

Stratégies de maintenance des équipements de distribution électrique

Résumé

Ce document examine les avantages de diverses stratégies de maintenance des équipements de distribution électrique. Des approches différentes de la maintenance des équipements ont des effets variables sur la sécurité, la continuité de service, l'optimisation de l'infrastructure d'alimentation, la protection des équipements, l'efficacité énergétique, la gestion efficace des pièces de rechange et le coût total de possession des actifs.

Introduction

Pourquoi assurer la maintenance des équipements de distribution électrique ?

L'exécution de la maintenance des équipements de distribution électrique présente quatre avantages majeurs.

1. Amélioration de la sécurité : protection des personnes, des équipements et des biens

L'une des responsabilités essentielles d'un chef d'entreprise est de garantir le bon développement de son activité. Les responsables d'usine doivent utiliser toutes les mesures disponibles techniquement et économiquement, afin de minimiser le risque d'événements indésirables pouvant nuire au personnel, aux actifs ou à l'activité, tout en respectant les normes internationales relatives à l'environnement, la santé et la sécurité.

Certains équipements de distribution électrique sont conçus pour minimiser le risque et la gravité d'accidents ou arrêts de production, tels que les disjoncteurs, les interrupteurs de protection transformateurs, les contacteurs à fusibles, etc. La priorité de la maintenance est de s'assurer du bon fonctionnement des équipements en garantissant une sécurité maximum pour les personnes et les biens.

2. Amélioration de la disponibilité & maximisation de la continuité de service

La maintenance maximise le temps de disponibilité, elle est effectuée lors d'interruptions planifiées pour limiter son impact sur l'exploitation.

Une maintenance programmée peut éviter des pannes pouvant entraîner des pertes de production et autres contraintes pour l'entreprise

Application	Perte(*) en €
Établissement de santé	Vies humaines
Transactions boursières	6 500 000
Ventes par carte de crédit	2 600 000
Pétrochimie	100 000
Système de réservation de billets d'avion	90 000
Réseau de téléphone mobile	40 000
Automobile	30 000
Industrie pharmaceutique	30 000
Transformation alimentaire	20 000
Ciment	15 000

Figure 1

*Impact financier d'un arrêt de production d'une heure
(Source: Contingency Planning Research et Schneider Electric)*

* Coûts directs et indirects de la non-disponibilité

Les pertes industrielles annuelles dues à des coupures électriques atteignent 10 milliards d'euros en Europe, seule. (Source : Leonardo Power Quality Initiative – Institut européen du cuivre)

3. Performances des actifs vieillissants : optimisation des coûts d'investissement

Etant donné le coût d'acquisition et d'installation des équipements, il est important pour un responsable de site de faire fonctionner son installation en toute sécurité le plus longtemps possible, tout en assurant une disponibilité maximum.

La pression accélère l'usure et le vieillissement des équipements, son contrôle prolonge la durée de vie des matériels concernés.

4. Efficacité et optimisation des coûts d'exploitation

Sans maintenance, les industries subissent des situations d'arrêt d'urgence qui les obligent à :

- Acheter **des pièces de rechange** dans l'urgence. La maintenance permet de réduire ces coûts en mettant en place une gestion efficace des pièces de rechange sur site.
- Faire intervenir un technicien spécialiste dans l'urgence.
- Subir **des coûts d'arrêt de production**.

