

**LE POSTE AU SOL SIMPLIFIÉ :  
UN NOUVEAU POSTE MT/BT POUR LES ZONES A FAIBLE DENSITE DE POPULATION**

**Christian GUILLAUME**

**EDF - Direction des Etudes et Recherches - Laboratoires de Génie Electrique  
Les Renardières, F 77818 Moret-sur-Loing, Tél : 33 1 60 73 68 39 - Fax : 33 1 60 73 70 42**

**Patrick LAUZEVIS**

**EDF - EDF GDF SERVICES - Centre d'Expertise Technique Electricité  
17 place des Reflets, F 92080 Paris La Défense, Tél : 33 1 49 02 80 32 - Fax : 33 1 49 02 77 96**

**Robert JARROUSSE**

**ALSTOM - SEREM TRANSPOT SA  
Les quatre chemins, RN 113, BP 32, F 34690 Fabrègues, Tél : 33 4 67 07 27 06 - Fax : 33 4 67 85 07 30**

**Christian LASSALLE**

**SCHNEIDER ELECTRIC - Usine L  
Z.I. Le Fontanil - Saint Egrève, F 38050 Grenoble Cedex 9, Tél : 33 4 76 57 64 29 - Fax : 33 4 76 57 99 32**

## **RESUME**

*Cet article présente le nouveau palier technique de postes MT/BT en cabine, conçu par EDF avec le concours de plusieurs constructeurs, pour l'alimentation des réseaux souterrains de distribution publique implantés dans les zones rurales et suburbaines. Il rappelle dans un premier temps le contexte et les motivations du distributeur. Puis, après avoir exposé la démarche de conception suivie, il décrit de façon détaillée le poste et ses composants. Les avantages apportés par ce nouveau produit, dénommé PSS pour « Poste au Sol Simplifié », sont ensuite présentés.*

## **1. LE CONTEXTE ET LES ENJEUX**

### **1.1 Les orientations du distributeur**

Depuis plusieurs années, une convention signée entre EDF et le gouvernement français a engagé EDF vers un accroissement significatif de la proportion d'ouvrages MT et BT en souterrain, au détriment des réseaux aériens. Cette politique volontariste de mise en souterrain, qui répond à une pression en matière d'environnement sans cesse croissante, concerne particulièrement les zones à faible densité de population, que sont les zones rurales et les zones suburbaines à la périphérie des agglomérations. Dans cette perspective, une diminution sensible des postes sur poteau traditionnellement utilisés pour le raccordement des réseaux aériens MT est prévisible, au profit de postes du type en cabine, installés au sol et permettant le raccordement de câbles MT et BT souterrains.

De la même façon, l'utilisation de postes au sol est nécessaire pour accompagner la suppression progressive, décidée par EDF, des anciens postes ruraux en cabine haute pour réseaux MT aériens, également appelés postes

« tour » du fait de leur aspect (leur hauteur peut atteindre jusqu'à 8 m avec une emprise au sol variant de 4 à 5 m<sup>2</sup>).

Dans le même temps, pour satisfaire aux exigences accrues en matière d'environnement, la conception de tels postes doit inévitablement tenir compte de critères d'esthétique et d'insertion des ouvrages dans l'environnement, devenus plus sévères que par le passé : les postes doivent être à la fois discrets et esthétiques par des choix judicieux de formes et de couleurs.

### **1.2 Les lacunes des matériels actuels**

Les différents types de postes au sol, aujourd'hui disponibles, ne répondent que partiellement aux besoins émergents liés au développement des réseaux souterrains dans les zones rurales et suburbaines.

En effet, si les postes ruraux actuellement commercialisés peuvent convenir du point de vue de leur insertion dans l'environnement, ils présentent en revanche certains inconvénients au regard des objectifs récemment définis par EDF, en matière de sécurité et de qualité de fourniture d'électricité essentiellement.

En ce qui concerne les postes de type urbain existants, on peut dire qu'ils répondent bien aux besoins concernant la structure des réseaux MT souterrains. En contrepartie, ils restent relativement volumineux vis-à-vis des contraintes environnementales actuelles mais surtout, leur coût s'avère trop élevé pour envisager leur utilisation autrement que de façon occasionnelle afin de résoudre certains problèmes aigus et ponctuels.

