

**E41 2020 - Vasapolli**

- 1 Fiche Contenu Scientifique et Technique
- 2 Présentation (mise en page, lisibilité, structure)
- 3 Qualité de l'expression : syntaxe, orthographe, précision du lexique scientifique ou technique utilisé
- 4 Niveau d'anglais dans le résumé
- 5 Description des activités professionnelles conduites
- 6 Analyse d'un exemple de démarche QHSSE
- 7 Analyse d'un exemple de prévention des risques
- 8 Analyse d'un exemple d'activités liées à l'instrumentation, au contrôle automatique ou aux automatismes
- 9 Qualité scientifique ou technique du résumé en anglais

| Pt | A | B | C | D | Note |
|----|---|---|---|---|------|
| 2  | A |   |   |   | 2    |
| 1  | B |   |   |   | 0,75 |
| 1  | B |   |   |   | 0,75 |
| 1  | A |   |   |   | 1    |
| 4  | C |   |   |   | 1,4  |
| 3  | C |   |   |   | 1,05 |
| 3  | C |   |   |   | 1,05 |
| 3  | C |   |   |   | 1,05 |
| 2  | C |   |   |   | 0,7  |

**Note : 9,75/20**



# Rapport de stage

---

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR EN CONTROLE  
INDUSTRIELLE ET REGULATION AUTOMATIQUE



VASAPOLLI, Loïs  
LYCEE ROUVIERE | CNIM



## Sommaire

|  |    |
|--|----|
| 1. REMERCIEMENTS   | 2  |
| 2. INTRODUCTION :  | 3  |
| 3. CNIM  | 4  |
| HISTOIRE   | 4  |
| IMPLANTATIONS :  | 5  |
| PRINCIPAUX ÉTABLISSEMENTS                                      | 5  |
| <i>La Seyne-sur-Mer (Var, France)</i>                          | 5  |
| <i>PARIS (France)</i>  | 5  |
| <i>CASABLANCA (Maroc)</i>                                      | 5  |
| <i>GAOMING (Chine)</i>   | 5  |
| CAPITAL ET ACTIONNARIAT  | 6  |
| SECTEURS D'ACTIVITÉS   | 7  |
| 4. LES CERTIFICATIONS DE L'ENTREPRISE :                        | 8  |
| <i>ISO 9001</i>  | 9  |
| <i>ISO 50001</i>   | 9  |
| <i>OHSAS 18001</i>   | 10 |
| <i>ISO 14001</i>   | 11 |
| 5. LE ROLE DE L'INSTRUMENTISTE :                               | 12 |
| 6. PROJET :  | 13 |
| USINE DE REVALORISATION DES DECHETS                            | 13 |
| RÔLE N°1   | 13 |
| SCHÉMA P&ID  | 14 |
| ROLE N°2   | 16 |
| <i>La recherche des informations effectuées</i>                | 16 |
| <i>Autre travail effectué</i>                                  | 16 |
| CODIFICATION :   | 17 |
| <i>Structure</i>   | 17 |
| <i>Exemples principaux</i>                                     | 17 |
| LES SPECIFICATIONS TECHNIQUES :                                | 18 |
| PIPING CLASS :   | 18 |
| STANDARD HOOK UP DIAGRAMS :                                    | 18 |
| LES PRINCIPALES TECHNOLOGIES D'INSTRUMENTS UTILISÉS PAR CNIM : | 19 |
| <i>Pression</i>  | 19 |
| <i>Température</i>   | 19 |
| <i>Niveau</i>  | 21 |
| 7. CONFORMITE DES ORGANES DEPRIMOGÈNES :                       | 24 |
| <i>Débit</i>   | 25 |
| 8. PREVENTION DES RISQUES                                      | 29 |
| 9. RÉSUMÉ :  | 30 |



## Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier le groupe CNIM de m'avoir accueilli dans ses locaux.

Je voudrais remercier sincèrement ma tutrice, Alyzée ROUSSEL, instrumentiste, pour sa grande disponibilité.

Elle m'a accompagné avec beaucoup de patience et de pédagogie durant ma période de stage.

Je voulais également remercier toutes les personnes travaillant dans le groupe avec qui j'ai pu avoir des contacts.

Toutes et tous ont fait preuve d'une grande bienveillance et m'ont consacré du temps, rendant ainsi mon stage passionnant.

Grâce à tous ces échanges, cela m'a permis de développer de très nouvelles compétences.



## Introduction :

J'ai souhaité faire mon stage dans le groupe CNIM, car, de mon point de vue, cette entreprise correspondait parfaitement à mes attentes.

En effet, je cherchais une entreprise avec une structure importante, ayant des sujets en lien avec l'environnement et bien évidemment des services œuvrant dans les domaines de la régulation, l'instrumentation ou l'automatisme.

Mon stage s'est déroulé dans la division Environnement en instrumentation.

Durant ce stage, ma tutrice m'a donné comme premier travail de répertorier la totalité des instruments se trouvant sur une nouvelle usine de revalorisation en Ecosse.

Ce travail, long et en premier abord fastidieux, permet toutefois de découvrir les différents appareillages utilisés, et leur fonction.

Cela m'a apporté des premières bases concrètes, que ce soit en instrumentation, physique ou tout simplement sur le fonctionnement ou la phase de conception d'une usine.

Elle m'a également sollicité pour la mise à jour des dossiers de 3 usines en cours de montage en Angleterre et de m'attarder sur quelques documents d'instrumentation qui présentaient du retard.



## CNIM

### Constructions industrielles de la Méditerranée un équipementier industriel et militaire

Est une Entreprise de taille intermédiaire (ETI), qui s'appuie sur deux secteurs, l'**Environnement & Energie** et l'**Innovation & Systèmes**. Ce qui a fait d'elle un leader mondial dans les usines d'incinération, les systèmes de franchissement militaires ou bien les tubes de lance-missiles.

## Histoire

- 1856 voit le jour et porte le nom de Forges et Chantiers de la Méditerranée (FCM).
- En 1859 elle se lance dans d'importants chantiers militaires comme la construction de la première frégate cuirassée
- 1881 la construction du premier bateau sous-marin de la flotte française
- 1917 constructions des premiers chars d'assaut français
- 1966, la prospérité de la reconstruction faiblit et la fin de la guerre d'Algérie amène l'Etat français à réduire ses commandes. FCM, qui fait alors face à des difficultés financières, est racheté par le groupe Herlicq (une entreprise pour l'industrie électrique dirigée par André Herlicq)
- André Herlicq place sa confiance en Vsevolod Dmitrieff, son gendre, qui va diriger la société jusqu'en 1981, puis la préside jusqu'en 2002. Il modernisa et réorganisa profondément la CNIM (Constructions Navales et Industrielles de la Méditerranée) à La Seyne-sur-Mer.
- En 2009 Nicolas Dmitrieff, accepte de prendre la direction de l'entreprise familiale alors en difficulté. Défi osé car la branche Dmitrieff ne possédait alors plus que 10 % du capital.
- En 2014, par une dernière OPA, la famille prend la majorité (57 %)



## Implantations :

45 Implantations dans le monde (34 en Europe, 7 en Asie, 3 en Amérique du Nord et 1 en Afrique)

### Principaux Etablissements

La Seyne-sur-Mer (Var, France)

L'Etablissement de La Seyne-sur-mer est implanté sur trois sites :

Site de Brégallion



81 000 m<sup>2</sup>

Site de Lagoubran



200 000 m<sup>2</sup>

Site de Mouissèques



40 000 m<sup>2</sup>

Tous les métiers du Groupe sont représentés :

Développement (R&D, bureaux d'études, ingénierie, dimensionnement, calculs, contrôle-commande...)

Réalisation (travaux en salle blanche, usinage, soudage, chaudronnerie...) Services.

### PARIS (France)

Le siège social de CNIM est situé 35 rue de Bassano dans le 8e arrondissement.

### CASABLANCA (Maroc)

Le site met à la disposition de ses clients internes et externes une capacité de fabrication-montage-chaudronnerie.

