

A.V.S. 2000

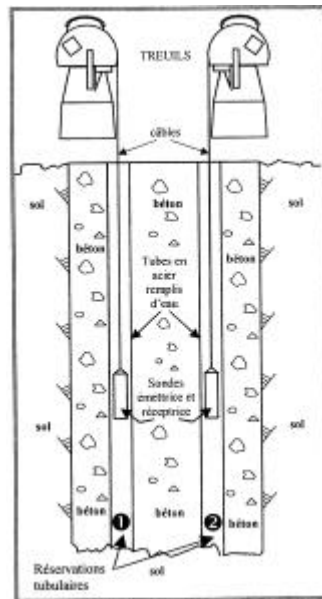
ANALYSE DE LA VITESSE DU SON DANS LES BETONS

Pour apprécier l'homogénéité du bétonnage d'un grand ouvrage en phase de fondation (par exemple : lors de la construction du pont de Normandie...) et en détecter les défauts localisés, il a été prévu des réservations tubulaires dans les éléments de fondation (pieux). Cet objet technique que nous proposons d'étudier partiellement a été conçu par le centre d'Etudes et de constructions de prototypes de Rouen dépendant de l'équipement.

Ce produit est appelé AVS 2000. Son principe de fonctionnement repose sur le fait que la vitesse de propagation des ondes sonores dans un matériau est intimement liée à ses caractéristiques physiques et à la présence de discontinuités plus ou moins importantes. L'AVS à déterminer une profondeur donnée la durée de propagation et l'atténuation du signal reçu. En cas de défauts d'homogénéité sur un pieu, la durée de propagation augmente et l'amplitude du signal reçue diminue.

A1- ANALYSE DU SYSTEME TECHNIQUE

1.1 – Expression du besoin

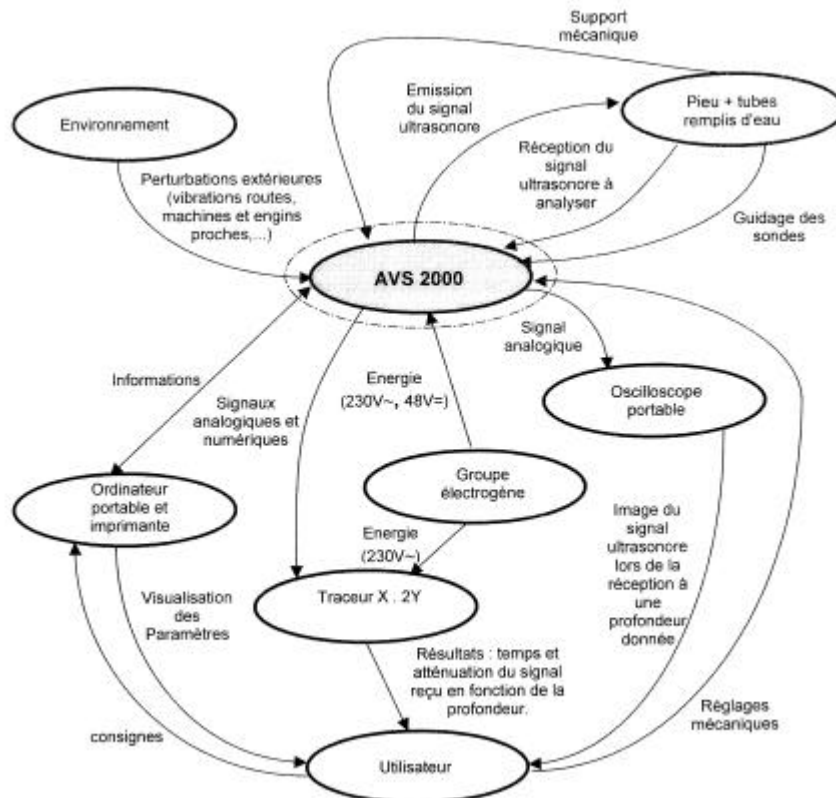


On s'intéressera au système technique CHANTIER, visualisé ci-contre, au moment du contrôle de la qualité du bétonnage d'un pieu de fondation

1.2 Identification des éléments du système

- AVS 2000,
- Utilisateur
- Pieu et Tubes,
- Ordinateur portable associé à un imprimante,
- Traceur,
- Oscilloscope portable,
- Groupe électrogène,
- Environnement.

