

*Specifications and requirements for intelligent pig inspection  
of pipelines*

*Version 2.1, 6 November 98*

## Cahier des charges pour l'inspection des canalisations par racleur instrumenté

Traduction du document P.O.F., V 2.1, 6 Nov. 98

Auteur de la version originale :

Shell International Exploration and Production B.V., EPT-OM  
PO Box 60  
2280 AB Rijswijk  
The Netherlands  
Fax: 31-70-3113510

## Contents

1. Introduction
2. Standardisation
  - 2.1 Definitions
  - 2.2 Abbreviations
  - 2.3 Geometrical parameters and interaction of metal-loss features
  - 2.4 Metal-loss feature typing
  - 2.5 Crack feature typing
  - 2.6 Estimated repair factor
  - 2.7 Resolution of measurement parameters
3. Tool specifications
4. Reporting requirements
  - 4.1 Tool operational data
  - 4.2 Pipe tally
  - 4.3 List of features
  - 4.4 Summary and statistical data
  - 4.5 Fully assessed feature sheets (dig up sheets)

## 1. Introduction

This document specifies the operational and reporting requirements for tools which use ultrasonic or magnetic flux leakage principles and which detect metal loss and/or cracking during their passage through the bore of steel pipelines. The tools may pass through the pipeline driven by the flow of fluid or may be towed by a vehicle or cable. The tools may be automatic and self-contained or may be operated from outside the pipeline via a data and power link.

## 2. Standardisation

### 2.1 Definitions

- **Anomaly:** An indication, generated by non-destructive examination of an irregularity or deviation from sound weld or base pipe material, which may or may not be an actual

## Sommaire

1. Introduction
2. Glossaire
  - 2.1 Définitions
  - 2.2 Abréviations
  - 2.3 Description géométrique des manques d'épaisseur et règles d'interaction
  - 2.4 Classification des manques d'épaisseur
  - 2.5 Caractérisation des fissures
  - 2.6 Facteur ERF
  - 2.7 Précision des paramètres mesurés
3. Spécifications concernant le racleur
4. Spécifications concernant le compte-rendu
  - 4.1 Données concernant l'opération de raclage
  - 4.2 Cahier de soudage de la canalisation
  - 4.3 Liste des indications
  - 4.4 Bilan et statistiques
  - 4.5 Formulaire pour description détaillée d'une indication

## 1. Introduction

Ce document définit le cahier des charges pour la réalisation et le compte-rendu d'une opération de raclage instrumenté dans une canalisation en acier. Les outils concernés utilisent les principes des ondes ultrasonores ou de la fuite de flux magnétique, et sont capables de détecter des manques d'épaisseur et/ou des fissures. Ils sont poussés dans la canalisation par l'effluent ou bien sont tirés par un véhicule ou un câble. Leur fonctionnement peut être autonome ou bien nécessiter une liaison externe pour l'énergie et la transmission des données.

## 2. Glossaire

### 2.1 Définitions

- **Anomalie :** résultat d'un contrôle non destructif, traduisant un écart par rapport à la situation normale d'une soudure ou d'une partie courante de canalisation, sans qu'il soit établi qu'il s'agisse d'un défaut.

- flaw.
- **Arc strike:** Localised points of surface melting caused by an electrical arc (also referred to as hot spot).
  - **Construction feature:** Feature that arises during pipe manufacture, transport or constructing of the pipeline, including a girth weld anomaly, arc strike and grinding.
  - **Corrosion:** An electrochemical reaction of the pipe wall with its environment causing a loss of metal.
  - **Crack:** A planar, two-dimensional feature with displacement of the fracture surfaces.
  - **Dent :** Distortion of the pipe wall resulting in a change of the internal diameter but not necessarily resulting in localised reduction of wall thickness.
  - **Detection threshold :** The minimum detectable metal-loss.
  - **Feature:** An indication, generated by non-destructive examination, of an anomaly, change in nominal wall thickness, casing, reference magnet, pipeline fixture or fitting including tees, offtakes, valves, bends, anodes, buckle arrestors, external supports, ground anchors, repair shells and CP connections.
  - **Grinding:** Reduction in wall thickness by removal of material by hand filing or power disk grinding.
  - **Gouge:** Mechanically induced metal-loss, which causes localised elongated grooves or cavities.
  - **Heat affected zone :** The area around a weld where the metallurgy of the metal is altered by the rise in temperature caused by the welding process. For the purpose of this specification it is considered to be within 3A of the centre line of the weld, where "A" is the geometrical parameter related to the wall thickness.
  - **Intelligent pig :** A pig that can perform a non-destructive examination.
  - **Metal-loss feature :** An area of pipe wall with a measurable reduction in thickness.
  - **Midwall feature:** Any feature which does not run out to either the internal or external surface.
  - **Measurement threshold** The depth of metal-loss or remaining wall thickness from which the width "W" and length "L" of the defect are measured.
  - **Coup d'arc :** point où le métal a été mis en fusion superficiellement par un arc électrique.
  - **Indication de construction :** indication qui se situe lors de la fabrication, du transport ou de la pose de la canalisation, y compris une anomalie dans une soudure circulaire, un coup d'arc ou un coup de meule.
  - **Corrosion :** réaction électrochimique du métal de la canalisation avec son environnement conduisant à une perte d'épaisseur.
  - **Fissure :** défaut plan avec déplacement des surfaces de rupture.
  - **Enfoncement :** déformation de la paroi tubulaire conduisant à une variation du diamètre intérieur, non nécessairement associée à une réduction d'épaisseur.
  - **Seuil de détection :** plus petite perte d'épaisseur détectable.
  - **Indication :** résultat d'un contrôle non destructif qui peut être une anomalie, une variation d'épaisseur, une enveloppe de protection, un repère magnétique, un point de fixation, un accessoire tel que té, évent, vanne, coude, anode, dispositif anti-flambage, support externe, dispositif d'ancrage, manchon de réparation ou prise de potentiel de protection cathodique.
  - **Meulage :** réduction d'épaisseur de la paroi tubulaire par enlèvement de matière au moyen d'une meule.
  - **Rayure :** perte d'épaisseur d'origine mécanique en forme de sillon ou de cavité.
  - **Zone affectée thermiquement (ZAT) :** zone limitrophe du cordon de soudure où le métal a subi une altération métallurgique à cause de l'élévation de température liée au procédé de soudage. Dans ce document, on la situe à la distance 3A du milieu du cordon de soudure, où "A" est le paramètre géométrique calculé d'après l'épaisseur de la canalisation.
  - **Racleur instrumenté :** racleur permettant de réaliser un contrôle non destructif.
  - **Perte d'épaisseur :** zone de la paroi tubulaire affectée par une réduction d'épaisseur mesurable..
  - **Indication interne :** indication qui ne débouche ni vers l'intérieur ni vers l'extérieur.
  - **Seuil de mesure :** valeur minimale de la perte d'épaisseur ou de l'épaisseur restante à partir de laquelle le racleur sait mesurer la largeur W et la longueur L du défaut.

