

# Etude de l'énergie spécifique en phase élastique des câbles électriques souterrains

H. OUAOMAR<sup>1</sup>, M. LAHLOU<sup>2</sup>, N. MOUHIB<sup>2</sup>, A. HACHIM<sup>2</sup>, M. BARAKAT<sup>3</sup>  
et M. EL GHORBA<sup>2</sup>

1 : Faculté des Sciences et Techniques de Beni Mellal

2 : Ecole Nationale Supérieure d'Electricité et de Mécanique (ENSEM), Laboratoire de Contrôle et Caractérisation Mécanique des Matériaux et des Structures (LCCMMS), Casablanca, Maroc, [h.ouaomar@usms.ma](mailto:h.ouaomar@usms.ma)

3 : Institut Supérieur d'Etudes Maritimes, Km 7 Route d'El Jadida, Casablanca, Maroc

## Résumé

Les exigences croissantes de qualité exprimées par les clients nécessitent des délais de réalimentation courts en cas d'incident sur les réseaux électriques BT, avoir un réseau électrique fiable, optimiser la sécurité mécanique des différents éléments du réseau électrique et précisément les câbles électriques souterrains est l'objectif de notre projet.

Une étude comparative de l'énergie spécifique en phase élastique des différents éléments du câble électrique a été faite. Les résultats ont montré que les gaines électriques des câbles étudiés possèdent une énergie spécifique nettement supérieure par rapport aux fils électriques, ce qui implique que les matières plastiques (PVC et XLPE) sont les plus fiables mécaniquement avec une plus grande durée de vie relativement aux autres matériaux (cuivre et aluminium).

**Mots clefs:** Câbles électriques BT, PVC, Energie spécifique en phase élastique.

## 1. Introduction

L'énergie spécifique en phase élastique est une propriété mécanique propre à chaque matériau. Elle est reconnue par les caractéristiques intrinsèques au matériau : module de Young, la limite élastique et la densité volumique. Cette énergie présente la capacité d'un matériau à supporter les contraintes mécaniques affrontées sans subir des dommages irréversibles [1].

Pour ce fait, le présent travail a pour objectif la connaissance du comportement mécanique des constituants d'un câble électrique souterrain. Dans notre étude, on a effectué une comparaison entre les différentes énergies spécifiques en phase élastique des éléments des câbles d'étude [2]. même pour les quantités relatives à la mécanique de la rupture.

## 2. Expérimentation

Le terme "Énergie" signifie le potentiel d'un système pour effectuer des travaux ou pour produire de la chaleur. L'énergie spécifique en phase élastique est l'énergie associée à la déformation élastique d'un

matériau. La capacité d'absorption et de restitution d'énergie par unité de masse d'une matière subit une déformation élastique et s'exprime par la relation [3]:

$$w/m = \frac{\sigma_e^2}{2 \times \rho \times E} \quad \text{en joule/kg} \quad (1)$$

Avec :

$\rho$  : La masse volumique en  $\text{kg/m}^3$  ;

$E$  : Le module d'élasticité en Mpa ;

$\sigma_e$  : La contrainte élastique en Mpa.

Donc pour les différents éléments de notre câble étudié, on a récapitulé les résultats dans le tableau 1 et la figure 1 :

D'après les résultats expérimentaux des différents éléments des câbles d'études, on a eu les résultats figurés dans le tableau 1 [4].

**Tableau 1 : Energie spécifique des différents composants du câble BT H1 XDV AS 3×240+95 ALU**

| Eléments du câble H1XDV AS | Energie spécifique (J/Kg) |
|----------------------------|---------------------------|
| Gaine extérieure(PVC)      | 306,3                     |
| Enveloppe isolante (XLPE)  | 744,2                     |
| Fils d'aluminium           | 3,8                       |

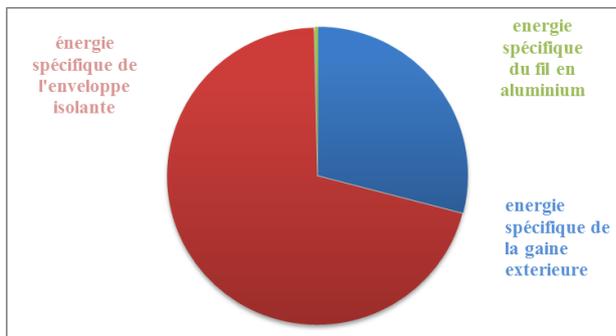
De la même manière et pour les différents éléments du câble U1000R2V, on a récapitulé les résultats dans le tableau 2