### **1.3 Les enjeux**

Toutes les raisons citées précédemment ont conduit EDF à engager le développement d'un nouveau palier de poste MT/BT, appelé PSS signifiant « Poste au Sol Simplifié », sur la base de nouveaux composants (enveloppe,

transformateur, tableau BT et tableau MT éventuel), spécifiquement adapté aux différentes configurations des réseaux souterrains rencontrés en zones rurales et suburbaines. Dès lors, il était important de concevoir un poste qui prenne en compte les grandes orientations fixées par EDF visant quatre objectifs majeurs :

- la maîtrise des coûts de distribution du kWh,
- l'amélioration de la qualité de fourniture,
- l'amélioration de la sécurité des biens et des personnes,
- la diminution de l'impact environnemental.

## 2. LA DESCRIPTION DU PRODUIT

### 2.1 La démarche de conception

A l'origine, le concept du PSS a été étudié par un groupe de travail interne à EDF, constitué par les spécificateurs de matériels électriques bien entendu mais aussi par des exploitants, que l'on a associés étroitement dès la phase de conception du produit. Le groupe ainsi formé a travaillé avec le concours d'un consultant externe, spécialiste en méthodologie d'Analyse de la Valeur. Un premier cahier des charges fonctionnel a alors été élaboré.

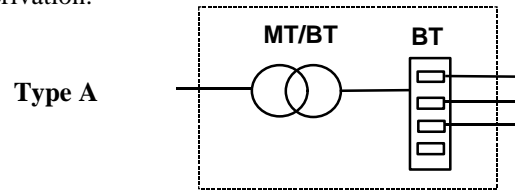
Dans une seconde étape, la démarche d'analyse de la valeur de chacune des fonctions retenues a été poursuivie avec la collaboration de quatre constructeurs sélectionnés à la suite d'un appel d'offres européen : ABB, ALSTOM, SCHNEIDER ELECTRIC et TRANSFIX. Cette démarche a naturellement conduit EDF à revoir certaines exigences fonctionnelles jugées trop sévères ou trop onéreuses. Dans le même temps, une maquette illustrant les différentes fonctionnalités spécifiées dans le cahier des charges initial a été présentée auprès d'un nombre significatif d'exploitants. Si leur avis a conforté les grandes orientations techniques fixées par le groupe de travail, il est à noter que certaines dispositions, jugées intéressantes sur le papier, ont été supprimées du fait de la possibilité d'une mauvaise utilisation ou compréhension par les exploitants. Associer l'exploitant des réseaux, futur utilisateur du produit, tout au long de la phase de conception, a donc constitué un atout indéniable en vue d'une bonne définition du produit.

Résultant des enseignements de ces deux démarches complémentaires, une seconde version de cahier des charges fonctionnel a été rédigée, servant de base à la spécification technique du PSS et de ses différents constituants, que nous allons présenter maintenant.

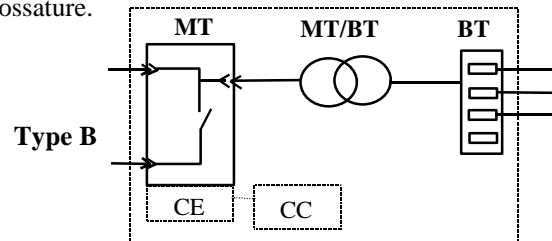
### 2.2 Présentation générale

Afin de s'adapter aux diverses configurations des réseaux souterrains des zones rurales et suburbaines et permettre les diverses conditions d'exploitation, deux types de postes ont été créés :

**Le PSS type A.** C'est un poste en élévation de hauteur réduite, sans appareillage MT, alimenté en simple dérivation.



**Le PSS type B.** C'est un poste en élévation de hauteur réduite, avec appareillage MT, alimenté en coupure d'ossature.



CE : Commande électrique *optionnelle* du tableau MT

CC : Contrôle Commande *optionnel* du tableau MT

### 2.3 Les principales caractéristiques des PSS, communes aux types A et B

Le PSS est un poste MT/BT raccordé sur un réseau MT souterrain ou aérosouterrain, de distribution publique de tension assignée inférieure ou égale à 24 kV. Il s'agit d'un poste préfabriqué à usage extérieur, conforme à la norme CEI 1330 des « Postes préfabriqués Haute Tension/Basse Tension », dont la puissance assignée délivrée est de 100 kVA, 160 kVA ou 250 kVA, selon les besoins.

