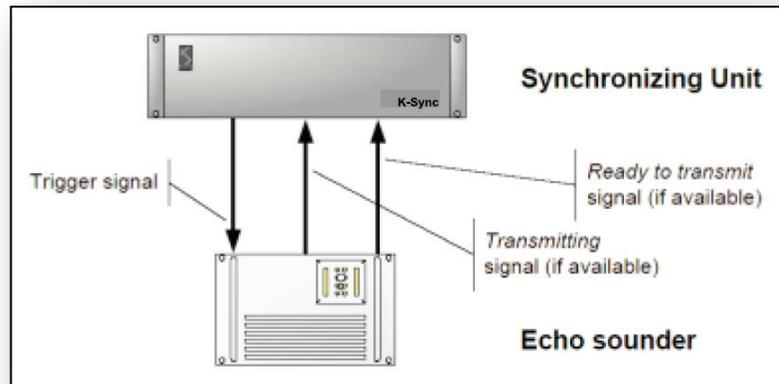
Exemple d'interférences de l'EA400 sur l'OS 38kHz

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-Synch

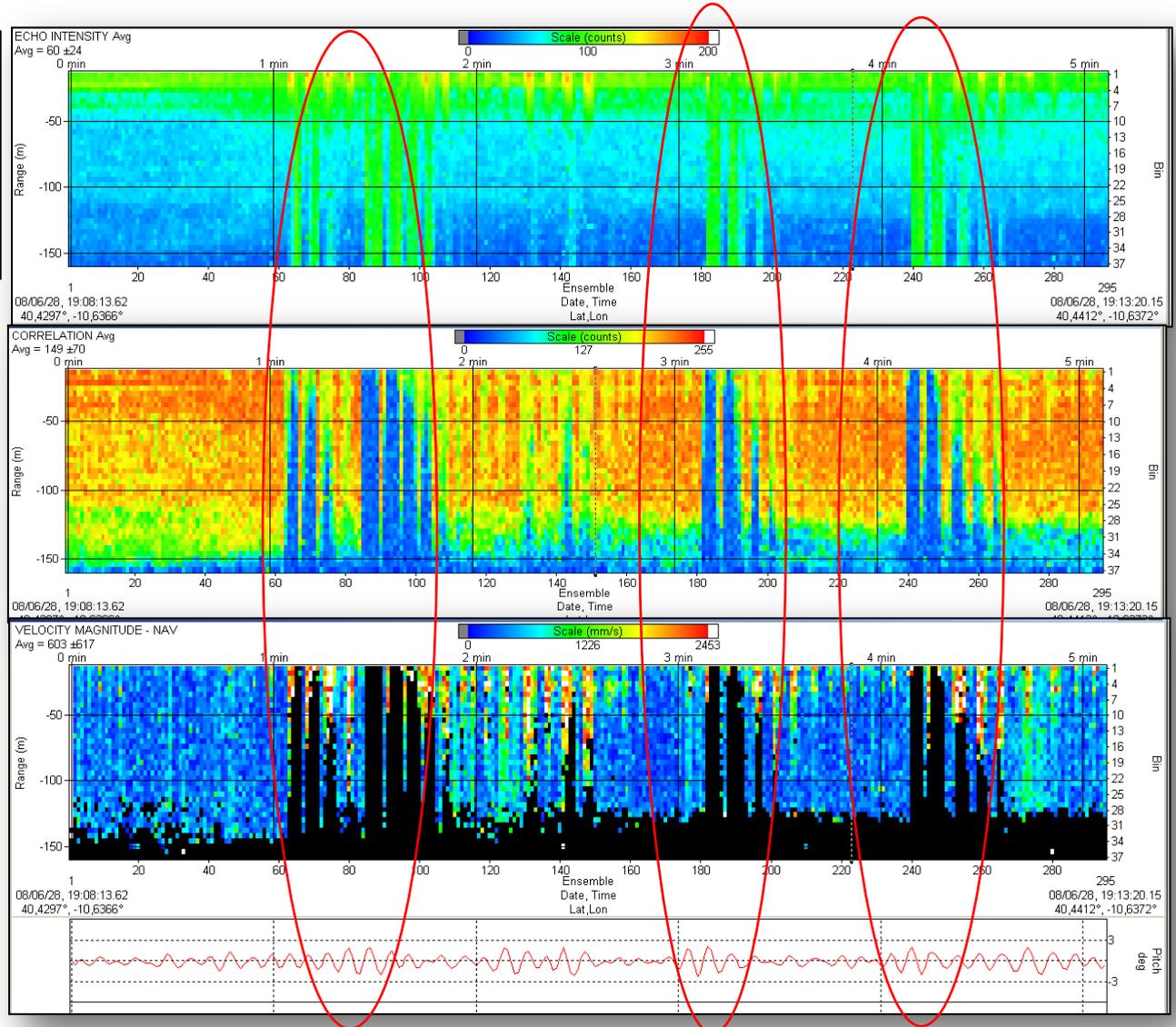
Ifremer OCEA

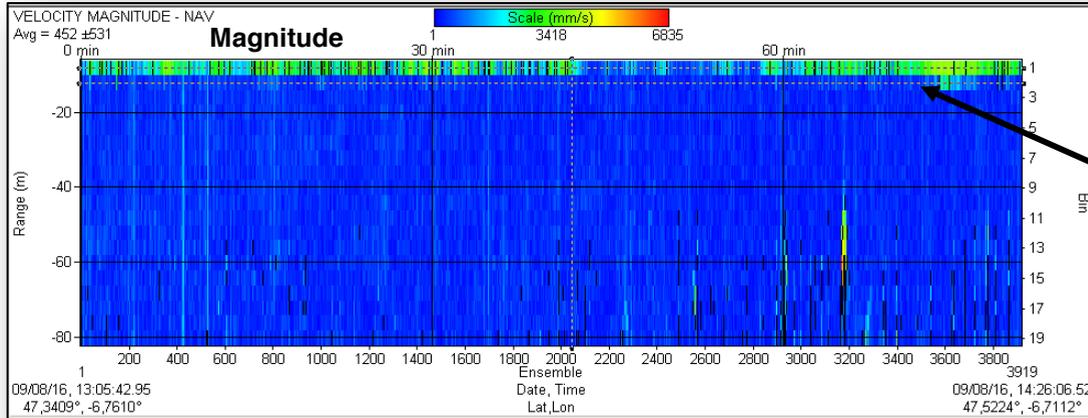


NO Pourquoi Pas?