- **Nominal wall thickness:** The wall thickness required by the specification for the manufacture of the pipe.
- **Pig:** A device which is driven through a pipeline by the flow of fluid, for performing various internal activities (depending on the pig type) such as separating fluids, cleaning or inspecting the pipeline.
- **Pig Trap:** An ancillary item of pipeline equipment, with associated pipework and valves, for introducing a pig into a pipeline or removing a pig from a pipeline.
- **Pipeline:** A system of pipes and other components used for the transportation of fluids between (but excluding) plants. A pipeline extends from pig trap to pig trap (including the pig traps), or, if no pig trap is fitted, to the first isolation valve within the plant boundaries or a more inward valve if so nominated.
- **Pipe mill feature:** A feature that arises during manufacture of the pipe, as for instance a lap, sliver, lamination, non-metallic inclusion, roll mark and seam weld anomaly.
- **Probability of Detection :** The probability of a feature being detected by the intelligent pig.
- **Probability of Identification :** The probability that a feature will be detected and correctly classified by the intelligent pig.
- **Reference wall thickness:** : The actual undiminished wall thickness surrounding a feature.
- **Reporting threshold :** A parameter, which defines whether or not a metal loss feature will be reported. The parameter may be a limiting value on the depth of metal-loss or it may be a function of depth width and length of a metal-loss feature
- **Sizing accuracy:** Sizing accuracy is given by the interval within which a fixed percentage of all metal-loss features will be sized. This fixed percentage is stated as the confidence level.
- **Spalling:** Abrasion of the pipe surface resulting in shallow surface laps and possibly hardening of the material below.
- **Weld feature :** Feature in the body or the heat affected zone of a weld.
- **Epaisseur nominale de la paroi tubulaire :** épaisseur retenue dans la spécification de fabrication du tube.
- **Racleur :** outil introduit dans une canalisation et poussé par l'effluent, pour réaliser des opérations variées (selon le type de racleur) telles que séparation de batches de fluides différents, nettoyage ou inspection.
- **Gare de racleur :** accessoire de canalisation, comprenant tubes et vannes, servant à introduire ou extraire un racleur en extrémité de canalisation.
- **Canalisation :** ensemble de tubes et d'accessoires permettant de transporter des fluides entre usines, de porte à porte. Les limites d'une canalisation sont les gares de racleurs (incluses), ou, à défaut, les premières vannes de sectionnement à l'entrée dans les usines.
- **Indication de fabrication :** indication qui se situe lors de la fabrication du tube, telle que recouvrement, délamination, inclusion non métallique, empreinte de laminage, anomalie dans la soudure longitudinale.
- **Probabilité de détection :** probabilité pour une indication d'être détectée par le racleur instrumenté.
- **Probabilité d'identification :** probabilité pour une indication d'être détectée et correctement identifiée par le racleur instrumenté.
- **Epaisseur de référence :** épaisseur vraie de la paroi tubulaire au voisinage de l'indication.
- **Seuil d'information :** paramètre qui définit si un manque d'épaisseur mérite d'être signalé. Ce paramètre peut être une valeur limite de l'épaisseur perdue ou une fonction de la profondeur, largeur et longueur du défaut.
- **Précision dimensionnelle :** intervalle dimensionnel encadrant la taille réelle d'un manque d'épaisseur, pour lequel un pourcentage donné de toutes les indications seront correctement dimensionnées. Ce pourcentage s'appelle " intervalle de confiance ".
- **Ecaillage:** plissements superficiels en surface de tube suite à abrasion. Peut être accompagné d'un durcissement du métal sous-jacent.
- **Indication de soudure :** indication qui affecte la zone fondue ou la ZAT d'une soudure.

## 2.2 Abbreviations

A: Geometric parameter  
d: Maximum metal-loss feature depth  
ERF: Estimated repair factor  
L: Metal-loss feature length in the axial

## 2.2 Abréviations

A: Paramètre géométrique  
d: profondeur maximale d'un manque d'épaisseur  
ERF: facteur d'estimation de réparation  
L: projection axiale de la longueur du manque

direction  
 MOP: Maximum operating pressure  
 MFL: Magnetic flux leakage  
 NDE: Non-destructive examination  
 POD: Probability of detection  
 POI: Probability of identification  
 t: Wall thickness  
 W: Metal-loss feature width in the circumferential direction

### 2.3 Geometrical parameters and interaction of metal-loss features

Geometrical parameters of metal-loss features are length "L", width "W", depth "d" and reference wall thickness.

The start and end point of a metal-loss feature is determined by the measurement threshold as indicated in Figure 1. The length, "L", of an individual metal-loss feature is given by its projected length on the longitudinal axis of the pipe. The width, "W", of an individual metal-loss feature is given by its projected length on the circumference of the pipe. The measurement threshold may be set at the detection threshold or at some independent value according to the pipeline characteristics.

The intelligent pigging contractor should specify the measurement threshold. If no value is specified then the measurement threshold shall be taken at 5% with respect to the reference wall thickness.

The depth of the metal-loss "d" is determined by the maximum wall loss in a metal-loss feature and can be given as a depth from or percentage of the reference wall thickness.

