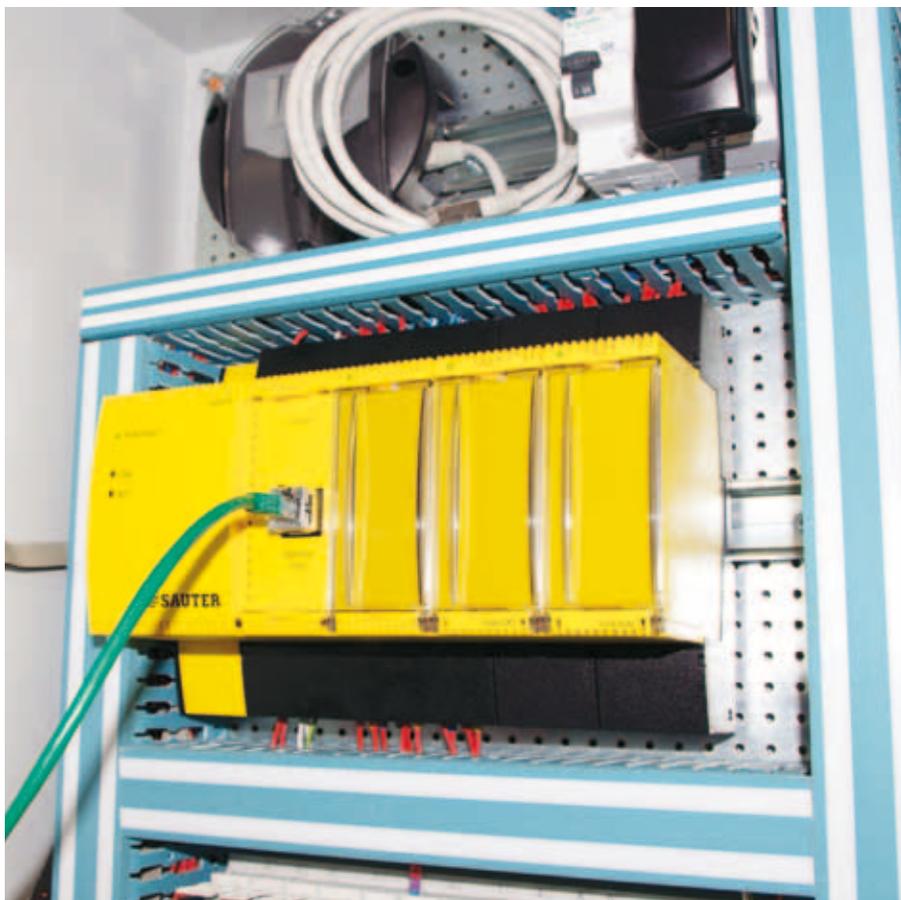


Armoires électriques, de la répartition électrique à l'exploitation des réseaux

Depuis quelques années, les armoires électriques prennent de l'embonpoint. Leur contenu s'étoffe sous l'effet de contraintes nouvelles et transforme leur nature, sans toutefois modifier leurs missions traditionnelles.



Les armoires électriques sont installées dans le tertiaire, l'industrie, en extérieur sur les chantiers, très peu en logements collectifs, sauf dans les chaufferies et les locaux abritant des machineries d'ascenseurs.

Classiquement, les armoires électriques abritaient les répartiteurs de réseaux électriques basse tension et leurs protections, ainsi que l'alimentation d'équipements spécifiques – les divers équipements des chaufferies, les groupes froids, les ascenseurs – leurs protections, leurs automates de surveillance et de régulation et leurs réseaux de communication dédiés si ces équipements étaient connectés à une GTB, puis à une supervision. Dans les armoires de répartition d'énergie, la RT 2012 a ajouté l'obligation de comptage de l'électricité par usage et par surface. Ce qui ajoute un appareillage important. Les armoires contiennent aussi tous les répartiteurs de communication (courants faibles) qui se standardisent autour d'une architecture TCP/IP (Internet Protocol) sur réseau Ethernet. Comptage et communication rendent encore plus nécessaire la bonne séparation entre courant fort et courant faible et une Compatibilité électromagnétique (CEM) de qualité.