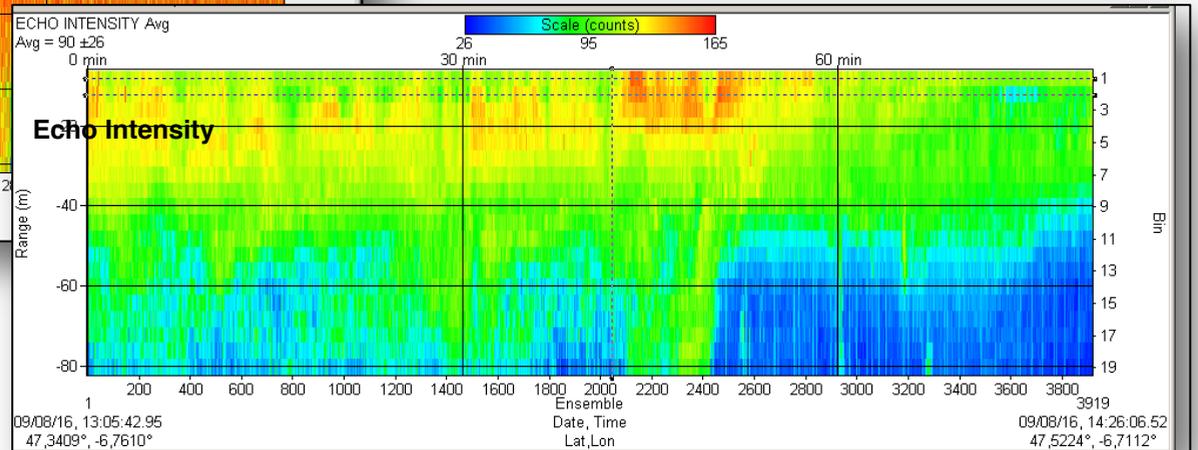
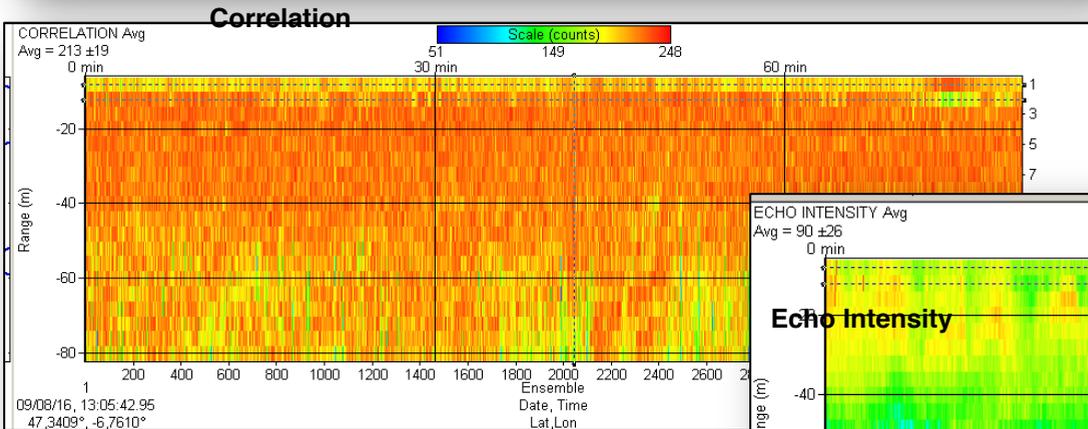
Mer 5, vent à 30nds et houle face au navire

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

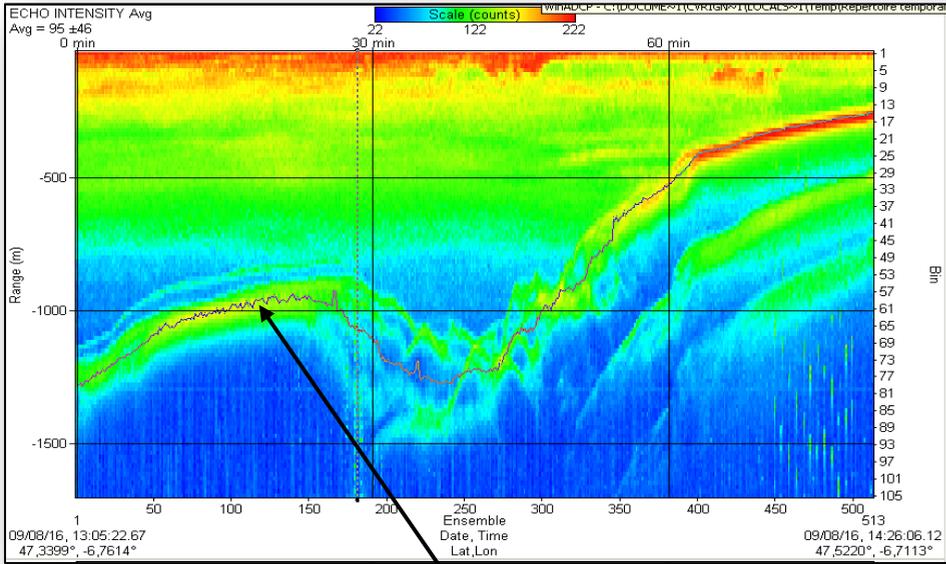




Vitesse de la première cellule à 2m/s (= vitesse navire)

