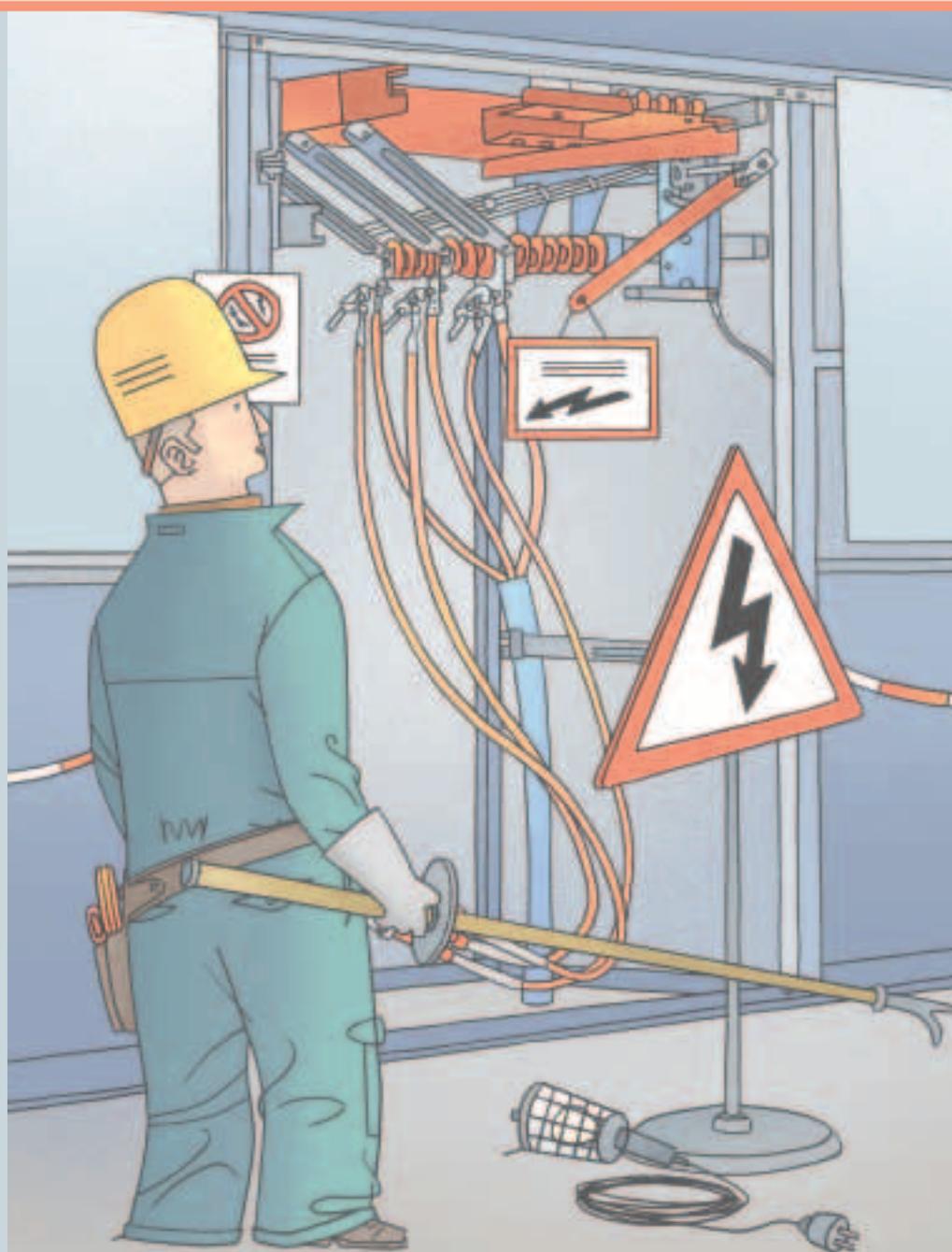


# RISQUES ELECTRIQUES



février 2006



**SERIE STRATEGIE SOBANE**  
**GESTION DES RISQUES PROFESSIONNELS**

**Direction générale Humanisation du travail**

Cette publication a été réalisée avec le soutien de l'Union européenne - Fonds social européen

## STRATEGIE SOBANE

La stratégie SOBANE est une stratégie de prévention des risques à quatre niveaux (Dépistage (**S**creening), **O**bservation, **A**nalyse, **E**xpertise).

La série de publications " STRATEGIE SOBANE Gestion des risques professionnels " a pour objectif de faire connaître cette stratégie de prévention et de montrer comment l'appliquer de manière générale aux différentes situations de travail.

La méthode DEPARIS est la méthode générale de Dépistage.

Les méthodes d'Observation, d'Analyse et d'Expertise ont été développées et seront publiées en ce qui concerne les 14 domaines de risque suivants:

- 1 Locaux sociaux
- 2 Machines et outils à main
- 3 Sécurité (accidents, chutes, glissades...)
- 4 Risques électriques
- 5 Risques d'incendie ou d'explosion
- 6 Travail avec écran
- 7 Troubles musculosquelettiques
- 8 Eclairage
- 9 Bruit
- 10 Ambiances thermiques de travail
- 11 Produits chimiques dangereux
- 12 Agents biologiques
- 13 Vibrations de l'ensemble du corps
- 14 Vibrations mains - bras

L'ensemble des méthodes a été développé dans le cadre du projet de recherche SOBANE cofinancé par le Service public fédéral Emploi, Travail et Concertation sociale et le Fonds social européen.

Cette brochure présente la stratégie SOBANE de prévention appliquée **aux risques électriques**. Elle fait suite à la méthode DEPARIS qui constitue le premier niveau Dépistage de la stratégie SOBANE et présente les méthodes à utiliser aux trois autres niveaux Observation, Analyse et Expertise.

Ces méthodes cherchent à optimiser le temps et les efforts de l'entreprise pour rendre la situation de travail acceptable quelle que soit la complexité du problème rencontré. Elles favorisent le développement d'un plan dynamique de gestion des risques et d'une culture de concertation dans l'entreprise.

Cette publication a été réalisée par une équipe de recherche comprenant:

- L'Unité hygiène et physiologie du travail de l'UCL (Prof. J. Malchaire, A. Piette);
- Le Service de recherche et développement de IDEWE (Prof. G. Moens);
- Le service externe en prévention et protection CESI (S. Boodts, F. Cornillie);
- Le service externe en prévention et protection IDEWE (Dr. D. Delaruelle);
- Le service externe en prévention et protection IKMO (Dr. G. De Cooman, I. Timmerman);
- Le service externe en prévention et protection MSR-FAMEDI (Dr. P. Carlier, F. Mathy);
- Le Département nouvelles technologies et formation du CIFoP (Mr J.F. Husson).

Pour plus de détails sur la stratégie SOBANE:  
[www.sobane.be](http://www.sobane.be)

**Cette publication et les autres titres de la série peuvent être obtenus gratuitement:**

- Par téléphone au 02 233 42 14
- Par commande directe sur le site du Service public fédéral:  
<http://www.meta.fgov.be>
- Par écrit à la Cellule Publications du SPF Emploi, Travail et Concertation sociale  
rue Ernest Blerot 1 - 1070 Bruxelles  
Fax: 02 233 42 36  
E-mail: [publi@meta.fgov.be](mailto:publi@meta.fgov.be)

Cette publication peut également être consultée sur le site Internet du Service public fédéral <http://meta.fgov.be>

Deze publicatie is ook verkrijgbaar in het Nederlands

La reproduction totale ou partielle des textes de cette publication est autorisée moyennant la citation de la source.

**La rédaction de cette publication a été achevée le 1er décembre 2004**

**Production:** Direction générale  
Humanisation du travail

**Coordination:**  
Direction de la communication

**Mise en page:** Imprimerie Bietlot

**Dessin:** Serge Dehaes

**Impression:** Enschedé - Van Muysenwinkel

**Diffusion:** Cellule Publications

**Editeur responsable:**  
Service public fédéral Emploi, Travail et  
Concertation sociale

**Dépôt légal:** D/2006/1205/16

**H/F**

Les termes «travailleur», «employeur», «expert» et «conseiller» utilisés dans cette brochure désignent les personnes des deux sexes.

## AVANT PROPOS

La réglementation européenne et belge concernant les risques électriques demande que chaque entreprise cherche à éviter ou, à tout le moins, réduire l'exposition des travailleurs à ce facteur de risque.

L'objectif du document est de présenter des outils dirigeant le regard des travailleurs, de leur encadrement technique et des conseillers en prévention, vers tous les aspects techniques, organisationnels et humains qui déterminent les conditions d'exposition. Il ambitionne de conduire plus rapidement et plus économiquement vers une prévention efficace.

Conformément à la stratégie SOBANE, il est conseillé à l'entreprise de remettre les problèmes liés aux risques électriques dans le contexte général de la situation de travail en utilisant la méthode de dépistage participatif des risques Déparis. Cette méthode permet de passer en revue l'ensemble des risques liés aux aires de travail, à l'organisation du poste, aux autres facteurs d'ambiance et aux aspects psychosociaux afin d'optimiser de manière cohérente les conditions de vie du travailleur.

Dans un second temps, le présent document est utilisé pour "observer" en détails tous les aspects liés aux risques électriques en recherchant toutes les améliorations concrètes simples. Dans un troisième temps, lorsque nécessaire, la méthode d'Analyse peut être utilisée avec l'assistance d'un conseiller en prévention compétent pour identifier des mesures d'amélioration plus sophistiquées et évaluer le risque résiduel.

Ce document s'adresse non seulement aux conseillers en prévention que sont les médecins du travail, responsables de sécurité, ergonomes... mais aussi aux chefs d'entreprise responsables de la mise en œuvre de la prévention et aux travailleurs qui vivent cette prévention.





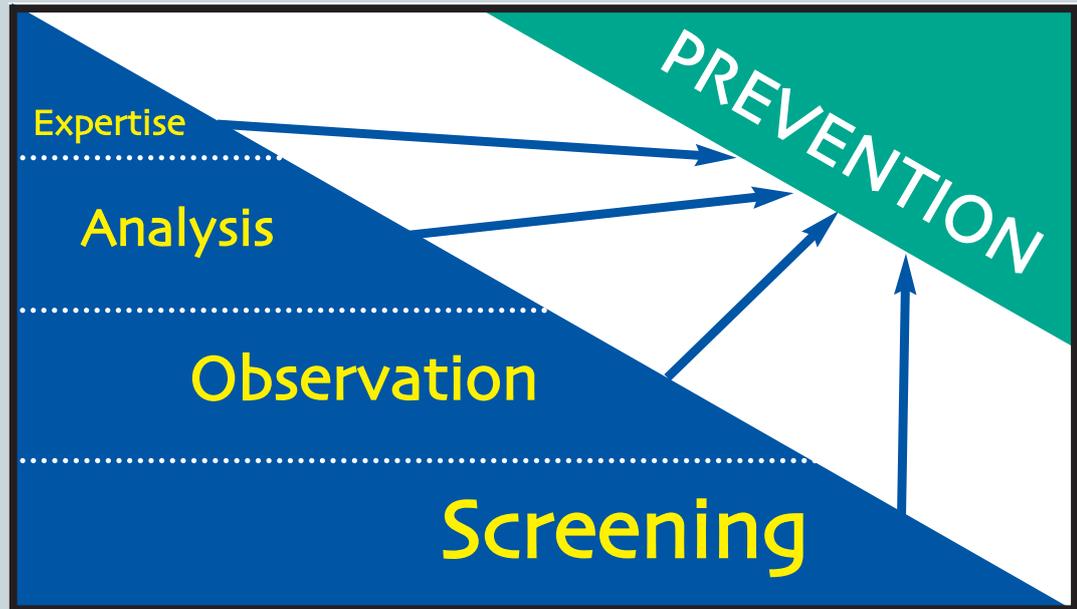
## TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos .....	3
Table des matières .....	5
<b>I STRATÉGIE GÉNÉRALE DE GESTION DES RISQUES PROFESSIONNELS .....</b>	<b>7</b>
1.1 PRINCIPES DE BASE .....	8
1.1.1 Primauté de la prévention .....	8
1.1.2 Le risque .....	8
1.1.3 Les compétences disponibles sont complémentaires .....	8
1.1.4 Le travailleur: acteur principal de la prévention .....	8
1.1.5 La nature des problèmes .....	8
1.1.6 Estimation vs mesurages .....	9
1.1.7 PME .....	9
1.2 STRATÉGIE DE GESTION DES RISQUES .....	9
1.2.1 Introduction .....	9
1.2.2 Les 4 niveaux de la stratégie .....	10
1.3 MISE EN ŒUVRE GÉNÉRALE DES MÉTHODES D'OBSERVATION SOBANE .....	11
1.3.1 Mise en oeuvre .....	11
1.3.2 Le rapport .....	13
1.3.3 Présentation écrite .....	13
1.3.4 Présentation orale .....	14
1.3.5 Suite de l'étude .....	14
1.4 MISE EN ŒUVRE GÉNÉRALE DES MÉTHODES D'ANALYSE SOBANE	15
1.4.1 Révision de l'Observation avec le conseiller en prévention .....	15
1.4.2 Analyse proprement dite .....	16
1.4.3 Synthèse des résultats au terme de l'analyse .....	18
<b>2 NIVEAU 2: OBSERVATION .....</b>	<b>21</b>
2.1 INTRODUCTION .....	22
2.1.1 Objectifs .....	22
2.1.2 Qui? .....	22
2.1.3 Comment? .....	22
2.1.4 Points à discuter .....	23
2.2. PROCÉDURE .....	23
2.2.1. Installation électrique .....	23
2.2.2. Equipements électriques .....	24
2.2.3. Installation d'éclairage .....	25
2.2.4. Travail en sécurité .....	26
2.2.5. Synthèse (Fiche 3) .....	27
2.2.6. Mesures à court terme .....	27
2.3. RAPPORT DE L'ÉTUDE D'OBSERVATION .....	28
2.3.1. Synthèse des résultats de l'Observation .....	28
2.3.2. Le rapport .....	28
<b>3 NIVEAU 3: ANALYSE .....</b>	<b>33</b>
3.1 INTRODUCTION .....	34
3.1.1 Objectifs .....	34
3.1.2 Qui? .....	34
3.1.3 Comment? .....	34
3.1.4 Points à discuter .....	34
3.1.5 Terminologie .....	35
3.2. PROCÉDURE .....	35
3.2.1. Etude approfondie de l'installation (Fiche 7) .....	35
3.2.2. Synthèse .....	39
3.2.3. Mesures à court terme .....	40

3.3.	RAPPORT DE L'ÉTUDE D'ANALYSE.....	40
3.3.1.	Synthèse des résultats de l'analyse.....	40
3.3.2.	Le rapport.....	41
3.3.3	Synthèse.....	44
3.3.4.	Mesures à court terme.....	44
<b>4</b>	<b>NIVEAU 4: EXPERTISE.....</b>	<b>45</b>
4.1	OBJECTIFS.....	46
4.2	QUI?.....	46
4.3	COMMENT?.....	46
4.4	RAPPORT.....	46
	<b>FICHES D'AIDE.....</b>	<b>47</b>
	Niveau 2, Observation.....	49
	Niveau 3, Analyse.....	59
	<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>81</b>
	<b>SOURCE DES ILLUSTRATIONS.....</b>	<b>82</b>



# 1. STRATEGIE GENERALE DE GESTION DES RISQUES PROFESSIONNELS



## 1.1 PRINCIPES DE BASE

La loi sur le bien-être au travail requiert que l'employeur assure la sécurité et la santé des travailleurs dans tous les aspects liés au travail en mettant en œuvre les principes généraux de la prévention:

1. Éviter les risques
2. Evaluer les risques qui ne peuvent pas être évités
3. Combattre les risques à la source
4. Adapter le travail à l'homme ...
5. ...

La stratégie SOBANE qui est utilisée dans le présent document cherche à rendre ces exigences plus réalisables et plus efficaces.

Cette stratégie s'appuie sur quelques principes de base fondamentaux:

### 1.1.1 Primauté de la prévention

L'accent est mis, non pas sur la protection et la surveillance de la santé, mais sur la prévention des risques.

### 1.1.2 Le risque

Un risque est la probabilité de développer un dommage d'une certaine gravité, compte tenu de l'exposition à un certain facteur de risque et des conditions dans lesquelles se fait cette exposition.

La réduction du risque doit donc se faire, en réduisant l'exposition, en améliorant les conditions de cette exposition et en tentant de réduire la gravité des effets. Il s'agit d'agir de manière cohérente sur ces différents aspects.

### 1.1.3 Les compétences disponibles sont complémentaires

- Les compétences en santé et sécurité sont peut-être croissantes, du salarié, à l'expert, en passant par la ligne hiérarchique, les conseillers en prévention internes, les médecins du travail, les conseillers externes...
- Cependant, en même temps, la connaissance de ce qui se passe réellement dans la situation de travail diminue.
- Il est donc nécessaire de combiner ces 2 savoirs complémentaires de manière cohérente en fonction des besoins.

### 1.1.4 Le travailleur: acteur principal de la prévention

Dans la mesure où le but est le maintien et l'amélioration du bien-être du salarié, aucune action pertinente ne peut être entreprise sans la connaissance de la situation de travail que seul le salarié détient. Le salarié est alors l'acteur principal et non pas seulement l'objet de la prévention

### 1.1.5 La nature des problèmes

Le salarié "vit" sa situation de travail, non comme un ensemble de faits distincts et indépendants, mais comme un tout: le bruit influence les relations; l'organisation technique entre postes influence les risques musculosquelettiques; le partage des responsabilités influence le contenu du travail.

Une action cohérente sur la situation de travail nécessite donc une approche systémique, globale de cette situation, remettant tout problème qui fait surface dans son contexte.





### 1.1.6 Estimation vs mesurages

L'évaluation des risques s'intéresse prioritairement à la quantification, alors que la prévention demande que l'on s'intéresse au pourquoi des choses et à comment les modifier pour améliorer globalement la situation.

Les mesurages sont chers, longs, difficiles et souvent peu représentatifs. Ils seront donc réalisés à bon escient, plus tard, lorsque les solutions simples ont été mises en œuvre.

La préférence est donnée à la prévention sur l'évaluation des risques.

### 1.1.7 PME

Les méthodes développées dans les grandes entreprises ne sont pas applicables dans les PME, alors que l'inverse est vrai.

Les méthodes sont donc à développer en prenant en compte les capacités et moyens des PME où travaillent plus de 60% de la population de salariés.

## 1.2 STRATEGIE DE GESTION DES RISQUES

### 1.2.1 Introduction

La stratégie SOBANE, est constituée de quatre niveaux progressifs, Dépistage, Observation, Analyse et Expertise.

Il s'agit bien d'une stratégie, en ce sens qu'elle fait intervenir des outils, des méthodes, des moyens de plus en plus spécialisés, au fur et à mesure des besoins.

A chaque niveau, des solutions d'amélioration des conditions de travail sont recherchées.

Le recours au niveau suivant n'est nécessaire que si, malgré les améliorations apportées, la situation reste inacceptable.

Le niveau de Dépistage est réalisé quelle que soit la nature de l'élément (plainte, accident...) qui déclenche l'intérêt pour la situation de travail. Ce problème est ainsi remis dans son contexte et d'autres aspects conditionnant également la santé, la sécurité et le bien-être sont identifiés. Des solutions sont recherchées pour l'ensemble de la situation de travail.

Les niveaux suivants (Observation, Analyse, Expertise) ne sont menés que si le niveau précédent n'a pas abouti à solutionner le problème de manière totalement satisfaisante. La nécessité du passage aux autres niveaux dépend donc de la complexité de la situation de travail.

Les moyens mis en œuvre pour la recherche de solutions sont peu coûteux aux 2 premiers niveaux. Ils sont plus coûteux aux niveaux supérieurs mais utilisés à bon escient et appropriés à la situation rencontrée. La stratégie permet donc d'être plus efficace, plus rapidement et de manière moins coûteuse.

La stratégie permet également de situer les différents intervenants: les personnes des entreprises pour mener les niveaux de Dépistage et d'Observation, le recours à une aide généralement externe, le conseiller en prévention, pour l'Analyse et éventuellement un spécialiste pour l'Expertise.

## 1.2.2 Les 4 niveaux de la stratégie

### Niveau 1, Dépistage

Il s'agit ici seulement d'identifier les problèmes principaux et de remédier aux erreurs flagrantes telles que trous dans le sol, récipients contenant un solvant et laissés à l'abandon, écran tourné vers une fenêtre....

Cette identification est réalisée de manière interne, par des personnes de l'entreprise connaissant parfaitement les situations de travail, quand bien même elles n'ont pas de formation ou n'ont qu'une formation rudimentaire en ce qui concerne les problèmes de sécurité, de physiologie ou d'ergonomie. Ce seront donc les opérateurs eux-mêmes, leur encadrement technique immédiat, l'employeur lui-même dans les PME, un conseiller en prévention interne avec les opérateurs dans les entreprises plus grandes.

Un groupe formé de quelques opérateurs et de leur entourage professionnel (avec un conseiller en prévention, si disponible) réfléchit sur les principaux facteurs de risque, recherche les actions immédiates d'amélioration et de prévention et identifie ce qu'il faut étudier plus en détails.

Une personne au sein de l'entreprise, le coordinateur, est désignée pour mener à bien ce Dépistage et coordonner la mise en œuvre des solutions immédiates et la poursuite de l'étude (niveau 2, Observation) pour les points à approfondir.

La méthode utilisée est la méthode **Déparis** présentée dans le premier numéro de la collection SOBANE.

### Niveau 2, Observation

De nouveau, un groupe (de préférence le même) de travailleurs et de responsables techniques (avec un conseiller en prévention, si disponible) observent plus en détails les conditions de travail afin d'identifier les solutions moins immédiates et déterminer ce pour quoi l'assistance d'un conseiller en prévention est indispensable.

A défaut de pouvoir réunir un tel groupe de réflexion, l'utilisateur réalise seul l'Observation en recueillant auprès des opérateurs principalement les informations nécessaires.

Ce niveau 2, Observation, requiert une connaissance intime de la situation de travail sous ses différents aspects, ses variantes, les fonctionnements normaux et anormaux. La profondeur de cette Observation varie en fonction du facteur de risque abordé et en fonction de l'entreprise et de la compétence des participants.

De nouveau, un coordinateur (de préférence le même) est désigné pour mener à bien ce niveau d'Observation et coordonner la mise en œuvre des solutions immédiates et la poursuite de l'étude (niveau 3, Analyse) pour les points difficiles à approfondir.

### Niveau 3, Analyse

Lorsque les niveaux de Dépistage et Observation n'ont pas permis de ramener le risque à une valeur acceptable ou qu'un doute subsiste, il faut aller plus loin dans l'Analyse de ses composantes et dans la recherche de solutions.

Cet approfondissement doit être réalisé avec l'assistance de conseillers en prévention ayant la compétence requise et disposant des outils et des techniques nécessaires. Ces personnes seront en général des conseillers en prévention externes à l'entreprise, intervenant en étroite collaboration avec les conseillers en prévention internes (et non en leur lieu et place) pour leur apporter la compétence et les moyens nécessaires.

L'Analyse concerne la situation de travail dans des circonstances particulières déterminées au terme du niveau 2, Observation. Elle peut requérir des mesurages

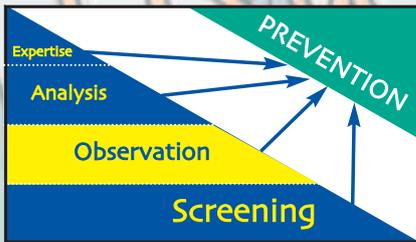


simples avec des appareils courants, ces mesurages ayant des objectifs explicitement définis d'authentification des problèmes, de recherche des causes, d'optimisation des solutions... Le point important de ce niveau est le recours à une aide généralement externe, un conseiller en prévention, ayant une formation suffisante dans le domaine de risque du problème résiduel.

Le conseiller en prévention et le coordinateur repartent du travail réalisé aux niveaux précédents. La première tâche est donc de revoir les résultats du Dépistage mais surtout de l'Observation. Ensuite, l'Analyse des items identifiés précédemment est réalisée. Les résultats de cette Analyse sont discutés avec les intervenants des niveaux précédents et en particulier le coordinateur. Ils décident éventuellement du recours à un spécialiste (Expertise) pour des mesurages sophistiqués et ponctuels.

#### Niveau 4, Expertise

- L'étude à ce niveau 4, Expertise, est à réaliser par les mêmes personnes de l'entreprise et conseillers en prévention, avec l'assistance supplémentaire d'experts très spécialisés. Elle va concerner des situations particulièrement complexes et requérir éventuellement des mesurages spéciaux.