Where no metal-loss feature interaction rules are specified, two individual metal-loss features interact and shall be clustered when the axial spacing between the metal-loss feature edges is less than the smallest metal-loss feature length and the circumferential spacing is less than the smallest metal-loss feature width.

The geometrical parameter A is linked to the NDE methods in the following manner:

If  $t < 10$  mm then  $A = 10$  mm  
 If  $t \geq 10$  mm then  $A = t$

d'épaisseur  
 MOP: pression maximale de service (PMS)  
 MFL: fuite de flux magnétique  
 NDE: contrôle non-destructif (CND)  
 POD: probabilité de détection  
 POI: probabilité d'identification  
 t: épaisseur du tube  
 W: projection de la largeur du manque d'épaisseur dans le sens circonférentiel.

### 2.3 Description géométrique des manques d'épaisseur et règles d'interaction

Les paramètres géométriques qui définissent un manque d'épaisseur sont sa longueur L, sa largeur W, sa profondeur d et l'épaisseur de référence.

Les points de départ S et de fin E d'un manque d'épaisseur sont définis en tenant compte du seuil de mesure, comme indiqué en figure 1. La longueur L d'un manque d'épaisseur individuel est mesurée par sa projection sur l'axe du tube, sa largeur W, par sa projection selon le sens circonférentiel. Seuil de mesure et seuil de détection ne sont pas nécessairement égaux : cela dépend des caractéristiques du tube.

L'opérateur de raclage instrumenté doit préciser le seuil de mesure. A défaut, on adoptera 5% de l'épaisseur de référence du tube.

La profondeur d du manque d'épaisseur est déterminée en son point de profondeur maximale. On l'exprimera en valeur absolue ou comme un pourcentage de l'épaisseur de référence.

En l'absence de règle d'interaction spécifiée, on adoptera la suivante : deux manques d'épaisseur doivent être considérés comme ne faisant qu'un si la distance entre les bords des deux, dans le sens axial, est inférieure à la plus petite des longueurs des deux défauts, et s'il en est de même dans le sens circonférentiel en référence à leurs largeurs.

Le paramètre géométrique A dépend de la technique de contrôle utilisée :

si  $t < 10$  mm,  $A = 10$  mm  
 si  $t \geq 10$  mm,  $A = t$

## 2.4 Metal-loss feature typing

Metal-loss features are classified into:

- Pipe mill features
- Construction features
- Gouging
- Corrosion

The measurement capabilities of non-destructive examination techniques depend on the geometry of the metal-loss feature. Geometrical metal-loss feature classes have been defined as shown in Figure 2 to allow a proper specification of the measurement capabilities of the intelligent pig. Each feature class permits a large range of shapes. Within that shape a reference point is defined at which the POD is specified. The client may request that the contractor specifies the POD as a continuous curve of constant POD and L on a graph where the axes are d and W.

Recommended values are POD=90% and (L=A and/or L=3A).

## 2.4 Classification des manques d'épaisseur

Les manques d'épaisseur sont de différents types :

- indications de fabrication
- indications de construction
- rayures
- corrosion

Les performances de mesure des techniques de CND utilisées dépendent de la géométrie des manques d'épaisseur. La figure 2 décrit comment les manques d'épaisseur peuvent être classés en fonction de leur géométrie et permet de spécifier correctement les performances de mesures du racleur instrumenté. Dans chaque classe, la forme des défauts peut varier fortement. Pour une forme donnée, on définit un défaut de référence pour lequel la probabilité de détection POD sera spécifiée. Le client peut exiger de l'opérateur qu'il donne la POD sous forme de courbes paramétrées en POD et L, dans un repère d'axes (d ; W).

Valeurs recommandées : POD = 90%, avec L=A et/ou L=3A.

Metal-loss type	Type de manque d'épaisseur	Definition	Reference point for the POD in terms of L x W Défaut de référence pour définir la probabilité de détection
General:	Généralisé :	{[W ≥ 3A] and [L ≥ 3A]}	4A x 4A
Pitting:	Cratères :	{([1A ≤ W < 6A] and [1A ≤ L < 6A] and [0.5 < L/W < 2]) and not ([W ≥ 3A] and [L ≥ 3A])}	2A x 2A
Axial grooving:	Rayure axiale :	{[1A ≤ W < 3A] and [L/W ≥ 2]}	4A x 2A
Circumferential grooving:	Rayure circonférentielle :	{[L/W ≤ 0.5] and [1A ≤ L < 3A]}	2A x 4A
Pinhole:	Piqûre :	{[0 < W < 1A] and [0 < L < 1A]}	0,5A x 0,5A
Axial slotting:	Sillon axial :	{[0 < W < 1A] and [L ≥ 1A]}	2A x 0,5A
Circumferential slotting:	Sillon circonférentiel :	{[W ≥ 1A] and [0 < L < 1A]}	0,5A x 2A

An even distribution of length, width and depth shall be assumed for each metal-loss type to derive at a statistical measurement performance on sizing accuracy.

The reference point in the table above is the point at which the POD is specified.

En prenant pour hypothèse que les longueurs, largeurs et profondeurs sont distribuées uniformément pour chaque type de défaut, on peut déduire la précision du dimensionnement sur une base statistique.

Dans le tableau précédent, le défaut de référence est celui pour lequel la POD est spécifiée.

## 2.5 Crack feature typing

In some cases the scope of work for the inspection will include the detection of cracking in addition to the detection of metal-loss. Where this is the case the cracking may be classified into:

- Girth weld cracking
- Longitudinal seam weld cracking
- Stress corrosion cracking
- Hydrogen induced cracking (HIC)

## 2.6 Estimated repair factor

The estimated repair factor (ERF) is defined as:

$$\text{ERF} = \text{MOP} / P_{\text{safe}}$$

Where  $P_{\text{safe}}$  is the safe operating pressure as calculated by a metal-loss feature assessment method.

