

Civaux : 10 millions pour le simulateur

« Nos présidentiables » qui avaient du mal à citer des chiffres cohérents sur l'énergie nucléaire et à savoir combien de génération de centrales étaient implantées en France, devraient entreprendre une visite, comme celle que vient d'organiser le Club Automation, sur le site de Civaux. Avec Chooz, il abrite la dernière génération des centrales, le N4, (1500 mW).

L'énergie d'origine nucléaire représente 15 % de l'énergie électrique produite dans le monde. Et avant de faire partie du choix

phite gaz » (UNGG), une technologie française, et à « eau pressurisée » (REP), basé sur une technologie américaine. Dans les années soixante, 6



La salle de simulation vue du poste du formateur.

national, notre pays achetait 76 % de son approvisionnement en énergie, le pétrole constituant 84 % de ses importations.

ETAT DES LIEUX

Deux types de réacteurs ont été construits en France : les « gra-

unités de production UNGG sont mises en services, et 58 REP entre 1977 et 1999. Actuellement, notre parc nucléaire est constitué de 58 unités (tranches REP) de production réparties sur 19 centrales (sites) : 34 de 900 MWe, 20 de 1300 MWe et 4 de 1500 MWe. De quoi produire 428 milliards

de kWh par an et assurer 78 % de la production d'électricité d'EDF.

Engagée en 1983, la dernière série de réacteurs nucléaires baptisée N4, de 1450 MW, est de conception 100 % française. En attendant le futur réacteur EPR (1600 MWe), elle intègre des innovations comme son système de conduite entièrement informatisée et un groupe turboalternateur le plus puissant de sa génération.

LE SITE DE CIVAUX

Sur le site de Civaux, avec les deux unités (ou tranches) de type N4, la production en 2006 représentait 4,5 % de la production totale d'EDF, permettant d'alimenter plus de 2 millions de foyers en électricité, soit deux fois la consommation de Poitou-Charentes. Le personnel est composé de 657 agents, ainsi que de 57 prestataires internes EDF et 170 prestataires permanents externes.

Le CNPE de Civaux fait état dans sa dernière publication de 3 événements de niveau 1 sur l'échelle INES (qui compte 7 niveaux) et 3 arrêts automatiques réacteur en 2006. La même année, 400 contrôles ont été effectués par des services d'inspections internes au groupe EDF et par les inspecteurs de l'Autorité de Sûreté Nucléaire.

RAPPEL DE PRINCIPE

Dans un réacteur, la fission nucléaire produit une grande quantité de chaleur. L'eau chauffée à 320 degrés circule dans un circuit, où elle est mise sous pression (155 bars) pour la maintenir à l'état liquide. Ce circuit primaire chauffe le circuit secondaire par échange thermique, dans le générateur de vapeur. C'est l'eau du circuit secondaire qui se transforme en vapeur et fait tourner une turbine couplée à un alternateur qui produit l'électricité. L'électricité transite ensuite, sur les lignes à très haute tension à partir de transformateurs.

Une fois sortie de la turbine, la vapeur se transforme en eau au contact des tubes froids d'un condenseur dans lesquels circule l'eau du circuit de refroidissement. La vapeur, condensée en eau, retourne dans les générateurs de vapeurs. Pour sa part, l'eau du condenseur est refroidie à l'intérieur d'un aéroréfrigérant. Dans les centrales sans aéroréfrigérant, le refroidissement s'effectue grâce à de l'eau en provenance de la mer ou d'un fleuve. La centrale de Civaux étant conçue pour fonctionner avec un débit de la Vienne très variable, l'eau des purges est refroidie, par un aéroréfrigérant supplémentaire, avant de retourner dans l'environnement naturel.

Pour la combustion nucléaire, c'est l'uranium dit « 235 » qui est utilisé. Il est enrichi pour augmenter le nombre d'atomes, et se transforme alors en oxyde d'uranium. Pour sa combustion, il est conditionné sous forme de pastilles qui sont empilées dans des gaines métalliques appelées « crayons ». Ceux-ci sont réunis en « assemblages » pour être introduits à raison de 205 dans le réacteur.

PILOTAGE DE LA CENTRALE

Le pilotage de la centrale se fait à partir d'un poste de commande. Pour augmenter ou diminuer la production d'électricité, les opérateurs agissent sur l'intensité de la réaction en chaîne, au moyen de grappes de contrôle. En cas de situation anormale, ces grappes chutent automatiquement et arrêtent le réacteur en moins de 3 secondes.

