

Réalisation d'une interface de dimensionnement et de contrôle de L'intégrité des pipelines assujettis aux différents phénomènes de corrosion

M. Djama

*Centre de recherche scientifique et technique en soudage
et contrôle CSC, BP 64, Route de Delly Ibrahim, Chéraga.Alger, Algérie
Division de mécanique et de métallurgie, E-Mail : djamamustapha@yahoo.fr*

Résumé :

La longévité et la sécurité des pipelines dans toute industrie sont des éléments importants sinon vitaux dans le transport et la distribution des hydrocarbures. Assujettis à différents milieux corrosifs, ces pipelines se corrodent dans le temps, voire se dégradent totalement entraînant ainsi des pertes économiques très importantes. Ce phénomène de corrosion est derrière la défaillance de plus de 30% des réseaux pipe linéaires.

A cet effet, les industriels tels que la SONATRACH et la SONELGAZ utilisent deux méthodes couplées à savoir une protection passive par revêtement polymères (PE) et une protection active dite par soutirage de courant, celle-ci consiste à maintenir le potentiel du pipe jusqu'à la valeur de -0.850v (potentiel d'immunité) par rapport à l'électrode de référence (Cu /CuSO₄) selon la NACE [1].

Il a été remarqué que lorsqu'une structure est soumise à une protection cathodique par courant imposé et dans le cas d'une mauvaise distribution du courant et du potentiel, celle-ci a pour inconvénient majeur d'entraîner un décollement du revêtement suite au phénomène de fragilisation par hydrogène et à la forte alcalisation au niveau de l'interface polymère-métal. Cette distribution dépend essentiellement de l'optimisation des emplacements et des valeurs des résistances de terre (déversoirs anodiques) [2].

Grâce à l'outil de programmation « MATLAB7 » nous avons réalisé une interface de dimensionnement et de contrôle avec laquelle une simulation interactive est possible. Cette simulation interagit avec plusieurs paramètres afin de varier la résistance de terre et l'adapter selon le besoin comme paramètre essentiel dans le dimensionnement et adapter les coûts comme paramètres complémentaires. Ceci permettra une interaction entre le besoin d'engineering et l'implantation du système de PC. Ce mode interactif pourra être étendu à un monitoring en temps réel permettant ainsi d'éviter des catastrophes écologiques (déversement de produits) et économique (perte et arrêt de production) et surtout préserver des vies humaines.

Mots clés : Pipelines, Corrosion, Protection cathodique, Interface de commande.

1 Introduction

La corrosion est le processus qui conduit les éléments naturels à défaire ce que l'homme, par son travail et à grands frais d'énergie, a élaboré à partir des matériaux que la terre lui offre. La corrosion métallique ramène ainsi, métaux et alliages à leur état naturel d'oxydes ou de minerais.

La corrosion sévit dans tous les domaines d'activité, mais c'est peut-être dans les industries gazières et pétrolières qu'elle montre le plus son caractère pernicieux. Généralement enterrés, inaccessibles à l'examen, assurant leur fonction de production, de transport et de distribution, se faisant même oublier, les ouvrages gaziers et pétroliers baignent dans un milieu souvent agressif du fait de son hétérogénéité et du grand nombre d'impuretés qu'il contient. Ce milieu très varié ne se prête pas facilement à la modélisation et aux études scientifiques, tant en laboratoire que sur site, c'est pourquoi, les chercheurs en sont encore au stade de la compréhension des mécanismes de la corrosion et les ingénieurs au perfectionnement des techniques destinées à prémunir les ouvrages des effets de cette dégradation[3].

Pour lutter contre la corrosion, les industriels utilisent deux méthodes couplées à savoir une protection passive par revêtement polymères (PE) et une protection active dite par soutirage de courant ; cette dernière consiste à maintenir le potentiel des conduites à une valeur légèrement négative (appelé potentiel d'immunité) de manière à éliminer le transfert de matière des canalisations (qu'est la corrosion) vers le milieu dans lequel elles sont enterrées.