### 1.3 MISE EN ŒUVRE GÉNÉRALE DES MÉTHODES D'OBSERVATION SOBANE

La méthode de **Dépistage Déparis** est idéalement utilisée au cours d'une réunion avec 4 à 7 personnes connaissant intimement la situation de travail ou appelées à intervenir dans la recherche et la concrétisation des solutions préconisées au cours de la réunion.

Au terme du **Dépistage**, il a été décidé par exemple

- de réparer les sols, remplacer certains outils et certains récipients contenant des produits chimiques, remplacer certains filtres sur certaines machines, déplacer des aires de stockage, rehausser un plan de travail...
- d'approfondir un ou plusieurs aspects de la situation de travail, par exemple: les aires de travail, les contraintes posturales, les produits chimiques...

#### 1.3.1 Mise en oeuvre

Selon la philosophie **SOBANE**, cet approfondissement est réalisé au moyen de la méthode d'**Observation** se rapportant au problème à étudier plus en détails et, de nouveau, au cours d'une réunion avec les mêmes personnes.

Alors que, au cours de la réunion **Déparis**, l'ensemble des aspects de la situation de travail était passé en revue, lors de la réunion d'**Observation**, la discussion est centrée sur un aspect particulier: le bruit dans l'atelier ou les manutentions ou le travail sur écran...

La mise en oeuvre reprend de nombreux points déjà décrits pour le niveau 1, **Dépistage Déparis**.

La direction doit au préalable à toute action

- avoir été informée pleinement des implications de l'utilisation de la méthode
- avoir pris conscience de ses engagements
- avoir marqué son total accord à sa mise en oeuvre

Les étapes de la mise en oeuvre sont les suivantes:

1. Information par la direction de la ligne hiérarchique et des salariés sur les objectifs poursuivis et engagement de celle-ci de tenir compte des résultats des réunions et des études.
2. Définition d'un petit groupe de postes formant un ensemble, une "situation" de travail: celui-ci devrait être le même que celui constitué au niveau 1, **Dépistage Déparis**
3. Désignation d'un coordinateur par la direction avec l'accord des travailleurs: de nouveau, ce devrait être la même personne que celle ayant coordonné le **Dépistage Déparis**.
4. Préparation du coordinateur: il lit la méthode d'**Observation** en détails et se forme à son utilisation. Il adapte l'outil à la situation de travail concernée en modifiant des termes, en éliminant certains aspects non concernés, en transformant d'autres ou encore en ajoutant des aspects supplémentaires.
5. Constitution d'un groupe de travail avec des travailleurs-clés de la situation de travail concernée, désignés par leurs collègues et leurs représentants et de personnels d'encadrement technique choisis par la direction. Il comprend au moins un homme et une femme en cas de groupe mixte. Ce groupe de travail devrait être le même que celui qui a participé au **Dépistage Déparis**, avec, éventuellement 1 ou 2 personnes en plus du bureau des méthodes, du service de maintenance ou encore du service des achats.
6. Réunion du groupe de réflexion dans un local calme près des postes de travail, de nouveau afin de pouvoir retourner directement aux postes de travail pour discuter certains points.
7. Explication claire par le coordinateur du but de la réunion et de la procédure. Les items à discuter peuvent, soit être distribués aux participants avant ou au début de la réunion, soit être projetés par rétroprojecteur ou multimédia sur un écran, de manière à guider efficacement la discussion.
8. Discussion sur chaque rubrique en se concentrant sur les aspects repris sous cette rubrique et en s'attardant, non pas à déterminer si la situation est pas, un peu ou beaucoup satisfaisante, mais à
  - **ce qui peut être fait pour améliorer la situation, par qui et quand**
  - **ce pour quoi il faudra demander l'assistance d'un conseiller en prévention lors d'un niveau 3, Analyse**
9. Après la réunion, synthèse par le coordinateur en mettant au net
  - les rubriques utilisées, contenant les informations détaillées ressortant de la réunion
  - la liste de solutions envisagées avec indication de qui fait quoi et quand
  - la liste des points à étudier plus en détails avec les priorités.
10. Présentation des résultats aux participants, révision, ajouts...
11. Finalisation de la synthèse.
12. Présentation à la direction et aux organes de concertation.
13. Poursuite de l'étude pour les problèmes non résolus au moyen de la méthode de niveau 3, **Analyse**, de la stratégie **SOBANE**.

**Le texte suivant peut aider à préciser le but de la réunion.**

"Au cours de la réunion, nous allons passer en revue tous les points relatifs au facteur de risque "——" qui font que le travail est difficile, dangereux, peu efficace ou désagréable.

L'objectif n'est pas de savoir si c'est facile ou agréable à 20, 50 ou 100 %.

Il est de trouver ce qui peut être fait concrètement, tout de suite, dans 3 mois et plus tard pour que ce soit plus efficace et plus agréable. Il peut s'agir de modifications techniques, de nouvelles techniques de travail, mais aussi de meilleures communications, de réorganisation des horaires, de formations plus spécifiques.

Pour certains points, nous devrions arriver à dire ce qu'il faut changer et comment concrètement le changer.

Pour d'autres, des études complémentaires devront être réalisées.

La Direction s'engage à établir un plan d'actions dans le but de donner suite au mieux à ce qui sera discuté."





A défaut de pouvoir organiser une réunion de 3 à 6 personnes, le **coordinateur** conduira l'**Observation** seul ou avec une ou deux personnes et éventuellement sur le lieu même de travail. Cette solution non idéale reste utile puisqu'elle fait progresser la prévention et prépare le recours éventuel à un conseiller en prévention externe.

Le **coordinateur** ou ces personnes doivent cependant:

- bien connaître le poste de travail (aussi bien que les opérateurs eux-mêmes !)
- prendre les avis des opérateurs de façon informelle
- avoir des connaissances techniques pour la recherche et la mise en œuvre pratique des solutions
- retourner par la suite directement ou indirectement vers les opérateurs et leur encadrement technique pour avis sur les solutions envisagées.

**Cette façon de faire n'est donc conseillée que si la mise sur pied d'une réunion d'un groupe de travail n'est pas possible, à ce moment là, au sein de l'entreprise.**

### 1.3.2 Le rapport

Ce rapport doit comprendre:

- L'exposé du problème:
  - la façon dont le problème est apparu et a été posé au départ: plaintes, maladies, absences ...
  - les avis des opérateurs et des personnes de l'entreprise lors du niveau de **Dépistage**.
- Les résultats de l'intervention, sans trop s'attarder aux différentes interventions successives mais en rendant aux intervenants leurs mérites respectifs:
  - les aspects qui ont été **Observés** en détails et les solutions proposées.
  - le cas échéant, les aspects pour lesquels une **Analyse** est à réaliser.
- Une synthèse des solutions et améliorations techniques ou organisationnelles.
- Une justification globale de ces solutions, en montrant que:
  - elles sont réellement susceptibles de résoudre les problèmes décrits précédemment
  - elles ne vont pas engendrer d'autres problèmes pour l'ensemble ou pour certains opérateurs
  - elles sont compatibles avec les exigences de productivité et de rentabilité de l'entreprise.
- La justification éventuelle de la nécessité d'une **Analyse** complémentaire.
- Un schéma de réalisation des solutions préconisées avec **qui fait quoi, quand, comment** et avec quel **suivi** dans le temps, afin d'augmenter la probabilité que le rapport soit suivi d'effets concrets.
- Une synthèse de ce rapport final en 1 page reprenant les solutions techniques principales.

### 1.3.3 Présentation écrite

La critique majeure concernant de tels rapports est qu'ils sont en général beaucoup trop littéraires et conventionnels.

Le but étant de donner l'information nécessaire à la prise de décision, le rapport doit être court, simple et débarrassé de toute considération superflue, générale ou hors de propos.

Sans tomber dans le style télégraphique:

- des alinéas, des retraits sont utilisés, comme dans le présent texte, pour souligner et hiérarchiser les informations
- le nombre de tableaux, de graphiques statistiques... est réduit au minimum
- les informations y sont présentées sous une forme systématique, facile à saisir, intuitive

- des schémas techniques, photos, sont utilisés si nécessaire.

Enfin, le texte est revu mot par mot pour

- supprimer toute répétition;
- simplifier la lecture et la compréhension;
- respecter la suite logique des items, idées ...;
- faciliter la recherche d'une information particulière.

Contrairement à l'habitude, le rapport commencera par la synthèse de 1 page, repoussant en second plan et en annexe l'information détaillée.

### 1.3.4 Présentation orale

Les circonstances déterminent la procédure exacte à suivre.

Idéalement cependant, la synthèse doit être présentée simultanément ou séquentiellement:

- A l'employeur, parce qu'il a la responsabilité des conditions de santé au travail et est celui qui décide.
- Aux opérateurs, parce qu'ils sont directement concernés. La mise en œuvre de solutions techniques, même excellentes, sans consultation préalable des intéressés, compromet temporairement, voire définitivement, leur efficacité.
- A toutes les personnes qui ont participé aux différentes étapes de l'intervention, parce qu'ils en ont le mérite principal.
- A la hiérarchie, à l'encadrement technique, parce qu'ils sont responsables de la mise en œuvre et du maintien des solutions.
- Aux autres partenaires de la prévention (médecins du travail, conseillers en prévention ...), bien naturellement.

Le succès de l'intervention dépend non seulement de sa qualité, mais bien souvent surtout de la façon dont elle est présentée.

Alors que tous les protagonistes (employeurs, encadrement, opérateurs) pensent bien connaître les conditions de travail, ils en ont des visions parfois étonnamment différentes. Des photos sont alors très utiles pour arriver à une représentation commune de la situation et des problèmes, ainsi que des possibilités d'amélioration. Elles doivent attirer l'attention sur le travail qui est réalisé et les conditions générales de travail, et non pas sur la manière dont tel ou tel opérateur le réalise.

### 1.3.5 Suite de l'étude

Si l'étude d'**Observation** met en évidence des points nécessitant une **Analyse** plus approfondie, un conseiller en prévention spécialisé dans le domaine concerné doit être contacté.

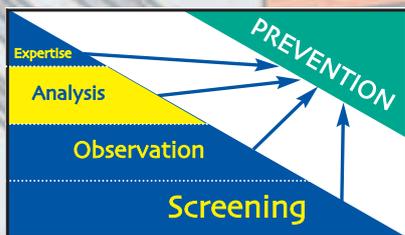
La démarche à adopter avec ce conseiller en prévention est de:

- lui donner connaissance du travail accompli précédemment aux niveaux **Dépistage** et **Observation**
- revoir ces résultats, conclusions, propositions de solutions
- confirmer ou amender ces propositions
- définir de manière précise ce qui fera l'objet de l'**Analyse** et dans quel but

Tous les documents de travail des différents niveaux seront conservés dans l'entreprise afin de servir plus tard de point de référence lors de modifications des postes ou lors de la conception de nouvelles conditions de travail.



## 1.4 MISE EN ŒUVRE GÉNÉRALE DES MÉTHODES D'ANALYSE SOBANE



Les méthodes de **Dépistage Déparis** et des méthodes d'**Observation** sont idéalement utilisées au cours d'une réunion avec 4 à 7 personnes connaissant intimement la situation de travail ou appelées à intervenir dans la recherche et la concrétisation des solutions préconisées au cours de la réunion.

- Au terme du **Dépistage**, il a été décidé par exemple
  - de réparer les sols, remplacer certains outils et certains récipients contenant des produits chimiques, remplacer certains filtres sur certaines machines, déplacer des aires de stockage, rehausser un plan de travail...
  - d'approfondir un ou plusieurs aspects de la situation de travail lors d'une ou de plusieurs réunions d'**Observation** particulières: par exemple: les aires de travail, les contraintes posturales, les produits chimiques...
- Au cours de la réunion d'**Observation** relative, par exemple aux produits chimiques - la situation a été revue, les solutions envisagées lors du **Dépistage** ont été validées et diverses solutions complémentaires ont été proposées pour contrôler les déchets et les emballages. Par contre, reste un problème majeur de ventilation des locaux
- La méthode d'**Analyse** va donc porter sur ce problème de ventilation, tout en revoyant la situation générale du point de vue de ces produits chimiques et ce qui a été proposé jusque là.

Au contraire des méthodes de **Dépistage** et d'**Observation**, l'**Analyse** est réalisée dans un premier temps par un **conseiller en prévention** souvent extérieur à l'entreprise qui n'a pas nécessairement participé aux réunions de **Dépistage** et d'**Observation**. Il convient donc qu'il se mette d'abord au courant de ce qui a déjà été fait et revoit les choix et actions envisagées, avant d'entreprendre des investigations complémentaires.

La démarche à adopter par ce **conseiller en prévention** est la suivante:

1. **Révision** des résultats du **Dépistage** et de l'**Observation** de la situation de travail avec le **coordinateur** qui a mené les études à ces deux premiers niveaux:
  - en prenant connaissance du travail accompli précédemment aux niveaux **Dépistage** et **Observation**
  - en revoyant ce travail et les différentes solutions envisagées et en y apportant sa compétence pour les confirmer ou non
  - en déterminant les aspects qui nécessitent une **Analyse** particulière complémentaire.
2. **Analyse** proprement dite de la situation de travail sous ces points particuliers, et en collaboration avec les personnes de l'entreprise
  - en étudiant plus en profondeur ces aspects particuliers
  - en réalisant éventuellement des mesurages, toujours dans une optique de prévention
  - en aidant l'entreprise à mettre en œuvre les solutions préconisées.

Une **quantification** des risques peut s'avérer nécessaire, afin, par exemple, de souligner l'importance d'un problème, pour justifier la mise en œuvre de solutions ou encore afin d'établir une liaison entre une exposition et un traumatisme ou une maladie professionnelle.

La durée de l'**Analyse** et donc son coût dépendent directement du problème rencontré et de la nécessité ou non de quantifier certaines contraintes ou expositions.

### 1.4.1 Révision de l'Observation avec le conseiller en prévention

Dans l'esprit de la continuité de la stratégie et de la collaboration entre les partenaires des niveaux successifs, les informations collectées au niveau du **Dépistage** et au niveau d'**Observation** sont passées en revue par le **conseiller en prévention**



avec ceux qui ont étudié ces informations et, au minimum, le **coordinateur** à ces niveaux (animateur du groupe ou à défaut l'observateur isolé).

La discussion doit porter sur:

- Les informations relatives à la situation de travail: organisation du travail, rotation des opérateurs, variation de la production au cours de la journée, de la semaine, de l'année, ...
- Les différentes solutions qui ont été dégagées, en les confirmant ou non.
- Les aspects qui nécessitent une **Analyse** complémentaire.

Le **conseiller en prévention** est appelé à:

- Confirmer ou non les solutions préconisées, mises ou non en œuvre lors des niveaux 1, **Dépistage** et 2, **Observation**.
- Analyser plus en profondeur certains problèmes qui n'ont pu être résolus jusque là.
- Aider l'entreprise à mettre en œuvre les solutions préconisées.

## 1.4.2 Analyse proprement dite

### A. Objectifs

Cette seconde phase de l'**Analyse** a pour but de rechercher des solutions aux problèmes non résolus précédemment. Elle est donc orientée vers certains aspects particuliers de la situation de travail.

Elle va consister en une collecte d'informations plus spécifiques ou moins évidentes pour déterminer ce sur quoi il serait possible d'agir pour résoudre ces problèmes particuliers.

Cette collecte d'informations spécifiques doit être préparée par le **conseiller en prévention**, avec les **personnes de l'entreprise** et le **coordinateur** qui ont réalisé les niveaux antérieurs.

Dans certains cas, l'**Analyse** demandera d'observer en détails certains opérateurs. Le choix est crucial. Si ce choix est mal fait c'est à dire non représentatif, les résultats de l'**Analyse** ne seront pas fiables et aucune information ne pourra en être déduite pour l'ensemble des opérateurs.

Le nombre d'opérateurs à observer dépend de la taille du groupe. Le tableau suivant est basé sur des notions de statistiques. Il donne la taille de l'échantillon nécessaire pour qu'on soit sûr à 95% qu'au moins un opérateur parmi les 20% les plus "exposés" fasse partie de l'étude. Cette probabilité n'est correcte que si l'échantillonnage est purement aléatoire, ce qui n'est donc pas strictement le cas. Le tableau permet cependant de déterminer l'ordre de grandeur du nombre d'opérateurs à considérer idéalement.

Taille du groupe N	N ≤ 6	7-8	9-11	12-14	15-18	19-26	27-43	44-50	>50
Taille de l'échantillon N <sub>s</sub>	N	6	7	8	9	10	11	12	14

### B. Conditions de travail à analyser

Tout comme pour le choix des opérateurs, le choix des moments où l'**Analyse** sera conduite ne peut pas être laissé au hasard, mais doit autant que nécessaire tenir compte des différentes variations des conditions de travail liées à:

- la production: normale, habituelle, saisonnière...
- l'état de la ligne de production: machines en panne, mal réglées, nouvelles ...
- la rotation des opérateurs.
- l'absentéisme.

A défaut de temps ou de moyens pour étudier les points à approfondir dans tous ces cas de variations, il apparaît indispensable de caractériser correctement les situ-





ations analysées en vérifiant si elles sont bien représentatives des conditions générales ou des conditions les plus mauvaises. A titre d'exemple, il n'est peut-être pas possible d'étudier les conditions de travail quand tous les opérateurs sont présents et quand l'un d'eux ou plusieurs manquent. Cependant, il est nécessaire de vérifier si ce changement dans le nombre d'opérateurs a une influence sur les procédures de travail et l'exposition des travailleurs. Si c'est le cas, il sera nécessaire de prouver la pertinence générale de l'**Analyse** réalisée.

Le **conseiller en prévention** va rechercher l'information manquante par des méthodes qu'il choisira en fonction des besoins:

- en comparant les façons de travailler de certains opérateurs;
- en cherchant à comprendre ce qui détermine ces différences;
- en recherchant ce sur quoi on peut agir techniquement
- ...

La méthode principale est l'observation directe des opérateurs dans leur situation de travail. Pour certains aspects tels que la disposition des postes, l'organisation du travail, les risques de troubles musculosquelettiques, les manutentions...des photos ou une vidéo peuvent être des outils complémentaires, mais ne peuvent pas remplacer cette observation directe. Elles permettent cependant, en plus:

- la vision des mêmes images par différentes personnes (opérateurs, service méthodes ...) afin d'obtenir des avis complémentaires.
- l'étude de la pertinence et de l'impact réel de certaines solutions proposées.
- la constitution plus tard d'un matériel didactique pour former les opérateurs et en particulier les débutants.
- la mise au point d'aide pour la mise en œuvre efficace de certaines solutions préconisées, comme l'organisation d'une formation à la manutention.

Un des risques liés à l'utilisation de la vidéo est de modifier le comportement et donc la façon de travailler de l'opérateur qui se sait filmé. Ce risque est minimisé si:

- Une étroite collaboration a été établie précédemment entre le **conseiller en prévention** et les opérateurs.
- Les raisons de ces enregistrements vidéo et l'usage qui en sera fait ont été clairement expliqués à chaque opérateur et ce d'autant plus s'il n'a pas participé aux niveaux précédents de la stratégie.
- Son consentement a été acquis tout à fait librement.

### C. Mesurages éventuels

Dans certains cas, le **conseiller en prévention** jugera peut-être nécessaire de réaliser quelques mesurages: éclairage, vitesse de l'air, forces, concentrations... Des mesurages simples peuvent être effectués et les méthodes d'**Analyse** développées et présentées dans les différents domaines, les décrivent.

Les mesurages sophistiqués, utilisant des appareils complexes, tels que luminancemètres, analyseurs de fréquences, goniomètres...sont cependant à réserver au niveau 4 **Expertise** et réalisés à bon escient par des **experts** spécialement compétents.

### D. Exploitation des données

L'exploitation des données est la partie qui requiert toutes les compétences du **conseiller en prévention**.

Aucune méthodologie particulière ne peut donc être définie: les problèmes sont connus, on sait ce que l'on recherche.

Il y a lieu d'insister sur le fait que l'**Analyse** ainsi décrite est totalement différente de la **quantification** qui serait réalisée dans un but épidémiologique par exemple.

Les questions auxquelles on tente de répondre sont ici du type: pourquoi la situation est telle; que peut-on faire pour la modifier.

Les discussions sur ces questions devraient conduire directement vers les solutions.

Par contre, la méthode de quantification cherche à répondre à des questions du type: quel est le pourcentage du temps pendant lequel le travailleur est exposé à tel risque.

Pour ce faire, elle cherche à quantifier les temps, les concentrations, les niveaux.... sans se soucier directement des raisons de ces contraintes.

L'**Analyse** circonstanciée des informations collectées et la recherche des solutions n'est pas du ressort exclusif du **conseiller en prévention**, même si, dans la majorité des cas, il en était l'exécutant.

- Idéalement doivent y participer directement ceux qui connaissent les contingences techniques et pratiques – les **opérateurs** et l'**encadrement**.
- A défaut d'une participation directe, il faudra leur demander, plus tard, mais avant toute mise en œuvre, leur avis sur les recommandations formulées par le **conseiller en prévention**. Cette intervention en cascade est la plus fréquente. Elle n'est pas toujours celle qui conduit aux meilleures solutions et certainement pas le plus rapidement.

Le succès de l'intervention du **conseiller en prévention** est directement lié à:

- La qualité du travail effectué aux niveaux antérieurs de l'intervention.
- La qualité de cette concertation avec les personnes concernées de l'entreprise.

### 1.4.3 Synthèse des résultats au terme de l'analyse

Au terme de l'**Analyse**, un rapport est en général attendu du conseiller en prévention.

**Le processus de préparation, présentation et discussion du rapport final doit être structuré dès le départ, de sorte qu'il aboutisse à des décisions, quelles qu'elles soient (fussent-elles de ne rien faire!).**

Pour ce faire, dès le début de l'intervention du **conseiller en prévention**, la procédure doit être définie une fois pour toutes en ce qui concerne:

- les personnes de l'entreprise avec qui le **conseiller en prévention** collaborera
- la programmation dans le temps
- la nature du rapport
- la ou les présentations de ce rapport
- la suite qui lui sera donnée, avec si nécessaire l'intervention d'un **expert**
- la façon dont la situation de travail sera suivie plus tard en ce qui concerne la mise en œuvre des solutions et l'étude de leur efficacité
- la planification, avec **qui fait quoi, quand** et **comment**, indispensable pour que les recommandations ne restent pas lettres mortes mais se traduisent par des actions concrètes pour les opérateurs.

#### A. Le contenu

Cette **Analyse** devrait normalement être la dernière étape de l'intervention. Le rapport doit donc faire la synthèse de toutes les informations progressivement récoltées et des solutions/améliorations progressivement mises en œuvre ou projetées.

Ce rapport doit comprendre:

- L'exposé du problème:
  - la façon dont le problème est apparu et a été posé au départ: plaintes, maladies, absences ...
  - les avis des opérateurs et des personnes de l'entreprise lors du niveau de **Dépistage**.
- Les résultats de l'intervention, sans trop s'attarder aux différentes interventions successives mais en rendant aux intervenants leurs mérites respectifs:
  - les aspects qui ont été **Observés** en détails et les solutions proposées.





- les aspects qui ont été **Analysés** en détails et les solutions qui sont proposées.
- le cas échéant, les aspects pour lesquels une **Expertise** est à réaliser.
- Une synthèse des solutions et améliorations techniques ou organisationnelles.
- La proposition d'élaboration de prototypes ou la réalisation d'essais si certaines solutions demandent à être mises au point techniquement.
- Les mesures à prendre le cas échéant pour l'information et la formation adéquate des opérateurs en ce qui concerne:
  - les procédures de travail optimales et celles à éviter
  - les risques de santé et de sécurité
- Une hiérarchisation des mesures préconisées selon:
  - ce qui est indispensable
  - ce qui est nécessaire
  - ce qui est souhaitable
- Une justification globale de ces solutions, en montrant que:
  - elles sont réellement susceptibles de résoudre les problèmes décrits précédemment
  - elles ne vont pas engendrer d'autres problèmes pour l'ensemble ou pour certains opérateurs
  - elles sont compatibles avec les exigences de productivité et de rentabilité de l'entreprise.
- La justification éventuelle de la nécessité d'une **Expertise** complémentaire.
- Un schéma de réalisation des solutions préconisées avec **qui fait quoi, quand, comment** et avec quel suivi dans le temps, afin d'augmenter la probabilité que le rapport soit **suivi** d'effets concrets.
- Une synthèse de ce rapport final en 1 page reprenant les solutions techniques principales.

## B. Présentation écrite

La critique majeure concernant de tels rapports est qu'ils sont en général beaucoup trop littéraires et conventionnels.