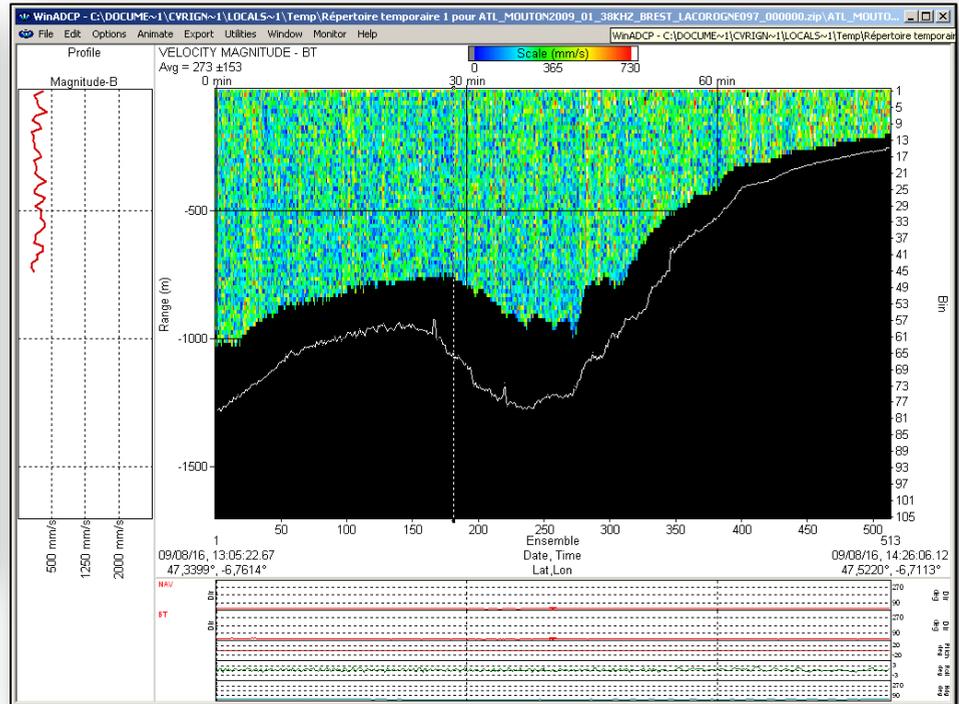


Portée du sondeur à 1700m par 500m de fond = echo multiple du fond



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

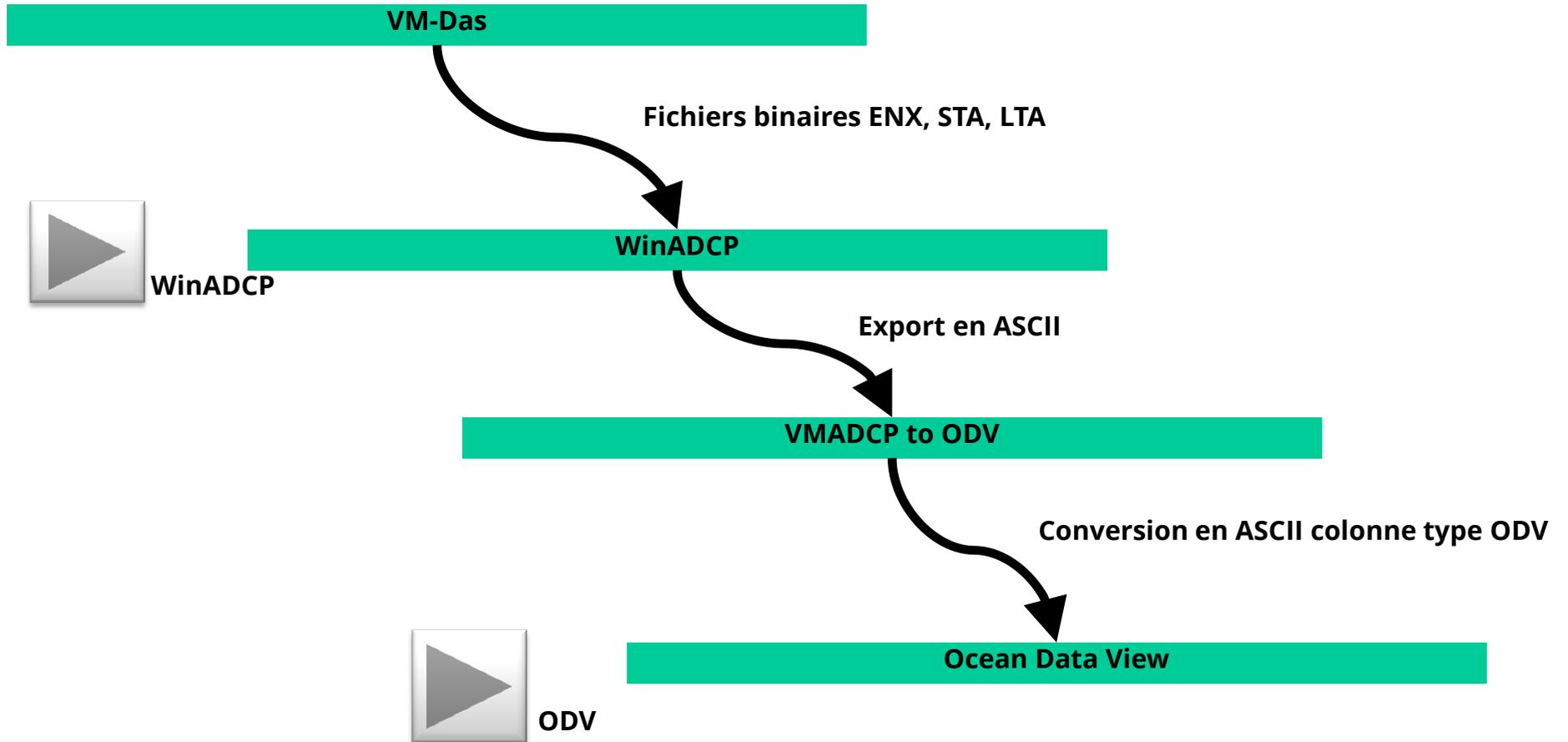
; Immersion du transducteur (en dm)
ED000070

