Faure Herman
Counting every drop

Minisonic II

Supplément pour ISD/PSD

Table des matières

1. Introduction **3**

2. Modes de fonctionnement **4**

2.1. Fonctionnement de l'ISD 4

2.2. Fonctionnement du PSD 6

3. CABLAGE DE L'APPAREIL **9**

3.1. Connexion des sondes ultrasons (appareil ATEX) 9

3.2. Connexion des entrées / sorties (appareil ATEX) 10

4. Paramétrage de l'appareil **11**

4.1. Sélection du mode de fonctionnement 11

4.2. Fonctions spécifiques ISD/PSD 12

4.3. Paramétrage mesure 13

4.4. Paramétrage "paire de sonde" 14

4.5. Paramétrage ISD 16

4.6. Paramétrage PSD 16

4.7. Paramétrage Entrées / Sorties 18

5. Mesure de l'appareil **19**

5.1. Ecrans de mesure 19

5.2. Mesures avancées 20

5.3. Description mode auto 21

1. Introduction

Les appareils de la gamme Minisonic II ont la possibilité, en plus de leur fonctionnement comme débitmètre, de proposer un mode de fonctionnement ISD ou PSD, le choix entre ces 2 modes étant lié à la fonction visée.

Le mode ISD (pour Interface & Sphere Detector) d'un MiniSonic II ISD/PSD est ainsi de contrôler la nature et la qualité d'un produit pétrolier raffiné lors de son transport par pipeline.
Basé sur la mesure de la vitesse du son dans le produit et sa relation avec certaines autres caractéristiques physiques comme sa densité ou la concentration, il permet un suivi précis et la détection rapide de tout changement, dit interface, en cours de pompage.
Comme le détecteur ne requiert qu'une sonde à installer à l'extérieur de la conduite, il peut effectuer cette analyse n'importe où sur la conduite en totale sécurité, comme par exemple à un km en amont d'une station.
De ce fait, le MiniSonic II-ISD est appelé communément densimètre de première information. Mais il ne peut en aucune façon être employé comme densimètre officiel, la relation entre vitesse du son et densité pouvant varier suivant des paramètres non pris en compte (température, composition, …)
L'ISD peut ainsi être utilisé dans l' industrie chimique pour analyser une concentration ou doser un mélange , dans la limite d' évolutions qui peuvent être corrélées. Par exemple, la vitesse du son présente une évolution intéressante dans l'acide sulfurique. De même, un sel en solution ionisée change la vitesse du son de l'eau (+ 1 m/s par g/l pour du NaOH).

Le mode PSD (pour Pig & Scrapper Detector) d'un MiniSonic II ISD/PSD est la détection de passage de sphères ou de racleurs de façon fiable et à un moindre coût d'installation : pas besoin de perçage, pas de pièce mobile. Ainsi, cette technique peut être retenue aussi bien en remplacement de détecteurs mécaniques vétustes que lors de nouveaux projets.
La facilité d'installation rend aussi possible les mesures temporaires lors de travaux sur pipeline (déviations, …) afin de connaître le produit en ligne et la position des sphères. Une caractéristique importante de la détection par ultrasons est son absence d'inertie qui lui permet de détecter deux sphères consécutives proches voire accolées.

.

2. Modes de fonctionnement

2.1. Fonctionnement de l'ISD

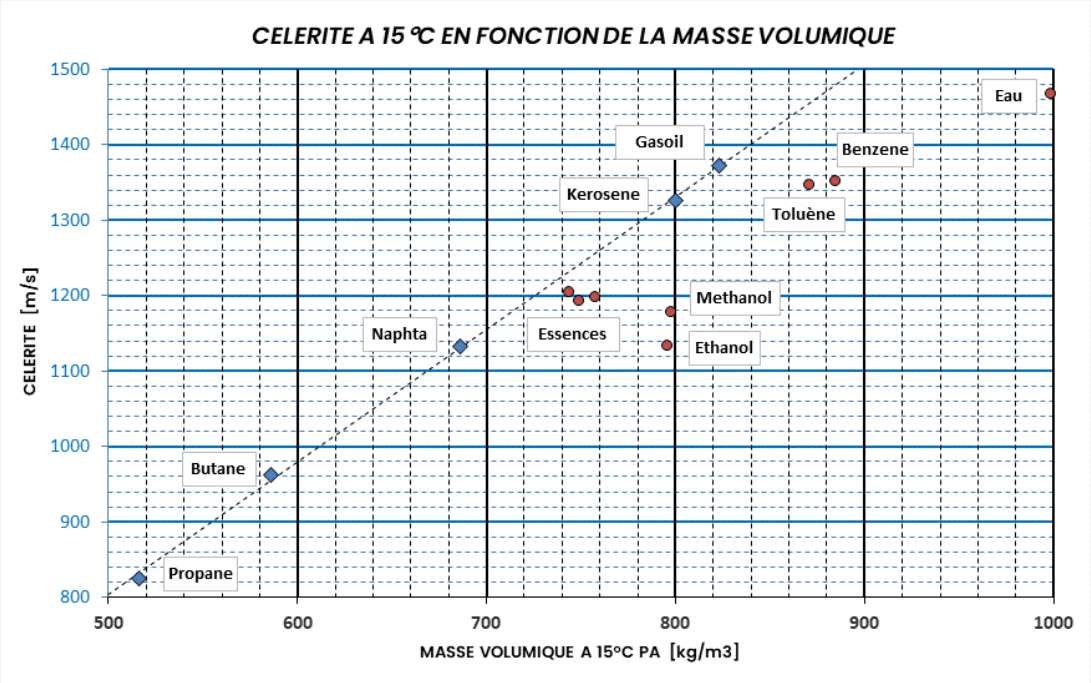
La vitesse du son dans un fluide est une caractéristique physique à part entière qui peut être reliée à d'autres comme la densité(d), la pression (P), la température(T) ou au ratio de mélange de produits miscibles.

Pour la plupart des produits pétroliers raffinés, l'expérience montre une relation « linéarisable » entre la vitesse du son et la densité du produit à P et T constants.

Ces produits sont dits « alignés », par opposition à quelques autres qui montrent des divergences et sont dits « non alignés ». C'est généralement le cas avec des essences où des produits sont ajoutés afin de modifier leur comportement à la compression ou optimiser leurs caractéristiques de combustion.

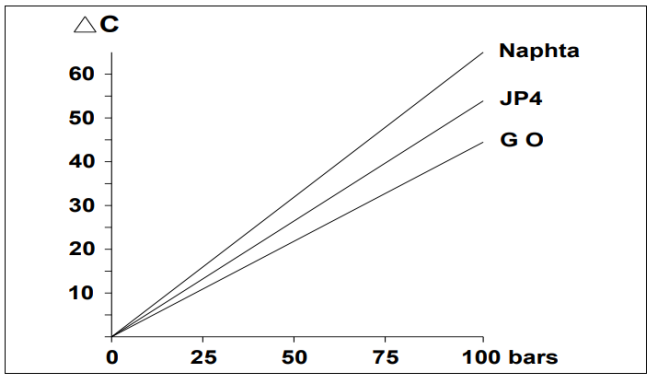
A noter que les ajouts d'alcool dans les essences ou de diester dans les diesels, bien qu'induisant de légères déviations, ne remettent pas en cause la capacité de détection.

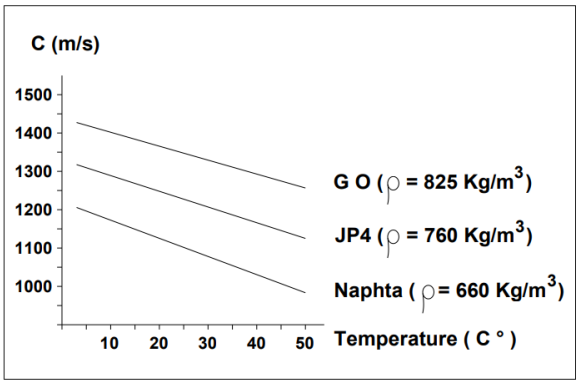
On présente ci-dessous la relation entre vitesse du son et densité pour quelques fluides caractéristiques en conditions normales suivant l'ISO 13443 (1Bar, 15°C). Les valeurs pour le propane et le butane sont données pour 10 Bar afin de correspondre à l'état liquide :



Le graphique précédent montre que, même si on ne pourra pas différencier des essences de densité différentes car elles présentent une même vitesse du son, et que celles-ci ne sont pas alignées, il sera possible de les différencier d'autres produits pétroliers suffisamment éloignés en terme de densité car elles restent relativement proches de la droite de référence (contrairement à des produits comme l'éthanol ou le méthanol).

