

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE
INSTITUT DE PROTECTION ET DE SURETE NUCLEAIRE
DEPARTEMENT D'ANALYSE DE SURETE
SERVICES D'ANALYSE DE SURETE DES REACTEURS



RAPPORT SASR n° 46

ANALYSE DE L'INCIDENT SURVENU SUR LA TRANCHE 5
DU CENTRE DE PRODUCTION NUCLEAIRE DU BUGEY

LE 14 AVRIL 1984

J.M.GANDIT (SASCEL)

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION

II. DEROULEMENT DE L'INCIDENT

II.1 Rappel des principaux événements

II.2 Conséquences réelles

II.3 Conséquences potentielles

III. INCIDENTS FRANCAIS SIMILAIRES

III.1 Dampierre 1 : décharge de la batterie du système LCA

III.2 Dampierre 3 : décharge de la batterie du système LDA

III.3 Tricastin 2 : arrêt d'urgence par variation élevée de flux

III.4. Tricastin 2 : décharge de la batterie du système LDA

III.5. Blayais 4 : décharge de la batterie du système LCA

IV. ANALYSES DES CAUSES ET MESURES CORRECTIVES ENVISAGEES PAR EDF

IV.1. Regroupement des alarmes lumineuses et sonores en salle de commande

IV.2. Défauts d'isolement

IV.3. Mauvais fonctionnement de la source LCA

V. ANALYSE DES ANOMALIES MISES EN EVIDENCE PAR L'INCIDENT

V.1. Remarques concernant les interrupteurs d'arrêt d'urgence

V.2. Remarques concernant le contacteur d'excitation et l'interrupteur enclencheur du groupe turboalternateur

V.3. Remarques concernant le disjoncteur de ligne

V.4. Remarques concernant le changement de source externe

V.5. Remarques concernant les sources vitales de protection du réacteur (LNA, B, C, D)

V.6. Remarques concernant les groupes électrogènes de secours

VI. AUTRES ENSEIGNEMENTS TIRES DE L'INCIDENT

VI.1. Les procédures "pertes de source"

V1.2. Répercussion de la baisse de la tension du tableau LCA sur la saisie des informations destinées aux agents de conduite

V1.3. Répercussion de la défaillance de la source LCA dans l'application de la règle de conduite H3

VII. CONCLUSION

ANNEXE A : Figures et schémas

A.1 Centrale 4-5 : alimentation des auxiliaires

Schéma unifilaire

A.2 Basculement de sources, chronogramme

A.3 Schéma unifilaire 125 v= 48 v= et 220 v~ sans coupure

A.4 Schéma des circuits de déclenchement de l'interrupteur enclencheur

- Tableau récapitulatif la position des contacts du relais de surveillance

A.5 Schéma de l'interrupteur principal A du système d'arrêt d'urgence du réacteur

A.6 Domaines de fonctionnement du réseau MT

Un = 6,6 kilovolts

A.7 Domaines de fonctionnement du réseau BT

A.8 Alarmes et symptômes significatifs pour l'entrée dans les consignes I-A-H

A.9 Enregistrement de la tension du jeu de barres LCA

Transitoire relatif à la mise en service d'un redresseur

A.10 Organisation type de chaînes de protection et de contrôle des centrales CP1, CP2

ANNEXE B : Compte rendu de l'incident rédigé par l'exploitant de la centrale

I. INTRODUCTION

L'incident significatif, faisant l'objet du présent rapport, s'est déroulé le 14 avril 1984. Il a affecté la tranche 5 du centre de production nucléaire du Bugey.

L'incident est d'une gravité, en ce qui concerne les sources électriques de puissance de la tranche, encore jamais rencontrée jusqu'ici sur les réacteurs français à eau pressurisée. En effet, trois sources de puissance (deux externes et une interne) sont devenues indisponibles pour la tranche du fait de la défaillance de la source de contrôle commande qui leur est commune et indispensable. La défaillance de la source de contrôle commande est le résultat d'un enchaînement assez logique dans le fond, d'événements presque sans importance quand ils sont uniques et isolés. De part sa conception, la surveillance de la source de contrôle commande présente des anomalies. D'autre part, du fait qu'elle est conçue sans coupure, la dégradation lente de sa caractéristique "tension" ainsi que les conséquences de cette dégradation sur les systèmes servis n'avaient pas été prises en compte dans l'étude de sûreté.