## 2.7 Resolution of measurement parameters

The following resolution shall be used for the measurement parameters:

## 2.5 Classification des fissures

Dans certains cas, le champ des investigations comprend la recherche de fissures en plus de celle des manques d'épaisseur. On classe alors les fissures dans les catégories suivantes :

- fissure dans une soudure circulaire
- fissure dans une soudure longitudinale
- fissure de corrosion sous tension
- blistering

## 2.6 Facteur ERF

Le facteur ERF est défini par la formule :

$$\text{ERF} = \text{PMS} / P_{\text{safe}}$$

où  $P_{\text{safe}}$  est la pression de service permettant de travailler en sécurité, calculée par une méthode qui tient compte de la perte d'épaisseur.

## 2.7 Unités utilisées pour exprimer les résultats

Les paramètres de mesure seront exprimés dans les unités suivantes :

Definition	Définition	Unités S.I. <i>Voir nota</i>	Unités anglo-saxonnes
Log distances:	Distance parcourue	1 mm	feet & inches
Feature length and width:	Longueur et largeur d'indication	1 mm	0.1 inches
Feature depth:	Profondeur d'indication	0.1 mm ou 1%	0.01" or 1%
Reference wall thickness	Epaisseur de référence	0.1 mm ou 1%	0.01" or 1%
Orientation:	Position circulaire	1° ou 15 minutes	15 minutes
ERF:	Facteur ERF	1 %	0.01
Magnetic field H:	Champ magnétique H	1 Am <sup>-1</sup>	Oersted
Axial sampling distance:	Intervalle d'échantillonnage axial	0.1 mm	0.01 inches
Circumferential sensor spacing:	Espace circonférentiel entre capteurs	0.1 mm	0.01 inches
Tool speed:	Vitesse de l'outil	0.1 m/s	0.1 ft/sec
Temperature:	Température	1 °C	F
Pressure:	Pression	0.01 MPa	psi

*Nota: Les unités SI indiquées ne sont pas la correspondance quantitative des unités anglo-saxonnes en référence mais constituent le niveau de précision requis pour chaque critère.*

## 3. Tool specifications

Tool specification shall include:

- Wall thickness range

## 3. Spécifications du racleur

La spécification devra préciser :

- les valeurs extrêmes de l'épaisseur de paroi

- The magnetic field strength H in Am<sup>-1</sup> as function of wall thickness (only for MFL pigs)
- Speed range
- Temperature range
- Maximum pressure
- Minimum pressure for gas pipelines
- Minimum bend radius
- Minimum internal diameter
- Tool length weight and number of bodies
- Minimum length of pipeline that can be inspected in one run (may be coupled to run times and state of the pipeline)
- Axial sampling frequency or distance
- Nominal circumferential sensor spacing
- Location accuracy of the features with respect to the upstream girth weld, the upstream marker and the orientation in the pipe

The measurement specification shall include the Tables 1 to 3. Optionally, pinhole features, axial slotting features and circumferential slotting features can be added to the tables.

It is recognized that the probability of detection of a feature is highly dependent on pipe wall magnetization for MFL pigs. Tables 2 and 3 shall therefore be linked, in case of MFL pigs, to pipe wall magnetization ranges whereby the specifications shall apply for the minimum pipe wall magnetization and also to the pipeline make (i.e. seamless pipe vs longitudinally seam-welded pipe).

Where the contractor uses automatic sizing of metal-loss features and this sizing has a reduced specification, the automatic sizing specification shall be included in Tables 4 and 5.

If crack detection is possible and is included in the inspection scope of work, the contractor shall provide the following parameters:

- Minimum depth and length for the detection of a crack
- The confidence level for the detection of this minimum crack
- The accuracy of sizing of crack length and depth

- le champ magnétique H en fonction de l'épaisseur du tube (pour les racleurs magnétiques)
- les vitesses limites à ne pas dépasser
- le domaine des températures acceptables
- la pression maximale d'utilisation
- la pression minimale d'utilisation pour les canalisations de gaz
- le rayon minimal des coudes
- le diamètre intérieur minimal
- longueur, poids et nombre de compartiments de l'outil
- la longueur minimale de canalisation qui peut être inspectée en une seule fois (peut être associée au nombre de passages et à l'état de la canalisation).
- la fréquence d'acquisition ou la distance axiale entre 2 acquisitions ;
- la distance nominale entre capteurs dans le sens circumférentiel ;
- la précision de la localisation des indications par rapport à la soudure circulaire adjacente, ou au repère le plus proche, ainsi qu'en position circulaire.

La spécification de mesure comprendra les tableaux 1 à 3. Eventuellement, on y ajoutera les indications telles que piqûres, sillon axial et sillon circumférentiel.

Il est bien connu que la probabilité de détection dépend beaucoup de la magnétisation de la paroi du tube, s'agissant d'un racleur magnétique. Dans ce cas, les tableaux 2 et 3 doivent être associés aux valeurs limites spécifiées pour la magnétisation de la paroi, faute de quoi les spécifications seront adaptées au cas d'une magnétisation minimale ainsi qu'à la technologie de fabrication des tubes (tube sans soudure ou avec soudure longitudinale).

Si l'opérateur utilise une procédure automatique pour dimensionner les indications selon une spécification simplifiée, cette procédure doit apparaître dans les tableaux 4 et 5.

Si le cahier des charges demande de rechercher les fissures, l'opérateur fournira les informations suivantes :

- seuils de détection des fissures en terme de profondeur et longueur ;
- probabilité de détection de cette fissure minimale ;
- précision de mesure de la longueur et la profondeur de la fissure ;

- The confidence level for the sizing performance

## 4. Reporting requirements

The requirements herein may be changed at the client's request.

The field report shall contain a statement of the contractor on the quality of the inspection run.

The final inspection report shall contain the following information:

- Tool operational data
- Pipe tally
- List of features
- Summary and statistical data
- Fully assessed feature sheets
- Defect assessment method

### 4.1 Tool operational data

The tool specifications shall be given. In addition the following operational data shall be provided:

- The data-sampling frequency or distance
- The detection threshold
- The reporting threshold, normally taken at 90% POD if not specified otherwise
- A tool velocity plot over the length of the pipeline
- Optionally, a pressure and/or temperature plot over the length of the pipeline
- In case of MFL pigs, the magnetic field strength  $H$  in  $A\cdot m^{-1}$
- In case of ultrasonic pigs, echo loss statistics

The tool operational data shall indicate whether the tool has functioned according to specification. It shall detail all locations where the measurement specifications are not met.