Une division du travail

Plusieurs acteurs interviennent dans la conception, la fabrication, la pose et la maintenance des armoires électriques. Tout d'abord, le bureau d'études d'exécution de l'entreprise d'installation conçoit ses armoires.

La prise RJ45 devient le connecteur standard, aussi bien pour le raccordement direct d'un PC aux automates, que pour le raccordement d'automates entre eux. (Docs. PP)

POINT DE VUE Jean-François Sarcia, du département Grands projets de Balas (93)

« Lors du dimensionnement de l'armoire, il faut aussi songer au raccordement des câbles »



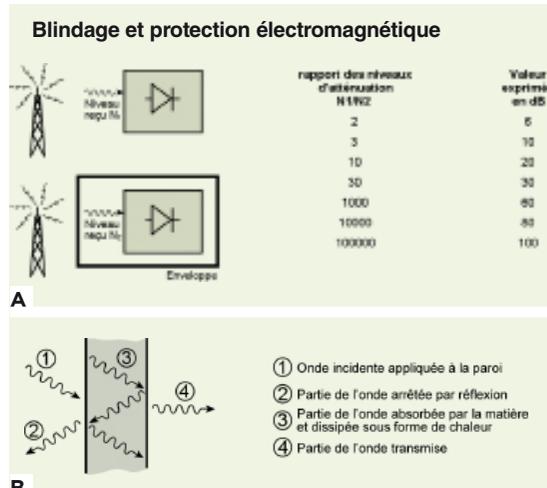
(Doc. DR.)

«Lorsqu'on conçoit une armoire électrique de distribution d'énergie, il faut penser à la place laissée pour le raccordement des câbles dans l'armoire, surtout lorsqu'il s'agit de câbles de forte section. Comment sur le chantier allons-nous introduire les câbles? Par le haut, par le bas, latéralement? Dans l'enveloppe elle-même, y a-t-il assez de place pour effectuer les raccordements dans de bonnes conditions? Plus nos logiciels de conception deviennent puissants et faciles à utiliser, plus le concepteur doit penser à des considérations de base de ce genre.»

A L'effet de blindage d'une paroi est un phénomène complexe, lié à l'interaction des ondes électromagnétiques avec la matière. Selon les matériaux et la fréquence, les caractéristiques de blindage sont différentes. Les basses fréquences, à prédominance de champs magnétiques, sont arrêtées par absorption et requièrent des écrans en matériaux ferreux de forte épaisseur. Les hautes fréquences et le champ électrique, sont réfléchis par des matériaux bon conducteurs: cuivre, aluminium, zinc. L'efficacité d'un blindage, notée $E = A + R$, est la somme des pertes par absorption (A) et par réflexion (R).

B Dans la pratique, l'efficacité de blindage d'une armoire est complexe à déterminer par le calcul: les ouvertures, les joints, les pièces traversantes, la forme, les dimensions... influent sur le résultat. Par conséquent, pour déterminer l'atténuation, on effectue deux mesures en laboratoire avec une antenne de référence. La première N1 sans armoire. La seconde, N2, avec armoire. Le rapport $A = N1/N2$ traduit l'atténuation. Pour faciliter son emploi, elle est traduite en décibels. (Schémas A et B Schneider Electric.)

C L'atténuation CEM, ou efficacité d'un blindage, agit aussi bien vis-à-vis des équipements intérieurs de l'armoire contre un signal dont l'origine est extérieure, que pour protéger l'environnement contre un signal dont l'origine se trouve à l'intérieur de l'armoire (variateurs, etc.). (Doc. P.P.)



(...)

