

1<sup>ERES</sup> RENCONTRES INTERNATIONALES  
1<sup>ERES</sup> RENCONTRES INTERNATIONALES  
organisées par le CHU de TOULOUSE

# La sûreté de fonctionnement dans la conception des installations électriques et de ses composants

**Philippe MAUDUIT**, responsable ingénierie  
de projet Schneider Electric



TOULOUSE 15-16 Juin 2009

# La sûreté de fonctionnement dans la conception des installations électriques et de ses composants

- Agenda

- Qu'est ce que la Sûreté de fonctionnement ?
- L'approche sûreté de fonctionnement en conception des réseaux électriques
- La démarche sûreté appliquée à la conception des produits
- Application aux hôpitaux



# Qu'est-ce que la Sûreté de Fonctionnement ?

- la Sûreté de Fonctionnement est une science (= approche rationnelle)

- qui permet de justifier la confiance placée dans un système (= capacité de ce système à accomplir sa mission), donc d'évaluer les risques liés à ce système
- qui s'appuie sur 4 indicateurs : **FMDS**  
**Fiabilité – Maintenabilité – Disponibilité - Sécurité**

## Ces indicateurs FMDS :

- se quantifient en termes d'objectifs
- se calculent en termes de probabilités
- se concrétisent par des choix d'architecture, de composants, de mode d'exploitation et de maintenance
- se vérifient par des tests ou l'exploitation statistique des retours d'expérience



# L 'approche sûreté en conception de réseaux : *rappel du besoin*

- **La fonction d'un réseau électrique**
  - La fonction essentielle d'un réseau électrique est de fournir l'énergie électrique nécessaire à chaque point du réseau au moment des besoins (disponibilité)
- **Le réseau est soumis à des perturbations**
  - Le réseau est en permanence soumis à des perturbations , qui peuvent être internes ou externes, permanentes ou occasionnelles.

**→ Le niveau de disponibilité de l'énergie est le résultat :**

- de la fiabilité du réseau
- et de sa robustesse face aux perturbations, c'est à dire sa capacité à résister ou s'adapter aux perturbations pour fournir l'énergie.



# L 'approche sûreté en conception de réseaux : *méthode générale (1/2)*

## 1) Faire l'inventaire des perturbations électriques

- (externes, internes, permanentes, transitoires,.....)
- et analyser leur influence sur les fonctions du réseau (sensibilité des charges et conséquences)

## 2) Concevoir ou adapter la fiabilité et la robustesse du réseau

- en fonction du type de perturbation et du niveau de sensibilité et de criticité des charges

**Les études de sûreté de fonctionnement et de réseau permettent de concevoir ou adapter la fiabilité et la robustesse du réseau**



# L 'approche sûreté en conception de réseaux : *méthode générale (2/2)*

## Ces études concernent notamment :

- Définition de l'architecture du réseau
- plan de tension (dimensionner l 'installation et les matériels)
- Choix des redondances de source et des reconfigurations en tenant compte des objectifs de fiabilité et de disponibilité, et de la politique d 'exploitation
- stabilité dynamique (fonctionnement optimum en tenant compte des perturbations électromécaniques)
- surtension (garantir la tenue en tension des matériels)
- protection (continuité de service, sécurité des biens et des personnes)
- CEM / Harmoniques (savoir maîtriser les pollueurs électriques).
- Robustesse des charges