1.3 Définition des relations entre les éléments Diagramme sagittal



A2 – PRESENTATION DE L'OBJET TECHNIQUE

2.1 Description de l'objet technique

L'objet technique étudié, AVS 2000, se présente sous la forme de :

2 treuils à enroulement piloté, équipés de sondes, 1 valise de mesure, 1 ensemble de câbles électriques et d'éléments de fixation.

Ce matériel a été conçu très modulaire, pour une mise en œuvre adaptée aux diverses contraintes, du chantier (mobilité, protections de certains éléments contre les intempéries, contre les perturbations dues aux vibrations...).

Chacun des treuils contient :

- Un moteur réducteur (caché sur cette photo)
 - Un boîtier de raccordement.
 - Une poulie codeuse permettant de déterminer la position de la sonde.
 - Une sonde émettrice (ou réceptrice).
 - Un magasin à câble et le câble d'une sonde (permettant d'atteindre une profondeur maximale de 48m).

Les deux treuils sont asservis l'un par rapport à l'autre, ce qui garantit un excellent positionnement relatif des sondes.



Les sondes contiennent comme transducteur un tube pulsant piézo-électrique complété par l'électronique associée.

La distance séparant ces sondes peut varier de 0,2 à 2m.

La sonde émettrice génère un signal ultrasonore appelé « pêche » compte tenu de son amplitude (environ 800V) et de sa brièveté (3 à 4 périodes d'un signal sinusoïdal de fréquence de 50KHz).

La fréquence de récurrence (répétition) de l'émission de ces ultrasons est réglable de 1Hz à 20Hz.

La sonde réceptrice assure une transmission correcte du signal reçu vers la valise de mesure, grâce notamment au réglage de gain de sa partie électronique, ajusté par l'utilisateur en fonction de l'écart entre les deux sondes.

La valise de mesure contient des cartes électroniques de traitement et les connecteurs associés pour la mesure des deux paramètres : amplitude du signal reçu et durée de propagation

L'essai consiste à émettre à une profondeur donnée dans le matériau, une onde ultrasonore qui va se propager dans le béton, puis à capter cette onde au même niveau à une distance prédéterminée, et à mesurer le temps de propagation entre les deux points ainsi que l'atténuation de l'amplitude du signal reçu. En répétant ces mesures sur toute la hauteur de l'élément on enregistre les variations de ces caractéristiques. A l'issue d'une de ces auscultations qui s'effectuent lors de la remontée des sondes, un traceur fournit automatiquement deux graphes qui permettent de localiser les zones de défaut.

Les photos suivantes font apparaître des éléments du système

Photo 1 : mise en évidence des treuils, qui permettent la montée ou la descente de chacune des sondes utilisées.