La réussite du système de protection cathodique des pipelines repose sur la bonne distribution des lignes de potentiel et de courant le long de l'ouvrage. Du fait que cette distribution dépend essentiellement de la maîtrise et de l'optimisation des différents paramètres mis en jeu, on a élaboré une interface de dimensionnement et de contrôle moyennant l'outil de programmation « MATLAB7 » avec laquelle une simulation interactive est possible. Ce mode interactif pourra être étendu à un monitoring en temps réel permettant ainsi d'éviter des catastrophes écologiques (déversement de produits polluants dans la nature) et économiques (perte et arrêt de production) et surtout préserver des vies humaines.

2 Effet de la résistance d'isolement du revêtement sur la répartition du potentiel de protection :

L'état du revêtement joue un rôle très important dans la répartition du potentiel le long de la structure à protéger, ceci se traduit à travers la résistance d'isolement du revêtement et donc relié au facteur d'atténuation.

Nous rappelons que la distribution du potentiel obéit à la loi suivante :

$$E_x = E_s \left(\frac{\cosh a(x-l)}{\cosh(al)} \right) \quad a = \sqrt{\frac{r}{R}}$$

Tel que :

r : caractérise la résistance longitudinale d'un mètre de conduite (ohm.m-1)

R : caractérise la résistance transversale ou d'isolement de 1 m la conduite (ohm.m2)

3 Partie expérimentale :

3.1 Mise en évidence de la résistance d'isolement sur la portée de protection cathodique :

Pour montrer l'effet de l'état du revêtement sur la distribution des lignes de potentiel, nous avons jugé utile de tracer pour différents valeurs de résistance d'isolement du revêtement l'évolution du potentiel de protection le long de la conduite.

Résultats : les courbes suivante montre bien l'effet atténuant de la résistance d'isolement sur le potentiel de protection

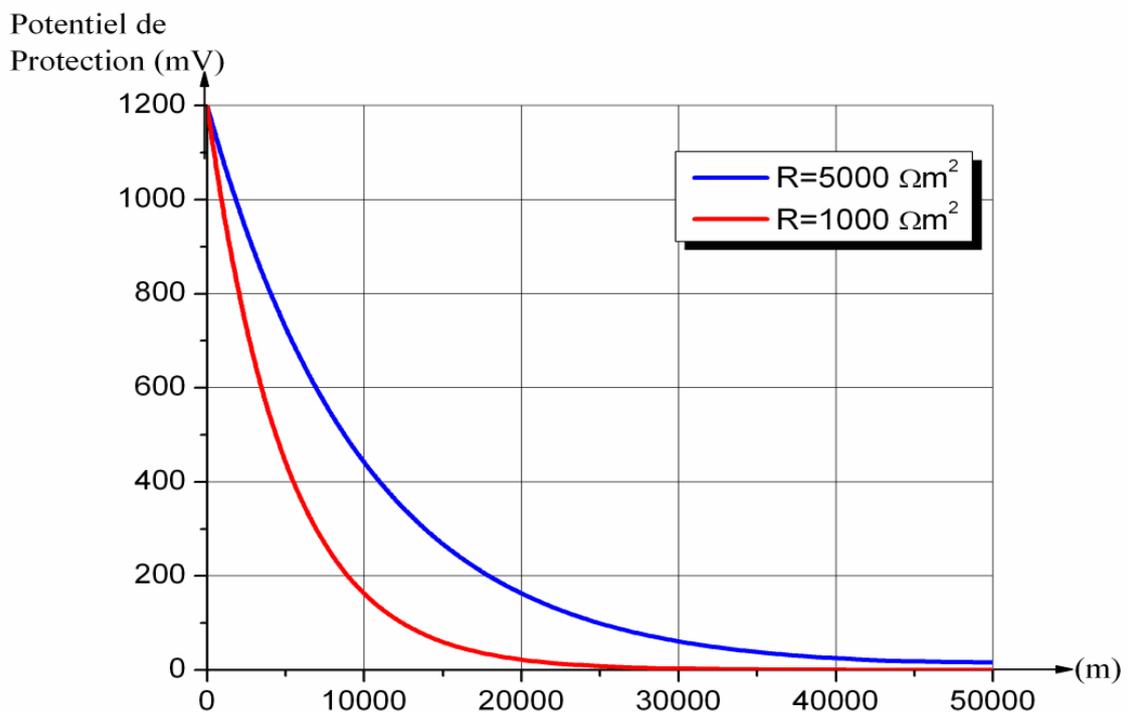


Figure 1. Répartition du potentiel d'une conduite en fonction de sa résistance d'isolement ($R=5000\Omega.m2$) et ($R=1000\Omega.m2$)