# L 'approche sûreté en conception de réseaux

## *Critères de choix de l 'architecture du réseau (1/2)*

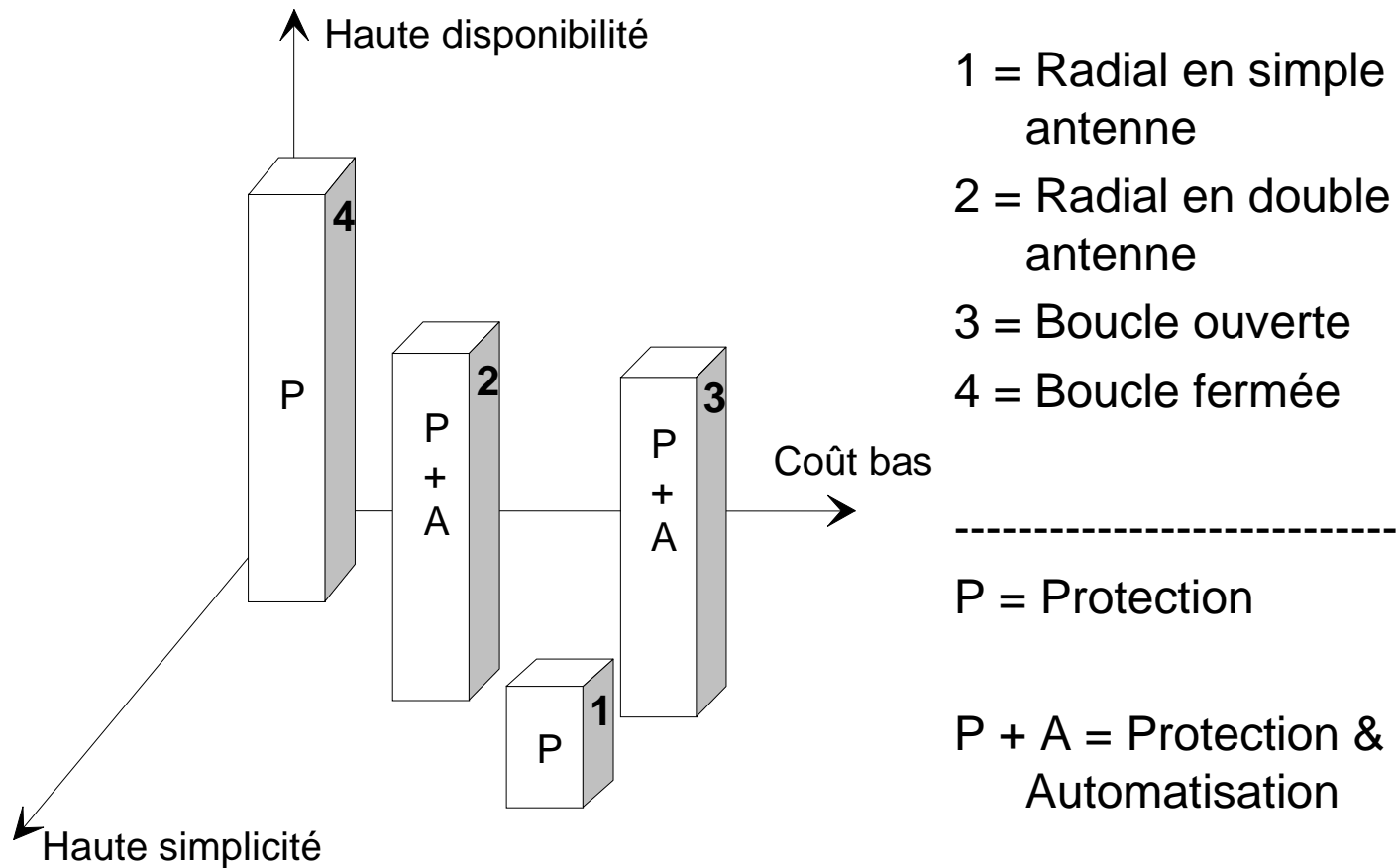
- Sécurité des installations et du personnel
- Continuité d'alimentation
- Optimal technico-économique
  - Coût d'investissement
  - Qualité
- Facilité de conduite
- Maintenabilité
- Facilité d'extension / amélioration