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

; FIN
    
```



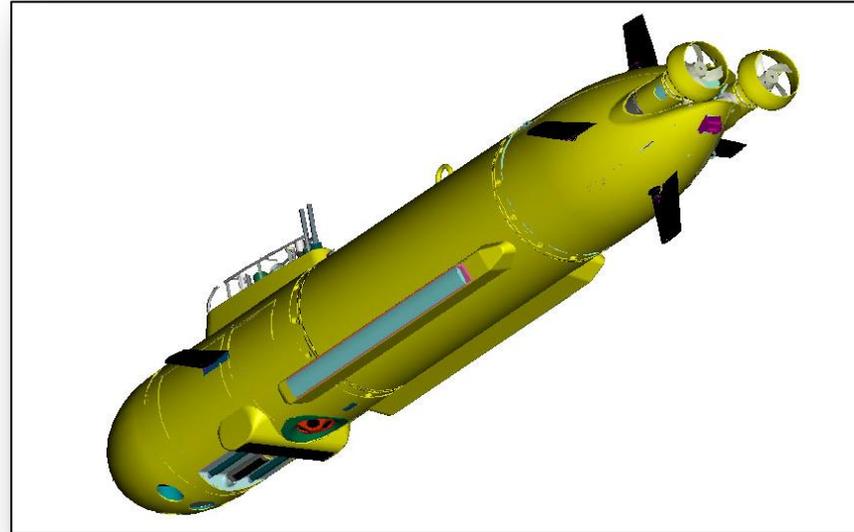
VMDas



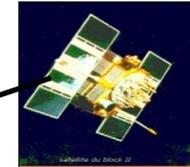
- I. Notion d'acoustique sous-marine
- II. Application à la courantométrie
- III. Courantomètres au point fixe
- IV. L-ADCP
- V. VM-ADCP (Vessel Mounted Acoustic Doppler Current Profiler)
- VI. Doppler Velocity Loch