Afin de comparer des produits, il est important de se trouver dans les mêmes conditions de pression et de température, la vitesse du son évoluant en fonction de ces deux paramètres. On indique ci-dessous des exemples d'évolutions pour des produits pétroliers.



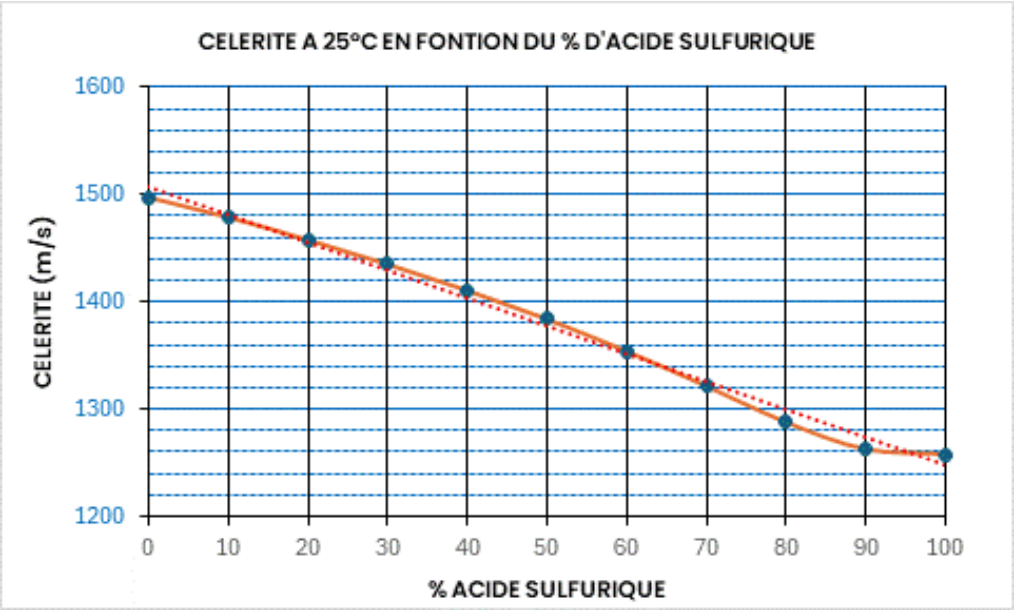


On voit que si l'impact est assez limité en pression (de l'ordre 0,5m/s par Bar), avec une recommandation de correction pour des variations supérieures à 10 Bars, il est nettement plus important en température avec des variations d'environ -4m/s par °C.

Il est ainsi conseillé de corriger la vitesse du son avec une mesure de température située près de la corde ultrason dans le cas de produits dont la température peut varier (cas d'une mesure en aval d'une raffinerie avec alternance entre produits stockés ou juste élaborés).

Cette correction n'est pas nécessaire en cas de variation de température saisonnière avec une sensibilité de la détection d'interface qui ne sera pas affectée.

La mesure ISD peut également être utilisée pour déterminer des concentrations. On donne ci-dessous le cas de l'acide sulfurique



Le graphique précédent montre que, même si on ne pourra pas différencier des essences de densité différentes car elles présentent une même vitesse du son, et que celles-ci ne sont pas alignées, il sera possible de les différencier d'autres produits pétroliers suffisamment éloignés en terme de densité car elles restent relativement proches de la droite de référence (contrairement à des produits comme l'éthanol ou le méthanol).

2.2. Fonctionnement du PSD

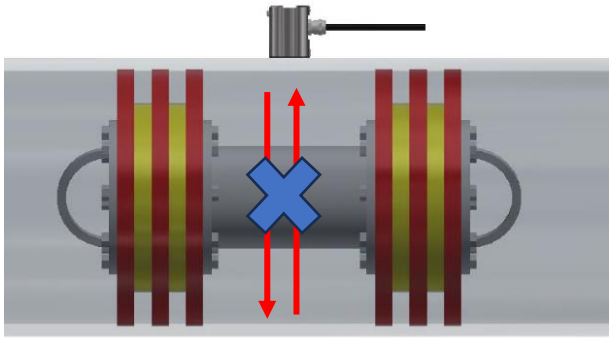
Le principe du PSD est de compter le nombre de passage de racleurs (appelé aussi « PIG » en anglais) ou de sphères (lors de changement de produits).

L'appareil va mesurer un temps de coupure de la mesure ultrason et le comparer à celui de l'empreinte temporelle définie à partir des données process :

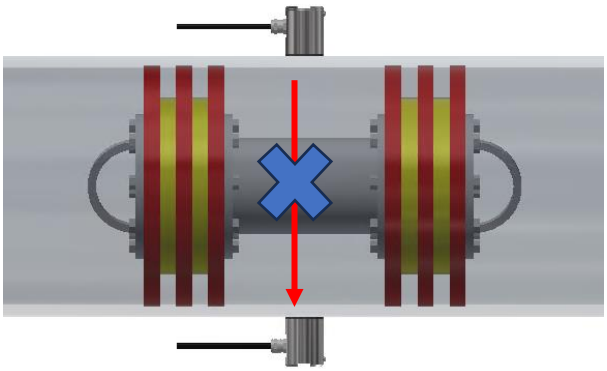
- Tailles min / max des racleurs sphères
- Vitesses min / max du fluide dans la conduite

L'absence de pièce en mouvement, garantissant une plus grande fiabilité dans le temps en diminuant les coûts de maintenance, alliée à une résolution temporelle de la technologie ultrason (avec des tirs environ toutes les ms pour identifier la présence du racleur) va permettre une détection dans des cas où des racleurs mécaniques peuvent avoir des problèmes : il est ainsi possible d'identifier 2 sphères en contact, là où le détecteur mécanique ne pourrait compter qu'une sphère mais aussi possible d'avoir une seule détection sur un racleur instrumenté là où au contraire un détecteur mécanique pourrait avoir plusieurs détections.

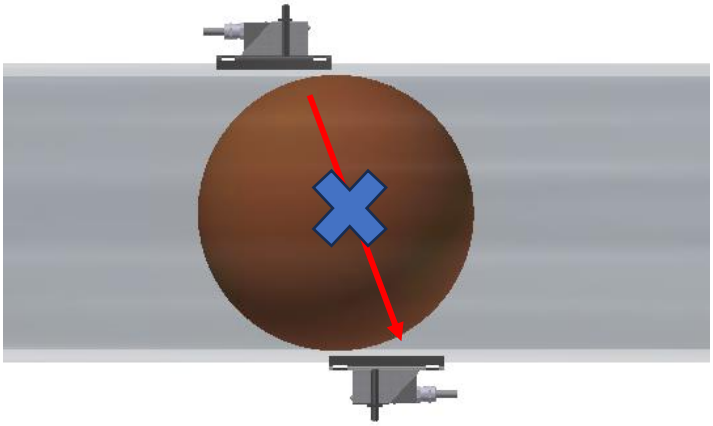
Divers montages sont possibles, le plus standard étant le montage avec une seule sonde droite (de fréquence 1MHz pour les produits raffinés et de 500kHz pour les produits bruts) :



La détection peut également être de type barrière et se faire à l'aide de 2 sondes. Ce montage permet un fonctionnement sur des cas où l'absorption est plus importante (grand diamètre, pétrole brut visqueux, …). Il permet également d'éviter l'auto perturbation dû au signal d'émission.



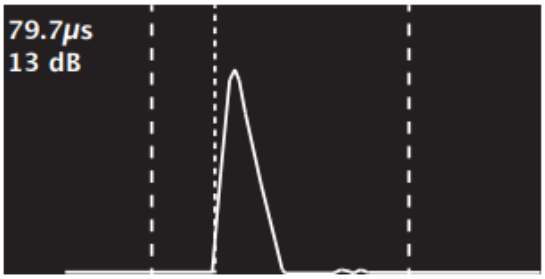
Afin d'également éviter les bruits de conduite dans le cas d'application où la transmission du signal est difficile (cas du clamp on gaz), il est également possible d'utiliser des sondes avec angles (identiques à celles qui peuvent être utilisées pour de la mesure de débit). Cet angle va permettre d'évacuer le bruit de conduite qui pourrait empêcher la mesure en cas de gain important (le signal transmis dans le fluide étant faible et nécessitant donc une amplification importante en réception).



