

LE CONCENTRATEUR D'OXYGÈNE : UNE SOLUTION SÛRE, SIMPLE ET ÉCONOMIQUE POUR L'APPROVISIONNEMENT EN OXYGÈNE MÉDICAL DES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ.

Laurent ZENOU

Directeur des opérations NOVAIR

Valérie BOKOBZA

Directrice Marketing, Oxyplus Technologies, Sevrans

6 rue Paul Langevin
93270 Sevrans

Inscrit à la Pharmacopée européenne et reconnu par l'ANSM (Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé), l'oxygène médical produit par concentrateur s'impose désormais comme une réelle alternative pour l'approvisionnement en oxygène médical des hôpitaux et cliniques de France.

Au cours des dernières années, le cadre réglementaire national relatif à l'utilisation des concentrateurs d'oxygène en milieu hospitalier s'est considérablement enrichi :

- La Pharmacopée européenne s'est dotée d'une monographie Oxygène 93% afin de donner un statut pharmaceutique à l'oxygène produit par concentrateurs dans les établissements de santé (avril 2011).
- L'ANSM (ex-AFSSAPS) a validé l'oxygène médical produit par concentrateur pour l'approvisionnement des établissements de santé au travers d'un système de distribution de gaz médicaux, et a publié en juillet 2009 des recommandations à cet égard.

Ces textes viennent compléter les normes NF EN ISO 7396-1 et ISO 10083 réglementant la conception et l'installation des réseaux de gaz médicaux et des unités de production d'oxygène par concentrateur pour alimentation du réseau de gaz médicaux.

De l'air ambiant à l'oxygène médical : le procédé PSA

La technologie PSA (Pressure Swing Adsorption) appelée aussi séparation par pressurisation alternée utilise les attributs de certains composés minéraux à structure cristalline pour séparer les molécules d'un gaz. Ces composés minéraux sont des aluminosilicates métalliques appelés communément zéolites, ou tamis moléculaire. Ils se caractérisent par la dimension des ouvertures et des cavités dans leur structure tridimensionnelles, de sorte qu'ils sont capables de piéger des molécules gazeuses en fonction de leur forme et de leurs dimensions.

Le principe du concentrateur d'oxygène par PSA consiste à faire passer de l'air comprimé préalablement filtré au travers d'une

colonne contenant du tamis moléculaire ayant une structure appropriée à capter l'azote. Un cycle répétitif de pressurisation-dépressurisation permet d'obtenir une production continue d'oxygène à une concentration pouvant aller jusqu'à 95% avec un système à simple étage, et jusqu'à 99,5% avec un système à double étages.

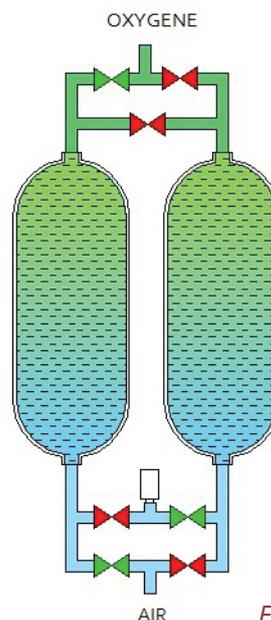


Figure 1 : Schéma du procédé PSA

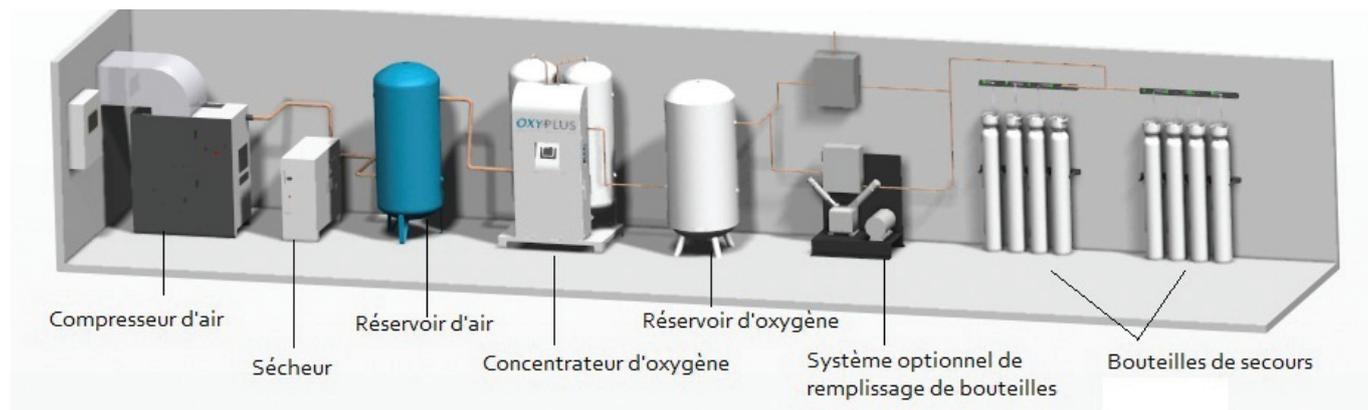


Figure 2 : Composition d'une installation de production d'oxygène sur site



La production d'oxygène sur site : réduire ses coûts de fonctionnement et se libérer des contraintes d'approvisionnement, en toute sécurité