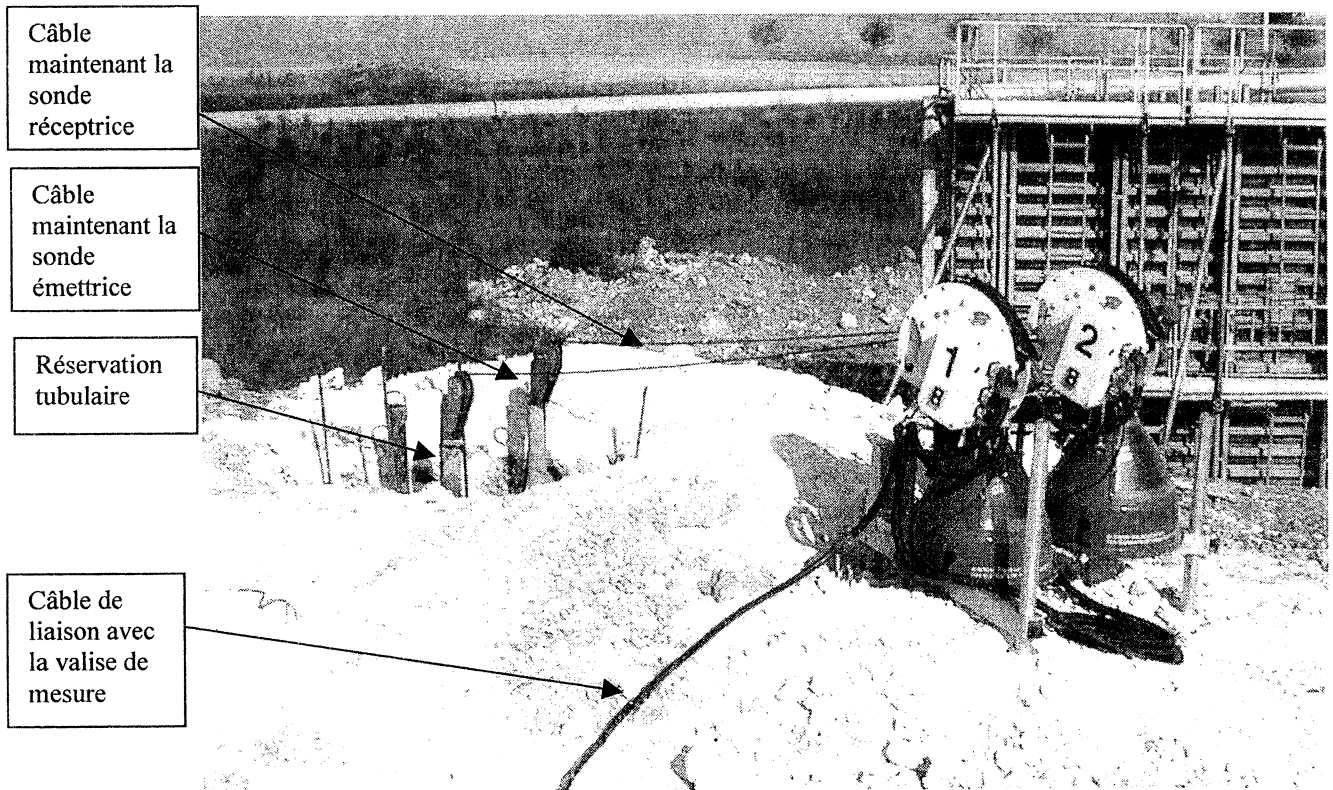
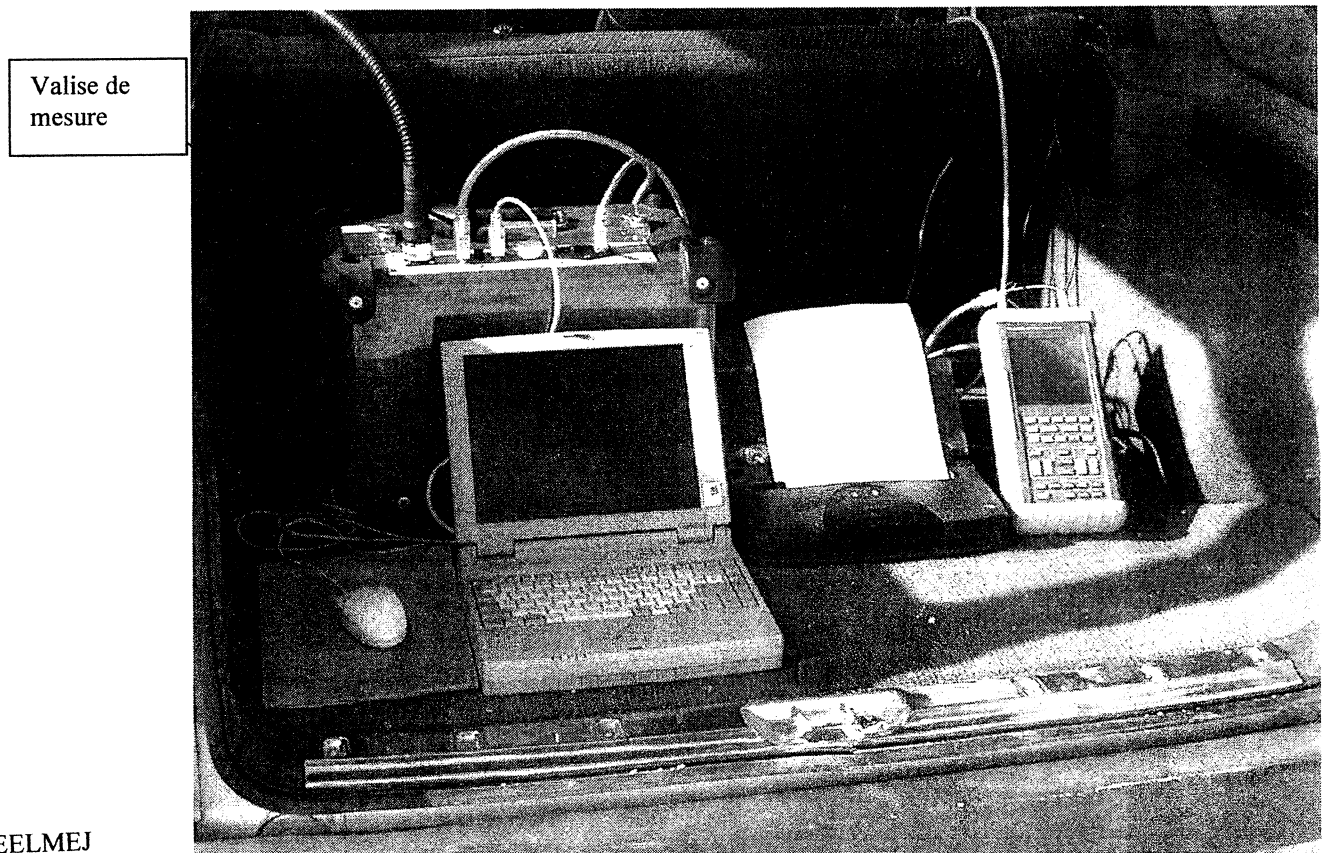