### GAOMING (Chine)

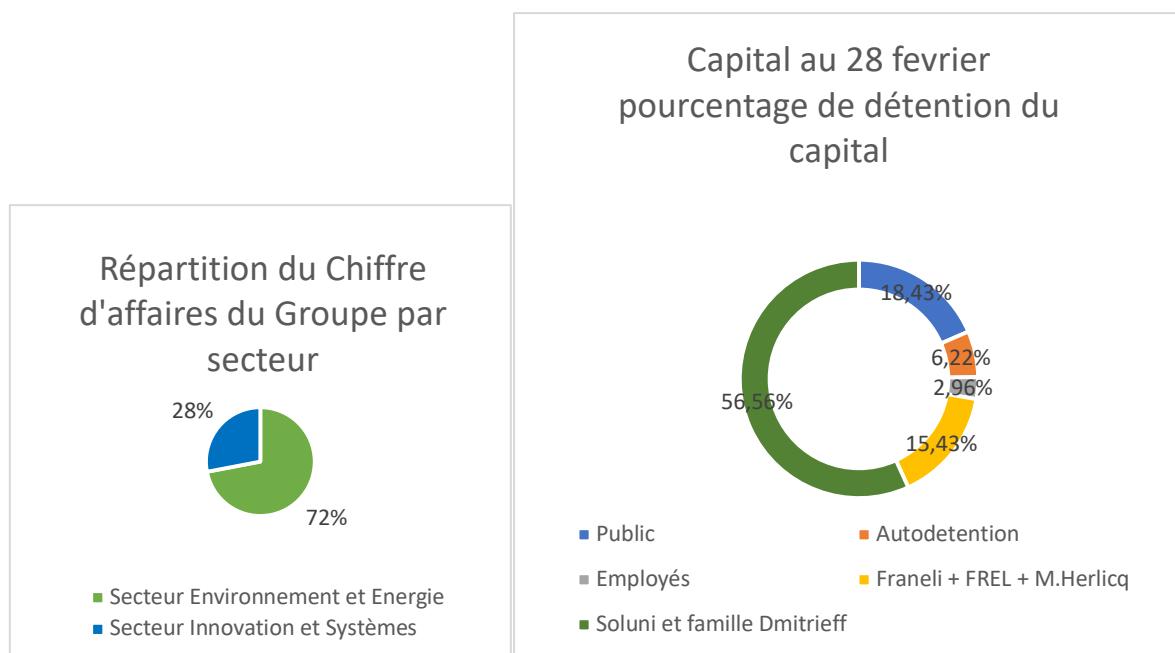
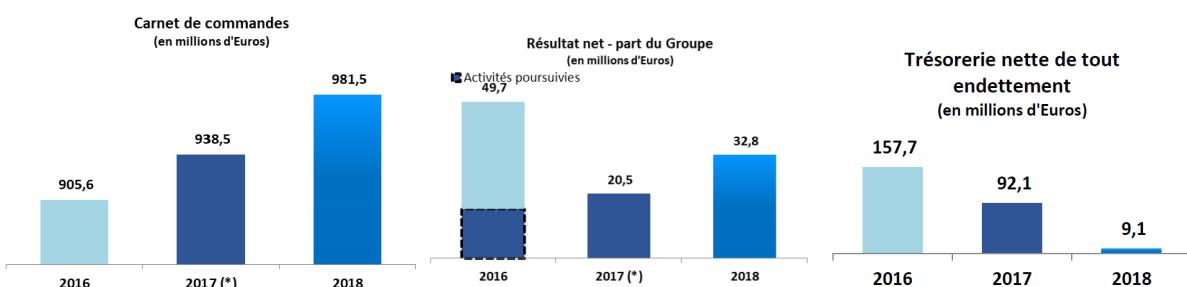
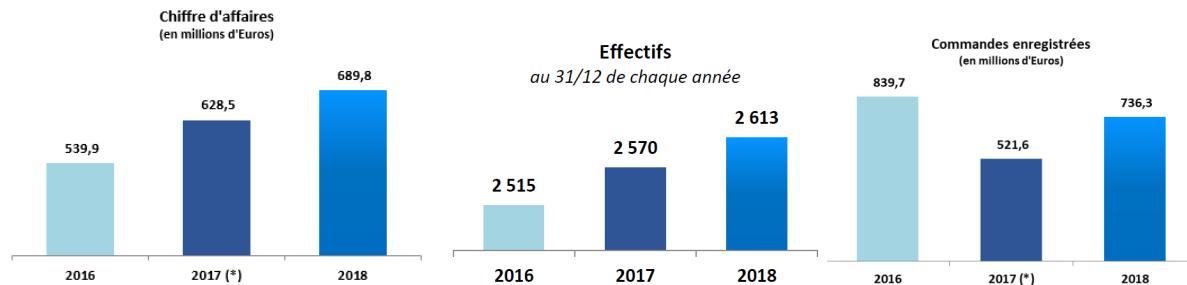
Le site réalise des ensembles mécano-soudés pour l'industrie et des équipements pour les centrales nucléaires chinoises.



## Capital et actionnariat

### Chiffres Clés

En 2018, le Groupe a réalisé 62,1 % de son chiffre d'affaires à l'export.





## Secteurs d'activités

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Environnement</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>-Traitement et valorisation des déchets</li> <li>-Energies renouvelables</li> <li>-Maitrise des émissions et récupération d'énergie</li> <li>-Efficacité énergétique</li> <li>-Conseil et Ingénierie Innovante</li> <li>-Conception et Réalisation de systèmes</li> </ul>   | <p><b>Energie</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>-Traitement et valorisation des déchets</li> <li>-Energies renouvelables</li> <li>-Maitrise des émissions et récupération d'énergie</li> <li>-Efficacité énergétique</li> <li>-Nucléaire et Grands instruments scientifiques</li> <li>-Protection des infrastructures et des personnes</li> <li>-Conseil et Ingénierie Innovante</li> <li>-Conception et Réalisation de systèmes</li> </ul> |
| <p><b>Industries et services</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>-Energies renouvelables</li> <li>-Maitrise des émissions et récupération d'énergie</li> <li>-Efficacité énergétique</li> <li>-Protection des infrastructures et des personnes</li> <li>-Conseil et Ingénierie Innovante</li> <li>-Conception et Réalisation de systèmes</li> <li>-Solutions pour les Sciences du Vivant</li> </ul> | <p><b>Defense et sécurité civile</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>-Défense, Sécurité et Intelligence numérique</li> <li>-Conseil et Ingénierie Innovante</li> <li>-Conception et Réalisation de systèmes</li> </ul>  |



## Les certifications de l'entreprise :

Le groupe CNIM est certifié en fonction des normes suivantes.

### Différence entre une norme et une certification :

**Une norme** est un document de référence qui précise les caractéristiques correctes du produit. Chaque fabricant a la responsabilité de l'appliquer, mais une norme n'a pas de caractère obligatoire.

**Une certification** est une démarche volontaire du professionnel qui offre aux usagers grâce à un système de contrôles indépendants la garantie que son produit est conforme à la norme.

| SOCIETE<br>CNIM          | SITES/ACTIVITES             | CERTIFICATS |                     |               |              |
|--------------------------|-----------------------------|-------------|---------------------|---------------|--------------|
|                          |                             | Qualité     | Sante &<br>securite | Environnement |              |
|                          |                             | ISO<br>9001 | OHSAS<br>18001      | ISO<br>14001  | ISO<br>50001 |
| Secteur<br>Environnement | La Seyne-sur-Mer            | ✓           | ✓                   | ✓             |              |
|                          | Centre de<br>revalorisation |             | ✓                   | ✓             | ✓            |





## ISO 9001

### Qu'est-ce que l'ISO 9001 ?



La norme ISO 9001 : 2015 est internationale et généraliste. Elle constitue un guide pour le management et l'organisation d'une entreprise ou d'un organisme, sans définir des solutions toutes faites. Ainsi chacun peut l'adapter à sa culture et à ses propres bonnes pratiques.

### Objectifs

- Rendre plus efficace son système de gestion de la qualité en le structurant ;
- Donner confiance à ses partenaires en démontrant le niveau d'efficacité de sa gestion de la qualité ;
- Motiver ses agents en leur donnant un défi : obtenir la certification ;
- Garantir le maintien d'un niveau d'efficacité de gestion de la qualité.

## ISO 50001



### Le rôle de l'ISO 50001.

Une gestion efficace de l'énergie aide les organismes à réaliser des économies, à réduire leur consommation d'énergie et à faire face au réchauffement climatique. ISO 50001 guide les organismes, quel que soit leur secteur d'activité, dans la mise en œuvre d'un système de management de l'énergie qui leur permettra de faire un meilleur usage de l'énergie.

### Comment fonctionne-t-elle ?

ISO 50001:2018 définit un cadre d'exigences pour que les organismes puissent :

- Élaborer une politique pour une utilisation plus efficace de l'énergie
- Fixer des cibles et des objectifs pour mettre en œuvre la politique
- S'appuyer sur des données pour mieux cerner l'usage et la consommation énergétiques et - prendre des décisions y relatives
- Mesurer les résultats
- Examiner l'efficacité de la politique
- Améliorer en continu le management de l'énergie.



## OHSAS 18001



## OHSAS 18001

Santé et sécurité au travail

### Qu'est ce que l'OHSAS 18001 ?

La spécification britannique OHSAS 18001 pour Occupational Health and Safety Assessment Series (Séries d'évaluations de la Santé et de la Sécurité au travail).

Elle indique la méthode de mise en place d'un management de la santé et de la sécurité au travail.