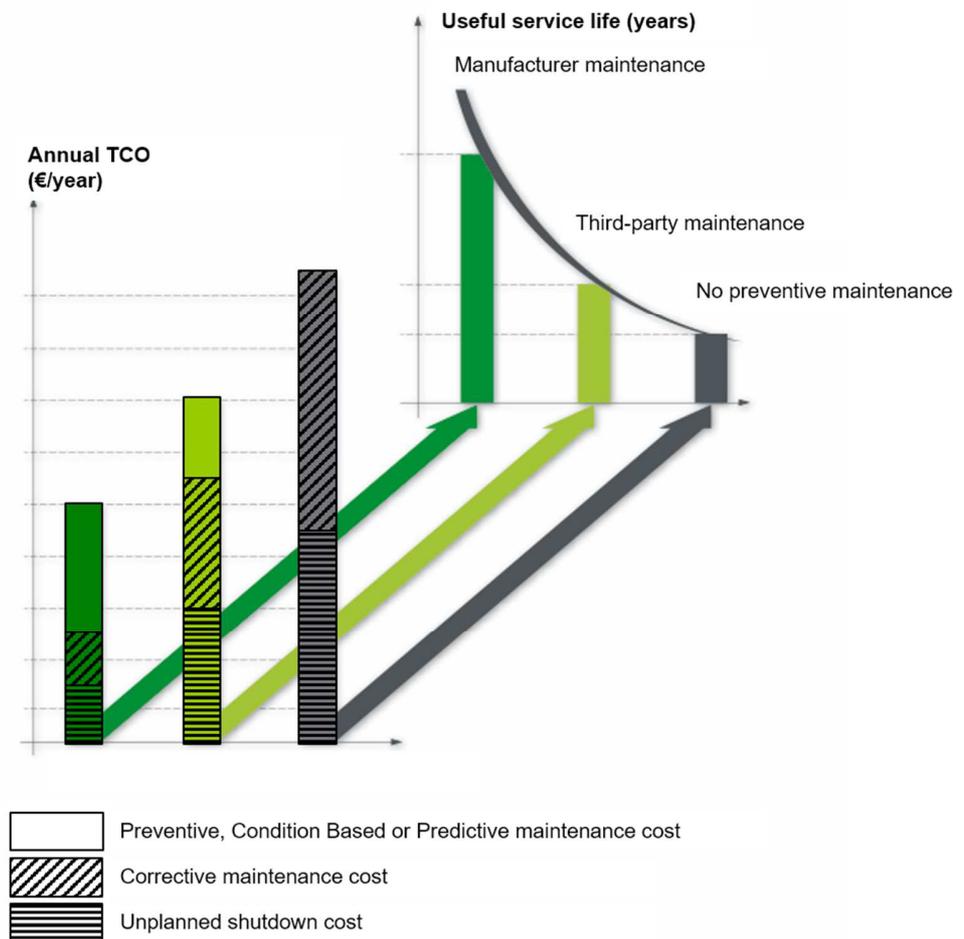
C'est la raison pour laquelle nos pratiques de maintenance sont devenues un avantage concurrentiel essentiel, elles permettent une détection anticipée d'évènements qui entraîneraient des réparations lourdes et nécessitant un temps de coupure important.

L'exécution d'opérations de maintenance par des techniciens hautement qualifiés permet d'optimiser le coût total de possession et d'exploitation.

Quel est l'impact d'une stratégie de maintenance sur le coût total de possession des équipements électriques ?

Figure 2

Exemple de coûts annuels complets pour une installation HTA



Résultats de la maintenance quand elle est assurée par le constructeur :

- Le coût total de possession annuel est inférieur puisque la durée d'utilisation utile de l'équipement est plus longue.
- Les pratiques de maintenance préventive, conditionnelle (à la demande ou surveillance en continu) et prédictive (conditionnelle avec analyse avancée) améliorent la fiabilité des équipements et réduisent la maintenance corrective coûteuse et les arrêts imprévus qui sont dus à des défaillances d'équipements.

Types de maintenance

Maintenance corrective

La maintenance corrective consiste à attendre la panne avant d'intervenir, entraînant les conséquences suivantes :

- Maintenance corrective **immédiate**. Elle remet en fonctionnement l'équipement concerné après identification du défaut. Un simple dysfonctionnement peut entraîner un arrêt de production lourd de conséquences. Une maintenance corrective peut parfois avoir une action limitée dans le temps et devra se poursuivre ultérieurement par une réparation complète réalisée dans le cadre d'une maintenance corrective différée. L'objectif d'une maintenance corrective immédiate est de restaurer les conditions normales de fonctionnement le plus rapidement possible.
- Maintenance corrective **différée**. Elle remet en état un équipement défectueux après :
 - Une maintenance corrective immédiate ou maintenance préventive. Dans les deux cas, des diagnostics d'équipements sont nécessaires pour détecter les défauts, les localiser, identifier les causes et solutions appropriées.
 - Maintenance conditionnelle sur site ou diagnostics des équipements. Dans les deux cas, le défaut a déjà été détecté et corrigé, un contrôle final est nécessaire pour valider son niveau de performances d'origine.

Maintenance préventive

La maintenance préventive est réalisée à intervalles périodiques et prédéterminés, ou selon des critères recommandés, elle vise à réduire la probabilité de défaillances des équipements.

La maintenance préventive consiste à exécuter des opérations de maintenance suivant un mode opératoire ou instruction de travail prenant en compte des inspections visuelles, contrôles fonctionnels (électriques, mécaniques, électroniques), démontage et nettoyage/graisage de parties mécaniques et remplacement de pièces d'usure.

