

www.ineris.fr/badoris

www.ineris.fr/badoris www.ineris.fr/badoris www.ineris.fr/badoris

www.ineris.fr/badoris



Base de données sur les Barrières Techniques de Sécurité

BADORIS – Document de synthèse relatif à une
Barrière Technique de Sécurité (B.T.S.)

Détecteur de niveau

Avril 2015



*maîtriser le risque |
pour un développement durable*

Table des matières

1. PRESENTATION TECHNIQUE DU DISPOSITIF	2
1.1. DÉFINITION	2
1.2. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES DIFFERENTS DISPOSITIFS.....	3
2. EXIGENCES TECHNIQUES	12
3. PRINCIPAUX CONSTRUCTEURS.....	13
4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	13

1. PRESENTATION TECHNIQUE DU DISPOSITIF

1.1. DEFINITION

Une majorité des réservoirs est a priori équipée de ces dispositifs.

Certains dispositifs permettent de mesurer le niveau en continu (cf figure 1). C'est-à-dire qu'ils détectent la hauteur de remplissage et la convertissent en un signal proportionnel au niveau. Ce signal apparaît alors directement sur le réservoir et/ou en salle des contrôles.

D'autres permettent de détecter un niveau, c'est-à-dire qu'ils signalent l'atteinte de hauteurs déterminées (cf figure 2). Ce signal apparaît alors directement sur le réservoir et/ou en salle des contrôles. On trouve classiquement sur une installation un détecteur de niveau haut et un détecteur de niveau bas, auxquels s'ajoute un détecteur de niveau très haut ou au moins une sécurité anti-débordement.

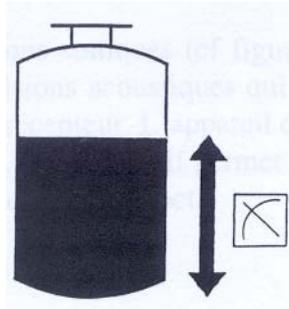


figure 1 : mesure de niveau en continu

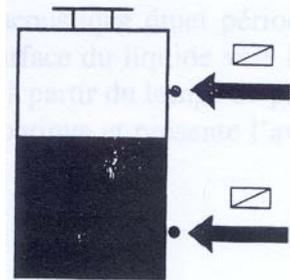


figure 2 : détection de niveau

Ces dispositifs sont utilisés pour contrôler les opérations de transfert de produit et sont généralement directement reliés à d'autres équipements (pompes, ...). La chaîne de mesure comprend classiquement un capteur, un transmetteur (les deux pouvant être compactés en un seul appareil) et un ordinateur. Le transmetteur assure le traitement des signaux reçus en provenance du capteur ou de la salle des contrôles.

Par ailleurs, sur de nombreuses installations et en particulier celles de gaz inflammables liquéfiés, l'exploitant est obligé de fixer deux seuils de sécurité. L'un dit seuil haut correspond à la limite de remplissage en exploitation du réservoir, l'autre dit très haut correspond au remplissage maximum de sécurité. Le franchissement du niveau très haut doit aussi être détecté par deux systèmes distincts et redondants. Classiquement un dispositif électromécanique à flotteur est associé à un dispositif plus récent du type capacitif, micro-ondes, ...

Ces dispositifs peuvent être associés à d'autres équipements :

- Un robinet d'isolement est placé sur certains dispositifs électromécaniques et électromagnétiques. Il s'agit généralement d'un robinet à tournant sphérique.

- La plupart de ces dispositifs sont en général reliés directement aux alarmes et aux équipements contrôlant les opérations de remplissage et de soutirage (vannes, pompes, clapets, ...).

Les différents dispositifs de mesure présentés ci-après sont reliés à des boîtiers de commande adaptés disposant d'afficheur, de relais pour alarmes et autres.