Prévu pour être alimenté par un réseau souterrain MT en simple dérivation, le PSS type A comporte :

- une enveloppe constituée d'une partie enterrée appelée cuve et d'une partie hors sol ;
- un transformateur MT/BT dit intrinsèquement sûr ;
- un tableau BT dénommé TIPI ;
- un coffret d'éclairage public ;
- un dispositif d'éclairage interne ;
- une réservation pour une interface de courants porteurs en ligne basse tension.

Par rapport au type A, le PSS type B, destiné à être alimenté à partir d'un réseau souterrain MT en coupure d'ossature, comporte des éléments additionnels que nous décrirons au paragraphe 2.4.

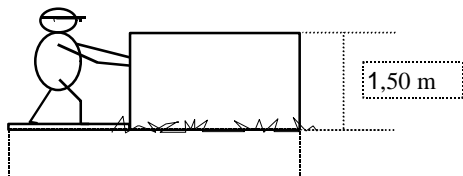
Les PSS sont des ensembles modulaires dans lesquels on peut changer les éléments de la façon suivante : l'interchangeabilité est totale entre transformateurs de fabrications différentes et entre tableaux BT de fabrications différentes, en remplaçant au besoin les conducteurs de la liaison entre le transformateur et le tableau ; le tableau MT éventuel (PSS type B) peut être remplacé par un tableau de même fabrication.

**L'enveloppe.** De type préfabriqué, le PSS est entièrement assemblé et contrôlé en usine. Il permet une grande facilité

de mise en oeuvre et d'adaptation au sol lors de l'installation sur le lieu d'implantation ; le PSS est en effet livrable sur site prêt à l'emploi, c'est-à-dire complètement équipé et prêt à être raccordé aux réseaux MT et BT.

Un paramètre important pris en considération dans le dimensionnement de l'enveloppe est la contrainte d'encombrement. Les dimensions du poste ont été fixées en recherchant les dimensions les plus faibles possibles compte tenu des fonctionnalités souhaitées. La contrainte la plus forte porte sur la hauteur hors sol, fixée à 1,5 m.

Autre choix technique conditionnant le dimensionnement de l'enveloppe : l'architecture du poste est conçue de manière à permettre toutes les opérations d'exploitation depuis l'extérieur du poste par un opérateur debout. L'accès à l'ensemble des équipements internes est prévu à partir d'une seule face d'accès, ou éventuellement à partir de deux faces adjacentes dans la mesure où cela contribue à une réduction des dimensions du poste. En complément, un trottoir d'exploitation, implanté sur la longueur de la ou des deux faces d'accès, facilite les manoeuvres d'exploitation de l'opérateur.



Le choix du mode d'exploitation par l'extérieur ainsi que l'agencement optimisé des composants à l'intérieur de l'enveloppe confèrent au PSS une surface au sol d'emprise limitée : elle est égale à moins de 2 m<sup>2</sup> pour le PSS type A et à moins de 3,5 m<sup>2</sup> pour le PSS type B.

De manière générale, on peut dire que les dimensions réduites du PSS lui assurent une grande discrétion et une implantation dans tous les types d'environnement, tout en permettant une exploitation aisée du poste.

Autre avantage, de telles dimensions réduites, associées à un poids minimisé, contribuent à faciliter le transport sur site du poste complètement équipé, y compris de son transformateur.