En 2011, l'Hôpital MCO de Bayeux a été le premier en France à faire le choix de cet équipement, dont la fourniture a été confiée à la société OXYPLUS TECHNOLOGIES, spécialiste depuis plusieurs décennies dans la conception, l'installation et la maintenance de centrales de production de fluides médicaux. L'hôpital a ainsi pu réduire de 40% son budget annuel consacré à l'achat d'oxygène médical, et remédier au risque de rupture d'approvisionnement en cas d'intempéries de plus en plus fréquentes.

La fiabilité du système est aujourd'hui clairement démontrée : après plus d'un an de fonctionnement, pharmaciens, techniciens et gestionnaires de l'hôpital s'accordent à dire que le choix du concentrateur d'oxygène est le bon. Dr Alvado, chef de la réanimation, en témoigne « Après quelques mois d'utilisation dont la période hivernale, il n'y a eu aucune panne ni difficulté avec les respirateurs ; nous n'avons pas senti le changement ». Le Dr Didier Lemoine, responsable de la pharmacie à usage intérieur, précise également « (...) je suis libéré du contrôle régulier de la réserve de l'évaporateur, de la commande expresse d'oxygène et du souci permanent de l'acheminement. Une tranquillité d'esprit que j'apprécie. »

En cas de panne, la continuité des soins est assurée par un second générateur de secours. Conformément aux normes en vigueur, une troisième source de sécurité est également disponible via un secours bouteilles de 72 heures.

A Bayeux, l'unité de production est dotée d'un dispositif de contrôle de la qualité de l'oxygène en continu, et est télésurveillée 24 h/24 par Oxyplus Technologies, qui intervient sous quelques heures en cas de besoin. De plus, un laboratoire qualité indépendant vient chaque année vérifier l'installation et contrôler la qualité de l'oxygène produit.

Une solution d'avenir

L'utilisation des innovations technologiques au service de la santé semble aujourd'hui difficile à ignorer, surtout lorsqu'elle permet aux établissements hospitaliers de générer des économies et de gagner en autonomie.

Déjà plusieurs milliers d'hôpitaux dans le monde ont adopté la solution du concentrateur d'oxygène médical, et ce sur tous les continents et dans tous types de pays, développés comme émergents.

Produire son propre oxygène : une solution qui a déjà séduit plusieurs établissements de santé de France et devrait peu à peu devenir incontournable pour tous ceux qui souhaitent gagner en autonomie et optimiser leurs coûts de fonctionnement, sans pour autant réduire la qualité de leurs soins.

Documents de référence

- Recommandations d'utilisation des concentrateurs d'oxygène pour l'approvisionnement du système de distribution de gaz médicaux d'un établissement de santé publiées le 16 juillet 2009 par l'AFSSAPS
- Monographie Oxygène à 93% publiée à la pharmacopée européenne en avril 2011
- Norme ISO 10083 (2006) relative aux systèmes d'approvisionnement par concentrateurs d'oxygène pour utilisation dans des réseaux de distribution de gaz médicaux
- Norme NF EN ISO 7396-1 (2007) relative aux systèmes de distribution de gaz médicaux

PROTECTION DES HÔPITAUX CONTRE LA Foudre

PARATONNERRE : ILLUSION OU ALTERNATIVE FIABLE POUR LES ÉTABLISSEMENTS HOSPITALIERS ?

Raymond GOIFFON

Expert

David GRILLOT

Ingénieur en cryogénie

Air liquide

Jane CORNISH

Université de Brisbane, Australie

Le présent document fournit un état des lieux du concept global de la protection des bâtiments et structures dotés de systèmes électriques et électroniques contre les effets de l'impulsion électromagnétique de la foudre, selon la norme CEI 62305-4 relative aux hôpitaux et notamment au moyen du dispositif de protection non conventionnel (paratonnerre à dispositif d'amorçage : PDA) distribué par de nombreuses entreprises françaises depuis 1986, deuxième génération remplaçante de celle équipée de sources ionisantes (dispositifs radioactifs) proposés depuis les années 1950.

Après avoir présenté la genèse du PDA, le présent article propose une méthode permettant d'améliorer l'efficacité de ces dispositifs non conventionnels par l'amélioration des contrôles in situ, des essais en conditions naturelles en laboratoire et surtout, en tenant compte d'un meilleur retour d'expérience.