# L 'approche sûreté en conception de réseaux

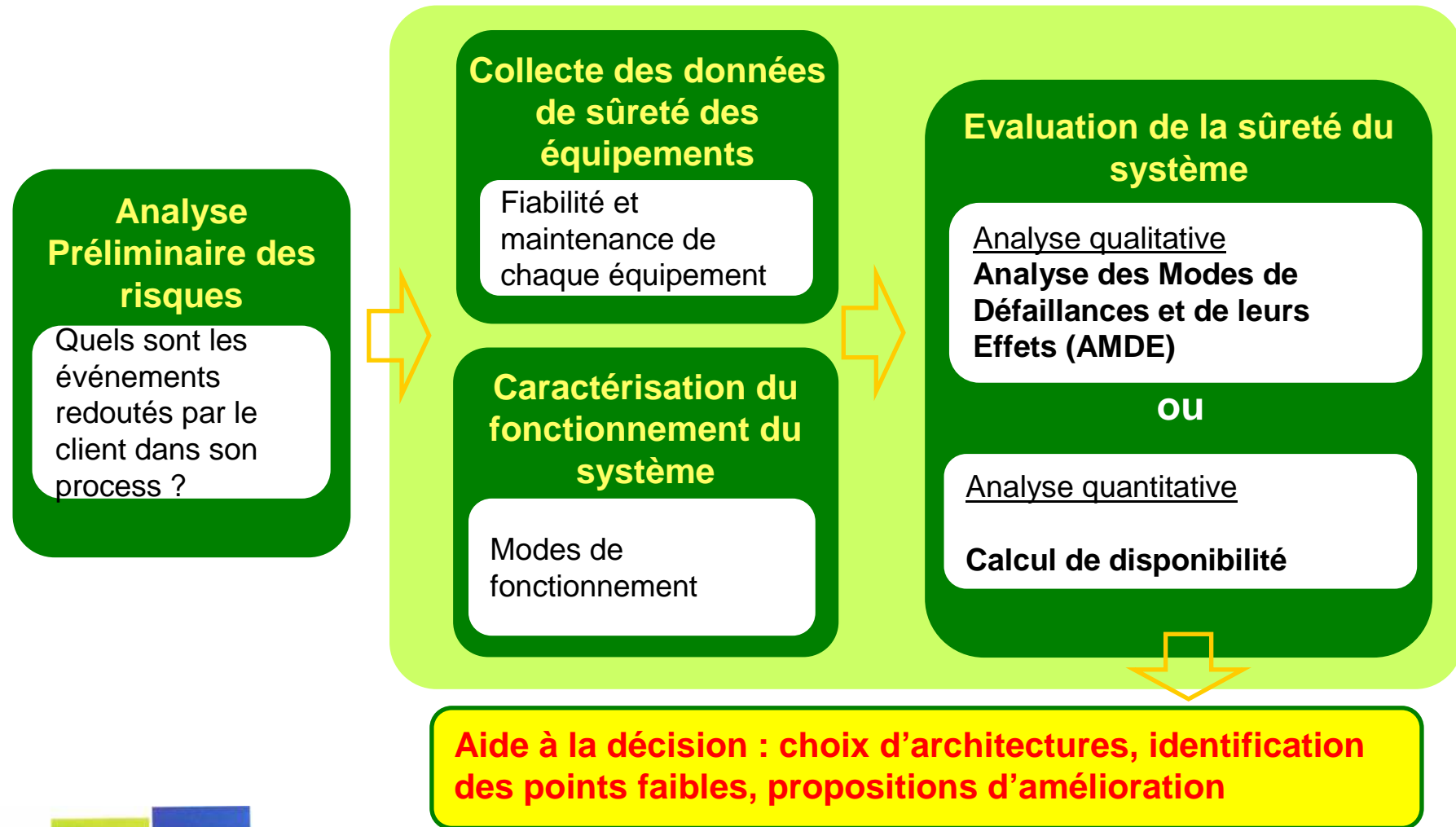
## *Critères de choix de l 'architecture du réseau (2/2)*

- Comparaison disponibilité/simplicité/coût bas





# Les différentes étapes d'une étude de sûreté



# Les bénéfices de la sûreté en regard du cycle de vie de l'installation

Avant-projet

Analyse des risques  
Architectures  
Spécifications

Conception

Compromis disponibilité / coûts  
Architectures détaillées  
Comparaison d'architectures

Evolution & Améliorations

Diagnostic des installations et équipements  
Optimisation de la politique de maintenance et d'exploitation  
Propositions d'amélioration  
Formation et support technique