**Le tableau BT.** Le tableau BT équipant le PSS correspond à un nouveau palier technique.

Il est constitué d'un interrupteur de coupure générale disposé en tête de tableau, d'intensité assignée 500 A, et peut être équipé de 1 à 4 départs de distribution publique suivant la configuration souhaitée ; leur intensité assignée est de 400 A. Outre ces dispositions de base, les principales fonctionnalités du tableau, pour la plupart nouvelles (N) ou venant fortement améliorer (A) celles existantes, sont les suivantes :

- Protection de l'exploitant contre les contacts directs avec les pièces sous tension par un degré de protection approprié (IP 2X selon CEI 529) (A) ;
- Intégration d'interfaces permettant la réalimentation de l'ensemble des départs BT par une source externe au poste comme un groupe électrogène par exemple (N) ;

- Intégration d'un départ d'éclairage public d'intensité 60 A alimentant un coffret d'éclairage public encastré dans l'enveloppe du poste (A) ;
- Possibilité de mise en place d'un départ supplémentaire de distribution publique, à caractère provisoire, d'intensité assignée 400 A, destiné à l'alimentation de branchements temporaires tels que chantiers, fêtes foraines, etc. (N) ;
- Possibilité pour l'exploitant, selon le mode souhaité de protection des départs BT contre les surintensités, de choisir entre deux types de départ permettant différents modes de protection :
  - départ type 1 intégrant une protection unipolaire de base par fusibles (A) ;
  - départ type 2 *optionnel* proposant, au moyen d'un sélecteur, le choix entre une protection unipolaire par fusibles ou une protection tripolaire mettant en oeuvre soit des fusibles et des interrupteurs soit des disjoncteurs (N) ;
- Intégration dans les départs type 2, de capteurs de courant dans chaque phase et de dispositifs permettant le déclenchement du départ de façon autonome dans des conditions de surintensités prédéfinies (N) ;
- Intégration d'une centrale *optionnelle* de mesures et de traitement des différentes grandeurs électriques (tensions, courants, puissances) relatives à la charge des départs type 2 et à la charge totale du tableau (N) ;
- Intégration d'un socle de prise de courant pour le branchement d'équipements électriques mobiles (A) ;
- Alimentation des circuits d'éclairage du poste (A) ;
- Alimentation d'un éventuel concentrateur équipant le poste pour la transmission de courants porteurs en ligne basse tension en vue de besoins de communication entre le distributeur et les clients alimentés, comme par exemple la télérelève (N) ;
- Alimentation d'une éventuelle interface de télécommande de l'interrupteur du tableau MT (PSS type B) ou d'un détecteur de défaut MT (N).

Le tableau est conçu de telle façon que toutes les opérations d'exploitation, de contrôle et de maintenance puissent être effectuées en toute sécurité, hors tension ou sous tension. Ces opérations sont réalisables depuis la face avant du tableau. En particulier, les opérations de connexion et déconnexion des conducteurs des départs sont possibles sous tension, hors charge, lorsque sont appliquées les méthodes de travaux sous tension.

**Le transformateur.** Le transformateur « intrinsèquement sûr » est un transformateur MT/BT triphasé, immergé dans l'huile minérale, étanche à remplissage total et à refroidissement naturel. Il permet le réglage manuel de la tension et est disponible en versions 100, 160 et 250 kVA. Par rapport à un transformateur classique, le transformateur intègre, côté primaire, un dispositif assurant la fonction de protection et de coupure en cas de défaut interne ; il possède, au niveau des bornes MT et BT,

un degré de protection approprié contre les contacts directs avec les pièces sous tension.

## 2.4 Les caractéristiques du PSS, propres au type B

Le PSS type B comporte une enveloppe, un tableau basse tension et un transformateur « intrinsèquement sûr » qui reprennent les fonctionnalités et les performances décrites pour le PSS type A. A ces composants, il ajoute des éléments qui lui sont spécifiques :

- un tableau MT ;
- un détecteur de défaut MT et ses deux voyants de signalisation extérieurs ;
- une interface *optionnelle* de télécommande de l'interrupteur du tableau MT (à la place du détecteur de défaut MT) permettant les manoeuvres à distance de l'interrupteur, l'envoi de l'information de l'état de celui-ci et la fonction de détection de défaut MT ;
- une liaison MT par câbles et bornes isolées entre le tableau MT et le transformateur.

**Le tableau MT.** Il s'agit d'un appareillage sous enveloppe métallique, du type compact, conforme aux recommandations internationales CEI.