Le but étant de donner l'information nécessaire à la prise de décision, le rapport doit être court, simple et débarrassé de toute considération superflue, générale ou hors de propos.

Sans tomber dans le style télégraphique:

- des alinéas, des retraits sont utilisés, comme dans le présent texte, pour souligner et hiérarchiser les informations
- le nombre de tableaux, de graphiques statistiques... est réduit au minimum
- les informations y sont présentées sous une forme systématique, facile à saisir, intuitive
- des schémas techniques, photos, sont utilisés si nécessaire.

Enfin, le texte est revu mot par mot pour

- supprimer toute répétition;
- simplifier la lecture et la compréhension;
- respecter la suite logique des items, idées ...;
- faciliter la recherche d'une information particulière.

Contrairement à l'habitude, le rapport commencera par la synthèse de 1 page, repoussant en second plan et en annexe l'information détaillée.

## C. Présentation orale

Les circonstances déterminent la procédure exacte à suivre.

Idéalement cependant, la synthèse doit être présentée simultanément ou séquentiellement:

- A l'employeur, parce qu'il a la responsabilité des conditions de santé au travail et est celui qui décide.

- Aux opérateurs, parce qu'ils sont directement concernés. La mise en œuvre de solutions techniques, même excellentes, sans consultation préalable des intéressés, compromet temporairement, voire définitivement, leur efficacité.
- A toutes les personnes qui ont participé aux différentes étapes de l'intervention, parce qu'ils en ont le mérite principal.
- A la hiérarchie, à l'encadrement technique, parce qu'ils sont responsables de la mise en œuvre et du maintien des solutions.
- Aux autres partenaires de la prévention (médecins du travail, conseillers en prévention ...), bien naturellement.

Le succès de l'intervention dépend non seulement de sa qualité, mais bien souvent surtout de la façon dont elle est présentée. Dès lors, un soin particulier doit être apporté à l'élaboration du matériel audiovisuel. Ce point sort des objectifs du présent document et ne sera pas abordé, sauf en ce qui concerne l'exploitation des enregistrements vidéo.

Alors que tous les protagonistes (employeurs, encadrement, opérateurs) pensent bien connaître les conditions de travail, ils en ont des visions parfois étonnamment différentes. Des photos ou une bande vidéo sont alors très utiles pour arriver à une représentation commune de la situation et des problèmes, ainsi que des possibilités d'amélioration. Elles doivent attirer l'attention sur le travail qui est réalisé et les conditions générales de travail, et non pas sur la manière dont tel ou tel opérateur le réalise.

Des photos ou une bande vidéo peuvent également être préparées dans une optique de formation des opérateurs et en particulier des nouveaux arrivés dans la situation concernée. Il s'agit cette fois de photos ou de vidéos orientées vers la façon de réaliser le travail. Ce sont donc des photos ou vidéos différentes mais complémentaires des précédentes. **Avec l'accord individuel de chaque opérateur** (après qu'il a été complètement informé des objectifs poursuivis), ces photos ou vidéos sont préparées de manière à illustrer certaines manières de travailler qui peuvent être "dangereuses" et les comparer à d'autres, plus favorables pour la sécurité ou la santé (façon de travailler, tel outil plutôt qu'un autre, économies de forces, rangement, circulation...). Cette bande ne pourra être utilisée par la suite, de nouveau, qu'avec l'accord des opérateurs et à condition qu'aucune culpabilisation ne soit possible.

#### D. Suite de l'étude

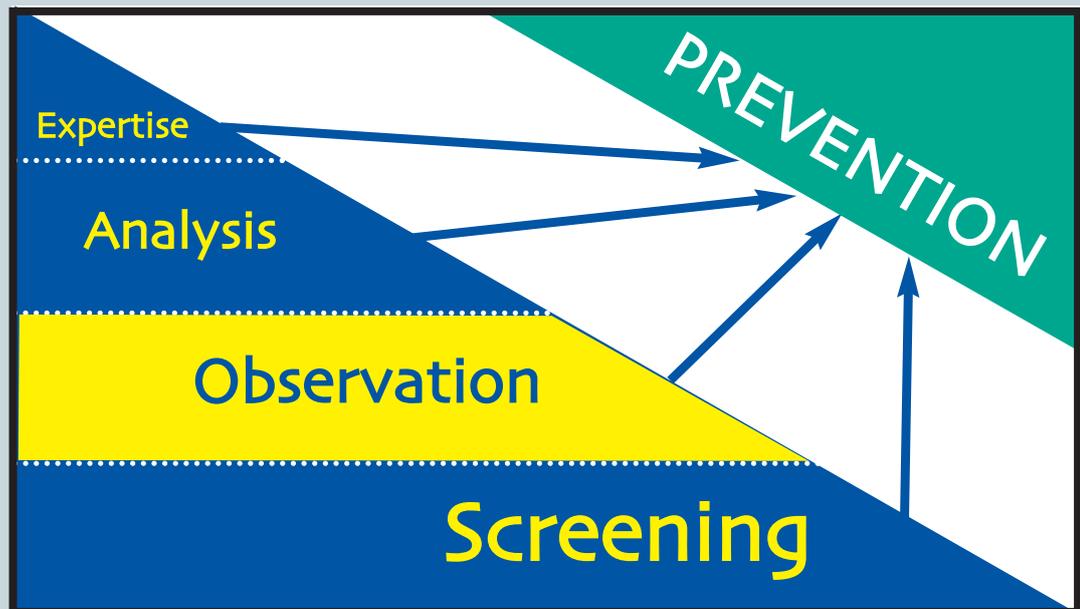
Si l'étude a démarré suite à des plaintes concrètes chez certains opérateurs, il reste à s'occuper concrètement de ces personnes pour qu'elles récupèrent et puissent retrouver le plus vite possible des conditions de vie et des conditions de travail normales. C'est là un problème médical que doit traiter directement ou indirectement (avec le médecin généraliste) le médecin du travail.

Il y a lieu d'attirer l'attention sur le fait que des conditions de travail peuvent être acceptables pour un opérateur, mais rester dangereuses pour un autre. La récupération peut s'en trouver ralentie ou, dans certains cas, les problèmes peuvent continuer à s'aggraver. Il ne s'agit donc pas de remettre directement au travail les personnes avec des problèmes de santé dès que les conditions de travail ont été améliorées.

Tous les documents de travail qui ont servi aux différents niveaux seront conservés dans l'entreprise afin de servir plus tard de point de référence lors de modifications des postes ou lors de la conception de nouvelles conditions de travail.



## 2. NIVEAU 2: OBSERVATION



## 2.1 INTRODUCTION

### 2.1.1 Objectifs

- Étudiez la situation **en général** et **sur le terrain**, en ce qui concerne:
  - les conditions de travail
  - les problèmes d'électricité
- Déterminez les mesures techniques immédiates qui peuvent être prises pour prévenir/améliorer les risques.
- Déterminez si une **Analyse** (niveau 3) plus approfondie
  - est nécessaire
  - avec quelle urgence
  - avec quels objectifs.

### 2.1.2 Qui?

- Les **salariés** et leur **encadrement**.
- Les **personnes de l'entreprise** (encadrement, bureau d'étude, conseillers en prévention internes) connaissant parfaitement la situation de travail.

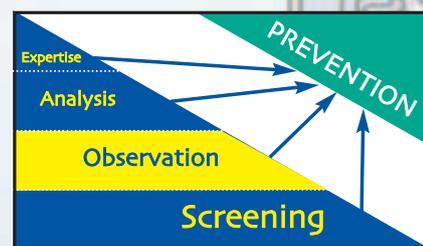
### 2.1.3 Comment?

**Une description plus détaillée de la façon de mettre en oeuvre les méthodes d'Observation se trouve dans l'introduction générale de la méthode SOBANE.**

**Seules les directives principales sont rappelées ci-dessous.**

La démarche est semblable à celle utilisée lors du niveau 1, **Dépistage Déparis** et les participants devraient être les mêmes:

1. Définition du petit groupe de postes formant une "**situation**" de travail
  2. Désignation d'un **coordinateur**
  3. Préparation du coordinateur: il lit la **méthode d'Observation** en détails, se forme à son utilisation et adapte l'outil à la situation de travail
  4. Constitution d'un **groupe de travail** avec des travailleurs-clés et de personnels d'encadrement technique. Ce groupe comprend au moins un homme et une femme en cas de mixte
  5. Réunion du groupe de réflexion dans un local calme près des postes de travail (pendant 2 heures en moyenne)
  6. Explication claire par le coordinateur du but de la réunion et de la procédure
  7. Discussion sur chaque rubrique en se concentrant sur
    - ce qui peut être fait **concrètement** pour améliorer la situation, par qui et quand
    - ce pour quoi il faudra demander l'**assistance** d'un conseiller en prévention au niveau d'**Analyse**
- La discussion porte sur la situation de travail en prenant en compte les caractéristiques des travailleurs et, en particulier, le fait qu'il s'agit d'hommes ou de femmes, de sujets jeunes, de plus âgés, de personnes connaissant la langue locale ou non...
8. Après la réunion, préparation de la synthèse des résultats par le coordinateur, en mettant au net
    - les tableaux utilisés, contenant les informations détaillées ressortant de la réunion
    - la liste de solutions envisagées avec des propositions sur **qui fait quoi** et **quand**



- la liste des points à étudier plus en détails à un niveau 3, **Analyse**, avec les priorités.
9. Les résultats sont présentés aux participants, à la direction et au comité de prévention et de protection au travail pour révision, ajouts et décisions
  10. Poursuite de l'étude pour les problèmes non résolus par la méthode de niveau 3, **Analyse**.

A défaut de pouvoir organiser une réunion de 3 à 6 personnes, le **coordinateur** conduit l'**Observation** seul ou avec une ou deux personnes et éventuellement sur le lieu même de travail. Cette solution non idéale reste utile puisqu'elle fait progresser la prévention et prépare le recours éventuel à un conseiller en prévention externe.

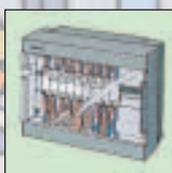
### 2.1.4 Points à discuter

1. **Inspection** systématique et recherche de mesures de **Prévention/amélioration** concernant:
  - l'installation électrique: vérification des prises, des interrupteurs, des câbles, du compteur...
  - les équipements électriques et leur raccordement: machines fixes, machines portatives...
  - l'installation d'éclairage: interrupteurs, luminaires, lampes...
  - les procédures de travail en sécurité lors d'intervention sur l'installation ou sur l'équipement
2. **Synthèse**: jugement de la situation de travail **dans son ensemble**:
  - jugement de la situation **actuelle**
  - jugement de la situation **future**
3. **Bilan des actions de prévention/amélioration: qui fait quoi quand**
  - nécessité d'une **Analyse**, niveau 3, urgence et objectifs.
4. **Mesures à court terme**

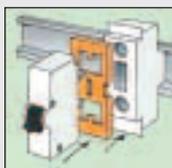
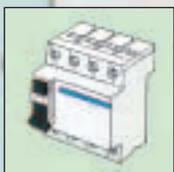
## 2.2. PROCÉDURE

### 2.2.1. Installation électrique

- Dernier rapport de visite de l'organisme de contrôle agréé (Fiche 4)
  - tous les 5 ans pour une installation basse tension
  - tous les ans pour une installation haute tension
- Etat du compteur: faire appel éventuellement à la société de distribution responsable du raccordement au réseau
- Etat de la boîte à fusibles (Fiche 2)
  - vérifiez la présence d'un schéma électrique à jour
  - vérifiez le repérage des fusibles: étiquettes claires et toujours lisibles avec mention des locaux, prises, interrupteurs... protégés par chaque fusible
  - assurez-vous de la présence de différentiels
    - \* d'un différentiel général de 300 mA
    - \* d'un différentiel de 30 mA pour les circuits dits humides (locaux humides)
    - \* si pas de différentiel 300mA ou 30mA, recherchez les raisons auprès de l'électricien (**Analyse**, niveau 3)
    - \* testez le bon fonctionnement de chaque différentiel (idéalement plusieurs fois par an)
  - contrôlez la fixation des supports des fusibles
    - \* coupez l'alimentation électrique avant de contrôler
    - \* en faisant bouger le fusible
    - \* sans ouvrir l'intérieur du coffret (réservé à un électricien)
  - contrôlez la fixation des flexibles dans les supports



source Brico



- vérifiez l'état des fusibles (traces de brûlures)
  - \* préférez les fusibles à réarmer
  - \* testez le bon fonctionnement de chaque fusible à réarmer
  - \* remplacez toujours un fusible par un autre de même calibre
- recherchez les raisons si un fusible saute souvent

### Que faire de concret pour améliorer directement la situation ?

#### Que faut-il étudier plus en détails ?

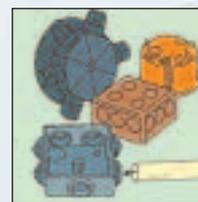
- Etat des boîtes de dérivation
  - couvercle présent
  - pas de chaleur anormale au contact de la boîte
- Etat des fils et des câbles
  - vérifiez que les câbles ont été fixés sans les endommager (pas de clous ou d'agrafes)
  - vérifiez que les fils ont été placés dans des gaines plastiques de protection (tubes rigides ou souples)
  - vérifiez que les câbles ou les fils ne sont pas accrochés à d'autres canalisations
- Etat des prises, des interrupteurs, des câbles, des allonges, des cordons ...
  - faites vérifier le matériel par un électricien dès qu'un de ces éléments est anormalement chaud
  - vérifiez que les allonges ne sont utilisées que pour un travail temporaire
  - vérifier qu'aucun câble, allonge, cordon ne traîne sur le sol ou n'est susceptible d'être endommagé
  - si nécessaire, prévoyez un système de protection (exemple: câbles dans une rigole protégée contre le passage de véhicules par une plaque métallique)
  - revoir le nombre et l'emplacement des prises de manière à minimiser l'utilisation de ces allonges
- Raccordements électriques
  - seul un électricien qualifié peut effectuer un raccordement (nouvelles prises, nouvelles lignes, ajout d'un différentiel...), en tenant compte:
    - \* de la section du fil à employer
    - \* de l'intensité nominale du fusible
    - \* des appareils déjà protégés par ce fusible
    - \* un équipement ne peut jamais être raccordé directement dans la boîte à fusible ni avant un fusible
- Vérifiez que l'installation est bien raccordée à un piquet de terre par un sectionneur
- Vérifiez ensuite que tous les éléments métalliques (tuyaux de chauffage, conduites de gaz ou d'eau, cuves...) sont bien raccordés à une prise de terre (fil jaune et vert) *(Fiche 1)*
- Vérifiez l'absence de problèmes d'électricité statique *(Fiche 5)*

### Que faire de concret pour améliorer directement la situation ?

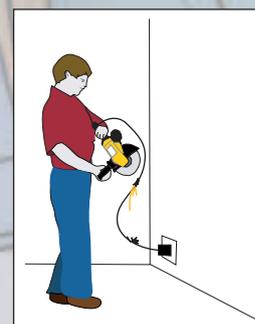
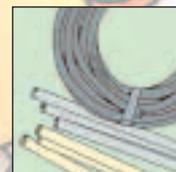
#### Que faut-il étudier plus en détails ?

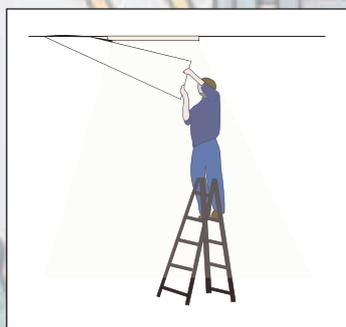
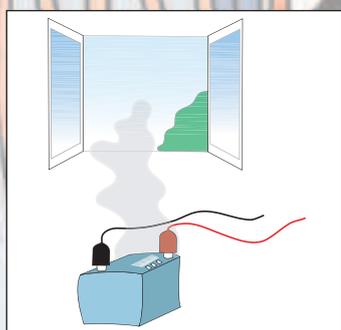
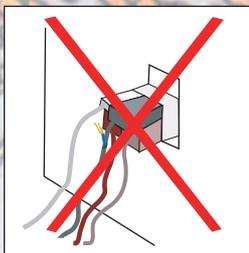
## 2.2.2. Equipements électriques

- Etat de l'équipement, contrôlez
  - l'état général : cassé, abîmé, traces de brûlures...
  - les boutons de mise en marche: faux contact...
  - les sécurités de démarrage
  - les boutons d'arrêts
  - les boutons d'arrêts d'urgence: testez s'ils sont toujours opérationnels



source Brico





- Raccordement des équipements: vérifiez
  - l'état général des câbles:
    - \* pas de détériorations, de traces de brûlure, de fils dénudés, de fils qui sortent de la prise
    - \* pas de nœuds dans le câble
  - la mise à la terre:
    - \* mise à la terre de l'équipement lui-même: présence d'un fil de terre
    - \* fiches avec prise de terre
    - \* respect de la mise à la terre: par exemple, utilisation d'une allonge avec fil de terre
  - l'utilisation de fiches de raccordement adaptées aux prises:
    - \* fiches pour du monophasé 220V (2 fils + terre) ou du triphasé 220V ou 380V (3 fils ou 4 fils + terre)
    - \* utilisation de fiches mâles uniquement
  - le branchement de chaque équipement ou machine sur une alimentation (prise) séparée
- Recharge des batteries (Fiche 6)
  - local ventilé et sans source de feu (interdiction de fumer par exemple)
  - état de la batterie: détériorations, bornes oxydées, étanchéité (fuite d'acide corrosif)
  - niveau du liquide dans la batterie
  - raccordement
  - temps de charge
  - bac de rétention en cas de fuite

**Que faire de concret pour améliorer directement la situation ?**

**Que faut-il étudier plus en détails ?**

### 2.2.3. Installation d'éclairage

- Interrupteurs: vérifiez
  - leur état
  - leur emplacement: à bonne hauteur, faciles à trouver, en particulier dans les locaux sombres (interrupteurs munis d'un témoin lumineux)
- Luminaires et lampes: vérifiez
  - l'état général
  - la puissance de la lampe, égale ou inférieure à la puissance maximale du luminaire
  - la présence de lampes défectueuses ou qui papillotent
    - \* lors du remplacement d'une lampe, l'interrupteur n'est pas suffisant pour protéger la personne d'un choc électrique si les deux fils ne sont pas coupés. Il est donc préférable de couper l'alimentation locale ou générale.
  - l'existence d'un risque d'incendie ou de brûlure dû à des lampes halogènes ou à filament (chaudes) localisées près de matériaux combustibles
    - \* évitez les sources de lumière qui produisent de la chaleur
- Eclairage de sécurité (sûreté):

Eclairage qui permet, en cas de défaillances de l'éclairage normal, de cheminer jusqu'en lieu sûr et de gagner les sorties du bâtiment, mais aussi de voir les obstacles et d'exécuter les manœuvres nécessaires en cas d'incendie

Vérifiez

- l'état des lampes de secours
- l'état de charge des batteries alimentant ces lampes (bouton test)

**Que faire de concret pour améliorer directement la situation ?**

**Que faut-il étudier plus en détails ?**

## 2.2.4. Travail en sécurité

- Procédures d'utilisation des équipements: vérifiez:
  - la présence et l'utilisation des procédures d'utilisation de chaque équipement
  - l'existence et la mise en œuvre des procédures au niveau
    - \* de l'alimentation de l'équipement
      - séquence et délais de mise en route des différents appareils de l'équipement: exemple: ventilateur, puis système de chauffage, puis moteur...
      - séquence d'arrêt des différents appareils: signalisation et systèmes (clé, cadenas, grillage...) de blocage empêchant la remise sous tension de l'installation durant l'intervention
      - équipement en position arrêt avant de mettre ou de couper la tension
    - \* de l'utilisation de l'équipement en général:
      - procédure de mise hors tension de la machine ou de l'équipement avant toute intervention (réglage ou changement d'outils)
      - installation telle que les cordons d'alimentation ne traînent pas sur le plan de travail: cordons suspendus de façon à ne pas gêner les mouvements de l'opérateur
      - les opérateurs ne portent pas, ni ne tirent la machine électrique par le cordon d'alimentation
      - les opérateurs débranchent la machine en tirant sur la fiche et jamais sur le cordon

**Que faire de concret pour améliorer directement la situation ?**

**Que faut-il étudier plus en détails ?**

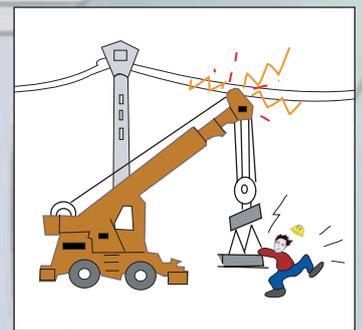
- Respect des règles de sécurité:
  - pas d'intervention sur du matériel sous tension
  - respect de distances de sécurité par rapport à des conducteurs sous tension et particulièrement des lignes aériennes lors de l'utilisation d'engins de levage (grues...)
  - prudence particulière lors du travail en milieu humide
  - utilisation d'échelles non-conductrices à proximité de conducteurs aériens. (ex: échelles en bois ou en fibres de verre)
  - utilisation d'outils isolants et des moyens de protection individuels lors des interventions sur l'installation électrique:
    - \* pinces ou tournevis avec manches en matériau isolant
    - \* gants, souliers avec semelles isolantes
  - connaissance des procédures de premiers soins en cas d'accident
    - \* coupure du courant électrique avant d'intervenir ou de toucher la victime ...



source Brico

**Que faire de concret pour améliorer directement la situation ?**

**Que faut-il étudier plus en détails ?**





## 2.2.5. Synthèse

(Fiche 3)

- **Risque actuel:** portez un **jugement** sur les risques électriques:
  - **sur base**
    - \* des **Observations** réalisées ci-dessus
    - \* des **incidents ou accidents** liés à l'alimentation électrique...
    - \* de **l'âge** de l'installation :
 

– installation récente	< 10 ans	inspection pas nécessaire
– installation ancienne	10 à 40 ans	inspection conseillée
– installation très ancienne	> 40 ans	inspection indispensable
    - \* de la présence de **matières inflammables**
      - attention à l'électricité statique
    - \* de la présence de **haute tension** (1.000 Volts et plus)
    - \* de la présence de **dispositifs de sécurité** (fusibles, disjoncteurs, différentiels)
    - \* de l'existence d'un **schéma** correct et à jour de l'installation électrique et d'un étiquetage correct des éléments de protection
    - \* de **l'état général** du matériel électrique: cordon, fiches, prises, câbles, boîtes de dérivation, coffret...
    - \* du **choix du matériel** en fonction de l'environnement: humidité, poussières, substances explosives...
    - \* de **l'encombrement** du plan de travail par les câbles et cordons électriques
    - \* de l'existence de **mesures de sécurité** (mise hors tension...) en cas d'intervention, d'entretien...
    - \* de la présence du dernier rapport de visite du **d'un organisme de contrôle agréé**
  - **trouvez-vous la situation**
    - \* acceptable
    - \* à contrôler par une personne compétente (électricien)
    - \* non acceptable et à améliorer rapidement
- **Bilan des mesures de prévention/amélioration envisagées** (Fiche 4)
  - précisez **qui** fait **quoi** et **quand** , par ordre de priorité, à partir des réponses aux questions:

**Que faire de concret pour améliorer directement la situation ?**

**Que faut-il étudier plus en détails ?**

- **Risque résiduel après prévention**
  - évaluez l'état futur probable si les mesures de prévention/amélioration envisagées ci-dessus sont réellement prises.
- **Nécessité d'une Analyse (niveau 3) plus approfondie**
  - \* sur base du recours nécessaire à un électricien (intervention sur l'installation)
  - \* sur base du risque résiduel évalué
  - quelle en est **l'urgence?**
  - quels sont les **objectifs**: sur quoi doit-elle porter?
  - \* pour quelles interventions sur l'installation?

## 2.2.6. Mesures à court terme

- Mise hors service d'une partie de l'installation électrique (couper un circuit)
- Mise hors service de certains équipements
- De quelle manière?
- Pendant combien de temps?

