

Sonar multifaisceau de type SIMRAD SM20 :

Manuel d'exploitation et outils de traitement, de visualisation et d'analyse 3D des bancs de poissons

Yannick PERROT
IRD, UMR LEMAR (équipe 3)
IRD de Bretagne, BP 70
29280 Plouzané
Tel. +33 (0)2 98 22 46 71
Fax. +33 (0)2 98 22 45 14

Le 29 janvier 2010 (mis à jour le 20/01/2012)

SOMMAIRE

1.	Introduction	3
2.	Mise en oeuvre et exploitation logiciel du SM20	5
2.1.	Vérifications et Paramétrages.....	6
2.1.1.	Vérification du fonctionnement GPS et HEADING	6
2.1.2.	Réglage de l'affichage de l'image sonar	7
2.1.3.	Paramétrages sonar.....	7
2.1.3.1.	A – Paramétrage général de l'émission - réception.....	8
2.1.3.2.	B – Paramétrage du Time Varying Gain (TVG)	9
2.1.3.3.	C – Paramétrage de la cadence de tir	11
2.1.3.4.	D – Paramétrage détaillés émission – réception.....	11
2.1.3.5.	E – Paramétrage de la célérité du son dans le milieu	14
2.1.3.6.	F – Paramétrage de la formation des faisceaux.....	14
2.1.4.	Affichage des paramètres sonar et des informations capteurs	15
2.2.	Enregistrement des données	15
2.3.	Vérification des erreurs de télémétrie	16
2.4.	Restauration du système RAID (en cas de problème avec ce dernier)	17
3.	Outils de traitements des données SM20	18
3.1.	Application « SM20HacConversion »	19
3.1.1.	Load SMB (bouton 1)	19
3.1.2.	Ping start number (bouton 2).....	19
3.1.3.	Number of ping (bouton 3).....	20
3.1.4.	Sidelobes level (bouton 4).....	20
3.1.5.	Elements summation (bouton 5)	20
3.1.6.	Tilt sounder et Tilt direction (bouton 6).....	21
3.1.7.	Bottom detection (bouton 7)	21
3.1.8.	Ping visualisation during conversion with Movies3D (bouton 8).....	22
3.1.9.	Hac Record Directory et Hac Recording (bouton 9).....	22
3.1.10.	Options de calcul (bouton 10)	23
3.1.11.	Start SM20 beamforming and Hac conversion (bouton 11)	24
3.1.12.	Acquisition (bouton 12)	25
3.1.13.	Fenêtre des messages (bouton 13).....	25
3.2.	Logiciel « Movies3D ».....	26
3.2.1.	Principe de construction 3D des bancs.....	26
3.2.2.	Paramétrage de Movies3D	27
3.2.2.1.	CADRE A : Menus de Movies3D.....	28
3.2.2.2.	CADRE B : Paramètres Sondeur	31
3.2.3.	Synthèse des actions pour visualisation 3D des bancs.....	32
3.2.4.	Synthèse des actions pour l'extraction des paramètres de bancs	34
4.	Visualisation 3D temps réel des bancs de poissons	37
4.1.	Principe.....	37
4.2.	Actions à réaliser pour effectuer la visualisation 3D en temps réel	37
4.3.	Gestion des synchronisations (à lire impérativement)	41

1. Introduction

Le SM20 fonctionne à **200 kHz** avec une largeur de bande maximum de 20 kHz. Il permet de former 128 faisceaux sur un secteur total de **120°** (Figure 1-1). Il comprend deux modes possibles de fonctionnement :

- Mode Imagerie : la tête sonar, constitué d'un réseau acoustique de 80 capteurs, fonctionne en émission-réception. **Chaque faisceau a alors une résolution angulaire de 2° dans le sens d'ouverture du fan et de 19° dans le sens latéral au fan.**
- Mode Echo-Sondeur (ES) : La tête sonar fonctionne seulement en réception tandis que l'émission est assurée par un transducteur externe (afin d'améliorer la résolution des faisceaux dans le sens latéral au fan par la technique des faisceaux croisés). **Chaque faisceau a alors une résolution de 2° X 2°.**

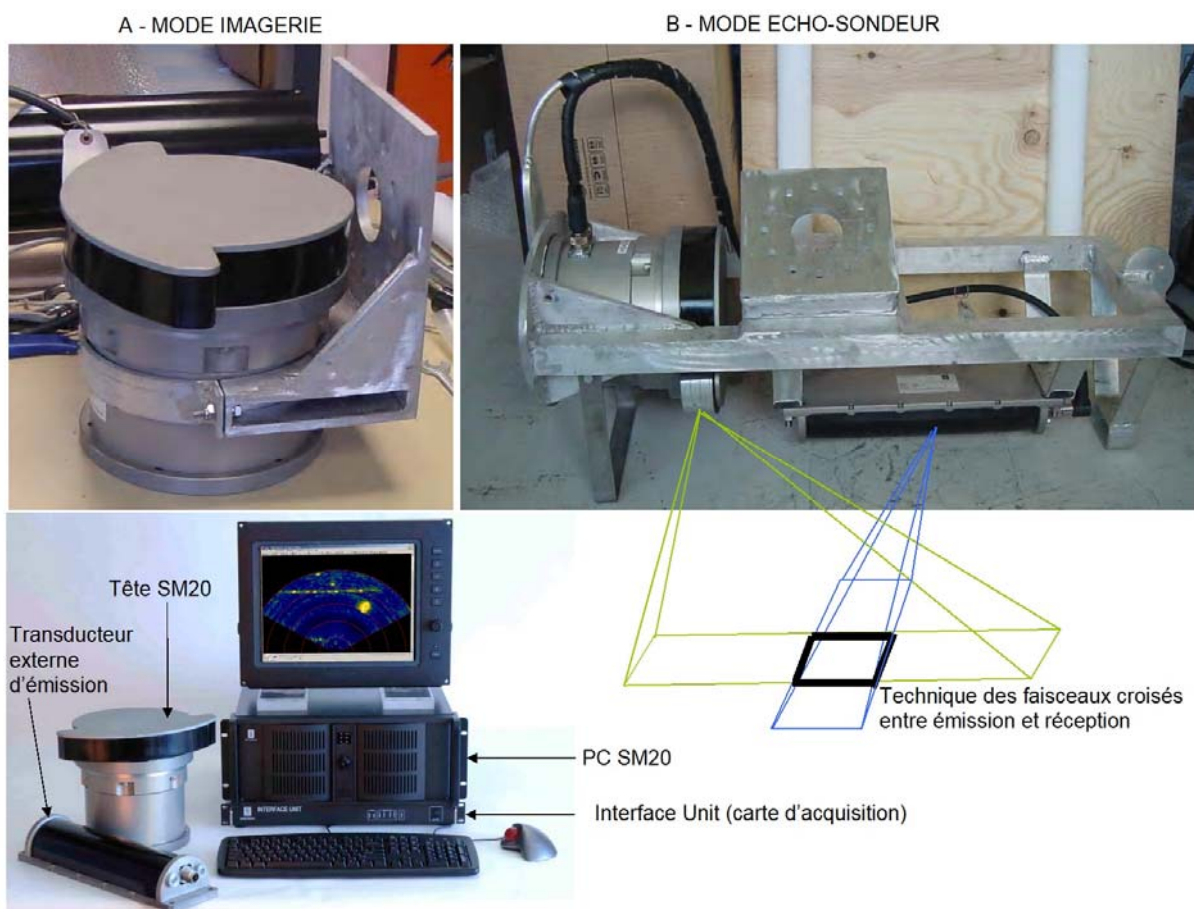


Figure 1-1

Les actions d'installation du matériel du SM20 (sonar, assemblage, connectiques) sont décrites dans les documents :

- « *Installation_manual.pdf* » de SIMRAD,
- « *Guide_mise_oeuvre.pdf* » de l'IRD (montage de la structure support du sonar)

Pour sa part, ce manuel synthétise, dans l'ordre chronologique, les actions et les choix indispensables à réaliser pour le paramétrage, l'exploitation logicielle et les outils de traitement de données du sonar multifaisceau SM20 (étant donné le nombre important de

fonctionnalités du SM20, les plus rarement utilisées ne sont pas présentées dans ce manuel mais sont disponibles dans le document SIMRAD « SM20(Issue1.1).pdf » qu'il peut être utile de consulter en parallèle de cette synthèse).

La figure 1-2 présente de manière synthétique les différents éléments logiciels du SM20 et leurs liens entre eux. Chacun de ces éléments est présenté dans ce document, à savoir :

- **Mise en oeuvre et exploitation logiciel du SM20** : signification des paramètres utilisateurs indispensables à la mise en oeuvre du sonar (et valeurs recommandées), enregistrement des données et les principales fonctionnalités disponibles lorsque le sonar est en exploitation (**voir § 2**),
- **Outils de traitement, de visualisation et d'analyse 3D des données SM20** :
 - description de l'application IRD « SM20HacConversion » permettant de réaliser les formations de voies et de convertir les enregistrements SM20 du format .SMB au format .HAC exploitable via le logiciel IFREMER "MOVIES3D" de traitement des données multifaisceaux (**voir § 3.1**).
 - description de l'utilisation de Movies3D qui permet, à partir d'un fichier HAC généré via « SM20HacConversion », la visualisation 3D et l'extraction des bancs enregistrés par le SM20 (**voir § 3.2**),
- **Outil de visualisation 3D temps réel des bancs de poisson** : description de la mise en oeuvre du système permettant la visualisation 3D en temps réel (via Movies3D) des bancs observés par le SM20 (**voir § 4**).

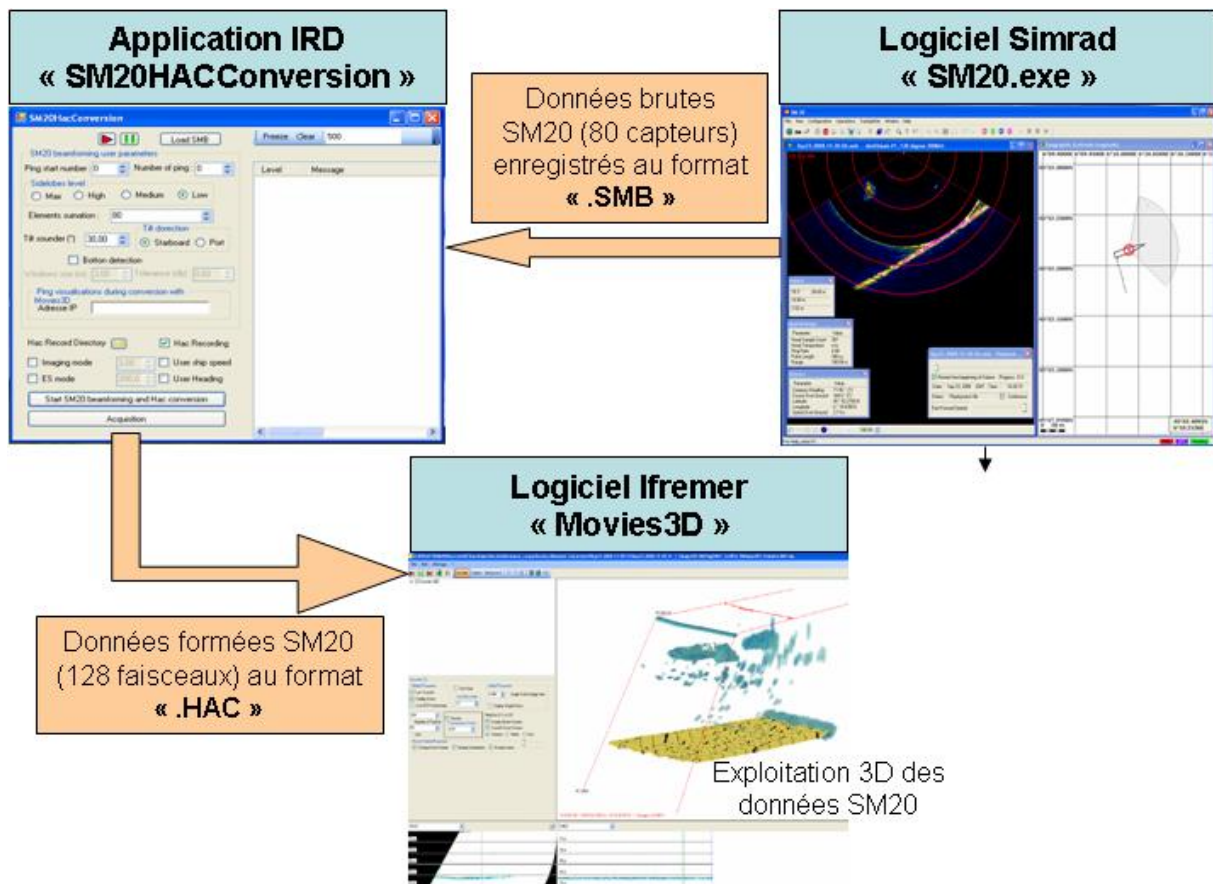


Figure 1-2

2. Mise en oeuvre et exploitation logiciel du SM20

- Pour mettre en œuvre le logiciel d'exploitation du SM20, cliquer sur l'icône « SM20.exe ».
- Une fois l'application lancée, une fenêtre (Figure 2-1) « select user and operational settings » permet de choisir une configuration avec des valeurs pré enregistrées pour la plupart des paramètres. Dans « settings », en choisissant la configuration « IRD Config », une configuration simple et cohérente du SM20 est disponible. Si par la suite l'opérateur modifie ce paramétrage, il pourra enregistrer sa propre configuration en enregistrant un nouveau dossier de configuration à partir du menu « Configuration/Users » (qui s'ouvre aussi automatiquement avant de quitter le logiciel « SM20.exe »).

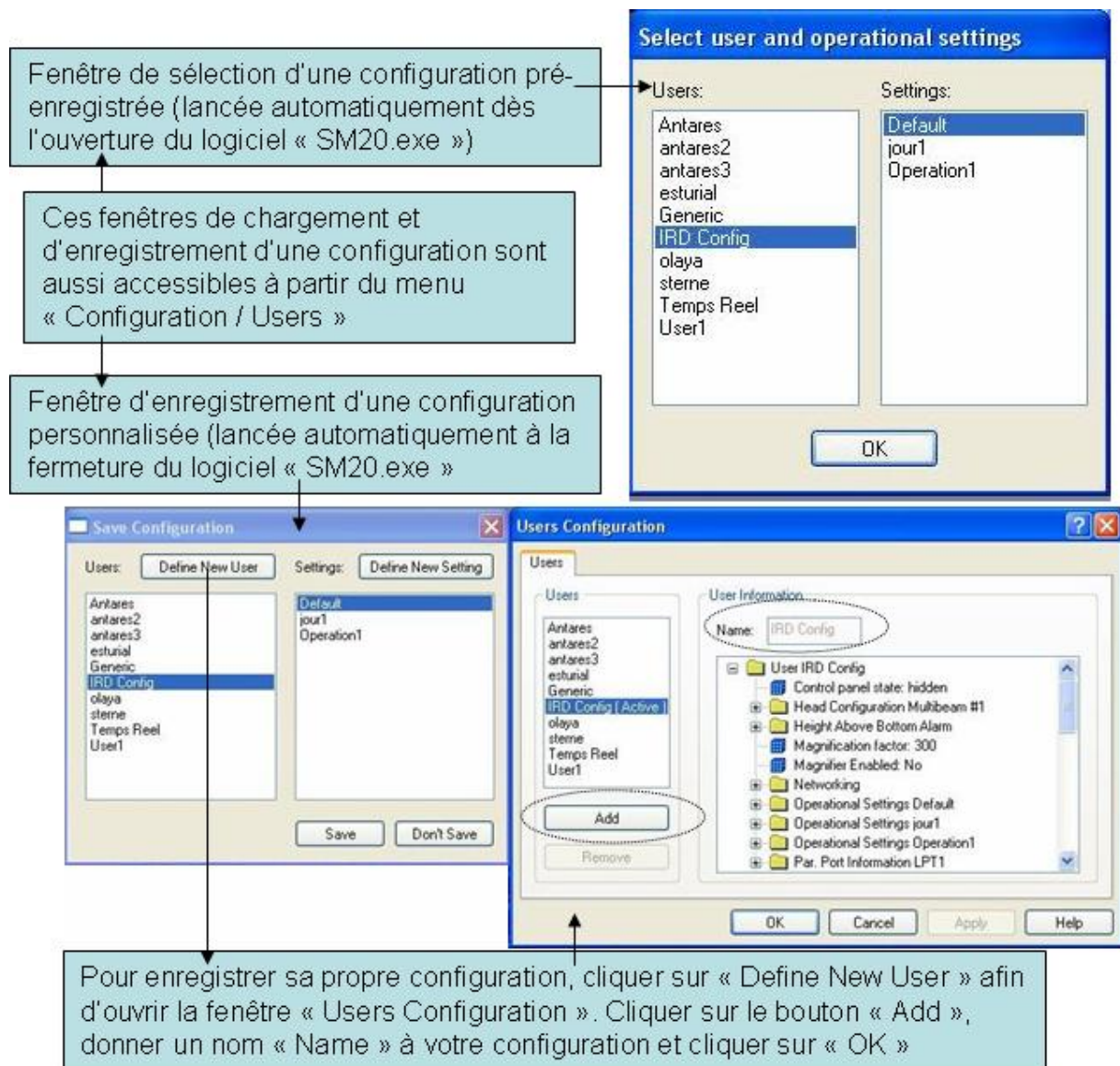


Figure 2-1

- La figure 2-2 donne un aperçu de l'IHM générale du SM20. Afin de mettre en route le sonar, cliquer sur l'icône « RUN » et sur « STOP » pour l'arrêter (à droite de « RUN »).