**Sûreté de fonctionnement**

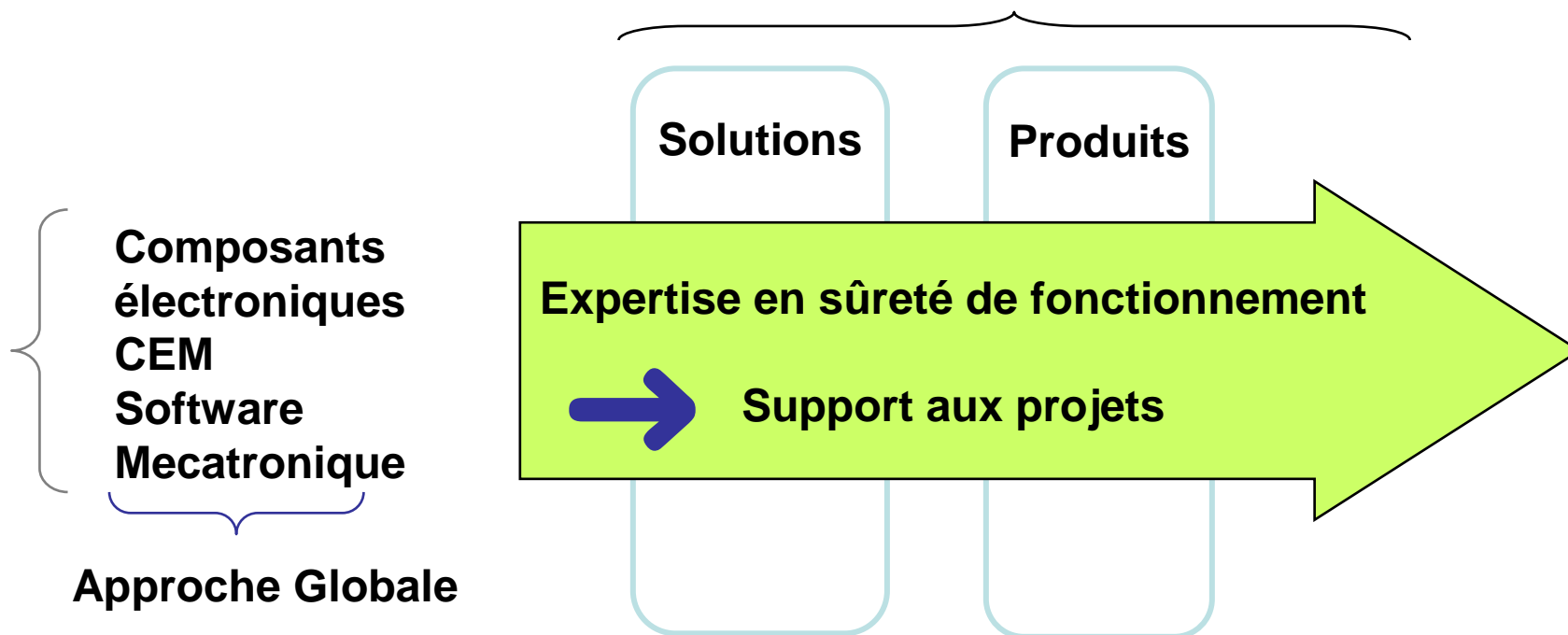
Exploitation

Définition de la politique de Maintenance  
Dimensionnement des pièces de rechange  
Contrats de maintenance