## 2.3 RAPPORT DE L'ETUDE D'OBSERVATION

### 2.3.1 Synthèse des résultats de l'Observation

Le rapport doit faire la synthèse de toutes les informations progressivement récoltées et des solutions ou améliorations mises en œuvre ou projetées. Il comprendra:

- Un résumé des antécédents à l'**Observation**
  - la façon dont le problème est apparu et a été posé au départ
  - les grandes lignes de l'étude de **Dépistage** avec les opérateurs et l'encadrement
- Les résultats de l'**Observation** et les solutions proposées, en se servant du modèle de rapport préparé à cet effet et qui suit les différents points de la méthode de **d'Observation**
- Une justification globale de ces solutions, en montrant que:
  - elles sont réellement susceptibles de résoudre les problèmes décrits précédemment
  - elles ne vont pas engendrer d'autres problèmes pour les opérateurs
  - elles sont compatibles avec les exigences de productivité et de rentabilité de l'entreprise.
- Une synthèse des solutions et améliorations techniques ou organisationnelles avec des propositions de **qui fait quoi, quand, comment** et avec quel **suivi** dans le temps
- Le cas échéant, les aspects pour lesquels une **Analyse** est à réaliser.
- Une synthèse de ce rapport final en 1 page reprenant les solutions techniques principales.

Une description plus détaillée de la façon de rédiger ce rapport et de le présenter à la Direction et aux opérateurs se trouve dans l'introduction générale de la méthode de **SOBANE**.

### 2.3.2 Le rapport

**Canevas de collecte des informations:**

- à adapter à la situation rencontrée
- utilisé pour la rédaction du rapport

**Entreprise:**

**Situation de travail:**

**Coordinateur:**

**Personnes ayant participé à l'étude:**

**Dates:**





## 1. Installation électrique

Facteur	Observations	Prévention/protection
<ul style="list-style-type: none"><li>• Etat du compteur</li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Etat boîte à fusibles<ul style="list-style-type: none"><li>• plan électrique</li></ul></li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• différentiels</li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• fusibles</li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Etat boîtes dérivation</li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Etat fils et câbles<ul style="list-style-type: none"><li>• fixation</li></ul></li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• protection</li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Etat<ul style="list-style-type: none"><li>• prises, interrupteurs...</li></ul></li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• allonges, cordons</li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Raccordements électriques</li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Prises de terre</li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Electricité statique</li></ul>		

## 2. Equipements électriques

Facteur	Observations	Prévention/protection
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Etat de l'équipement</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• état général</li> </ul> </li> <li>• <b>sécurités</b></li> <li>• <b>boutons d'arrêt, de mise en marche...</b></li> <li>• <b>Raccordement des équipements</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• état des câbles</li> </ul> </li> <li>• <b>mise à la terre</b></li> <li>• <b>fiches adaptées</b></li> <li>• <b>Recharge des batteries</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• local ventilé et sans source de feu</li> </ul> </li> <li>• <b>état batterie</b></li> <li>• <b>raccordement</b></li> <li>• <b>temps de charge</b></li> </ul>		

## 3. Installation d'éclairage

Facteur	Observations	Prévention/protection
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Interrupteurs</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• état</li> </ul> </li> <li>• <b>emplacement</b></li> <li>• <b>Luminaires et lampes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• état général</li> <li>• puissance de la lampe</li> </ul> </li> <li>• <b>Eclairage de sécurité</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• état des lampes</li> </ul> </li> <li>• <b>test des batteries</b></li> </ul>		





#### 4. Travail en sécurité

Facteur	Observations	Prévention/protection
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Procédures d'utilisation des équipements</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• présentes et utilisées</li> </ul> </li>   <li>• mises en œuvre lors de           <ul style="list-style-type: none"> <li>* l'alimentation</li>   <li>* l'utilisation</li> </ul> </li>   <li>• <b>Respect des règles de sécurité</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• travail hors tension</li>   <li>• distances de sécurité</li>   <li>• milieu humide</li>   <li>• échelles</li>   <li>• outils isolants</li>   <li>• procédures de premiers soins</li> </ul> </li> </ul>		

#### 5. Synthèse

- **Risque actuel**
  - **sur base:**
    - \* incident et accidents
    - \* âge de l'installation
    - \* matières inflammables
    - \* haute tension
    - \* dispositifs de sécurité
    - \* plan électrique
    - \* état général de l'installation
    - \* encombrement du poste par les câbles
    - \* mesures de sécurité
  - **la situation est**
    - \* acceptable
    - \* à contrôler par une personne compétente (électricien)
    - \* non acceptable et à améliorer rapidement

- Bilan des mesures de prévention/amélioration envisagées
  - qui fait quoi, quand, par ordre de priorité

Qui	Quoi	Quand

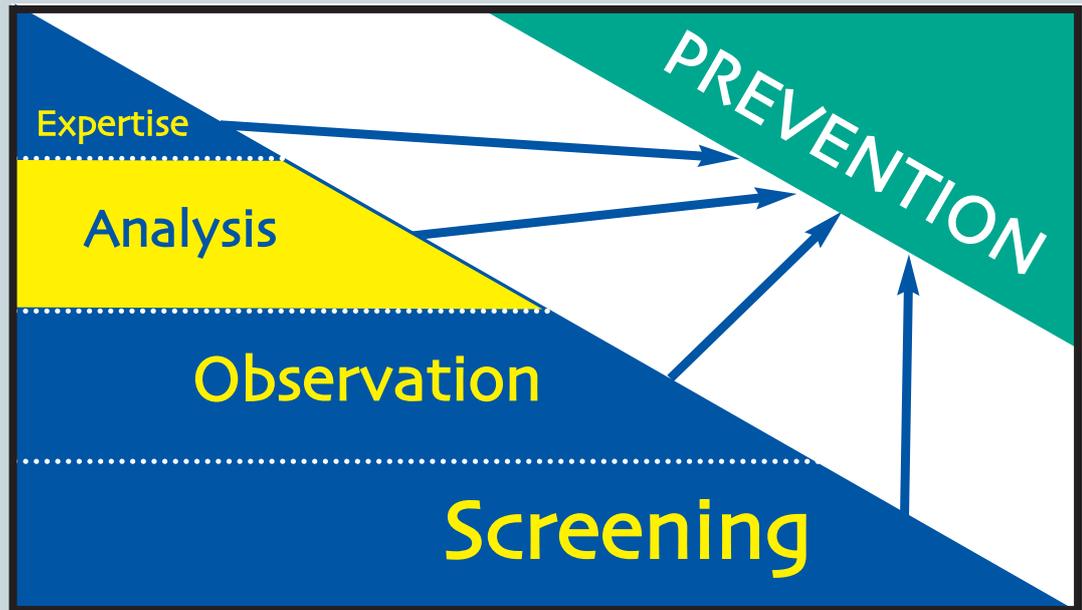
- Risque résiduel après prévention
  - état futur probable
  
- Nécessité d'une *Analyse (niveau 3)* plus approfondie
  - quelle urgence?
  
- quels objectifs?

### 12. Mesures à court terme

- Lesquelles?
  
- Qui?
  
- Quand?
  
- Pendant combien de temps?



# 3. NIVEAU 3: ANALYSE



## 3.1 INTRODUCTION

### 3.1.1 Objectifs

- Approfondir la recherche de mesures de prévention/amélioration,
  - par des mesurages particuliers,
  - par des techniques plus spécialisées.
- Estimer s'il est nécessaire de procéder à une étude encore plus approfondie (*Expertise*, niveau 4).

### 3.1.2 Qui ?

- Les personnes de l'entreprise avec *l'assistance* d'un **conseiller en prévention (électricien)** possédant:
  - les compétences méthodologiques,
  - les appareils de mesurages.

### 3.1.3 Comment?

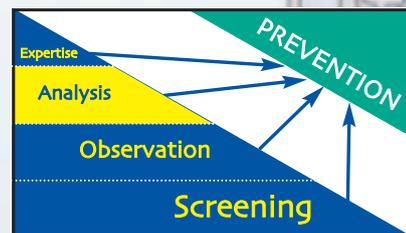
Une description plus détaillée de la façon de mettre en œuvre les méthodes d'Analyse se trouve dans l'introduction générale de la méthode **SOBANE**. Seules les directives principales sont rappelées ci-dessous.

La démarche à adopter par le **conseiller en prévention** est la suivante:

1. **Révision** des résultats du **Dépistage** et de l'**Observation** de la situation de travail avec le **coordonnateur** qui a mené les études à ces deux premiers niveaux:
  - en prenant connaissance du travail accompli précédemment aux niveaux **Dépistage** et **Observation**
  - en revoyant ce travail et les différentes solutions envisagées et en y apportant sa compétence pour les confirmer ou non
  - en déterminant les aspects qui nécessitent une **Analyse** particulière complémentaire.
2. **Analyse** proprement dite de la situation de travail sous ces points particuliers, et en collaboration avec les **personnes de l'entreprise**
  - en étudiant plus en profondeur ces aspects particuliers
  - en réalisant éventuellement des mesurages, toujours dans une optique de prévention
  - en aidant l'entreprise à mettre en œuvre les solutions préconisées.

### 3.1.4 Points à discuter

1. Approfondir la **caractérisation de l'installation électrique**.
2. Rechercher des **mesures de prévention/amélioration** possibles en reprenant la démarche du niveau 2, **Observation**.
3. Déterminer le **risque actuel**.
4. Déterminer le **risque résiduel** après prévention/amélioration.
5. Déterminer si un niveau 4, **Expertise** est nécessaire, son urgence, ses objectifs.
6. Déterminer les **mesures à court terme**.



### 3.1.5. Terminologie

<b>Domage-effet</b>	Tout effet indésirable dû à la présence d'électricité: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chocs électriques: de l'inconfort à l'électrocution</li> <li>• Dégâts matériels</li> <li>• Incendie, explosion</li> </ul>
<b>Risque</b>	Probabilité d'un certain effet ou dommage compte tenu de l'exposition à la présence d'électricité.
<b>Risque résiduel</b>	Probabilité de ce même effet après amélioration de la situation de travail.

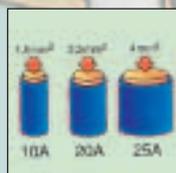
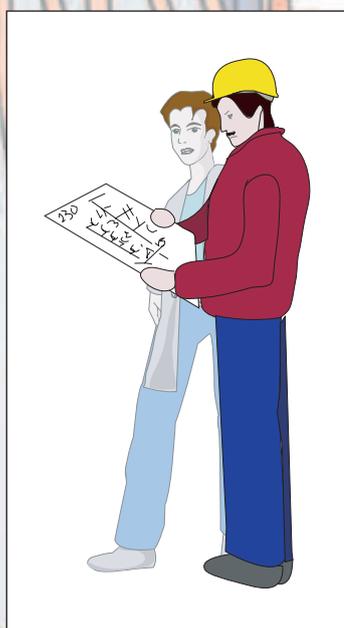
## 3.2. PROCÉDURE

### 3.2.1. Etude approfondie de l'installation

(Fiche 7)

Reprenre les points de **l'Observation** en insistant sur :

- **L'installation électrique** (Fiche 10)
  - la réception de toute nouvelle installation par un organisme de contrôle agréé
  - le respect des prescriptions particulières qui peuvent être imposées par les compagnies d'assurance à l'entreprise au moyen de la police d'assurance contractée par celle-ci. (UPEA, Union Professionnelles des Entreprises d'Assurances)
    - \* par exemple, un examen thermographique (photo) de l'armoire électrique et du matériel électrique en service (points chauds)
  - les visites régulières de l'organisme de contrôle agréé.
    - \* tous les 5 ans pour une installation basse tension (<500 ou 1000V)
    - \* tous les ans pour une installation haute tension (>500 ou à 1000V)
  - les informations données par la société distributrice d'électricité concernant:
    - \* type de raccordement : monophasé, triphasés, triphasés + neutre...
    - \* intensité maximale de courant
    - \* ...
  - la présence ou, à défaut, la réalisation d'un schéma unifilaire de l'installation
  - l'installation d'un différentiel général de 300mA et de différentiels de 30mA par circuits (en particulier pour les locaux humides) qui tiennent compte de la résistance (ohms) de la prise de terre. (Fiche 8)
    - \* au-delà de 30 ohms, un différentiel par circuit est nécessaire
    - \* le calibre adéquat des fusibles et disjoncteurs automatiques: 6A, 16A, 20A selon la section des fils électriques: 1,5 mm<sup>2</sup>, 2,5 mm<sup>2</sup>, 4 mm<sup>2</sup>
    - \* le bon accord du dispositif de protection contre les surcourants avec la section du conducteur: calcul selon les règles de bonnes pratiques des personnes compétentes ou par utilisation de la table suivante:

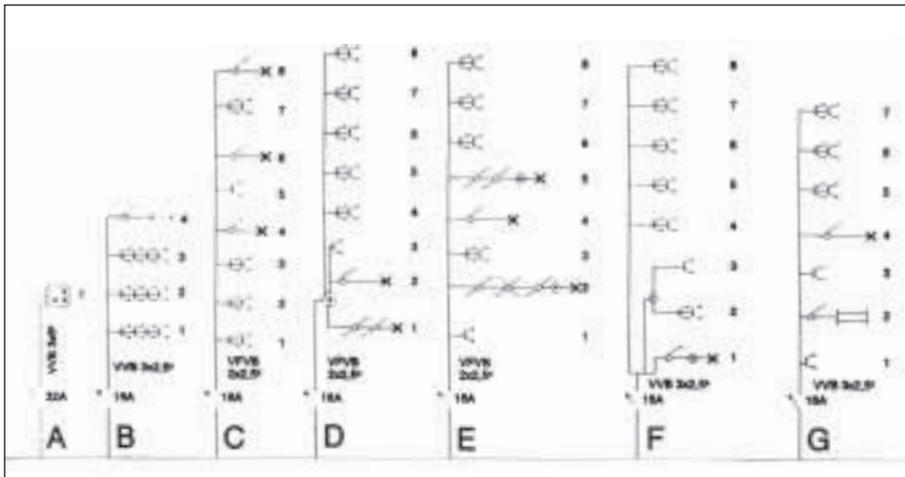


source Brico



Section du conducteur	Intensité nominale du		Couleurs de l'élément de calibrage
	fusible	disjoncteur	
1,5 mm <sup>2</sup>	10 A	16 A	orange
2,5 mm <sup>2</sup>	16 A	20 A	gris
4 mm <sup>2</sup>	20 A	25 A	bleu
6 mm <sup>2</sup>	32 A	40 A	brun
10 mm <sup>2</sup>	50 A	63 A	vert
16 mm <sup>2</sup>	63 A	80 A	
25 mm <sup>2</sup>	80 A	100 A	
35 mm <sup>2</sup>	100 A	125 A	

- l'encombrement de chaque circuit (à partir d'un fusible ou d'un disjoncteur) pour les installations domestiques: 8 éléments au maximum peuvent être raccordés, 8 simples ou multiples, 8 points lumineux (luminaires), ou encore 8 prises ou points lumineux en cas de circuits mixtes (éclairage et prises)

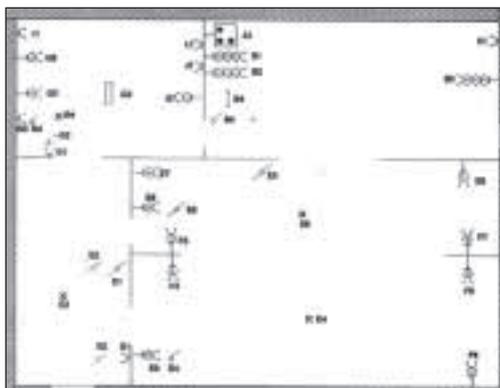


- la vérification et l'entretien du matériel électrique
  - \* effectuez le test des éléments de sécurité : fusibles et disjoncteurs automatiques, différentiels...
- la localisation de la distribution électrique
  - \* du coffret électrique :
    - à environ 1,5 m de hauteur, facilement accessible
    - accès à l'intérieur du coffret verrouillé. Seuls les disjoncteurs ou fusibles et les différentiels sont accessibles
  - \* des prises: à au moins 15 cm du sol dans les locaux secs et à au moins 25 cm dans les autres locaux
  - \* des interrupteurs: à hauteur du niveau du coude
- le choix des interrupteurs (consulter le schéma unifilaire) : (Fiche 8)
  - \* interrupteurs unipolaires (coupant une des deux phases) pour des locaux secs et des circuits de commande jusqu'à un courant nominal de 16A
  - \* interrupteurs bipolaires (coupant les deux phases), obligatoires dans les locaux humides
- la fixation des fils conducteurs :
  - \* fils placés dans des gaines ou câbles: pour l'intérieur
  - \* câbles avec ou sans protection métallique: généralement pour l'extérieur

**Que faire de concret pour améliorer directement la situation ?**

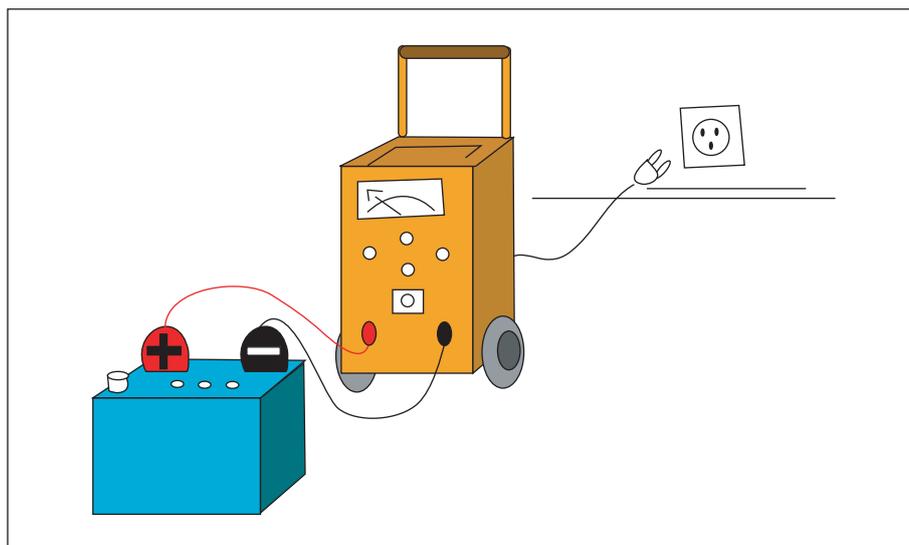
**Que faut-il étudier plus en détails ?**

- **Equipements électriques** (Fiche 10)
  - la présence ou à défaut l'existence d'un schéma d'implantation des équipements





- la programmation et la qualité de l'entretien et de la maintenance des équipements
  - la programmation des tests de contrôle des équipements et notamment des boutons d'arrêt d'urgence
  - le raccordement de l'équipement au réseau électrique en toute sécurité et sans encombrer ou gêner l'opérateur : fiches, prises, cordons, allonges...
  - l'existence, la connaissance et le respect de procédures claires pour le démarrage ou l'arrêt de l'équipement, pour la maintenance, pour un changement de produits...
  - les habitudes de l'opérateur (exemple : débrancher l'équipement en tirant sur le cordon et non sur la fiche, débrancher l'équipement sans l'arrêter...) en recherchant les causes et en privilégiant la sensibilisation et la formation de l'opérateur
  - mise en charge des batteries
    - \* la vérification régulière de l'état de la batterie : étanchéité, coulée d'acide...
    - \* l'installation, les conditions, les procédures, la programmation de la recharge
      - local spécifique et ventilé
      - organisation assurant la recharge systématique.
- En cas de batterie plate, l'opérateur est susceptible d'adopter des comportements à risque tels que: la mise en charge pendant le travail, le port manuel des charges...
- consignes de mise en charge: procédure de raccordement, type de connexions, durée de la charge, réglage du chargeur...
  - utilisation uniquement d'outils isolés en cas de besoin: un outil métallique peut créer un court-circuit entre les deux bornes de la batterie (courant très important pouvant dépassé 100 A)



**Que faire de concret pour améliorer directement la situation ?**  
**Que faut-il étudier plus en détails ?**

#### • Eclairage

- la séparation entre le circuit d'éclairage et le circuit des prises électriques
  - \* si la section des fils est inférieure ou égale à 1,5 mm<sup>2</sup>, aucune prise n'est possible sur le circuit
  - \* si le circuit est mixte (prises et éclairage), la section des fils doit être celui requis pour les prises
- le choix des interrupteurs et notamment d'interrupteurs bipolaires pour les locaux humides
- la position et le bon état des interrupteurs et des luminaires
- le choix des lampes en fonction de la puissance maximale permise par le luminaire (et de l'éclairage souhaité dans le local: éclairage, rendu des couleurs...).



- les risques dus au dégagement de chaleur (ex: lampes halogènes): brûlure, incendie, explosion...
- la gestion et l'entretien de l'éclairage de secours

**Que faire de concret pour améliorer directement la situation ?**

**Que faut-il étudier plus en détails ?**

• **Electricité statique**

(Fiche 9)

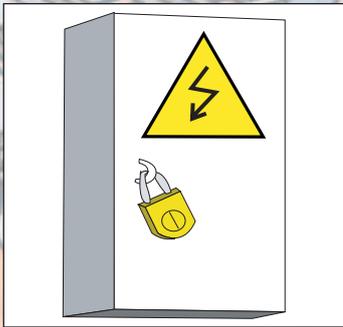
- vérifiez qu'il n'existe pas de sources d'électricité statique en agissant sur
  - \* les sols: revêtements conducteurs, entretien...
  - \* les vêtements: éviter les fibres synthétiques
  - \* la mise à la terre des éléments conducteurs (exemple: mise à la terre du camion avant de remplir la citerne)
  - \* les moyens de production: limiter les frottements, rendre les bandes transporteuses conductrices, ne pas utiliser la gravité pour transporter les produits inflammables...
  - \* les produits: augmenter la conductibilité de certains produits dangereux par certains additifs, si possible.
  - \* la conductibilité de l'air: augmenter l'humidité, sans nuire au confort des personnes ni au processus industriel; produire une ionisation de l'air
- vérifiez les conditions et activités à risque
  - \* la présence ou le stockage de matières inflammables et leur point d'éclair (Fiche 9)
  - \* la concentration du mélange air – vapeur (ou gaz ou poussières) qui doit être bien inférieure à la limite inférieure d'inflammabilité (Fiche 9)
  - \* les opérations de sablage ou de grenailage
  - \* l'enduit de surface par pistelage électrostatique
  - \* le stockage de grains (agriculture)
  - \* le nettoyage à sec
  - \* ...
- recueillez les expériences et sensations des opérateurs pour déterminer l'importance de la décharge statique

SENSATION
• imperceptible
• perceptible
• piquûre
• forte piquûre
• faible secousse
• secousse modérée
• secousse sensible
• forte secousse
• danger de mort

**Que faire de concret pour améliorer directement la situation ?**

**Que faut-il étudier plus en détails ?**





#### • Travail en sécurité

(Fiche 10)

- vérifiez l'existence, le contrôle, la connaissance et le respect de consignes de sécurité en cas d'intervention sur l'installation électrique ou sur les équipements:
  - \* le travail hors tension
  - \* l'impossibilité de tout rebranchement intempestif (clé, journal...)
  - \* les procédures spéciales dans les locaux humides
  - \* la sécurité pour le travail en hauteur (grues, échafaudages...) en présence de lignes aériennes
    - le respect des distances
    - l'utilisation de moyens non-conducteurs
    - l'isolation des lignes.
- choisissez le matériel électrique en fonction du type de zone dangereuse:
  - \* explosion en atmosphères gazeuses:
    - zone 0: présence d'une atmosphère explosive gazeuse en permanence
    - zone 1: formation périodique ou occasionnelle d'une atmosphère gazeuse
    - zone 2: pas de formation d'une atmosphère explosive gazeuse
  - \* explosion de poussières:
    - zone 20: présence d'une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles en permanence
    - zone 21: formation périodique ou occasionnelle d'une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles
    - zone 22: pas de formation d'une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles
  - \* pour l'étude plus spécifique de ces aspects, utilisez la stratégie SOBANE relative aux risques d'incendie et d'explosion
- vérifiez si les vêtements sont adéquats
  - \* isolants
  - \* ou conducteurs (souliers avec semelles conductrices pour éviter l'électricité statique en présence de matières inflammables ou explosives)

**Que faire de concret pour améliorer directement la situation ?**

**Que faut-il étudier plus en détails ?**

### 3.2.2. Synthèse

#### • Risque actuel

- reprenez les points de la section I de la méthode d'**Analyse** "Etude approfondie de l'installation électrique"
- trouvez-vous la situation:
  - \* acceptable
  - \* à contrôler par une personne plus spécialisée
  - \* toujours non acceptable et à améliorer rapidement

#### • Bilan des mesures de prévention/amélioration envisagées

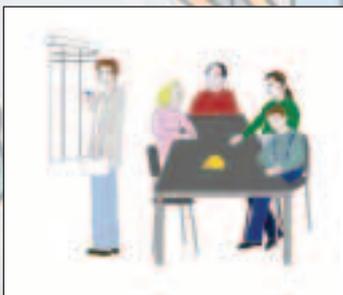
- précisez **qui** fait **quoi** et **quand**, par ordre de priorité, à partir des réponses aux questions:

**Que faire de concret pour améliorer directement la situation ?**

**Que faut-il étudier plus en détails ?**

#### • Risque résiduel après prévention

- évaluez l'état futur probable (**risque résiduel**) si les mesures de prévention/amélioration envisagées ci-dessus sont réellement prises.
- après mise en œuvre des solutions préconisées, pensez-vous que la situation sera:
  - \* acceptable
  - \* à contrôler par une personne plus spécialisée
  - \* toujours non acceptable et à améliorer rapidement



- **Nécessité d'un niveau 4, Expertise, plus approfondi**
  - sur base du risque résiduel évalué ci-dessus
    - \* quelle en est **l'urgence**?
    - \* **objectifs**: sur quoi doit-elle porter?
  - quelles parties ou points de l'installation?
  - pour quel niveau de risque?