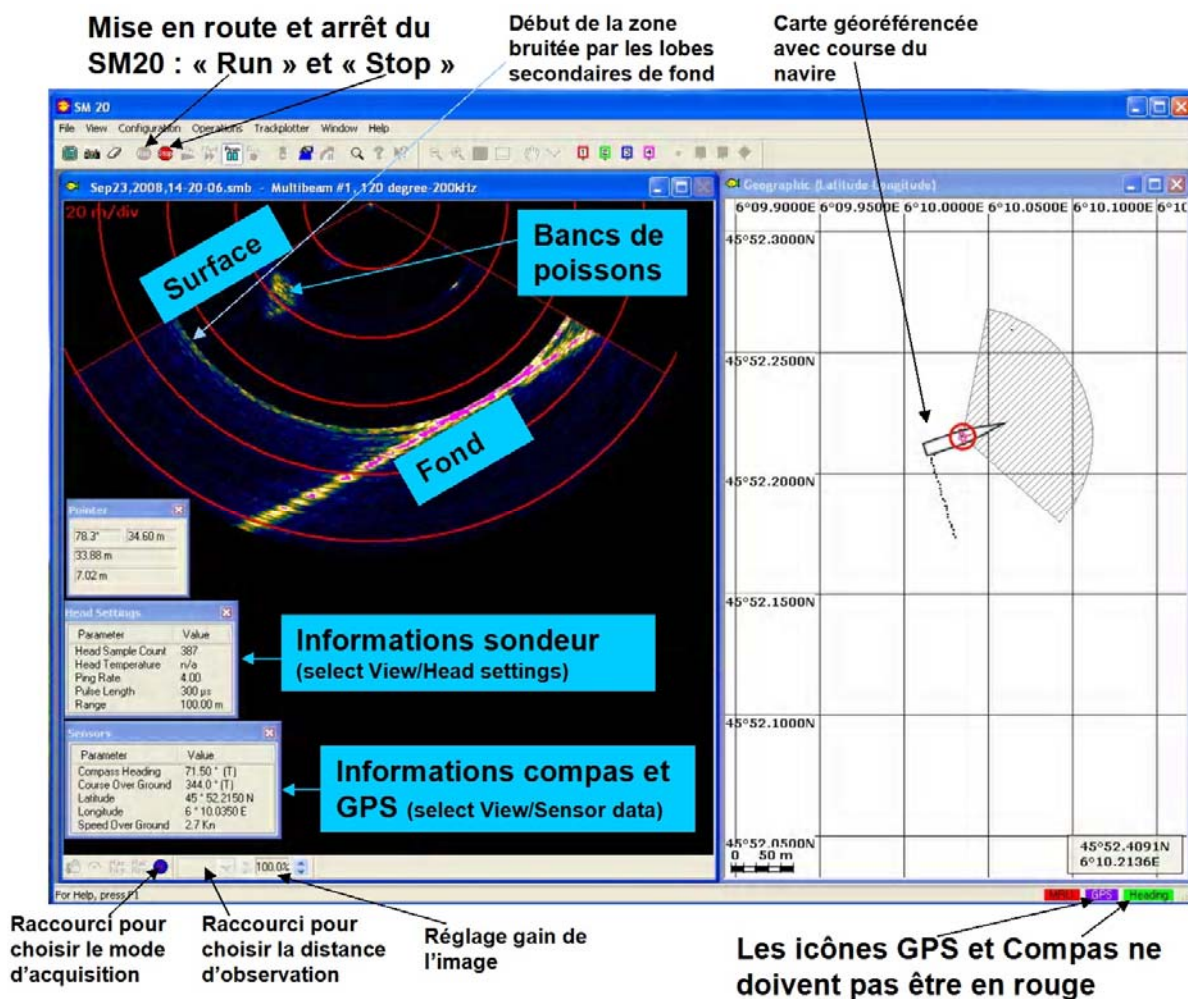


Figure 2-2

NB : Il est important de vérifier tout de suite que, tout en bas à droite de l'IHM du logiciel, les indications GPS et HEADING (Figure 2-2) soient tous deux surlignées autrement qu'en rouge (sinon les fonctions GPS et Heading sont indisponibles à cause d'un problème de branchement ou de configuration logicielle du GPS : voir ci-dessous la section 2.1.1). **Notons que pour l'exploitation 3D des bancs SM20, il est indispensable d'enregistrer la trame RMC du GPS.**

2.1. Vérifications et Paramétrages

2.1.1. Vérification du fonctionnement GPS et HEADING

Si l'icône (en bas à droite de l'IHM) concernant le GPS et/ou le compas est en rouge, le ou les capteurs en question sont soit mal configurés ou mal connectés ou ne fonctionnent pas. Pour vérifier la configuration des capteurs GPS et Heading, activer le menu « Configuration/Sensors ».

Il faut alors vérifier que les trames sont bien reçues et que la configuration est correcte relativement au capteur utilisé (voir le document Simrad « Operator Manual, p 80 à 84 » pour effectuer les configurations).

2.1.2. Réglage de l'affichage de l'image sonar

Si le niveau de réverbération est insuffisant ou trop important, un gain peut être appliqué afin d'augmenter ou réduire le contraste sur l'image sonar. Pour cela, il existe une icône en bas de l'IHM qui permet d'augmenter le contraste jusqu'à la valeur limite 100%.

Si cette action n'est pas suffisante, le menu « View/Display settings/Controls » permet d'accéder à l'item « Display Gain » et de régler le contraste jusqu'à 400 %.

De plus, à ce même endroit, l'item « Sector View » permet d'afficher l'image sonar en vues de dessus ou dessous ou gauche ou droite (Figure 2-3).

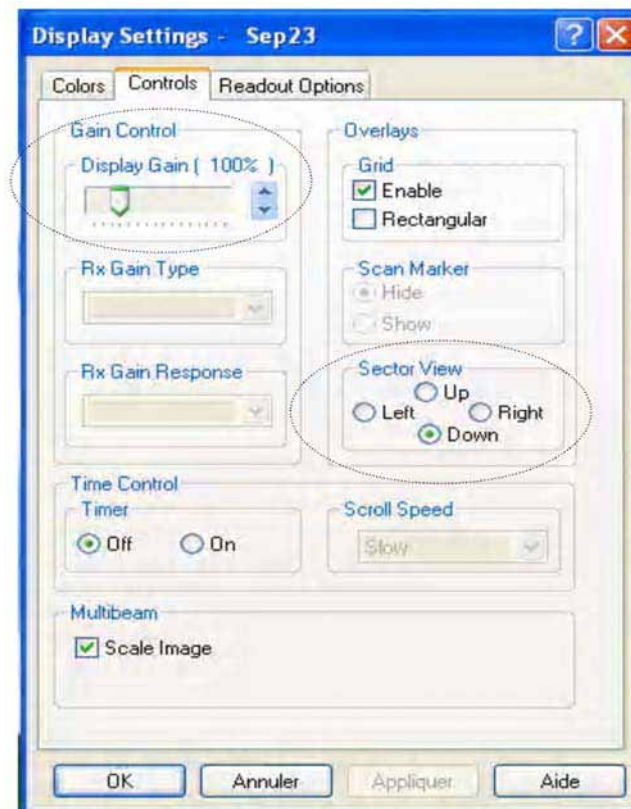


Figure 2-3

2.1.3. Paramétrages sonar

Deux fenêtres de paramétrage (menus « **Operations/Control Head** » et « **Operations/Setup Head parameter** ») permettent le réglage des paramètres d'émission du sonar. Elles ne sont accessibles que lorsque le sonar est en fonctionnement. Avant de lancer des enregistrements, il est nécessaire de vérifier les valeurs des paramètres par défaut et les modifier suivant les besoins. Cela est décrit en détail ci-dessous des paragraphes A à E.

Tous ces paramètres doivent être passés en revue avant d'effectuer les enregistrements.

2.1.3.1. A – Paramétrage général de l'émission - réception

Les paramètres suivants permettent de régler la résolution des faisceaux, la puissance d'émission, le mode d'acquisition et la distance d'observation. Ces paramètres peuvent être réglés à partir de l'item « **Transmit** » du menu « **Operations/Control Head** » (Figure 2-4).

En bas à gauche de l'IHM générale (Figure 2-2), il existe aussi des raccourcis permettant de changer directement la distance d'observation et le mode d'acquisition.

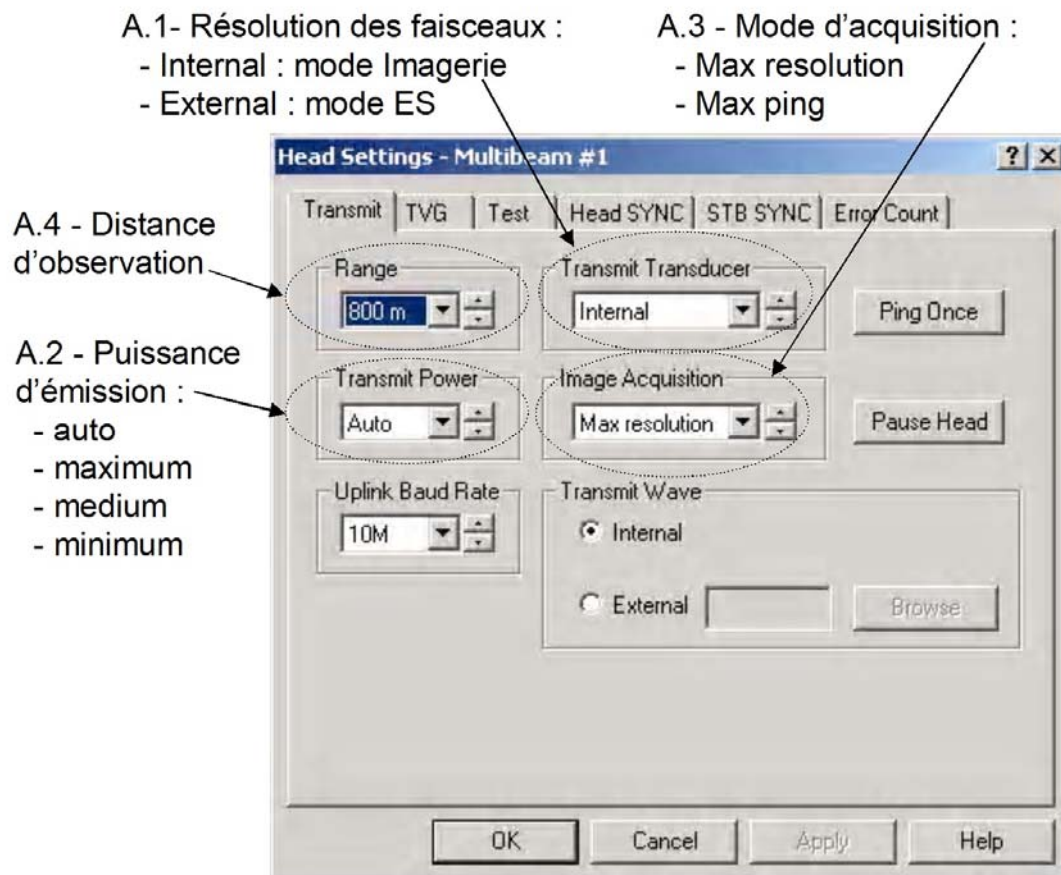


Figure 2-4

A.1 - Résolutions des faisceaux

Dans l'item « Transmit Transducer », deux modes de résolution angulaire des faisceaux sont disponibles :

- « **Internal** » pour sélectionner le mode **Imagerie** (voir Figure 1-1),
- « **External** » pour sélectionner le mode **Echo-Sondeur (ES)**.

Si le transducteur externe est monté sur la structure support du sonar, ces deux modes sont disponibles et il est possible en cours d'acquisition de passer d'un mode à l'autre. En absence du transducteur externe, seul le mode « Internal » est à utiliser.

A.2 - Puissance d'émission

Dans l'item « Transmit Power », 4 puissances d'émission sont disponibles (**Auto** : le sondeur choisi lui-même la puissance la plus adaptée relativement à la distance, **Maximum**, **Medium** ou **Minimum**).

Il est conseillé d'augmenter la puissance au fur et à mesure qu'on augmente la distance d'observation.

A.3 - Mode d'Acquisition

L'item « Image Acquisition » permet de choisir entre deux configurations préétablies du signal d'émission (avec notamment, pour différentes distance d'observation, la fréquence d'échantillonnage, la longueur du pulse émis, ...). Ces configurations sont paramétrées par l'utilisateur à partir du menu « Operations/Setup Head parameter » qui est décrit ci-dessous dans le paragraphe D : « paramètres détaillés de l'émission-réception ».

Deux modes d'acquisition sont disponibles :

- **Max résolution** : permet d'activer la configuration qui, pour chaque distance d'observation (par exemple 5, 10, 20, 50, 100 m), définit les caractéristiques du signal émis de façon à obtenir une résolution en distance maximum (longueur courte de pulse, fréquence d'échantillonnage élevée ou nombre élevé d'échantillon par faisceau, ...) : voir paragraphe D.
- **Max ping** : permet d'activer la configuration qui, pour chaque distance d'observation (par exemple 5, 10, 20, 50, 100 m), définit les caractéristiques du signal émis de façon à obtenir une résolution en distance plus faible (longueur élevée de pulse, fréquence d'échantillonnage basse ou faible nombre d'échantillon par faisceau, ...) : voir paragraphe D. Cette configuration permettra d'augmenter la cadence de tir sans augmenter de manière trop importante le volume des enregistrements (car l'échantillonnage est plus faible).

A.4 - Distance d'observation

L'item « Range » permet de sélectionner une des distances d'observation prédéfinies dans « Operations/Setup Head parameter » (paragraphe D). L'image sonar est alors représentée jusqu'à cette distance maximum et les caractéristiques détaillées du signal émis, configurées par l'utilisateur pour cette distance (via D), sont alors appliquées.

2.1.3.2. B – Paramétrage du Time Varying Gain (TVG)

Le TVG, permettant de compenser les pertes de propagation en fonction de la distance, est paramétrable à partir de l'item suivante « TVG ».

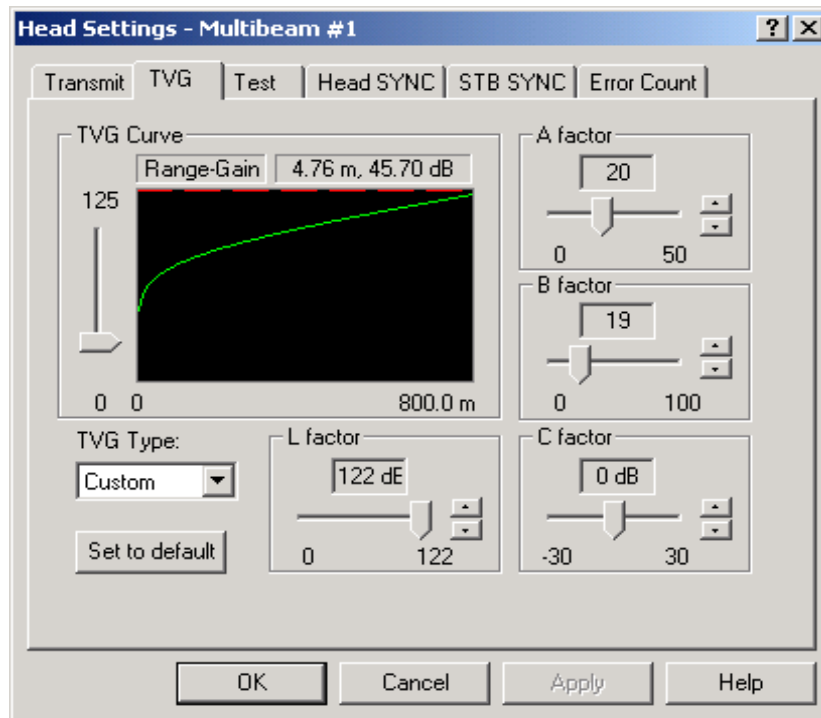


Figure 2-5

Cette compensation consiste à appliquer la formule suivante (R : distance) :

$\text{GainTVG} = A \log(R) + 2BR + C$ en fixant les valeurs des paramètres :

A = 20 (ou 40 dans le cas de mesures de TS).

C = 0 (jamais utilisé sauf cas très précis).

L = 122 dB : gain maximum au-delà duquel la compensation n'évolue plus.

B = perte en transmission pour le trajet aller. Nous déterminons B à partir de l'utilitaire ABSORPTION.exe (positionnée sur le bureau du PC SM20 à côté SM20.exe) en fonction de la fréquence d'émission (200 kHz pour le SM20), de la température et de la salinité du milieu.

La figure 2-6 donne un exemple de calcul de B. Pour une température de 13°, une salinité de 35 ‰, on trouve B=60,93 dB/km (mettre l'immersion à 10 m par défaut où à l'immersion moyenne d'observation envisagée dans la campagne : paramètre qui influence très peu la valeur de B)



Figure 2-6

2.1.3.3. C – Paramétrage de la cadence de tir

La cadence de tir est fixée à partir de l'item « STB SYNC » en sélectionnant dans « STB Ping Rate » l'option « Limited Rate » et en fixant l'intervalle « Ping Period » entre deux pings en ms. La cadence la plus employée est de 4 pings/s (soit « Ping Period = 250 ms »).