Il est constitué d'une cuve métallique (selon CEI 694), étanche, remplie de SF<sub>6</sub>, contenant :

- un circuit d'ossature MT d'intensité assignée 400 A, équipé d'un interrupteur MT (selon CEI 265-1) ;
- deux sectionneurs de terre (en amont et en aval de l'interrupteur) ;
- un circuit dérivé d'intensité assignée 250 A, destiné au raccordement du transformateur ;
- une commande à manoeuvre indépendante manuelle de l'interrupteur MT ou *en option* une commande électrique indépendante associée à l'interrupteur (téléconduite) ;
- des traversées embrochables d'intensités assignées 400 A et 250 A pour les raccordements respectivement aux réseaux MT et au transformateur.

Le tableau MT fait partie d'un palier technique récent bien connu aujourd'hui (appareillage MT type RMU sous SF<sub>6</sub>) qui prend déjà en compte les enseignements issus du retour d'expérience des paliers antérieurs, à savoir :

- la protection contre l'arc interne ;
- la sûreté des indicateurs de position ;
- le pouvoir de fermeture sur court-circuit des sectionneurs de terre ;
- une bonne tenue à l'environnement climatique ;
- l'utilisation de commandes mécaniques simples, robustes et sans entretien ;
- la suppression des isolements dans l'huile.

## 3. LES AVANTAGES PROCURES PAR LE PSS

### 3.1 La maîtrise des coûts de distribution du kWh

C'est bien entendu un souci permanent du distributeur lors de l'étude de développement d'un nouveau produit.

Dans le cas présent, outre la maîtrise des coûts de conception qui a été réalisée au moyen d'une analyse de la valeur de chacune des fonctions attendues du produit (voir paragraphe 2.1), l'introduction dans le PSS de composants dotés de fonctionnalités nouvelles, ce qui est toujours synonyme a priori de sources de dépenses supplémentaires, a été étudiée en examinant deux types de gains potentiels : le gain en coût d'investissement ainsi que celui en coût global d'exploitation, calculé sur toute la durée de vie du matériel. Nous présentons ci-après les gains identifiés au niveau de chaque composant du poste.

**L'enveloppe.** Des gains peuvent être obtenus du fait de l'optimisation des structures de souterrain MT en rural. Comme déjà indiqué précédemment, les insuffisances des postes ruraux actuels en terme fonctionnel conduisent à l'utilisation de postes de type urbain qui répondent bien aux attentes, mais de manière trop luxueuse. Le développement d'un nouveau poste, optimisé pour le raccordement des réseaux souterrains ruraux, conduit à des gains d'investissement.

**Le transformateur.** Le transformateur équipant le PSS admet un facteur de surcharge plus élevé qu'un transformateur classique. En autorisant pendant 3 heures une surcharge de 150 % de la puissance assignée, il contribue à l'optimisation de la puissance installée en réseaux, et minimise ainsi le coût d'investissement du distributeur. En diminuant par la suite les cycles de mutation de transformateurs pour adaptation à la charge, cette nouvelle fonctionnalité du transformateur participe en même temps à la réduction des coûts d'exploitation.

L'optimisation des pertes du transformateur constitue un autre facteur de gain. Une étude a montré que l'adoption d'une distribution des pertes (pertes à vide et pertes en charge), conforme au document d'harmonisation européen HD 428, aboutit à un coût global optimisé pour le transformateur par la prise en compte à la fois du prix d'achat et du prix des pertes.

### 3.2 L'amélioration de la qualité de fourniture

**La déconnexion automatique du transformateur.** Un dispositif intégré dans le primaire du transformateur assure la fonction de protection et de coupure en cas de défaut interne au transformateur, d'origine électrique quelconque (une surcharge par exemple). Il limite à quelques kA crête les courants de défaut circulant dans le transformateur, et les élimine empêchant la dégradation des matériels situés sur le réseau MT amont.

Le dispositif est coordonné en courant avec d'une part le disjoncteur, disposé au niveau du poste source HT/MT, assurant la protection du départ du réseau MT auquel est raccordé le transformateur et, d'autre part, avec les protections du réseau BT. Cette disposition présente comme avantage de limiter les conséquences du défaut

interne au transformateur au seul réseau BT situé à son aval, par sa déconnexion automatique en un temps suffisamment court pour éviter le déclenchement du disjoncteur de protection du départ MT concerné. En sauvegardant ainsi l'alimentation des clients alimentés à partir des postes MT/BT raccordés sur le même départ MT, le transformateur et son dispositif de coupure et de protection participent à l'amélioration de la qualité de fourniture.