Doppler Velocity Loch

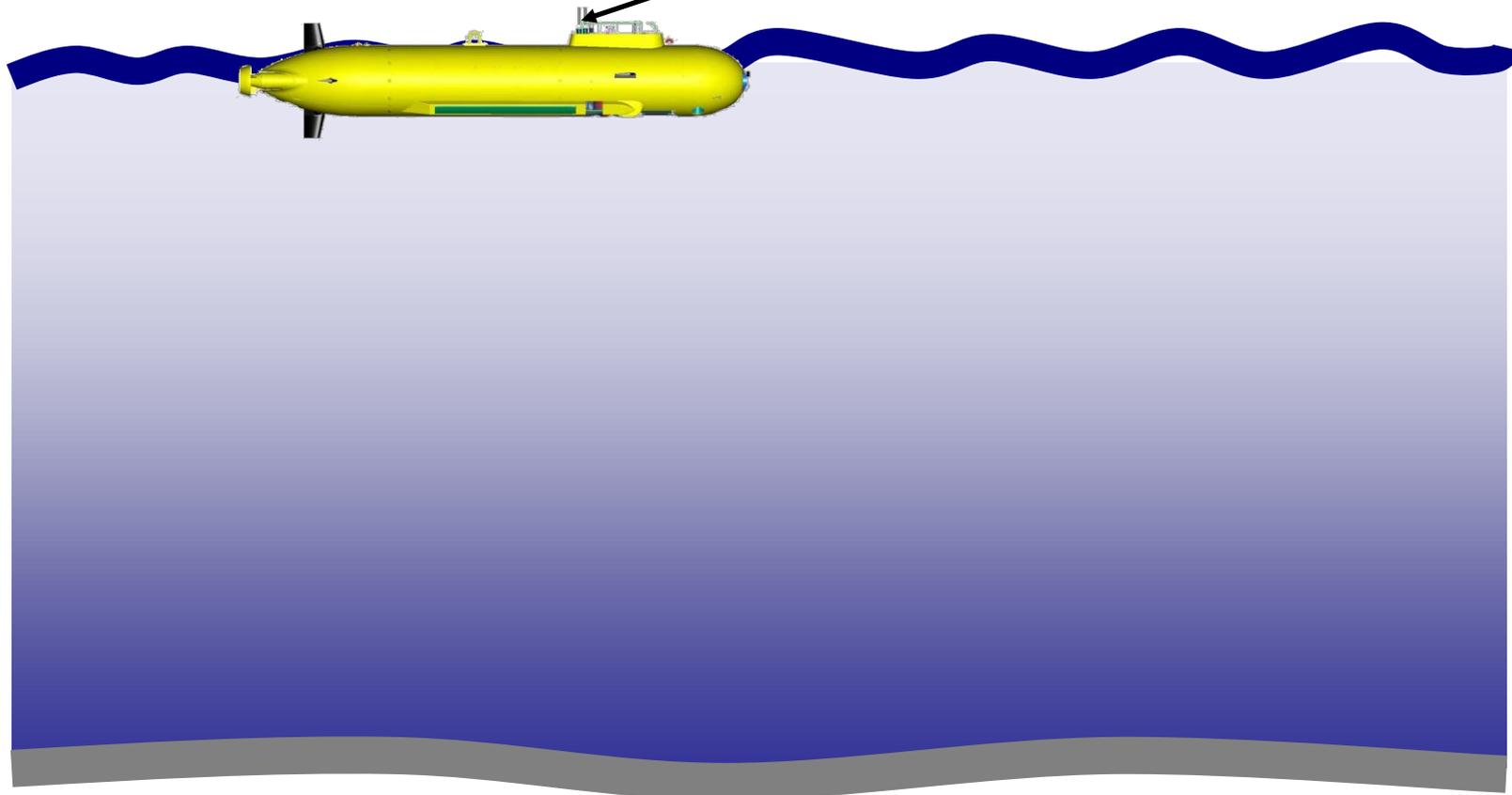
- ▶ ADCP type WorkHorse 1200kHz.
- ▶ Water Profiling + Bottom ping + Water Mass
- ▶ Intégration sur AUV Daurade
- ▶ Sur Pourquoi Pas ?



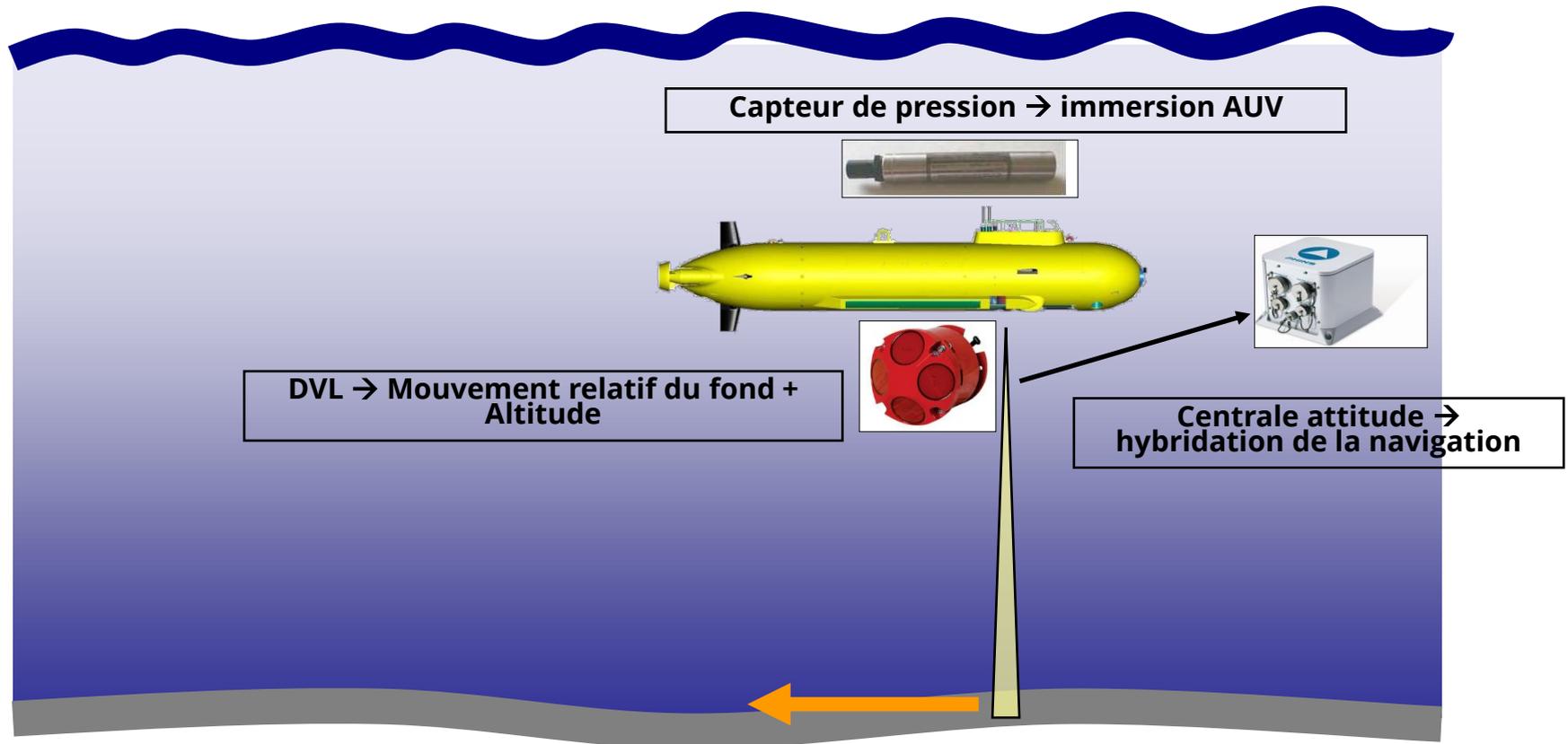
Navigation en surface : positions
fournies par GPS



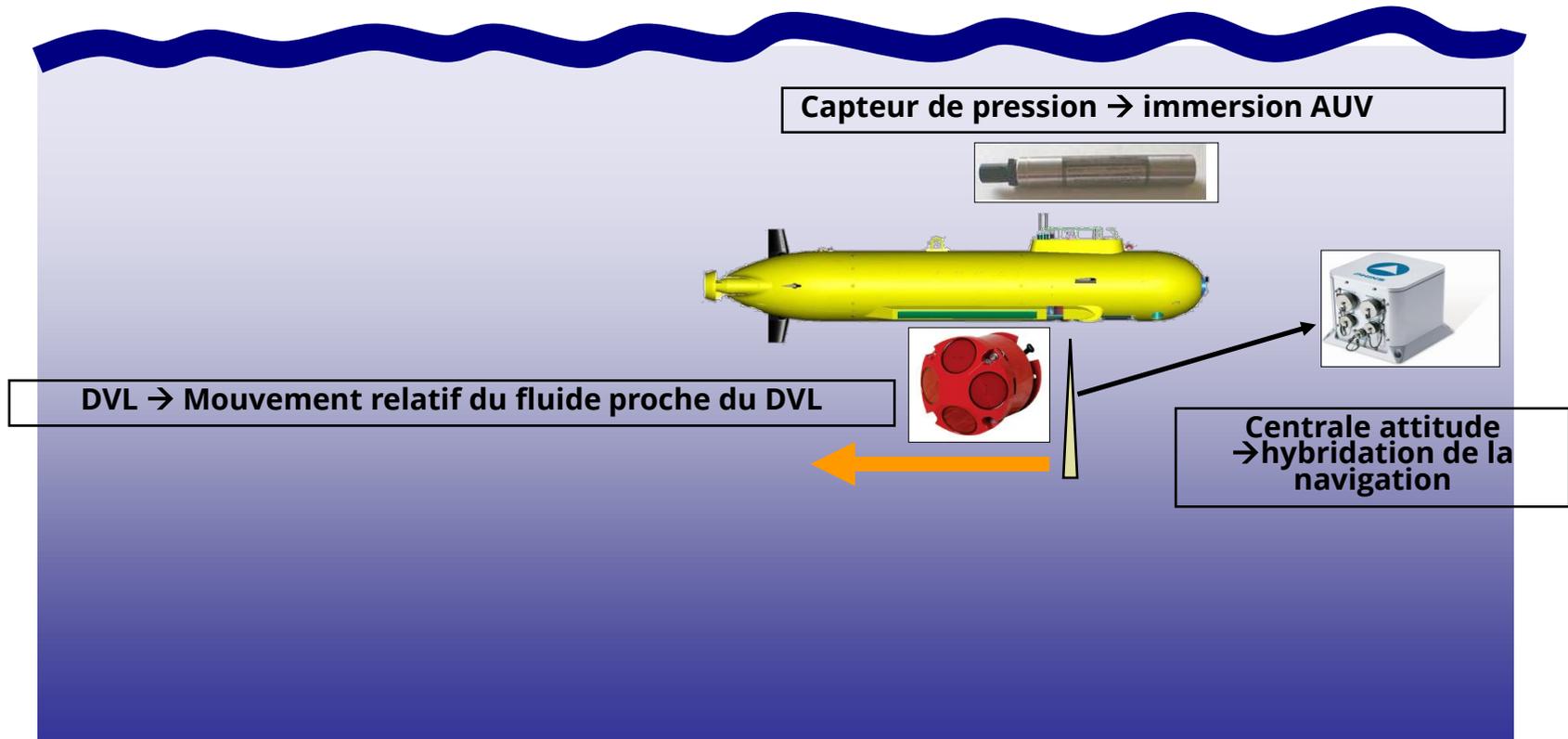
*GPS position en