La maintenance préventive peut être classée en deux niveaux selon sa complexité d'exécution :

Activités de maintenance exclusive

Réalisées par les constructeurs d'équipements uniquement et reposant sur des protocoles d'exécution rigoureux, dans la mesure où elles ont un impact considérable sur les performances des équipements :

- Vérification/démontage/nettoyage/dégraissage/graisage/remontage/ des parties mécaniques.
- Inspection des jeux de barres (serrage, farinage, craquelure, signes d'échauffements etc.).
- Contrôle de la présence et du bon fonctionnement des verrouillages.
- Outils de diagnostic spécifiques pour contrôler :
 - Le fonctionnement des relais de protection intégrées ou séparées.
 - L'état des fusibles HTA
 - La pression des pinces d'embrochage
 - L'état de fonctionnement des disjoncteurs (vitesses et temps d'ouverture/fermeture, simultanéité d'entrée en contact, rebond à l'ouverture/fermeture etc.)
 - La présence d'effluves en HTA (effet Corona)
 - Le bon fonctionnement du relais de protection des transformateurs immergés.
 - Analyses d'huiles pour les transformateurs immergés.
- Une garantie constructeur accompagne cette maintenance exclusive.

Activités de maintenance de base

Réalisées par le constructeur, le client ou autres personnes habilités et qualifiés. Des formations sont organisées pour couvrir ce niveau de maintenance :

- État général avec simple inspection visuelle, nettoyage sans démontage des équipements (propreté, oxydation de la structure de soutien, etc.)
- Tests fonctionnels

Niveau de maintenance préventive	Qui		
	Utilisateur final	Autre acteur	Constructeur
Exclusive			■
De base	■	■	■
Maintenance préventive			

Figure 3

Simple catégorisation de la maintenance préventive en fonction des niveaux de complexité des activités réalisées : maintenance préventive de base et maintenance préventive exclusive

Périodicité de la maintenance

Comment définir la meilleure périodicité ?

En tant que constructeur, nous préconisons d'effectuer une maintenance préventive de base tous les ans, ainsi qu'une maintenance préventive exclusive tous les 4 ans. Ces préconisations adressent les équipements HTA et BT de puissance.

La périodicité de la maintenance préventive exclusive pourrait être réduite ou augmentée suivant les conditions d'environnement des locaux concernés et la criticité des équipements, comme précisé ci-dessous :

1. **Criticité** (mineure, majeure, critique)
2. **Conditions environnementales** (favorables, normales, sévères)

1. La criticité de l'équipement dans l'installation dépend de deux facteurs clés :

- Le niveau de **contrainte** (bas, normal, sévère) est une conséquence de conditions d'exploitation de nature ou d'origine :
 - Électrique (%In charge, %In courant interrompu, cycles d'exploitation, %In harmoniques)
 - Mécanique (vibrations),
 - Chimique (poussière, corrosion)

Chaque élément étant aggravé par le niveau de maintenabilité en fonction de la disponibilité des pièces de rechange.

Niveaux de contrainte (équipement)			
Facteurs de risque	Bas	Moyen	Haut
Origine électrique			
Charge en pourcentage (% In)	< 80 % 24 heures/24	90 % 8 heures/24 ou 24 heures/24	100 % 8 heures/24 ou 24 heures/24
Courant interrompu (%In)	< 40 %	40 % < X < 60 %	≥ 60 %
Nombres de cycles de manœuvres (cycles par mois)	< 30	30 < X < 60	≥ 60
Harmoniques (In %, entraînant un emballement thermique)	≤ 30 %	30 % < X < 50 %	≥ 50 %
Origine chimique			
Corrosivité (catégorie CEI 60721-3-3)	3C1	3C2	3C3, 3C4 (pas de protection)
Niveau de poussière	Bas (tableau IPX4)	Modéré	Haut (tableau IPXO)
Origine mécanique			
Vibrations (continues)	< 0,2 g	0,2 g < X < 0,5 g	≥ 0,5 g

Figure 4

Exemple de facteurs à prendre en compte pour définir le niveau de contrainte sur les équipements de distribution électrique

- **Impact sur la fiabilité de l'installation** (faible, moyen, élevé), où les estimations empiriques (mesurées par les arrêts, les pertes de production, le coût des interventions correctives, le coût du redémarrage d'un process de production, etc.) peuvent être suffisantes pour les cas les plus simples. Pour les architectures plus complexes, il est nécessaire de réaliser une analyse spécifique de fiabilité.