1.2. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES DIFFERENTS DISPOSITIFS

Les principaux principes des différents dispositifs sont les suivants :

- **capacitif** (cf figure 3) : un boîtier contenant l'électronique est placé à l'extérieur du réservoir. Il est lié à une électrode métallique protégée par une isolation plastique (cf figure 4) qui plonge dans le liquide. L'électrode forme un condensateur avec la paroi métallique du réservoir. Le liquide constitue le diélectrique. La capacité du condensateur est ainsi fonction du niveau de liquide. Ce dispositif convient à la mesure et à la détection de niveau pour des liquides conducteurs ou non.

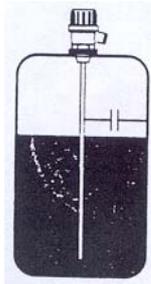


figure 3 : principe du dispositif capacitif

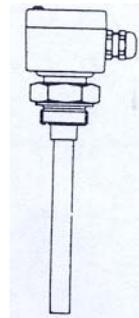


figure 4 : électrode métallique

- **impulsions soniques** (cf figure 5) : un transducteur acoustique émet périodiquement des impulsions acoustiques qui sont réfléchies par la surface du liquide vers le système émetteur récepteur. L'appareil calcule ensuite le niveau à partir du temps de propagation de l'onde. Ce dispositif permet une mesure de niveau continue et présente l'avantage de fonctionner sans contact.

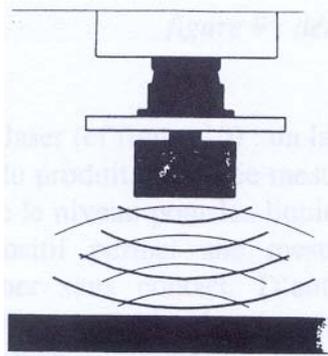


figure 5 : principe de mesure d'un dispositif à impulsions soniques

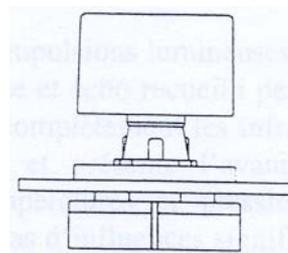


figure 6 : transducteur acoustique

- **radar à impulsions** (cf figures 7 et 8) : un émetteur équipé d'une antenne à corne envoie des micro-ondes (quelques GHz) réfléchies par la surface du produit. Le temps de trajet aller retour permet de déterminer le niveau de liquide. Ce dispositif permet une mesure de niveau continue et présente l'avantage de fonctionner sans contact. D'autre part, les hautes températures et pressions, les compositions variables de gaz au-dessus du produit n'ont pas d'influences significatives sur la mesure.

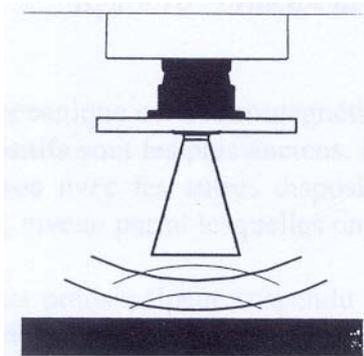


figure 7 : principe de mesure du radar à impulsion

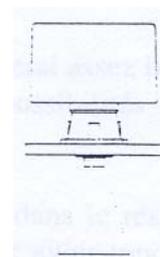


figure 8 : émetteur radar

- **micro-ondes** (cf figure 9) : un émetteur envoie à travers un hublot des micro-ondes vers un récepteur installé en face sur un autre hublot. L'arrivée du liquide entre l'émetteur et le récepteur entraîne l'absorption d'une partie des ondes et la réception d'un signal atténué, si le produit absorbe suffisamment les micro-ondes. Ce dispositif est uniquement utilisé pour la détection d'un niveau de liquide.