En début de journée, chaque site établit son planning de travail en fonction de la commande EDF d'une quantité de kWe à fournir. Un site comme Civaux avec ses deux tranches peut décider de la production de chacune d'entre elles en faisant varier ses grappes. Bien entendu, la fourchette de production est connue plusieurs années auparavant, de quoi planifier les arrêts de tranche pour maintenance. Ces arrêts interviennent à une périodicité entre 12 et 18 mois, ne serait-ce que pour renouveler le combustible (par tiers ou quart).

LE CONTRÔLE/COMMANDE

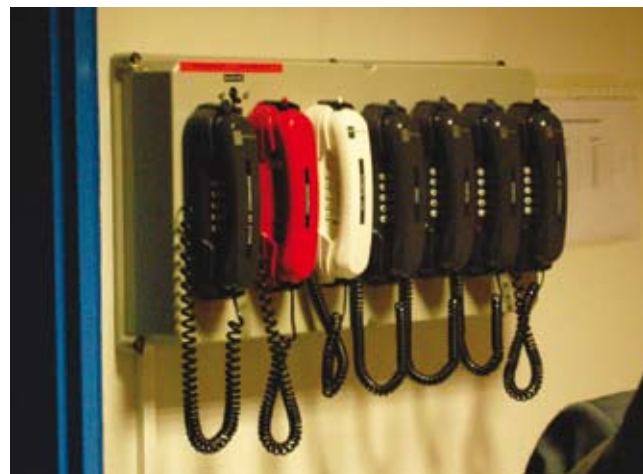
Reste à contrôler une telle production. Et les moyens mis en œuvre dépendent de l'année d'implantation de la centrale.

Pour les premières, le système reste manuel, l'opérateur se déplace pour actionner boutons-poussoirs et autres éléments de conduite, câblés. A l'autre extrémité, il reste les deux sites hébergeant des centrales de génération N4, équipés de systèmes d'automatismes, de protections et de conduite entièrement informatisés. Toutes les commandes sont faites en position assise et les procédures de travail ne sont plus sous fiches cartonnées, mais présentées sur les écrans de contrôle.

L'architecture de conduite d'une installation N4 est organisée en quatre niveaux :

- niveau 3 - la gestion technique (locale ou non),
- niveau 2 - l'interface opérateur/machine (informatisée et conventionnelle),
- niveau 1 - le contrôle/commande,
- niveau 0 - les capteurs/actionneurs.

Par tranche, ce ne sont pas moins de cinq types d'automates répartis dans 210 armoires qui sont mis à contribution. Pour l'automate le plus utilisé (Contronic E), on trouve, environ, 4.000 cartes d'entrées/sorties (ToR-ANA) et 700 cartes de traitement. L'ensemble des



Les téléphones permettent de joindre, en cas de crise, les différents intervenants.



Les différents écrans de conduite.

automates gère environ 30.000 entrées/sorties (ToR-Ana). Quant au nombre de capteurs installés sur une tranche, il est d'environ 15.000 (ToR-Ana confondu), sans compter les boucles de régulation. Pour la partie informatique, ce sont quinze calculateurs qui sont en service.

Le niveau 2 utilise le réseau local industriel Arlic de Sema-Group (Atos Origin). Tous les éléments de sécurité des niveaux 0,1 et 2 sont organisés en deux voies (physiquement séparées). Chacune des voies peut piloter toute la tranche. Quatre postes de conduite

identiques sont installés en salle de commande et un poste opérateur minimal en cas de crise.

Les ordinateurs centraux qui traitent les fonctions de conduite, y compris les fonctions critiques, sont des machines 32 bits en configuration redondante.

Outre les postes de commande, la salle de conduite regroupe deux synoptiques muraux donnant une vue générale de la tranche (le premier se concentrant principalement sur le circuit primaire, le second sur le circuit secondaire), mais également un panneau auxiliaire pour la conduite conventionnelle en cas de perte de la conduite informatisée.

LA SIMULATION

Quel que soit le site, il faut que les opérateurs sachent maîtriser de tels systèmes de contrôle/commande, aussi bien pour le fonctionnement normal qu'en cas d'incidents. Pour cela, c'est la formation qui prend le relais. En 2006, rien que sur le site de Civaux, ce sont 50.398 heures de formations qui ont été dis-

pensées. Uniquement pour la formation à la conduite, le nombre d'heures atteint les 20.000 heures (dont 14.000 directement sur simulateur), et représente 650.000 heures

La durée de la formation avant d'atteindre le poste d'opérateur dans la salle de contrôle-commande prend environ quatre années, dont deux effectuées sur le terrain, impossible de



Les équipements de reprise en manuel de l'installation en cas de défaillance de l'informatique.

pour le parc nucléaire français. Chaque opérateur de la centrale suit 200 heures de formation annuelle, dont 100 heures sur le simulateur de la salle de commande informatisée.