Interprétation : En effet, plus la valeur d'isolement est importante, plus le facteur d'atténuation est faible, et plus la portée du soutirage est grande.

Inversement avec un facteur d'atténuation important, la portée du soutirage est réduite ; aussi la protection d'un ouvrage de faible valeur d'isolement pourra nécessiter l'installation de plusieurs soutirages répartis sur la longueur de l'ouvrage.

A cet effet ceci nous insiste à mieux contrôler l'état du revêtement et mieux maîtriser le potentiel de protection le long de la structure à protéger.

3.2 Réalisation d'une interface de commande du système de protection cathodique par soutirage de courant

La bonne distribution du potentiel de protection le long de la structure dépend essentiellement de l'optimisation des emplacements et des valeurs des résistances de terre (déversoirs anodiques), et essentiellement de la valeur du coefficient d'atténuation (a) qui est fonction de la résistance d'isolement et dans de l'état du revêtement.

Notre travail consiste à réaliser une interface de dimensionnement et de contrôle moyennant l'outil de programmation « MATLAB7 » (voir Annexe) avec laquelle une simulation interactive est possible.

Cette simulation interagit avec plusieurs paramètres afin de varier la résistance de terre et l'adapter selon le besoin comme paramètre essentiel dans le dimensionnement et adapter les coûts comme paramètres complémentaires.

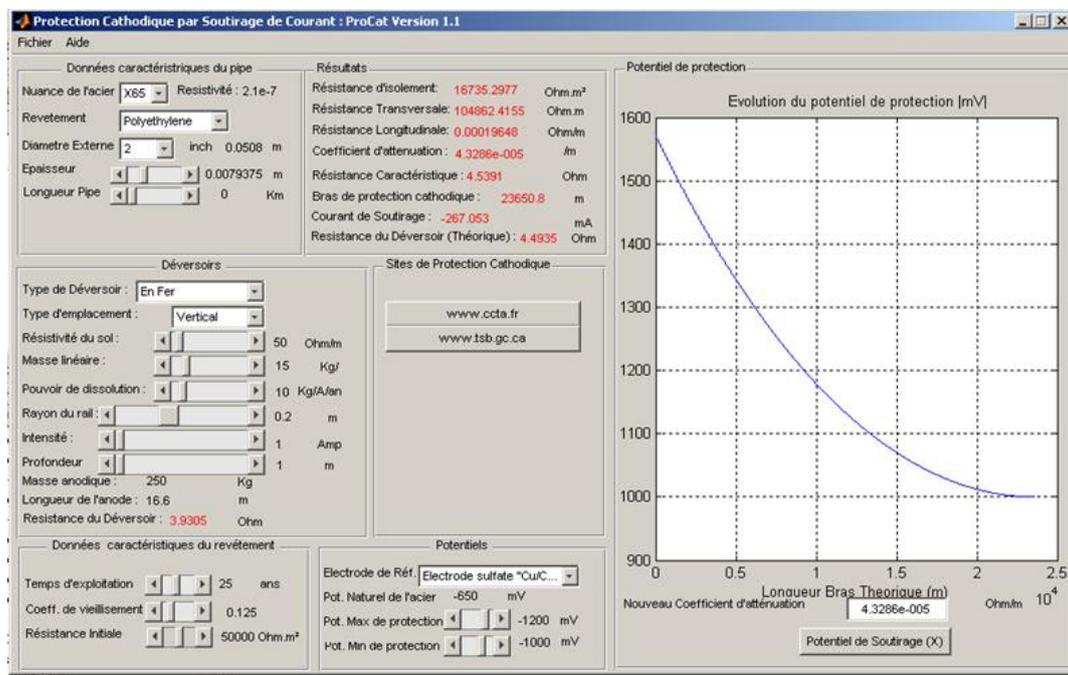


Figure 2. Interface de commande et de contrôle du système de protection cathodique par soutirage de courant