**La réalimentation provisoire en basse tension.** Le tableau intègre des interfaces, en aval de son interrupteur de coupure générale, permettant le raccordement d'un moyen de réalimentation provisoire tel qu'un groupe électrogène. Cette disposition permet de réalimenter l'ensemble des départs BT issus du poste lorsque la source normale d'alimentation, que constitue le transformateur, s'avère indisponible.

Grâce à l'application conjointe des méthodes de travaux sous tension, il est possible de maintenir la fourniture d'électricité des clients alimentés, dans le cadre de travaux programmés de remplacement du transformateur ou d'interventions sur le réseau MT. La durée des interruptions de fourniture est en outre réduite lors d'interventions dans le poste, à la suite d'incidents concernant le transformateur ou le réseau MT.

Jugée essentielle, la fonction de réalimentation provisoire intégrée au nouveau tableau contribue fortement à la qualité de la fourniture du produit électricité. Elle renforce par la même occasion l'image de marque du distributeur en évitant autant que possible l'insatisfaction du client qui aujourd'hui ressent de plus en plus négativement les coupures d'alimentation à l'initiative du distributeur.

Si l'intégration sur le tableau d'interfaces de réalimentation représente bien entendu un coût d'investissement supplémentaire, on notera que celui-ci a été minimisé en optant pour l'association d'une connectique d'accueil la plus standardisée et la plus simple possible au niveau du tableau et d'une connectique de type outillage, plus complexe, plus onéreuse, au niveau du moyen de réalimentation.

Ce choix a pour effet de reporter, pour chaque tableau, l'essentiel du coût de la fonction sur la connectique du moyen de réalimentation, dont le coût unitaire, du fait d'une utilisation commune à plusieurs postes, est réparti en fonction du nombre de tableaux.

**Les travaux sous tension en basse tension.** Grâce à un degré de protection approprié contre les contacts directs avec les pièces sous tension et à la possibilité de n'accéder qu'à un seul potentiel à la fois, la conception du tableau est de nature à faciliter la réalisation de travaux sous tension. Ces dispositions permettent, grâce à leur complémentarité avec la fonction de réalimentation provisoire décrite précédemment, la réalisation sous tension de certains travaux programmés, sans coupure de la clientèle : remplacement du transformateur et interventions sur le réseau MT.

Il est également possible d'effectuer sous tension le raccordement et le débranchement des conducteurs reliés aux départs BT du tableau. Ceci autorise la mise en place de départs supplémentaires après la mise en service du poste, en cas d'extension des réseaux BT.

De la même façon, un changement de tableau peut être envisagé en réalimentant l'ensemble des départs BT au niveau d'un ou plusieurs points des réseaux BT.

### **3.3 L'amélioration de la sécurité des biens et des personnes**

**La protection des personnes.** Elle concerne toute personne située à proximité du poste et l'exploitant lorsqu'il réalise les différentes manoeuvres d'exploitation.

#### La protection contre les contacts directs

La conception du poste et de ses différents composants doit tout d'abord empêcher le risque de contact direct avec les parties actives du poste. En pratique, cette disposition est assurée par le choix d'un degré de protection approprié selon CEI 529 au niveau de chaque composant :

- le degré IP 2XD spécifié pour l'enveloppe en situation normale (portes fermées) assure la protection contre l'accès aux parties dangereuses avec un fil ;
- le degré IP 2X spécifié pour les différents équipements internes à l'enveloppe et les liaisons entre ces équipements, portes de l'enveloppe ouvertes, assure la protection contre l'accès aux parties dangereuses avec le doigt de la main.