surface*



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

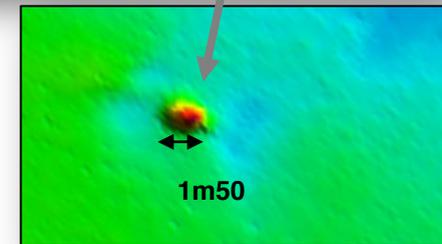
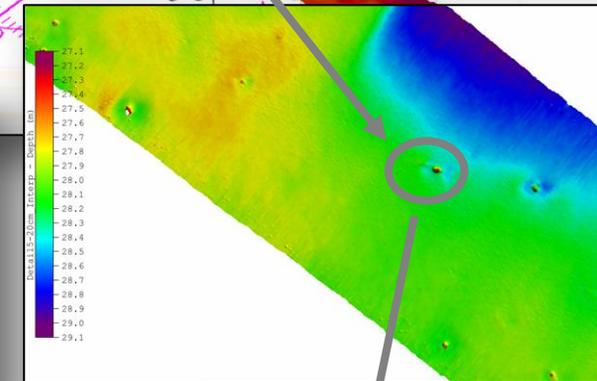
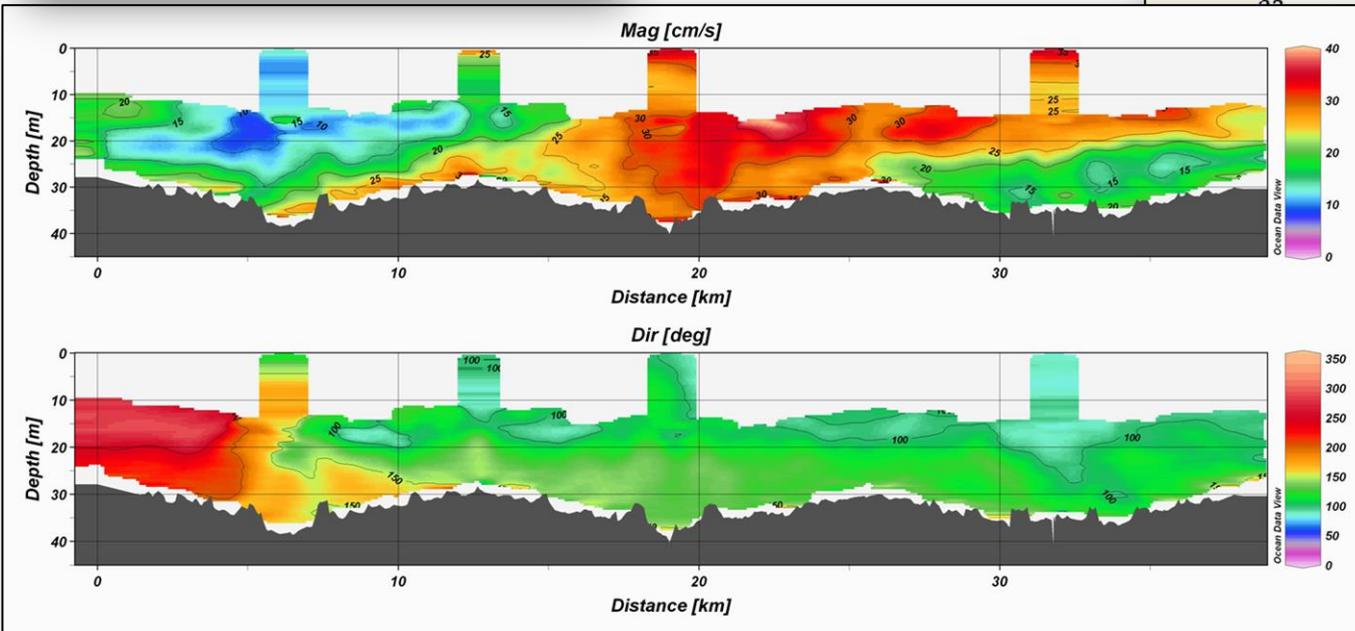
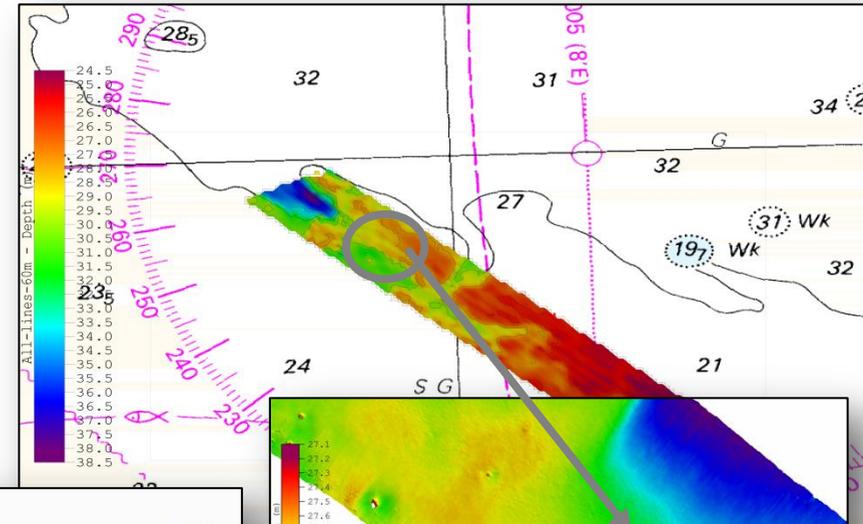
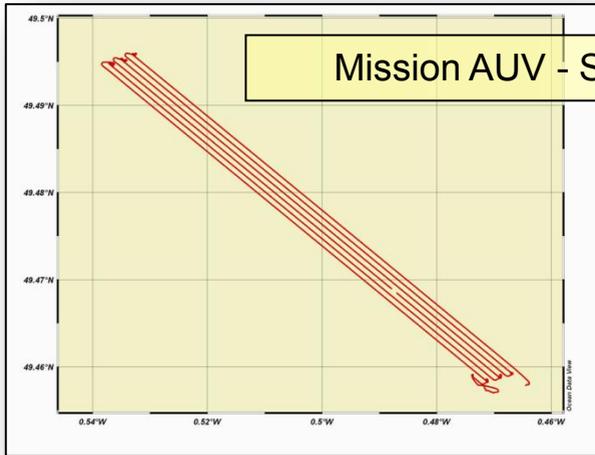


Navigation en subsurface :
Si le fond n'est pas en portée la
navigation se fait avec le