### 3.2.3. Mesures à court terme

- Procédures de mise hors service temporaire
  - d'une partie de l'installation
  - d'un équipement électrique particulier
- Consignes de sécurité temporaires avant
  - le renforcement d'un circuit particulier
  - le remplacement de fusibles par des fusibles automatiques
  - l'installation de nouvelles prises
  - ...

## 3.3 RAPPORT DE L'ETUDE D'ANALYSE

### 3.3.1 Synthèse des résultats de l'analyse

Le rapport doit faire la synthèse de toutes les informations progressivement récoltées et des solutions ou améliorations mises en œuvre ou projetées.

Il comprendra:

- Un résumé des antécédents à **l'Analyse**
  - la façon dont le problème est apparu et a été posé au départ
  - les grandes lignes de l'étude de **Dépistage** avec les opérateurs et l'encadrement
  - la révision des résultats de **l'Observation**: aspects **Observés** et solutions proposées
- Les résultats de **l'Analyse** et les solutions proposées, en se servant du modèle de rapport préparé à cet effet et qui suit les différents points de la **méthode d'Analyse**
- Une justification globale de ces solutions, en montrant que:
  - elles sont réellement susceptibles de résoudre les problèmes décrits précédemment
  - elles ne vont pas engendrer d'autres problèmes pour les opérateurs
  - elles sont compatibles avec les exigences de productivité et de rentabilité de l'entreprise.
- Une synthèse des solutions et améliorations techniques ou organisationnelles avec des propositions de **qui fait quoi, quand, comment** et avec quel **suivi** dans le temps
- Les mesures à prendre le cas échéant pour l'information et la formation adéquate des opérateurs en ce qui concerne: les procédures de travail optimales et celles à éviter et les risques de santé et de sécurité
- Le cas échéant, les aspects pour lesquels une **Expertise** est à réaliser.
- Une synthèse de ce rapport final en 1 page reprenant les solutions techniques principales.

Une description plus détaillée de la façon de rédiger ce rapport et de le présenter à la Direction et aux opérateurs se trouve dans l'introduction générale de la méthode de **SOBANE**.





### 3.3.2 Le rapport

**Canevas de collecte des informations:**

- à adapter à la situation rencontrée
- utilisé pour la rédaction du rapport

**Entreprise:**

**Situation de travail:**

**Coordinateur:**

**Personnes ayant participé à l'étude:**

**Dates:**

## 1. Etude approfondie de l'installation

Facteur	Observations	Prévention/protection
<ul style="list-style-type: none"><li>• Installation électrique<ul style="list-style-type: none"><li>• raccordement au réseau</li><li>• schémas électriques</li><li>• différentiels et prise de terre</li><li>• encombrement des circuits</li><li>• entretien</li><li>• localisation</li><li>• choix du matériel</li><li>• fixation des câbles</li></ul></li><li>• Equipements électriques<ul style="list-style-type: none"><li>• schéma d'implantation</li><li>• programmation entretien, tests, ...</li><li>• procédures</li><li>• formation opérateur</li><li>• charge des batteries</li></ul></li></ul>		





Facteur	Observations	Prévention/protection
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Eclairage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• séparation des circuits</li> </ul> </li> <li>• choix du matériel</li> <li>• choix des lampes</li> <li>• dégagement de chaleur</li> <li>• <b>Electricité statique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sources               <ul style="list-style-type: none"> <li>* sol</li> <li>* vêtements</li> <li>* mise à la terre</li> <li>* moyens de production</li> <li>* produits</li> <li>* conductibilité de l'air</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• conditions et activités à risque</li> <li>• sensation des opérateurs</li> <li>• <b>Travail en sécurité</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• respect des consignes               <ul style="list-style-type: none"> <li>* hors tension</li> <li>* rebranchement (clé ...)</li> <li>* locaux humides</li> <li>* lignes aériennes</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• vêtements adéquats</li> </ul>		

### 3.3.3. Synthèse

- **Risque actuel**
  - **la situation est:**
    - \* acceptable
    - \* à contrôler par une personne plus spécialisée
    - \* toujours non acceptable et à améliorer rapidement
  - **Bilan des mesures de prévention/amélioration envisagées**
    - **qui fait quoi, quand, par ordre de priorité**

Qui	Quoi	Quand

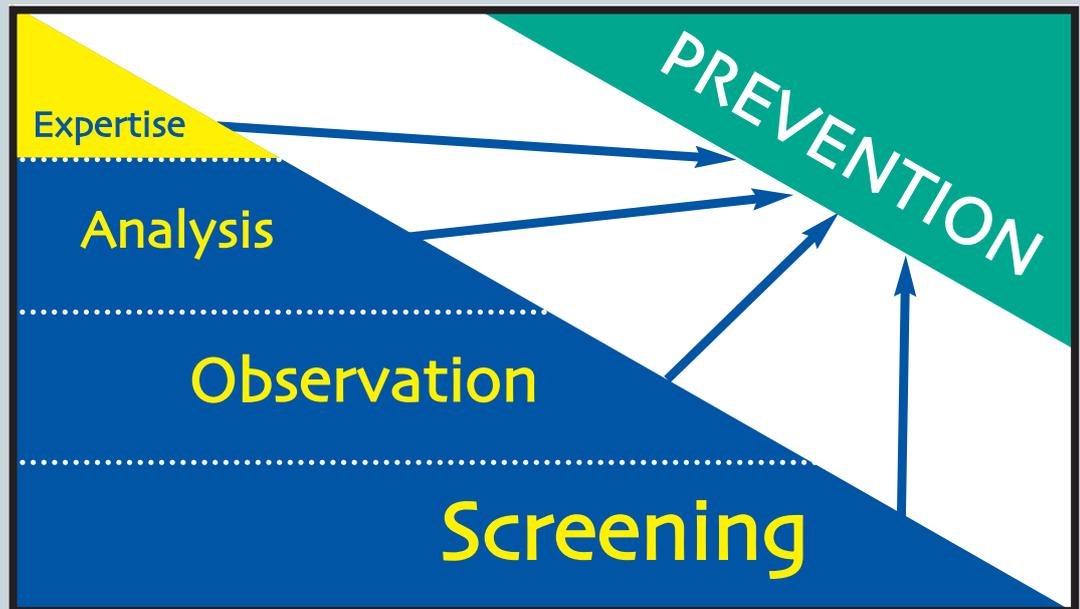
- **Risque résiduel après prévention**
  - **état futur probable**
    - **après mise en œuvre des solutions, la situation sera:**
      - \* acceptable
      - \* à contrôler par une personne plus spécialisée
      - \* toujours non acceptable et à améliorer rapidement
  - **Nécessité d'un niveau 4, Expertise, plus approfondi**
    - **quelle urgence?**
      - **quels objectifs?**

### 3.3.4. Mesures à court terme

- **Lesquelles?**
- **Qui?**
- **Quand?**
- **Pendant combien de temps?**



# 4. NIVEAU 4: EXPERTISE



Le présent document n'a pas pour but de décrire comment l'expertise doit être conduite, mais

- ce en quoi elle doit consister
- ce que l'on doit en exiger.

## 4.1 OBJECTIFS

Par des mesurages spéciaux, mieux évaluer l'état de l'installation et de certains éléments de sécurité.

## 4.2 QUI?

Les personnes de l'entreprise et le **conseiller en prévention** avec l'aide supplémentaire d'un **expert en électricité** possédant:

- les moyens de mesurage et d'interprétation nécessaires
- la compétence technique pour la recherche de solutions particulières

## 4.3 COMMENT?

Suite à l'**Analyse** et à la demande des personnes de l'entreprise et du **conseiller en prévention, l'expert** sera amené, suivant le cas, à

- Mesurer la valeur de la résistance de la prise de terre
- Contrôler les équipements électriques:
  - examen thermographique (photo) de l'armoire et du matériel en service (points chauds)
  - vitesse de rotation d'une machine tournante ou d'un moteur au moyen d'un stroboscope
- Contrôler les pertes éventuelles de courant vers la terre
- Vérifier les coffrets électriques par des appareils spéciaux
- ...

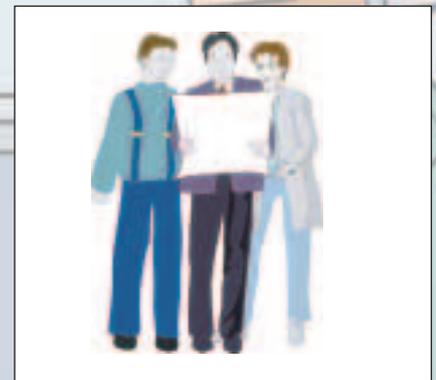
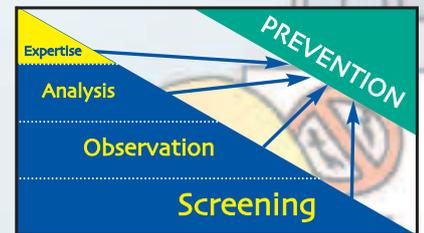
## 4.4 RAPPORT

Aucun document de travail n'est présenté, l'étude relevant d'experts qui approprieront les informations au cas rencontré. L'**Expertise** doit cependant comprendre:

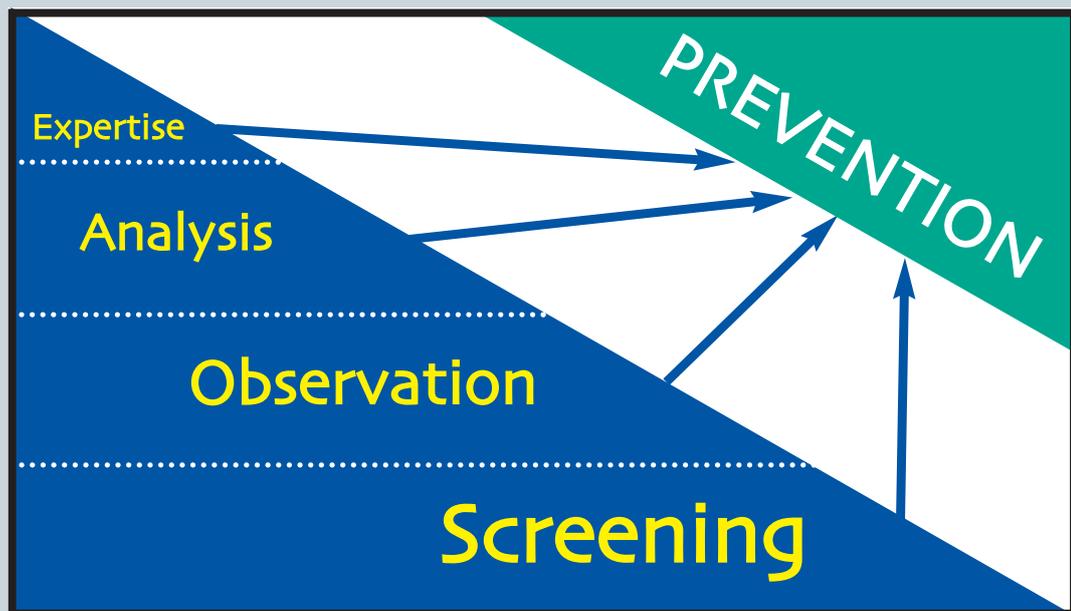
- la justification des techniques utilisées
- l'évaluation du risque actuel
- les mesures de prévention/amélioration préconisées
- qui fait quoi et quand?
- le risque résiduel après prévention/amélioration
- les mesures à court terme à éventuellement prendre en attendant la mise en oeuvre des mesures de prévention préconisées

Cette synthèse doit de nouveau être établie:

- par les personnes de l'entreprise;
- avec l'assistance des **conseillers en prévention** et des **experts**.



# FICHES D'AIDE



# TABLE DES MATIÈRES DES FICHES D'AIDE

## **Niveau 2, Observation**

Fiche 1	Définitions .....	49
Fiche 2	Matériel de coupures et de protection .....	52
Fiche 3	Effets .....	53
Fiche 4	Réglementation .....	55
Fiche 5	Electricité Statique .....	57
Fiche 6	Mise en charge des batteries .....	58

## **Niveau 3, Analyse**

Fiche 7	Notions d'électricité .....	59
Fiche 8	Matériel de coupures et de protection .....	65
Fiche 9	Électricité statique .....	69
Fiche 10	Principaux points du RGIE .....	72

# FICHE 1

## DÉFINITIONS

### 1. Introduction

Pour définir et expliquer de manière simple les notions d'électricité, une analogie est faite ci-dessous avec l'écoulement de l'eau dans une conduite.

La distinction doit être faite entre les circuits à courants continus (batteries, piles, ...) et les circuits à courants alternatifs (alimentation électrique par le réseau...).

### 2. Circuits à courants continus (CC)

Les différentes grandeurs électriques intervenant dans les circuits à courants continus sont :

- **La tension électrique (volt)**

- définition: différence de potentiel entre deux points
- analogie: différence de niveaux, de hauteurs, de pression dans une conduite
- symbole: U
- unité: volt (V)
- propriétés: la différence de potentiels entre les deux points entraîne la circulation d'un courant électrique entre ces deux points à travers un milieu conducteur. Cette circulation s'arrête lorsque les deux points sont au même potentiel.

- **Courant électrique (ampère)**

- définition: débit de charge électrique
- analogie: débit d'eau dans une conduite
- symbole: I
- unité: ampère (A)
- propriétés: le courant électrique est un flux d'électrons circulant entre les deux pôles (+ et -) de la pile ou de la batterie

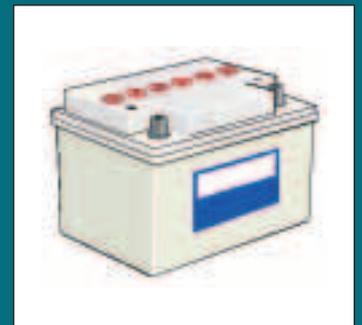
- **Puissance électrique (watt)**

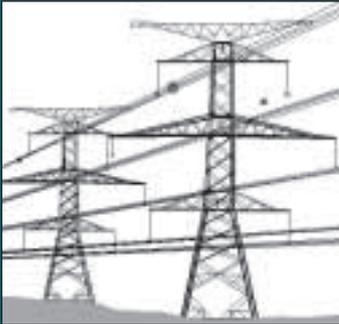
- définition: énergie par seconde que le courant électrique développe en circulant entre deux points entre lesquels une différence de potentiel existe
- analogie: si une quantité d'eau (courant) tombe d'une certaine hauteur (tension), elle acquiert une certaine énergie. L'énergie par seconde est appelée la puissance
- symbole: P
- unité: watt (W)
- calcul: la puissance est égale au produit de la tension U et du courant I:

$$P = U I$$

- **Résistance électrique (ohm)**

- définition: résistance qu'un produit (un fil métallique, un objet, le corps humain...) présente au passage du courant
- analogie: frottements au sein des conduites ou petit diamètre qui freine le passage de l'eau
- symbole: R
- unité: ohm ( $\Omega$ )
- propriétés: le passage du courant dans un conducteur entraîne un échauffement de celui-ci (effet Joule) qui est fonction de la résistance.





### 3. Circuits à courants alternatifs (CA)

Pour pouvoir transporter l'énergie électrique à travers de grandes distances, il est nécessaire de travailler avec des tensions électriques très élevées de manière à diminuer très fort le courant et les pertes.

On peut changer la tension au moyen de transformateurs.

Les grandeurs électriques intervenant pour le courant alternatif sont les mêmes que pour le courant continu (définition, symboles, unités, ...) :

- **Tension alternative (volt):**

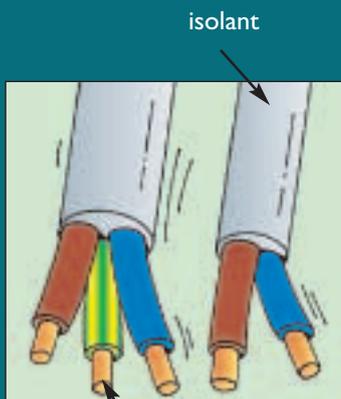
- définition: différence de potentiel entre deux points qui varie au cours du temps
- la variation au cours du temps se fait à une fréquence fixe, qui est la fréquence du réseau électrique: 50Hz en Europe et 60 Hz en Amérique
- la tension passe donc par un maximum et un minimum: pour exprimer l'énergie électrique produite par cette tension alternative, la notion de tension efficace est utilisée:
  - \* la tension efficace est la tension continue qui produirait la même énergie que la tension alternative
  - \* la valeur de 220 volts est en fait la tension efficace; la tension maximale est égale à 310 volts mais cette valeur est peu utile

- **Courant alternatif (ampère) :**

- définition: l'intensité du courant alternatif varie de manière analogue à la tension alternative
- la valeur du courant électrique ne dépend pas du réseau électrique (au contraire de la tension) mais bien de l'équipement qui est raccordé au réseau

- **Puissance (watt) :**

- énergie par unité de temps fournie par le passage du courant alternatif entre les deux phases (pôles) de la tension alternative
- la puissance est égale au produit de la tension efficace par le courant efficace:  $P_m = U_{\text{eff}} I_{\text{eff}}$  (appareils de chauffage par résistance électrique par exemple). Cette puissance peut être plus faible de 20 à 30% pour des moteurs électriques par exemple.
- en divisant la puissance électrique de l'équipement par la tension du réseau (en général 220V), il est très facile de calculer le courant maximal utilisé par cet équipement: exemple, si une meuleuse a une puissance de 2200 Watts, le courant sera au maximum de 10 ampères.



Source Brico

conducteur

### 4. Matériaux électriques

On distingue deux grandes catégories de matériaux électriques

- **Les matériaux conducteurs**

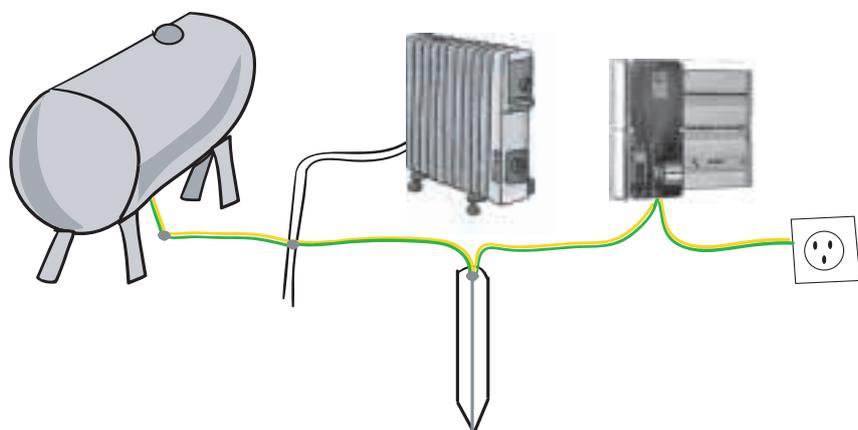
- ce sont en général des matériaux métalliques: cuivre, aluminium...
  - \* le cuivre est l'élément de base de la fabrication des fils électriques
  - \* l'aluminium, plus léger, est employé pour les lignes aériennes

- **Les matériaux isolants**

- ce sont en général des matériaux non métalliques: caoutchouc, plastique, verre, porcelaine, marbre
- ils servent à isoler
  - \* les fils électriques (gaine du fil ou du câble par exemple)
  - \* les coffrets de distribution, boîtes de connexion, prises et interrupteurs
  - \* les outils (tournevis, pinces...)
  - \* ...

## 5. Mise à la terre

- La prise de terre protège les utilisateurs en cas de fuite de courant de l'installation électrique (un des deux fils est mal isolé et touche la partie métallique de la machine).
- La prise de terre est réalisée au moyen d'un ou plusieurs éléments métalliques conducteurs (piquets de terre) enfonçés dans le sol.
- Un fil de terre (jaune et vert) relie le ou les piquets de terre à chaque prise et à chaque luminaire, généralement via le coffret électrique (obligatoire dans les installations neuves).
- Tous les éléments métalliques susceptibles d'être touchés (conduite d'eau, de gaz...) sont raccordés à cette prise de terre et forment ce qu'on appelle la liaison équipotentielle.



# FICHE 2

## MATÉRIEL DE COUPURES ET DE PROTECTION



### 1. Appareils de coupure

Toute commande d'un équipement électrique (luminaire, foreuse...) se fait en fermant (démarrage) ou en ouvrant (arrêt) un circuit électrique.

Le choix de l'appareil de coupure est important et doit être fait par un électricien en fonction des courants et tensions.

Les différents types sont:

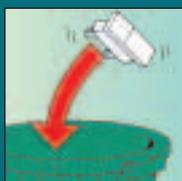
- l'interrupteur classique dans les habitations
- le disjoncteur: ouverture automatique par relais via des contacts auxiliaires (fusible automatique dans les habitations)
- le sectionneur: utilisé pour isoler complètement le circuit

### 2. Protection contre les sur courants

Un courant trop important dans un fil électrique produit un échauffement voire une rupture par fusion du fil. Cela peut survenir en cas de court circuit: deux fils du circuit se touchent ou bien un des deux fils touche un élément mis à la terre.

Les principaux éléments de protection situés dans le coffret électrique sont:

- le **fusible simple** à fil:
  - constitué d'un fil qui se rompt par fusion lorsque le courant nominal (indiqué sur le fusible) est dépassé
  - pour un même circuit (exemple circuit de l'éclairage), deux fusibles mono polaires sont nécessaires pour protéger les deux fils (phases) du circuit
  - en cas de coupure, le fusible doit être remplacé par un fusible de même calibre
  - ne jamais placer des fils de cuivre autour des deux bornes du fusible: le circuit fonctionne sans être protégé
  - si le fusible saute régulièrement:
    - \* faites appel à un électricien pour contrôler le circuit
    - \* branchez certains appareils sur d'autres circuits
- le **disjoncteur automatique**: en cas de surcharge ou de court circuit, un bouton ou un levier se met en position "hors service". Pour rebrancher le circuit, il suffit de relever le levier ou de pousser sur le bouton. Le disjoncteur est généralement bipolaire et donc prévu pour connecter ou couper les deux fils (phases) du circuit. Il est fixé dans le coffret et un électricien est nécessaire pour placer ou changer un disjoncteur.
- le **fusible automatique** est en fait un disjoncteur automatique monopolaire conçu pour remplacer le fusible à fil
- le **disjoncteur différentiel** est un disjoncteur automatique qui coupe le circuit lorsqu'une fuite de courant trop importante est constatée vers le circuit de terre
  - \* le différentiel de toute l'installation est en général de 300mA (milliampère)
  - \* le différentiel pour un local humide est en général de 30mA
- L'élément de protection (fusible, disjoncteur, ...) ne protège que le circuit en aval jusqu'aux appareils raccordés.
- Les calibres (courant nominal de protection) des éléments de protection dépendent de la section du fil et sont par exemple de:
  - 6A pour une section de fil de 1,5mm<sup>2</sup>
  - 16A pour une section de fil de 2,5mm<sup>2</sup>



Source Brico

# FICHE 3

## EFFETS

### 1. Risques d'électrocution

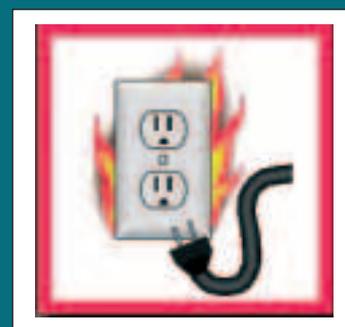
- En cas de fuite de courant ou en cas d'intervention, même mineure, sur l'installation (exemple, remplacer une ampoule), il existe un risque de contact électrique entre la personne et un des deux conducteurs actifs du circuit. Ce contact peut entraîner différents effets en fonction de
  - \* l'intensité du courant de contact
  - \* de la durée du contact
  - \* du trajet parcouru par le courant dans le corps
- sensation
- piqûre
- secousse, faible à forte
- des brûlures
- des contractions musculaires qui, associées à l'effet de surprise, peuvent entraîner des chutes (échelle, échafaudage, ...).
- électrocution et mort
- Les effets dépendent également de certaines caractéristiques telles que:
  - l'âge de la personne
  - son état de santé
  - peau humide
  - ...
- Le courant traversant le corps et occasionnant ces effets est faible (en dessous de 300mA), bien plus faible que les courants nominaux de protection des fusibles (6A, 16A...)
  - les fusibles protègent donc l'installation mais pas les opérateurs
  - les disjoncteurs différentiels assurent la protection des personnes



### 2. Risques d'incendie

Une installation électrique mal conçue ou défectueuse est une des premières causes d'incendie et d'explosion.