Chacun intervient dans sa spécialité: une armoire de répartition d'énergie électrique requiert des compétences de conception différentes d'une armoire de GTB, ou d'une armoire dédiée à un équipement particulier. Ensuite, un tableautier câble l'armoire électrique selon les plans établis par l'entreprise d'installation. Le tableautier est une entreprise à part qui se consacre à cette tâche particulière. L'entreprise d'installation reçoit l'armoire précâblée, la pose, la raccorde et teste le fonctionnement de ses équipements. Ces tâches s'effectuent hors tension, sans que le personnel n'ait besoin d'habilitation pour des travaux sous tension. L'exploitant, par la suite, peut avoir besoin d'habilita-



tion pour travaux sous tension, notamment s'il s'agit d'effectuer des travaux de dépannage urgent.

Séparation des courants forts et faibles

Dans la mesure où les armoires électriques reçoivent un contenu de plus en plus hétérogène: courants forts, courants faibles, comptages, automates, parfois variateurs de tension et variateurs de fréquence pour le pilotage de certains équipements courants, la Compatibilité électromagnétique (CEM) et la séparation entre courants forts et courants faibles deviennent des impératifs forts.

Les perturbations électromagnétiques sont des sources potentielles de dysfonctionnement pour tous les matériels électroniques contenus dans les armoires, qu'ils traitent des signaux analogiques (compteurs, régulateurs), ou des signaux numériques (automates, interfaces de communication). Ces perturbations sont fugitives et apparaissent dans des conditions particulières de fonctionnement des équipements, difficiles à identifier. Le meilleur moyen de s'en protéger consiste à respecter les règles de conception et de mise en œuvre des armoires et de leurs équipements. La Directive européenne CEM2004/108/CE est entrée en vigueur le 20 janvier 2005, étendant l'obligation de conformité aux exigences de CEM (Compatibilité électromagnétique), aux installations fixes, dont les armoires électriques. Les ensembles d'appareillages et d'automatismes « en enveloppe » – dans des armoires électriques – sont concernés. La compatibilité électromagnétique d'une armoire et du ou des tableaux qu'elle contient représente leur capacité à fonctionner dans un environnement perturbé, tout en limitant leurs propres émissions perturbatrices. Deux caractéristiques sont à traiter: l'équipotentialité et l'efficacité de blindage.

• **L'équipotentialité**, à ne pas confondre avec le raccordement à la terre pour la protection des personnes, consiste en la création d'une référence de potentiel commune à tous les éléments de l'armoire électrique. La conception des armoires électriques métalliques facilite la réalisation de cet objectif:

- l'utilisation de la structure métallique crée une référence de potentiel fiable;
- les systèmes de montage des équipements doivent assurer une bonne continuité avec cette référence de potentiel. Ainsi, l'emploi de plaques et châssis de montage galvanisés assure un contact direct avec les équipements possédant un châssis métallique conducteur. Par perçage du revêtement, les vis et écrous doivent assurer un bon contact sur les surfaces peintes ou traitées.

• **Le blindage des armoires**. À proximité de sources de rayonnement électromagnétiques de fortes puissances – fours, variateurs de fréquence, ventilateurs, etc. – certains appareils peuvent mal fonctionner de manière erratique. La protection de ces appareils par l'emploi d'une armoire blindée ne doit être envisagée qu'après avoir tenté de résoudre les difficultés de manière traditionnelle: séparation des sources, respect des distances d'éloignement minimales, etc. **Pascal Poggi**

Degré de protection défini par une norme EN



A Le degré de protection IP des armoires électriques est déterminé conformément à la norme EN 60 529/10.91. Les fabricants évoquent aussi souvent la protection Nema, pilotée en Amérique par la National Electrical Manufacturers Association (Nema). Les protections Nema et IP ne portent pas exactement sur les mêmes notions. Ainsi, la protection IP ne comporte pas, par exemple, de test de résistance à la corrosion. Pour une comparaison exhaustive des deux classements: (<http://www.nema.org/Products/Documents/nema-enclosure-types.pdf>). (Doc. Schneider Electric.)