Si la plupart des fabricants (français, espagnols, polonais, australiens, etc.) admettent cet état de fait en améliorant les rapports d'essais cette solution alternative à la protection globale sera mieux perçue par la communauté scientifique dans son ensemble.



1. Introduction

Les dégâts dus à foudre sur les sites hospitaliers sont indubitablement un problème majeur, et il faut bien voir que les dommages causés par la non-disponibilité des installations électroniques, la perte

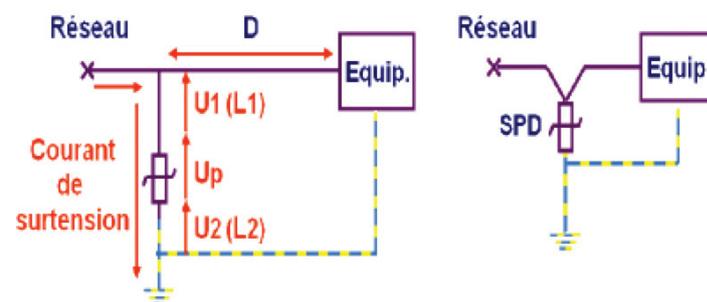
de production d'énergie et de services, ainsi que la destruction des données, sont souvent bien plus importants que les dommages causés aux matériels de l'installation touchée.

De nombreux facteurs peuvent expliquer une telle situation, la non-conformité étant l'un des principaux soucis :

- A la base, l'entrepreneur est tenu de faire en sorte que sa prestation de services soit sans défaut. La conformité avec les règles d'ingénierie reconnues constitue un point de départ décisif pour une prestation de travaux et de services exempte de tout défaut.

Or, les rôles sont souvent inversés, et les études sont réalisées par les mêmes entreprises qui vendent le système de protection contre la foudre.

- Sur les toits de la plupart des hôpitaux, les principales installations de protection contre la foudre sont rarement contrôlées, voir jamais (la partie active de la tête du dispositif étant inaccessible).
- D'autre part, il est rare que la règle de la longueur minimum $L1 + L2$ soit observée, règle imposée aux parafoudres qui sont censés être systématiquement placés sur les boîtiers électriques !



Pour 1 m de câble : $U1 + U2 \sim 1000 \text{ V} \Rightarrow L1 + L2 < 50 \text{ cm}$

Figure 1: Installation d'un parasurtenseur

En France, au Portugal et en Espagne, la protection est essentiellement de type PDA, ces systèmes n'étant pas considérés comme normalisés par la plupart des membres du comité scientifique international.

Dans le passé, ces entreprises ont tenté d'améliorer « l'efficacité » du paratonnerre conventionnel à tige simple, c'est-à-dire d'améliorer sa zone de protection.

Il y a plusieurs décennies, on a émis l'idée selon laquelle les paratonnerres radioactifs procuraient une meilleure protection contre la foudre que celle offerte par les paratonnerres conventionnels de même hauteur.

Ces dernières années, de nombreuses méthodes conceptuelles alternatives ont été proposées pour augmenter la zone de protection d'un paratonnerre.

La protection contre la foudre par PDA fait polémique, principalement en raison de l'absence de littérature du domaine public apportant la preuve que les performances des dispositifs de type PDA sont testées dans des conditions naturelles de foudre.

Cette polémique émane de groupes de travail international (CENELEC) qui traitent des différents aspects de la physique et des effets de la foudre, dont les systèmes de protection contre la foudre dits non conventionnels et notamment, le PDA.

Cette étude confirme que « d'un point de vue théorique, le PDA repose sur des hypothèses scientifiques incohérentes » et poursuit en affirmant que « l'amorçage précoce de traceurs par des PDA observés en laboratoire ne peut pas se faire dans des conditions naturelles ».

2. Base théorique : Présentation du modèle électrogéométrique

Selon le modèle électrogéométrique, le point d'impact de la foudre se détermine par l'objet au sol qui se trouvera, le premier, à la distance d'amorçage d du traceur descendant, même si cet objet est le sol lui-même.

Tout se passe donc comme si la pointe du traceur était entourée d'une sphère fictive, de rayon d , centrée sur elle, et comme si cette sphère accompagnait rigidement la pointe au cours de la trajectoire a priori aléatoire du traceur. A l'approche du sol, le premier objet atteint par cette sphère déterminera le point d'impact du coup de foudre.

D'où le procédé : on imagine que la sphère fictive de rayon d roule sur le sol, dans toutes les directions, sans jamais perdre contact soit avec le sol, soit avec un objet proéminent.