**A savoir que la certification OHSAS 18001 évolue vers la norme ISO 45001, qu'elle remplacera intégralement d'ici 2021**

### Dans quel but ?

L'obtention de cette certification est un gage de sécurité pour l'entreprise et ses partenaires, mais elle permet aussi d'éviter les coûts, parfois exorbitants, des conséquences humaines, économiques ou juridiques d'accidents de travail, notamment.

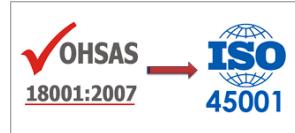
### Vers l'ISO 45001

La norme ISO 45001 a été publiée en mars 2018. Elle va progressivement remplacer OHSAS 18001, toujours en vigueur jusqu'en mars 2021. Les entreprises certifiées OHSAS 18001 auront jusqu'à cette date pour se mettre en conformité.

### Quelle différence entre OHSAS 18001 et ISO 45001?

On peut parler ici de « normalisation des normes » : le comité d'expert réuni par ISO a réalisé ce document pour que le système de management de la sécurité au travail puisse s'intégrer plus facilement parmi les autres systèmes qualité existants (ISO 9001, ISO 14001, ISO 22000...). La compatibilité des normes a été décidée dans un souci de clarification de l'organisation et de cohérences des outils et tableaux de bord utilisés pour le pilotage des actions.

L'ISO 45001 se veut également plus complète sur beaucoup d'aspects, notamment concernant l'implication de la direction et de l'encadrement dans le processus ainsi que celle des partenaires (fournisseurs, intervenants, sous-traitants...). La dernière version de l'OHSAS datant de 2007, il fallait également intégrer les nouvelles méthodes élaborées depuis plus de 10 ans. Mais il existe de nombreuses similitudes sur les bases du contenu, et l'ISO 45001 a été conçue de façon à faciliter la transition entre les deux, donc l'adaptation ne posera pas de problème.



## ISO 14001

### Qu'est-ce que l'ISO 14001 ?

ISO 14001 est une norme internationalement reconnue qui établit les exigences relatives à un système de management environnemental. Elle aide les organismes à améliorer leur performance environnementale grâce à une utilisation plus rationnelle des ressources et à la réduction des déchets, gagnant, par là même, un avantage concurrentiel et la confiance des parties prenantes.

### A quoi consiste-t-elle ?

Elle prévoit qu'un organisme doit envisager toutes les questions environnementales liées à ses opérations, telles que la pollution atmosphérique, la gestion de l'eau et des eaux usées, la gestion des déchets, la contamination du sol, l'atténuation des changements climatiques et l'adaptation, et l'utilisation efficace des ressources.

### Quelles sont les avantages ?

Plusieurs raisons peuvent motiver une entreprise ou un organisme à adopter une démarche stratégique en vue d'améliorer sa performance environnementale.

Les utilisateurs de la norme ont indiqué qu'ISO 14001 : 2015 les aide à :

- Démontrer la conformité aux exigences légales et réglementaires, actuelles et futures
- Renforcer l'implication de la direction et l'engagement des employés
- Améliorer la réputation de l'entreprise et la confiance des parties prenantes au travers d'une communication stratégique
- Réaliser des objectifs stratégiques en prenant en compte les questions environnementales dans la gestion de l'entreprise
- Obtenir un avantage concurrentiel et financier grâce à l'amélioration de l'efficacité et à la réduction des coûts
- Favoriser une meilleure performance environnementale des fournisseurs en les intégrant dans les systèmes d'activités de l'organisme





## Le rôle de l'instrumentiste :

Dans un premier temps, l'instrumentiste doit contrôler et répertorier les instruments qui ont été dessinés sur les schémas PI&D (Piping/Process and instrumentation Diagram) ou TI (Tuyauterie et instrumentation), schémas conçus par les « ingénieurs process ».

Il lui faut contrôler l'implantation de l'instrument qui est très importante. Mais avant cela il lui faut vérifier que la mesure demandée par le « service process » est réalisable technique. Comme les plages de mesure qui peuvent être trop importantes ou si la technologie demandée est adaptable à la mesure voulue.

Par exemple, un capteur de température placé sur le toit de la chaudière est exposé à une température pouvant aller de 850°C à 1200°C. Tandis qu'un capteur de température ambiant, lui, n'est pas soumis aux mêmes contraintes. La technologie, le montage et l'utilisation de l'instrument sera donc différent pour une même catégorie d'équipement.

Ensuite, il trie ces instruments dans des spécification techniques de besoin, en fonction des fournisseurs. Il réunit les instruments en fonction de ce que chacun est capable de fournir, pour être sûr qu'ils répondent bien à toute la demande.

La commande est passée auprès des fournisseurs. La liste détaillée des instruments ainsi que les spécifications techniques de besoin leurs sont envoyées pour qu'ils puissent fournir les instruments adaptés à la demande. Car, très souvent, une partie des instruments doit être fabriquée sur mesure pour correspondre aux réquisitions de montage imposé par le groupe CNIM.

L'étude et les commandes achevées, le montage est réalisé par une société externe qui est dirigée par un instrumentiste « site CNIM » qui se réfère directement à l'instrumentiste du siège. Il doit pouvoir répondre aux problèmes ou éventuelles erreurs réalisées lors de l'étude et apporter une solution en conséquence.



## Projet :

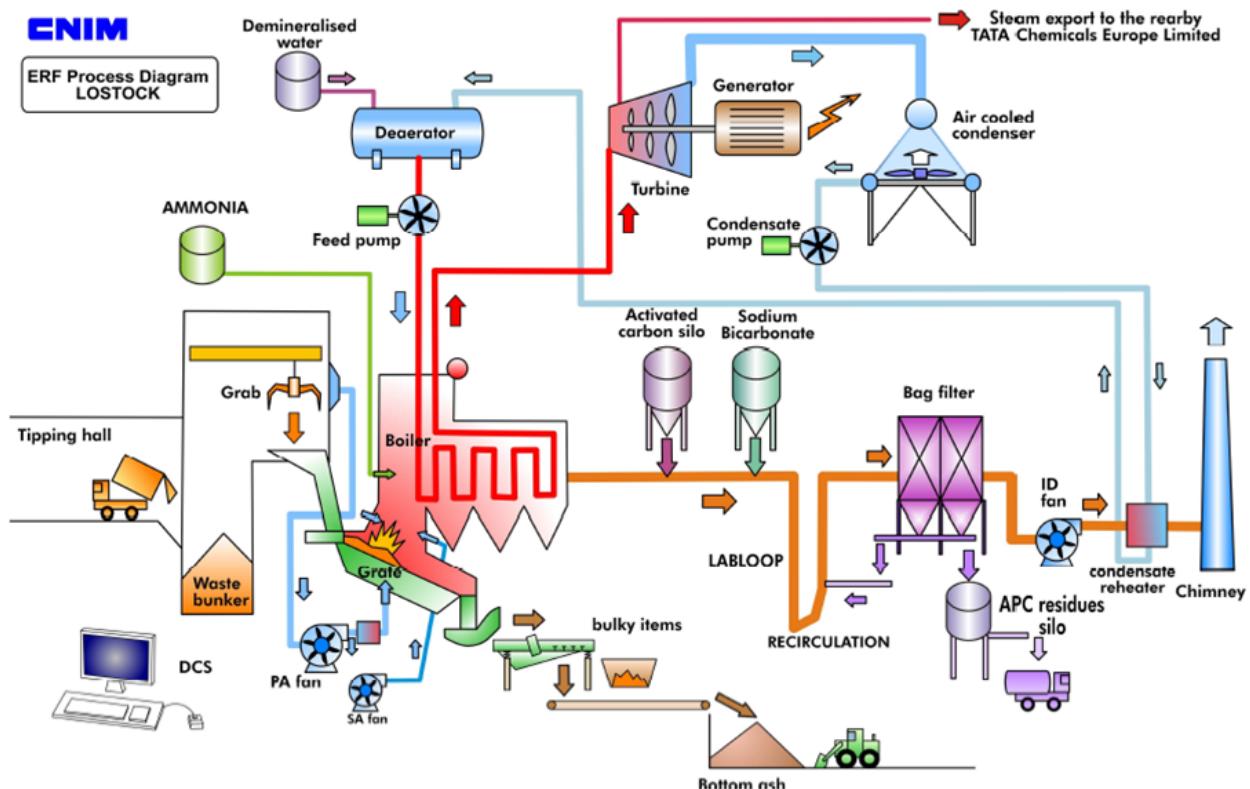
### Usine de revalorisation des déchets

Division Environnement

#### Rôle N°1

Durant mon début stage, il m'a été confié comme mission de répertorier la totalité des instruments de mesures de l'affaire Earls Gate, se trouvant en Ecosse.