déplacement relatif du fluide



DOPPLER VELOCITY LOCH

DVL + ADCP



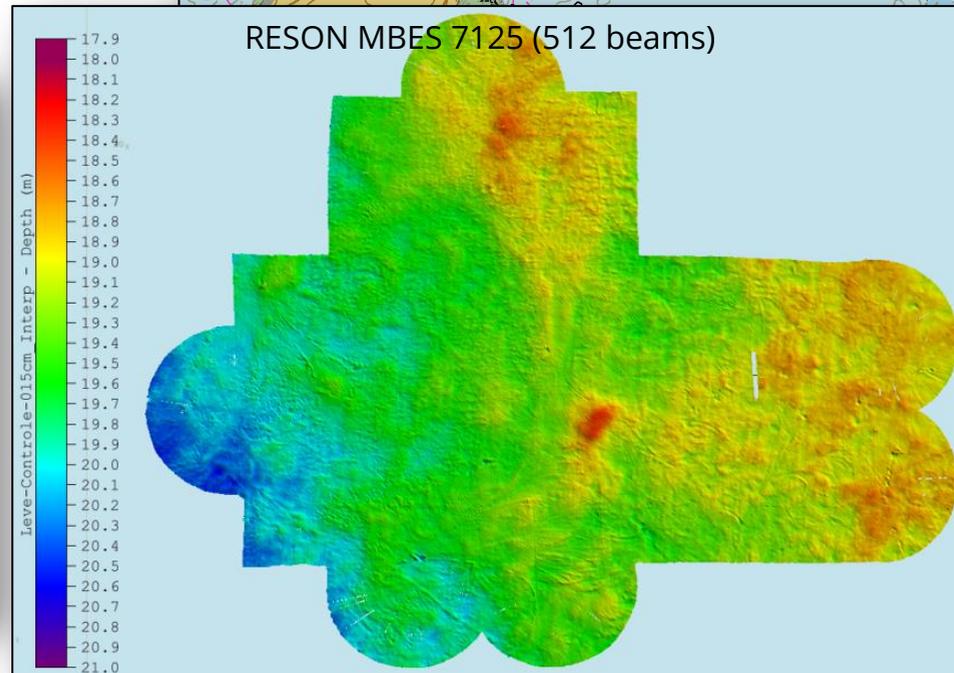
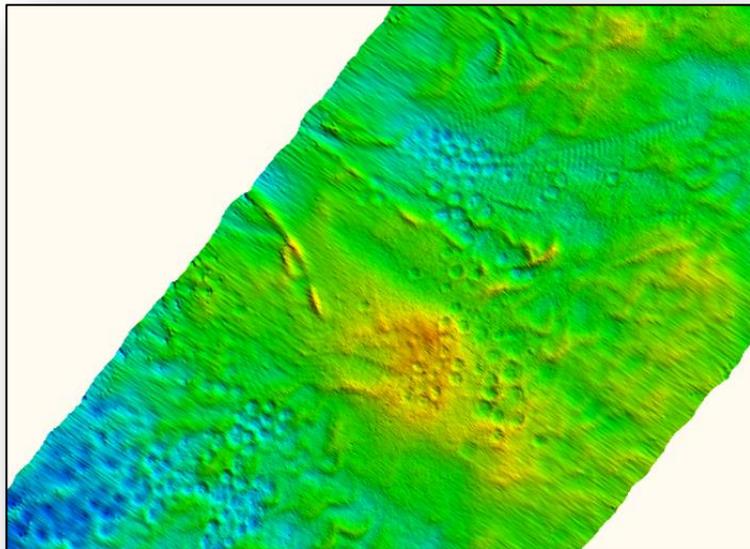
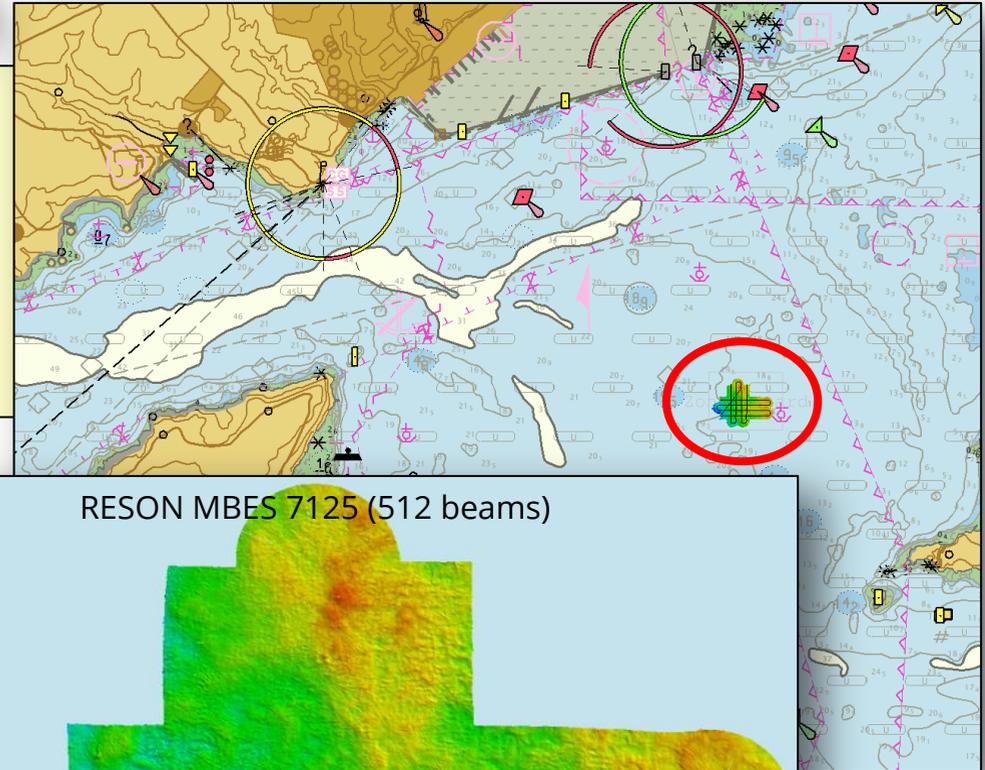
DOPPLER VELOCITY LOCH

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

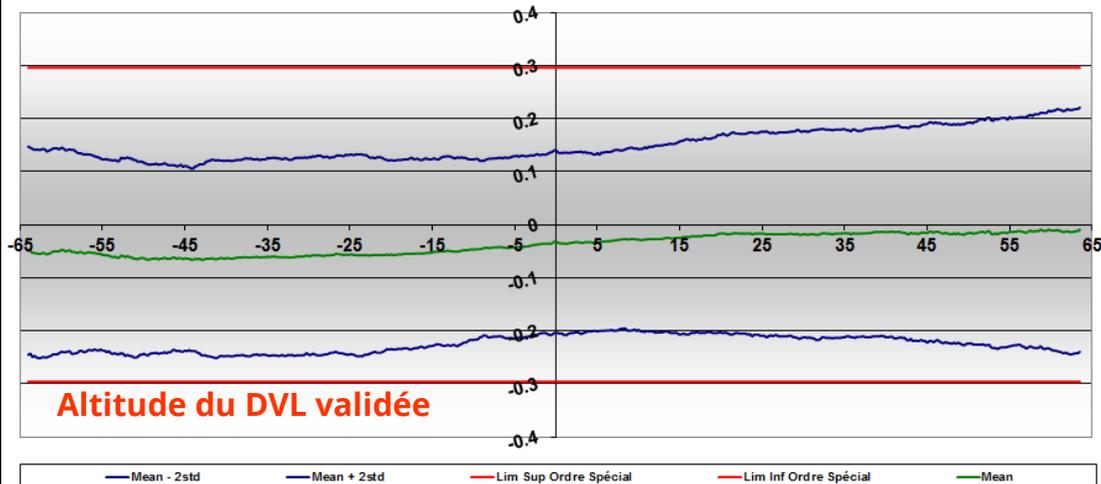
DOPPLER VELOCITY LOCH

DVL + ADCP

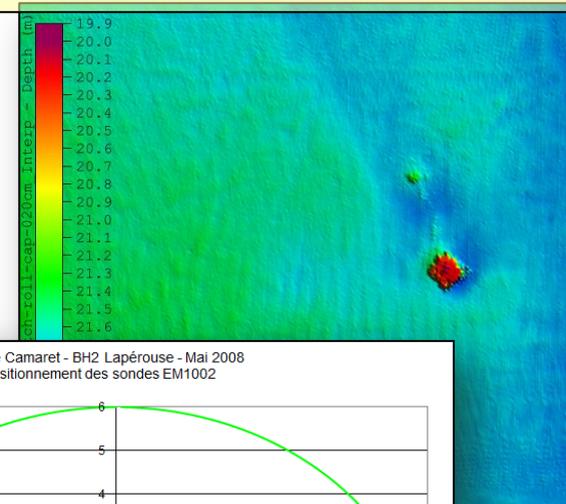