Si au cours de ce mouvement, la sphère entre en contact avec les dispositifs de protection (tige verticale, nappe de fils, cage de Faraday) sans jamais pouvoir toucher l'un des objets à protéger, alors la protection de ceux-ci est assurée.

Si au cours de ce mouvement, la sphère entre en contact avec l'un des objets à protéger, le dispositif de protection devra être remanié jusqu'à ce qu'aucun de ces contacts ne puisse plus se produire.

Le modèle électrogéométrique suppose une distance d'amorçage identique, quels que soient les objets considérés. En réalité, la physique du phénomène de développement de la décharge de foudre laisse penser que cette décharge se développera difficilement à partir d'un objet peu conducteur, tel par exemple un mur de brique ou de pierres. On admet alors que l'objet est encore correctement protégé, même s'il déborde de la structure métallique de protection, si les conditions suivantes sont simultanément respectées :

- La distance entre deux dispositifs de capture, comptée le long du contour à protéger, n'est pas supérieure à $d\sqrt{2}$,
- Au moins un dispositif de capture est visible de toute direction possible d'approche du bâtiment.

Le modèle électrogéométrique, aussi bien que les constructions graphiques, montrent clairement que les zones de protection dépendent étroitement de la distance d'amorçage d considérée,

fonction du courant de foudre. Si l'étude de la protection a été faite avec une certaine distance d_c , que nous désignerons par distance d'amorçage critique, il est aisé de voir que la protection sera bonne vis à vis des courants tels que $d > d_c$; mais par contre ne sera plus entièrement efficace pour des courants où $d < d_c$. Cela correspondra au phénomène de non-protection vis à vis des coups de foudre à faible courant.

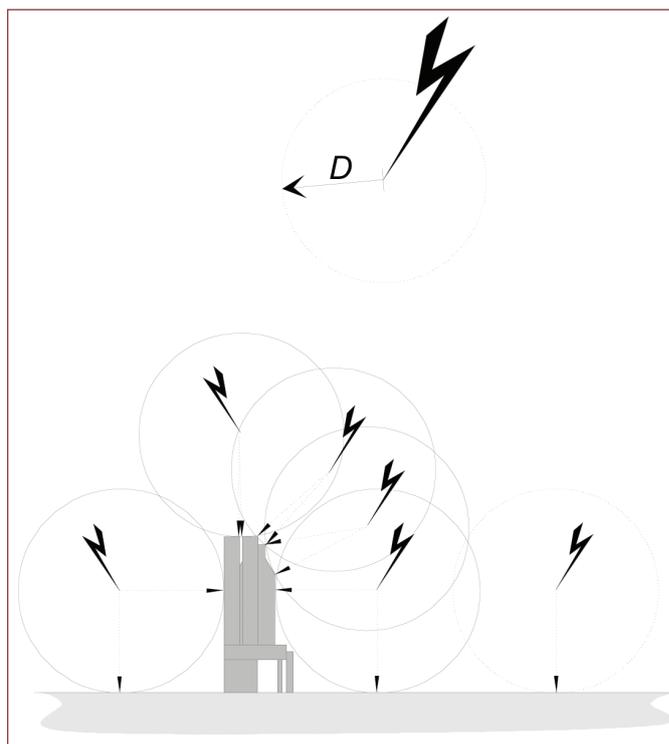
Par ailleurs, il apparaît clairement que la protection sera d'autant plus complète que le réseau de descentes ou de fils horizontaux sera plus serré, et que les mailles d'une cage de Faraday seront plus petites.

Il y a donc un optimum à rechercher, qui dépend du coût de l'installation de protection et du taux de couverture que l'on admettra. Une distance d'amorçage critique de 15 mètres, correspondant au plus faible courant de foudre pratiquement envisageable, c'est à dire 2 kA, assure une bonne protection (NF C 17-100).

La distance d'amorçage est obtenue pour un coup de foudre d'intensité crête I , par la formule suivante :

$$D = 10I^{2/3} \text{ avec } D \text{ en mètres, } I \text{ en kilo Ampères}$$

Il faut savoir que sous sa forme actuelle, le modèle électrogéométrique n'est valable que pour des coups de foudre négatifs, mais ceux-ci sont de loin les plus fréquents. La répartition statistique est évaluée à 90% sur le territoire français.



Exemple de points susceptibles d'être touchés par des coups de foudre directs.

2.1. Historique

2.1.1. Sources radioactives avant 1986

Entre les années 1960 et 1986, avec la prise de conscience de l'inefficacité du dispositif et du danger d'une dissémination potentielle dans l'environnement, un décret ministériel mettait fin à la fabrication de ce type d'appareil à sources radioactives (radium 226 ou Américium 241).

Il existe aujourd'hui plusieurs milliers d'installations (autour de 50 000) qui doivent toujours être des installations de toiture, sans aucun contrôle. L'agence française (ANDRA) en charge des matières radioactives n'a déposé que 500 têtes par an.