Il est important de préciser que, cela soit un fonctionnement en ISD ou PSD, il est nécessaire à l'installation de faire les mêmes vérifications sur la mesure que pour un fonctionnement en débitmètre (se référer à la notice principale).

Il s'agit donc de :

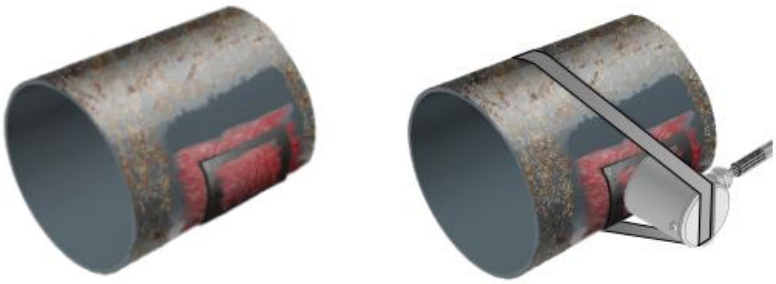
- **Vérifier que l'installation ou le paramétrage est correct via la vitesse du son mesurée**. L'appareil indique ainsi un deltaV qui correspond à l'écart de vitesse du son par rapport au fluide paramétré. Il faut ainsi vérifier que l'écart est inférieur à 20m/s (une valeur inférieure à 10m/s étant recommandé).
- **Vérifier que le gain de mesure est correct**. Une valeur inférieure à 55dB est ainsi recommandée pour avoir un rapport signal sur bruit suffisant. L'appareil peut fonctionner avec des gains plus importants mais il est alors conseillé de vérifier le niveau de bruit via la fonction « Visu signaux US » du menu principal de l'appareil.



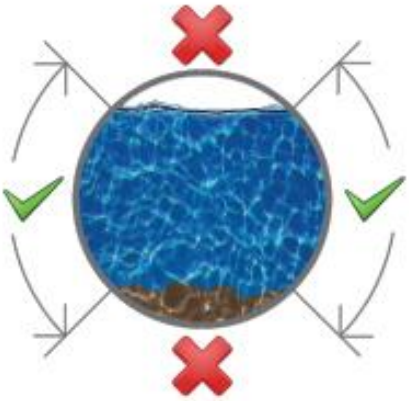
L'exemple précédent montre un bruit très faible (plus visible sur la deuxième image correspondant à la visualisation en zoom, que sur la première image correspondant à la visualisation en paysage) du fait d'un gain de fonctionnement faible (13 dB seulement).

Les raisons d'un gain élevé peuvent être :

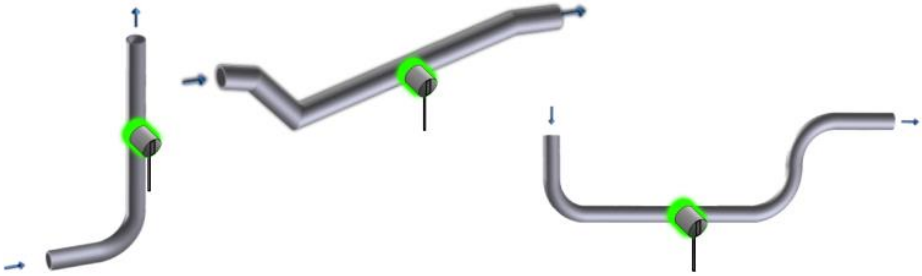
- Mauvais couplage (de la graisse doit être ajoutée de chaque côté de la bande polymère et il faut éviter les plis) :



- Défaut local à l'intérieur de la conduite : il faut dans ce cas changer l'angle de la corde ultrason (soit une ou deux sondes), en évitant un positionnement dans le plan vertical :



- A la présence de microbulles pouvant augmenter l'absorption dans le fluide. Pour limiter ce phénomène, il est préférable de mettre la sonde sur un point bas ou sur un bras montant si ce n'est pas possible :



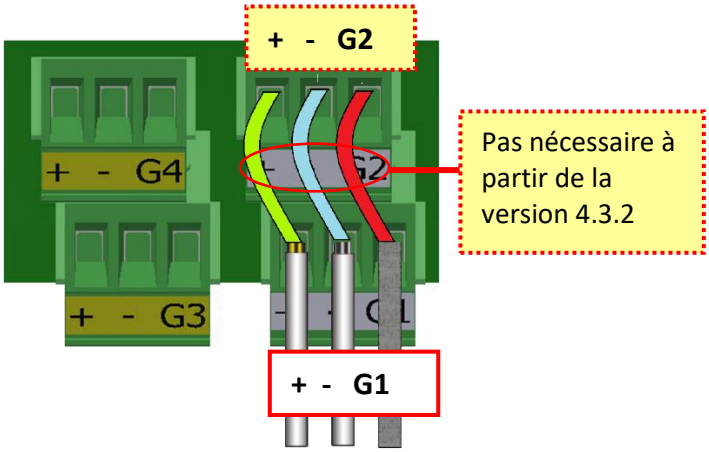
A noter que dans le cas de pétrole brut pouvant présenter un % non négligeable d'eau, il est également recommandé d'installer la sonde de mesure loin d'une perturbation afin d'avoir le moins de mélange possible entre les 2 produits

3. CABLAGE DE L'APPAREIL

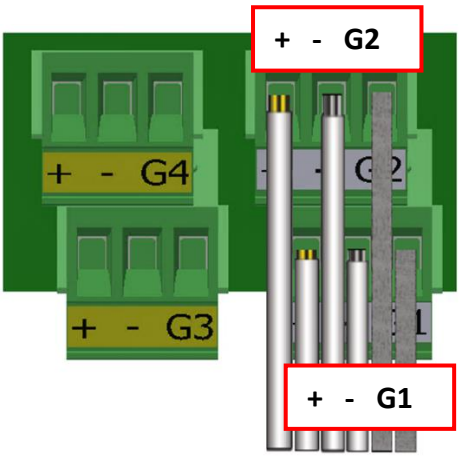
3.1. Connexion des sondes ultrasons (appareil ATEX)

Le câblage de l'appareil va être identique à celui de la version débitmètre pour la partie Alimentation et Entrées / Sorties.
La seule particularité est le branchement d'une seule sonde dans le cas standard (avec la possibilité de connecter 2 sondes dans les cas les plus complexes).
Dans le cas du firmware 4.3.1, il est nécessaire de shunter les 2 connecteurs d'une même corde. A partir du firmware 4.3.2, un branchement sur le connecteur G1 uniquement suffit.

Vue du dessous (attention les bornes sont inversées par rapport à la vue arrière) :



Branchement 1 sonde droite



Branchement 2 sondes (droites ou à angle)

Sonde n°1		
+	-	G1
+ Sonde no. 1	- Sonde no. 1	Blindage sonde no. 1
Sonde n° 2 (pontage sonde n°1)		
	-	G2
+ Sonde no. 2 *(Pontage + sonde no. 1)*	- Sonde no. 2 (Pontage - probe no. 1)	Blindage sonde no. 2 (Pontage blindage sonde no. 1)

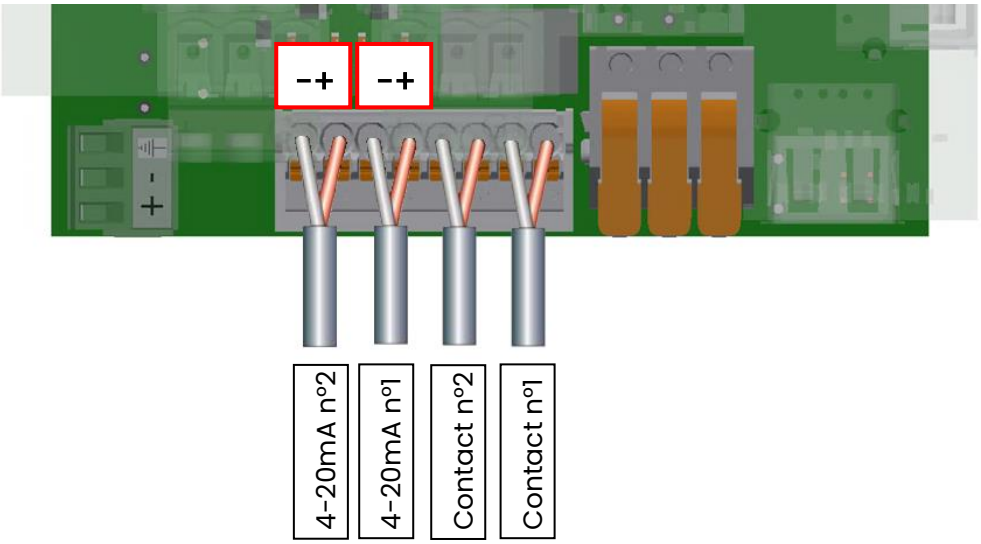
Remarque : la polarité et l'ordre des sondes n'ont pas d'importance en mode ISD/PSD.