Qualification des mesures bathymétriques sur la verticale

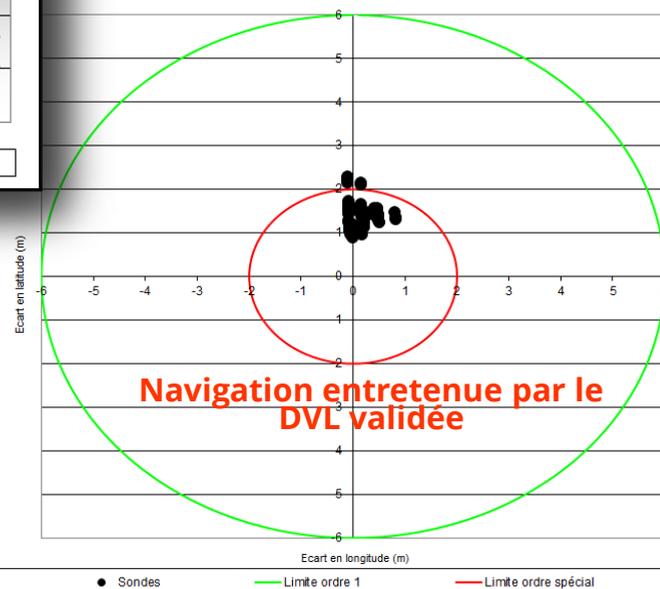
Quality Control - Special Order - Depth accuracy in m = f(Steering Angle in °)



Qualification des mesures bathymétriques sur l'horizontale



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



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