A ce rythme, il faudrait attendre un siècle pour voir le parc nettoyé, mais le problème principal réside dans le fait que le propriétaire ignore que son installation n'est pas protégée.

Certains éléments de radium 226 ont été trouvés dans des hôpitaux, des jardins d'enfants, des poches, et dans les poubelles de bâtiments détruits, sans aucune traçabilité.

Les fabricants et le ministère de l'Environnement n'ont pas pris ce problème au sérieux comme l'avaient fait l'Angleterre et l'Espagne dans les années 2000.

Aujourd'hui, les autorités gouvernementales françaises obligent tous les propriétaires à faire démonter les installations avant 2012 par des entreprises spécialisées dotées d'un certificat ASN (au prix de 2 000 euro par tête). Mais là encore, il est trop tard, car 4 ans est un délai trop court.

3. Genèse du Paratonnerre à dispositif d'amorçage

Des années après la découverte de la radioactivité par M. Curie, un physicien hongrois du nom de M. Szillard a proposé, en 1914, un dispositif qui était censé empêcher les décharges de foudre.

D'un point de vue élémentaire, un millier de curies ne suffit pas à confirmer cette hypothèse. Néanmoins, dans les années 1960, certains fabricants ont confirmé la possibilité que les rayons gamma soient capables de modifier les *trajectoires* de la foudre en direction de n'importe quel paratonnerre.



Photos I et II : Sources radioactives Helita (une d'elle se trouvant sous une antenne située sur le toit d'un hôpital !).

3.1. Transition : 1986

Les entreprises françaises n'ont pas perdu de temps pour trouver des substituts à ce marché, suite au premier décret français de 1986 qui leur interdisait de continuer de fabriquer et de commercialiser de tels systèmes.

Ainsi, quand est apparu le PDA, appelé aujourd'hui non conventionnel, on trouvait toutes les technologies : piézo-électrique/éolien (voir photos ci-dessus), éclateur, système voltaïque, etc.) Le rayon de protection était initialement d'une centaine de mètres.

En 1998, certaines études d'ingénierie proposèrent de mettre un terme à cette inflation en réduisant ce rayon non contrôlé et le ministère de l'Environnement proposa de réduire de 40% le rayon des PDA utilisés sur des sites à risques (type SEVESO, représentant environ 10% de l'industrie française).

D'autres problèmes apparurent avec les essais en laboratoire choisis par les fabricants, où aucun test n'était effectué dans des conditions naturelles (température de -20 à 40°, vent, poussière... et CEM).

Mais le principal inconvénient était l'impossibilité de tester les têtes électroniques avec des systèmes simples et légers de seconde génération. Des années après, des milliers de PDA n'ont toujours pas été testés et sont certainement obsolètes.

Certains fabricants (FRANKLIN France, INDELEC, PIO RTEH, etc.) ont développé un nouveau système de télécommandes à distance mais avec le problème inhérent des batteries, du nombre de télécommandes par PDA ou d'un système à codes individuels.

Au contraire, les têtes de PDA sont déposées et envoyées pour vérification au laboratoire du fabricant, avec le problème de la fiabilité, de la perte de temps et de l'absence de protection pendant l'opération.



Photos III et IV : Exemple de PDA ancienne et nouvelle génération (Indelec et Franklin France)

Certains systèmes basés sur la technique piézo-électrique/ solaires et/ou éolien et qui n'ont jamais été testés en conditions naturelles (atmosphères saline, sulfureuse...), sont toujours commercialisés aujourd'hui sans qu'il y ait la moindre possibilité de vérifier in situ leur efficacité.

4. DÉTRACTEUR DANS LA CEI 81

Après toutes ces improvisations en raison de la mainmise des fabricants sur le marché français et de l'importance de leurs ventes à l'export, ainsi que d'une norme française intitulée « Norme NF C 17-102 : Protection des structures et des zones couvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'amorçage (1995) » et également en raison du fait que la majeure partie des analyses de risques ont été réalisées par ceux-là mêmes qui vendent leur produit, des milliers de PDA ont été installés sans qu'aucune question ne soit soulevée concernant le contrôle de la tête électronique, souvent placée dans une position critique (voir photos 2 et 3).

Certains PDA ont même été installés sur les toits de nombreux hôpitaux quelques fois sous les antennes, ou dans des silos à grain, en présence de zones explosives souvent proches de l'appareil. On trouve des dispositifs piézo-électriques également avec le déploiement d'antennes (réseau GSM) et notamment sur les toits des hôpitaux, en raison de leur grande taille et de leur positionnement en hauteur, quelques fois sous les antennes.