« Earls Gate » étant encore en phase d'étude et les PID n'étant pas tous émis, je n'ai pas pu rendre une liste complète. De ce fait, j'ai apporté mon aide sur des projets déjà étudiés et en phase de montage. Les PID évoluent encore après le début du montage et il faut surveiller les déplacements, les ajouts ou les suppressions d'instruments afin d'informer le site et de recommander du matériel si nécessaire. Il faut donc tenir à jour les listes, ce que j'ai fait pour trois affaires anglaises qui étaient en chantier.



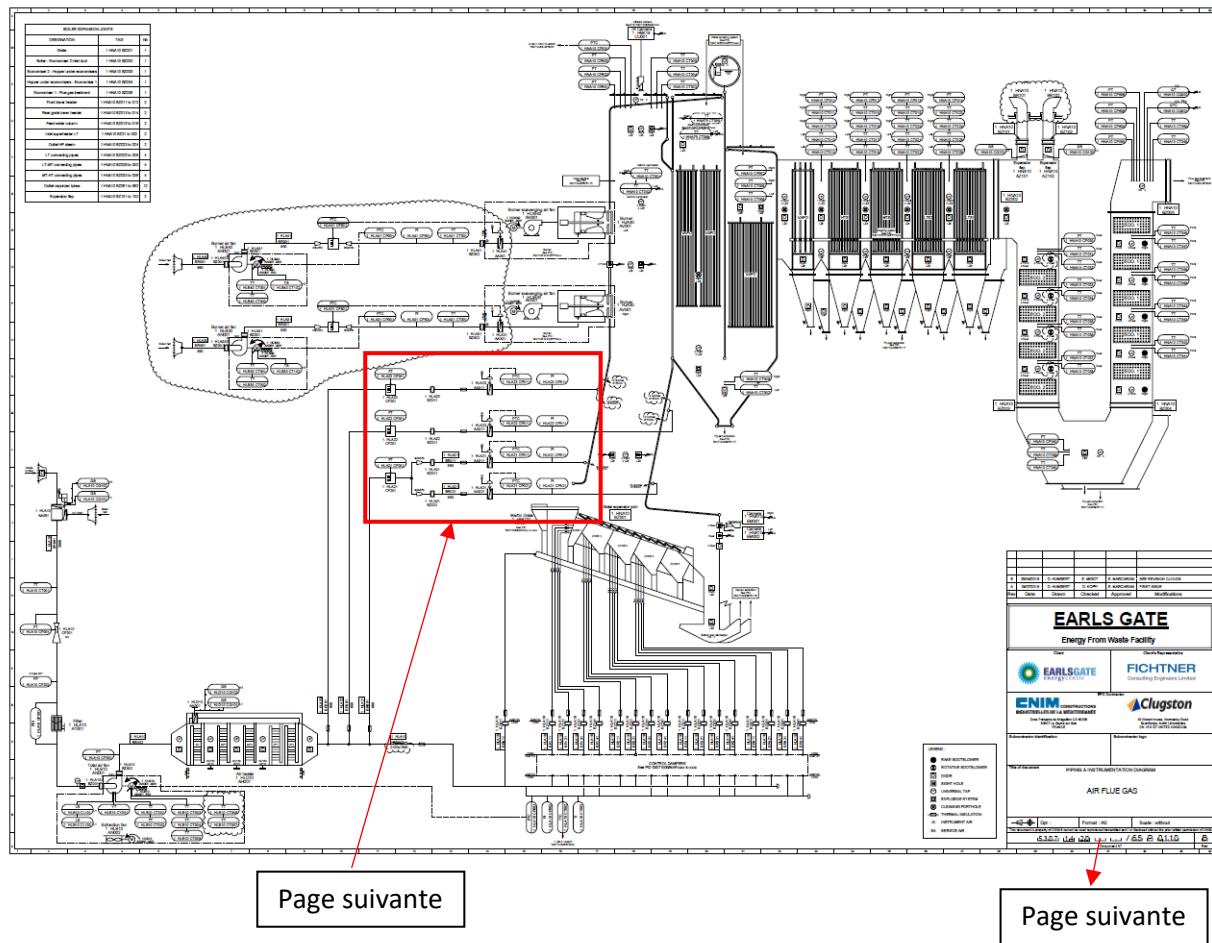


## Schéma P&ID

Une usine de revalorisation des déchets est décomposée en plusieurs zones, représentées sur des schémas PID. Les « Tags » des instruments, tuyauteries, réservoirs, etc... y sont représentés.

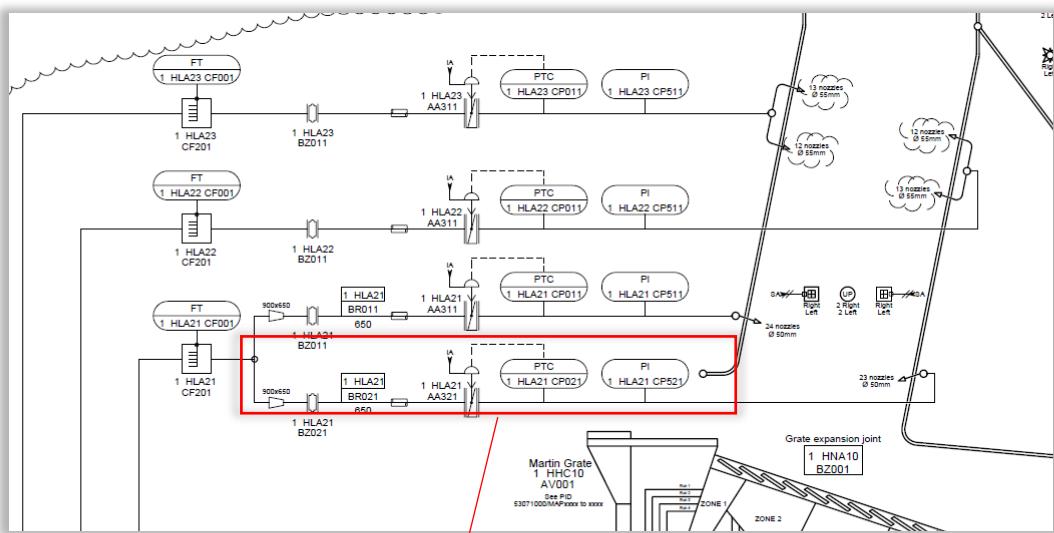
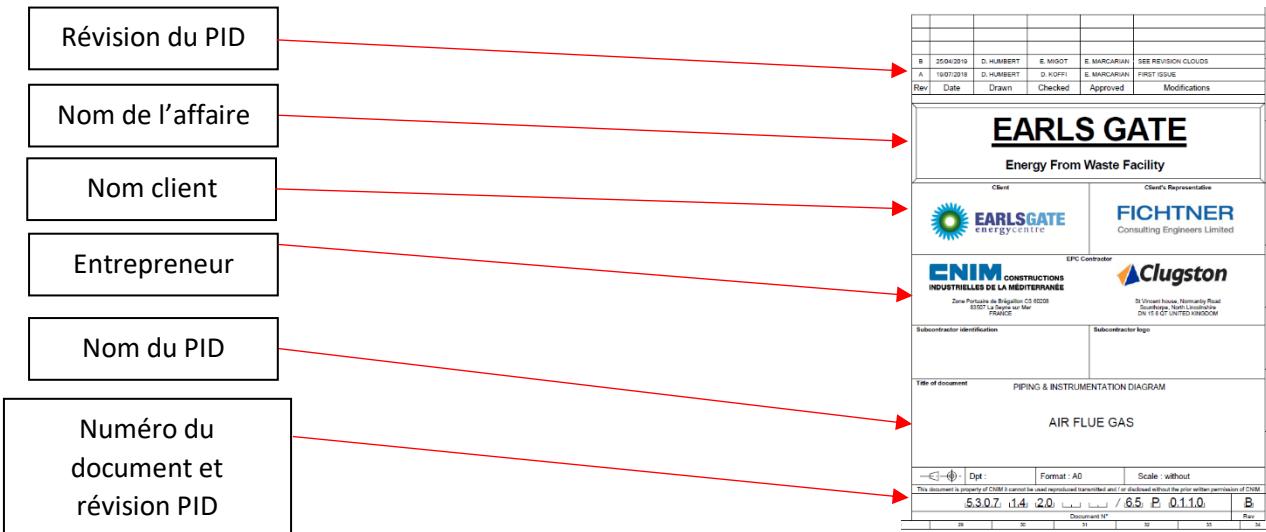
Ce sont les ingénieurs de la partie process qui s'occupe de concevoir les schémas PID. Ensuite l'instrumentiste est responsable de référencer la totalité des instruments dans un tableau excel où il doit référencer : nom, révision du PID, valeurs de fonctionnement, la technologie, la ligne sur laquelle il est monté, la localisation, les accessoires, les références des spécifications techniques, etc.