**Tableau 2 : Energie spécifique des différents composants du câble BT U1000 R2V 4×16**

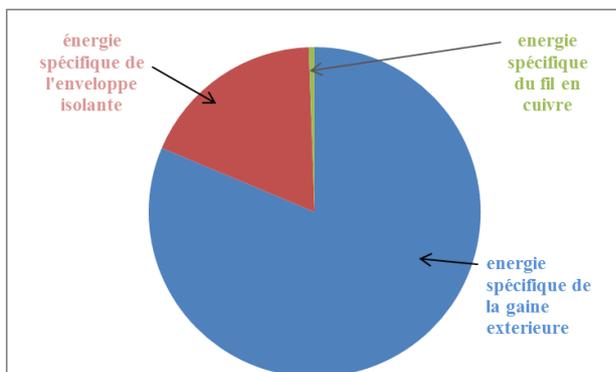
| Eléments du câble U1000R2V 4×16 | Energie spécifique (J/Kg) |
|---------------------------------|---------------------------|
| Gaine extérieure(PVC)           | 86,4                      |
| Enveloppe isolante (XLPE)       | 19,2                      |
| Fils de cuivre                  | 0,61                      |

### 3. Résultats & discussions

Donc pour les différents éléments des câbles étudiés, on a eu le graphe de la figure1.



**Figure 1 : Energies spécifiques en phase élastique des différents éléments du câble électrique BT H1 XDV AS 3×240+95 ALU**



**Figure 2 : Energies spécifiques en phase élastique des différents éléments du câble électrique BT U1000 R2V 4×16**

Pour le premier câble, on remarque que l'énergie spécifique en phase élastique de chaque gaine du câble est énormément intéressante relativement à celle des fils électriques en aluminium. Cette différence est due aux contraintes mécaniques et environnementales auxquelles les gaines sont exposées. Tandis que les fils électriques sont protégés mécaniquement et leur rôle essentiel est la conduction du courant électrique.

D'autre part, la gaine intérieure possède l'énergie spécifique la plus élevée, cela est dû aux contraintes thermiques énormes liées au contact avec les fils électriques. L'augmentation de l'énergie élastique fiabilise le matériau et permet de le protéger mécaniquement afin de tolérer les agressions externes et internes.

L'énergie spécifique en phase élastique de chaque gaine est plus importante par rapport au fil en cuivre comme c'est le cas du premier câble BT H1 XDV AS 3×240+95 ALU.

D'autre part, la gaine extérieure possède l'énergie spécifique la plus élevée et cela est dû aux agressions

externes et internes supportés. L'enveloppe isolante dans ce câble ne possède pas l'énergie spécifique la plus élevée comme pour le premier câble. En fait, les contraintes thermiques dans ce type de câble ne sont pas aussi agressives que le premier câble (faible diamètre du Câble U1000R2V) [5].

### 4. Conclusion

Dans le domaine des câbles électriques, les gaines en plastique jouent un rôle primordial dans la protection mécanique et l'isolation électrique pour la sécurité humaine. En présence de défaut ou de fissure et pour des raisons de sécurité évidentes, il est fondamental de connaître de manière précise, le degré de nocivité du défaut

### Références

- [1] J. Nahman, M. Tanaskovic, "Determination of the current carrying capacity of cables using the finite element method", Electric Power Systems Research 61(2002) 109-117.)
- [2] Pierre LEBAS, «Diagnostic des câbles souterrains par détection de décharges partielles» Travail de fin d'étude, Faculté des Sciences Appliquées Université de Liège, 2010.
- [3] A. Bouzera, " Fiabilité de la connectique sous sollicitations de vibration mécanique Institut de Physique UMR 6251/CNRS, Larmaur ,France.
- [4].H.Ouaomar, N. Mouhib, M. Lahlou, A .Barakat and M. El Ghorba, " Study of specific energy in elastic phase of the different elements of a low voltage underground power cable"
- [5].P.CHAPOUILLE, R.DE PAZZIS "Reliability of systems" pp.258-259, 1968.