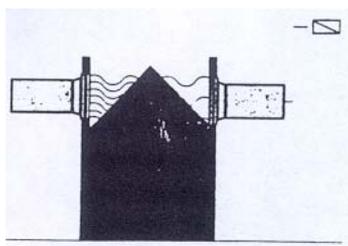


figure 9 : détection de niveau par micro-ondes

- **rayons laser** (cf figure 10) : un laser infrarouge émet des impulsions lumineuses vers la surface du produit. La durée mesurée entre impulsion émise et écho recueilli permet de connaître le niveau pour les liquides qui n'absorbent pas complètement les infrarouges. Ce dispositif permet une mesure de niveau continue et présente l'avantage de fonctionner sans contact. D'autre part, les hautes températures et pressions, les compositions variables de gaz au-dessus du produit n'ont pas d'influences significatives sur la mesure.

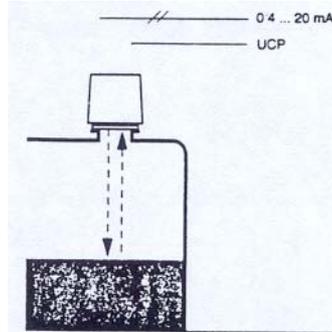


figure 10 : principe de mesure d'un dispositif à rayons laser

- **électromécanique ou électromagnétique** :

Ces dispositifs sont les plus anciens. Ils sont robustes et en général assez bon marché en comparaison avec les autres dispositifs. Il existe plusieurs possibilités permettant la mesure de niveau parmi lesquelles on peut citer les techniques existantes:

- un poids palpeur suspendu à un câble est descendu dans le réservoir par un moteur électrique et ramené à sa position initiale après avoir touché le produit (cf figure 11). La longueur de câble déroulé permet de déterminer le niveau du liquide.

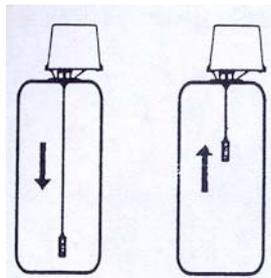


figure 11 : principe d'un dispositif électromécanique

- par variation de niveau, une tête de détection (qui flotte à la surface du liquide), reliée à la tête de jauge par un ruban perforé, se déplace dans un puits dit de tranquillisation (cf figure 12) ou autour d'un tube de guidage. Le ruban entraîne une roue à picots située dans la tête de jauge qui elle-même entraîne le compteur numérique de lecture locale ainsi que l'éventuel transmetteur de niveau (par accouplement magnétique) dans le cas où la lecture s'effectue aussi à distance. Ce système est utilisé pour les gaz liquéfiés en particulier. La figure 13 donne un exemple d'installation sur une sphère. La tête de jauge y est en particulier précédée d'un robinet d'isolement (cf Association à d'autres équipements).