### PID chaudières/ Boiler

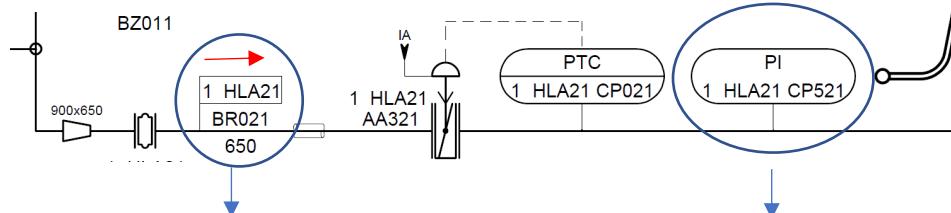


Page suivante

Page suivante



### Exemple



Référence de tuyauterie. Elle renseigne la nature du fluide, la direction, la classe de fonctionnement et sur quelle ligne est posé un instrument

Référence de l'instrument, PI dans ce cas désigne un indicateur local de pression. Le tag en dessous renseigne, lui, le type de fluide, la classe de fonctionnement, le type d'instrument et autres informations à retrouver dans les documentations.



## Rôle N°2

### La recherche des informations effectuées

Après avoir répertorié les informations visibles sur les PID, un travail de recherche et de réflexion est à faire.

Les informations de tuyauterie et autres données se trouvant dans le PID vont aider à savoir si l'instrument positionné à cet endroit est bien adapté ou pas. Cela requiert donc de savoir lire un PID, connaître les technologies des instruments, connaître la codification du KKS. Le technicien CIRA apporte donc son savoir-faire sur de telles opérations.

Pour pouvoir compléter le maximum d'informations concernant le fonctionnement des instruments, il a fallu parcourir différents documents se trouvant sur portail WINDCHILL (un réseau intranet propre à CNIM).

Les principaux documents utilisés sont :

KKS application note (codification KKS) : P.17

Piping Class (classe de tuyauterie) : P.18

Standar hook up diagrams (Spécifications de montage des instruments) : P.18

Ensuite, pour pouvoir renseigner les valeurs de fonctionnement de l'instruments (min, nominal et max de la pression, température et du débit), il faut faire un travail de recherche tout d'abord avec les documents suivants :

- Note de calcul
- fiches techniques
- les guides dessins des réservoirs

Grace à tous ces renseignements, on appréhende mieux le process demandé et on peut conclure si l'instrument peut résister aux conditions de fonctionnement lors de la mise en route et lors du cycle générale de vie de l'installation.

Après avoir renseigner les instruments de mesure dans la liste instruments de l'affaire, il me restait à remplir les spécifications techniques de besoin par catégorie d'instrument avant de passer la commande aux fournisseurs.

### Autre travail effectué

J'ai aussi mis à jour des recalibrations d'instruments générées par le service process.

Quelques affaires avaient pris du retard dans la phase chantier. Après un certain délai, une partie des instruments nécessitent une recalibration. Il fallait donc renseigner les valeurs des recalibrations dans les documents de l'affaire.



**Codification :** Le groupe CNIM, utilise le système de codification appelé KKS

**Structure :**

| Nom de la section         | Centrale | Fonction |    | Equipement |     |
|---------------------------|----------|----------|----|------------|-----|
| Alphabétique ou Numérique | N        | AAA      | NN | AA         | NNN |
|                           | A        | B        | C  | D          | E   |
| Exemple                   | 1        | LBA      | 20 | CP         | 501 |

Exemples principaux :

#### A : Centrale

0 : Affecté aux systèmes communs

1 : Affecté aux équipements de la chaudière principale à déchets

2 : Affecté aux équipements de la chaudière secours 1 à tubes de fumées

#### B-C Fonction :

| Système                           | Exemples de code fonction partagé<br>B | Plage de numérotation<br>C |
|-----------------------------------|--|----------------------------|
| Système dans le périmètre de CNIM | Tous                                   | 01-59                      |
| Groupe Turbo Alternateur          | CGA, LBA, LBD, LBE, LBS, LCN, PGB      | 60-64                      |
| Système de vise sous vide         | LBA, LBE, LCA, MAJ, QEB, QFB           | 65                         |
| Système de condensation           | LBE, MAJ, QEB, QFB                     | 66                         |
| Grille de combustion              | HLA, HLB, HNA, LBA, QEB, QFB           | 75-79<br>75-99 pour HLA    |
| Traitement des fumées             | HNA, LBA, LBD, LBE, LBS, QEB, QFB      | 80-99                      |

**Attention** lors du remplissage du code. Pour exemple :

LAB = Système de tuyauterie de l'eau alimentaire

LBA = Système de tuyauterie de la vapeur

#### D : Code équipement :

| CF    | CL     | CP       | CT          |
|-------|--------|----------|-------------|
| Débit | Niveau | Pression | Température |

#### E : Plages de numérotation des instruments :

| Intervalles | Description                            |
|-------------|--|
| 001-099     | Signal analogique transmis au SNCC     |
| 501-599     | Mesure avec affichage local uniquement |
| 601-649     | Signal analogique transmis à l'APIdS   |
| 651-699     | Signal binaire transmis à l'APIdS      |



## Les spécifications techniques :

Les spécifications techniques de besoin sont rassemblées dans un document technique qui répertorie les instruments par technologie.

Il impose des conditions sur :

- Les conditions de process
- La matière
- L'agrément (SIL, ATEX)
- La livraison
- La prestation,
- Les réquisitions électrique,
- La peinture et protection anti corrosion
- L'étiquetage
- Le soudage
- L'hygiène, sécurité et protection de l'environnement sur site
- Les instruction de maintenance
- Les pièces de rechanges
- Les marquage et déclaration de conformité
- La spécificité d'architecture
- Les documents fournisseurs ainsi que la documentation et manuels finaux

Le rôle de ce document est donc de spécifier aux fournisseurs les normes qu'ils doivent respecter pour avoir les instruments demandés. Si les instruments ne respectent pas les spécifications techniques, le fournisseur sera donc responsable de refournir le bon instrument à sa charge.

## Piping Class :

La Piping class est un document créé par les ingénieurs process, référençant les classes de tuyauteries. Il renseigne le matériau des tuyauteries, le fluide qui y circule, la pression et température maximale pouvant circuler dans la tuyauterie et que peuvent supporter les brides de la tuyauterie. Il faudra donc choisir un instrument pouvant fonctionner en fonction de chaque classe.

## Standard hook up diagrams :

Le standar hook up diagrams est un document créé par CNIM.

C'est un document expliquant le montage à suivre en fonction de l'équipement, définis lors du remplissage de la liste instrument.



## Les principales technologies d'instruments utilisés par CNIM :

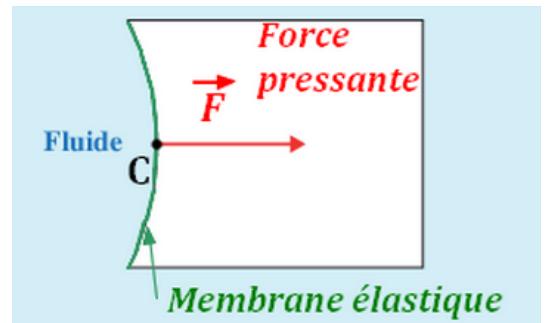
**Le choix d'une technologie d'instrument se fait en fonction de l'usage recherché : mesure de pression, de température, du type de fluide et également des besoins en précision, fiabilité et stabilité des mesures.**

### Pression

#### Fonctionnement Capteur de pression :

Un capteur de pression est un système qui permet de convertir une pression mécanique en une valeur électrique. Un fluide va agir sur une membrane qui va se déformer. Cette déformation est ensuite mesurée par un élément sensible comme une cellule de mesure céramique.

L'unité de la pression est le Pascal (Pa) suivant le système International,  $100\,000\text{ Pa} = 1\text{ bar}$  mais aussi  $1\text{ bar} \approx 1\text{ Kg/cm}^2$

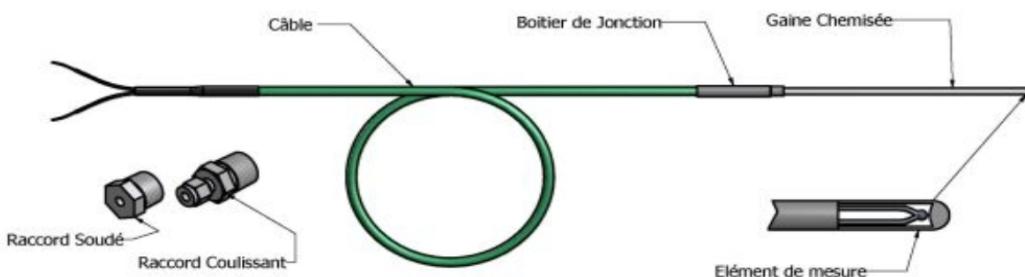


Les capteurs de pression à cellule de mesure céramique sont utilisés dans le milieu de l'industrie pour plusieurs raisons. Ils ont une meilleure stabilité, une plus haute résistance aux surcharges, compatibles avec de nombreux produits mais surtout car ils ont une plus grande résistance à l'abrasion qu'un capteur à cellule métallique.