B La protection IP s'exprime par deux chiffres. Le premier de 1 à 6, exprime la protection contre les corps solides, tandis que le second chiffre, de 1 à 6, exprime la protection contre les liquides. L'indice IK, de 00 à 10, détermine quant à lui la protection contre les chocs matériels. (Doc. PP)

Un tableau électrique est constitué de l'association de quatre éléments : l'enveloppe ou armoire, l'appareillage qu'elle contient, les conducteurs électriques et les fonctions qui assurent la signalisation, la commande et le traitement de l'information. La fixation des équipements à l'intérieur d'une armoire s'effectue grâce aux rails DIN (46277-2 et -3) de 35 mm de haut pour 7,5 ou 15 mm de profondeur. Apparus dans les années 50 en Allemagne sous forme d'une norme DIN, normalisés en Europe (EN 50022), puis dans le monde (IEC 60715), ces rails équipent toutes les armoires du marché. Tous les appareillages sont conçus pour se fixer dessus. Les fabricants d'enveloppes proposent à la fois des dimensions standard et du sur-mesure. Les uns, dont Schneider Electric et Legrand, ABB, Siemens ou Rittal, sont plus connus pour leurs offres standard.

D'autres, tels Kermaz, le Groupe Fauché, Marboré SAS ou Walther, vivent avant tout du sur-mesure. Une troisième catégorie de fabricants, Sermes Electric Systems, par exemple, est spécialisée dans l'armoire de chantier particulièrement robuste et conçue pour être déplacée. Les armoires intérieures sont classiquement en acier. Si elles se trouvent dans des ambiances corrosives ou humides, elles sont plutôt en acier inoxydable. À l'extérieur ou dans des environnements particulièrement corrosifs (hangars d'élevage, notamment), les constructeurs proposent des armoires en polyester renforcé de fibres de verre. L'étanchéité (IP) et la résistance aux chocs mécaniques (IK) sont toujours spécifiées. Depuis des dizaines d'années, les fabricants proposent des armoires avec entrées de câbles par le dessus, à droite, à gauche ou par le dessous. Si, en cours d'exploitation, une visite dans l'enveloppe s'impose, les armoires disposent de portes vitrées, de hublots et de cadres de protection.

Une double protection pour le tableau

Le code IP. Il est constitué de 2 chiffres caractéristiques et peut être étendu au moyen d'une lettre additionnelle, lorsque la protection réelle des personnes contre l'accès aux parties dangereuses est meilleure que celle indiquée par le premier chiffre.

Le premier chiffre caractérise la protection du matériel contre la pénétration de corps solides étrangers. Le second chiffre caractérise la protection contre la pénétration de l'eau avec effets nuisibles. La lettre supplémentaire prend les valeurs A (Protégé contre l'accès du dos de la main), B (Contre l'accès du doigt), C (Contre

l'accès d'un outil $\varnothing \geq 2,5$ mm) ou D (Contre l'accès d'un outil $\varnothing \geq 1$ mm). Lorsque seule la protection des personnes est intéressante à préciser, les deux chiffres caractéristiques de l'IP sont remplacés par x (IP xxB). IP 40D signifie donc: 4 = protégé contre les corps solides $\varnothing > 1$ mm, 0 = non-protégé, D= protégé contre l'accès d'un outil $\varnothing \geq 1$ mm. **L'indice IK.** Les fabricants l'indiquent également dans le respect de la norme EN 50102, de 00 à 10. Il détermine la protection contre les chocs matériels. 01: choc d'un marteau de 150g, 10: choc d'un marteau de 5 kg avec une course de 40 cm.

Degré IP		Degré IK	
0	Non-protégé	0	Non-protégé
1	Protégé contre des solides $\varnothing > 50$ mm	1	Protégé contre les gouttes d'eau
2	Protégé contre des solides $\varnothing > 12,5$ mm	2	Protégé contre les gouttes d'eau à 15°
3	Protégé contre des solides $\varnothing > 2,5$ mm	3	Protégé contre la vaporisation d'eau
4	Protégé contre des solides $\varnothing > 1$ mm	4	Protégé contre la projection d'eau
5	Protégé contre la poussière	5	Protégé contre les jets d'eau
6	Étanche à la poussière	6	Protégé contre les jets d'eau intenses
		7	Protégé contre les effets de l'immersion temporaire
		8	Protégé contre les effets de l'immersion permanente
		00	Non-protégé
		01	Résistant au choc produit par une masse de 0,15 kg tombant de 10 cm
		02	Choc de 0,2 kg à 10 cm
		03	Choc de 0,25 kg à 15 cm
		04	Choc de 0,25 kg à 20 cm
		05	Choc de 0,35 kg à 20 cm
		06	Choc de 0,25 kg à 40 cm
		07	Choc de 0,5 kg à 40 cm
		08	Choc de 1,25 kg à 40 cm
		09	Choc de 2,5 kg à 40 cm
		10	Choc de 5 kg à 40 cm