3.3 Utilisation de l'interface dans le monitoring à distance

Nous avons jugé utile d'utiliser cette interface pour assurer une surveillance en continue de l'état de notre pipeline en temps réelle et d'intervenir en moment opportun.

A cet effet un programme a été établi, pour un coefficient d'atténuation constant (a_1) ; notre conduite est maintenue dans la zone de protection ceci est symbolisé par une couleur rouge, lorsque un défaut inapparent surgit au niveau de l'isolement par exemple l'atténuation de la courbe de potentiel de protection s'accroît de

plus en plus ceci est mise en évidence par la couleur bleu caractéristique d'un nouveau coefficient d'atténuation (a2).

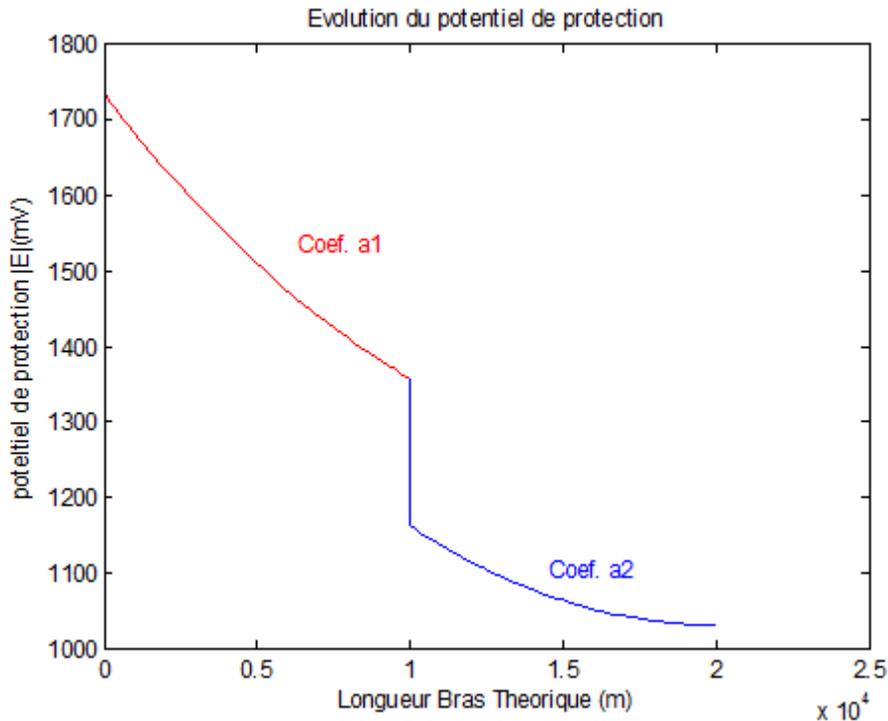


Figure 3. Effet de différents coefficients d'atténuation sur l'évolution du potentiel de protection