NB : Lorsque le fond est proche, une cadence trop élevée risque de polluer l'image sonar en faisant apparaître les échos fantômes du fond. Pour éviter cela, il faut paramétrer une cadence qui permet à l'onde acoustique de faire un aller-retour complet avant l'émission suivante (par exemple, à $c=1500$ m/s, si le fond est à 100 m alors $T_{\text{aller-retour}} = 200/1500 = 133$ ms. Si l'intervalle entre deux pings est inférieur à 133 ms, on aura alors des échos fantômes du fond)

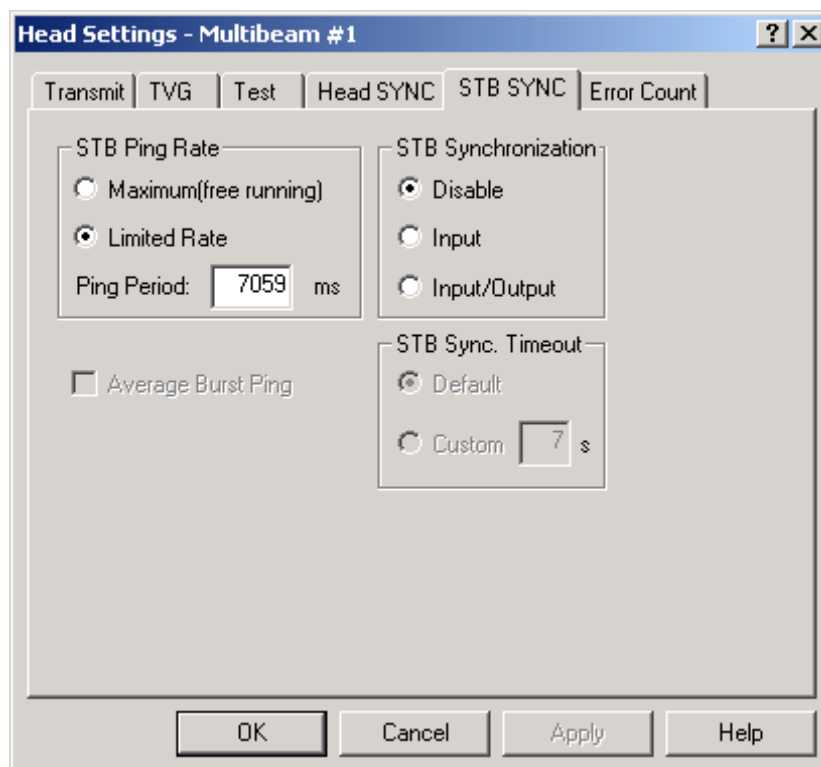


Figure 2-7

2.1.3.4. D – Paramétrage détaillés émission – réception

Le paramétrage des deux configurations du signal émis – à savoir, Max Résolution et Max Ping (cf A.3 – Modes d'acquisition) – est réalisé à partir du menu « **Operations/Setup Head parameter** » (Figure 2-8-a et 2-8-b). Une configuration consiste, pour chaque distance d'observation (Range), à caractériser le signal émis par :

- **Sample Rate (Fe)** : fréquence d'échantillonnage du signal en distance calculée avec $Fe = 1600000 / (FCLK * SH \text{ Divisor})$. On note aussi que $De = c / (2 * Fe)$ est la distance entre deux échantillons consécutifs.
- **FCLK** : fonction d'horloge permettant de déterminer la fréquence d'échantillonnage.

- **SH Divisor** : facteur d'ajustement de la fréquence d'échantillonnage F_e
- **Range** : distance d'observation
- **Ncell** : nombre de cellules ou d'échantillons sur un faisceau calculé par $N_{cell} = \text{Range} / \text{De}$
- **BW** : largeur de bande et **Pulse Width** : longueur du pulse. Ces deux paramètres sont complètement liés par la relation $\tau = 1/BW$. Ils fixent la résolution en distance réelle du système telle que $\delta r = c/(2*BW) = c*\tau/2$. Dans la plupart des cas, la distance « De » entre deux échantillons est inférieure à δr (le signal est suréchantillonné afin de respecter le critère de Nyquist : la fréquence maximum $F_m = F_0 + B/2 > 2*F_e$)
- **Xmit** : paramètre de variation de la puissance émise pouvant aussi être paramétrée par le menu présenté en A.2 : 100% → medium, 50% → Low, 150% → High.
- **Digital Gain** : Contrôle de gain en sortie de la chaîne de traitement sonar lors de la conversion analogique-numérique : CAN (éviter de le faire varier)

Tous ces paramètres sont liés entre eux. Lorsqu'on modifie la valeur d'un des paramètres, les valeurs des paramètres en relation avec ce dernier sont ajustées automatiquement par le logiciel à partir des relations ci-dessus.

Exemple de paramétrage

Ainsi, par exemple, si l'opérateur modifie le SH Divisor, le logiciel recalcule F_e et Ncell (ainsi que le Range si Ncell n'est pas un entier).

Aussi, si à $R = 50$ m, si on veut paramétrer la sonar avec une durée d'impulsion $\tau = 300 \mu s$ (c'est-à-dire une résolution en distance $\delta r = 1500 * 300E-6 / 2 = 22,5$ cm) et un faisceau constitué de $N_{cell} = 400$ échantillons, il faudra ajuster la valeur du SH Divisor (qui permet de faire varier la fréquence d'échantillonnage) telle que $SH \text{ Divisor} = (1,6E6 / F_{CLK}) * (2R / N_{cell} * c)$. Notons qu'il n'est pas utile de faire ce type de calcul analytiquement car le logiciel est suffisamment rapide pour que l'opérateur puisse se permettre de fixer SH Divisor en tâtonnant.

Recommandations :

En général, les deux paramètres qu'un opérateur peut avoir à modifier sont

- la longueur du pulse afin d'augmenter le pouvoir de résolution du système.
- le nombre d'échantillon en distance Ncell afin de diminuer le volume de données.

Des configurations « Max Resolution » et « Max Ping » établies par l'IRD seront chargées automatiquement si, à l'ouverture du logiciel ou dans le menu « Configuration/Users », l'opérateur choisit la configuration appelée « IRD Config ».

Exemple de configuration des signaux en émission –
réception pour le mode « **Maximum Ping Rate** »

Range [m]	Range Max	Fest Cell	Ncell	FCLK Divisor	BW [kHz]	Pulse Width [us]	SH Divisor	Samp. Rate(Hz)	Xmit Pwr[%]	Digital Gain
9	9.3	0	60	6	5.3	300.0	56	4761.9	100	1
10	10.0	0	196	3	10.7	75.0	37	14414.4	100	1
18	17.7	0	387	3	10.7	300.0	33	16161.6	100	1
33	33.0	0	387	5	6.4	300.0	37	8648.6	100	1
53	53.0	0	387	9	3.6	300.0	33	5387.2	100	1
77	76.5	0	387	13	2.5	300.0	33	3729.6	100	1
82	82.4	0	387	14	2.3	350.0	33	3463.2	100	1
100	100.1	0	387	17	1.9	425.0	33	2852.0	100	2
150	150.2	0	395	25	1.3	625.0	33	1939.4	100	4
200	199.8	0	398	33	1.0	825.0	33	1469.2	100	10
300	300.1	0	399	51	0.6	1050.0	32	980.4	100	32
400	400.4	0	405	65	0.5	1650.0	33	745.9	100	32

Set to default

OK Cancel Apply Help

Figure 2-8-a

Exemple de configuration des signaux en émission –
réception pour le mode « **Maximum Résolution** »

Range [m]	Range Max	Fest Cell	Ncell	FCLK Divisor	BW [kHz]	Pulse Width [us]	SH Divisor	Samp. Rate(Hz)	Xmit Pwr[%]	Digital Gain
5	5.0	0	248	1	32.0	25.0	44	36363.6	100	1
10	10.0	0	494	1	32.0	25.0	44	36363.6	100	1
15	15.0	0	494	2	16.0	50.0	33	24242.4	100	1
11	10.6	0	350	2	16.0	300.0	33	24242.4	100	1
30	30.0	0	775	3	10.7	75.0	28	19047.6	100	1
50	50.0	0	775	4	8.0	100.0	35	11428.6	100	1
75	75.0	0	775	6	5.3	150.0	35	7619.0	100	1
100	100.1	0	778	9	3.6	200.0	31	5734.8	100	2
150	150.1	0	783	13	2.5	325.0	32	3846.2	100	4
200	200.1	0	798	17	1.9	425.0	32	2941.2	100	10
300	300.2	0	814	25	1.3	625.0	32	2000.0	100	32
400	400.3	0	824	34	0.9	850.0	31	1518.0	100	32

Set to default

OK Cancel Apply Help

Figure 2-8-b

2.1.3.5. E – Paramétrage de la célérité du son dans le milieu

L'opérateur fixe la valeur de la célérité du milieu en fonction d'une immersion moyenne, de la température et de la salinité à partir du menu « Configuration/parameters » à l'item « Sound Velocity ».

2.1.3.6. F – Paramétrage de la formation des faisceaux

Dans l'item « Beamforming » du menu « Operations/Post Processing » (Figure 2-9), le champ « Number of beam » permet de spécifier un nombre de faisceau autre que 128 (utilisé seulement dans des cas très exotiques).

Le champ « processing options » résulte du fait qu'une fonction de pondération appliquée sur les données brutes lors de la formation des faisceaux permet de réduire les lobes secondaires au détriment de la résolution angulaire de chaque faisceau (suivant la pondération choisie, l'ouverture angulaire en site passe alors de 2° à 2,3° voire 2,5°). On peut donc choisir ici entre « Max angular resolution » (mais lobes secondaires élevés) ou « Min Side Lobes » (mais résolution angulaire dégradée) ou « Medium Resolution » (compromis entre les deux). En observation halieutique, il est préférable de réduire au maximum les lobes secondaires (quitte à perdre en résolution). Nous recommandons donc de sélectionner « **Min Side Lobes** ».

Dans notre cas, le champ « Orientation » n'a pas d'impact sur la formation de voies. Il serait important de s'y intéresser si le SM20 était couplé avec une centrale d'attitude (MRU) permettant de corriger les erreurs de mouvements avant la formation de voies. Dans notre cas, il est donc inutile de paramétrer ce champ.

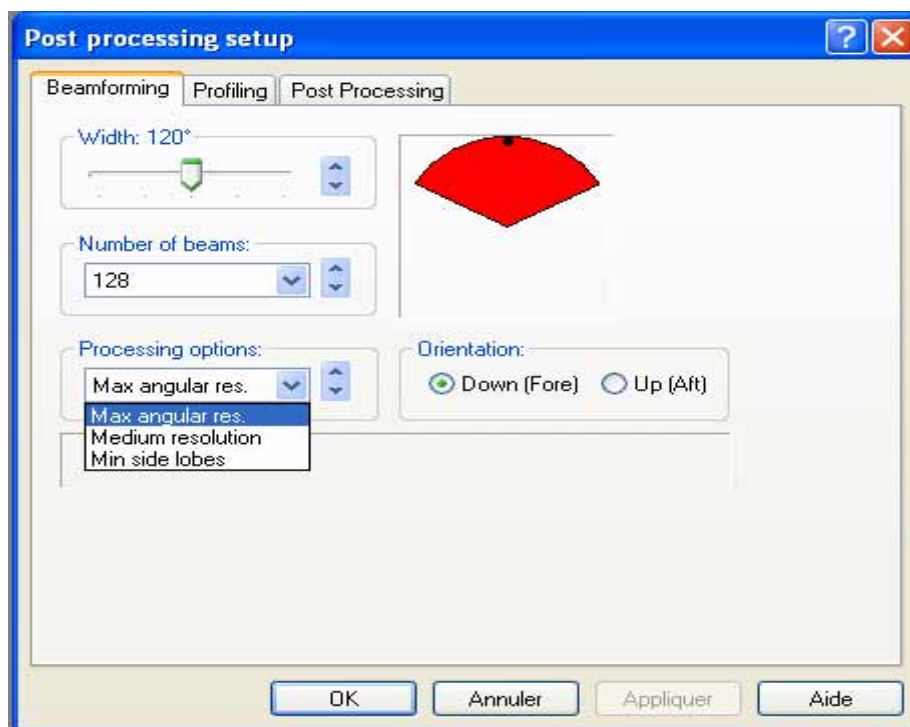


Figure 2-9

2.1.4. Affichage des paramètres sonar et des informations capteurs

Pour afficher les informations sondeurs sur l'IHM générale (en même temps que l'image sonar), il faut activer le menu « View/Head Settings ».

Pour afficher les informations capteurs (GPS, Heading), il faut activer le menu « View/Sensors ».

2.2. Enregistrement des données

L'enregistrement est activé soit à partir du raccourci « Rec » (situé en haut à gauche de l'IHM générale), soit à partir du menu « Opérations/Record Data ». Pour stopper l'enregistrement, il suffit de cliquer à nouveau sur le raccourci « Rec ».

La figure 2-10 présente l'IHM d'enregistrement des données.

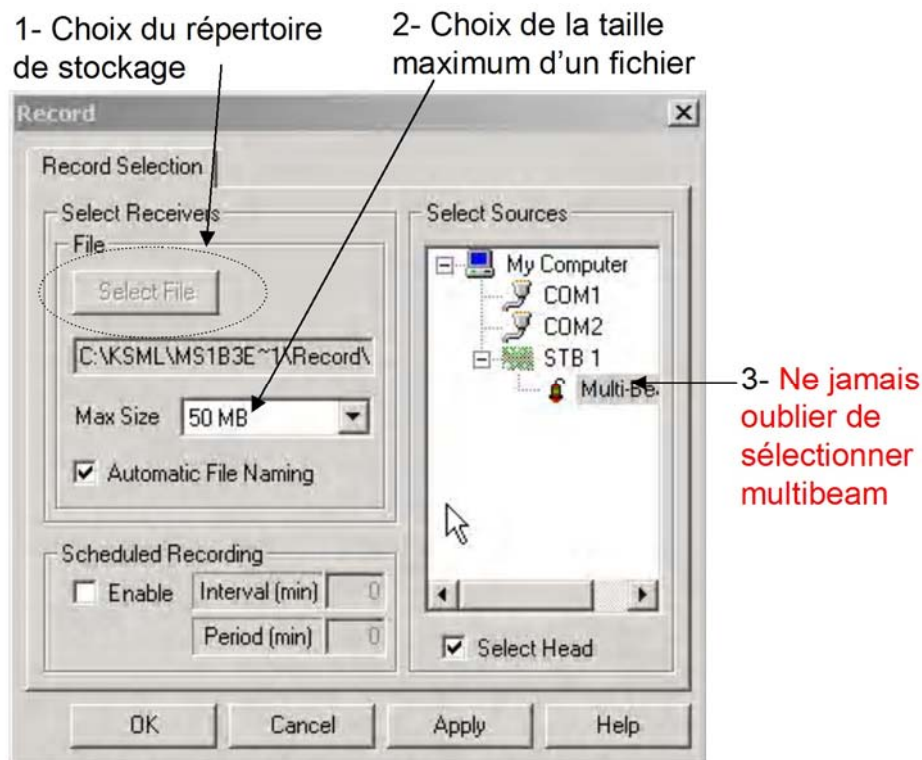


Figure 2-10

1 – Choix du répertoire de stockage des données

Il est important d'enregistrer les données sur le disque Data E:\ du PC SM20 (en y créant un répertoire personnalisé). Ensuite, « Select File » permet de spécifier le chemin d'accès au répertoire que l'on vient de créer pour stocker les enregistrements (le disque E a une capacité de 111 Go et est doublé par sécurité par un système RAID).

Notons que des CD ou DVD peuvent être gravés à partir du PC SM20.

Les noms de fichiers sont créés automatiquement à partir de la date, l'heure, la minute et la seconde où l'enregistrement a débuté.

2 – Choix de la taille maximum d'un fichier

Le SM20 enregistre les données en continue (tant que l'enregistrement n'est pas désactivé par l'opérateur). Afin de ne pas créer des fichiers de trop grandes tailles, un volume limite de fichier est spécifié par l'opérateur (par défaut, 50 Mo est un bon compromis).

Quand cette taille est atteinte, le SM20 ferme automatiquement le premier fichier, noté « Nom.SMB » et crée un nouveau fichier noté « Nom.001 » puis, ainsi de suite, « Nom.002 », « Nom.003 », etc... jusqu'à l'arrêt de l'enregistrement par l'opérateur.

3- Sélection de multibeam (IMPORTANT)

Après avoir spécifier le répertoire d'enregistrement et la taille limite de fichier, **il ne faut surtout pas oublier de cliquer sur « multibeam » (IMPERATIF)** sinon les données acoustiques ne seront pas enregistrées.

Ensuite, en cliquant sur « OK », l'enregistrement commence.

Si l'enregistrement est stoppé puis relancé, le répertoire d'enregistrement et la taille limite de fichier sont conservés en mémoire. Par contre, **il faut à nouveau cliquer sur multibeam avant de relancer l'enregistrement.**

Sinon, si le logiciel SM20.exe est fermé, il faudra spécifier à nouveau l'ensemble des caractéristiques de l'enregistrement comme ci-dessus.