- Installation mal conçue
  - les fusibles sont surdimensionnés par rapport aux fils de l'installation
    - \* les fils chauffent, fondent à un certain endroit, un arc électrique se produit qui met en feu des matières avoisinantes
    - \* ne jamais remplacer un fusible par un autre de calibre plus important
  - aucun différentiel détectant les courants de fuite n'a été installé: un échauffement ou un arc électrique se produit lors d'une fuite, avec les mêmes conséquences
- Installation défectueuse
  - des fils abîmés risquent d'entrer en contact avec un élément conducteur et de produire un arc électrique
  - un interrupteur ou une prise est abîmé: l'arc électrique risque de se produire à l'intérieur de l'interrupteur et, à nouveau, de se propager à une matière inflammable
  - un mauvais contact dans une boîte de dérivation ou de raccordement



- Eclairage mal adapté
  - des luminaires halogènes sont placés trop près de matières inflammables
    - \* lors de l'installation de spots halogènes encastrables par exemple, le fabricant demande de placer le spot à une certaine distance du plafond ou du mur
  - une ampoule (exemple de 60W) est remplacée par une autre plus puissante (exemple 100W), le luminaire ne peut pas dissiper toute la chaleur produite par cette nouvelle ampoule, se détériore progressivement et risque de prendre feu

# FICHE 4

## RÉGLEMENTATION



### 1. Introduction

- La Réglementation Générale sur les Installations Electriques (RGIE) a été promulguée en 1981. Cette réglementation complémentaire au Règlement Général pour la Protection du Travail (RGPT) s'applique à toutes les installations électriques servant à la production, à la transformation, au transport, à la distribution ou à l'utilisation de l'énergie électrique. Elle doit être prise en compte dans les entreprises, pouvoir être consultée par le personnel et doit être à la disposition des personnes qualifiées chargées d'intervenir sur l'installation électrique
- En plus de cette réglementation, des prescriptions particulières peuvent être imposées par les compagnies d'assurance à l'entreprise au moyen de la police d'assurance contractée par celle-ci.
- Un incendie ou une explosion est fréquemment d'origine électrique. La brochure **SOBANE** spécifique aux risques d'incendie et d'explosion reprend la réglementation correspondante et notamment:
  - l'article 52 du RGPT concerne plus les obligations des employeurs et l'organisation de la lutte contre l'incendie sur les lieux de travail
  - l'article 63bis du RGPT concerne l'éclairage de sûreté qui doit être suffisant pour permettre l'évacuation des personnes lorsque l'éclairage artificiel fait défaut
  - les deux directives européennes couramment appelées **ATEX** (ATmosphères EXplosives) ont été transposées dans la législation belge:
    - \* directive 94/9/CE (ATEX95 où encore **ATEX équipements**)
    - \* directive 1999/92/CE (ATEX137 où encore **ATEX travailleurs**)

### 2. Contenu du RGIE

- Chapitre I: Prescriptions générales pour le matériel et les installations électriques
- Chapitre II: Les mesures de protection
  - Section 1: La protection contre les chocs électriques
    - \* A: Généralités
    - \* B: La protection contre les chocs électriques par contact direct
    - \* C: La protection contre les chocs électriques par contact indirect
    - \* D: Utilisation des mesures de protection contre les chocs électriques par contacts indirects en basse et très basse tension
    - \* E: Protection contre les chocs électriques par contacts indirects en haute tension
  - Section 2: Protection contre les effets thermiques
    - \* A: Généralités
    - \* B: Protection contre les brûlures
    - \* C: Protection contre l'incendie
    - \* D: Risques d'explosion en atmosphères gazeuses explosives
    - \* E: Danger inhérent à l'explosion de poussières
  - Section 3: La protection électrique contre les surintensités
    - \* A: Généralités
    - \* B: Protection contre les courts-circuits en basse et très basse tension
    - \* C: Protection contre les surcharges en basse et très basse tension
    - \* D: Protection contre les surintensités des conducteurs de phase et des conducteurs neutres dans les installations à basse et très basse tension
    - \* E: Protection contre les surintensités en haute tension

- Section 4: Protection contre les surtensions
- Section 5: La protection contre certains autres effets
- Chapitre III: Choix et mise en oeuvre des conducteurs et canalisations électriques
- Chapitre IV: Choix et mise en oeuvre de machines et appareils électriques
- Chapitre V: Prescriptions générales à observer par les personnes.

### 3. Devoirs du propriétaire et du gestionnaire dans les établissements industriels (article 268 du RGIE)

- Les devoirs sont de:
  - prendre toutes les dispositions nécessaires pour que les dispositions du RGIE soient en tout temps observées
  - mettre à la disposition des personnes qui effectuent des travaux aux installations sous tension, le matériel de sécurité nécessaire
  - tenir à la disposition de son personnel qui peut les consulter:
    - \* un exemplaire du règlement RGIE
    - \* les schémas ou représentations schématiques de l'installation électrique
    - \* les instructions écrites et consignées nécessaires pour assurer la sécurité du personnel ainsi que le sauvetage en cas d'accident
  - remettre à chacune des personnes mandatées (articles 266 et 267) le texte du RGIE et une copie des instructions et consignes
  - s'assurer que le personnel connaît et comprend les prescriptions réglementaires et les instructions qu'il a pour mission d'observer et de faire observer
  - faire afficher en des endroits judicieusement choisis une instruction relative aux premiers soins à donner en cas d'accident d'origine électrique
  - aviser le fonctionnaire préposé à la surveillance et la Direction "Energie électrique" du Ministère des Affaires Economiques de tout accident survenu à des personnes et dû directement ou indirectement à l'installation électrique

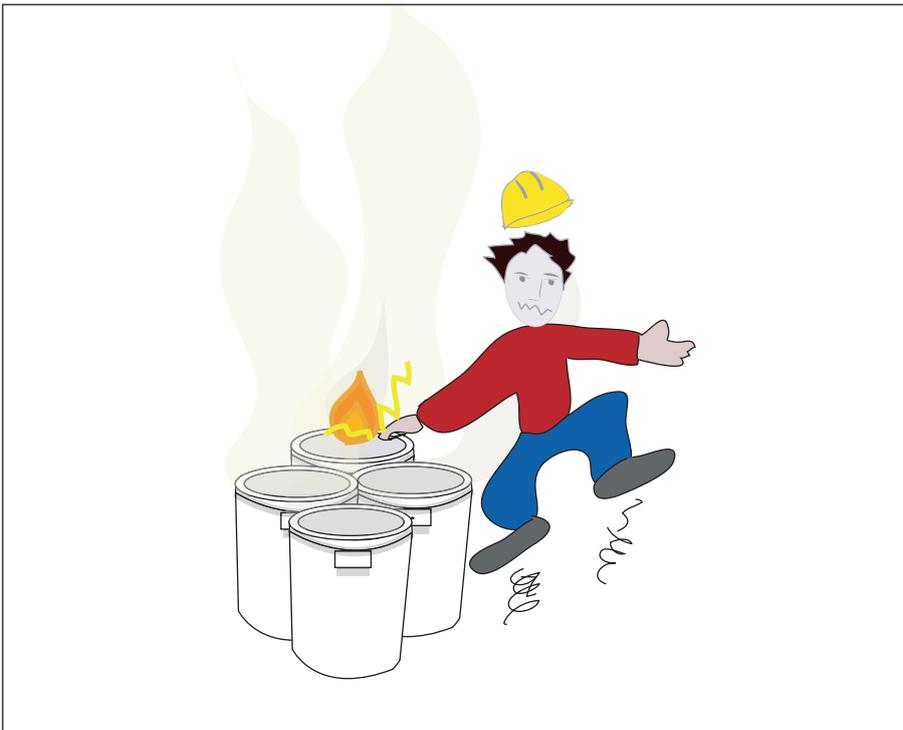
### 4. Visite de contrôle par un organisme de contrôle agréé

- des installations à basse tension (article 271 du RGIE)
  - \* tous les 25 ans pour les installations domestiques
  - \* tous les 5 ans pour les autres installations
  - \* tous les 13 mois pour les installations foraines
- des installations à haute tension (article 272 du RGIE)
  - \* chaque année

# FICHE 5

## ELECTRICITÉ STATIQUE

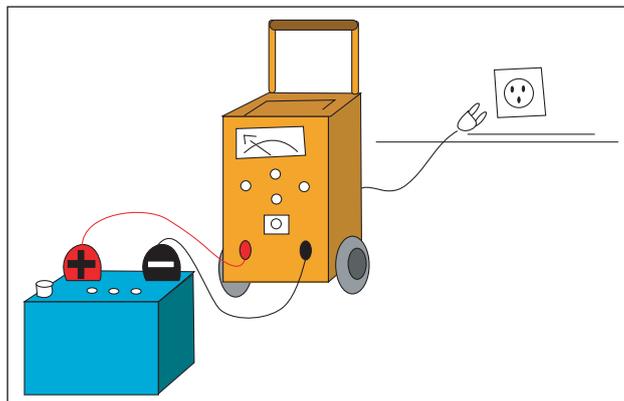
- Par frottements le plus souvent, un conducteur peut accumuler une certaine énergie électrique qui se décharge par le point de contact quand ce conducteur touche un autre objet métallique conducteur. Le corps humain peut jouer ce rôle de conducteur et accumuler de l'énergie qui se décharge lorsque l'opérateur touche un objet métallique.
- Cette décharge électrique peut provoquer:
  - des dégâts matériels aux composants électroniques
  - des chocs électriques inconfortables et qui peuvent aussi avoir des conséquences sur la sécurité
  - des incendies ou explosions en présence de matières inflammables
- Pour éviter ces décharges électriques, il est nécessaire de:
  - mettre à la terre tous les équipements, capots, tuyaux métalliques...
  - éviter les revêtements de sol isolants tels qu'asphalte, tapis plain, linoléum...
  - entretenir le sol : éliminer huiles, graisses qui augmentent l'isolation du sol
  - porter des vêtements adéquats: pas de fibres synthétiques...
- Pour prévenir les conséquences, il est nécessaire de:
  - se décharger électriquement en touchant un objet métallique avant de manipuler des composants électroniques
  - redoubler de vigilance si le travail est effectué en position dangereuse (travail en hauteur par exemple)
  - éviter l'accumulation de matières inflammables en suspension: poussières, aérosols...



# FICHE 6

## MISE EN CHARGE DES BATTERIES

- Un local parfaitement ventilé doit être prévu pour la recharge des batteries industrielles. Pendant la charge, de l'hydrogène volatile et très explosif peut en effet se dégager de la batterie.
- Toute source d'inflammation telle que flamme, cigarettes... doit y être interdite
- La procédure de recharge dépend du type de batteries utilisées: composition chimique, puissance... Les consignes rédigées par le fabricant doivent être connues et implémentées.
- Une programmation de la mise en charge des batteries est fortement conseillée car :
  - le temps de charge est généralement long (plusieurs heures)
  - la mise en charge de la batterie pendant le fonctionnement de certains appareils est
    - \* soit interdite car dangereuse
    - \* soit techniquement impossible
  - à défaut de batterie chargée, l'utilisateur devra le plus souvent se passer de l'appareil et d'autres risques peuvent apparaître (exemple : le système d'aide électrique à la manutention est inutilisable et l'opérateur doit se passer de cette aide mécanique).
- Cette procédure concerne notamment:
  - la vérification de l'état de la batterie : coup, coulée de liquide, bornes oxydées, ...
  - la vérification du niveau du liquide dans la batterie
  - la vérification de l'étanchéité du boîtier de la batterie avant de la manipuler (fuite d'acide corrosif)
  - le raccordement :
    - \* placement du chargeur en position OFF avant de connecter ou de déconnecter la batterie
    - \* connexion de la borne positive de la batterie à la borne positive du chargeur
    - \* connexion de la borne négative de la batterie à la borne négative du chargeur
    - \* utilisation d'un système de serrage par vis plutôt que de pinces
  - la durée de la période de charge
  - la durée idéale entre la période de recharge et l'utilisation de la batterie chargée
  - l'élimination des objets et outils métalliques qui risquent de mettre en court-circuit les deux bornes de la batterie et générer ainsi des courants très importants.
  - l'utilisation d'un bac de rétention en cas de fuite



# FICHE 7

## NOTIONS D'ÉLECTRICITÉ

### 1. Circuits à courants continus (CC)

Les différentes grandeurs électriques intervenant dans les circuits à courants continus sont :

- **Tension électrique (volt)**
  - définition: différence de potentiel entre deux points
  - symbole: U
  - unité: volt (V), 1 volt = différence de potentiel pour faire circuler une charge électrique de 1 coulomb (C) et obtenir une énergie de 1 joule (J)
  - propriétés: la différence de potentiels entre les deux points entraîne la circulation d'électrons (courant électrique) entre ces deux points à travers un milieu conducteur. Cette circulation s'arrête lorsque les deux points sont au même potentiel.
- **Courant électrique (ampère)**
  - définition: débit de charge électrique c'est-à-dire la quantité de charge électrique (Q en coulombs) passant par unité de temps (T en secondes) dans la section d'un conducteur
  - symbole: I,  $I = Q / T$
  - unité: ampère (A), 1 ampère = 1Cb/s c'est-à-dire le débit correspondant au passage d'une charge de 1 coulomb (C) par seconde
  - propriétés:
    - \* le courant électrique est constitué d'un flux d'électrons se rendant du pôle négatif (-) au pôle positif (+) à l'extérieur du générateur électrique.
    - \* la vitesse de propagation du courant électrique est de 300.000 km/s et ne doit pas être confondue avec la vitesse de déplacement des électrons nettement plus faible (quelques cm/s)
- **Puissance électrique (watt)**
  - définition: un courant électrique I entre deux points entre lesquels existe une différence de potentiel U fournit une puissance  $P = U I$
  - symbole: P
  - unité: watt (W), 1 watt est la puissance résultant du passage d'un courant de 1 ampère sous une différence de potentiel de 1 volt.  
 $1W = 1V \ 1A = 1J/C \ 1C/s$
- **Résistance électrique (ohm)**
  - définition: résistance d'un produit (un fil métallique, un objet, le corps humain...) au passage du courant
  - symbole: R
  - unité: ohm ( $\Omega$ ), 1 ohm est la résistance d'un conducteur qui sous une différence de potentiel de 1 volt laisse passer un courant de 1 A
  - propriétés:
    - \* la loi d'Ohm est :  $U = R I$
    - \* le passage du courant dans un conducteur entraîne un échauffement de celui-ci, appelé effet Joule: l'énergie électrique dissipée dans le conducteur est transformée en énergie calorifique. Cette perte par échauffement est donnée par la loi de Joule :  $P = R I^2$
    - \* la résistance d'un conducteur cylindrique augmente avec sa longueur L (m) et diminue avec sa section S ( $m^2$ ) selon (loi de Pouillet) :  $R = \rho L / S$  où  $\rho$  est la résistivité du matériau (exprimée en  $\Omega m$ ).

\* Cette résistivité d'un conducteur augmente avec sa température selon

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha (T - T_0)]$$

où  $\alpha$  est le coefficient de sensibilité thermique

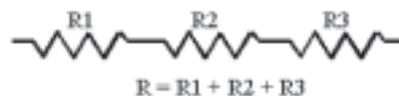
et  $\rho_0$  la résistivité de référence à la température  $T_0$ .

## Valeurs de résistivité $\rho$ de matériaux conducteurs et isolants

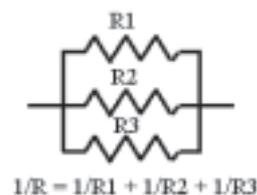
Métaux et alliages	$\rho$ $\mu\Omega \text{ cm}$ à $0^\circ\text{C}$	$\alpha$ entre $0$ et $100^\circ\text{C}$
<b>Conducteurs</b>		
• Argent	1,47	0,004
• Cuivre	1,6 à 1,7	0,004
• Aluminium	2,7 à 2,8	0,00435
• Fer	10 à 12	0,005
• Mercure	94	0,00088
• Ferro-Nickel 75-25	80	0,0009
• Constantan	50	0
• Laiton 70-30	7	0,0010
• Carbone (graphite)	1000	-0,0004
<b>Isolants</b>		
• Verre	$90 \cdot 10^{12}$	
• Porcelaine	$10^{19}$	
• Caoutchouc	$10^{15}$	
• Mica	$10^{14}$ à $10^{17}$	
• Eau pure	$10^6$ à $10^8$	
• Marbre	$10^{10}$	

\* l'échauffement du conducteur par effet Joule est fonction de la résistance, elle-même fonction de sa température. Ce phénomène peut être la cause d'un emballement thermique.

\* si plusieurs résistances  $R_1, R_2, \dots$  sont raccordées en série, la résistance totale  $R$  est égale à la somme de toutes les résistances:  $R = R_1 + R_2 + \dots$ . La résistance totale augmente.

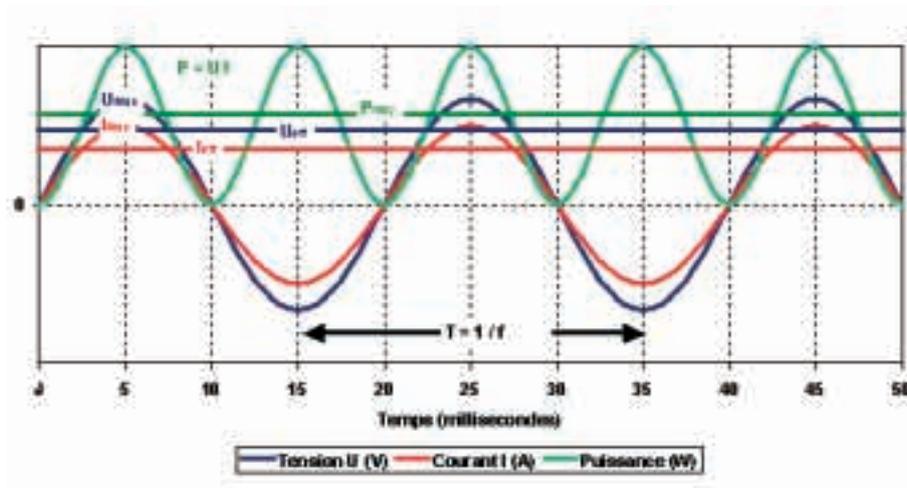


\* si plusieurs résistances  $R_1, R_2, \dots$  sont raccordées en parallèle, l'inverse de la résistance totale  $R$  est égale à la somme des inverses de toutes les résistances:  $1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots$  (somme des conductances). La résistance totale diminue.



## 2. Circuits à courants alternatifs (CA)

Les différentes grandeurs électriques intervenant dans les circuits à courants alternatifs sont repris sur le schéma ci-dessous et sont semblables à celles des circuits à courants continus (définition, symboles, unités...) :



- **Tension alternative (volt)**
  - $U = U_M \sin(\omega t)$  donne la tension  $U$  en fonction du temps
    - \*  $t$  est le temps en seconde
    - \*  $\omega$  est la pulsation exprimée en radians par seconde (rad/s):  $\omega = 2\pi f$ 
      - où  $f$  est la fréquence du réseau, 50 Hz en Europe et 60 Hz en Amérique
  - $U_M$  correspond à la valeur maximale de la tension  $U$  au cours du temps
  - la **tension efficace** est la tension continue qui produirait le même effet Joule que la tension alternative :  $U_{\text{eff}} = U_M / \sqrt{2}$
  - La tension du réseau de 220 volts est la tension efficace. La tension maximale est égale à 310 volts
- **Courant alternatif (ampère)**
  - $I = I_M \sin(\omega t)$  donne le courant  $I$  en fonction du temps. La loi de Joule s'applique tout comme pour les courants continus :  $I = U / R$
  - $I_M$  correspond à la valeur maximale du courant  $I$  au cours du temps
  - le courant efficace est le courant continu qui produirait le même effet Joule que le courant alternatif :  $I_{\text{eff}} = I_M / \sqrt{2}$
- **Puissance (Watt)**
  - $P = U I = U_M I_M \sin^2(\omega t) = U_M I_M [1 - \cos(2\omega t)] / 2$
  - la puissance moyenne sur une période  $T$  est égale à :  $P_m = U_M I_M / 2$
  - si la tension et le courant sont en phase (voir schéma ci-dessus), cette puissance est aussi égale à  $P_m = U_{\text{eff}} I_{\text{eff}}$
  - si la tension  $U$  est déphasée par rapport au courant  $I$  d'un angle  $j$  (angle de déphasage), la puissance  $P = U I$  est égale à  $U_M I_M \sin(\omega t) \sin(\omega t - \varphi)$  et finalement  $P = U_{\text{eff}} I_{\text{eff}} \cos(\varphi)$
  - Le **cos( $\varphi$ )** est le facteur de puissance d'une installation. Il doit être aussi proche de 1 que possible. Pour l'améliorer, des condensateurs sont placés en parallèle pour compenser l'effet inductif des installations. En choisissant correctement la capacité de ces condensateurs, un courant pratiquement en phase ( $\varphi = 0$ ) avec la tension est obtenu.