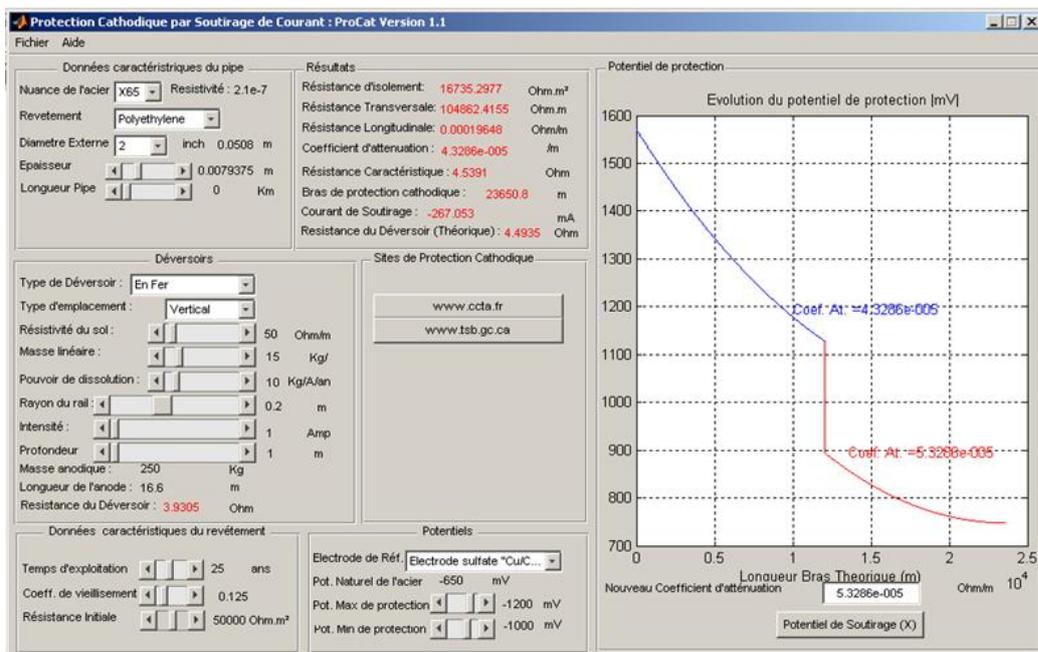


Figure 4. Mise en évidence de l'effet du coefficient d'atténuation sur l'évolution du potentiel de protection par le biais de l'interface

Interprétation : Par le biais d'enregistreurs de potentiel placés à des distances bien déterminé de notre structure, nous pourrions grâce à cette interface détecter l'endroit exact du défaut et sur ce dépêcher une équipe spécialisée afin d'intervenir et d'y remédier aux réparations qu'il faut en temps opportun.

4 Conclusion

Grâce à l'outil de programmation « MATLAB7 » nous avons réalisé une interface de dimensionnement et de contrôle pour la maîtrise de l'intégrité du revêtement à travers le coefficient d'atténuation (α) pour un bon fonctionnement du système de protection cathodique.

Cette simulation interagit avec plusieurs paramètres qui influent sur la résistance de terre nous permettant ainsi de l'adapter selon le besoin en tant que paramètre essentiel dans le dimensionnement de notre installation.

Ce mode interactif pourra être étendu à un monitoring en temps réel en installant des enregistreurs de potentiel le long de la structure à des distances prédéterminées, permettant ainsi d'éviter des catastrophes écologique (déversement de produits) et économique (perte et arrêt de production) et surtout préserver des vies humaines.

Une fois le dimensionnement effectué, on pourra avec cet outil de programmation connaître le coût de revient de tout le système de protection.

Références

- [1] Basalo, C., "Les canalisations d'eau et de gaz : Corrosion dégradation et protection", Technique et documentation Lavoisier (1987).
- 5 [2] Arav, M. (EMTS) "maintenance préventive : protection contre la corrosion , cas des grands chantiers", Journées Techniques, Cefracor, Paris, France, (25-26 novembre 1997) 41
- 6 [3] Helie, M., "Matériaux métalliques: Phénomènes de corrosion", [en ligne], disponible sur: <http://www.cefracor.org/htm/publica.htm>, (consulté le 11.06.2005)
- 7 [4] Cherraay, B.W., et Gouloug, N., "Disbondment Mechanism for a heat Shrink Polyethylene Coating on a Cathodically Protected Hot Pipeline", J. Adhesion, v.33, (1991), 223-237.
- 8 [5] Kamimura, T., KISHIKAWA, H., "Mechanism of cathodic disbanding of three polyethylene coated steel pipes", Corrosion, v.54, n°12, (1998), 979-987.
- 9 [6] Cherry, B.W., et Coll., "The Mechanism of Cathodic Disbonding", Swiss bonding
- 10 (2000), 71-79.