#### La protection contre les défauts électriques

Ensuite, la sécurité des personnes impose de maîtriser les conséquences d'un éventuel défaut électrique interne à l'un des composants du poste. Un tel défaut peut en effet prendre naissance à l'intérieur d'un composant, consécutivement à des défauts, à des conditions de service exceptionnelles ou à une fausse manoeuvre. De par la conception même du PSS et de ses différents composants, cette probabilité est très faible mais ne peut être complètement négligée. L'expérience montre que de tels défauts à l'intérieur d'une enveloppe se produisent plus fréquemment à certains emplacements qu'à d'autres. Ces emplacements préférentiels sont les suivants :

- les connecteurs séparables MT du transformateur et du tableau MT (PSS type B) : le défaut peut être consécutif à une confection défectueuse, une défaillance de l'isolation solide ou un embrochage défectueux ;
- le tableau MT : le défaut peut être consécutif à une défaillance de l'isolation solide ou gazeuse provoquant une surpression interne et l'échappement des gaz ;
- le tableau BT : le défaut peut être consécutif à une défaillance de l'isolation solide.

Aussi la conception du PSS prend-elle en compte ces différentes possibilités de défauts en mentionnant, dans la spécification de chaque composant, des dispositions constructives et des essais permettant de garantir la sécurité des personnes en cas de défaut interne au composant.

Pour le PSS type A, un essai de défaut interne aux connecteurs séparables MT du TIS est réalisé selon CEI 298 avec accessibilité de classe A (protection de l'exploitant), les portes de l'enveloppe du poste étant ouvertes.

Pour le PSS type B, trois essais sont spécifiés :

- un essai identique à celui indiqué ci-dessus ;
- un essai de défaut interne au tableau MT selon CEI 298 avec accessibilité de classe A (protection de l'exploitant), les portes de l'enveloppe du poste étant ouvertes ; l'essai est initié par une non-coupage de l'interrupteur MT, simulant une défaillance de celui-ci ;
- un essai de défaut interne au tableau MT selon CEI 298 avec accessibilité de classe B (protection du public), les portes de l'enveloppe du poste étant fermées et correctement verrouillées ; l'essai est initié par un arc interne dans le tableau rempli d'air à la pression atmosphérique, simulant une fuite du gaz diélectrique.

De plus, pour le transformateur « intrinsèquement sûr », l'intégration du dispositif de protection et de coupure évoqué précédemment, qui agit lors d'un défaut interne d'origine électrique quelconque, empêche toute manifestation externe : il ne se produit ni incendie, ni projection de matière, ni fuite de liquide diélectrique ou de gaz, ni propagation d'un arc électrique de l'intérieur de la cuve du transformateur vers l'extérieur du poste. En fait, les éventuelles manifestations d'un défaut interne restent confinées à l'intérieur de la cuve, tout en autorisant une déformation de celle-ci.

Ces dispositions, garantie d'une sécurité maximale pour les personnes, sont contrôlées par un nombre significatif d'essais reproduisant différentes causes possibles de défaut : surpression interne de la cuve, courts-circuits entre spires BT, fuite d'huile, surcharge monophasée BT, court-circuit triphasé impédant sur le réseau BT, court-circuit triphasé aux entrées des enroulements MT.

Le tableau BT participe lui aussi à la réduction des risques de défaut interne. Sa tenue diélectrique élevée et son degré de protection IP 2X selon CEI 529, individualisé au niveau de chaque partie accessible en exploitation, garantissent un bon dimensionnement de l'isolation solide et rendent toute apparition de court-circuit très peu probable.

#### La protection contre la tension de pas

Lors d'un incident d'exploitation ou suivant le schéma d'exploitation, une montée en potentiel peut être observée autour du poste. La tension de pas qui en résulte ne doit bien entendu présenter aucun danger pour l'exploitant ou toute personne située à proximité du poste.

La réduction de la tension de pas est obtenue par la réalisation d'une ceinture équipotentielle dans le sol autour de l'enveloppe du poste. Elle est mise en oeuvre par l'enfouissement d'un conducteur de cuivre nu, de section minimale 30 mm<sup>2</sup>, à une profondeur d'au moins 0,40 m et situé à 0,50 m autour de l'enveloppe du poste.

**La protection des biens.** Elle est assurée par la prise en compte des contraintes mécaniques et climatiques auxquelles le PSS peut être soumis.

#### Les contraintes mécaniques

Vis-à-vis des chocs mécaniques, la tenue de l'enveloppe et de ses différents composants est respectivement de 20 J et 2 J, valeurs correspondant respectivement aux degrés de protection IK 10 et IK 07 selon EN 50102 et généralement affectées aux matériels pour installations à l'extérieur (20 J) et à l'intérieur (2 J). Ces niveaux permettent d'assurer une bonne tenue mécanique des matériels aussi bien pendant leurs phases de transport que pendant leur durée de vie en exploitation.