3.2. Connexion des entrées / sorties (appareil ATEX)

La notice principale donne le câblage des entrées / sorties de l'appareil.
On rappelle ici le câblage utilisé majoritairement pour les ISD / PSD :

- Pour l'ISD, la sortie 4-20mA qui permet de renvoyer la vitesse du son mesurée par l'appareil. Il est également possible d'avoir la vitesse du son dans les conditions standards calculée par l'appareil (nécessite les informations de pression et de température). A noter que si le client connait la relation entre vitesse du son et densité (par exemple la plage de 1100 à 1400 m/s correspond de 670 à 840 kg/m3 pour des produits alignés), elle permet également d'avoir une image de la densité.
- Pour le PSD la sortie relais avec l'envoi d'un pulse à chaque passage de sphère / racleur.

Attention comme pour les cordes, le câblage est inversé entre la vue de dessous et la vue arrière. Les sorties contact ne sont pas polarisées.



PIN					AO1		AO2	
	1		2		+	-	+	-
Function	Contact 1	Contact 1	Contact 2	Contact 2	AO1 4-20mA +	AO1 4-20mA -	AO2 4-20mA +	AO2 4-20mA -

4. Paramétrage de l'appareil

4.1. Sélection du mode de fonctionnement

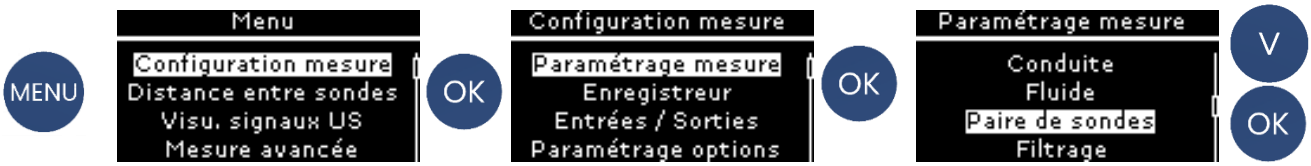
Il est possible de connaître le type de fonctionnement de l'appareil (ISD ou PSD) à partir de l'écran de mesure principal :

Mode PSD

Mode ISD

Les 2 écrans indiquent la mesure de la vitesse du son (célérité) ainsi que l'indice de qualité de la mesure (IQ).
L'écran PSD possède en plus l'affichage du nombre de passage de sphères / racleurs détectés précédé de la mention PSD.

Le mode de fonctionnement est associé à une paire de sonde. Il faut donc aller dans le menu « Configuration mesure » à partir du menu principal suivi des sous menus « Paramétrage mesure » puis « Paire de sondes »



Le changement se fait au niveau du paramètre « Utilisation » accessible rapidement en cliquant une fois sur la flèche du haut à partir du menu.

Une fois le mode modifié, il est possible de continuer à faire des modifications ou d'enregistrer la modification de paramétrage en utilisant la touche « MENU » :

4.2. Fonctions spécifiques ISD/PSD

Pour le fonctionnement ISD, l'appareil dispose maintenant de la possibilité d'une correction en pression / température pour afficher la vitesse du son ramenée à des conditions normales de température et de pression (1 Bar et 15°C).

Il est également important que le type de gain utilisé pour les sondes soit en mode « AUTO » (statique) et non en mode « ESC » (dynamique) afin de fixer le seuil de mesure. Ce mode de fonctionnement n'étant disponible qu'en mode expert (le mode normal privilégiant l'ESC, recommandé pour une mesure du débit), **il est nécessaire de passer l'appareil pour un fonctionnement en ISD/PSD en niveau « Expert ».**

Ces 2 fonctions (correction de célérité et passage en mode expert) sont disponibles dans le sous menu « Paramétrage Options » du menu « Configuration mesure » :

Passage en mode expert :

Passage en mode Célérité corrigée :

Le passage en mode expert sera visible essentiellement dans le menu relatif à « Paire de sondes » avec l'apparition de nouvelles fonctionnalités (voir paragraphe suivant).

Pour le mode célérité corrigée, en plus de faire apparaitre un nouveau menu « ISD » dans le menu « Paramètrage mesure » (attention ce menu n'apparait que si le mode ISD et non PSD a été préalablement sélectionné), on va avoir une modification de la fenêtre de mesure principale (« Célérité » est remplacé par « C. corrigée ») :

4.3. Paramétrage mesure

On ne décrit ici que les spécificités du menu « Paramétrage mesure » liées à l'ISD/PSD.
Les autres menus (« Enregistreur »,« Entrées/Sorties », …) sont décrits dans la notice principale commune aux versions débitmètre et ISD/PSD.

Les différents sous-menus du menu « Paramétrage mesure » sont donnés ci-dessous :

Conduite	Voir notice principale : paramètres décrivant la conduite
Fluide	Voir notice principale : paramètres décrivant le fluide
Paire de sondes	Voir paragraphe dédié : paramètres décrivant les sondes utilisées mais également les modes de fonctionnement associés
Filtrage	Voir notice principale : paramètres pour le réglage de la mémoire et de l'amortissement
ISD	Voir paragraphe dédié: le menu apparait quand l'utilisation des paires de sondes est en **ISD** et que l'on souhaite utilisé la correction en pression température (C. corrigée sur Oui, voir paragraphe précédent)
PSD	Voir paragraphe dédié: le menu apparait quand l'utilisation des paires de sondes est en **PSD**. Permet le calcul des temps de coupure en fonction des données process (taille des sphères/racleurs, débit min/max)

4.4. Paramétrage “paire de sonde”

Certains paramètres ne sont accessibles qu’en mode expert. Voir le paragraphe « Fonctions spécifiques ISD/PSD » pour passer l’appareil en mode expert (nécessaire pour modifier le gain d’ « ESC » à « AUTO » ou « ESC+AUTO »).

Sondes	Choix du modèle de sonde dans une liste déroulante
Montage	Choix du type de montage des sondes. Les choix disponibles dépendent du type de sonde (externe ou intrusive) **Dans le cas d’une sonde seule, le paramètre à utiliser est : 1 réflexion (V)**
Longueur Distance axiale (sondes intrusives)	Ce paramétrage n’apparait que dans le cas de sondes intrusives (calcul fait par l’appareil dans le cas de sondes externes)
Type de gain (expert)	Choix du mode de recherche de gain. **Le mode à privilégier en ISD/PSD est « ESC puis Auto » :** l’appareil va automatiquement fixer une marge qui restera fixe (contrairement à l’ESC où celle-ci peut être recalculée)
Marge (expert + Auto)	Choix de la marge N’apparait qu’en Gain « Automatique ». La marge permet de calculer le seuil utilisé pour la mesure (détermine la position de mesure sur le signal). Elle est attendue faible pour du PSD (mesure proche du maximum) et forte en ISD (mesure en début du signal)
Atténuateur (expert + Auto)	Choix de l’activation de l’atténuateur. N’apparait qu’en Gain « Automatique ». Il est recommandé de rester en « désactivé » (sauf cas de sondes intrusives et petits diamètres)