2.3. Vérification des erreurs de télémétrie

Il est utile, en cours d'acquisition, de consulter parfois l'item « Error Count » du menu « Operations/Control Head » (Figure 2-11). En dehors du paramètre final « Succeeded », qui s'incrémente au cours du temps, tous les autres paramètres doivent rester à la valeur « 0 ». Dans le cas contraire, ceci veut dire que des erreurs de transmission des données se sont produites à cause d'un problème avec le câble sonar ou l'Interface Unit ou le PC SM20 lui même.

Head Settings - Multibeam #1															
Transmit		TVG		Test		Head SYNC		STB SYNC		Error Count					
Head command															
Telemetry RX	0	Illegal parameter	0	Reset											
Checksum	0	Invalid data	0												
Unknown Cmd.	0	Cmd. Execution	0												
Invalid Cmd.	0														
STB command															
Unsuccessful	0	Telemetry RX	0												
Unknown Cmd.	0	Head checksum	0												
Invalid sequence	0	Parameter count	0												
Illegal Parameter	0	TX Hardware	0												
Cmd. too long	0	RX Hardware	0												
Head timeout	0	Succeeded	0												
OK				Cancel				Apply				Help			

Figure 2-11

2.4. *Restauration du système RAID (en cas de problème avec ce dernier)*

Si le PC SM20 est rebooté intempestivement (coupure d'électricité, par exemple), il arrive que le RAID soit alors désactivé (désactivation du disque miroir au disque E d'enregistrement des données).

Quand le RAID fonctionne, il apparaît, au démarrage de Windows, en vert dans une fenêtre qui lui est dédiée. Quand il ne fonctionne plus, il apparaît alors en rouge.

Dans ce dernier cas (s'il est en rouge), il est nécessaire de le reconstruire à partir du DOS. Il faut pour cela :

- Redémarrer le PC SM20,
- A l'instant du redémarrage de ce dernier, presser plusieurs fois « CTRL S » afin d'accéder au menu DOS du PC.
- Dans ce menu, choisir « delete RAID set » : le PC demande alors « Are you sure ? » : taper « yes ».
- Ensuite sélectionner le menu « Create RAID set » et « RAID 1 »
- Choisir « Auto Config »
- Choisir « input the RAID size : 111 GB »
- Le PC demande : « are you sure ? » : taper : « yes »
- Enfin quitter le DOS en pressant « CTRL E »

A l'ouverture de Windows, le disque RAID doit alors apparaître de nouveau en vert.

3. Outils de traitements des données SM20

Le traitement des données SM20 ne se fait pas à partir du PC SM20 (pour éviter la surcharge de ce dernier) mais à partir du PC Portable DELL LATITUDE 6500 fournit avec le SM20.

Les données enregistrées sur le PC SM20 (fichiers .SMB, .001, ...) peuvent être aisément transférées sur le PC portable par l'intermédiaire d'un double câble USB type PClinq2. Pour cela, il suffit de lier les deux PC avec ce câble et d'ouvrir, sur chaque PC, l'application « PClinq2.exe » disposée sur leur bureau. Les disques durs des deux PC sont alors en connexion permettant les transferts d'un PC à l'autre des fichiers SMB ou autres fichiers.

Sur le PC portable, les traitements et analyses sont effectués à partir :

- de l'application IRD « **SM20HacConversion** » : permet de décrypter les données brutes SM20, de réaliser les formations de voies (calcul image sonar) et de convertir les fichiers .SMB en fichier .HAC exploitable par l'application IFREMER Movies3D (voir § 3.1.),
- du logiciel « **Movies3D** » : permet de visualiser et d'analyser en 3D les données SM20 (converties au format HAC) et d'extraire les paramètres des bancs de poissons (voir § 3.2.).

3.1. Application « SM20HacConversion »

La figure 3-1 présente l'interface de gestion de l'application « SM20HacConversion » permettant de réaliser automatiquement les formations de voies et de produire, à partir d'un fichier .SMB (accompagnée de ses éventuelles extensions .001, .002, ...), un fichier .HAC exploitable sous Movies3D.

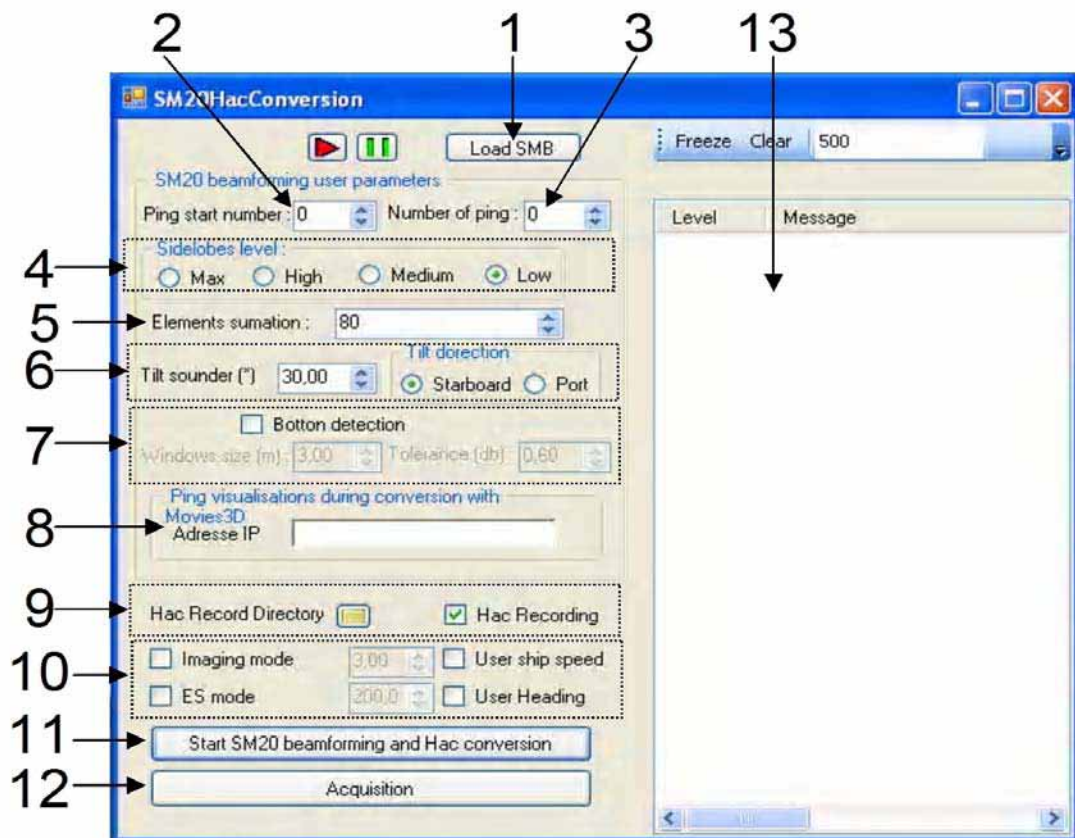


Figure 3-1

3.1.1. Load SMB (bouton 1)

Ce bouton permet d'ouvrir un gestionnaire des répertoires du PC afin de sélectionner le fichier SMB à traiter.

3.1.2. Ping start number (bouton 2)

Un fichier SMB est constitué de N images sonar correspondant à N pings consécutifs. Cette option permet d'effectuer une avance rapide en précisant un nombre de ping à sauter au départ (dans le cas où l'opérateur ne veut pas traiter un certain nombre de pings du départ).

Si « Ping start number = 10 », l'application commencera les traitements à partir du dixième ping.

Si l'opérateur ne souhaite pas sauter de ping alors « Ping start number = 0 » (valeur par défaut).

3.1.3. Number of ping (bouton 3)

Ce champ permet de préciser le nombre de ping à traiter.

Si l'opérateur souhaite traiter tous les pings du fichier SMB alors « Number of ping = 0 » (valeur par défaut).

3.1.4. Sidelobes level (bouton 4)

Principe : Ce champ permet, lors de la formation de voies, de fixer le niveau des lobes secondaires de la même manière que dans le logiciel Simrad « SM20.exe ». Cette fonctionnalité a été décrite pour le logiciel Simrad dans le paragraphe E de la section §1.1.3 (champ « processing options » du menu « Operations/Post Processing »). La correspondance des options entre le logiciel Simrad « SM20.exe » et l'application IRD est la suivante :

- « Max angular resolution » = « High »,
- « Medium resolution » = « Medium »,
- « Min Side Lobes » = « Low ».

Une quatrième option est disponible dans l'application IRD : « Max ». Elle correspond à une absence totale de pondération, c'est-à-dire à une résolution angulaire très fine mais à des lobes secondaires très élevés (à n'utiliser que dans des cas adaptés).

Paramétrage : Comme nous l'avons dit, pour l'observation des bancs de poissons, il est essentiel de baisser au maximum le niveau des lobes secondaires (ce, même au détriment de la résolution angulaire). Nous recommandons donc de **sélectionner l'option « Low »** qui est celle cochée par défaut.

3.1.5. Elements summation (bouton 5)

NB : Ne pas modifier sauf cas exceptionnel.

Principe : Cette option est un complément de la précédente (elle n'existe pas via le logiciel Simrad).

L'antenne de réception du SM20 est constituée de 80 capteurs (données brutes). Pour chaque ping, la formation de voies consiste à sommer de manière cohérente les signaux de ces 80 éléments afin de former par traitement les 128 faisceaux et de construire une image sonar exploitable visuellement.

En sommant les 80 éléments de l'antenne, on obtient ainsi une résolution angulaire fine mais des niveaux de lobes secondaires élevés.

Par contre, moins on somme d'éléments, plus on dégrade la résolution mais plus on baisse le niveau des lobes secondaires.

Paramétrage : Lorsque les lobes secondaires restent encore trop élevés après la sélection de l'option « Low » de l'item 4 (ci-dessus) et que la finesse de la résolution angulaire n'est pas un facteur essentiel à l'étude effectuée, cette option permet de baisser encore plus le niveau des lobes secondaires au détriment toujours de la résolution angulaire des faisceaux en

précisant un nombre d'éléments à sommer inférieur à 80. Plus ce nombre est faible, plus le niveau des lobes secondaires est faible et plus la résolution est dégradée.

Cette option est, par défaut, paramétrée avec le nombre total d'éléments de l'antenne : « Elements summation = 80 ».

3.1.6. Tilt sounder et Tilt direction (bouton 6)

Lorsque le SM20 est positionné en observation verticale (les 120° du fan sont dans le plan vertical de la colonne d'eau), ce dernier est souvent mis en œuvre avec une inclinaison de 30° afin d'avoir le premier faisceau du fan parallèle à la surface (figure 3-2). Dans ce cas, il est essentiel de préciser cette inclinaison dans le champ « Tilt sounder ». D'autres inclinaisons peuvent être paramétrées si le sonar a été incliné d'une autre valeur.

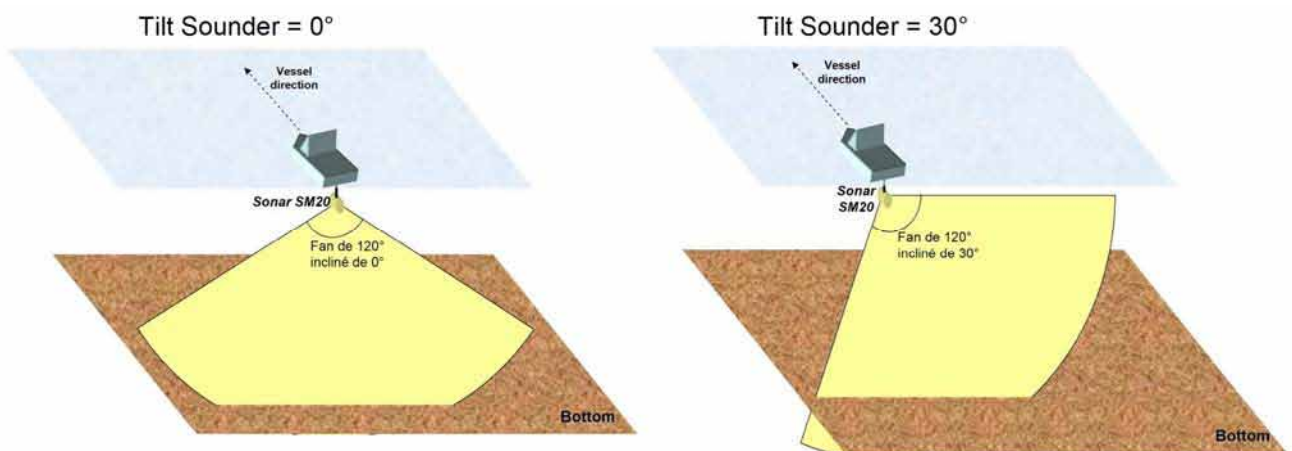


Figure 3-2

Par défaut, « Tilt sounder = 30° ».

Pour le second champ « Tilt direction », si le sonar a été placé à bâbord du navire, cocher « Starbord » (*attention à l'inversion avec l'anglais due à une inversion lors du codage*) et à tribord, cocher « Port ».

Si une détection du fond est réalisée (item suivante), ce champ doit être correctement renseigné (sinon, une erreur se produira au niveau de la détection de fond).

3.1.7. Bottom detection (bouton 7)

Algorithme : Le fond est tout d'abord détecté sur le faisceau spéculaire (perpendiculaire) au fond (détection de l'écho maximum). A partir de cette détection, une fenêtre (placée longitudinalement au faisceau considéré) glissante (d'un faisceau au suivant) permet de détecter le fond sur tous les autres faisceaux où il est présent. Une fois le fond détecté à une immersion donnée pour un faisceau donné, la fenêtre glisse sur le faisceau suivant tout en étant centrée à l'immersion détectée précédemment. Tous les faisceaux sont ainsi passés en revue.

Paramétrage : Pour activer la détection de fond, cocher le champ « Bottom detection ». Ensuite, il faut définir la taille en mètre de la fenêtre glissante de détection (« Windows

size ») et la tolérance (« Tolerance ») en décibel définissant la différence maximum acceptable entre les niveaux d'écho de fond détectés sur le faisceau considéré et le précédent.

Par défaut, « Windows size = 3 m » et « Tolerance = 0.6 dB ».

Problèmes rencontrés et recommandations : Généralement, les problèmes avec la détection de fond peuvent être dus à :

- **l'absence de fond sur l'image sonar.** Dans ce cas, il faut désactiver la détection.
- **une fenêtre de détection trop petite.** Dans ce cas, il faut augmenter la taille « Windows size ». Les tailles de fenêtre oscillent généralement au maximum entre 1 m et 5 m. *L'idée est d'obtenir une fenêtre de détection qui comprend suffisamment d'échantillons. Ainsi, plus la fréquence d'échantillonnage choisie est faible, plus la distance entre deux échantillons consécutifs est importante et plus la taille de la fenêtre de détection doit être importante pour contenir suffisamment d'échantillons.*

Typiquement, il est préférable de disposer au minimum d'une trentaine d'échantillons dans la fenêtre de détection. On peut estimer la taille de la fenêtre à partir de $\text{Windows size} = D_e \times 30$ sachant que $D_e = c / (2 \times F_e)$.

Le paramètre « Tolerance » ne doit généralement pas être modifié (sauf cas exceptionnel où on constate que l'écho du fond sur un faisceau particulier est très inférieur à ceux des autres faisceaux).

3.1.8. Ping visualisation during conversion with Movies3D (bouton 8)

Il est possible lors du calcul du fichier HAC par « SM20HacConversion » d'afficher en parallèle sur Movies3D les données traitées. Pour cela, il faut tout d'abord paramétrer correctement Movies3D (voir § 3.2.2.) puis activer son mode « acquisition » par le menu « File/Acquire » (voir item A-1 de la section § 3.2.2.1.) puis lancer le traitement « SM20HacConversion » à partir du bouton 11 (voir § 3.1.11).

Dans le cas où les applications SM20HacConversion et Movies3D sont ouvertes sur des PC différents mais connectés sur un même réseau, il est possible de préciser, dans le champ « adresse IP », l'adresse IP du PC sur lequel Movies3D est ouvert en position « acquire » (socquette capable d'attendre la donnée pour l'afficher)

3.1.9. Hac Record Directory et Hac Recording (bouton 9)

Pour sauvegarder le fichier HAC généré, cocher le champ « Hac Directory ».

Le champ « HAC Record directory » permet, quant à lui, de préciser le répertoire dans lequel l'opérateur désire stocker le fichier HAC produit par l'application. Si aucun emplacement n'est spécifié, le fichier HAC est enregistré sous C:\.

3.1.10. Options de calcul (bouton 10)

Options « Imaging mode » et « ES mode » : pour le calcul des faisceaux, l'application prend en compte automatiquement le mode de fonctionnement (Imaging ou ES) dans lequel le sonar a effectué l'enregistrement du fichier SMB traité. Toutefois, il est parfois utile en post-traitement, de recalculer les images dans un autre mode que celui paramétré lors de l'acquisition.

Paramétrage : pour cela, si le sonar a effectué ses acquisitions en mode ES, il suffit de cocher la case « Imaging mode » pour recalculer les images sonar en mode Imaging (pareil pour « ES Mode »).

Restriction d'emploi : toutefois, ce passage par traitement d'un mode à un autre est artificiel et ne trouve son utilité que dans certains cas pour améliorer l'affichage 3D des bancs (parfois en mode Imaging, si les bancs sont trop petits, il est préférable de les représenter artificiellement en mode ES afin d'avoir un meilleur échantillonnage angulaire et donc une meilleure idée de leurs formes). En effet, si les acquisitions ont été effectuées en mode Imaging (faisceau de 2° x 19°) et que la case « ES mode » est cochée lors du traitement, les images sonar seront artificiellement représentées via Movies3D avec des ouvertures faisceaux de 2° x 2° qui ne correspondent pas à la réalité des données.