En fait, l'incident a commencé le 13 avril au soir mais il n'a été détecté que 3 heures 15 minutes plus tard ce qui, pour une grande part, constitue un fait aggravant. En elle-même la panne initiatrice (déclenchement d'un redresseur) n'est qu'un événement banal mais sa non prise en compte a eu des répercussions sur pratiquement tous les systèmes de la tranche. De plus, la tranche se trouvant dans une situation non prévue, et extrêmement complexe du point de vue des sources électriques, le personnel de conduite s'est trouvé dans une position délicate. La bonne connaissance de l'installation et l'intervention rapide des personnels d'astreinte ont permis un rétablissement satisfaisant de la situation. Aucun rejet radioactif n'a eu lieu en dehors de l'enceinte ; le refroidissement du coeur a toujours été assuré.

Cet incident est pratiquement la répétition d'un incident identique qui avait eu lieu sur la tranche 1 de la centrale de Dampierre le 20 novembre 1980. L'origine des deux incidents est identique, cependant, dans le cas de Dampierre l'arrêt d'urgence du réacteur n'a pas été sollicité.

Les conséquences ont donc été très limitées, malheureusement, l'analyse qui en avait été faite à l'époque, par l'exploitant et qui montrait, le caractère néfaste de certaines dispositions techniques comme le regroupement des alarmes, n'a pas été pris en compte.

La présente analyse approfondie de l'incident est basée sur les documents suivants :

- Le rapport d'incident significatif D 5114/CRIS/T5/84037 rédigé par les exploitants de la tranche ;
- la fiche F 204 du fichier des événements tenue par le service de la production thermique mise à jour le 22.01.1985 ;
- la lettre EDF/SPT D 546 GT 241 G.CPL/DS n° 155 du 4 juin 1984.

Dans ces documents quelques "anomalies de fonctionnement" sont relevées par Electricité de France (EDF). En outre, le Département d'Analyse de Sûreté (DAS) a demandé des explications complémentaires aux exploitants lors d'une réunion qui a eu lieu sur le site du Bugey le 20 septembre 1984. Lors d'une autre réunion qui s'est tenue sur le site de Bugey, le 27 février 1985, à laquelle participaient les représentants de la centrale, des représentants de la Division d'Analyse de Fonctionnement (DAF) ainsi que des représentants du Département d'Analyse de Sûreté (DAS), le présent rapport, présenté sous forme de projet, a été examiné et amendé en fonction des précisions apportées par les représentants d'Electricité de France. Enfin une dernière réunion de concertation s'est tenue dans les locaux du service de la Production Thermique à Paris le 7 mai 1985.

Le présent rapport est limité à l'étude des causes initiatrices de l'incident et à l'analyse des événements qui se sont déroulés jusqu'à la remise sous tension du transformateur auxiliaire de la tranche. Il ne couvre pas les événements apparus lors de la remise en service des pompes primaires (fuite d'eau primaire au niveau des joints n° 1) ainsi que lors de la remise en service de l'onduleur LNA (gradient de pression primaire élevé) et du tableau LND (injection de sécurité).

II. DEROULEMENT DE L'INCIDENT

II.1 Rappel des principaux événements

Le compte rendu de l'incident rédigé par l'exploitant est en annexe B. Il indique en particulier le "timing" précis des principaux événements qui ont eu lieu au début de l'incident.

Le réacteur fonctionnait en palier à 98% de la puissance nominale en prolongation de cycle.

La réactivation de l'alarme "défaut tableau LCA" sur le panneau intertranche, fut interprétée comme la réapparition d'un défaut d'isolement fluctuant autour du seuil de détection.

L'apparition sur le tableau arrière de la salle de commande, trois heures et quinze minutes plus tard, de l'alarme visuelle et sonore "défaut armoires alimentation KSC voie A" a incité l'adjoint au chef de quart à aller en local. Il a constaté que la tension du jeu de barres du tableau LCA n'était que de 30 volts (au lieu de 48 volts) et que le redresseur en service ne débitait pas.

Au moment où l'agent s'apprêtait à enclencher manuellement le redresseur en réserve, il y a eu arrêt d'urgence du réacteur. Le redresseur en réserve n'a pas été mis en service.

Le déclenchement de la turbine est survenu aussitôt après l'arrêt du réacteur, cependant ni l'interrupteur enclencheur du groupe, ni le contacteur d'excitation ne se sont ouverts. Par contre, le disjoncteur de ligne de la tranche a déclenché en automatique une seconde après la turbine privant la tranche de sa source extérieure principale 400 kilovolts sans que la source extérieure auxiliaire ne la remplace.