Conception: optimiser l'emplacement des armoires et des locaux techniques



Il est recommandé de ne pas rassembler un trop grand nombre de liaisons dans une même armoire, pour faciliter l'exploitation et, dans le temps, garantir les conditions d'évolution: longueurs de cordons suffisantes, cheminement des câbles ordonné, etc. (Doc. PP)

Les armoires et locaux techniques sont des répartiteurs ou des sous-répartiteurs à la fois pour les réseaux de données et pour les réseaux électriques, c'est-à-dire des points de concentration des infrastructures de câblage. Le choix de leur emplacement a un impact direct sur le coût global des réseaux du bâtiment et sur leur coût d'exploitation. En fonction de l'organisation des bâtiments, de la densité d'occupation de chaque niveau, présente et future et en fonction de la répartition géographique des surfaces à desservir, il faut concevoir leur emplacement et l'architecture des réseaux de manière à minimiser les coûts. Ceci, dans le respect des contraintes de longueurs des câbles de courants forts et faibles, stipulées dans les normes équivalentes ISO 11801 édition 2 ou EN 50173, et de toutes les dispositions de la norme NF C 15-100 et de la directive CEM sur la protection électromagnétique.

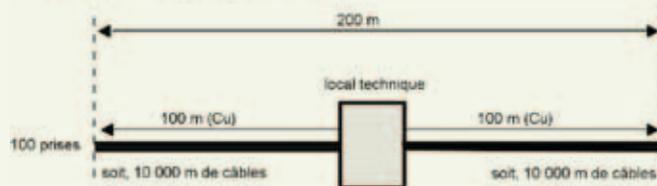
Pour illustrer cette idée, imaginons deux exemples d'architecture de réseaux (voir ci-dessous).

L'exemple 2 réduit l'empreinte environnementale de la solution: 10 km de câble cuivre + 100 m de liaison de section plus importante, au lieu de 20 km de câble Cu. Il facilite la mise en œuvre et réduit les temps d'installation.

Une solution pour réduire de moitié le niveau de câblage

Exemple 1 :

1 seul local technique par niveau



Par conséquent 20 000 mètres de câbles cuivre

Exemple 2 :

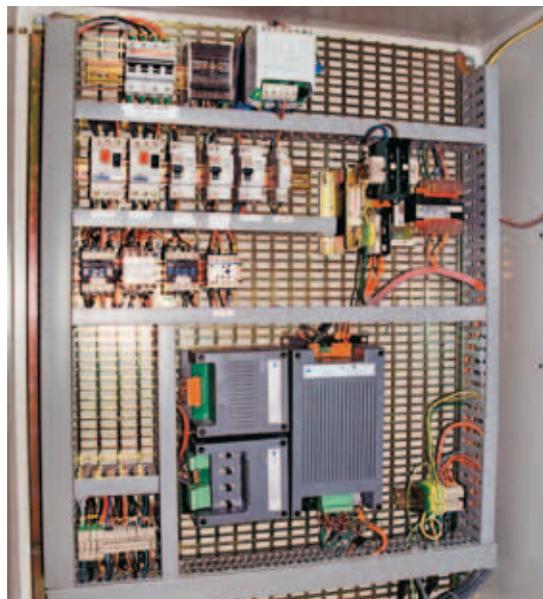
2 locaux techniques par niveau



10 000 mètres de câbles cuivre + 100 mètres

Les armoires sont compartimentées pour faciliter leur compréhension au premier regard et leur exploitation. Il n'existe pas de règle d'organisation, mais chaque entreprise a ses habitudes. Ici cinq compartiments organisent l'armoire du haut en bas:

- alimentation électrique et protections,
- contacteurs et disjoncteurs,
- relais,
- un compartiment vide pour l'extension des fonctions,
- à droite, les automates,
- en bas à gauche, la protection des automates. (Doc. PP)



POUR EN SAVOIR PLUS

D'une manière générale, les cahiers techniques de Schneider Electric constituent une source d'informations techniques étoffée:

- sur les degrés de protection: le cahier technique n° 166 « Enveloppes et degrés de protection » ;
- à propos de la conception des TGBT, les cahiers techniques n° 145, 156 et 186 « Tableaux basse tension intelligents » ;
- la coexistence harmonieuse et la séparation entre courants forts et courants faibles sont décrites par le menu dans le cahier technique n° 187 ;
- la CEM (Compatibilité électromagnétique) se trouve dans le cahier technique n° 149.

+ Téléchargez le document

www.lemoniteur.fr/cahierstech-armoireselectriques

Corpus réglementaire

Les armoires électriques sont soumises à des normes de conception :

- Norme NF EN 62208 de juin 2012 : Enveloppes vides destinées aux ensembles d'appareillage à basse tension – Exigences générales ;
- Normes NF C03-201 à 213 décrivent les schémas électriques ;
- NF C 04-200 : établissement de documents en électrotechnique, NF C 04-201 : Identification des connexions externes par couleurs ;
- UTE C 15-500 : Guide pour les « notes de calcul » ;
- Compatibilité électromagnétique (CEM) : NF EN 50082-1 – EN 61000-6-1, NF EN 50082-2 – EN 61000-6-2, NF EN 50081-1 – EN 61000-6-3, NF EN 50081-2 – EN 61000-6-4 ;
- Degré de protection : NF C20-010 octobre 1986, EN 60529 octobre 1992.

En tant qu'installations électriques basse tension, les armoires électriques relèvent

de la norme NF C15-100. L'Afnor a publié en décembre 2013 un document nommé « NF C15-100 Compil »⁽¹⁾ qui rassemble la dernière version de décembre 2002, sa mise à jour de juin 2005, ses amendements A1 d'août 2008, A2 de novembre 2008, A3 de février 2010 et A4 de mai 2013, ses rectificatifs d'octobre 2010 et de novembre 2012 et des fiches d'interprétation F11, F15, F17, F21 à F28. Ce qui en fait un document à jour, cohérent et immédiatement applicable.

En tant qu'ouvrages électriques, les armoires sont soumises à plusieurs normes de protection des travailleurs.