Polarité (expert + Auto)	Choix de la polarité pour la marge N'apparait qu'en Gain « Automatique ». Le choix entre positive et négative dépend de la forme du signal (Menu « Visu Signaux US »)
Offset de temps (expert)	Choix d'un offset de temps à appliquer sur la mesure de temps (suivant position du point de mesure sur le signal)
Gain maximal (expert)	Choix du gain maximal accepté pour la mesure. Le gain est déterminé par l'appareil, que ce soit en ESC ou en AUTOMATIQUE. **En ISD/PSD, il est recommandé de régler cette valeur à 60dB pour éviter d'avoir des mesures lorsque la conduite est vide**.
Marge max (expert)	Choix de la marge maximale acceptée en mode ESC. **En ISD/PSD, il est recommandé de régler cette valeur à 34dB.** Cela correspond à un seuil mini de 2% pour éviter le risque de mesure sur du bruit.
Délais inter-tir (expert)	Choix du délai entre 2 émissions ultrason. Le paramètre par défaut de 1ms correspond à la fréquence de tir maximal (1kHz) Il peut être à augmenter en ISD/PSD sur de petits diamètres pour éviter une auto perturbation en réception par le signal d'émission qui n'a pas le temps de s'amortir.
Tension (expert + Auto)	Choix de la tension d'émission. N'apparait qu'en Gain « Automatique ». Il est recommandé de rester en tension « Haute » (sauf cas de sondes intrusives et petits diamètres)
Utilisation	Choix du mode d'utilisation des sondes (ISD ou PSD). Voir paragraphe précédent : « Sélection du mode de fonctionnement »

4.5. Paramétrage ISD

Ce menu n'est accessible que si la correction de célérité est activée

Mode température	Choix pour la compensation en température entre une valeur fixe (**« Constante »**) ou une mesure (**« Donnée »**) quand des entrées sont disponibles sur l'appareil
Température	Sélection de la température à prendre en compte suivant le mode choisi (**valeur** ou **entrée mesure**)
Mode pression	Choix pour la compensation en température entre une valeur fixe (**« Constante »**) ou une mesure (**« Donnée »**) quand des entrées sont disponibles sur l'appareil
Pression	Sélection de la pression à prendre en compte suivant le mode choisi (**valeur** ou **entrée mesure**)

4.6. Paramétrage PSD

Taille minimale	Taille minimale de la sphère / racleur
Taille maximale	Taille maximale de la sphère / racleur En pratique, ne pas hésiter à augmenter avec rapport 2 à 4
Vitesse minimale	Vitesse minimale de la sphère / racleur (ne peut pas être inférieure à 0,01m/s)
Vitesse maximale	Vitesse maximale de la sphère / racleur
RAZ Totalisateur	Remise à zéro du compteur PSD (Modbus et écran de mesure principal)
Supprimer des fichiers	Remise à zéro de l'historisation des passages sphère / racleur (jusqu'à 10 passages mémorisés).

Les paramètres rentrés dans le menu PSD permettent de définir l'empreinte temporelle prise en compte pour la détection. Il s'agit en effet d'éviter que de petites pertes de mesure soit considérées comme un passage de sphère/ racleur (par exemple passage de microbulles ou coup de bélier lors de la fermeture/ouverture d'une vanne).

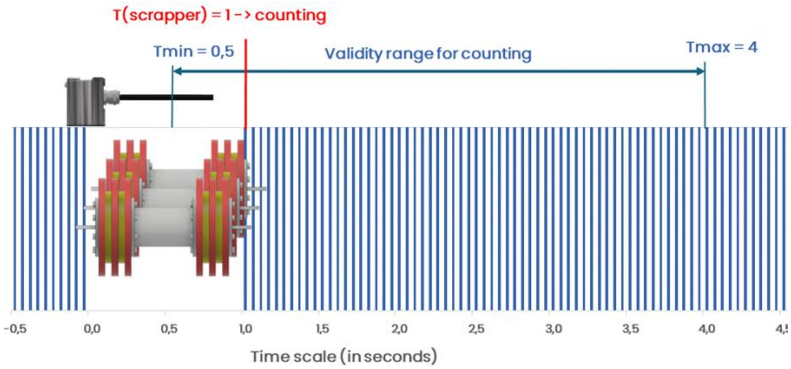
L'appareil va ainsi seulement prendre en compte les coupures de mesure dans un intervalle compris entre Tmin et Tmax avec :

$$T_{\min} = \frac{L_{\min}}{V_{\max}} \text{ and } \quad T_{\max} = \frac{L_{\max}}{V_{\min}}$$

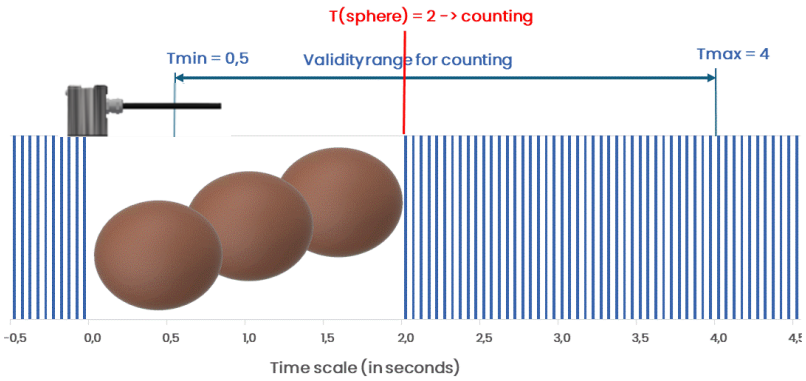
L'appareil va ensuite comparer la mesure de perte de temps (de résolution le temps entre 2 tirs ultrasons soit environ 1ms) avec cette plage de temps.

Pour illustrer le fonctionnement, on prend le cas d'une application avec une taille minimale à 1 mètre (sphère) et une taille maximale à 2 mètres (racleur) et des vitesses variant entre 0,5 et 2m/s. On calcule ainsi un Tmin à 0,5s et un Tmax à 4s.

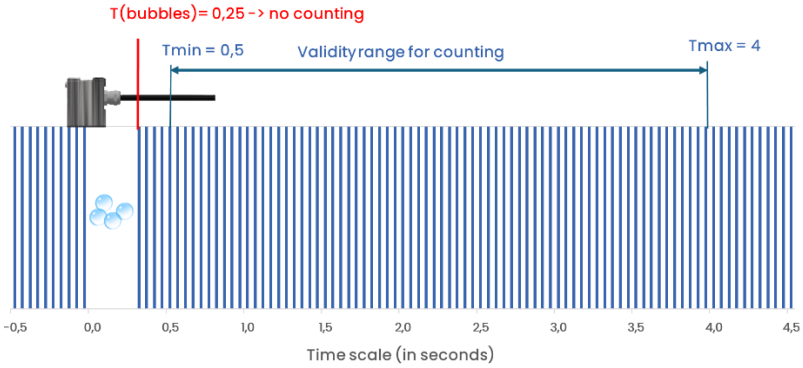
Dans le cas d'un racleur à vitesse maximale, la perte de temps théorique sera ainsi de 1s (dans la plage de détection)



Dans le cas d'une sphère à la vitesse minimale, la perte de temps théorique sera ainsi de 2s (dans la plage de détection)



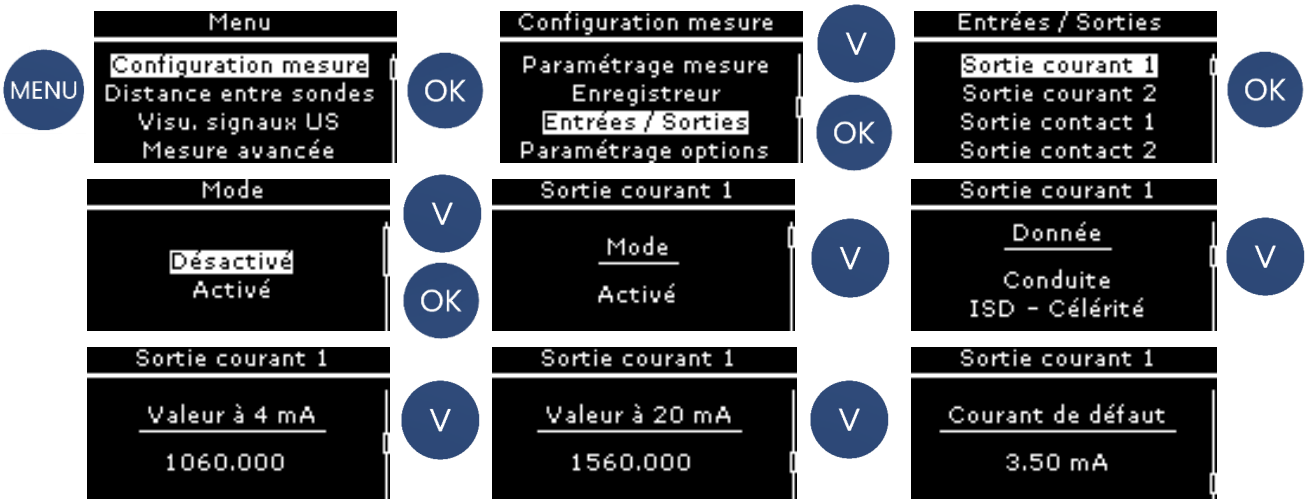
Pour une microcoupure (par exemple de 0,25s) on n'aura par contre pas de détection.