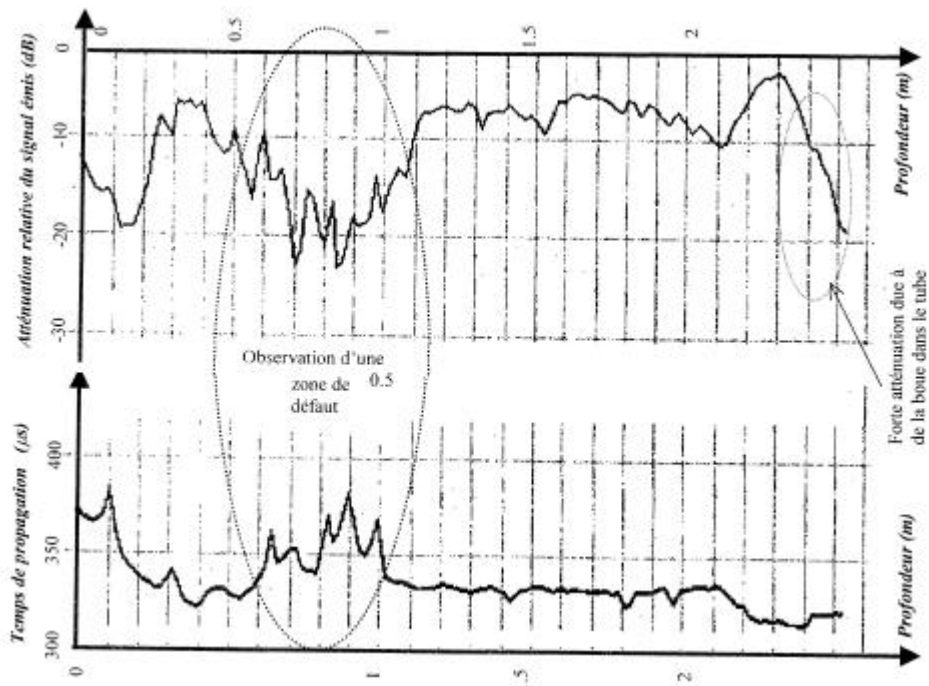