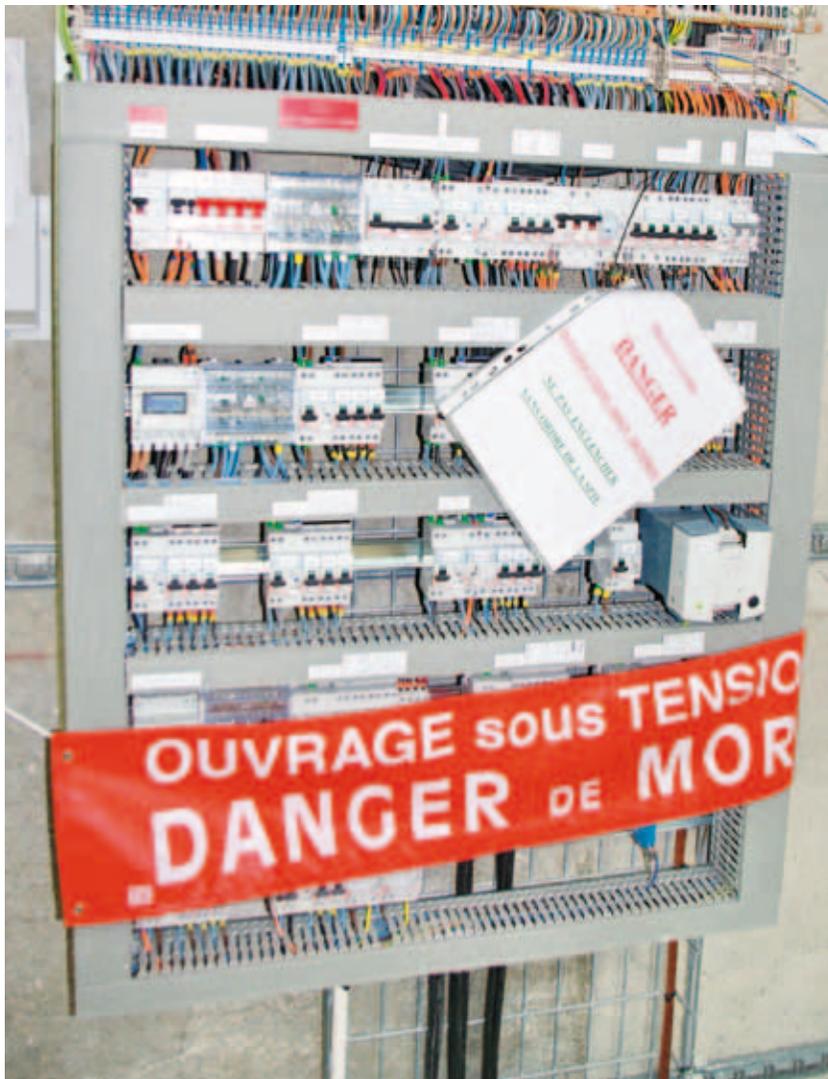
• Mise en œuvre, exploitation des armoires électriques : norme NF C 18-510 janvier 2012 Opérations sur les ouvrages et installations électriques et dans un environnement élec-

trique ; • Prévention du risque électrique et ses fiches d'interprétation F1 août 2012, F2 juin 2013 et F3 juillet 2013. Prescription UTC C18-540 de juin 2012 « Prescriptions de sécurité électrique pour les opérations basse tension sur les installations et les ouvrages hors travaux sous tension » ;

• Travaux sous tension, basse tension, la toute fraîche norme NF C 18-505-1 (généralités), 2-2 (tertiaire et industrie) et 2-3 (batteries et accumulateurs stationnaires) novembre 2013 ;

• Prescription UTC C18-531 de Juin 2012 sur les « Prescriptions de sécurité électrique pour le personnel exposé au risque électrique lors d'opérations d'ordre non électrique et lors d'opérations d'ordre électriques simples ».

1. <http://www.boutique.afnor.org/norme/nf-c15-100-compil/installations-electriques-a-basse-tension-version-compilee-de-la-norme-nf-c15-100-de-decembre-2002-de-sa-mise-a-jour-de-juin-/article/659822/fa161655>



(Doc. PP)

Fin de vie des armoires électriques

En fin de vie, une armoire électrique et son contenu deviennent un DEEE (Déchet d'équipement électrique et électronique) professionnel qui doit être récupéré et neutralisé, selon les termes de la Directive européenne 2002/96/CE, transposée en droit français par les articles R 543-172 à R 543-206 du Code de l'environnement.

Deux éco-organismes sont agréés depuis décembre 2012 pour la reprise des DEEE professionnels : Ecologic (<http://www.e-dechet.com/>) et Eco-Systèmes (http://www.eco-systemes.fr/Les_DEEE_professionnels.html).

Le recours à ces éco-organismes est gratuit. L'entreprise qui dépose une armoire électrique prend contact avec l'un des deux éco-organismes et détermine s'il s'agit, soit d'une opération au coup par coup, soit s'il vaut mieux passer une convention avec l'éco-organisme. Dans le premier cas, l'éco-organisme et l'entreprise se mettent d'accord sur une date et un lieu d'enlèvement. Dans le second cas, l'éco-organisme et l'entreprise décident que l'entreprise assurera elle-même le stockage des DEEE professionnels jusqu'à atteindre un volume convenu, avant que l'éco-organisme n'en organise l'enlèvement. L'entreprise peut même accepter le stockage des DEEE déposés par d'autres sociétés, et être rémunérée pour cela.