# La démarche sûreté appliquée à la robustesse et la fiabilité des équipements

Clients "internes" SCHNEIDER ELECTRIC



## Améliorer la robustesse du design

1<sup>ères</sup> Rencontres Internationales : Gouvernance des Risques en Santé



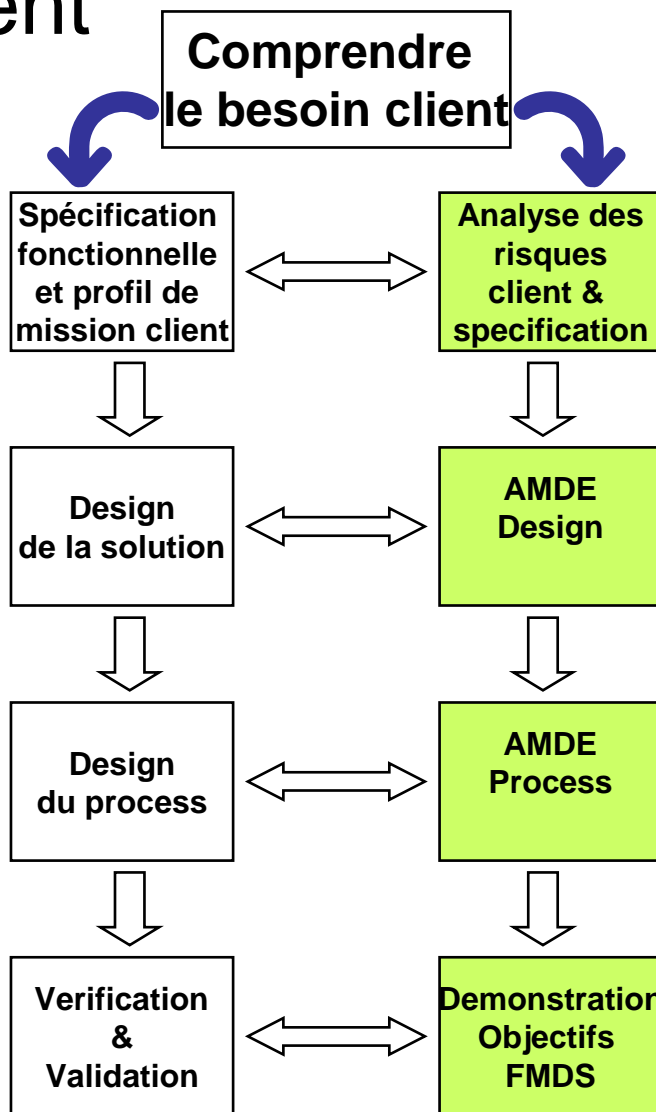
# Les activités FMDS sont liées au développement

Processus de développement

Approche fonctionnelle

Processus FMDS

Approche dysfonctionnelle



# La démarche sûreté s'applique à l'ensemble des domaines

Exemple de domaines d'applications critiques traités par Schneider Electric:



## Nucléaire (civil & militaire)

CERN, CEA, DGA, EADS



## Hôpitaux

Marseille, Annemasse, APHP, Blackburn, CHU Nantes, Hopital Militaire ORAN



## Centres de données, Telecom

IBM, SFR, TDF, CAPGEMINI, France Telecom, EQUANT, Société Générale, CEGETEL, AIR FRANCE



## Micro-électronique

STM, SAMSUNG, INOTERA, TSMC



## Oil & Gas

Total, SOFREGAZ, Exxon, GDF, QATARGAS, PETROCHINA, NAPHTACHIMIE

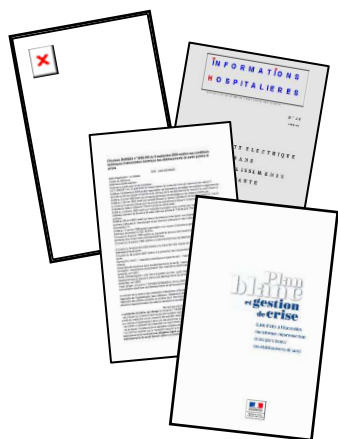


## Aéroports

Nantes, Genève







# Hôpitaux : la réglementation en vigueur

- La continuité des soins et donc celle de l'alimentation électrique doivent être assurées, y compris dans les cas de crise.

« Tout **établissement de santé public** (...) sera dorénavant **dans l'obligation** (...) **de mobiliser** immédiatement **les moyens** de toute nature dont il dispose (...) **pour faire face à une situation sanitaire exceptionnelle** ».

*Extrait du Plan Blanc et gestion de crise Avril 2004*

« Le **directeur d'établissement de santé**, (...) est bien entendu un **personnage central** du dispositif de prévention et de gestion des crises, du fait qu'il **assume la responsabilité lourde de mobiliser**, les jours venus, les **moyens** dont il dispose **aux fins d'une prise en charge sanitaire** des victimes (...). Il est le **seul responsable** de la mise en œuvre du plan blanc ».

*Extrait du Plan Blanc et gestion de crise Avril 2004*

« la **nécessité d'assurer la continuité de l'alimentation électrique** au sein des établissements de santé **est une obligation légale** puisque l'article L. 6112-2 du CSP précise **que les établissements de santé doivent veiller à la continuité des soins.** » *Extrait de la circulaire DHOS/E4 n° 2006-393 du 8/09/2006*





# Hôpitaux : la réglementation en vigueur

- Il est demandé de « garantir » la fiabilité et la continuité de l'alimentation électrique en cas de défaillance EDF

« si le **distributeur a une obligation de moyens** pour maintenir l'alimentation en énergie des établissements, il **n'a pas d'obligation de résultats**. En conséquence de quoi, les établissements (...) doivent obligatoirement se doter de source(s) autonome(s) de remplacement » *.Art. 1.3 de la circulaire DHOS/E4 no 2006-393 du 8/09/2006*