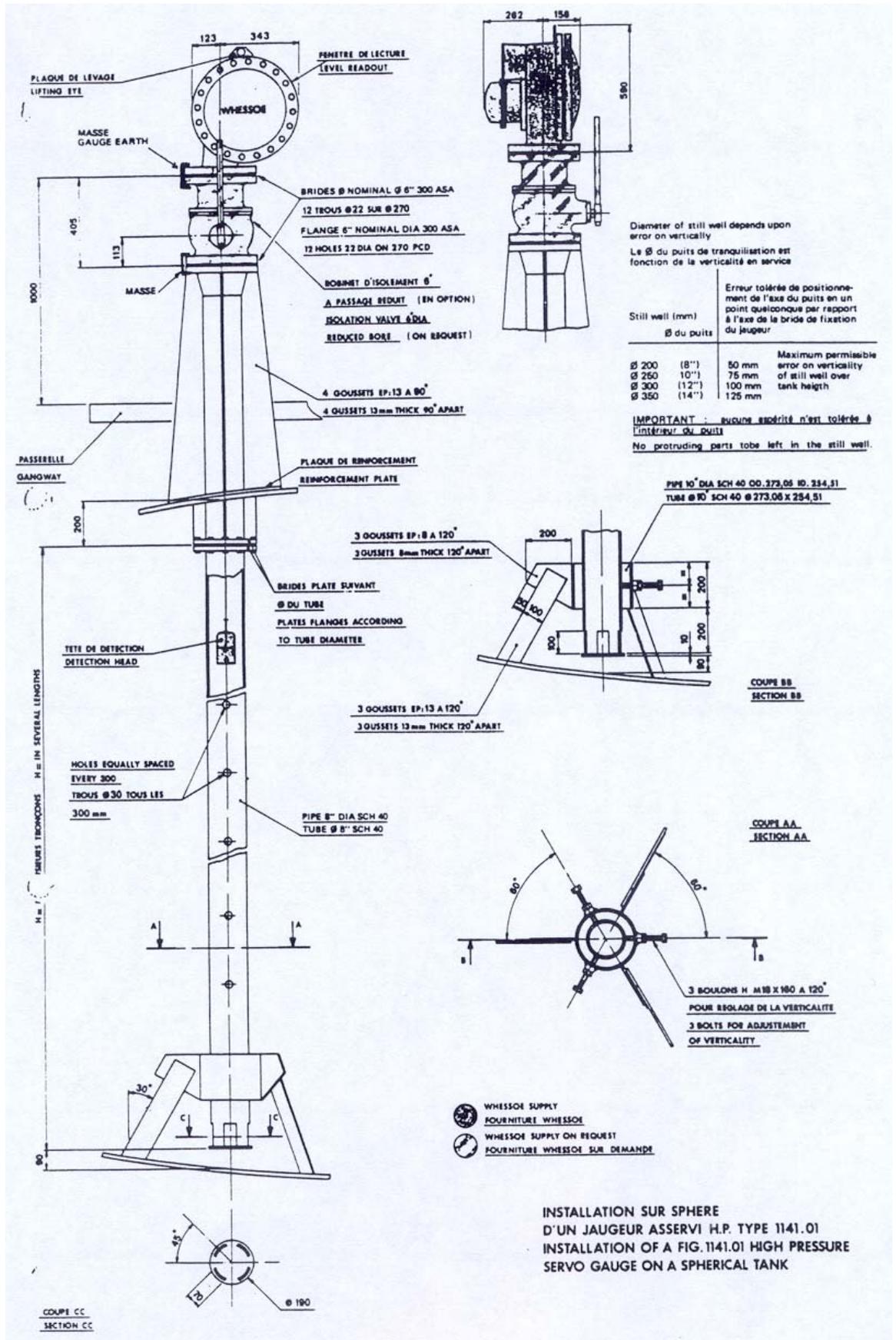


figure 12 : exemple de dispositif électromécanique sur un réservoir sphérique

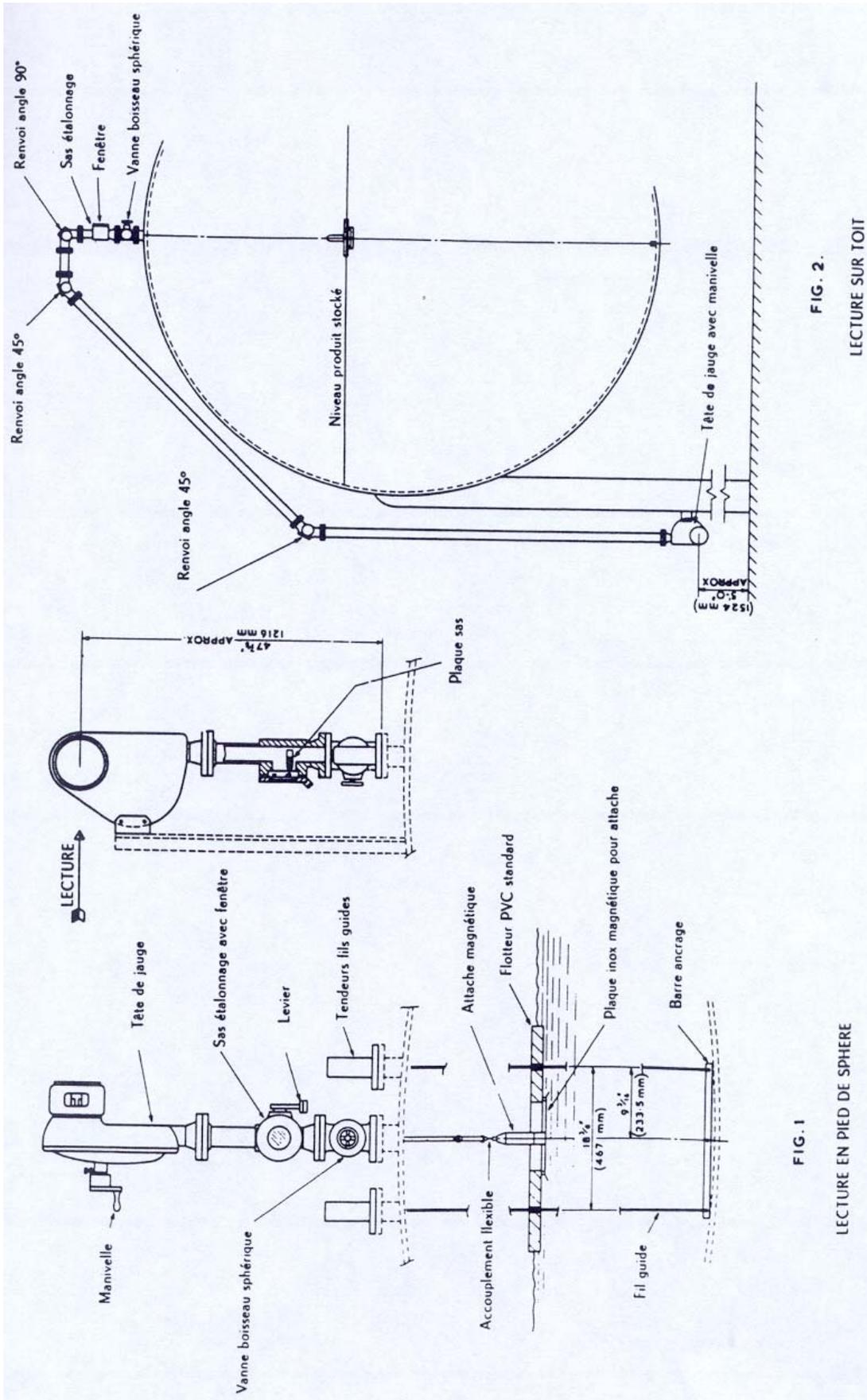


figure 13 : exemples d'installations d'un jaugeur sur une sphère

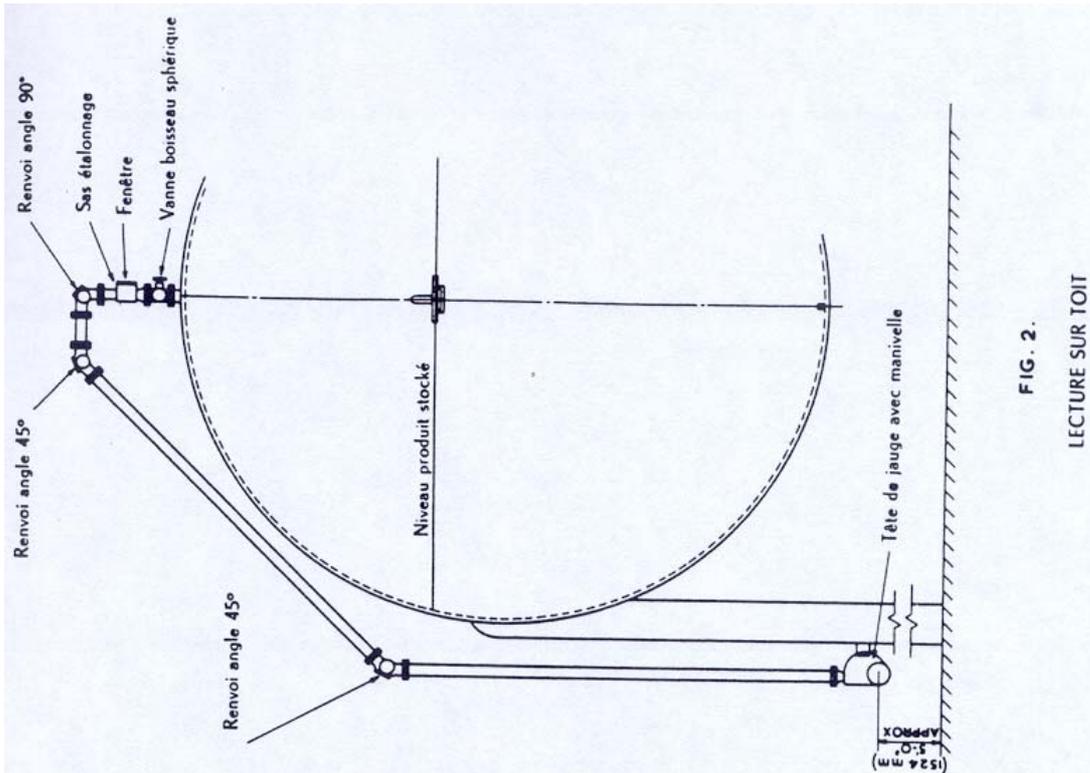


FIG. 2.
LECTURE SUR TOIT

- par variation de niveau, un flotteur (qui flotte à la surface du liquide) équipé d'un aimant permanent, coulisse dans le réservoir sur un