### Température

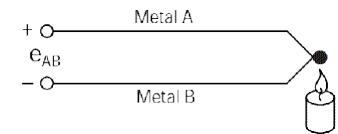
**Les capteurs de température ne doivent pas être posés sur des tuyauteries d'un diamètre inférieur à 80mm, car le doigt de gant (fourreau de la sonde) entraîne une fabrication plus délicate et plus chère pour le fournisseur et donc pour CNIM.**

#### Thermocouple type K :





Un thermocouple utilise principalement l'effet Seebeck afin d'obtenir une mesure de la température. Si on réunit à une extrémité deux fils métalliques de natures différentes et que l'on élève la température de cette extrémité, il apparaît une tension  $e_{AB}$  aux extrémités restées libres. Cette tension est due à l'apparition d'une force électromotrice (fém en  $\mu\text{V}$ ) directement liée à la différence entre les températures  $T_1$  et  $T_2$  des deux jonctions. Il est possible de déterminer la température de l'extrémité chauffée à partir de la mesure de  $e_{AB}$ .



Il existe différents types de thermocouple. Le groupe CNIM utilise le type K, car sa plage d'utilisation correspond majoritairement aux utilisations du groupe CNIM. De plus, ce Type est souvent imposé dans les contrats des clients.

| Type | Métal A (+)        | Métal B (-) | Plages d'utilisation | Coef. Seebeck $\alpha(\mu\text{V}/^\circ\text{C})$ | Erreur standard |
|------|--------------------|-------------|----------------------|--|-----------------|
| J    | Fer                | Constantan  | -40 à +750°C         | 50,38 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ à 0 °C          | 2,2% à 0,75%    |
| K    | Chromel            | Alumel      | -40 à +1200°C        | 39,45 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ à 0 °C          | 2,2% à 0,75%    |
| S    | Platine 10% Rodium | Platine     | 0 à +1600°C          | 10,21 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ à 600 °C        | 1,5% à 0,25%    |
| T    | Cuivre             | Constantan  | -40 à +350°C         | 38,75 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ à 0 °C          | 1% à 0,75%      |

### Sonde PT100 :

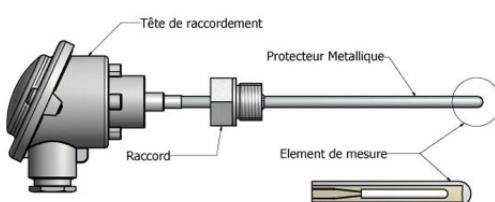
La sonde PT100 utilise le principe de mesure à résistance.

Le principe de mesure des sondes à résistances est basé sur la variation de la résistance, qui est liée à la variation de la température.

La sonde PT100 est réalisée en platine et possède une résistance de  $100\Omega$  à  $0^\circ\text{C}$ . CNIM l'utilise pour des plages allant de  $-50^\circ\text{C}$  à  $600^\circ\text{C}$ . Au-delà la mesure dérive. C'est pour cela qu'ils utilisent le thermocouple K ensuite.

### Fonctionnement :

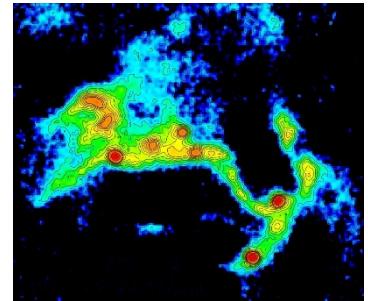
On injecte dans la résistance une intensité constante, par exemple 3mA. D'après la loi d'ohms :  $U=R*I$ , si  $I$  est constant, la variation de  $U$  est proportionnelle à la variation de  $R$ . On mesure donc la tension aux bornes de la résistance pour déterminer la valeur de la résistance.





## Pyromètre Infrarouge :

Le thermomètre infrarouge (IR) mesure la température par quantification de l'énergie radiative émise dans la bande spectrale de l'infrarouge. Tout objet au-dessus du zéro absolu (0 K) émet ces radiations. En connaissant la quantité d'énergie émise par un objet et son émissivité, sa température peut donc être déterminée. Cette méthode permet de mesurer la température à distance, contrairement aux autres types de thermomètres comme les thermocouples. Ainsi, il est possible de mesurer la température si l'objet est en mouvement, s'il est entouré d'un champ électromagnétique, s'il est placé dans le vide, etc.



## Les avantages et inconvénients :

Le thermocouple type K a un temps de réponse plus rapide, coûte moins cher et a une échelle de mesure plus grande que la sonde PT100. Mais la sonde PT100 est plus fiable sur des mesures allant de -50°C à 600°C.

En règle générale pour les basses températures (<600°C), on utilisera des sondes PT100 et pour des températures >600°C, on choisira des thermocouples.

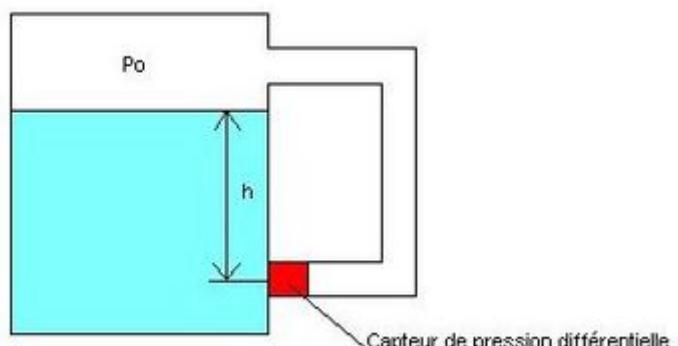
Le pyromètre infrarouge lui est souvent installé, (toujours en comparaissant pour une usine de revalorisation) au niveau des chaudières. En effet, il peut réaliser des mesures à distance et en mouvement sans être soumis à la température élevée.

## Niveau

### Mesure par pression différentielle :

L'utilisation d'un transmetteur de pression différentielle monté en bas de cuve, permet une mesure de niveau de liquide précise et fiable dans une cuve. Le transmetteur traduit la pression exercée par la hauteur de colonne de liquide. Cette technologie implique de connaître la masse volumique du liquide mesuré et s'assurer qu'elle reste constante.

La pression mesurée par le capteur est égale à :  
 $P = P_0 + \rho.g.h$





## Détection par flotteur :

Le flotteur se maintient à la surface du liquide. Il est solidaire d'un capteur de position analogique. Ce capteur va délivrer un signal électrique proportionnel, correspondant au niveau. Sa position ne dépend pas de la masse volumique du liquide.

C'est un capteur fiable et économique, souvent utilisé sur des bassins pour les switchs de niveau haut, en capteur Tout ou Rien.

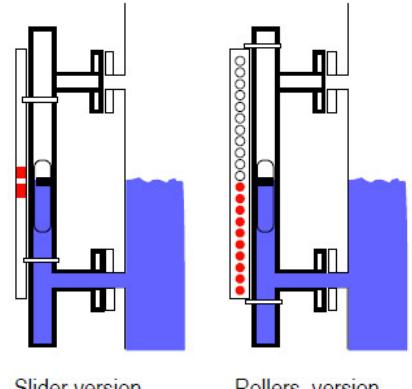


## Jauge de niveau magnétique :

Cette technologie est une mesure de niveau liquide continue avec indication visuelle du niveau sans énergie auxiliaire. Il existe deux versions.

### **Version Slider**

Dans le tube, un flotteur cylindrique avec aimant permanent intégré suit le niveau du liquide et agit, sans contact, sur un indicateur magnétique fixé sur le tube.



### **Version Rollers**

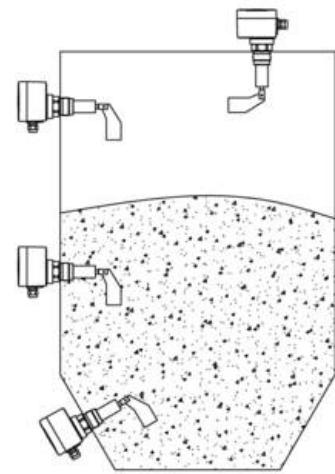
Dans cet indicateur sont disposés tous les 10 mm des rouleaux rouge/blanc en plastique ou en céramique, comportant des bâtonnets magnétiques à l'intérieur. Au moment où le flotteur avec son aimant permanent passe près de ces rouleaux magnétiques, ces rouleaux pivotants bicolores tournent l'un après l'autre de 180 ° sur leur axe. Ceux-ci sont tournés de la couleur blanche sur la couleur rouge lorsque le niveau monte et de la couleur rouge sur la couleur blanche lorsque le niveau baisse.