### 4.2 Pipe tally

The pipe tally shall contain:

- Numbering of all pipe joints and listing of all girth welds by log distance

- intervalles de confiance des mesures.

## 4. Spécifications concernant le compte-rendu

Les spécifications qui vont suivre peuvent être adaptées par le client.

Le rapport de chantier doit contenir un avis de l'opérateur sur la qualité de l'opération d'inspection.

Le rapport final doit contenir les informations suivantes :

- paramètres de fonctionnement de l'outil ;
- cahier de soudage de la canalisation ;
- liste des indications ;
- bilan et statistiques ;
- formulaires des indications étudiées en détail ;
- méthode de caractérisation du défaut.

### 4.1 Données concernant l'opération de raclage

Les spécifications concernant l'outil doivent être fournies. De plus, les données suivantes :

- la fréquence d'acquisition des données ou la distance entre 2 acquisitions ;
- le seuil de détection ;
- le seuil d'information, normalement égal à 90% de la POD, sauf avis contraire ;
- le graphe donnant la vitesse de l'outil en fonction de la distance parcourue dans la canalisation ;
- éventuellement, le graphe de la pression et/ou la température en fonction de la distance parcourue dans la canalisation ;
- pour les racleurs magnétiques, le champ magnétique  $H$  ;
- pour les racleurs à ultrasons, la statistique des pertes d'écho.

Les données concernant l'opération doivent préciser si l'outil a fonctionné selon ce qui était spécifié. Il doit préciser à quels endroits les spécifications de mesures n'ont pas été respectées.

### 4.2 Carnet de tubes issu du contrôle

Le carnet de tubes issu du contrôle contiendra :

- numérotation de tous les tubes constituant la canalisation et liste de toutes les soudures de rabotage en fonction de la distance ;

- Listing of each joint length
- Listing of all pipeline installations including fittings, valves, tees, markers, CP points, etc.

The joint numbering shall start at the first joint after the first line valve. The zero position of the log distance shall be the center-point of the first line valve.

The pipe tally list shall contain the following fields:

- Log distance in m
- Joint number giving log distance at upstream girth weld
- Joint length in m
- Description of installation

For ultrasonic tools, the pipe tally shall give the reference wall thickness of each pipe joint as measured by the tool. Where there is a variation in the reference wall thickness over the length of the joint, the most frequently measured reference wall thickness shall be given.

### 4.3 List of features

All features with dimensions above the reporting threshold at 90% POD or above a reporting threshold as subscribed in the Technical Scope of Work of the Contract shall be reported in the List of Features. The List of Features shall be compatible with standard ASCII files (e.g. DB IV compatible) and shall contain the following input fields:

- Log distance
- Joint number
- Nominal pipe wall thickness or reference wall thickness as measured by the tool.
- Feature description including type modifiers as for instance adj.G.W. (Adjacent to Girth Weld)
- Distance to upstream girth weld
- Orientation
- Feature length
- Feature width
- Feature depth
- ERF
- Internal/external/mid-wall indication

- liste de tous les tubes de la canalisation avec leur longueur ;
- liste de tous les accessoires comme vannes, tés, repères, points de contrôle de la protection cathodique, etc...

La numérotation des tubes commence avec celui qui est situé après la première vanne de la canalisation. Les distances sont décomptées à partir du milieu de cette première vanne.

La liste du cahier doit contenir les colonnes suivantes :

- la distance parcourue en m ;
- le numéro des tubes avec la distance correspondant à la soudure de raboutage en amont ;
- la longueur des tubes en m ;
- la description de l'ouvrage.

Pour les outils à ultrasons, le cahier de soudage doit donner l'épaisseur de chaque tube, telle que mesurée par le racleur. Lorsque, dans un même tube, il est constaté une variation de l'épaisseur de référence, on retient la valeur la plus fréquemment rencontrée.

### 4.3 Liste des indications

Toutes les indications dont la taille est supérieure au seuil d'information doivent apparaître dans la liste des indications. Cette liste doit pouvoir être fournie au format ASCII (compatible Dbase IV, par exemple). Elle doit contenir les champs suivants :

- distance parcourue ;
- numéro du tube ;
- épaisseur nominale des tubes ou épaisseur de référence mesurée par le racleur ;
- description de l'indication, avec toute remarque nécessaire (par exemple : proche d'une soudure de raboutage) ;
- distance à la soudure la plus proche en amont ;
- position circulaire ;
- longueur de l'indication ;
- largeur ;
- profondeur ;
- facteur ERF ;
- localisation : interne, externe, mi-épaisseur.

The accuracy of measurement in the above fields will be to the automatic sizing specification.

#### 4.4 Summary and statistical data

The summary data shall contain a listing of:

- Total number of metal-loss features
- Number of internal metal-loss features
- Number of external metal-loss features
- Number of general metal-loss features
- Number of pits
- Number of axial and circumferential grooves
- Number of metal-loss features with depth 0 – 9 % t
- Number of metal-loss features with depth 10 – 19 % t
- Number of metal-loss features with depth 20 – 29 % t
- Number of metal-loss features with depth 30 – 39 % t
- Number of metal-loss features with depth 40 – 49 % t
- Number of metal-loss features with depth 50 – 59 % t
- Number of metal-loss features with depth 60 – 69 % t
- Number of metal-loss features with depth 70 – 79 % t
- Number of metal-loss features with depth 80 – 89 % t
- Number of metal-loss features with depth 90 – 100 % t
- Number of metal-loss features with  $0.6 \leq \text{ERF} < 0.8$
- Number of metal-loss features with  $0.8 \leq \text{ERF} < 0.9$
- Number of metal-loss features with  $0.9 \leq \text{ERF} < 1.0$
- Number of metal-loss features with  $\text{ERF} \geq 1.0$

The following histograms shall be provided over the entire pipeline length:

- Number of metal-loss features in 500 m sections
- Number of metal-loss features in 500 m sections with depth  $\geq 0.4t$
- Number of metal-loss features in 500 m sections with depth  $\geq 0.6t$

La précision de mesure des champs précédents sera conforme à la spécification de mesure automatique.