Plus généralement, l'enveloppe et le trottoir d'exploitation associé sont dimensionnés de façon à obtenir une résistance mécanique suffisante vis-à-vis des diverses charges et contraintes rencontrées : charges sur le toit et le plancher de l'enveloppe ; poids du transformateur ; charges sur les trappes d'accès à la cuve de l'enveloppe et sur le trottoir d'exploitation (prise en compte en particulier des surfaces accessibles ou non à la circulation routière) ; pression du vent sur l'enveloppe et surpression interne en cas de défaut interne.

#### Les contraintes climatiques

Le degré de protection IP 25D selon CEI 529 spécifié pour l'enveloppe, accès fermés, assure la protection contre les eaux de pluie : ce niveau garantit la protection contre les jets d'eau à la lance dans toutes les directions.

En outre, diverses dispositions constructives sont prévues pour la tenue dans le temps d'une étanchéité parfaite au niveau du toit de l'enveloppe, pour l'évacuation de l'eau au niveau le plus bas de la cuve ainsi que pour éviter toute accumulation d'eau sur le plancher intérieur et pour éviter toute infiltration d'eau par les parois verticales de l'enveloppe.

### **3.4 La diminution de l'impact environnemental**

**L'intégration dans l'environnement.** Un des principaux objectifs de l'étude a été de créer un poste compact et d'encombrement réduit pour être le plus discret possible. C'est à cet effet que le volume extérieur du PSS, sa forme, ses dimensions et son aspect esthétique ont été imaginés en collaboration avec des architectes dans le but d'obtenir une bonne intégration du poste dans son environnement et d'être dissuasif à la pose d'affiches.

Par ailleurs, le recyclage en fin de vie des matériaux utilisés a été pris en compte au départ de l'étude. Signalons aussi que d'autres fonctionnalités permettent de réduire l'impact sur l'environnement, comme par exemple la diminution du niveau de bruit du transformateur.

**La récupération du liquide diélectrique.** Pour répondre aux contraintes de plus en plus sévères en matière de protection de l'environnement contre les diélectriques liquides, le PSS est équipé d'une fosse à huile, étanche, destinée à la récupération de la totalité du diélectrique liquide en cas de fuite de la cuve du transformateur. Cette

disposition est destinée à éviter les conséquences d'une fuite survenant au cours de la durée de vie du matériel (non consécutivement à un défaut interne au transformateur, pour lequel aucune fuite n'est admise comme indiqué au paragraphe 3.3).

**La diminution du risque incendie.** Elle résulte du concept même du transformateur « intrinsèquement sûr », dont le dispositif de protection et de coupure répond à la préoccupation d'éviter toute manifestation externe en cas de défaut interne.

#### **4. CONCLUSION**

Cet article a présenté le nouveau palier technique de postes MT/BT du type en cabine, dénommé PSS pour « Poste au Sol Simplifié », développé par EDF avec la collaboration de plusieurs constructeurs. Il est destiné à l'alimentation des réseaux souterrains implantés en zones rurales et suburbaines, qui prennent une place de plus en plus importante dans le contexte actuel de la distribution de l'électricité en France.

La conception de ce nouveau poste a particulièrement pris en compte la nécessité d'une plus forte maîtrise des coûts de distribution, la demande sociétale sans cesse croissante pour un respect accru de l'environnement, la demande des clients pour une qualité élevée de la fourniture d'électricité ainsi que la recherche d'une sécurité maximale pour les personnes et les biens.

Ce palier est maintenant presque achevé : les spécifications de produits sont finalisées et les phases de développement des matériels terminées. Au cours de l'expérimentation qui se poursuit actuellement, nous avons pu constater l'intérêt porté à ce produit ainsi qu'un bon accueil de la part des exploitants, des distributeurs d'énergie et des représentants des collectivités locales.

Adapté aux zones rurales et suburbaines généralement à faible densité de population et par conséquent à faible densité de courant, le PSS est un complément de la gamme de postes utilisés en milieu urbain.

Son industrialisation est attendue à partir de l'an 2000.