tube de guidage étanche, dans lequel sont scellés un ou plusieurs interrupteurs à lames souples (cf figure 14). Le passage du flotteur devant le ou les interrupteurs entraîne leur(s) commutation(s) par transmission magnétique.

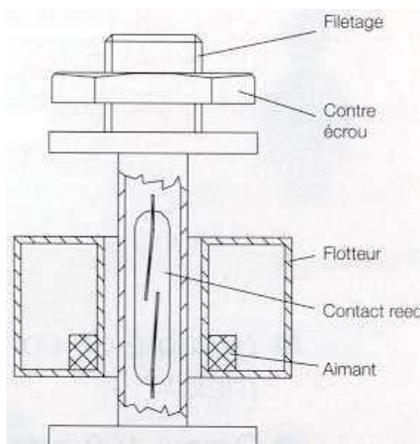


figure 14 : principe de fonctionnement d'un régulateur magnétique de niveau à flotteur

- par variation de niveau, un flotteur équipé d'un attelage magnétique se déplace dans une chambre de mesure, constituée d'un tube en matériau amagnétique (inox, PVC, ...) et reliée au réservoir par un ou deux piquages (cf figure 15). Par transmission magnétique, on obtient une lecture linéaire du niveau à l'aide d'un affichage extérieur constitué soit d'un aimant suiveur logé dans un tube, soit d'une réglette équipée d'une rampe de rouleaux pivotants. L'information peut aussi être envoyée à distance par un transmetteur.