Ces deux options de calcul sont donc à utiliser avec précaution, en sachant qu'elle modifie la réalité pour des raisons de représentation. Si un calcul d'extraction des paramètres de bancs est effectué, il ne faut évidemment pas utiliser cette option sous peine de dilater (quand on passe de ES à Imaging) ou comprimer (quand on passe de Imaging à ES) artificiellement les dimensions des bancs.

Option « User ship speed » : la vitesse navire est un paramètre essentiel à la reconstruction 3D des bancs via Movies3D et doit être écrite à chaque ping dans le fichier HAC. Par défaut, si la trame RMC du GPS est présente dans le fichier SMB traité, l'application « SM20HacConversion » l'écrit dans le fichier HAC qu'elle génère.

Dans le cas où la vitesse GPS est indisponible (ou si l'opérateur pour une raison quelconque préfère paramétrer une vitesse moyenne du navire au lieu des vitesses GPS instantanées), il faut cocher la case « User ship speed » et indiquer une vitesse moyenne du navire en m/s.

Option « User Heading » : comme pour la vitesse navire ci-dessus, le cap est un paramètre pris en compte par Movies3D pour reconstruire les bancs en 3D. Il doit donc apparaître dans le fichier HAC généré par « SM20HacConversion ». Par défaut, si une information de cap est présente dans le fichier SMB traité, l'application « SM20HacConversion » l'écrit dans le fichier HAC qu'elle génère.

Dans le cas où l'information de cap est indisponible (ou si l'opérateur préfère paramétrer un cap constant afin, par exemple, d'éviter de reconstruire de manière trop sinueuse les bancs en 3D via Movies3D), il faut cocher la case « User Heading » et indiquer une valeur de cap constante du navire en degré par rapport au nord.

3.1.11. Start SM20 beamforming and Hac conversion (bouton 11)

Après avoir correctement paramétré les éléments ci-dessus, le bouton 11 permet de lancer le calcul de formation de voies et de génération du fichier HAC.

Option d'affichage des bancs via Movies3D en parallèle du calcul (Figure 3-3) : si l'opérateur veut afficher en parallèle sur Movies3D les images sonar générées par « SM20HacConversion », il faut, en plus de « SM20HacConversion », ouvrir Movies3D (sans oublier de le paramétrer : voir § 3.2.), sélectionner « File/Acquire » et lancer le calcul toujours à partir de ce bouton 11 de « SM20HacConversion ».

Si les volumes des images sonar sont importants ou si les seuils de movies3D sont trop bas, des pertes de trames peuvent se produire lors de l'affichage avec Movies3D en parallèle du calcul avec « SM20HacConversion ». Il s'agit ici d'un affichage plutôt qualitatif permettant de juger en cours de traitement de la qualité des calculs (par exemple, si la détection de fond est correcte). A la fin du calcul, il suffira de fermer Movies3D puis de le rouvrir avec le fichier HAC qui a été généré par « SM20HacConversion » pour réaliser une visualisation 3D avec tous les ping.

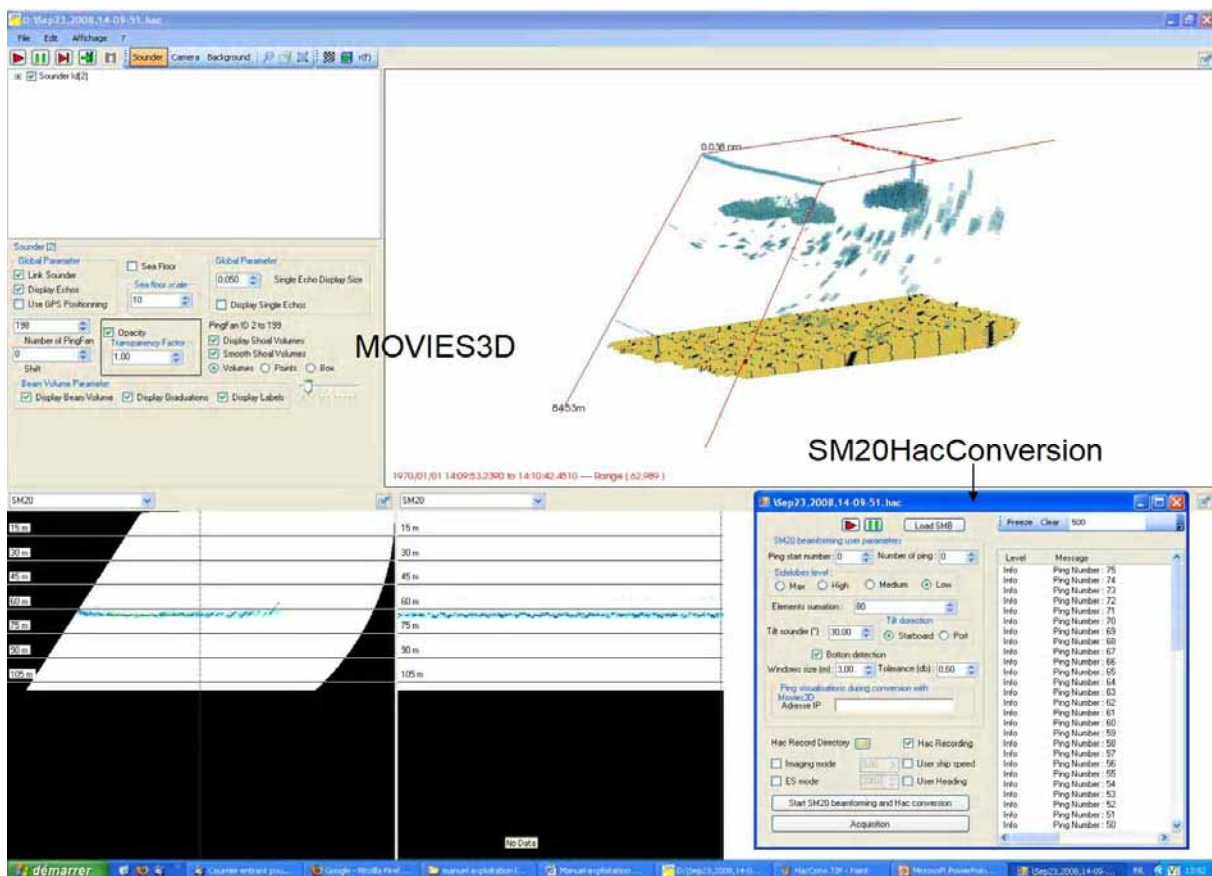


Figure 3-3

3.1.12. Acquisition (bouton 12)

Ce bouton d'action est réservé à l'affichage 3D **temps réel (c'est-à-dire en même temps que les enregistrements sonar sur le terrain)** des bancs qui est présenté en section 4.

3.1.13. Fenêtre des messages (bouton 13)

L'application indique dans cette espace les différentes étapes du calcul avec notamment les numéros des pings traités et l'écriture des différents tuples HAC.

Lorsqu'une erreur se produit, un message relatif au problème rencontré est affiché en rouge.

3.2. **Logiciel « Movies3D »**

Dans le cadre du SM20, le logiciel Movies3D permet d'exploiter les fichiers HAC générés auparavant par l'application « SM20HacConversion ». Il permet d'effectuer les visualisations en 3D des bancs ainsi que l'extraction de leurs paramètres (positions, morphologies, énergies).

Ce chapitre présente les éléments nécessaires à son utilisation (paramétrage, fonctionnalités de visualisation 3D et calculs d'extraction des paramètres de bancs).

3.2.1. Principe de construction 3D des bancs

La figure 3-4 présente schématiquement le principe de construction 3D des bancs de poissons. A chaque ping, le SM20 fournit une image 2D (XY) de la scène observée.

L'accumulation des pings le long de l'axe Z d'avancée du navire permet d'obtenir la troisième dimension.

Movies3D, à partir d'un fichier HAC généré par « HACSM20conversion » (fichier HAC comprenant les caractéristiques techniques du SM20 : fréquence, ouverture faisceau, cadence de tir..., les images SM20 à chaque ping, les données GPS, vitesse navire,...) effectue automatiquement ce type de reconstruction.

Le positionnement des images SM20 d'un ping à l'autre est réalisé par Movies3D qui calcule à chaque ping la distance « Dping » qui le sépare du précédent. Cette distance est calculée à partir de la vitesse navire (V_{navire} en m/s) et l'intervalle de temps ΔT_{ping} entre le ping N et N+1 (cet intervalle de temps est directement lié à la cadence de tir du sonar). Ainsi, on a $D_{ping} = V_{navire} * \Delta T_{ping}$.

De plus, chaque ping est aussi positionné en fonction des informations de cap (heading). Si le cap est constant, les pings seront accumulés parallèlement entre eux le long de l'axe Z.

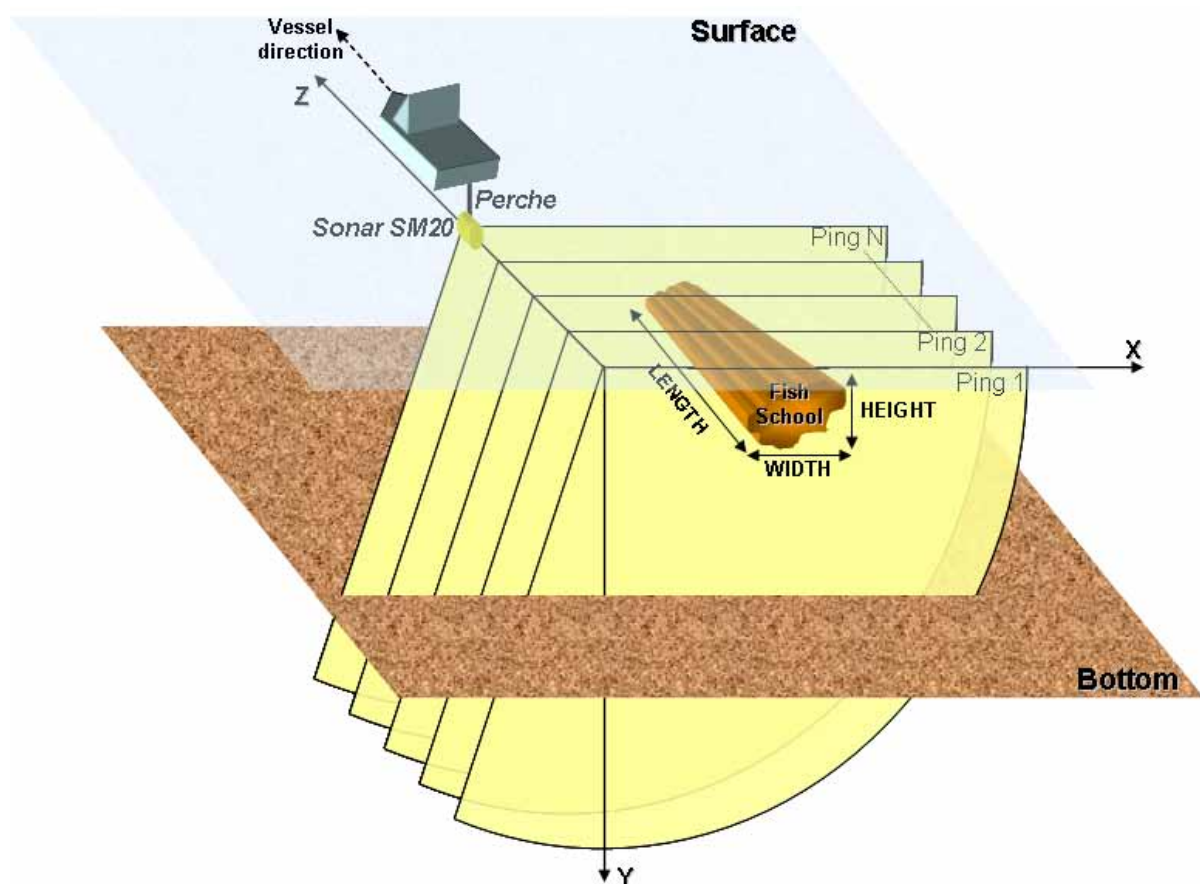


Figure 3-4

3.2.2. Paramétrage de Movies3D

La figure 3-5 présente l'IHM générale de Movies3D.

Ci-dessous, sont présentés les différents cadres de Movies3D.

Autrement, les paragraphes suivants (§ 3.2.3. et § 3.2.4.) synthétisent respectivement les actions de paramétrage (**dans l'ordre chronologique**) à effectuer pour aboutir à une visualisation 3D des bancs de poissons observés par le SM20 et pour effectuer l'extraction de leurs paramètres (positions, morphologies, énergies).

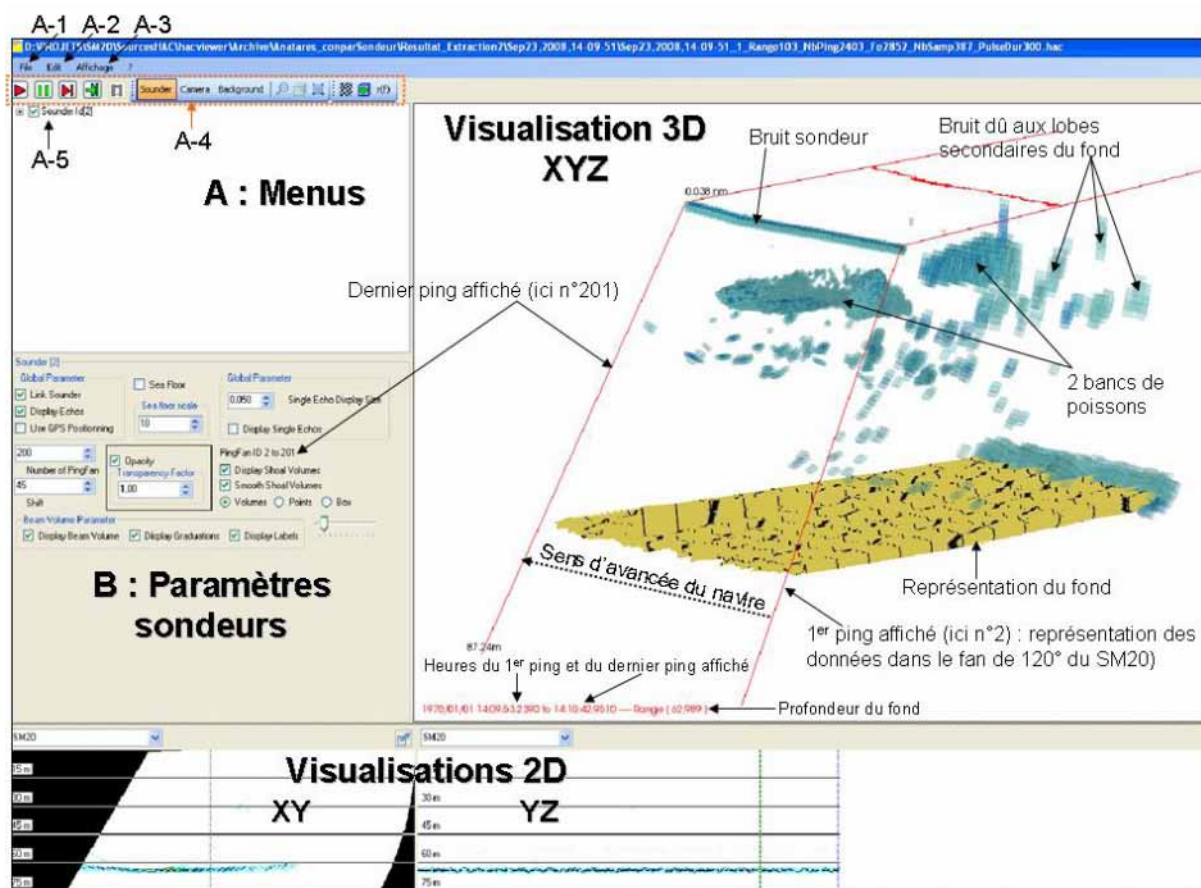


Figure 3-5

3.2.2.1. CADRE A : Menus de Movies3D

A-1 : Figure 3-6

Menu de gestion des ouvertures des fichiers et des configurations enregistrées.

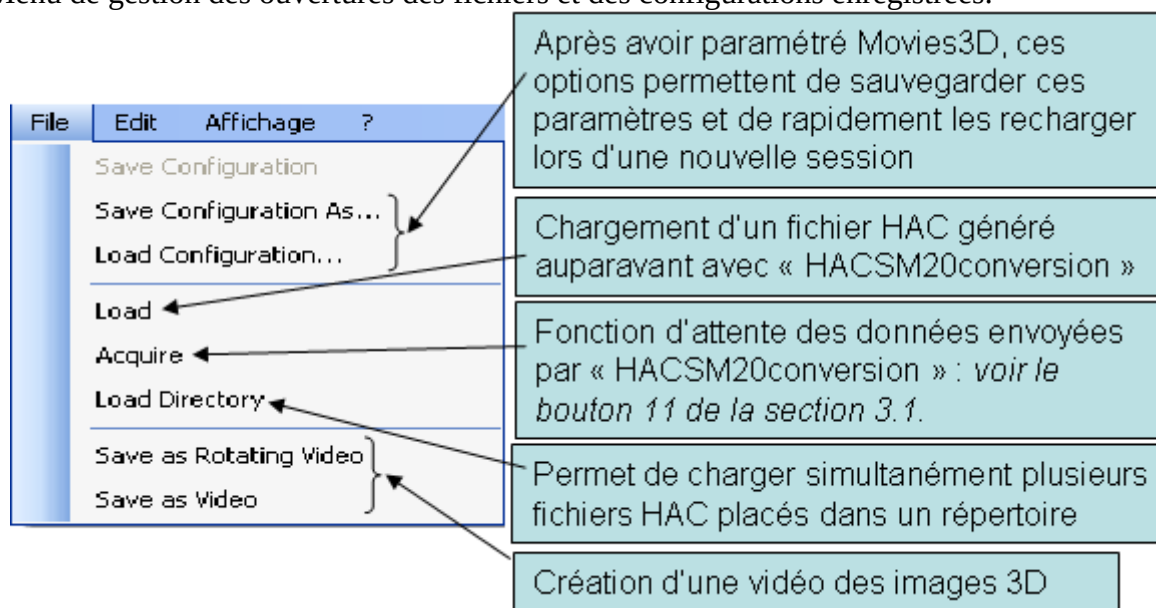


Figure 3-6

A-2 : Figure 3-7 et 3-8

Menu de paramétrage des différents calculs effectués par Movies3D.