#### 4.4 Bilan et statistiques

Les données du bilan doivent être :

- nombre total de manques d'épaisseur ;
- nombre de manques d'épaisseur internes ;
- nombre de manques d'épaisseur externes ;
- nombre de manques d'épaisseur généralisée
- nombre de cratères ;
- nombre de sillons axiaux et circonférentiels ;
- nombre de manques d'épaisseur de profondeur comprise entre 0 et 9 % t ;
- nombre de manques d'épaisseur de profondeur comprise entre 10 et 19 % t ;
- 
- nombre de manques d'épaisseur de profondeur comprise entre 20 et 29 % t ;
- nombre de manques d'épaisseur de profondeur comprise entre 30 et 39 % t ;
- nombre de manques d'épaisseur de profondeur comprise entre 40 et 49 % t ;
- nombre de manques d'épaisseur de profondeur comprise entre 50 et 59 % t ;
- nombre de manques d'épaisseur de profondeur comprise entre 60 et 69 % t ;
- nombre de manques d'épaisseur de profondeur comprise entre 70 et 79 % t ;
- nombre de manques d'épaisseur de profondeur comprise entre 80 et 89 % t ;
- nombre de manques d'épaisseur de profondeur comprise entre 90 et 100 % t ;
- nombre de manques d'épaisseur avec  $0,6 < \text{ERF} < 0,8$  ;
- nombre de manques d'épaisseur avec  $0,8 < \text{ERF} < 0,9$  ;
- nombre de manques d'épaisseur avec  $0,9 < \text{ERF} < 1,0$  ;
- nombre de manques d'épaisseur avec  $\text{ERF} > 1,0$

Les histogrammes suivants seront établis sur la longueur entière de la canalisation :

- nombre de manques d'épaisseur par tronçons de 500 m ;
- nombre de manques d'épaisseur par tronçons de 500 m, de profondeur  $> 0,4 t$  ;
- nombre de manques d'épaisseur par tronçons de 500 m, de profondeur  $> 0,6 t$  ;
- nombre de manques d'épaisseur par tronçons de 500

- Number of metal-loss features in 500 m sections with  $ERF \geq 0.8$
- Number of metal-loss features in 500 m sections with  $ERF \geq 1.0$

The following plots shall be provided:

- Sentenced plot including  $ERF=1$  curve of metal-loss feature length against metal-loss feature depth showing all metal-loss features for the predominant wall thickness
- Orientation plot of all metal-loss features over the full pipeline length
- Orientation plot of all internal metal-loss features over the full pipeline length
- Orientation plot of all external metal-loss features over the full pipeline length
- Orientation plot of all metal-loss features as function of relative distance to the closest girth weld

#### 4.5 Fully assessed feature sheets (dig up sheets)

Fully assessed feature sheets shall be provided as a minimum for the 10 most serious metal-loss indications. Selection of the most serious metal-loss indications can be based on depth or pressure, to be defined in Technical Scope of Work in the Contract. If not specified otherwise, the selection of 5 features will be depth based and the other 5 pressure based.

Fully assessed feature sheets shall contain the following information to the full sizing specification :

- Length of pipe joint and orientation of longitudinal seam (when present);
- Length and longitudinal seam orientation of the 2 upstream and 2 downstream neighbouring pipe joints;
- Distance of upstream girth weld to nearest upstream marker;
- Distance of upstream girth weld to nearest downstream marker;
- Distance of metal-loss feature to upstream girth weld;
- Distance of metal-loss feature to downstream girth weld;
- Orientation of metal-loss feature;
- Feature description and dimensions;
- Internal/external/mid-wall indication.

m, avec  $ERF > 0,8$  ;

- nombre de manques d'épaisseur par tronçons de 500 m, avec  $ERF > 1,0$

Les graphiques suivants seront fournis :

- diagramme (longueur ; profondeur) pour tous les manques d'épaisseur concernant l'épaisseur la plus fréquemment rencontrée, et comportant la courbe  $ERF=1$  ;
- diagramme (position circulaire ; distance parcourue) pour tous les manques d'épaisseur ;
- diagramme (position circulaire ; distance parcourue) pour tous les manques d'épaisseur internes ;
- diagramme (position circulaire ; distance parcourue) pour tous les manques d'épaisseur externes ;
- diagramme (position circulaire ; distance à la soudure la plus proche) pour tous les manques d'épaisseur.

#### 4.5 Formulaire pour description détaillée d'une indication

Ces formulaires doivent être établis, au minimum, pour les 10 manques d'épaisseur les plus critiques. Le choix des défauts sera basé sur leur profondeur ou sur un critère de pression, selon ce qui aura été défini dans le contrat. A défaut, on en sélectionnera 5 sur le critère profondeur et les 5 autres sur le critère pression.

Ces formulaires comprendront les rubriques suivantes :

- longueur du tube et position circulaire de la soudure longitudinale (si présente) ;
- mêmes renseignements pour les 2 tubes adjacents en amont et les 2 en aval ;
- distance entre la soudure circulaire en amont et le repère amont le plus proche ;
- distance entre la soudure circulaire en amont et le repère aval le plus proche ;
- distance entre le manque d'épaisseur et la soudure circulaire en amont ;
- distance entre le manque d'épaisseur et la soudure circulaire en aval ;
- position circulaire du manque d'épaisseur ;
- description du défaut et dimensions ;
- position interne/externe/mi-épaisseur.