• **Condensateur:**

- un condensateur est formé de deux corps conducteurs (armatures) isolés l'un de l'autre. Sous l'influence d'une différence de potentiel  $U$ , les 2 armatures vont se charger de charges électriques ( $Q$ ) égales et de signes contraires

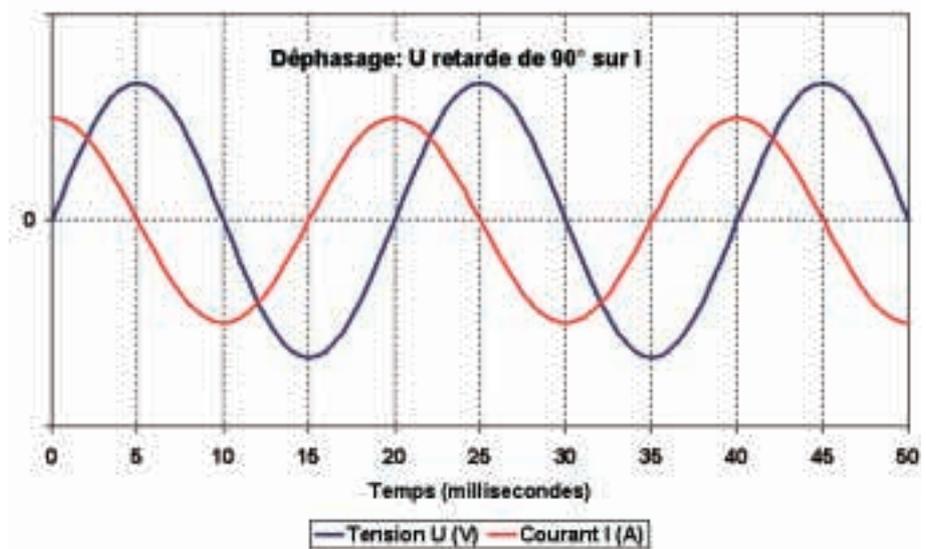
$$Q = C \cdot U$$

- la constante  $C$  est appelée "capacité": elle est fonction
  - \* de la surface des armatures
  - \* de l'écartement entre les deux armatures
  - \* de la constante diélectrique du matériau entre les armatures
- l'unité de capacité est le **farad (F)** défini comme étant la capacité d'un condensateur accumulant une charge électrique de 1 coulomb sous une tension de 1 volt. Les capacités usuelles sont plus petites et s'expriment en microfarad ( $10^{-6}$  F), en nanofarad ( $10^{-9}$  F) ou en picofarad ( $10^{-12}$  F)
- un condensateur bloque un courant continu
- soumis à une tension alternative  $U$ , il provoque un courant  $I$  déphasé de  $90^\circ$  vers l'avant sur la tension (voir schéma ci-dessous):

$$U = X I$$

Où  $X$  est la réactance capacitive et est égal à  $-1 / C\omega$

Condensateur: déphasage entre tension et courant



• **Bobine, inductance:**

- une bobine est composée d'un bobinage d'un fil conducteur autour d'un corps. Le passage d'un courant dans la bobine entraîne un champ magnétique  $B$  (unité le Tesla) dont le flux d'induction magnétique  $\phi$  (unité le Wéber,  $1 \text{ Wb} = 1 \text{ Tesla} \times 1 \text{ m}^2$ ) est donné par

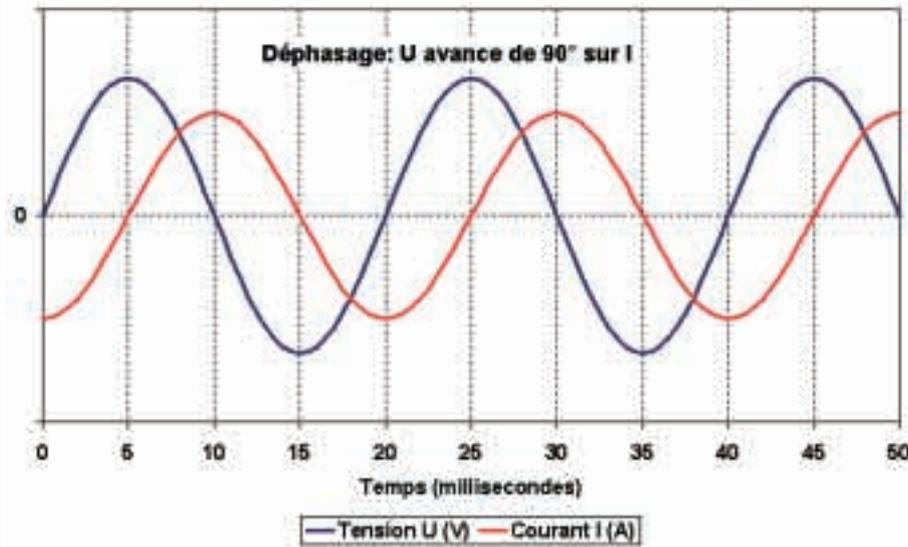
$$\phi = L \cdot I$$

- la constante  $L$  est appelée "inductance" et est fonction des caractéristiques de la bobine: nombre de spires, nature du corps,...
- l'unité d'inductance est le **Henry (H)** défini comme étant l'inductance d'une bobine créant un flux magnétique de 1 Wb lorsqu'elle est parcourue par un courant de 1 A
- $U = d\phi/dt = d(LI)/dt = L dI/dt$  et donc en régime alternatif (sinusoïdale)  
 $U = L\omega I_M \cos(\omega t)$
- Soumis à un courant alternatif  $I$ , elle provoque une tension électrique  $U$  déphasée en avance de  $90^\circ$  sur le courant (voir schéma)

$$U = X I$$

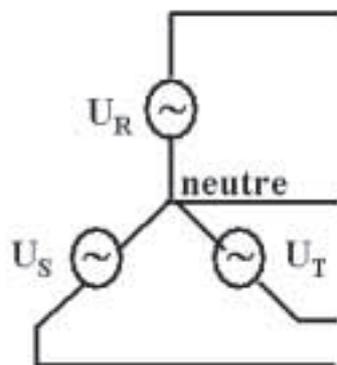
Où  $X$  est la réactance inductive et est égale à  $L\omega$

### Bobine: déphasage entre tension et courant

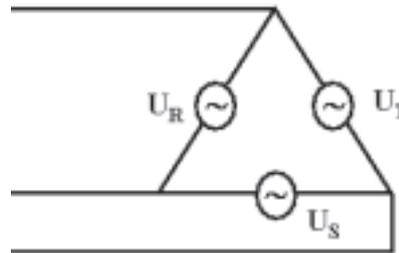


### 3. Circuits triphasés

- Un générateur triphasé est constitué de 3 sources monophasées sinusoïdales de même fréquence, de même amplitude et déphasées l'une par rapport à l'autre de  $120^\circ$  (voir schéma). Les trois tensions de phase sont définies entre un point neutre et chacun des trois conducteurs (montage étoile):
  - $U_R = U_M \sin(\omega t)$
  - $U_S = U_M \sin(\omega t - 2\pi/3)$
  - $U_T = U_M \sin(\omega t - 4\pi/3)$
  - la somme de ces trois tensions est toujours égale à 0
- Les trois tensions de ligne c'est à dire les tensions entre deux conducteurs sont égales entre elles et valent:  $U_{\text{ligne}} = \sqrt{3} U_{\text{phase}}$ . La tension de phase efficace est généralement égale à 220V et la tension de ligne efficace à 380V



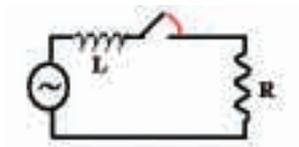
- La puissance en triphasé est égale à 3 fois la puissance de chaque source monophasée mais doit tenir compte du déphasage et donc du facteur de puissance ( $\cos \varphi$ ):
  - $P = 3 U_{\text{phase}} I \cos \varphi$
  - $P = 3 U_{\text{ligne}} / \sqrt{3} I \cos \varphi$
  - $P = \sqrt{3} U_{\text{ligne}} I \cos \varphi$
  - le facteur de puissance ( $\cos \varphi$ ) est généralement proche de 1
- Un autre montage des 3 sources monophasées est le montage en triangle connectant les trois sources entre elles sans la présence d'un point neutre:



- les tensions de lignes sont égales aux tensions de phase
- les courants de ligne sont par contre différents des courants de phase
  - \*  $I_{\text{phase}} = I_{\text{ligne}} \sqrt{3}$
- la puissance reste donc égale à  $P = \sqrt{3} U_{\text{ligne}} I_{\text{ligne}} \cos \varphi$
- A partir d'une source triphasée, il est possible de relier la charge (impédance) de deux façons:
  - en montage étoile:
    - \* les éléments de charge sont soumis à la tension de phase
    - \* si les trois éléments de charge (impédance) sont identiques, le courant de neutre est nul et il n'est pas nécessaire de connecter le neutre des sources et celui des charges: la charge est dite équilibrée
  - en montage triangle:
    - \* les éléments de charge sont soumis à la tension de ligne
    - \* le courant dans les éléments est  $\sqrt{3}$  plus faible que celui dans les lignes

# FICHE 8

## MATÉRIEL DE COUPURES ET DE PROTECTION



### 1. Appareils de coupure

#### • Principes

- tout circuit possède une certaine inductance (L). Aussi, à l'ouverture, lorsque le courant est brusquement interrompu, une surtension et un arc de rupture apparaissent aux bornes du circuit, ce qui peut entraîner:
  - \* la mise à feu de matières combustibles avoisinantes et un incendie
  - \* la destruction des isolants
  - \* la détérioration des contacts
  - \* une électrocution de l'opérateur
- on peut empêcher cette surtension:
  - \* par un condensateur branché en parallèle aux bornes de l'interrupteur : l'énergie passe sous forme électrostatique
  - \* par une résistance branchée en parallèle sur la bobine lors de l'ouverture : l'énergie passe sous forme thermique
- lors de la fermeture du circuit électrique, le courant passe de la valeur nulle à sa valeur maximale selon une loi exponentielle dont la constante de temps vaut  $L/R$ . Plus cette constante est grande et plus l'établissement du courant est lent

#### • Les **interrupteurs** doivent avoir:

- une faible résistance à l'état fermé: les contacts doivent être polis et rester tels (arcs de rupture). Généralement un ressort est prévu pour presser les lames de contact les unes sur les autres et ainsi augmenter la surface de contact réel
- un système mécanique pour assurer une ouverture suffisamment rapide. Une ouverture trop lente entraîne une détérioration rapide des contacts.

Ils sont cependant caractérisés par leur pouvoir de coupure c-à-d le courant maximal qui peut être coupé dans les conditions de vie annoncées par le fabricant. Ce pouvoir de coupure s'exprime en ampère pour les réseaux basses tensions et en volt ampère pour les réseaux moyennes et hautes tensions.

#### • Les **disjoncteurs** et autres systèmes à ouverture automatique, relais...

- l'ouverture du disjoncteur se fait via des contacts auxiliaires qui ne se détériorent généralement pas car le courant coupé est faible. Ces contacts commandent, généralement par effet magnétique, les contacts principaux du circuit électrique
- des systèmes d'extinction peuvent être prévus en fonction de l'importance du courant à couper et donc de l'arc électrique: il peut s'agir de
  - \* systèmes de chicane favorisant l'extinction de l'arc
  - \* systèmes à ouverture dans de l'huile
  - \* systèmes à air comprimé pour souffler l'arc
  - \* systèmes à hexafluorure de soufre pour éteindre l'arc

#### • Les **contacteurs** sont des systèmes destinés à l'ouverture et à la fermeture fréquente d'un circuit électrique. Leur position de repos correspond à l'ouverture du circuit

- Les **rupteurs** sont semblables aux contacteurs, mais la position de repos est la position fermée du circuit.
- Les **conjoncteurs**: réciproques des disjoncteurs, ils se ferment automatiquement pour, par exemple, décharger un banc de condensateurs lorsque la tension aux bornes est coupée.
- Les **sectionneurs** sont généralement placés en série avec un disjoncteur afin d'isoler complètement le circuit. Le disjoncteur est ouvert avant le sectionneur pour offrir une séparation de sécurité.

## 2. Protection contre les surintensités

- Les surintensités produisent un échauffement, voire une rupture par fusion du conducteur. Trois types de surintensités sont généralement distinguées :
  - courants de surcharge (caractérisés souvent par l'expression courant de court-circuit min  $I_{cc \text{ min}}$ ): leur valeur dépasse de 10 à 50% le courant nominal. Leur coupure ne doit pas se faire immédiatement car ces courants de surcharge apparaissent notamment lors du démarrage de moteurs électriques asynchrones. La coupure doit donc se faire avec un certain retard en utilisant des relais temporisés
  - courants de court-circuit impédant du matériel électrique: courants à allure de surcharge provenant du passage du courant au travers de l'isolation devenue défectueuse
  - courants de court-circuit (caractérisés par l'expression courant de court-circuit max  $I_{cc \text{ max}}$ ): la coupure du circuit doit se faire le plus rapidement possible
- Caractéristiques des appareils de protection
  - courant conventionnel de non fonctionnement: valeur spécifiée du courant qui peut être supporté par le dispositif de protection pendant un temps donné sans provoquer son fonctionnement ( $I_{nr}$ )
  - les caractéristiques de surcharge, de courant de court-circuit impédant et de courant de court-circuit permettent aux techniciens de déterminer les caractéristiques des éléments de protection en fonction du temps et de la valeur du courant tolérable dans les canalisations qu'il y a lieu de protéger
  - la protection dépend du type de surintensité
    - \* protection à caractéristiques ampèremétriques pour les courants de surcharge
    - \* protection à caractéristiques chronométriques pour les courants de court-circuit impédants
    - \* protection à caractéristiques énergétiques pour les courants de court-circuit francs (pouvoir de coupure du dispositif de protection)
- Les **relais magnétiques** à maximum de courant:
 

Un bobinage situé dans le relais est parcouru par le courant du circuit. Lorsque ce courant dépasse une certaine valeur, la force engendrée par le champ magnétique de la bobine devient supérieure à la force de rappel d'un ressort qui maintenait un disjoncteur fermé.

La raideur du ressort permet de régler pour quelle valeur du courant se produira la coupure.

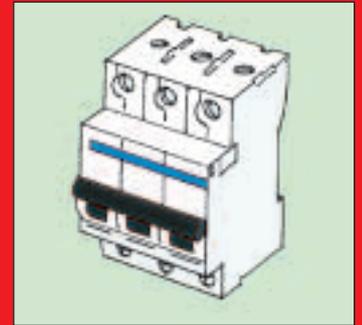
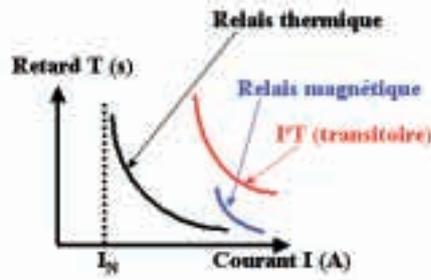
Ce système convient parfaitement pour les courants de court-circuit notamment du fait d'un temps de réponse de l'ordre de la milliseconde.

- **Les relais thermiques**

L'échauffement d'une résistance par le passage du courant (par effet Joule) provoque l'échauffement d'un bilame (deux lames soudées de métaux possédant des propriétés de dilatation thermique différentes). Ce bilame par dilatation différentielle coupe le disjoncteur.

Ces relais conviennent aux courants de surcharge en raison de l'inertie thermique du bilame. Les temps de retard obtenus à la coupure peuvent varier de quelques secondes à 1 minute.

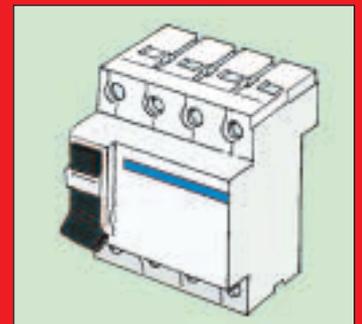
- Les **relais magnétothermiques** (disjoncteurs) combinent un relais magnétique et un relais thermique. On les retrouve notamment dans les disjoncteurs domestiques.
- Les **relais à minimum de tension ou d'impédance** détectent une chute de tension ou d'impédance en mesurant à la fois la tension et le courant.
- La caractéristique fondamentale des relais est le retard de fonctionnement en fonction du courant. La figure ci-après montre le retard de la coupure en fonction du courant. La plage de fonctionnement du relais thermique est située juste au-dessus du courant nominal  $I_N$ . La caractéristique du relais magnétique est plus raide et la coupure survient pour des courants nettement supérieurs au courant nominal.



Source Brico

### 3. Protection contre les fuites de courants

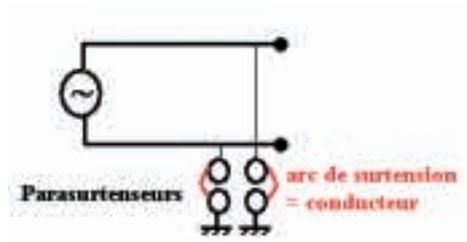
- Le **disjoncteur différentiel** est un disjoncteur automatique qui coupe le circuit lorsqu'une perte de courant (vers le circuit de terre) trop importante est constatée.
  - il mesure en fait la différence de courant entre les deux phases du circuit (différentiel bipolaire) pour un réseau monophasé 220V ou entre les 3 phases et le neutre (différentiel tétrapolaire) d'un réseau triphasé. Si cette différence est supérieure à la valeur nominale du différentiel, celui-ci se déclenche et coupe le ou les circuits
  - le courant nominal du le différentiel de toute l'installation est en général de 300mA (milliampère). Un seul appareil est suffisant s'il est capable de supporter le courant maximal (40A, 63A ...) que peut délivrer le compteur du réseau
  - un différentiel supplémentaire doit être prévu spécifiquement pour chaque circuit humide. Il est en général de 30mA et se place après le différentiel général
  - le nombre de différentiel à placer dépend de la valeur de la résistance de dispersion de la terre:
    - \* si inférieure ou égale à 30 ohms, un différentiel général de 300mA et un différentiel de 30mA pour les circuits humides est suffisant, pour autant qu'il soit capable de supporter la somme des courants maximaux de chaque circuit dit humide
    - \* si supérieure à 30 ohms mais inférieure à 100 ohms, un différentiel de 30mA doit être installé sur chaque circuit de l'installation
    - \* la résistance de terre ne peut dépasser 100 ohms



Source Brico

## 4. Protection contre les surtensions

- Surtensions de régime :
  - ces surtensions sont assez rares dans les pays où les centrales électriques sont interconnectées et où le système posant problème est automatiquement mis hors circuit
  - ces surtensions peuvent être de l'ordre de 10 à 20% et un relais de surtension càd à maximum de tension permet de protéger l'installation
- Surtensions transitoires :
  - ces surtensions peuvent être dues à des manœuvres (ouverture d'un circuit inductif) ou à la foudre
  - les relais à maximum de tension ont un temps de retard beaucoup trop grand et des parasurtenseurs sont nécessaires:



- \* les deux phases sont reliées à deux éclateurs
- \* l'éclateur est constitué de deux conducteurs proches l'un de l'autre, l'un relié à la terre et l'autre à une des deux phases du réseau
- \* la surtension produit un arc électrique entre les deux conducteurs de l'éclateur, arc qui relie la phase à la terre
- \* le réseau est donc coupé 1 ou 2 secondes seulement pour éteindre l'arc. Des disjoncteurs à réenclenchement automatique rebranchent le réseau
- \* des varistances électroniques (équivalent à des diodes zéner) qui imposent un seuil de tension pourraient être utilisées pour limiter la surtension. Leur capacité est cependant insuffisante pour encaisser toute l'énergie due à la surtension

# FICHE 9

## ÉLECTRICITÉ STATIQUE

### 1. Définitions

- Le champ électrique dans le vide (voir la fiche 7 et le texte relatif aux condensateurs) est donné par:

$$E = \sigma / \epsilon_0$$

- où:  $\sigma$  est la densité superficielle de charge (Q / S)  
 $\epsilon_0$  est la permittivité de l'air, égale à  $8,85 \cdot 10^{-12}$  C/Nm<sup>2</sup>
- le champ électrique critique dans l'air à pression normale est égal à  $E_{Max} = 3 \cdot 10^6$  V/m
  - Si  $E > E_{Max}$ , l'air est ionisé, devient conducteur ("claquage de l'air") et une étincelle se produit
- Le corps humain se comporte comme un condensateur ( $C_{humain} = 100$  à  $200$  pF) qui accumule de l'énergie par frottements. Il se décharge quand il est en contact avec un conducteur.

### 2. Dangers de l'électricité statique

- Danger d'**incendie** ou d'**explosion**
  - l'étincelle peut entraîner un **incendie** en présence de matières inflammables, si l'énergie dégagée est supérieure à l'énergie minimale d'inflammation (minimum ignition energy MIE), fonction des réactifs:

SUBSTANCE	MIE (mj)
sulfure de carbone	0.009
hydrogène	0.011
acétylène	0.017
méthanol	0.140
méthane	0.280
acétone	1.150
zirconium	5
soufre	15
charbon	40

- l'**explosion** ne se produit que si la concentration du mélange air – (vapeur ou gaz ou poussières) est comprise entre la limite inférieure d'inflammabilité (LII ou LEL en anglais) et la limite supérieure d'inflammabilité (LSI ou UEL en anglais):



## Limites d'inflammabilité (explosivité) inférieure et supérieure

Produit	Limites d'explosivité (% en volume)	
	Inférieure	supérieure
Acétate d'éthyle	2,0	10,5
Acétone	2,6	13
Acétylène	2,5	81
Benzène	1,4	8
Cyclohexane	1,3	8,3
Dioxane	1,7	22
Ethanol	3,3	19
Ether diéthylique	1,9	36
Ether diisopropylique	1,4	8
n-Hexane	1,2	7,5
Hydrogène	4,0	75
Méthanol	4,0	36
Nitrobenzène	1,8	-
Méthyléthylcétone	1,8	11,5
Pyridine	1,8	12,4
Disulfure de carbone	1,3	50
Tétrahydrofurane	2,0	11,5
Toluène	1,3	7
Xylènes	1,0	7

- le site de l'Organisation Internationale du Travail (OIT ou ILO en anglais) donne des informations sur les substances dangereuses et notamment sur le risque d'incendie et d'explosion:

<http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc/dtasht/index.htm>

- Danger de **choc électrique**: inconfort et insécurité
  - le choc électrique entraîne une sensation et une réaction susceptibles d'avoir des conséquences graves selon les conditions de travail à cet instant: chute...

SENSATION	ENERGIE (mJ)
imperceptible	< 0.4
perceptible	1.5
piqûre	8.2
forte piqure	37
faible secousse	80
secousse modérée	230
secousse sensible	420
forte secousse	820
danger de mort	10000

- Danger de **dégâts matériels**
  - le choc électrique peut entraîner également la détérioration du matériel par dépassement de la tension de seuil des composants électroniques

### 3. Limitation des dangers en prévenant l'accumulation de l'énergie statique

- Mise à la terre des équipements relativement bons conducteurs
  - action sur le sol en préférant des revêtements conducteurs et en évitant les revêtements isolants:
    - \* linoléums:  $R = 10^8 \Omega$
    - \* asphalte:  $R = 10^{12} \Omega$
    - \* tapis plains:  $R = 10^9 \Omega$
  - entretien du sol: éliminer les huiles, graisses... qui augmentent l'isolation du sol
  - habillement personnel (chaussures conductrices, éviter les fibres synthétiques...)
  - mise des conducteurs à la terre (ex: mise à la terre du camion avant de remplir la citerne de mazout)
- Action sur les substances
  - éviter accumulation de mélanges inflammables
  - agir sur les moyens de production et de manutention:
    - \* limiter les frottements
    - \* rendre les bandes transporteuses conductrices (avec du carbone par exemple)
    - \* ne pas utiliser la gravité pour transporter les produits inflammables
- Autres actions
  - agir sur les isolants porteurs de charge en utilisant des ioniseurs
  - diminuer la conductibilité de l'air en augmentant l'humidité, tout en veillant au confort des personnes et aux conflits possibles avec le processus industriel
  - augmenter la conductibilité de certains produits dangereux: par ex., ajout d'un additif à du xylène

# FICHE 10

## PRINCIPAUX POINTS DU RGIE

### 1. Introduction

La fiche 4 (Observation) introduit et donne le contenu de la Réglementation Générale sur les Installations Electriques (RGIE). Le but de la présente fiche est de donner des informations complémentaires notamment sur le classement des installations par leur domaine de tension, sur les degrés de protection du matériel électrique ou sur des mesures de sécurité spécifiques (liaisons équipotentielles...).

### 2. Visite de contrôle par un organisme de contrôle agréé

- des installations à basse tension (article 271 du RGIE)
  - \* tous les 25 ans pour les installations domestiques
  - \* tous les 5 ans pour les autres installations
- des installations à haute tension (article 272 du RGIE)
  - \* chaque année

Un procès verbal de visite doit être établi et conservé par le propriétaire ou le gestionnaire de l'installation concernée.

### 3. Classement des installations par leur domaine de tension

- Trois domaines de tension sont utilisés pour définir les installations:
  - très basse tension: TBT
  - basse tension: BT
  - haute tension: HT
- Les valeurs définissant ces trois domaines sont différentes pour
  - les courants continus
  - les courants alternatifs

Classement des installations par domaine de tension (RGIE, article 4)

	Courant alternatif		Courant continu	
	tension entre phases et terre	tension entre phases	non lissé	lissé
très basse tension: TBT	$U \leq 50$	$U \leq 50$	$U \leq 75$	$U \leq 120$
basse tension: BT	$50 < U \leq 500$	$50 < U \leq 1000$	$75 < U \leq 1500$	$120 < U \leq 1500$
haute tension HT	$U > 500$	$U > 1000$	$U > 1500$	$U > 1500$

- Les mesures de sécurité de l'installation imposées par le RGIE dépendent du domaine de tension de celle-ci

## 4. Très basse tension de sécurité

- La très basse tension de sécurité (TBTS) n'est pas susceptible d'entraîner des chocs électriques par contact direct. Les tensions limites considérées comme non dangereuses dépendent de l'humidité de la peau (articles 31 et 32 du RGIE):

### Tensions (en volt) limites conventionnelles

Code	Humidité de la peau	Tension limite conventionnelle	
		Courant alternatif	Courant continu
BB1	peau non mouillée	50	75
BB2	peau mouillée	25	36
BB3	peau immergée	12	18

- Les parties actives de la TBTS ne peuvent pas être en liaison avec les parties actives d'autres circuits
- Les masses des équipements alimentés par la TBTS ne peuvent pas être reliées ni à d'autres masses ni à la terre
- La tension doit être délivrée par une source d'alimentation sûre (batteries par exemple)

## 5. Influences externes sur l'installation du matériel électrique

- Les influences externes sur le matériel électrique sont codifiées dans le RGIE. La codification comprend 2 lettres et un chiffre
  - la **première lettre** correspond à 3 catégories
    - \* **A** pour environnement (température, humidité...)
    - \* **B** pour utilisation (état du corps humain, contact avec la terre...)
    - \* **C** pour construction du bâtiment (structure du bâtiment...)
  - la **deuxième lettre** correspond à différentes sous-catégories, précisant la première lettre
    - \* pour environnement
      - **A**: température
      - **B**: humidité de l'air
      - **C**: hauteur
      - **D**: eau
      - **E**: corps solides étrangers
      - **F**: ...
    - \* pour l'utilisation
      - **A**: qualification des personnes
      - **B**: état du corps
      - **C**: contact avec la terre
      - **D**: conditions d'évacuation
      - **E**: natures des matières traitées ou entreposées
    - \* pour la construction
      - **A**: inflammabilité des matériaux de construction
      - **B**: structure du bâtiment
  - le **chiffre, en troisième position**, correspond à différents niveaux de cette sous catégorie

- Exemples
  - \* **AA4**: A pour environnement, A pour température et 4 correspond à la plage de température entre  $-5$  et  $+40^{\circ}\text{C}$
  - \* **AD3**: A pour environnement, D pour eau et 3 correspond à humide (ruissellement d'eau sur parois et sols, pluie)
  - \* **BB2**: B pour utilisation, B pour état du corps et 2 pour peau mouillée
  - \* qualification des personnes
    - BA1: ordinaires, personnes non averties
    - BA2: enfants
    - BA3: handicapés
    - BA4: averties: personnes suffisamment informées ou surveillées par des personnes qualifiées pour éviter les dangers que présente l'électricité
    - BA5: qualifiées: personnes dont les connaissances techniques ou l'expérience leur permettent d'éviter les dangers que présente l'électricité

## 6. Classes de matériel électrique

- Le RGIE (article 30) classe le matériel électrique de basse tension et de très basse tension en fonction:
  - de l'isolation entre parties actives et parties accessibles
  - de la possibilité ou non de relier les parties conductrices à un conducteur de protection (fil de terre)
  - des tensions admissibles
- Les 5 classes de matériel électrique sont:
  - **classe 0**: protection ne repose que sur l'isolation principale, aucun raccordement des pièces conductrices au fil de terre
  - **classe 0I**: isolation principale et borne de protection ( borne de masse) mais le câble d'alimentation ne comporte pas de conducteur de protection (fil de terre)
  - **classe I**: isolation principale avec conducteur de protection et câble d'alimentation avec un fil de terre
  - **classe II**: double isolation ou isolation renforcée, câble d'alimentation sans fil de terre
  - **classe III**: matériel électrique dont la protection repose sur l'alimentation par de très basses tensions de sécurité (TBTS)

## 7. Degré de protection du matériel électrique

- Le degré de protection du matériel électrique dépend des conditions d'utilisation et d'environnement...
- Le degré de protection est codifié par
  - **IP** (internal protection) suivi de deux chiffres selon la norme NBN C 20-001
  - le premier chiffre de 1 à 6 indique
    - \* le degré de protection de la personne contre le contact avec la pièce sous tension
    - \* et le degré de protection contre la pénétration de corps solides (poussières...)