En pratique, les temps de coupure mesurés peuvent être plus grands que ceux calculés théoriquement car ces « Pigs » peuvent pousser des boues ou des particules ou entraîner des poches de gaz, donc forcer des temps de perte d'écho plus longs.

4.7. Paramétrage Entrées / Sorties

Le paramétrage des entrées / sorties est déjà décrit de manière générale dans la notice principale mais on redonne ici le réglage le plus usuel pour des ISD/PSD, soit le paramétrage de la sortie 4-20mA en ISD et la paramétrage du relais en PSD.
Pour configurer la sortie 4-20 mA, il faut d'abord l'activer. L'activation permet également la simulation pour la vérification/calibration (disponible via « Tests & Ajustements » dans le menu «Entrées/Sorties»).

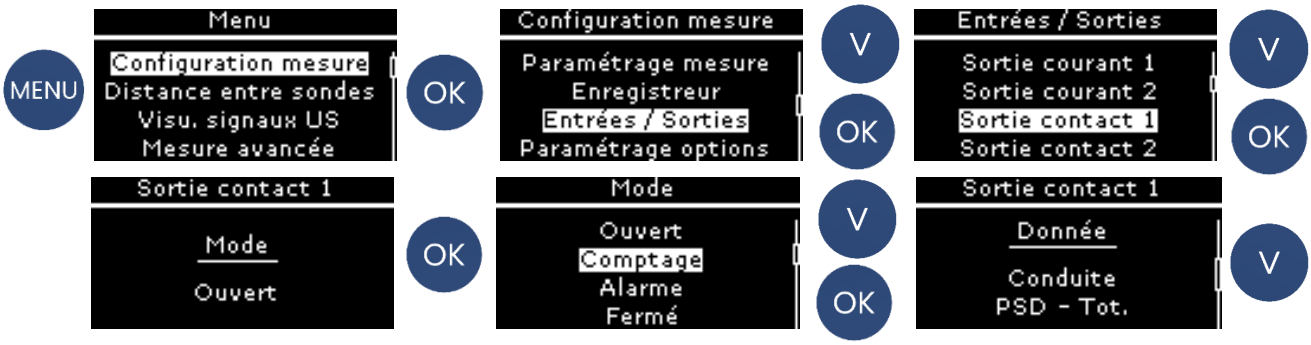


Après l'activation de la sortie 4-20 mA, les données par défaut utilisées doivent être « Pipe ISD – Vos » (Vitesse du son). Les valeurs à 4 mA et 20 mA ainsi que le courant de défaut doivent être définies par le client selon la plage 4-20 mA définie sur l'automate.

Il est également possible d'utiliser « ISD-Célérité corrigée » à la place d'« ISD – Célérité si la fonction a été préalablement activée (voir § « Fonctions spécifiques ISD/PSD »).

Remarque : Même s'il est conseillé de choisir un seul mode de fonctionnement (ISD ou PSD), il est quand même possible d'avoir un fonctionnement mixte ISD/PSD. Il faut pour cela choisir le mode de fonctionnement PSD. Même si les données ne seront pas disponible pour les sorties « ISD - …. », il est possible de récupérer la vitesse du son via « Paire – 1 – Célérité ».

Le paramètre de la sortie comptage pour le mode PSD est indiqué ci-dessous :



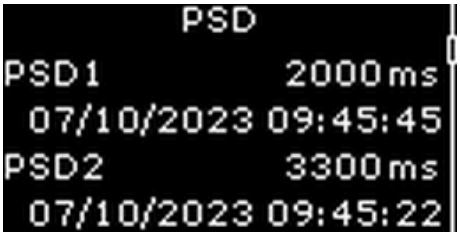
En mode « Comptage », la sortie contact doit être par défaut sur « Conduite PSD-Tot. »

5. Mesure de l'appareil

5.1. Ecrans de mesure

En plus de l'écran de mesure principal qui change en fonction du mode de fonctionnement, on a également les écrans secondaires qui ont des informations différentes suivant le mode choisi.

En mode PSD, on a ainsi l'information des 10 derniers passages de sphère / racleur :

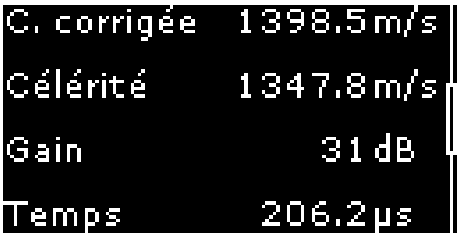


Temps de coupure mesurés (seuls sont affichés les temps cohérents avec les paramètres du menu PSD)

Date de détection (jour/mois/année et heure)

Les autres écrans sont similaires entre les modes PSD/ISD :

- Indication du Gain de mesure et du temps mesuré (utilisé pour le calcul de célérité)
  En ISD on a également la mesure de célérité et de célérité corrigée (si le mode est activé sinon la mesure est remplacée par des tirets)



- Informations de l'enregistreur
  Le contenu de l'enregistreur peut être personnalisé par le client (voir notice principale).

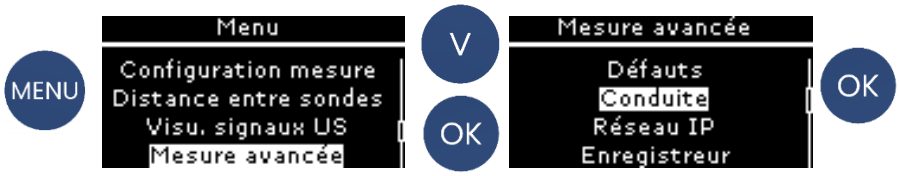
Heure de l'appareil

Taille du fichier

Date du dernier enregistrement

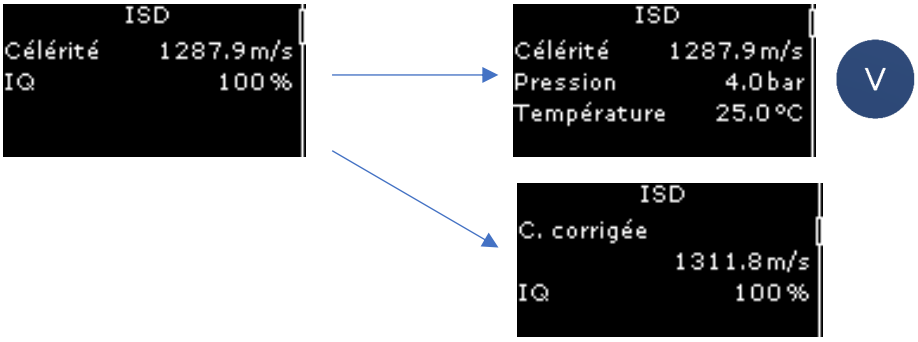
5.2. Mesures avancées

Afin d'avoir plus de données relatives à la mesure, il est possible d'utiliser le menu « Mesure avancée » accessible depuis le menu principal

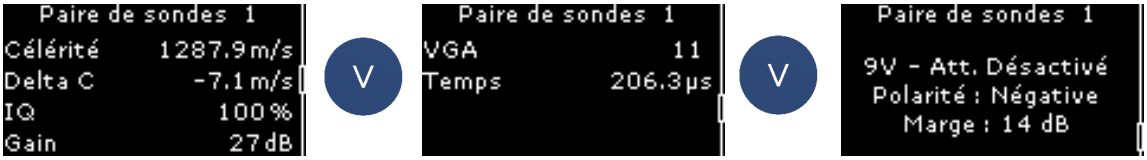


Comme pour les écrans de mesure principal et secondaires, les données affichées vont dépendre du mode sélectionné.