Avant 2004, les opérateurs se rendaient sur le site de Chooz pour suivre la formation adéquate. Puis EDF a décidé de mettre en place un simulateur sur chacun des 19 sites nucléaires. Un choix stratégique d'une part pour améliorer les conditions de formations, mais également en raison de données économiques, un arrêt fortuit coûtant très cher à EDF.

Le simulateur de Civaux est la réplique exacte de la salle de commande d'une unité de production et reproduit le fonctionnement de l'installation en situation normale, comme accidentelle.

bien comprendre les procédures sans une appréciation parfaite du process industriel.

La formation initiale terminée, chaque opérateur reviendra durant trois semaines par an sur le simulateur afin de maintenir et développer ses compétences nécessaires dans son travail. Une traçabilité des programmes de formation et de l'atteinte des objectifs est réalisée à chaque session de formation, puis envoyée à la hiérarchie de l'opérateur. Le chef de service à partir d'observations en situation de travail, et en période de formation, propose au directeur d'unité d'habiliter l'opérateur.

La salle du simulateur est identique à la salle réelle, un investissement de plus de 10 millions d'euros par site. Seule différence, le poste du formateur caché derrière une vitre sans tain. Il peut ainsi suivre les

évolutions des opérateurs, des caméras fixées dans le plafond permettent de suivre toutes les opérations afin d'éviter les mauvaises interprétations et de pouvoir remonter les actions menées par les stagiaires, une multitude de scénarii étant possible.

Des cours qui simulent trois types de cas : la conduite normale, la conduite perturbée (capteur qui dérive) et la conduite sur incident. Bien entendu, les stagiaires s'entraînent aussi sur le panneau auxiliaire de conduite conventionnel, et appuient sur les divers boutons-poussoirs. Une salle de commande de « repli », en cas d'incident majeur, est également présente, avec sa panoplie de téléphones reliés aux différents services.

Sur un site comme celui de Civaux, une équipe de conduite comprend 21 personnes pour contrôler les deux tranches, sachant que sept équipes sont nécessaires.

TOUCHE PAS AU BOUTON

« L'objectif de notre formation se résume en deux mots, Fidélité et Efficacité » prévient JL Pecot, chef du service formation. L'opérateur applique des consignes de fonctionnement normal ou incidentel. Dans ce dernier cas, « l'opérateur a pour tâche de stabiliser les paramètres physiques de l'installation, et non d'identifier et de chercher à régler le problème initial ».

Pour y parvenir, il est aidé tout au long de son travail par des procédures, mais aussi par ses collègues de l'équipe. Lors de notre visite du simulateur, il fut tentant de lever le cache

du bouton d'arrêt d'urgence et d'appuyer dessus, aussitôt la voix synthétique nous annonça que la tranche était en arrêt. Et sur son écran, l'opérateur d'un jour voyait se dérouler les procédures, avec obligation de validation pour chacune d'entre elles. C'est l'opérateur qui garde la main dans tous les cas. La première question, à l'entrée de la procédure, consistant à nous demander si nous avions bien prévenu les autorités restait la plus simple, ensuite il fallait cheminer tout au long des questions posées par l'ordinateur.

La Fidélité, citée par JL Pecot, était suivie, mais l'Efficacité était également requise pour gagner du temps dans la validation des étapes par connaissance du process. Bien entendu, l'opérateur reste maître de la situation, et peut, après concertation avec les membres de l'équipe, puis validation du chef d'équipe, tout à fait suivre un chemin différent de celui indiqué par la machine. Seulement, il devra s'en expliquer en fin de cycle. Sur de tels incidents, plusieurs heures et jours peuvent s'écouler avant la reprise d'activité de la tranche, le temps de vérifier que tous les paramètres sont corrects.

Toutefois entre la théorie et la réalité, certaines différences existent. Toutes les évolutions faites sur site ne sont pas forcément intégrées dans le simulateur, cela dépend de l'impact de la modification sur la conduite de la tranche. « A chaque évolution, nous avons une réflexion sur l'intérêt pédagogique d'effectuer les modifications sur le simulateur » précise JL Pecot. Les mises à jours s'effectuent soit par lot, ou immédiatement si la modification est importante. ■