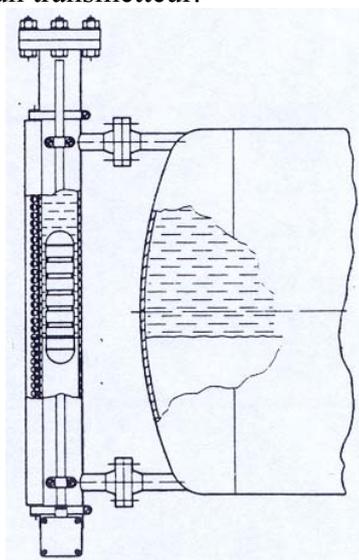


figure 15 : principe de fonctionnement d'un indicateur de niveau

- **radiométrique** (cf figure 16) : une source de rayonnement envoie des rayons gamma à travers la paroi close du réservoir vers le récepteur situé en face. L'arrivée du liquide dans le faisceau de mesure entraîne l'absorption d'une partie du rayonnement et donc une

réduction d'intensité au niveau du récepteur. Ce dispositif est uniquement utilisé pour la détection d'un niveau de liquide. Il est particulièrement adapté aux conditions extrêmes.

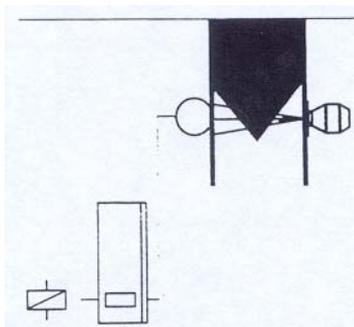


figure 16 : principe de mesure d'un dispositif radiométrique

- **vibrations** (cf figures 17 et 18) : des lames vibrantes sont excitées par un élément piézo-électrique et vibrent sur une fréquence de résonance. La fréquence varie lorsque les lames vibrantes sont recouvertes par le liquide, ce qui déclenche une commutation. Ce dispositif est uniquement utilisé pour la détection d'un niveau de liquide.

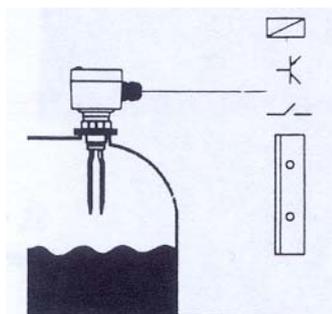


figure 17 : principe d'un dispositif de mesure par vibrations



figure 18 : détecteur à lames vibrantes KOBOLD

- **résistif** (cf figures 19 et 20) : une électrode plonge dans le réservoir. Lorsque le liquide, qui doit être un bon conducteur, entre en contact avec l'électrode, le circuit de mesure est fermé ce qui déclenche la commutation. Ce dispositif est uniquement utilisé pour la détection d'un niveau de liquide.

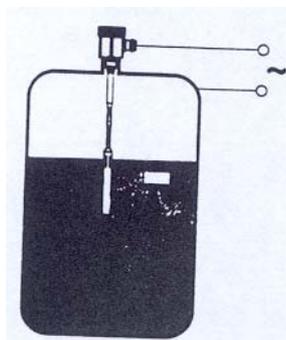


figure 19 : principe de mesure résistif



figure 20 : sonde et boîte de commande KOBOLD

- **hydrostatique** (cf figures 21 et 22) : Un capteur de pression est placé sous le réservoir. Comme la pression hydrostatique est proportionnelle à la hauteur de liquide, on obtient une mesure continue du niveau. Cependant si le produit est sous pression, deux possibilités existent : un seul capteur différentiel de pression entre le haut et le bas du réservoir ou deux capteurs de pression. Celui qui est installé en bas mesure la pression hydrostatique plus la pression statique, tandis que celui du haut mesure la pression statique. Par différence, on obtient une mesure de niveau continue. Le dispositif à capteur différentiel est à préférer au second lorsque la pression statique est beaucoup plus élevée que la pression hydrostatique.