Pour l'ISD, l'activation de la célérité corrigée va permettre d'accéder à plus de données (notamment les valeurs de pression et température utilisées pour la correction) :



Les autres écrans de mesure sont communs entre l'ISD et le PSD.



On retrouve les informations de célérité et l'IQ mais on a également les informations :

- **Delta C :** indique l'écart entre la vitesse du son paramétrée et celle mesurée. Cela permet de vérifier que l'installation et/ou le paramétrage est conforme (l'écart attendu étant au maximum de 10-20m/s).
  Remarque : les fluides de la base de données sont donnés pour 20°C sauf mention contraire. Il est possible de créer des fluides personnalisés pour ajuster si besoin la vitesse du son de référence (Menu «Données personnalisées » du menu « Configuration système »)

- **Gain :** indique l'amplification en dB (décibel) appliquée au signal de réception pour avoir une tension suffisante (de l'ordre de 1V). La valeur est normalisée pour une valeur d'émission fixe afin que ce gain soit indépendant de la tension d'émission.
  La plage optimale de fonctionnement est de 5 à 45dB.
  En dessous de 5 dB, il faut prévoir l'ajout d'un atténuateur pour ne pas mesurer sur un signal saturé et au-dessus de 55dB, il faut vérifier le niveau de bruit via la visualisation de l'écho.

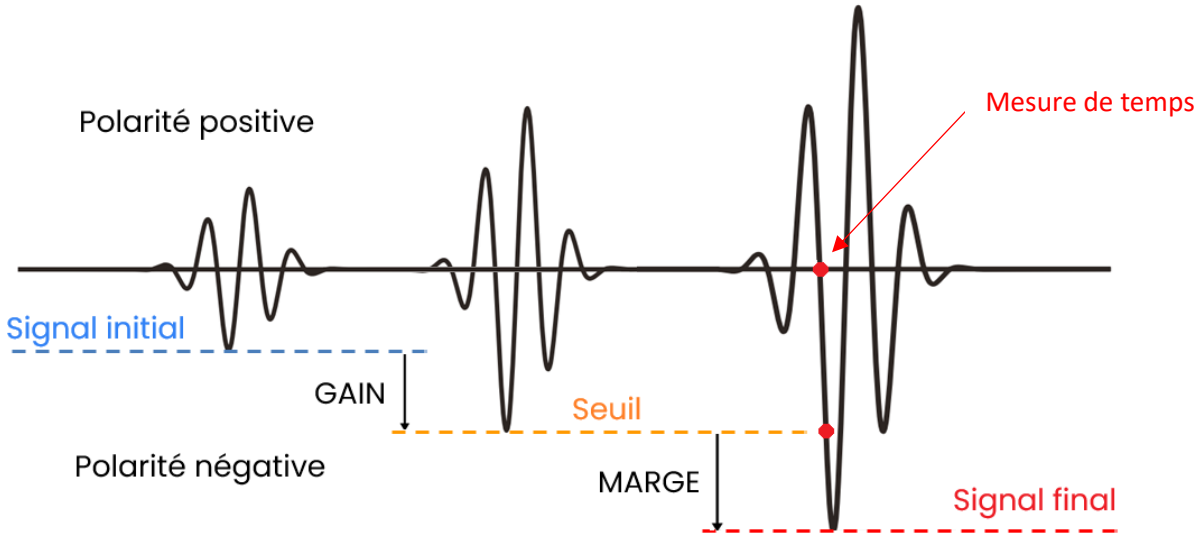
- **VGA :** Indique l'amplification en tension non normalisée (elle va donc varier en fonction de la tension d'émission sélectionnée)
- **Temps :** Mesure utilisée pour le calcul de la vitesse du son. Cela correspond au passage à zéro du signal déterminé en fonction de la marge.
- **Tension** : 3 valeurs sont possibles en fonction de la tension d'émission utilisée. On a ainsi : Haute = 48V / Moyenne = 9V / Basse = 2V.
- **Atténuateur** : Indique si l'atténuateur est activé ou non
- **Polarité :** Indique la polarité du signal (positive ou négative) utilisée pour la mesure de temps -> voir paragraphe suivant
- **Marge :** Indique la différence de tension entre le max de signal et la position du seuil utilisé pour la mesure de temps -> voir paragraphe suivant

5.3. Description mode auto

La principale différence du Minisonic II ISD/PSD par rapport à un fonctionnement en débitmètre va être l'utilisation du mode Auto pour la détermination du gain (nécessite un niveau de paramétrage expert).

En PSD, cette marge doit être faible (inférieure à 6dB) pour favoriser la perte de signal lors du passage des sphères / racleurs alors qu'elle sera potentiellement élevée (supérieure à 12dB) en ISD pour favoriser une mesure en début de signal.
On voit ainsi qu'il est nécessaire de choisir le mode à privilégier, un mode mixte PSD/ISD étant possible mais avec une perte de précision/fiabilité sur la mesure de vitesse du son (on mesure plus loin sur le signal et on privilégie la perte de mesure).

On indique sur le graphique ci-dessous représentant les différentes amplifications du signal, la signification des différents termes utilisés :



Rem : la mesure se fait sur le premier passage à zéro avant franchissement du seuil

Le signal va avoir 2 amplifications :

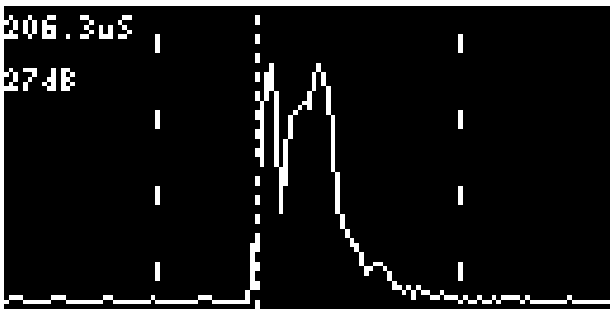
- Une première pour ramener l'amplitude dans une plage d'environ 1V (le gain). Sur le graphique précédent, une tension doublée correspond à un gain de 6dB.

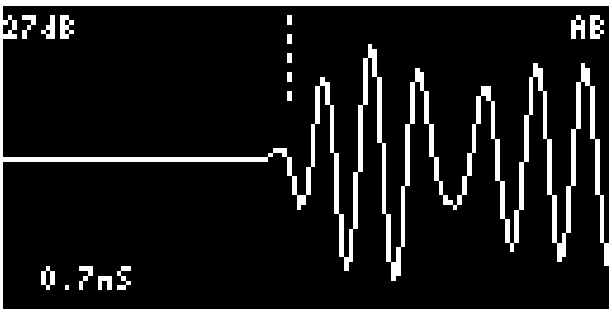
- Une deuxième qui va amplifier le signal pour positionner le max de la première amplification au niveau du point de mesure (la marge). C'est pour cette raison que l'on considère que la valeur de la marge va permettre de positionner le seuil.
  Sur le graphique précédent, une marge de 35% (environ 4dB) fixe le seuil à 65%.

Afin de relier plus facilement la marge à la position du seuil on donne les seuils correspondants à différentes marges :

Seuil (%)	Marge (dB)	Seuil (%)	Marge (dB)	Seuil (%)	Marge (dB)
80%	1,9	40%	8	15%	16,5
70%	3,1	30%	10,5	10%	20
60%	4,4	25%	12	5%	26
50%	6	20%	14	2%	34

Pour illustrer la différence de paramétrage entre ISD et PSD, on utilise un cas concret (mesure sur une conduite Ø160m avec une seule sonde droite).
Pour comprendre le positionnement du point de mesure, il est nécessaire d'afficher la forme du signal via la fonction « Visu. Signaux US » du menu principal.