Photo V : PDA à proximité de zones ATEX



Photo VI : vérification d'un PDA situé en haut d'un bâtiment (Indelec)

Dans certaines zones, la procédure de vérification normalisée française est ambiguë et sujette à interprétation (longueur de la tige simple et forme de l'extrémité).

La présence de définitions vagues dans la norme nationale doit inévitablement soulever des interrogations quant à l'efficacité de ladite norme.

Le choix qui consiste à évaluer la zone de protection d'un dispositif de type PDA par comparaison avec la forme du paratonnerre à tige témoin peut influencer le résultat.

Il a été démontré que des paratonnerres à tige de formes radicalement différentes (pointues ou arrondies et même émoussée !) peuvent influencer les résultats de test.

5. PDA : ALTERNATIVE CRÉDIBLE MALGRÉ LA NOUVELLE CERTIFICATION ?

Les PDA ne peuvent pas être totalement condamnés si des améliorations sont décidées par les fabricants, lesquels doivent observer les recommandations suivantes :

- les tester dans des conditions naturelles,
- améliorer sérieusement les retours d'expérience (compter le nombre de PDA vendus dans le monde n'a aucune valeur),
- progresser avec des essais in situ de la tête chaque année, même par télécommande,
- imposer une réduction de 40 % du rayon à chaque fois et pas seulement sur les installations dangereuses (ICLP, SEVESO, etc.),
- les évaluations ou analyse probabilistes normatives, et surtout les études techniques, ne doivent pas être menées par les fabricants, ni même les organismes de contrôle,
- interdire aux fabricants, possédant sous une autre entité, de prescrire afin d'éviter l'inflation de protection type PDA contraire souvent à la réalité économique et statistique,
- préférer une protection mixte avec PDA (et maillage) et privilégier systématiquement la protection contre les surtensions.

Certification **Qualifoudre** : Document nécessaire pour travailler dans un site Classé tel que la majorité des Ets de santé cumulant également le statut d'ERP. Certains fabricants continuent de réaliser des prescriptions tout en proposant leur produit. Ce conflit d'intérêt perdure malgré la prise de conscience de certains inspecteurs DREAL déconseillant fortement ce genre de pratique.

Les organismes de contrôle, s'interdisant de réaliser également des prescriptions, malgré la, loi Spinetta, qui précise bien l'incompatibilité entre le métier de contrôle et d'étude, se sont dotés néanmoins de leur propre certification F2C pour détourner cette interdiction.



Photo VII : Comment protéger une tête de cuve à essence et un pas de tir

Un rapport de l'INERIS, daté d'octobre 2001, remettait directement en cause le modèle de décharge sur lequel se basent les calculs du rayon de protection assuré par les PDA.

A la suite de ce rapport, le ministère et l'UTE publièrent deux fiches d'interprétation de la norme NF C 17-102, définissant les différentes mesures à prendre lors de la conception d'un système de protection à base de PDA.

La première indiquait que pour les ICPE (installations classées au titre de la protection de l'environnement, ce dont font partie la majorité des Et.H.), si l'analyse de risque attribuait une valeur de 10 pour le coefficient C5 (voir section 7.4.) à une installation, le rayon de protection du PDA serait réduit de 40% (marge de sécurité) par rapport à la valeur initialement envisagée dans la norme NF C 17-102. La seconde fiche d'interprétation précisait que la norme NF C 17-102 s'appliquait uniquement aux PDA dont la valeur de l'avance à l'amorçage (φT) n'était pas supérieure à 60 μs .

6. Conclusions

Malgré les progrès accomplis par la majorité des principaux fabricants français de PDA dans le but d'essayer de l'imposer, le principe technologique reste à l'heure actuelle insuffisamment développé.

La majorité des hôpitaux sont aujourd'hui protégés par ces systèmes de ce type dont l'efficacité (test in situ) est rarement effectuée qui reste le principal souci, dont la protection ne peut reposer que sur eux sans qu'ait été d'abord résolue celle de la protection contre les surtensions (95% des sinistres dus à la foudre résultent de surtension, rayonnement...).

Il n'en demeure pas moins que si toutes les remarques proposées ci-dessus sont suivies (tests effectués dans des conditions naturelles de terrain, in situ, procédures de contrôle simplifiées, etc.) indépendance des prescripteurs (analogie à la médecine) et si on considère qu'une protection mixte axée avant tout sur la protection contre les effets indirects (induction, conduction, rayonnement...) est la seule solution, alors peut-être la communauté scientifique internationale, aujourd'hui perplexe, acceptera-t-elle ce mode de protection.