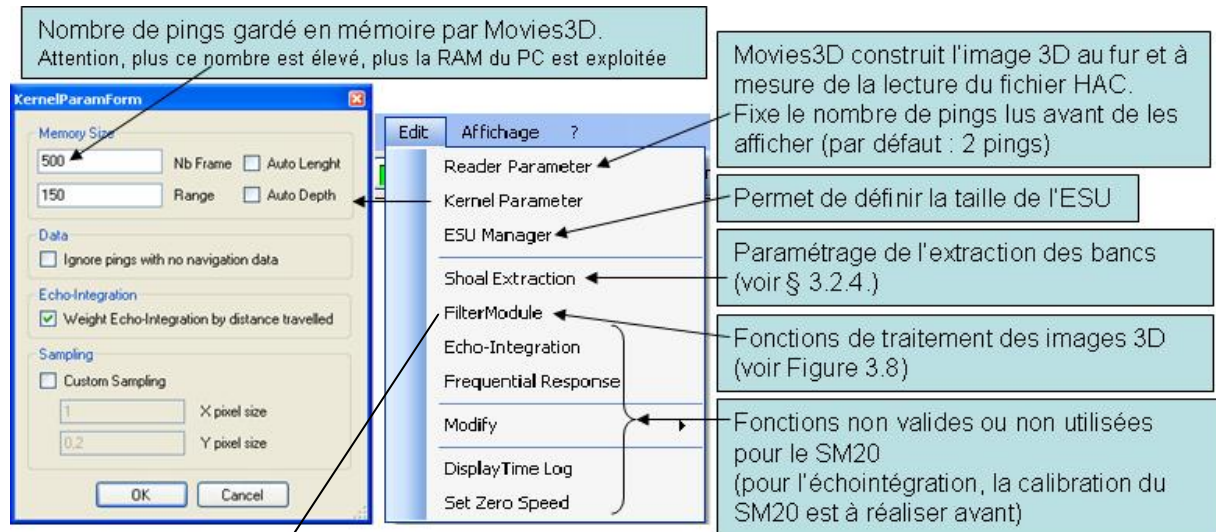


Figure 3-7

Trois Fonctions de traitement applicables à l'image 3D : La figure 3-8 présente le module « FilterModuleForm » qui propose des fonctions de traitement applicables aux images 3D. Pour le SM20, on n'en utilise couramment que trois (les autres n'ont pas encore été testées mais peuvent être utilisées si nécessaire). Ces trois fonctions s'appliquent **uniquement lorsqu'une détection du fond a été réalisée auparavant par l'application HACSM20conversion** » (voir champ n°7 de la section 3.1 : « Bottom detection »). Il s'agit de :

- « Floor Filter Variable Tolerance » permet de supprimer les échos situés entre le fond et une hauteur au dessus du fond fixée en mètre par l'opérateur dans le champ « Tolerance » (5 m dans l'exemple de la figure 3-8).
- « Filter Sphere Threshold under sphere » : permet, en plus du seuillage général de l'image (voir ci-dessous dans A-3 le menu « Affichage/View Parameter »), de filtrer l'ensemble de la zone bruitée par les lobes secondaires de fond (voir la position caractéristique du début de cette zone annotée sur l'image sonar de la figure 2-2. Le début de cette zone est toujours un arc de cercle centré sur la position du sonar et de rayon égal à la profondeur du fond. La zone bruitée par les secondaires du fond s'étend ensuite de ce début de zone jusqu'à la distance d'observation maximale). Pour filtrer toute cette zone, l'opérateur fixe :
 - o le seuil en dB (qui sera appliqué sur cette zone) dans le champ « Threshold » (-30 dB dans l'exemple de la figure 3-8),
 - o la tolérance en dB autour de ce seuil (5 dB dans l'exemple de la figure 3-8).
- « Filter the Sphere : +/- tolerance around sphere » : permet, en plus du seuillage général de l'image et du seuillage précédent (si ce dernier a été activé), de filtrer uniquement l'arc de cercle correspondant au **DEBUT de la zone bruitée par les lobes secondaires de fond** (décrite précédemment). Pour cela l'opérateur fixe :
 - o le seuil en dB dans le champ « Threshold » (-40 dB dans l'exemple de la figure 3-8),

- o la largeur en mètre de la zone (de part et d'autre de l'arc de cercle) dans laquelle ce seuil doit être appliqué. Largeur fixée par l'opérateur dans le champ « Tolerance » (10 m dans l'exemple de la figure 3-8).

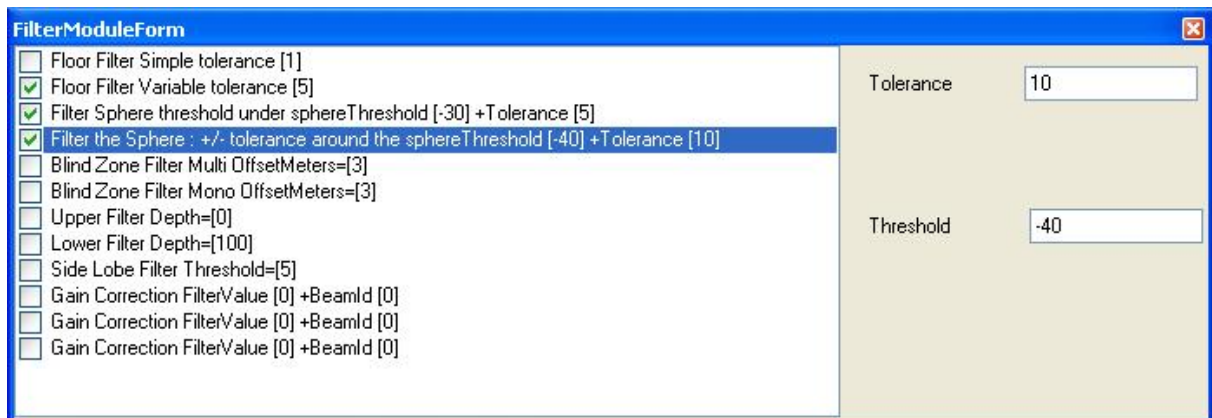


Figure 3-8

A-3 : Figure 3-9

Menu de contrôle de l'affichage 3D

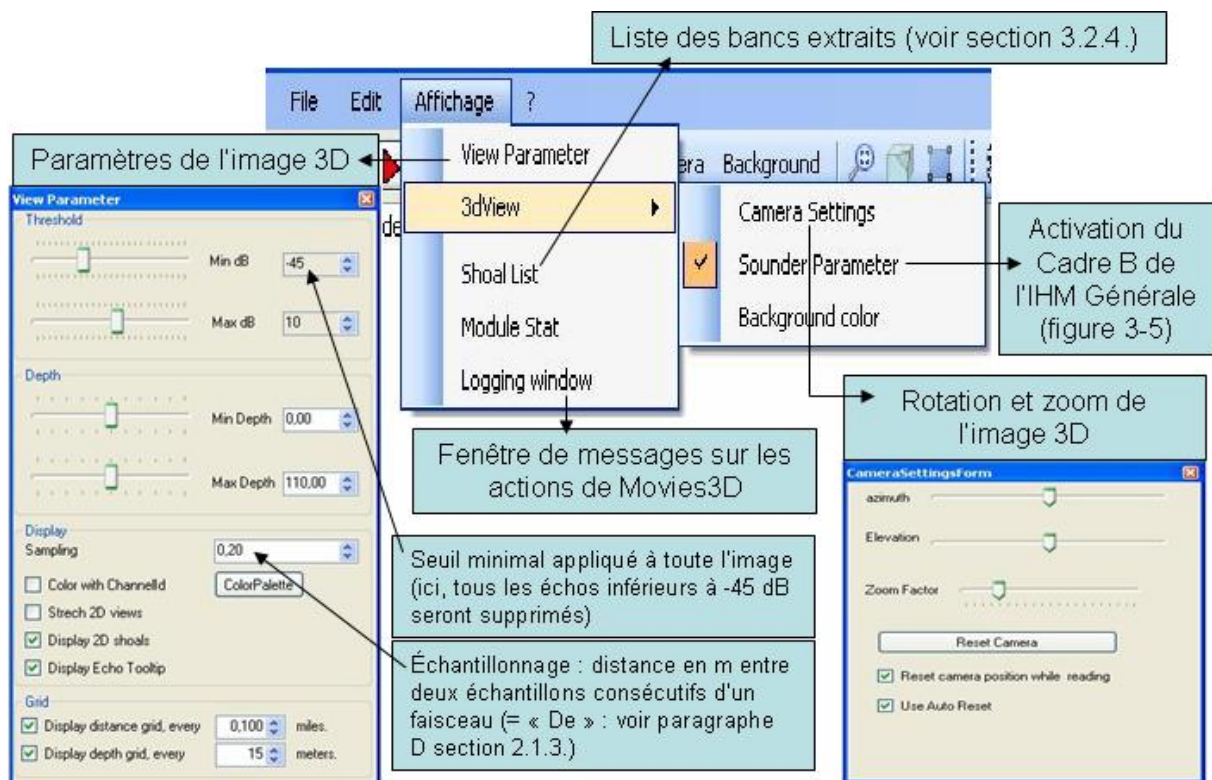


Figure 3-9

A-4 : Figure 3-10

Lecture/Pause ping à ping du fichier HAC et raccourcis vers les menus principaux explicités de A-1 à A-3.

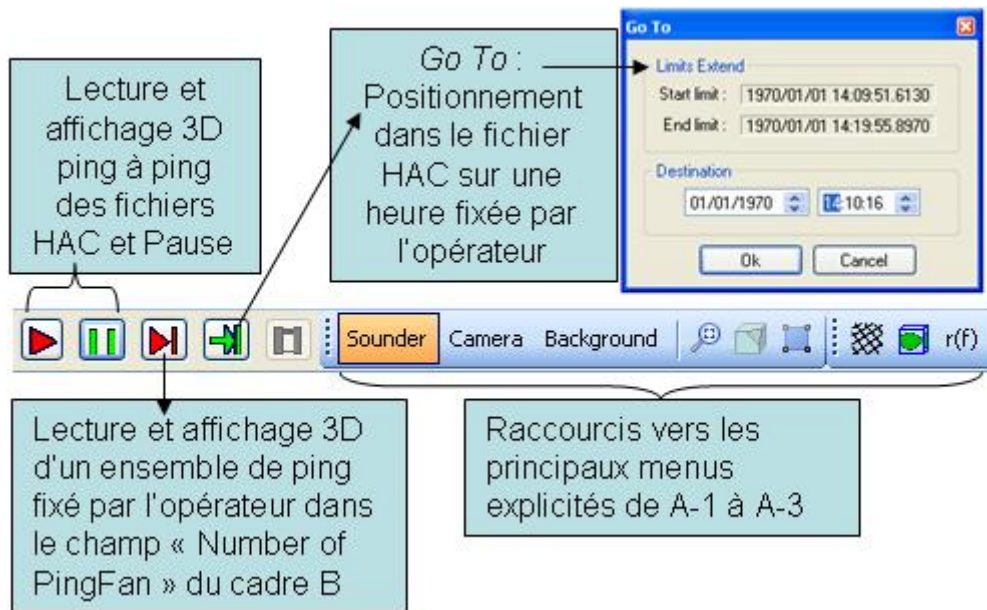


Figure 3-10

A-5 :

- Cocher la case à gauche du mot « Sounder » pour activer la visualisation 3D (décocher pour la désactiver). Pour minimiser les temps de lecture, il est préférable de désactiver la visualisation 3D, de lire les pings et de réactiver la visualisation 3D
- cliquer sur le mot « Sounder » pour activer le cadre B des paramètres sondeur (voir ci-dessous) et lorsqu'un paramètre a été modifié afin de valider sa prise en compte.
- en cliquant sur l'icône « + » à l'extrême gauche de « Sounder », le nom « + SM20 » apparaît. En cliquant ensuite sur le « + » à gauche de « SM20 », on obtient la liste des 128 faisceaux. En décochant les cases représentant chaque faisceau, Movies3D supprime de l'image 3D les faisceaux décochés.

3.2.2.2. CADRE B : Paramètres Sondeur

Le cadre B (Figure 3-11) est activé en cliquant dans le cadre A sur la mot « Sounder » (A-5) ou sur le raccourcis « Sounder » (A-4) ou encore en activant le menu « Affichage/3dView/Sounder Parameter » (A-3).

Ce cadre permet de régler les paramètres principaux de l'affichage 3D (Figure 3-11).

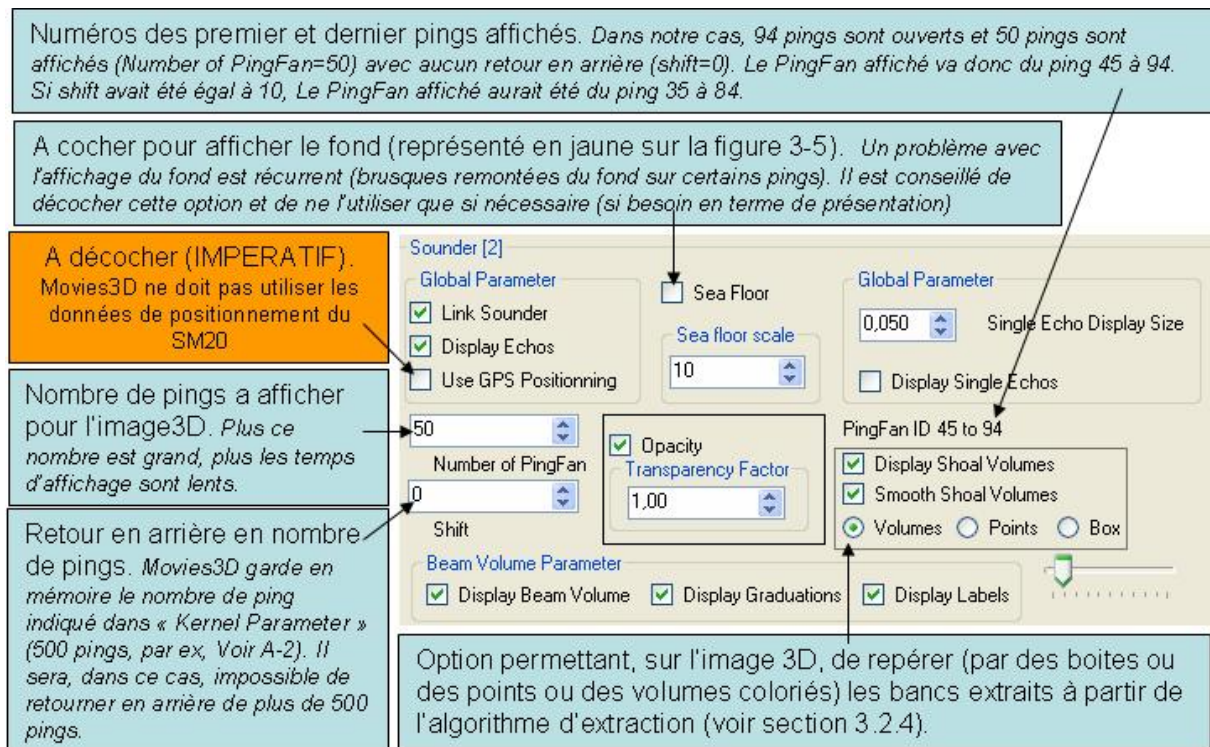


Figure 3-11

3.2.3. Synthèse des actions pour visualisation 3D des bancs

Dans ce paragraphe, sont listées **dans l'ordre chronologique** les actions (de 1 à 12) nécessaires et suffisantes pour aboutir à une visualisation 3D correcte des données SM20. Les valeurs de réglages indiquées ci-dessous sont recommandées pour une première utilisation de Movies3D. D'autres valeurs pourront ensuite être recherchées par l'opérateur suivant ses besoins.

Il est recommandé d'exploiter Movies3D à partir d'un PC relativement puissant (avec au moins 2 Giga Bytes de RAM). Le PC doit être sous un environnement Windows XP.

Pour beaucoup d'IHM (Interface Homme-Machine) de paramétrage de Movies3D, il n'existe pas de bouton de validation permettant la prise en compte des paramètres fixés. En effet, il faut simplement ouvrir l'IHM, fixer les valeurs des paramètres et fermer l'IHM (avec la croix en haut à droite). La validation est alors automatique. Il est tout de même parfois utile, pour accélérer le rafraîchissement de l'image 3D, de cliquer sur le mot « Sounder » affiché dans le cadre A (voir A-5).