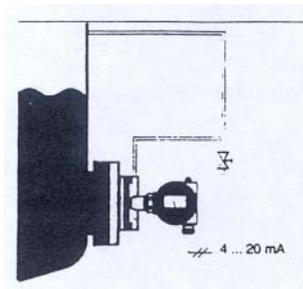


figure 21 : capteur de pression différentielle pour mesure de niveau dans cuve fermée

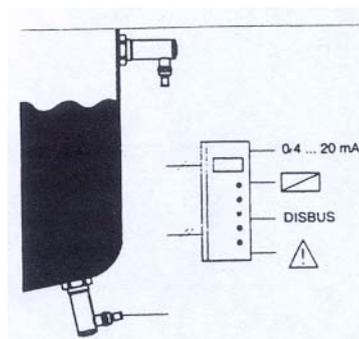


figure 22 : capteur de pression avec transmetteur à deux canaux

Les accessoires associés à ces dispositifs sont :

- les indicateurs de niveau : ils servent à l'affichage du résultat de mesure. Ils sont parfois intégrés directement dans le dispositif. Il peut s'agir de galvanomètres analogiques, d'indicateurs numériques, d'un aimant suiveur dans un tube, d'une réglette équipée d'une rampe de rouleaux pivotants (cf. dispositifs électromécaniques et magnétiques).
- les boîtiers de protection : ils permettent d'isoler et de protéger les transmetteurs, les capteurs et les indicateurs.
- les parasurtenseurs : ils protègent les lignes d'alimentation et de signal des chaînes de mesure de niveau des surtensions.
- les barrières séparatrices : elles servent sur les lignes d'alimentation et de transmission en sécurité intrinsèque. Elles assurent une séparation galvanique entre le transmetteur en zone non explosible et le capteur en zone explosible. Elles doivent se trouver dans la zone non explosible.
- les logiciels qui pour les dispositifs à impulsions soniques filtrent l'écho reçu en éliminant les échos parasites dus par exemple aux soudures, échelles, ...

2. EXIGENCES TECHNIQUES

Les exigences techniques à définir pour un dispositif sont la déclinaison des exigences techniques de la fonction de sécurité qui lui est associée.

Ces exigences techniques sont indiquées dans le document intitulé « *détermination des fonctions de sécurité et de leurs exigences techniques – identification des barrières techniques de sécurité* ».

Dans le document intitulé « *Présentation de la méthodologie pour l'identification des barrières techniques de sécurité et de leurs exigences techniques* », l'INERIS propose une grille permettant de définir les exigences techniques d'éléments de sécurité. Cette grille est à adapter au dispositif étudié.

Afin de définir des exigences techniques, il est possible de se reporter aux normes ou codes suivants qui définissent des prescriptions techniques :

- DIN 16086 (Allemagne)
- DIN V 19250, - V VDE 0801 Ak 5 (appareils à vibrations) (Allemagne)
- CENELEC EN 50020 et 50014 (Europe)
- Décret du 17 juillet 1978, arrêté du 9 août 1978 (matériel électrique en zone classée) (France)
- Arrêté du 10 mai 1993

3. PRINCIPAUX CONSTRUCTEURS

Les coordonnées des principaux constructeurs sont les suivantes :

Nom du fabricant	Coordonnées
VEGA Technique S.A	BP 18 - ZA NORDHOUSE 67151 ERSTEIN Cedex Tél : 88 98 18 18
KUBLER France S.A	Siège Social et Usine 10, avenue d'Alsace - BP 54 68700 CERNAY Tél : 89 75 41 73
IFM ELECTRONIC S.A	Siège Social Savoie Technolac - BP 226 73374 LE BOURGET-du-LAC Cedex Tél : 79 96 40 10
KROHNE S.A	Usine des Ors - BP 98 26103 ROMANS Cedex Tél : (33) 75 05 44 00
WHESSOE VAREC S.A	Siège Social et Usine rue de Bitche 62100 CALAIS Tél : 21 96 49 93

4. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] Isabelle Vuidart – Etude sur les équipements de réservoirs de stockages de liquides et de gaz liquéfiés – INERIS – 1996

[2] Marc Caumont – Etude sur les équipements de réservoirs de stockages de liquides et de gaz liquéfiés – INERIS – 1998