7. Références

- [1] Etat et Localisation des déchets radioactifs en France - ANDRA 7ème édition 1999
- [2] La Foudre : des mythologies antiques à la recherche moderne - C.GARY- Edition MAS SON
- [3] Le risque foudre et l'arrêt Ammoniac-*Revue du froid* sept 2000 - R. GOIFFON
- [4] An Evaluation of lightning's effects and economic costs in Navarra from 1950 to 1999- Université publique de Navarra- M. AGUADO- B.Hermoso - A.Yarnoz - L. Sarries (ICPL Rhodes 2000)
- [5] Lightning rods with radioactiv sources - IEMM Paris 1999 - R. GOIFFON - L. DURRIS
- [6] APSAD - statistiques incidents matériels informatiques
- [7] National Academy of sciences Auditorium: International Symposium on grain Elevator explosions 11 Juillet 1978 Washington D.C.
- [8] Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement (D.P.R.R) "accidents liés à la foudre" réf: E03284S
- [9] "Exploitations agricoles" Foudre 2001 réf. 2.5 L.C. Duberos
- [10] "Etude générique de l'influence des antennes GSM sur les silos et protection foudre associée" Ministère de l'Environnement / Séchaud & METZ N°A.9376 D.Leschi - Ph. Seltner - L. Durris - R.Goiffon 13.4. 1999
- [11] "Installations de Télécom" Foudre 2001 par A. Zeddami
- [12] "Foudre et humains" Foudre 2001 par E. Gourbière EDF Services des études médicales
- [13] "L'Electricité atmosphérique et la foudre" A. Hermant et Lesage- Livre de poche PUF N° 3127
- [14] "Phénoménologie" G.Berger foudre 2001
- [15] "Méthodologie" S.E.E club 44
- [16] "Unités Chimiques" Foudre 2001 par D.Souillard
- [17] "Clusib" G. De Koninck GDK 2001
- [18] "Protection foudre" R.E.E. N° 6 juin 99 A. Bonamy
- [19] "Insured lightning causes property damages in 3 western states" Journal of applied meteo vol 35 8/96 par R. Holle
- [20] "Expertise paleomagnétique d'impacts au sol" I.C.L.P.rhodes-sept.2000
- [21] "L'assurance du risque foudre" Euroforum Paris 1998 par P.Biot
- [22] K. Berger, "The earth flash", Chapter 5 of Volume 1 Physics of lightning (R.H. Golde editor), Academic Press, London 1977.
- [23] L. Deller, E. Garbagnati, A. Pignini, "A lightning model based on the similarity between lightning phenomena and long laboratory sparks" Proc. of 16th International Conference on Lightning Protection, Szeged, Hungary, June 1981.
- [24] "Laboratory Testing of ESE" by I.D. Chalmers, J.C. Evans, W.H. Siew, University of Strathclyde U.K. and N.L. Allen, D.A. Greaves, I. Cotton UMIST U.K.
- [25] "Lightning protection Guide" 2nd updated edition DEHN GmbH
- [26] LPS Expert belgique *Revue Techcare* "Bliksembeveiling eenhwestie van risicomangement" 2013

PLENUM DE BLOC OPÉRATOIRE À LIMITATION D'INDUCTION

Robert TASSINARI
Responsable Salles Propres
 Sté AAF
 9, Avenue de Paris
 94300 Vincennes



Figure I : Plenum Bloc Opératoire à « Fût Soufflant »

Le plenum de soufflage d'un bloc opératoire est un dispositif de soufflerie intégré au faux plafond du bloc permettant de créer un champ de protection unidirectionnel englobant le patient ainsi que l'équipe médicale. Par champ de protection unidirectionnel, on entend un flux d'air dont les composantes se déplacent parallèlement les unes aux autres sur le champ opératoire de manière à ce que les particules mises en mouvement dans le flux ne se mélangent pas. De plus, le flux d'air délivré par un plenum hospitalier est filtré et doit produire un effet piston, c'est-à-dire un effet de surpression, afin de limiter l'entrée de particules dans le champ opératoire et de les évacuer.

Des problèmes apparaissent cependant dans la zone avoisinant le scialytique.

Généralement, pour permettre le passage de l'axe de fixation du scialytique et sa fixation au plafond, il est nécessaire de prévoir un passage dans le plenum au travers duquel l'axe du scialytique passe (appelé généralement Fût Scialytique). La périphérie de cet espace est obturée latéralement à l'intérieur du plenum par 4 tôles étanches et par une tôle au niveau de la face inférieure (d'environ

600x600) laissant une ouverture limitée pour le passage de l'axe du scialytique (découpe effectuée au plus juste du diamètre de l'axe). La partie supérieure étant généralement en contact direct avec le faux plafond de la salle. (Figure II)



Figure II

Cependant, la zone morte sans flux d'air sous la tôle du scialytique qui se trouve généralement au milieu du plenum, entraîne, du fait de l'absence de ce flux, l'apparition de turbulences qui perturbent le flux unidirectionnel délivré en périphérie de cette zone. L'air a alors une tendance naturelle à remonter dans la zone morte et à redescendre le long du bras du scialytique (Figure III).