|



Table 1: Identification of features Tableau 1 : description des indications

<i>Feature</i>	Indication	<i>Yes</i> <i>POI &gt; 90%</i>	<i>No</i> <i>POI &lt; 50%</i>	<i>May be</i> <i>50% ≤ POI ≤ 90%</i>
		Oui POI > 90%	Non POI < 50%	Peut-être 50% < POI < 90%
<i>Internal/external discrimination</i>	Discrimination entre interne et externe			
<i>Metal-loss feature</i>	Manque d'épaisseur			
<i>Metal-loss pipe mill feature</i>	Manque d'épaisseur d'origine			
<i>Mid-wall feature</i>	Indication à mi-épaisseur			
<i>Grinding</i>	Coup de meule			
<i>Gouge</i>	Rayure			
<i>Dent</i>	Enfoncement			
<i>Dent with metal-loss</i>	Enfoncement avec perte d'épaisseur			
<i>Spalling</i>	Ecaillage			
<i>Axial crack</i>	Fissure axiale			
<i>Circumferential crack</i>	Fissure circumférentielle			
<i>Eccentric pipeline casing</i>	Enveloppe de canalisation décentrée			
<i>Sleeve repair</i>	Manchon de réparation			
<i>Fitting</i>	Raccorderie de canalisation			
<i>Valve</i>	Vanne			
<i>Tee</i>	Té			
<i>Bends (5D or less)</i>	Coudes (5D ou inférieurs)			

Table 2: Full detection and sizing accuracy for metal-loss features in body of pipe

Tableau 2 : détection et précision de mesure pour des manques d'épaisseur en longueur courante de tube

		<i>General metal-loss</i>	<i>Pitting</i>	<i>Axial grooving</i>	<i>Circumf. grooving</i>
		Manque d'épaisseur généralisé	Cratère	Sillon axial	Sillon circulaire
<i>Depth at POD=90%</i>	Profondeur minimale détectée, avec une probabilité de 90%				
<i>Depth sizing accuracy at 80% confidence</i>	Précision sur la profondeur avec un intervalle de confiance de 80%				
<i>Width sizing accuracy at 80% confidence</i>	Idem pour la largeur				
<i>Length sizing accuracy at 80% confidence</i>	Idem pour la longueur				

Table 3: Full detection and sizing accuracy for metal-loss features in girth weld or heat affected zone

Tableau 3 : détection et précision de mesure des manques d'épaisseur dans les soudures et ZAT

		<i>General metal-loss</i>	<i>Pitting</i>	<i>Axial grooving</i>	<i>Circumf. grooving</i>
		Manque d'épaisseur généralisé	Cratère	Sillon axial	Sillon circulaire
<i>Depth at POD=90%</i>	Profondeur minimale détectée, avec une probabilité de 90%				
<i>Depth sizing accuracy at 80% confidence</i>	Précision sur la profondeur avec un intervalle de confiance de 80%				
<i>Width sizing accuracy at 80% confidence</i>	Idem pour la largeur				
<i>Length sizing accuracy at 80% confidence</i>	Idem pour la longueur				

Table 4: Automatic detection and sizing accuracy for metal-loss features in body of pipe

Tableau 4 : détection par méthode automatique et précision de mesure des manques d'épaisseur en longueur courante de tube.

		<i>General metal-loss</i>	<i>Pitting</i>	<i>Axial grooving</i>	<i>Circumf. grooving</i>
		Manque d'épaisseur généralisé	Cratère	Sillon axial	Sillon circulaire
<i>Depth at POD=90%</i>	Profondeur minimale détectée, avec une probabilité de 90%				
<i>Depth sizing accuracy at 80% confidence</i>	Précision sur la profondeur avec un intervalle de confiance de 80%				
<i>Width sizing accuracy at 80% confidence</i>	Idem pour la largeur				
<i>Length sizing accuracy at 80% confidence</i>	Idem pour la longueur				

Table 5: Automatic detection and sizing accuracy for metal-loss features in girth weld or heat affected zone

Tableau 5 : détection par méthode automatique et précision de mesure des manques d'épaisseur dans les soudures et ZAT.

		<i>General metal-loss</i>	<i>Pitting</i>	<i>Axial grooving</i>	<i>Circumf. grooving</i>
		Manque d'épaisseur généralisé	Cratère	Sillon axial	Sillon circulaire
<i>Depth at POD=90%</i>	Profondeur minimale détectée, avec une probabilité de 90%				
<i>Depth sizing accuracy at 80% confidence</i>	Précision sur la profondeur avec un intervalle de confiance de 80%				
<i>Width sizing accuracy at 80% confidence</i>	Idem pour la largeur				
<i>Length sizing accuracy at 80% confidence</i>	Idem pour la longueur				