Les actions marquées en italique ne sont pas essentielles.

- 1 – Ouvrir le menu « Affichage / View Parameter » (voir A-3) et régler :
 - 1-1 : le seuil minimal « Threshold » (recommandation : -45 dB)
 - 1-2 : l'échantillonnage des faisceaux « Sampling » avec une valeur située entre $De = c/(2*Fe)$ et 1 m (valeur par défaut). Plus cette valeur est élevée, plus l'affichage 3D sera rapide mais plus les bancs seront sous échantillonnés.

2 – **Si une détection de fond a été réalisée par HACSM20Conversion** », ouvrir le menu «Edit / FilterModule » (voir A-2, Figure 3-8) et activer :

2-1 : « Floor Filter Variable Tolerance » avec Tolerance = 5 m (recommandation)

2-2 : « Filter the Sphere : +/- tolerance around sphere » avec Threshold = -40 dB et Tolerance = 10 m (recommandation)

2-3 : *Uniquement si l'opérateur veut totalement nettoyer la zone bruitée par les lobes secondaires de fond au risque de filtrer aussi les échos des bancs situés dans cette zone, le « Filter Sphere Threshold under sphere » avec, par exemple, Threshold = 5 dB et Tolerance = -30 dB.*

3 – Ouvrir le menu « Edit / Reader Parameter » (voir A-2) pour fixer le nombre de ping lu avant leur affichage (la valeur par défaut = 2 est recommandée).

4 – Ouvrir « Edit / Kernel Parameter » (voir A-2) pour fixer le nombre de ping maximal gardé en mémoire par Movies3D (la valeur par défaut = 500 est recommandée). Rappelons que si cette valeur est trop grande, la RAM du PC sera totalement monopolisée par Movies3D et le PC sera fortement ralenti voire bloqué.

5 – Ouvrir le menu « File / Load » (voir A-1) et charger un fichier HAC auparavant généré par l'application « HACSM20Conversion ».

6 – Activer le cadre B de Movies3D en cliquant dans le cadre A sur le mot « Sounder » (voir § 3.2.2.2.).

7 – Dans le cadre B (voir § 3.2.2.2., Figure 3-11), décocher la case « Use GPS Positionning ».

8 – Dans le cadre A, cocher la case à gauche de « Sounder » (voir A-5) afin d'afficher le premier ping en 3D.

9 – **Si une détection de fond a été réalisée par HACSM20Conversion** », décocher, dans le cadre B, la case « Sea Floor » (voir § 3.2.2.2., Figure 3-11) afin de désactiver la représentation du fond qui pour certain ping est défectueuse (elle pourra être réactivée ensuite si nécessaire pour des besoins de présentation des données).

10 – Cliquer sur le bouton de Lecture des fichiers HAC (Figure 3-10). Les pings s'affichent alors en 2D et 3D au fur et à mesure de leur lecture. Le bouton « pause » permet d'interrompre la lecture. Rappelons que Movies3D affiche en 3D le nombre de pings indiqué dans le champ « Number of PingFan ». Comme l'affichage 3D est gourmand en ressource, si cette valeur est trop élevée, Movies3D peut être considérablement ralenti. Pour optimiser la vitesse de lecture des pings, il existe deux astuces :

* Le plus rapide est de désactiver l'affichage 3D (décrocher la case à gauche de sounder dans le cadre A : voir A-5) et d'effectuer la lecture des pings (jusqu'à un nombre de ping inférieur à la capacité de mémorisation fixée par l'opérateur afin d'éviter de perdre les pings du début : voir A-2 champ « Memory Size », figure 3-7). A tout moment lors de la lecture, l'opérateur peut faire une pause, réactiver la visualisation 3D et la régler en fonction de ses besoins en jouant, à partir du cadre B, sur les champs « Number of PingFan » et « Shift » pour afficher le nombre de pings voulu et effectuer les retours en arrière. Les manipulations de l'image 3D (rotation, zoom) se font à partir du menu « Affichage / 3d View / Camera Settings ».

* Conserver l'affichage 3D mais avec un « Number of PingFan » très faible (5 pings par exemple) pendant la lecture. A tout moment, suivant ses besoins (un banc intéressant par exemple), l'opérateur peut faire une pause et augmenter le « Number of PingFan » afin de réaliser une représentation 3D avec plus de pings (le nombre nécessaire pour visualiser tout un banc par exemple). A nouveau, les manipulations de l'image 3D (rotation, zoom) se font à partir du menu « Affichage / 3d View / Camera Settings ».

11 – La plupart des réglages peuvent être modifiés par l'opérateur à tout moment et seront appliqués immédiatement à tous les pings déjà ouverts (notamment, les réglages du menu « Affichage / View Parameter » comme le seuil, la distance maximale,...). Toutefois, pour certains paramètres (ceux du FilterModule, par ex), la prise en compte de leurs modifications n'est effective que sur les pings qui n'auraient pas été encore lus (une modification de ce paramètre ne s'appliquera pas sur les pings déjà lus). Ainsi, en cours de lecture, la modification de ces paramètres nécessite purement et simplement de fermer et rouvrir Movies3D, de le paramétrer à nouveau et de refaire la lecture. Il est donc important de bien fixer ces paramètres dès le départ (afin de ne pas avoir à tout recommencer)

12 – Enfin, à partir du menu « File / Save Configuration As », il est possible de sauvegarder une configuration afin de la recharger rapidement lors d'une nouvelle session sans avoir à parcourir de nouveau les étapes de 1 à 4 (les étapes de 5 à 10 seront tout de même à réaliser). Sur le PC Portable LATITUDE du SM20, la configuration « ConfigMovies3D » (que nous avons enregistré avec les valeurs par défaut ci-dessus) est accessible à partir de « File / Load Configuration » (A-1).

3.2.4. Synthèse des actions pour l'extraction des paramètres de bancs

Avant d'effectuer l'extraction de bancs, il est tout d'abord nécessaire de configurer Movies3D comme explicité ci-dessus dans le paragraphe 3.2.3.

Après avoir paramétré Movies3D, le menu « Edit / Shoal Extraction » (voir A-2) permet de configurer et d'activer l'extraction des paramètres des bancs de poissons observés par le SM20 (figure 3-12 ci-dessous). Les valeurs des paramètres indiquées sur la figure 3-12 sont déjà optimisées pour extraire les bancs SM20. Sauf cas précis, il est conseillé de les conserver.

Les différents paramètres (notamment, longueur, largeur, hauteur) des bancs sont calculés dans le repère (XYZ) présenté sur la figure 3-4.

Les paramètres des bancs extraits sont enregistrés automatiquement dans un fichier Excel (voir figure 3-13) au format « .CVS » (nommé, par défaut, « shoals_S2_T0.cvs » dans le répertoire spécifié par l'opérateur).

La figure 3-14 est un aperçu de l'extraction des bancs via Movies3D. En plus du fichier Excel « .cvs », les paramètres extraits sont aussi visualisables en cours d'extraction en sélectionnant le menu « Affichage/Shoal List » qui ouvre la fenêtre « Shoal Description » où chaque banc extrait (chacun identifié par un numéro « id ») est décrit

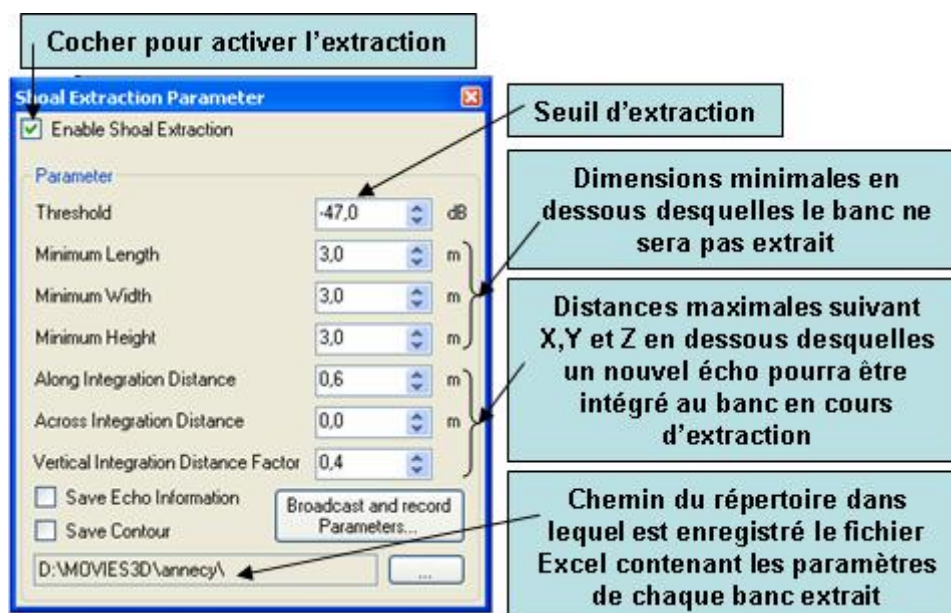


Figure 3-12

Microsoft Excel - ess.xls																
Fichier Edition Affichage Insertion Format Outils Données Fenêtre ? Adobe PDF																
Répondre en incluant des modifications... Terminer la révision...																
A102 \$SHOAL																
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
102	\$SHOAL	ALGO	VERSION	1	0				Numéro de version de l'algorithme d'extraction							
103	\$SHOAL	PINGN	STARTEND	207	19	183			Numéro id du banc et premier et dernier ping du banc							
104	\$SHOAL	ECHOES	NUMBER	207	65271				Nombre de voxels dans le banc							
105	\$SHOAL	CRITERIA	207	0.09096	0.6	0	-47	03:03:03	Rappel des paramètres d'extraction (figure 3-11)							
106	\$SHOAL	DEPTH	MINMAX	207	7.302	22.11			Profondeurs en m minimales et maximales du banc							
107	\$SHOAL	DEPTH	DTBOT	207	40.98	58.83			Distance en m minimale et maximale du banc par rapport au fond							
108	\$SHOAL	TIME	STARTEND	207	01/01/1970	14:09:57.487	01/01/1970	14:10:38.454	Heures du premier et dernier ping du banc							
109	\$SHOAL	LENGTH	ALONG	207	56.14				Longueur maximale du banc en m							
110	\$SHOAL	LENGTH	ACROSS	207	27.32				Largeur maximale du banc en m							
111	\$SHOAL	HEIGHT	MAX	207	17.52				Hauteur maximale du banc en m							
112	\$SHOAL	LATLONG	FIRST	207	45.86106567	6.16960796	10.02376322		Coordonnées géographiques du premier ping							
113	\$SHOAL	LATLONG	LAST	207	45.86137036	6.169466774	19.97919127		Coordonnées géographiques du dernier ping							
114	\$SHOAL	LATLONG	GEOCENTER	207	45.86116836	6.169602124	15.76240119		Coordonnées géographiques du centre de masse du banc							
115	\$SHOAL	LATLONG	ENERGYCEN	207	45.86117278	6.169587916	15.58384852		Coordonnées géographiques du centre de masse énergétique du banc							
116	\$SHOAL	TOTAL	MVBS_WEIGHT	207	-42.028536				Energie moyenne en dB du banc pondéré en fonction de son volume							
117	\$SHOAL	TOTAL	MVBS_SIGMA_AG	207	-41.658466	0.39356249			Energie moyenne en dB du banc et écart type de cette énergie							
118	\$SHOAL	VOLUME	MEANVARIANCE	207	2000	0.0000			Volume du banc en m3							
119	\$SHOAL	ANGLE	MINMAX	207	-21.08	58.91			Angles latéraux minimal et maximal du banc							
120	\$SHOAL	ANGLECONF	MINMAX	207	-31.91	91.73			Angles minimal et maximal de configuration du sondeur							
121									(angles négatifs à bâbord et positifs à tribord)							

Figure 3-13

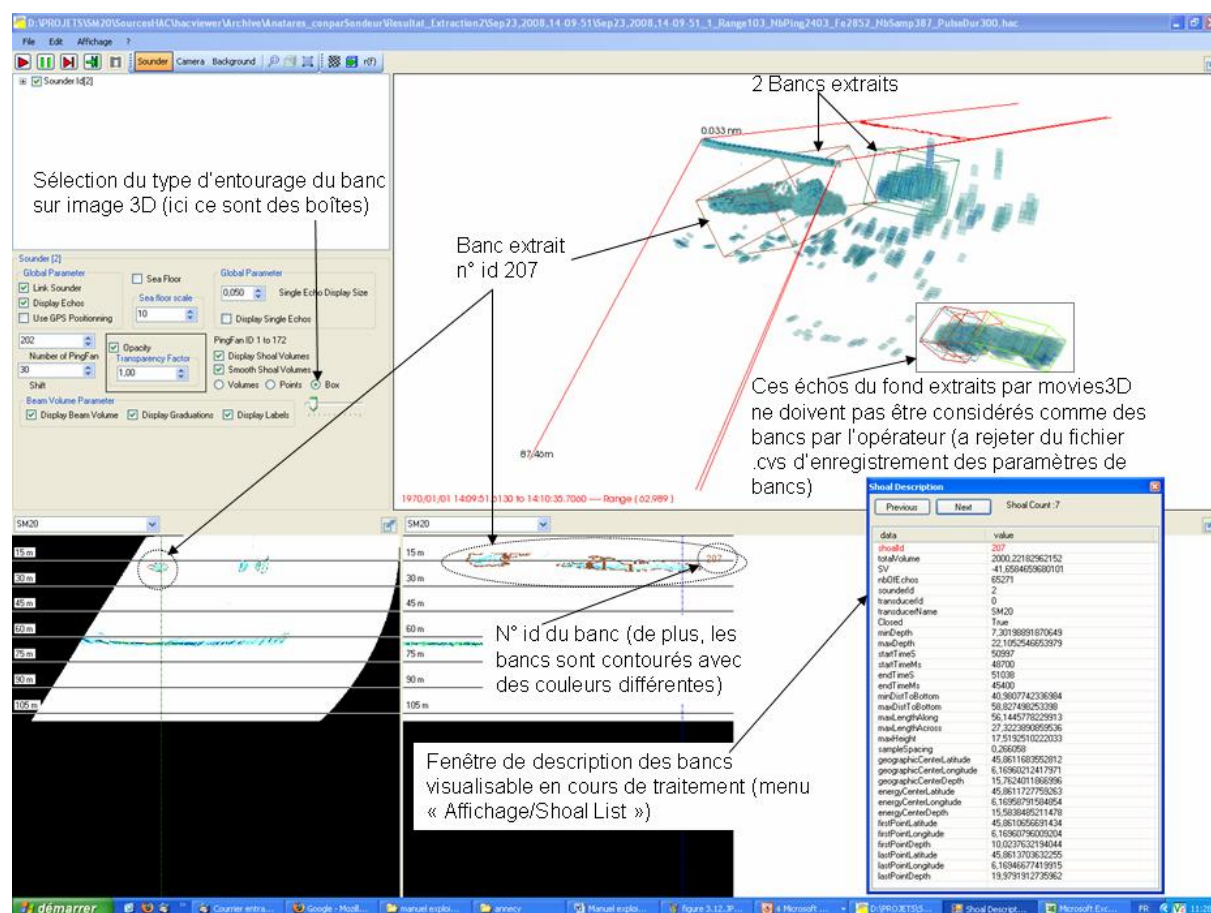


Figure 3-14

4. Visualisation 3D temps réel des bancs de poissons

4.1. Principe

La figure 4-1 présente le principe mis en œuvre pour réaliser la visualisation 3D temps réel des bancs observés par le SM20.