Photo 2 : Un véhicule assure le transport et la protection contre les intempéries du matériel sensible. Celui-ci peut se trouver jusqu'à une distance de 80 mètres du lieu d'auscultation.



Élément de fondation
Date 12/10/99

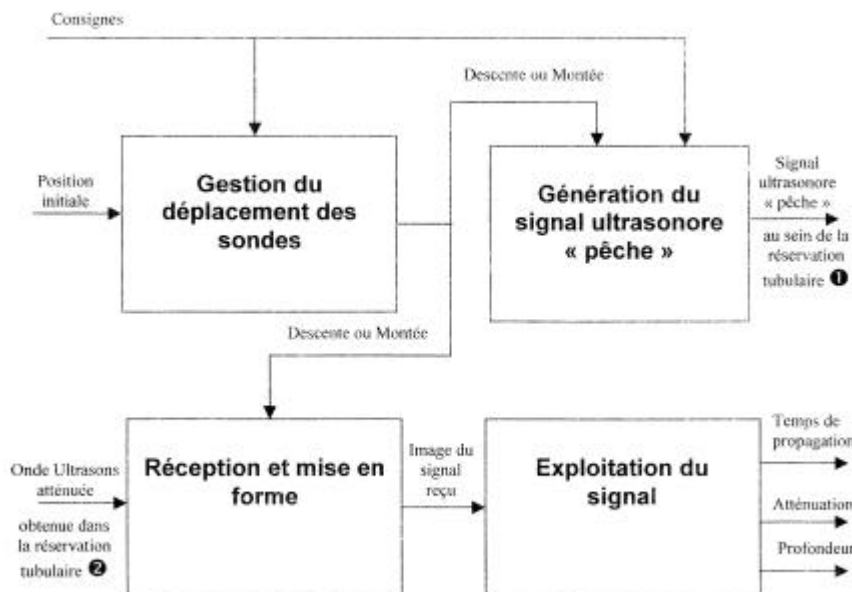
Réglage de la chaîne
de mesure
Fréquence 15Hz
Vitesse : 15cm/s