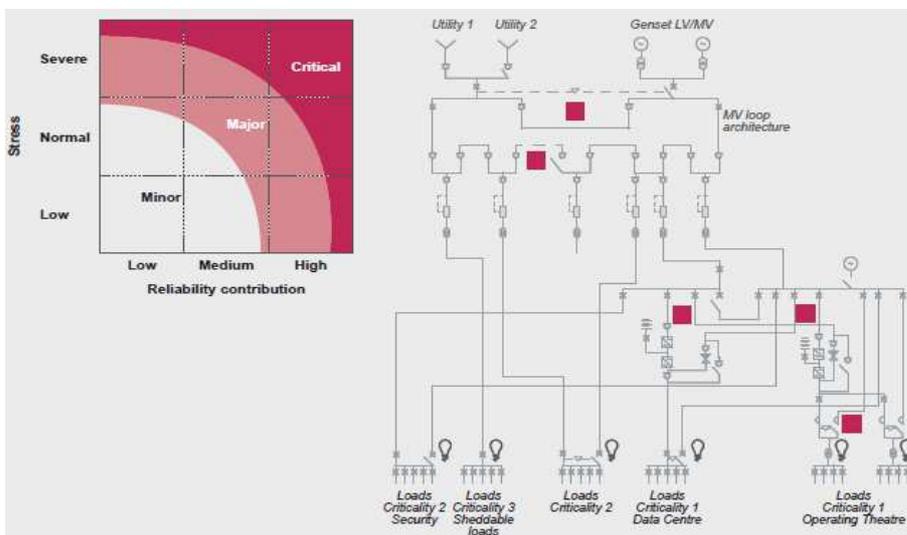


Figure 5

Cartographie de la criticité des équipements

2. Les conditions environnementales des équipements peuvent être classées selon le tableau ci-dessous. Les environnements de salles électriques dans lesquelles les températures sont extrêmes ou varient considérablement, ou les niveaux d'humidité et de salinité sont élevés, entraînent l'accélération du vieillissement des équipements de distribution électrique. Cela entraîne un risque plus élevé de dysfonctionnement des équipements.

Facteurs de risque	Conditions ambiantes (site/salle électrique)		
	Favorable	Normale	Sévère
Température (moyenne annuelle autour/à l'extérieur du tableau CEI 60439-1)	< 25 °C	< 25 °C X < 35 °C	> 35 °C
Humidité (relative)	< 70 %	70 % < X < 85 %	> 85 %
Salinité (distance du site par rapport au bord de mer)	Pas de brouillard salin (> 10 km)	Brouillard salin modéré (< 10 km)	Brouillard salin important (< 1 km)

Figure 6

Catégorisation des conditions environnementales des salles électriques

Il est recommandé d'adapter la périodicité des interventions de maintenance exclusive en prenant en compte le niveau de criticité et les conditions environnementales définies.

Par conséquent, pour un appareil donné, la maintenance préventive exclusive peut également varier dans le type de prestations à effectuer, suivant son niveau de criticité et conditions environnementales.

Nos préconisations en termes de périodicité, suivant les niveaux de criticité et conditions environnementales :

Salle Electrique Conditions environnementales	CRITICITE de l'équipement		
	Mineure	Majeure	Critique
Favorable	5	5	4
Normale	5	4	3
Sévère	4	3	2
Périodicité recommandée en années			

Pièces de rechange

Un risque de défaillance (taux de panne) est associé à chaque équipement. S'il est possible de minimiser le risque en choisissant un équipement de distribution électrique de première qualité et en réalisant une maintenance régulière, ce risque ne peut jamais être éliminé complètement.

En possédant un stock de pièces de rechanges adapté, les responsables de maintenance peuvent s'assurer d'un dépannage plus rapide, évitant ainsi les pertes d'exploitation et autres contraintes.

Lorsque les pièces de rechange ne sont plus disponibles (équipements obsolètes), la meilleure façon de prolonger la durée de vie d'un équipement consiste à réaliser une maintenance soutenue jusqu'à la phase de modernisation.

Conclusion

Les responsables de sites industriels ou tertiaires doivent assurer la maintenance de leur installation de distribution électrique pour en garantir la protection des personnes et des biens, tout en optimisant le cout total de possession.

Il est difficile d'aborder la maintenance sans aborder la notion de plan de maintenance, en prenant en compte la criticité et les conditions environnementales, mais également l'aspect économique propre à chaque entreprise. Pour répondre à votre besoin, notre expérience et votre confiance nous feront trouver ensemble la meilleure solution technico-économique.