« Les établissements de santé (...) **doivent pouvoir garantir la fiabilité de l'alimentation électrique** en respectant la règle suivante :

- soit disposer de **deux alimentations électriques normales assurées au moyen de deux câbles d'alimentation indépendants et d'une source autonome de remplacement** interne à l'établissement ;
- soit disposer **d'une alimentation électrique normale assurée au moyen d'un seul câble d'alimentation et de deux sources autonomes de remplacement (...)**. » *Art. 1.3 de la circulaire DHOS/E4 n° 2006-393 du 8/09/2006*

Dans le 1<sup>er</sup> cas : « (...) il doit veiller auprès de son distributeur d'électricité qu'en dehors de son poste de livraison HTA, **les circuits électriques de ces 2 alimentations sont bien séparés** (même dans leur trajet), jusque et y compris en HTB (...) ». *Art. 1.3 de la circulaire DHOS/E4 n° 2006-393 du 8/09/2006*





# Hôpitaux : la réglementation en vigueur

Activités	niveaux		
	1	2	3
Bloc opératoire			
- salle d'opération	X		
- salle surveillance post-interventionnelle		X	
Bloc obstétrical	X		
Salle d'accouchement		X	
Anesthésie	X		
Réanimation	X		
Unité de soins intensifs	X		
Service de prématurés		X	
Hémodialyse		X	
Imagerie interventionnelle	X		
Explorations fonctionnelles		X	
Imagerie médicale			
- salle de radiologie conventionnelle			X
- salle d'angiographie		X	
- salle de coronographie	X		
- salle de scanographie	X*	X	
- salle d'imagerie par résonance magnétique	X*	X	
Médecine nucléaire			
- salle de scintigraphie	X*	X	
- ventilation		X	
Radiothérapie			X
Laboratoires			
- automates d'analyses	X		
Pharmacie			
- chambre froide pour la conservation des produits sanguins		X	
Unités d'hospitalisation			X

\*pour les équipements informatiques des dispositifs

médicaux

- Les installations doivent être adaptées aux différents niveaux de criticité des services :
  - niveau 1 = pas de coupures
  - niveau 2 = coupures < à 15s
  - niveau 3 = coupures de 15s à 30 min



les niveaux de criticité de certaines activités - Art. 4.2 de la norme NF C15-211 applicable depuis le 31/01/2007





# Hôpitaux : la réglementation en vigueur

- Certaines opérations critiques contributives à la disponibilité de l'énergie électrique sont imposées :
  - réaliser des essais périodiques

« les installations normales et de secours doivent faire l'objet d'**essais** (...) selon les préconisations des constructeurs (...) **le délai entre deux essais ne doit pas excéder un mois** (...) il faudra vérifier la capacité des installations de secours à **reprendre la totalité de la charge des services prioritaires** »

*Art.1.7 de la circulaire DHOS/E4 no 2006-393 du 8/09/2006*

- assurer la maintenance régulièrement

« une **maintenance régulière** des matériels et équipements participant à la **garantie de la fiabilité** de l'alimentation électrique **doit être assurée**»

*Art. 12.1 de la norme NF C15-211 applicable depuis le 31/01/2007*

« toutes les **opérations de maintenance** préventive et corrective **doivent être consignées dans un registre spécifique** (...) pour chaque dispositif de secours électrique (...) permet le suivi et la **traçabilité** des interventions (...) il est demandé au personnel technique d'être particulièrement **vigilant** (...) **de respecter** l'ensemble des normes qui régissent la **maintenance des éléments constitutifs des installations électriques.** »

*Art.1.5 et 1.6 de la circulaire DHOS/E4 no 2006-393 du 8/09/2006*



# En synthèse

- La démarche de sûreté de fonctionnement est une méthodologie éprouvée qui, en étant appliquée sur tout le cycle de vie de l'installation, permet de limiter les risques liés à l'indisponibilité de l'énergie électrique.
- Les points d'attention seront en particulier :
  - la conception des architectures de distribution électrique et de sa supervision
  - le choix des équipements qui composent l'installation
  - la maintenance périodique des équipements