2.2 Fonction d'usage

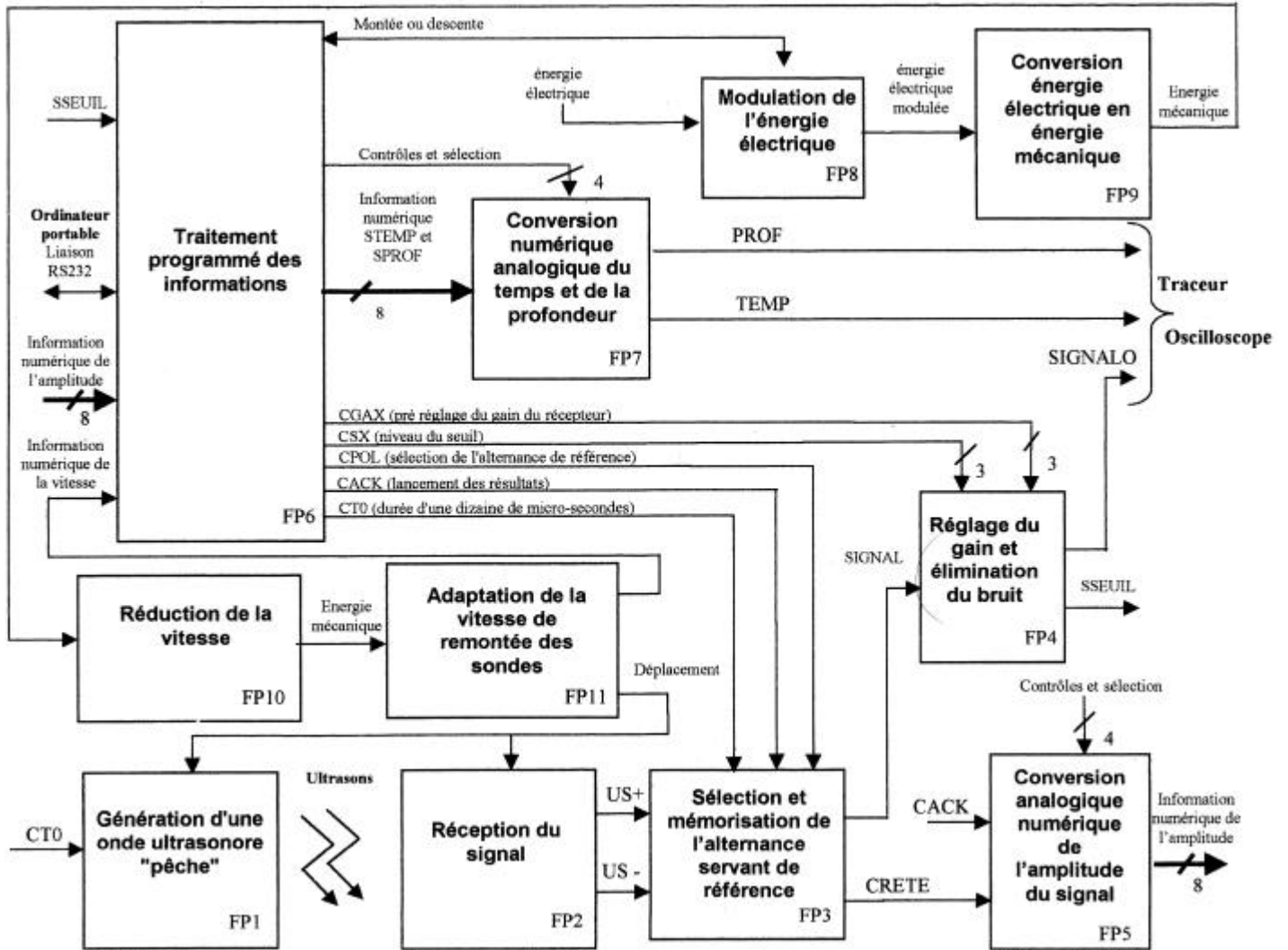
Evaluation quantifiée des qualités structurales du béton durci d'un pieu par l'obtention de trois informations suite à l'émission d'un signal ultrasonore entre deux réservations tubulaires. Ces trois informations mesurée étant le lieu du point de mesure (profondeur), le temps de propagation et d'atténuation du signal reçu.

2.3 Schéma fonctionnel de niveau II



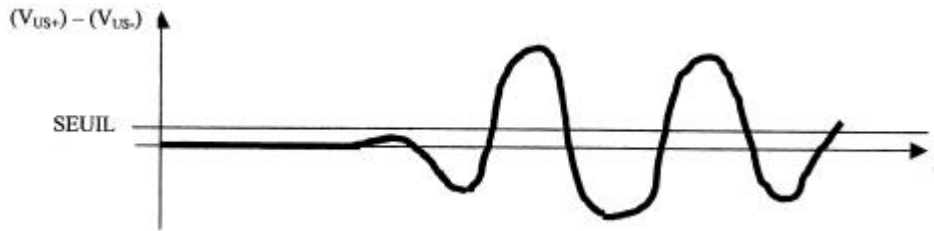
2.4 Schéma fonctionnel de degré 1

On se limitera aux fonctions principales nécessaires à la compréhension du sujet.



COMPLEMENTS D'INFORMATIONS SUR DES SIGNAUX D'ENTREE/SORTIE DES FONCTIONS PRINCIPALE:

US+, US- (FP2 vers FP3) : deux signaux analogiques en opposition de phase traduisant le **signal sonore**.