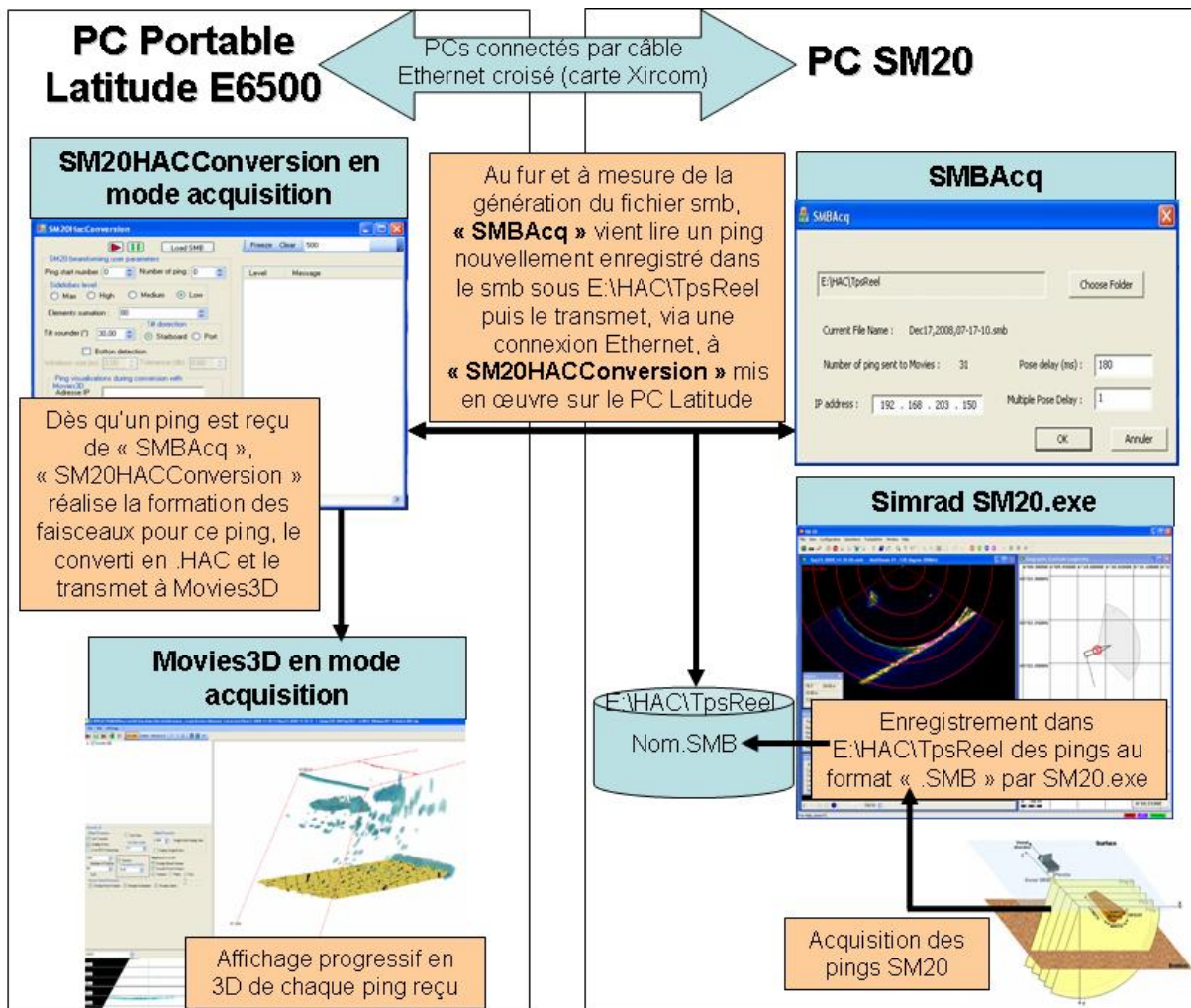


Figure 4-1

4.2. Actions à réaliser pour effectuer la visualisation 3D en temps réel

Positionner la carte Ethernet « Xircom » dans le PC portable Dell Latitude E6500 (PC LAT) et relier le câble croisé Ethernet à une des connectiques Ethernet du PC SM20.

Pour vérifier que les deux PCs communiquent correctement, il faut, pour chaque PC, ouvrir l'invite de commandes et taper la commande « ipconfig ». Pour le PC portable, il doit apparaître l'adresse IP : 192.168.203.150. A voir pour le PC SM20.

Dans le cas contraire, vérifier les connexions Ethernet et, en dernier cas, rebooter les PCs.

Quand les deux PCs communiquent bien, il faut réaliser les étapes suivantes **dans l'ordre exact** :

A – Sur PC SM20 : démarrer le sonar SM20 en chargeant auparavant (au démarrage de « SM20.exe »), la configuration « Temps Reel » (voir Figure 2-1). Choisir une distance d'observation, régler l'image et regarder aussi si le fond est visible ou non.

B – Sur PC LAT : Préparation de « Movies3D »

B-1 – Ouvrir en premier Movies3D

B-2 – Charger, à partir du menu « File/Load Configuration », la configuration « C:\SM20\SOURCES\Movies3D\Config_Movies3D\Config_TpsReel_sv » et réaliser directement l'étape « B-2-6 » ci-dessous OU paramétrer Movies3D en réalisant toutes les étapes (voir section 3.2.3.) suivantes :

B-2-1 – Ouvrir le menu « Affichage / View Parameter » (voir A-3) et régler :

- * le seuil minimal « Threshold » à -45 dB
- * l'échantillonnage des faisceaux « Sampling » à 1 m.

B-2-2 – Ouvrir le menu «Edit / FilterModule » (voir A-2, Figure 3-8) et activer :

- * « Floor Filter Variable Tolerance » avec Tolerance = 5 m
- * « Filter the Sphere : +/- tolerance around sphere » avec Threshold = -40 dB et Tolerance = 10 m.

B-2-3 – Ouvrir le menu « Edit / Reader Parameter » (voir A-2) et fixer le nombre de ping lu à 1.

B-2-4 – Ouvrir « Edit / Kernel Parameter » (voir A-2) et fixer le nombre de ping maximal gardé en mémoire par Movies3D à 50 (au lieu de 500, afin de soulager le PC qui devra tourner rapidement).

B-2-5 – Faire apparaître le cadre B de Movies3D en cliquant sur le menu «Affichage/3dView/Sounder Parameter. Le cadre B apparaît mais les paramètres ne sont pas encore accessibles (car les données sonar ne sont pas encore chargées).

B-2-6 – Positionner Movies3D en attente des données en cliquant sur le menu « File/Acquire ». Movies3D est alors prêt à recevoir les données de HACSM20Conversion.

C – Sur PC LAT : Préparation de « HACSM20Conversion »

C-1 : Ouvrir « HACSM20Conversion » et positionner à l'écran son IHM afin de voir entièrement Movies3D et HACSM20Conversion (quitte à réduire légèrement la taille de l'IHM de HACSM20Conversion).

C-2 : En se référant si nécessaire au chapitre 3.1 et à la figure 3-1, effectuer les réglages suivants :

C-2-1 : Ping start number = 0 et Number of ping = 0.

C-2-2 : Sidelobes level = Low.

C-2-3 : Elements summation = 80.

C-2-4 : Tilt sounder = 30° si le sonar est bien incliné de cette valeur et Tilt direction = Starboard si le sonar est à babord du navire (inversion avec l'anglais) ou Port si il est à tribord.

C-2-5 : **Uniquement si le fond est visible au sonar à la distance d'observation choisie**, sélectionner « Bottom detection » et fixer une taille de fenêtre suffisamment

grande (Windows size = 3 m est souvent suffisante ; il faudra agrandir cette fenêtre si le fond apparaît encore sur Movies3D quand, plus tard, le traitement sera lancé et que l'affichage se fera) et Tolerance = 0,6 (**voir § 3.1.7**).

C-2-6 : Ne rien mettre dans Adresse IP (car movies3D et HACSM20Conversion sont sur le même PC)

C-2-7 : Si l'opérateur veut enregistrer les fichiers HAC qui seront envoyés en temps réel à Movies3D, sélectionner un répertoire d'enregistrement avec « Hac Record Directory » et cocher « Hac Recording ». Dans le cas contraire décocher « Hac Recording ». Il n'est pas recommandé de réaliser l'enregistrement des fichiers HAC pour deux raisons :

- * des pertes de trames sont parfois constatées à cause du processus temps réel en connexion Ethernet (souvent plusieurs pings peuvent être perdus).
- * la taille du fichier HAC lors du processus temps réel devient rapidement très importante (à surveiller quand on réalise quand même l'enregistrement des HAC ; l'OS du PC LAT est limité à 150 Go).
- * de toute façon, les fichiers SMB initiaux seront conservés sur le PC SM20 et les fichiers HAC pourront alors être régénérés ultérieurement (à terre) sans le moindre risque de pertes de trames.

C-2-7 : ne pas cocher « Imaging mode », « ES mode », « User ship speed » et « User Heading ». Par contre, dans le cas d'un fonctionnement du SM20 en mode Imaging (Tête SM20 seule), il peut être intéressant de cocher « ES mode » afin d'obtenir ensuite un affichage plus précis des bancs sous Movies3D (car le temps réel a pour but d'observer de manière qualitative les bancs sans extraction de leurs paramètres).

C-2-8 : cliquer enfin sur le bouton « Acquisition » : il doit alors apparaître dans la fenêtre des messages la phrase « 255.255.255.255 connexion réussie ». HACSM20Conversion est alors prêt à recevoir les données de « SMBAcq » qui est positionné sur le PC SM20.

D – Sur PC SM20 : Préparation de « SMBAcq »

D-1 : Ouvrir le répertoire « E:\HAC\TpsReel » du PC SM20. **Ce répertoire ne doit contenir avant le lancement du temps réel aucun fichier SMB (ou 001, 002,...).** C'est dans ce répertoire que seront enregistrés les fichiers SMB pour le temps réel. **Notons qu'à chaque fois que le processus temps réel sera stoppé, il faudra, avant de le relancer, vider ce répertoire en transférant les fichiers SMB (et 001, 002,...) dans un sous répertoire personnalisé du répertoire E:\HAC\TpsReel \ARCHIVE.**

D-2 : Ouvrir « SMBAcq » et positionner à l'écran son IHM afin de la voir en même temps que le contenu du répertoire « E:\HAC\TpsReel ».

D-3 : Paramétrer « SMBAcq » en réalisant les actions suivantes :

D-3-1 : Sélectionner avec « Choose folder » le chemin « E:\HAC\TpsReel ».

D-3-2 : Vérifier que IP address est bien celle du PC LAT (192.168.203.150).

D-3-3 : « Pose Delay = 180 ms » et « Multiple Pose Delay = 1 ». Ces deux facteurs sont essentiels car ils régissent la synchronisation entre SMBAcq et le logiciel SM20. **Pour effectuer leur réglage, il est impératif de lire le paragraphe 4.3.** Les valeurs ci-dessus de ces paramètres ont été établies en cuve à partir d'enregistrement de bruit. Il faudra très certainement les réévaluer en condition réelle (en mer). A ce stade, SMBAcq est alors prêt.

E – Sur PC SM20 : lancement de l'enregistrement des fichiers SMB

E-1 : Sous le logiciel Simrad « SM20.exe », cliquer sur le raccourci « Rec » (voir section 2.2.) afin d'ouvrir la fenêtre d'enregistrement. A partir de celle-ci :

E-1-1 : cliquer sur le bouton « Select File » afin de spécifier le répertoire **E:\HAC\TpsReel** où les fichiers SMB doit être enregistrés (IMPERATIF)

E-1-2 : cliquer sur « **multibeam** » (NE JAMAIS OUBLIER)

E-1-3 : cliquer sur « OK ». L'enregistrement a démarré.

F – Sur PC SM20 :

Afin de minimiser le décalage entre les acquisitions du SM20 et l'affichage3D, il est important, à ce stade, de réaliser les actions suivantes le plus rapidement possible.

F-1 : Réduire immédiatement le logiciel SM20 dans la barre des tâches afin de libérer l'écran et revenir à SM20Acq et à la fenêtre du répertoire E:\HAC\TpsReel où apparaît le fichier SMB en cours d'enregistrement.

F-2 : Dès que ce fichier SMB dépasse environ 1 à 2 Mo (en générale, quasi immédiatement), cliquer sur le bouton « OK » de SMBAcq

G – Sur PC LAT : Revenir immédiatement à Movies3D

G-1 : Activer le cadre B de Movies3D en cliquant sur le mot « Sounder » dans le cadre A (voir l'item A-5 de la section 3.2.2.1.). Le mot « Sounder » apparaît dès que Movies3D a reçu la première trame et en principe les visualisations 2D ont déjà commencé à se dérouler.

G-2 : dans le cadre B, décocher à la fois « Use GPS Positionning » et « Sea Floor » (afin de désactiver la représentation défectueuse du fond : il faut parfois cocher et décocher « Sea Floor » 2 fois de suite).

G-3 : revenir enfin au cadre A et cocher la case à gauche du mot « Sounder » afin d'activer l'affichage 3D. Le processus est lancé.

H – Arrêt et relance du processus temps réel

Si l'opérateur arrête le processus ou si le processus s'arrête intempestivement ou qu'un des éléments ne fonctionne pas, il faut, uniquement sur le PC SM20 (*les applications du PC LAT n'ont jamais besoin d'être relancées, à part suite à une modification importante de leur paramétrage*) :

H-1 : Fermer l'application SMBAcq,

H-2 : Stopper l'enregistrement du SM20,

H-3 : Transférer les fichiers SMB, 001, 002,... du répertoire E:\HAC\TpsReel vers le répertoire E:\HAC\TpsReel\ARCHIVE (ou les détruire s'ils ne sont pas intéressants). Le répertoire E:\HAC\TpsReel doit impérativement être vide avant le lancement du temps réel.

H-4 : Rouvrir SMBAcq et le paramétrer comme indiqué ci-dessus (voir D),

H-5 : Relancer l'enregistrement du SM20 (**sans oublier de sélectionner « multibeam »**. Par contre, le chemin du répertoire d'enregistrement aura été conservé en mémoire si le logiciel SM20 n'a pas été fermé)

H-6 : Appuyer, immédiatement après le début de l'enregistrement, sur le bouton « OK » de SMBAcq. Le processus est alors relancé.

REMARQUES IMPORTANTES

Lors du premier lancement du temps réel, une fois sur deux la carte Ethernet ne s'active pas correctement et provoque la perte du tuple 15 (qui est essentiel). Dans la fenêtre des messages de HACSM20Conversion, le message « **Tuple 15 was lost** » s'affiche alors en rouge. Il faut dans ce cas, effectuer simplement les actions présentées dans H

Si au bout de quelques secondes ou quelques minutes suite au lancement du processus, l'application SMBAcq passe, dans son champ « Current File Name », de NomFichier.smb à NomFichier.001 alors ceci veut dire qu'elle s'est arrêtée pour les raisons indiquées dans la section 4.3 ci-dessous. Il faut alors réévaluer (augmenter l'un ou l'autre ou les deux à la fois) les valeurs des paramètres « **Pose Delay** » et « **Multiple Pose Delay** » en suivant les conseils de la section 4.3.

En prévention au problème évoqué ci-dessus, lors du premier lancement du temps réel, il est conseillé, en suivant la méthode décrite en 4.3, de vérifier la pertinence des valeurs des paramètres « **Pose Delay** » et « **Multiple Pose Delay** » en mesurant le décalage entre les acquisitions du SM20 et l'affichage 3D sur Movies3D et en réajustant ces paramètres pour réduire ce décalage au minimum tout en évitant l'arrêt intempestif de SMBAcq. Si « Pose Delay » est trop faible, SMBAcq s'arrête intempestivement (comme indiqué ci-dessus) et s'il est trop important, le décalage s'accroît progressivement.

En général, l'affichage de l'IHM de SMBAcq se bloque : ceci n'est pas un dysfonctionnement (il réalise tout de même son travail).

4.3. Gestion des synchronisations (à lire impérativement)

Pour régler la synchronisation entre SMBAcq et le logiciel Simrad SM20, il convient de comprendre le processus de transfert de données.

A chaque ping reçu du SM20, le logiciel Simrad enregistre ce ping reçu dans le fichier SMB pour que SMBAcq vienne le lire afin de l'envoyer sur le PC LAT à HACSM20Conversion.

Malheureusement, SMBAcq travaille plus vite que l'écriture du fichier SMB par le logiciel Simrad.

Pour régler ce problème, après l'envoi d'un ping, le paramètre « **Pose Delay** » impose à SMBAcq d'effectuer une pause (180 ms, par exemple) avant l'envoi d'un second ping. Ce afin que le logiciel Simrad ait suffisamment de temps pour écrire ce second ping dans le fichier SMB. Si ce second ping n'est pas écrit avant que SMBAcq vienne le lire (à cause d'un « Pose Delay » trop faible), SMBAcq tente alors de passer à la lecture d'un fichier .001 (hachage des fichiers SMB par le logiciel Simrad afin d'éviter d'avoir des fichiers SMB trop volumineux) qui n'existe pas. Ainsi, SMBAcq s'arrête en concluant, de manière erronée, que l'opérateur a stoppé l'enregistrement.

Pour pallier en partie à ce problème, **uniquement quand SMBAcq ne trouve pas ce second ping**, le paramètre « **Multiple Pose Delay** » entre en jeu en obligeant, une nouvelle fois, SMBAcq à attendre l'arrivée éventuelle du second ping durant un temps multiple du « Pose Delay » (par exemple, si « Pose Delay = 200 » et « Multiple Pose Delay = 2 », le temps

d'attente sera de 400 ms). Si le second ping n'est toujours pas trouvé, SMBAcq tente alors de passer à la lecture d'un fichier .001 ou s'arrête si ce fichier n'existe pas.

D'un autre côté, si le « Pause Delay » est trop important, il engendre alors un décalage progressif important (qui augmente à chaque ping) entre les acquisitions du SM20 et l'affichage 3D (pouvant aller de 4 secondes au départ jusqu'à plusieurs dizaines de secondes après une dizaine de minutes d'enregistrement).

Il s'agit donc de régler ces deux paramètres en tâtonnant afin de trouver le meilleur compromis permettant, d'une part, d'éviter l'arrêt de SMBAcq (qui aura alors devancé de manière trop importante l'instant d'écriture du fichier SMB) et, d'autre part, de minimiser le décalage entre l'instant où un ping est enregistré par le SM20 et l'instant où ce dernier est affiché par Movies3D.

Lors de ce réglage, pour juger de ce décalage, il est conseillé d'afficher sur Movies3D (PC LAT) qu'un seul ping (en paramétrant dans le cadre B un « Number of PingFan = 1 » : voir Figure 3-11) et, à partir du logiciel SM20, de changer radicalement la distance d'observation « Range » (à partir du raccourci en bas à gauche du logiciel SM20 : voir figure 2-2) du SM20 (par exemple, passer de 10 m à 70 m). Pour évaluer ce décalage, il suffit alors de décompter le temps entre l'instant du changement de distance du SM20 et l'instant où Movies3D affiche ce changement (qui doit être visible par un changement tout aussi radical de l'image 3D).

Quand SMBAcq s'arrête, il faut réaliser les actions présentées en H.