**Exemple: degré de protection, pénétration de corps solides  
(article 227 du RGIE)**

Code	Pénétration de corps solides	Degré de protection
<b>AE1</b>	grande dimension	IP2X ou IP0X
<b>AE2</b>	plus petite dimension 2,5 mm	IP3X
<b>AE3</b>	plus petite dimension 1 mm	IP4X
<b>AE4</b>	pouvant y pénétrer étanchéité nécessaire	IP5X IP6X

- le deuxième chiffre de 1 à 8 indique le degré de protection contre la pénétration d'eau

Code	Présence d'eau	Degré de protection
AD1	négligeable	IPX0
AD2	temporairement humides	IPX1
AD3	humides	IPX3
AD4	mouillés	IPX4
AD5	arrosés	IPX5
AD6	paquets d'eau	IPX6
AD7	immergés	IPX7
AD8	submergés	IPX8

**Exemple: degré de protection en présence d'eau (article 226 du RGIE)**

- un troisième chiffre peut éventuellement suivre pour indiquer la résistance aux chocs

## 8. Classification en zones dangereuses

- **risque d'explosion en atmosphères gazeuses explosives (articles 105 et 106 du RGIE et AR ATEX du 26 mars 2003)**
  - 3 zones sont définies
    - \* zone 0: Emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard est présente en permanence, pendant de longues périodes ou fréquemment.
    - \* zone 1: Emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard est susceptible de se présenter occasionnellement en fonctionnement normal.
    - \* zone 2: Emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normal ou, si elle se présente néanmoins, n'est que de courte durée.
  - des mesures sont prises pour limiter le volume de ces zones et pour limiter le plus possible l'emploi de matériel électrique dans ces zones
  - les machines et appareils électriques sont choisis en fonction du type de zone dangereuse et des caractéristiques des mélanges gazeux explosibles

Zone	Mode de protection	Code
0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sécurité intrinsèque de première catégorie <math>i_a</math></li> <li>• matériel électrique cumulant deux modes de protection indépendants, admis en zone 1, pour autant qu'il soit conçu pour l'utilisation en zone 0 et qu'il soit installé conformément aux exigences spécifiées dans les certificats</li> <li>• matériel électrique conçu spécialement pour être utilisé en zone 0 et installé en conformité avec les exigences spécifiées dans les certificats</li> </ul>	$i_a$
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• matériel électrique à surpression interne</li> <li>• matériel électrique à remplissage pulvérulent</li> <li>• matériel électrique à enveloppe antidéflagrante</li> <li>• matériel électrique à sécurité augmentée</li> <li>• sécurité intrinsèque de catégorie <math>i_b</math></li> <li>• matériel électrique avec encapsulage</li> <li>• matériel électrique admis en zone 0</li> <li>• matériel électrique conçu spécialement pour être utilisé en zone 1 et installé en conformité avec les exigences spécifiées dans les certificats</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• p</li> <li>• q</li> <li>• d</li> <li>• e</li> <li>• <math>i_b</math></li> <li>• m</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• matériel électrique à remplissage d'huile</li> <li>• matériel électrique admis en zone 1</li> <li>• matériel électrique conçu spécialement pour être utilisé en zone 2 et installé en conformité avec les exigences spécifiées dans les certificats</li> </ul>	o

• **risque d'explosion inhérent aux poussières (articles 110 et 111 du RGIE et AR ATEX du 26 mars 2003)**

- 3 zones sont définies
  - \* zone 20: Emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles est présente dans l'air en permanence, pendant de longues périodes ou fréquemment.
  - \* zone 21: Emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles est susceptible de se présenter occasionnellement en fonctionnement normal.
  - \* zone 22: Emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normal ou, si elle se présente néanmoins, n'est que de courte durée.
- des mesures sont prises pour limiter le volume de ces zones et pour limiter le plus possible l'emploi de matériel électrique dans ces zones
- les machines et appareils électriques sont choisis en fonction du type de zone dangereuse et du mélange poussières-air éventuellement présent

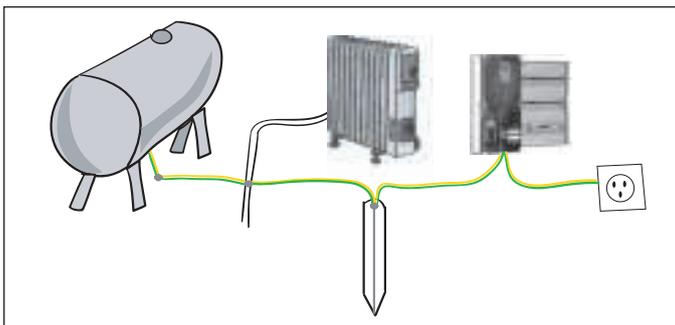
Zone	Mode de protection
20	Le degré de protection est au moins égal à IP 6X.X. Lorsque la poussière n'est pas conductrice d'électricité ( $R \geq 10^5 \Omega \text{cm}$ ), le degré de protection peut être réduit à IP 5X.X pour l'enveloppe des moteurs électriques.
21	Le degré de protection est au moins égal à IP 6X.X lorsque la poussière est conductrice d'électricité. Lorsque la poussière n'est pas conductrice d'électricité, le degré de protection peut être réduit à IP 5X.X.
22	Le degré de protection est au moins égal à IP 5X.X.

## 9. Liaisons équipotentielles (articles 72 et 73 du RGIE)

- La liaison équipotentielle est une liaison électrique destinée à mettre au même potentiel des masses ou des éléments conducteurs étrangers à l'installation électrique
- La liaison équipotentielle principale (article 72) est réalisée à l'entrée des différentes canalisations dans un bâtiment ou, dans les installations industrielles comprenant plusieurs postes de transformation, pour chaque poste.
  - la section du conducteur est au moins égale à la moitié de la section du conducteur de protection (prise de terre) avec un minimum de  $6\text{mm}^2$
  - le conducteur de la liaison équipotentielle principale doit réunir:
    - \* le conducteur principal de protection (prise de terre)
    - \* les canalisations principales d'eau et de gaz
    - \* les colonnes principales du chauffage central et de climatisation
    - \* les éléments métalliques fixes et accessibles qui font partie de la structure de la construction
    - \* les éléments métalliques principaux d'autres canalisations (air comprimé, huile...)
- La liaison équipotentielle supplémentaire (article 73) revient à relier localement toutes les masses et les conducteurs de protection des machines et appareils électriques ainsi que tous les éléments conducteurs (tuyaux, radiateur, chauffe eau, cuve...) simultanément accessibles par une personne
  - cette liaison équipotentielle locale peut être isolée de la terre ou bien reliée à une prise de terre qui peut être distincte des autres masses de l'installation
  - la section du conducteur est au moins égale à la moitié de la section du conducteur de protection relié à une masse, avec un minimum de  $2,5\text{mm}^2$  lorsque les conducteurs sont protégés mécaniquement (sous tube par exemple) et de  $4\text{mm}^2$  lorsqu'ils ne le sont pas

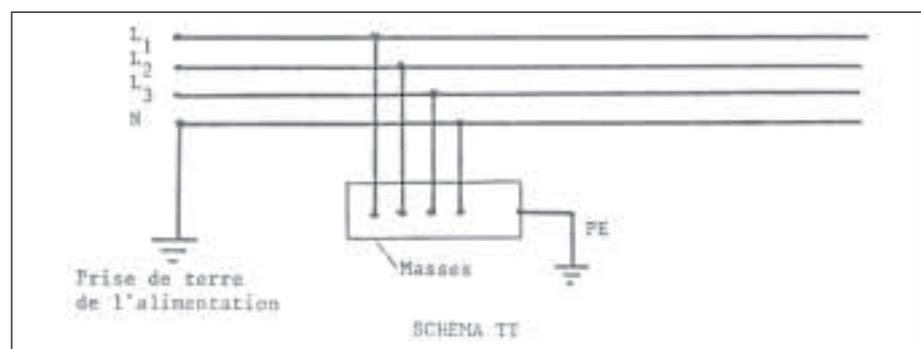
## 10. La mise à la terre de l'installation (articles 69, 70 et 71 du RGIE)

- La prise de terre est réalisée par une ou plusieurs pièces conductrices (piquets de terre par exemple) connectées entre elles et enfouies dans le sol pour assurer la liaison avec la terre
- La section du conducteur de terre dépend de la section (S) des conducteurs de l'installation:
  - si  $S \leq 16\text{mm}^2$ , la section du conducteur de protection est égale à S
  - si  $16 < S \leq 35$ , la section du conducteur de protection est égale à  $16\text{mm}^2$
  - si  $S > 35$ , la section du conducteur de protection est égale à  $0,5 S$
  - en outre, si le conducteur de protection ne fait pas partie de la canalisation d'alimentation, la section du conducteur de protection est au moins égale à
    - \*  $2,5\text{mm}^2$  lorsque les conducteurs sont protégés mécaniquement (tube par exemple)
    - \* et de  $4\text{mm}^2$  lorsqu'ils ne le sont pas
- La couleur du conducteur de protection isolé doit être le jaune et le vert

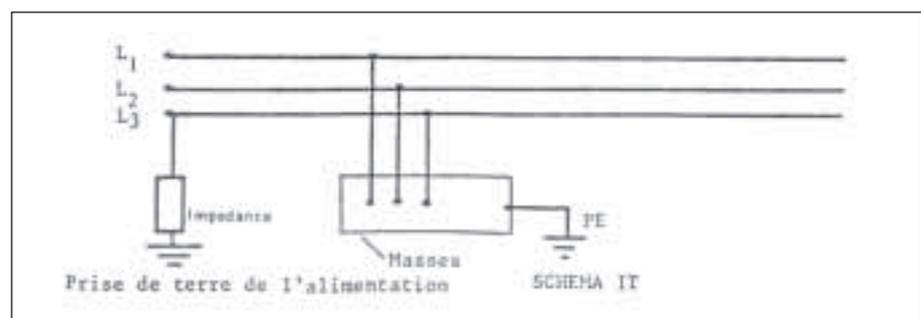


## 11. Les trois schémas de liaison à la terre (article 79 du RGIE)

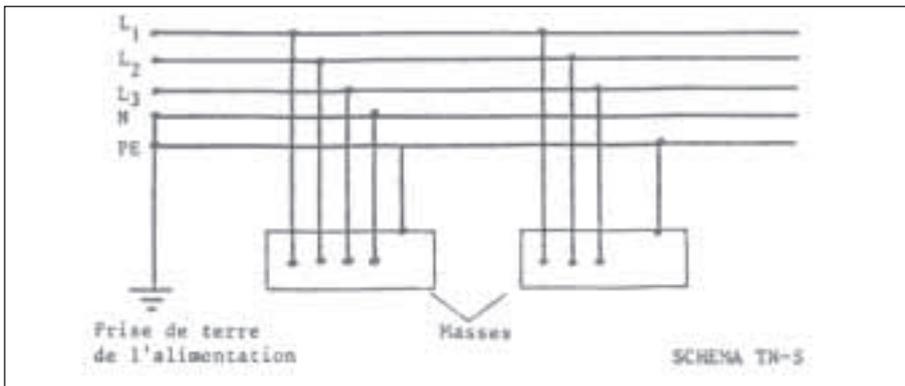
- Il existe trois schémas de liaison du réseau à la terre, caractérisés chacun par un code de deux lettres au minimum et éventuellement de trois ou quatre lettres
  - la première lettre donne la situation d'un point de l'alimentation par rapport à la terre:
    - \* **T**: liaison directe d'un point avec la terre
    - \* **I**: isolation
      - soit isolation de toutes les parties actives par rapport à la terre
      - soit liaison d'un point avec la terre au travers d'une impédance
  - la deuxième lettre donne la situation des masses de l'installation électrique par rapport à la terre:
    - \* **T**: masses reliées directement à la terre indépendamment de la mise à la terre éventuelle d'un point de l'alimentation
    - \* **N**: masses reliées au point de l'alimentation mis à la terre (en courant alternatif, le point mis à la terre est normalement le neutre)
  - les troisième et quatrième lettres donnent la disposition du conducteur neutre (N) et du conducteur de protection (PE)
    - \* **S**: fonctions de neutre et protection assurées par des conducteurs séparés
    - \* **C**: fonctions de neutre et protection combinées en un seul conducteur (conducteur PEN)
- Les trois schémas sont donc
  - schéma **TT** (70% de ce type en Belgique): un point de l'alimentation est relié directement à la terre, les masses de l'installation étant reliées à des prises de terre électriquement distinctes de la prise de terre de l'alimentation. Dans l'installation, se retrouvent
    - \* les trois phases du réseau R, S et T
    - \* le neutre N
    - \* la prise de terre de l'installation



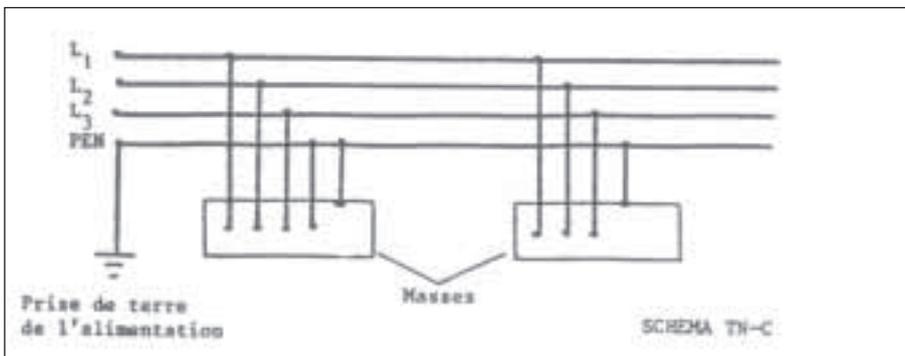
- schéma **IT** (20% en Belgique): aucun point de l'alimentation n'est relié directement à la terre, les masses de l'installation étant mises à la terre. Dans l'installation, se retrouvent
  - les trois phases du réseau R, S et T
  - le conducteur de protection (prise de terre) de l'installation



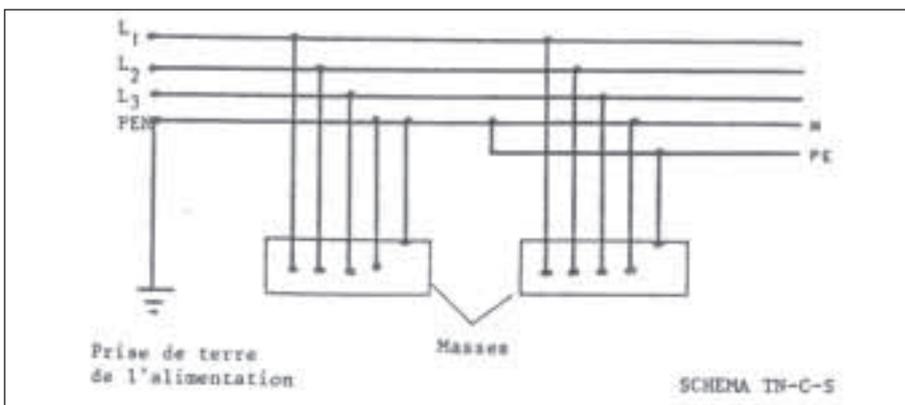
- schéma **TN** (10% en Belgique) avec ses variantes TN-S, TN-C-S et TN-C: un point de l'alimentation est relié directement à la terre, les masses de l'installation étant reliées à ce point par des conducteurs de protection
- \* variante **TN-S**: le conducteur neutre N et le conducteur de protection sont séparés dans toute l'installation. Dans l'installation, se retrouvent
  - les trois phases du réseau R, S et T
  - le neutre N
  - la prise de terre de l'installation reliée à celle de l'alimentation (conducteur PE)



- \* variante **TN-C**: le conducteur neutre N et le conducteur de protection sont combinés en un seul conducteur. Dans l'installation, se retrouvent
  - les trois phases du réseau R, S et T
  - le conducteur PEN reliant le neutre, la prise de terre de l'installation et celle de l'alimentation



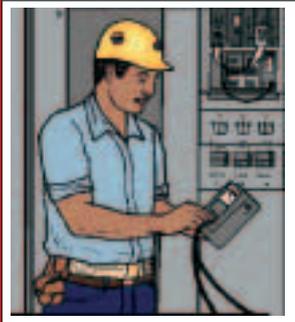
- \* variante **TN-C-S**: le conducteur neutre N et le conducteur de protection sont combinés en un seul conducteur dans une partie de l'installation seulement. En aval du point de séparation du neutre et du conducteur de protection, ils doivent rester séparés



- Couleurs des conducteurs isolés
  - la couleur du conducteur isolé de protection (prise de terre) doit être le jaune et vert
  - la couleur du conducteur isolé du neutre doit être le bleu
  - la couleur des conducteurs isolés de phase est généralement le noir ou le brun mais ne peut pas être le jaune ou le vert

## 12. Travaux aux installations électriques (article 266 du RGIE)

- Définitions
  - les travaux de réparation, d'entretien, de réglage ou d'installation sur du matériel électrique sont réputés être des travaux hors tension à condition que:
    - \* les parties actives sur lesquelles on travaille soient hors tension
    - \* et qu'il n'y ait aucune partie active non isolée restée sous tension dans le volume d'accessibilité au toucher défini à l'article 28 du RGIE
  - tout autre travail à une installation électrique est considéré comme travail sous tension
- Travail hors tension: principes
  - la mise hors tension doit se faire en utilisant un des dispositifs de sectionnement décrits à l'article 235.01
  - un balisage est installé (chaîne ou ruban bien visible)
  - la mise hors tension est vérifiée
  - des mesures adéquates sont prises pour éviter toute remise sous tension intempestive
  - lors d'installations à haute tension:
    - \* le matériel électrique est mis à la terre dans le voisinage le plus immédiat
    - \* la mesure précédente et les autres mesures de sécurité sont soit ordonnées et surveillées, soit exécutées par une personne avertie (BA4) ou qualifiée (BA5) mandatée à cet effet
    - \* toute opération relative à la remise sous tension (élimination des mesures de sécurité...) est soit ordonnée et surveillée, soit exécutée par une personne avertie (BA4) ou qualifiée (BA5) mandatée à cet effet
- Travail sous tension
  - le travail sous tension peut être admis lorsque l'installation électrique satisfait aux exigences requises et lorsque des raisons de sécurité ou de service les rendent nécessaires. Toutefois, des mesures de protection doivent être prises pour empêcher tout effet physiologique dangereux sur les personnes pouvant résulter d'un arc électrique ou de l'éventuel passage du courant dans le corps humain.
  - les conditions suivantes doivent être respectées:
    - \* les personnes chargées des travaux sous tension sont soit des personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5) soit des personnes surveillées ou accompagnées par de telles personnes
    - \* elles disposent des outils et matériels adéquats et des moyens de protection nécessaires
    - \* elles prennent les mesures nécessaires conformément aux règles de l'art





## BIBLIOGRAPHIE

- AIB Vinçotte (2001) Soyez au courant - Installations électriques domestiques
- AIB Vinçotte (2002) Gaz et autres combustibles
- Australia Government of Western (2002), [www.safetyline.wa.gov.au/](http://www.safetyline.wa.gov.au/)
  - Electric cord restraint
  - RCD's-Safe but not foolproof
  - Residual current devices
  - Industrial Cable and hose protection system
- Arrêté royal du 26 mars 2003 concernant le bien-être des travailleurs susceptibles d'être exposés aux risques présentés par les atmosphères explosives (MB 05.05.03)
  - Transposition en droit belge de la Directive 1999/92/CE du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 1999 concernant les prescriptions minimales visant à améliorer la protection en matière de sécurité et de santé des travailleurs susceptibles d'être exposés au risque d'atmosphères explosives (quinzième directive particulière au sens de l'article 16, paragraphe 1er, de la Directive 89/391/CEE).
- Arrêté royal du 22 juin 1999 déterminant les garanties de sécurité que doivent présenter les appareils et les systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosives (MB 25.09.99)
  - Transposition en droit belge de la directive 94/9/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 mars 1994 concernant le rapprochement des législations des Etats membres pour les appareils et les systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosives.
- Buyse H. (2000), Sécurité des installations électriques – Cours SEHY 3218
- CCHST - Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail
  - Chargement des accumulateurs (1998)
  - Sécurité en Electricité - Information de base (2000)
- Commission Européenne (2000): Guide de bonne pratique: Lignes directrices sur l'application de la directive 94/9/CE du conseil du 23 mars 1994 concernant le rapprochement des législations des états mem-  
bres pour les appareils et les systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosives. Mai 2000
- Commission Européenne (2003): Guide de bonne pratique à caractère non contraignant en vue de la mise en oeuvre de la Directive 1999/92/CE du Parlement Européen et du Conseil concernant les prescriptions minimales visant à améliorer la protection en matière de sécurité et de santé des travailleurs susceptibles d'être exposés au risque d'atmosphères explosives. Commission Européenne DG Emploi et affaires sociales. Santé, sécurité et hygiène au travail. Version finale avril 2003
- De Gruyter R., De Lange H., Van Hamme L. (2003) Mémento du conseiller en prévention 2004, éditions Kluwer pp. 934.
- Health Safety & Executive, [www.hse-books.co.uk](http://www.hse-books.co.uk)
  - Electric storage batteries (1994)
  - Electrical safety and you (2001)
  - Maintaining portable electrical equipment on offices and other low-risk environments (1996)
- INRS, [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)
  - Batteries ... Chargez ! ED717 (2000)
  - Contact direct d'engins avec les lignes électriques aériennes, ND1879 (1992)
  - Soyez Branché Risques électriques (Prévenir 152)
- NESF National Electrical Safety Foundation, <http://www.nesf.org/>
  - In home - Electrical safety check (2002)
  - Workplace Safety Reminders (2000)
  - Workplace Electrical Safety Tips (2000)
- NIOSH (1999) Alert – Disclaimer: Preventing Worker Deaths from Uncontrolled Release of Electrical, Mechanical, and Other Types of Hazardous Energy. DHHS (NIOSH) Publication No. 99-110
- OSH New Zealand (1990) Guidelines for the control of static electricity in industry Static. Occupational Safety and Health Service, Department of Labour, Wellington, New Zealand

## SOURCE DES ILLUSTRATIONS

Les illustrations ont été reproduites avec l'autorisation de:

- Fiches électricités de la firme Brico, ([www.brico.be](http://www.brico.be))