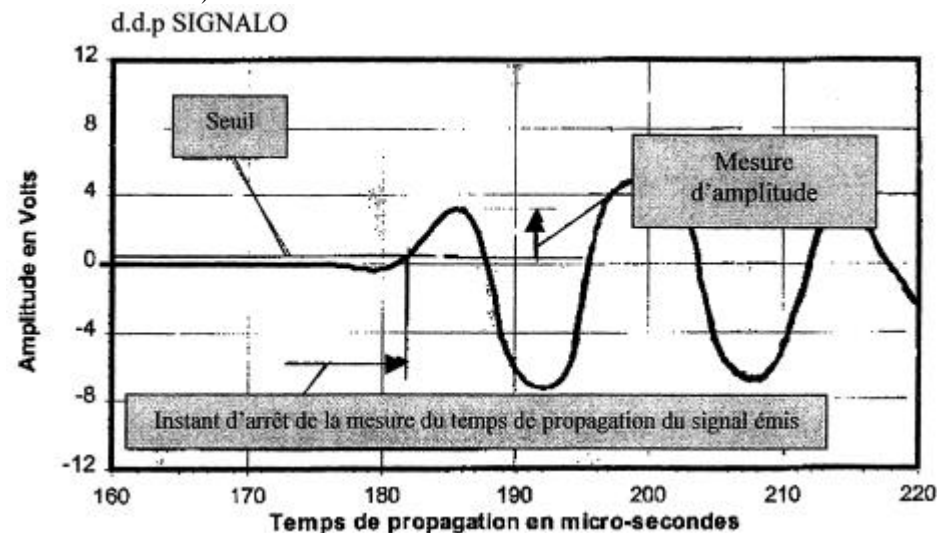


Remarques : - les mesures d'amplitude et de temps de propagation en fonction de la profondeur sont effectuées à partir de la **première alternance exploitable du signal $V_{us+} - V_{us-}$ reçu.**

On peut être amené à constater, comme sur le chronogramme ci-dessus que **la première alternance positive est d'une amplitude insuffisante** (inférieure à un seuil prédéfini par l'utilisateur). Dans ce cas on inversera le signal $V_{us+} - V_{us-}$. La première alternance négative deviendra la première alternance positive exploitable.

SIGNAL : (FP3 vers FP4) d.d.p. analogique **image du signal ultrasonore « pêche »** (inversée ou non inversée pour que la première alternance soit exploitable) après transmission au sein du milieu à osculter.

SIGNALO (FP4) : ddp analogique **à l'identique de SIGNAL** pouvant être observé à l'oscilloscope sans perturber SIGNAL (voir chrono ci-dessous).



Remarque : la première alternance était d'amplitude insuffisante (inférieure à V_{seuil}), le signal reçu a été inversé.

CACK (FP6 vers FP3 et FP5) : Grandeur logique de **lancement des résultats** de la mesure du temps de propagation et de la mesure de l'amplitude, qui se fait à partir de la première alternance positive du signal reçu.

CGX (FP6 vers FP4) : mot binaire défini par le logiciel (non accessible à l'utilisateur) qui permet un **pré réglage du gain du récepteur**.

CPOL (FP6 vers FP3) : grandeur logique de **sélection de l'alternance de référence**.

CRETE (FP3 vers FP5) : ddp continue correspondant à la **valeur maximale de l'alternance de référence**.

CSX (FP6 vers FP4) : mot binaire qui permet, par logiciel, de définir le **niveau du seuil** à partir duquel on considère que l'on a reçu un signal (au dessous de cette valeur les signaux reçus sont des bruits c'est à dire des signaux parasites).

CTO (FP6 vers FP3 et FP1) : signal logique d'une **durée d'une dizaine de micro-secondes** afin de compenser les temps de propagation dans l'appareillage.

Pendant cette durée le signal VCRETE est remis à 0 volt.

Son front montant déclenche l'émission du signal « pêche ».

Son front descendant lance la mesure du temps de propagation du signal

SSEUIL (FP4 vers FP6) : grandeur logique **image de SIGNAL** (entrée de FP4) à partir du seuil de la première alternance positive observée.

TEMP (FP7) : ddp analogique qui informe le traceur sur le temps de propagation.

PROF (FP7) : ddp analogique qui informe le traceur de la profondeur des sondes.