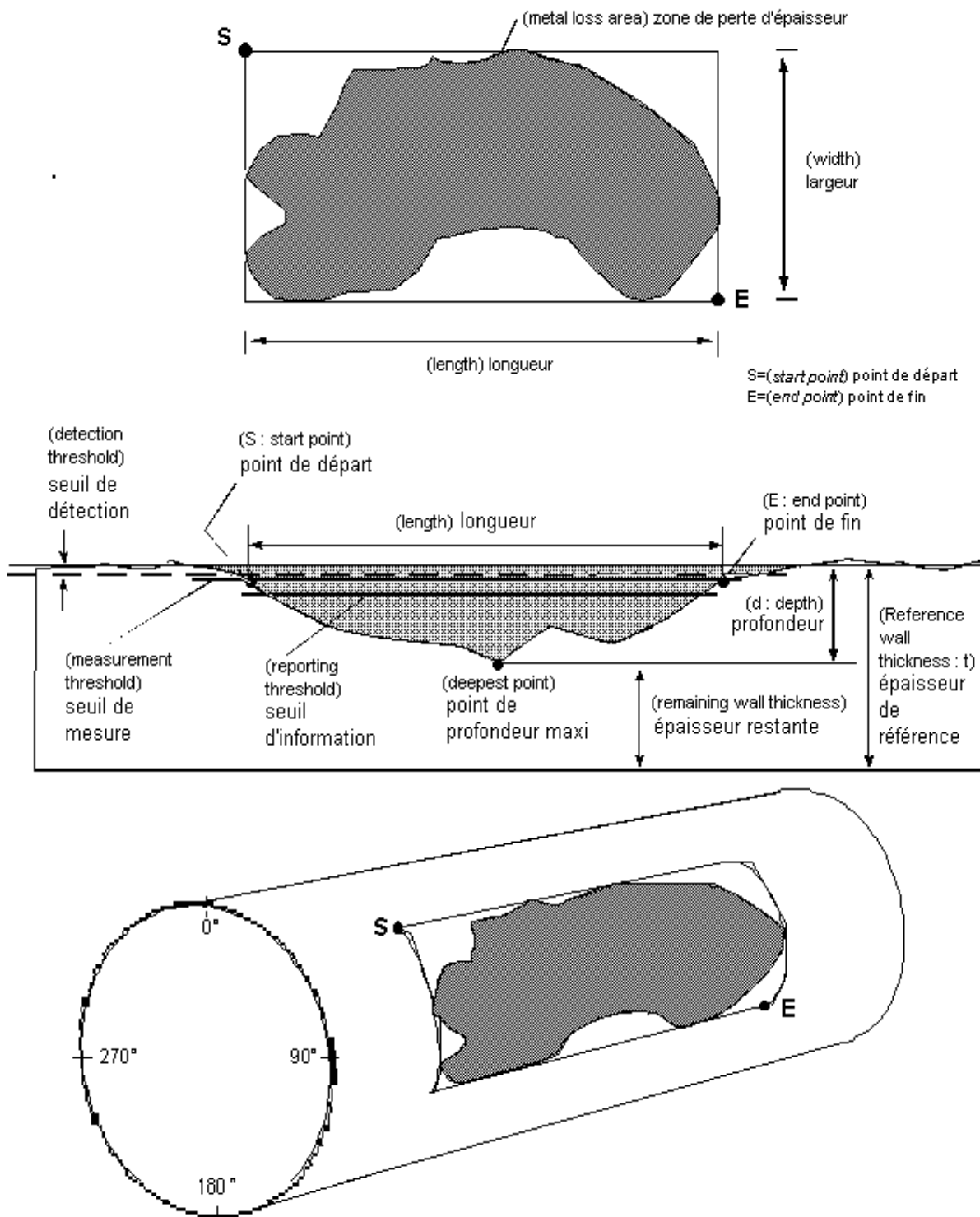


Figure 1: Location and dimensions of metal-loss features

Figure 1 : Localisation et dimensions d'un manque d'épaisseur

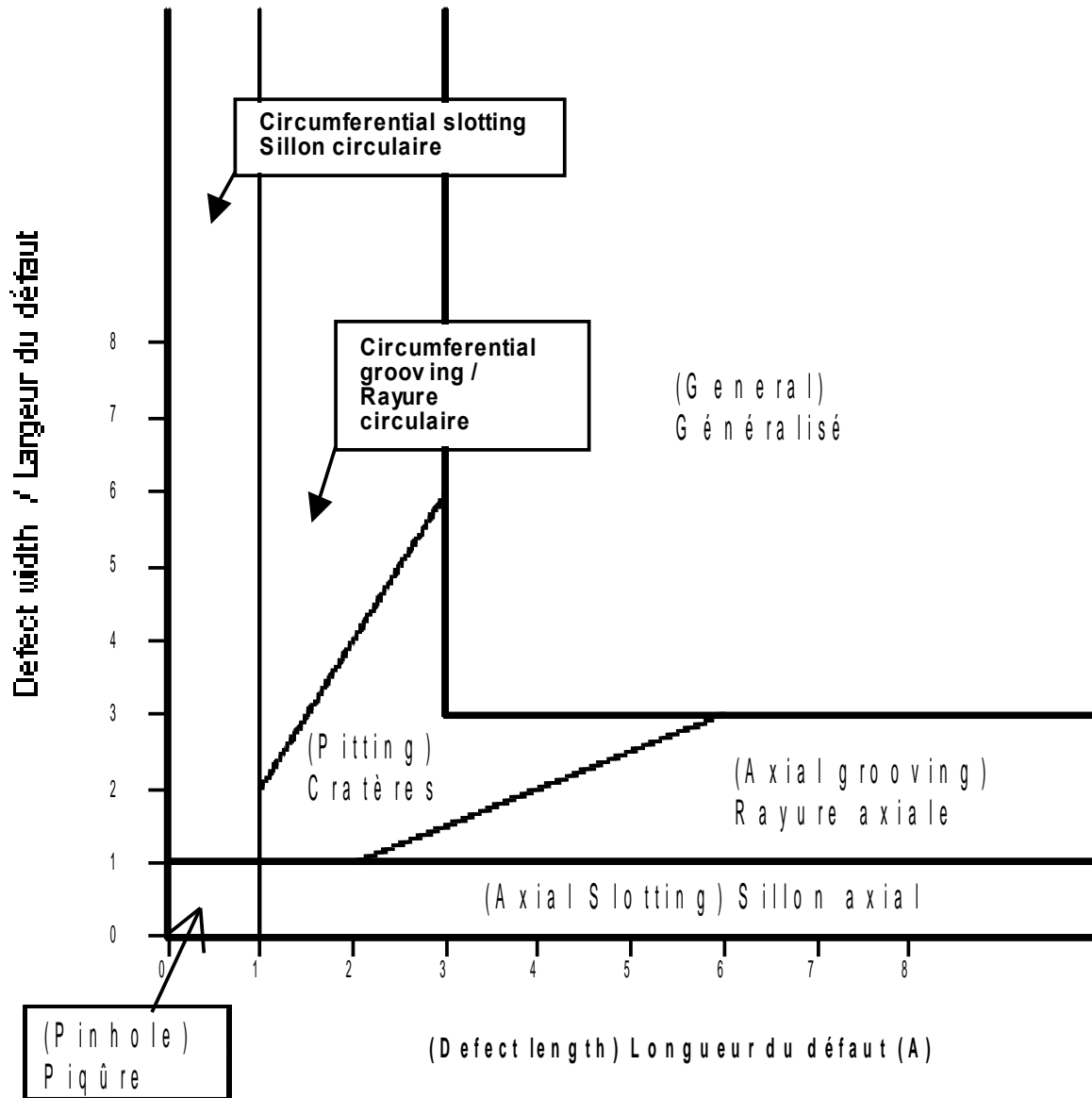


Figure 2: Graphical presentation of metal-loss feature type definitions

Figure 2 : Représentation graphique des types de manques d'épaisseur