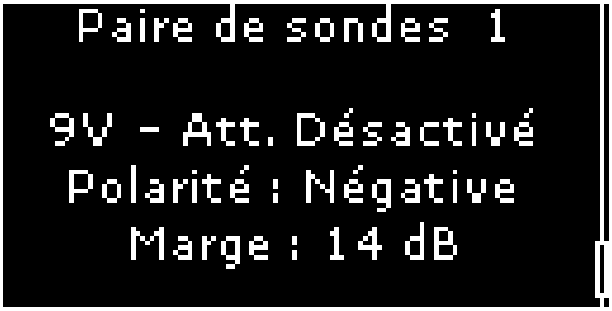


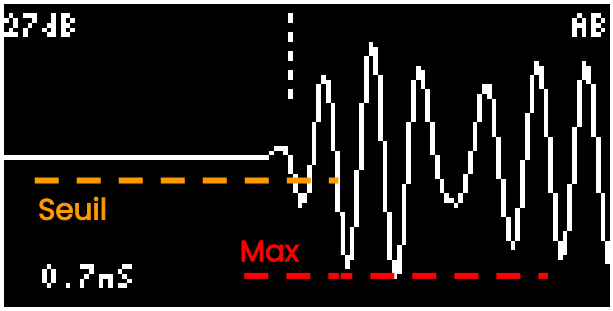
La première visualisation de l'écho dite « paysage » correspond à une vision d'ensemble du signal sous forme d'enveloppe et permet d'avoir l'information du temps mesuré (utilisé pour le calcul de vitesse du son) et de gain (attendu sous 55dB).

La 2ème visualisation permet d'avoir un affichage zoomé du signal avec le détail des alternances pour identifier le point de mesure (passage à zéro avant le franchissement du seuil).

Afin de connaître le seuil utilisé par la mesure en ESC + Auto, il est nécessaire de récupérer la valeur en « Mesures avancées » (voir paragraphe précédent).

Ci-dessous est présentée une **utilisation ISD** (cas de l'exemple précédent) :



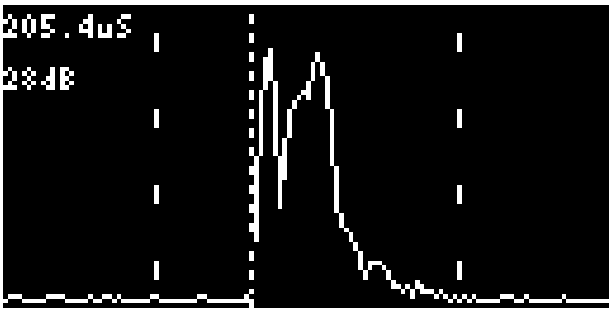


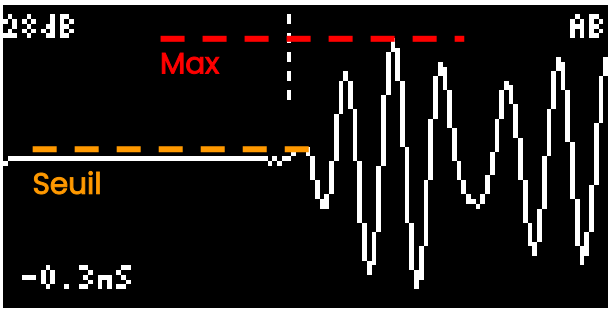
Pour cet exemple, la marge déterminée par l'ESC étant à 14dB avec une polarité négative, le seuil correspondant est positionné à -20% sur le signal.

On voit que la détermination du point de mesure par l'ESC est optimale car elle correspond à la première alternance clairement identifiable et présentant un bon contraste. La valeur du seuil correspond à la position médiane de l'alternance pour éviter un changement de point de mesure en cas de variation de la forme du signal.

Il est possible de modifier le point de mesure utilisé par la mesure en changeant la valeur de la marge :

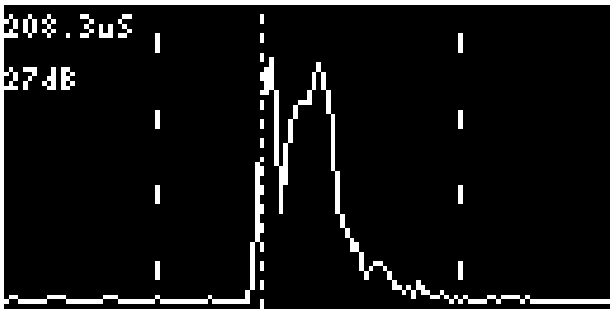
- Marge à 34dB, polarité positive (soit un seuil à +2%) :

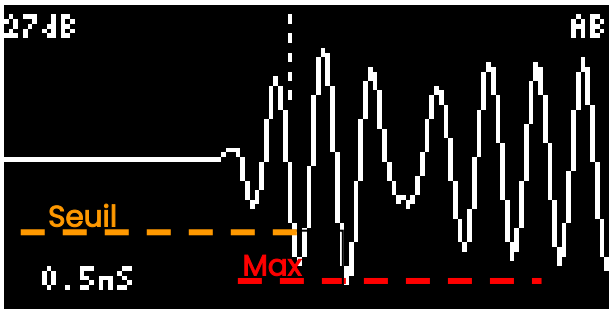




On voit que la mesure de temps a diminué d'une demi alternance (1µs environ en 500kHz) car on mesure plus tôt sur le signal mais il y a un risque de mesure sur du bruit.

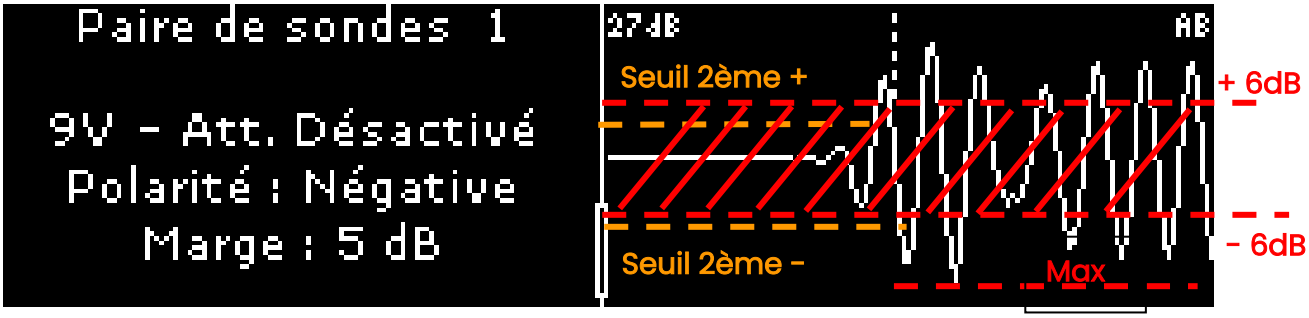
- Marge à 4dB, polarité négative (soit un seuil à -63%) :





On voit que la mesure de temps a augmenté d'une alternance (2µs environ en 500kHz) car on mesure plus loin sur le signal. Il est conseillé de mesurer plus tôt sur le signal en ISD car plus on mesure loin sur le signal, plus on a le risque de recombinaisons et donc une perte en précision (si l'on souhaite différencier des fluides proches en vitesse du son avec des écarts inférieurs à 5m/s soit de l'ordre de 0,5%).

Afin de voir l'impact du mode d'utilisation des sondes, on réinitialise ensuite la mesure avec une paire de sonde paramétrée en **utilisation PSD**.



L'ESC en PSD va choisir le seuil avec le meilleur contraste présentant une marge inférieure à 6dB. Il va dans ce cas mesurer sur la 2ème alternance négative, à mi-distance entre les 2 sommets d'alternance, soit ici 5dB (le calcul étant automatique, il est plus précis qu'un seuil estimé visuellement, soit 4dB pour le cas précédent en ISD)

L'ESC sur cet exemple n'a pas choisi la 2ème alternance positive car le seuil correspondant estimé de entre 30 et 40% (soit autour de 9dB) aurait été inférieur à 50% (soit 6dB).

Il s'agit en effet pour l'appareil de perdre rapidement la mesure en cas de passage de sphère/racleur qui va se traduire par une baisse de la puissance du signal reçu. Cette perte sera possible si le contrôle du gain (CAG) n'est pas trop réactif (ce qui est généralement le cas avec des temps de passage des pigs/sphère racleurs de l'ordre de la seconde).

De la même manière, il s'agit aussi que l'appareil ne puisse pas retrouver de mesure en cas de passage de racleurs « longs » (longueur de trajet cohérente après des rebonds multiples contre le racleur avec le diamètre de la conduite).

FAURE HERMAN
2 Lieu-Dit l'Archette
72400 La Ferté Bernard
France
Tel : +33 (0)2 43 60 28 60

FAURE HERMAN - USA
8280 Willow Place Dr. North
Suite 150
Houston, TX 77070 (U.S.A)
Tel : +1 713 623 0808

E-mail : services@faureherman.com