## Indicateurs de niveau à palette rotative :

Les indicateurs de niveau à palette sont conçus pour signaler électriquement par une action rotative, le niveau minimum ou maximum du matériau à l'intérieur des trémies ou des silos. Il a un principe de mesure simple, fiable, avec peu d'entretien et économique.

Tant que le matériau est présent, la pale de l'indicateur ne tourne pas. Dès que le niveau du produit descend sous la pale, la rotation radiale de cette dernière recommence en activant d'autres composants du système. Les indicateurs, montés dessus ou de côté, sont communément utilisés pour les matériaux en poudre ou granulaires.



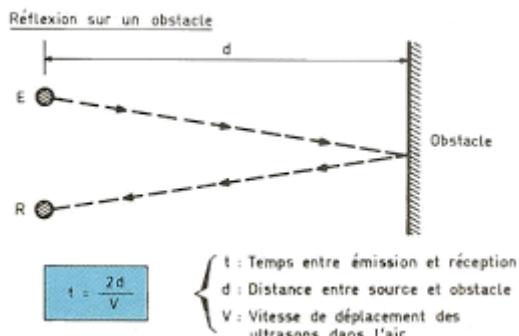
Ils sont très utiles pour détecter le bourrage des cendres dans les trémies car donne un signal si la palette ne tourne plus

## Capteur ultrason :

Un capteur à ultrasons émet, à intervalles réguliers, de courtes impulsions sonores à haute fréquence. Ces impulsions se propagent dans l'air à la vitesse du son. Lorsqu'elles rencontrent un objet, elles se réfléchissent et reviennent sous forme d'écho au capteur. Celui-ci calcule alors la distance le séparant de la cible sur la base du temps écoulé entre l'émission du signal et la réception de l'écho.

CNIM les utilise pour les mesures de niveau des trémies de déchargement à déchet et pour les bassins de recyclage d'eau, ainsi que les mesures à ciel ouvert.

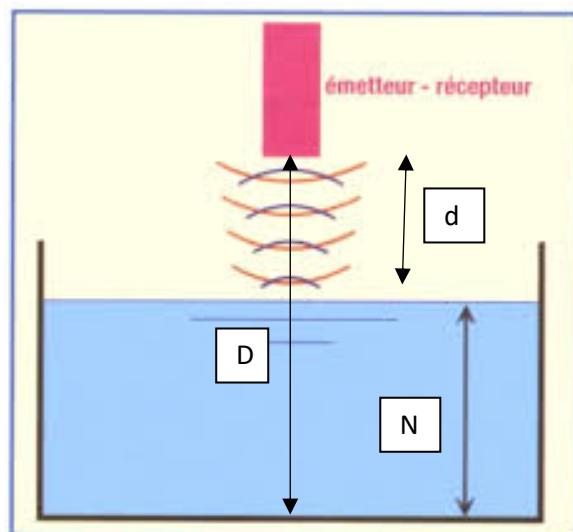
## Principe :



$$d = (v*t) / 2$$

(divisé par 2 car le signal fait aller/retour)

Donc  $N = D-d$





## Conformité des organes déprimogènes :

Il est important de savoir que les débitmètres doivent respecter la norme européenne ISO 5167, pour les mesures de fluides utilisant des organes déprimogènes ainsi que le respect des longueurs droites en amont et en aval de l'organes de mesure.

L'ISO 5167, qui comprend quatre parties, a pour objet la géométrie et le mode d'emploi (conditions d'installation et d'utilisation) des diaphragmes, tuyères et tubes de Venturi insérés dans une conduite dans le but de déterminer le débit du fluide s'écoulant dans cette conduite. Elle fournit également les informations nécessaires au calcul de ce débit et de son incertitude associée.

Les quatre parties formant l'ISO 5167 sont :

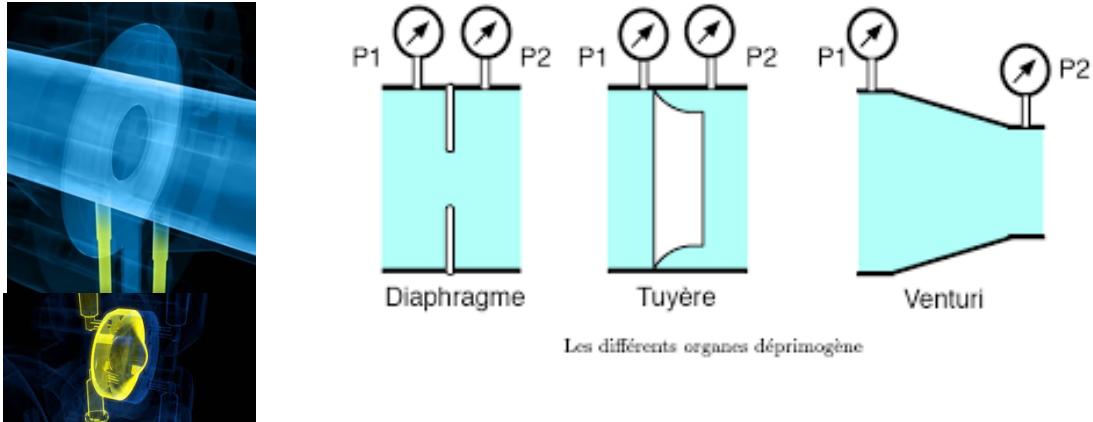
- a) L'ISO 5167-1, à utiliser conjointement avec l'ISO 5167-2, l'ISO 5167-3 et l'ISO 5167-4, donne des informations générales, telles que termes et définitions, symboles, principes et exigences.
- b) L'ISO 5167-2 spécifie les diaphragmes avec lesquels sont utilisées des prises de pression dans les angles.
- c) L'ISO 5167-3 spécifie les tuyères, les tuyères à long rayon et les Venturi-tuyères, qui sont différents entre eux par leur forme et l'emplacement des prises de pression.
- d) L'ISO 5167-4 spécifie les tubes de Venturi classiques.

Le non-respect de cette norme entraînerait une fermeture de l'usine avec de nouvelles études, commande et installation à réaliser. Ce qui aura un fort impact économique.



## Débit

Il existe trois types d'organe déprimogène : les diaphragmes, les Venturi et les tuyères. Le principe est de créer au sein de la canalisation une restriction localisée de la section qui engendrera une différence de pression dont la mesure nous permettra d'en déduire le débit par une mesure de pression différentielle.



## Diaphragme

Les plaques à orifice ou diaphragmes sont les éléments primaires les plus utilisés pour la mesure de débit par pression différentielle.

Elles sont insérées dans une tuyauterie circulaire, elles créent un obstacle, augmentent la vitesse du fluide et engendrent une différence de pression entre l'amont et l'aval de la restriction.

Cette mesure de pression différentielle est traduite en valeur de débit.

Les avantages :

- Précision, répétabilité et fiabilité de la mesure
- Installation et mise en service simple et rapide
- Durée de vie du produit très importante
- Système économique et sans maintenance

## Tuyères

Les tuyères sont adaptées pour la mesure de débit de fluides non visqueux circulant à grande vitesse. Car si un fluide visqueux ou corrosif venait à passer au travers d'une plaque à orifice, il y aurait un risque d'érosion ou de cavitation. La tuyère ne présente pas, elle, d'arête vive susceptible d'être endommagée et offre ainsi un niveau de précision excellent.

Les tuyères sont souvent utilisées pour la mesure de débit de vapeur.



### Les avantages :

- Pas de nécessité d'étalonnage
- Garantie de précision, répétabilité et fiabilité de la mesure
- Utilisation pour des fluides à grande vitesse non visqueux
- Particulièrement adaptée pour la mesure de débit de vapeur à vitesse élevée
- Durée de vie du produit très longue

### Venturi

Un venturi se compose d'une section d'entrée convergente menant à un col cylindrique puis d'une section divergente s'ouvrant progressivement. Ainsi, le fluide peut retrouver la quasi-intégralité de sa pression d'entrée. Il convient donc particulièrement à la mesure de débit dans les systèmes à faible pression.

### Les avantages :

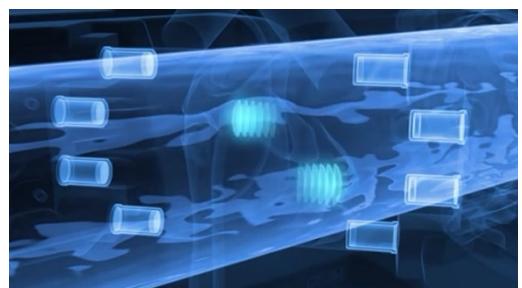
- Pas de nécessité d'étalonnage
- Garantie de précision, répétabilité et fiabilité de la mesure
- Très faible perte de pression
- Exigences faibles en longueurs droites amont et aval
- Adapté pour tous types de fluides, large gamme de débit
- Durée de vie du produit très longue

### Ultrason :

Le principe est d'opposer des paires de capteur ultrason face à face sur la paroi du tube. Chaque capteur peut émettre et recevoir des signaux ultrasoniques dont ils mesurent simultanément le temps de transit.