Ces perturbations peuvent entraîner l'entrée de particules dans la zone juste au dessus du patient et contaminer la zone d'opération. (Figure IV)

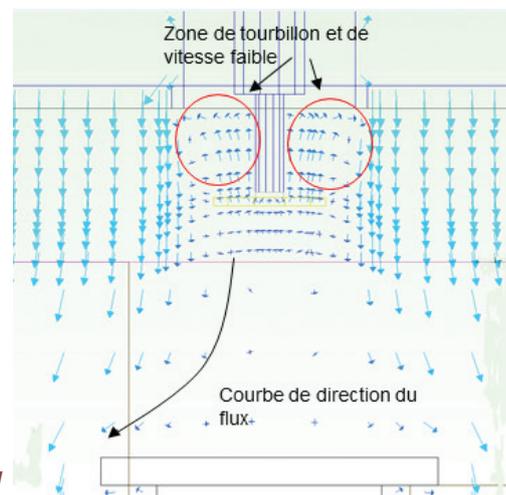


Figure III

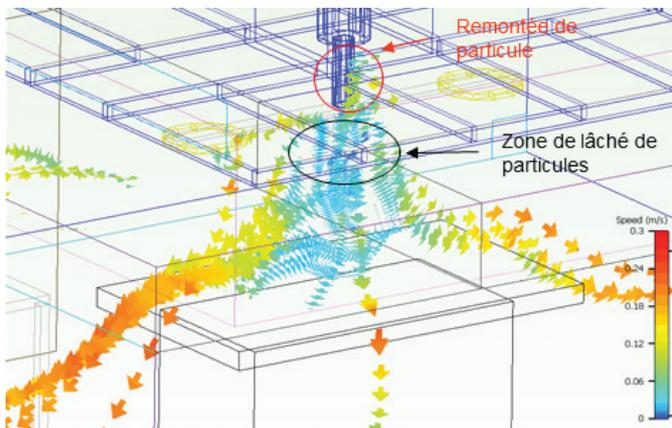


Figure IV

Afin de pallier les inconvénients mentionnés il est possible de réduire ces turbulences en générant un flux d'air dans le fût scialytique. En positionnant des filtres sur les tôles latérales (Figure V, VI) à l'intérieur du plenum et en remplaçant la tôle d'obturation inférieure laissant le passage de l'axe du scialytique par une tôle perforée calibrée (Figure VII et VIII).



Figure V



Figure VI

Cette tôle perforée calibrée entraîne la mise en surpression du fût scialytique (avec de l'air filtré de la même efficacité que le soufflage) et un soufflage sur toute la périphérie de l'axe permettant de limiter au mieux les perturbations au droit de l'axe du scialytique et obtenir de ce fait une meilleure homogénéité des vitesses sur l'ensemble des zones de soufflages (Figure IX).

De plus, en générant cette surpression et en obturant la partie supérieure du plenum en contact avec le faux plafond, la mise en pression du



Figure VII

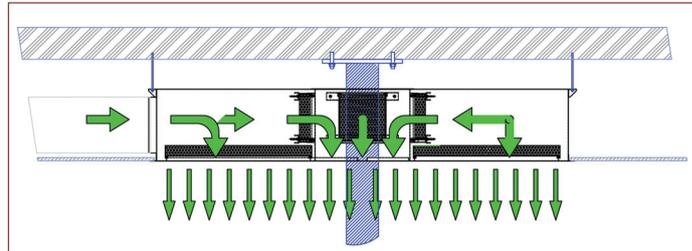


Figure VIII

Le fût scialytique crée en partie supérieure du plenum une barrière dynamique à l'éventuelle entrée de l'air du faux plafond (et donc des pollutions particulaires) dans cet espace en contact direct avec la zone opératoire.

Ce type de système peut aussi être mis en place pour les bras auxiliaires ou tout autre passage obturant de manière significative la zone de soufflage.

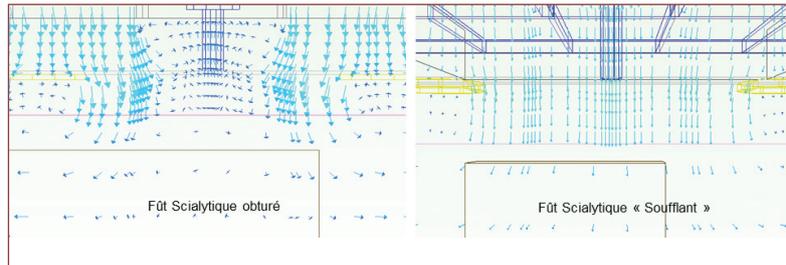


Figure IX