Plus on augmente les paires de capteur, plus on obtient une mesure précise.

Lorsque le liquide est en mouvement, les signaux sont accélérés dans le sens de l'écoulement et ralentis dans le sens contraire, car freinés par la vitesse du fluide.



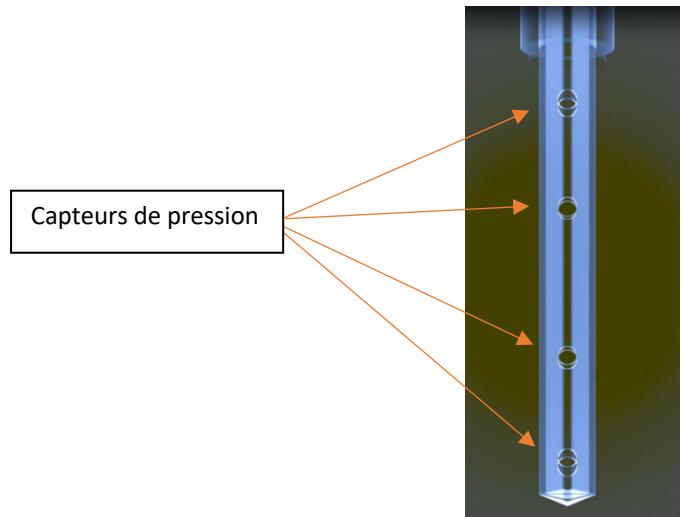
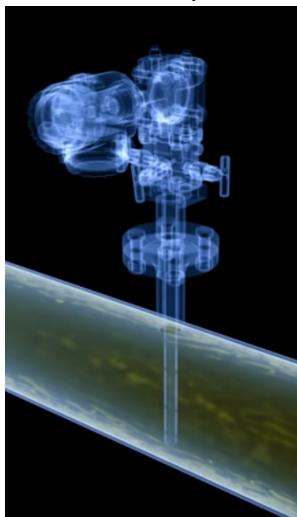


## Tube de Pitot :

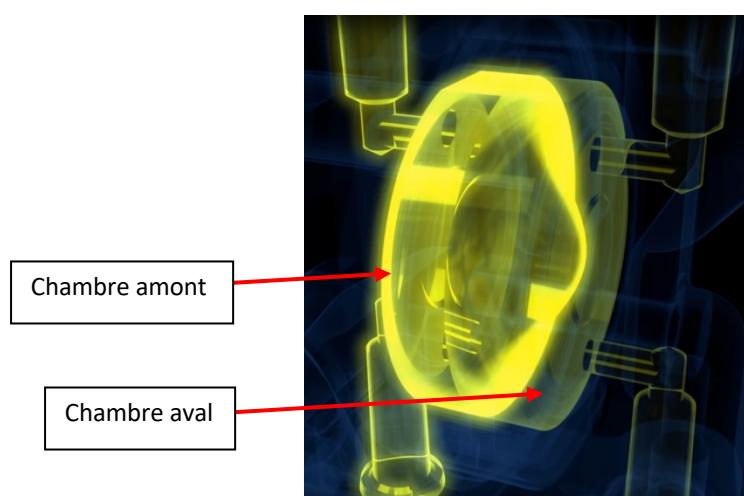
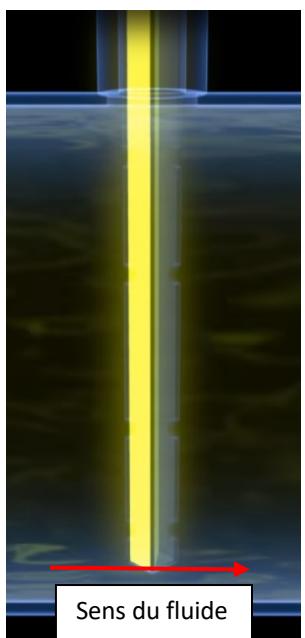
Le tube de Pitot est un élément en forme de tige insérée dans la conduite perpendiculairement au sens d'écoulement.

Sur la face avant et arrière de cette sonde se trouve des ouvertures reliées au moyen de tube à une cellule qui mesure la pression différentielle.

Les différentes ouvertures de prise de pression sont réparties tout le long du tube pour obtenir une mesure la plus fiable possible.



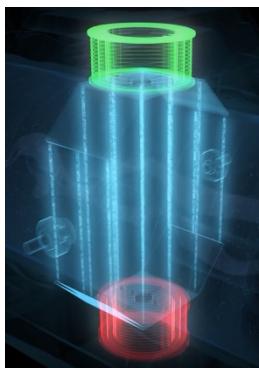
Lorsque que le fluide circule, il exerce une pression sur la face avant dite dynamique. Sur la face arrière, seule la pression statique continue d'agir sans prendre en compte l'écoulement. La cellule de mesure enregistre donc des valeurs différentes. En chambre amont, une valeur de pression plus élevée et une valeur inchangée en chambre aval de la sonde de Pitot. La différence de pression est donc la représentation directe de la vitesse d'écoulement





## Electromagnétique :

### Principe de fonctionnement

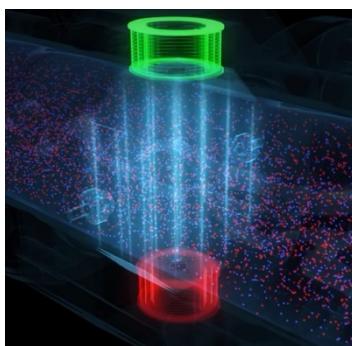


Deux bobines, à l'aide de tôles, génèrent un champ magnétique d'intensité constante sur l'ensemble du tube de mesure.

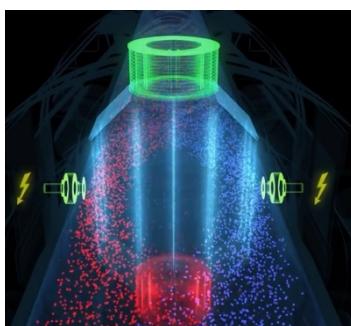
Pour mesurer la tension induite, deux électrodes sont montées perpendiculairement sur le tube de mesure.



En l'absence de débit, il n'y a aucune tension électrique entre les électrodes. Les charges électriques du conducteur étant réparties régulièrement.



Quand il y a du débit, le champ magnétique exerce une force sur les charges. La séparation des charges positive et négative s'accumulent sur les côtés du tube. Les électrodes mesurent donc la charge électrique créée. Cette tension est proportionnelle à la vitesse d'écoulement du fluide. La section du tube étant connue, on peut connaître le volume réel écoulé.





## Prévention des risques

L'affaire Wilton, en Angleterre est une usine de revalorisation des déchets. Elle est située au sein d'un complexe important, avec d'autres usines pétrochimiques, nucléaires, gazières et de l'énergie.

Un important niveau de sécurité est donc mis en place, à l'entrée du site puis de nouveau à l'entrée de l'usine de revalorisation.

Les accès sont réglementés et doivent avoir été demandés avant la période d'intervention. Le délai initial de travaux dépassé, le site ne sera plus accessible sans demande de prolongation avec motif précis.

Sur le site circulent les « casques noirs ». Ce personnel est là pour surveiller que tout le personnel sur site respecte bien les consignes de sécurité, le port des EPI, etc. Ils accompagnent également les visiteurs n'ayant pas suivi la formation de deux jours sur la prévention des risques. Cette formation, organisée par l'ECITB, délivre une autorisation pour travailler sur des sites dans des industries telles que les secteurs pétrochimique, nucléaire, du gaz et de l'énergie.

A l'entrée de l'usine, tout le personnel, visiteur inclus, doit porter ces EPI (casque, lunette, etc). A l'entrée des usines, des bouchons d'oreilles sont également à disposition. Sur certains sites, des fontaines de lave-œil y sont installées pour rincer l'œil en cas de projection de solide, liquides, etc.

Avant chaque entrée sur site, une vidéo de 20min récapitule les consignes de sécurité : signalétiques, procédure d'urgence d'intervention, d'évacuation, les risques liés au travail effectué.

Par exemple, lors d'un incendie, il est recommandé de sortir du bâtiment. A l'inverse, lors d'un risque toxique, il est recommandé de s'enfermer dans un endroit sain et hermétique.



## Résumé:

The orifices must comply with the European norm ISO 5167 for straight lengths upstream and downstream of measuring instrument.

The ISO 5167 is structured into four parts:

- it gives general information: definitions, symbols, concepts and requirements
- it specifies the orifices that will be used for the effective pressure lines in the corners
- it specifies the orifices and venturi that are different from each other by their form and the location of the measuring intakes
- it specifies the classic venturi tubes

The non-compliance with this norm would lead to the plant closure, new studies, commands and installations. Which could have a significant economic impact.