Le groupe turbo-alternateur dont le contacteur d'excitation et l'interrupteur enclencheur sont restés fermés, est demeuré îloté sur les jeux de barres 6,6 kilovolts de la tranche ; les caractéristiques de tension et de fréquence du courant n'étant plus maintenues dans la plage normalement admise (pendant 2 minutes 30 secondes) ceci a engendré des perturbations dans le fonctionnement des sources vitales (220 volts des systèmes LNA, B, C, D).

La source LNA a été la plus gravement perturbée car les fusibles principaux de l'onduleur ont fondu sans que le secours interne ne puisse s'enclencher.

Le manque de tension affectant le jeu de barres LNA a entraîné :

- l'ouverture en grand de la vanne réglante d'injection au joint n° 1 des pompes primaires,
- l'ouverture en grand de la vanne de charge (vanne RCV 46 VP),
- l'isolement de la ligne de décharge (vannes RCV 07, 08, 09 VP).

Ceci explique qu'en l'absence des sources externes de puissance, les pompes primaires étant arrêtées, le niveau du pressuriseur montait rapidement. De plus, la pression du circuit primaire ne pouvant plus être contrôlée par le système d'aspersion normale au pressuriseur, seules les chaufferettes de la voie B s'enclenchaient sur "niveau haut" du pressuriseur.

Les vannes de décharge du pressuriseur se sont ouvertes à plusieurs reprises (9 ouvertures de la vanne RCP 08 VP ensuite 1 ouverture de la vanne RCP 09 VP, enfin 21 ouvertures de la vanne RCP 10 VP, vanne en voie B, seule voie opérationnelle car alimentée par le groupe électrogène de secours du jeu de barres LHB).

Ensuite, le seuil de tension basse des jeux de barres 6,6 kilovolts de la tranche étant atteint, le changement de source externe a échoué, suivi par l'échec de la reprise en secours de la source interne de la voie A.

Seule la source interne de secours de la voie B a eu un fonctionnement satisfaisant aussi bien pour le temps de démarrage du moteur diesel que pour la séquence de retestage des actionneurs secourus.

Ce groupe a débité pendant 41 minutes avant que la ligne auxiliaire externe ne soit réenclenchée ce qui a mis fin aux perturbations apparues sur les alimentations électriques de puissance de la tranche.

Avant que le disjoncteur de la ligne auxiliaire n'ait pu être réenclenché, un essai de démarrage du groupe électrogène de secours de la voie A a été réussi. Cependant, l'excitation de l'alternateur n'ayant pu être réalisée (tension LCA 48 volts trop faible), cette source interne n'a pu débiter sur le jeu de barres LHA.

Après que la source externe auxiliaire ait été remise en service, le redresseur sain du système LCA a été enclenché ; la restauration d'une tension correcte sur les jeux de barres du contrôle commande a permis la maîtrise de l'installation. Dans ces conditions d'alimentation des jeux de barres 6,6 kilovolts LGA et LGB, il a été possible de redémarrer la pompe primaire n° 3 ce qui a permis l'utilisation de l'aspersion normale du pressuriseur pour contrôler la pression du circuit primaire.

Le disjoncteur de ligne 400 kilovolts a été réarmé (sur la plate forme 400 kilovolts par des agents EDF du service du transport, étrangers à la conduite de la tranche) puis réenclenché 2 heures 6 minutes après son ouverture.

Le tableau LNA ayant pu être remis sous tension par l'équipe d'astreinte, il a alors été possible de réouvrir la ligne de décharge du réacteur.

Le groupe électrogène de secours de la voie B a alors été stoppé.

Le personnel de conduite ayant détecté des débits de fuite trop importants au joint n° 2 des pompes primaires 3 et 2 nécessitant de nombreux appoints au tube d'équilibrage, ces deux pompes ont été arrêtées puis remplacées par la pompe primaire n° 1.

II.2 Conséquences réelles

La défaillance de la source 48 volts voie A de contrôle commande LCA a entraîné successivement :

a) la séparation de la tranche des sources de puissance :

- "LTP" source 400 kilovolts principale (alimentant les jeux de barres LGA et LGB),
- "LTA" source 225 kilovolts auxiliaire (alimentant les jeux de barres LGA et LGB),

b) l'indisponibilité de :

- "LHG" source 6,6 kilovolts interne de secours voie A (jeu de barres LHA),

c) la défaillance de :

- "LNA" source 220 volts vitale de protection voie A du réacteur sans reprise interne de secours possible.

II.3 Conséquences potentielles

Au cours de l'incident, la tranche s'est retrouvée avec le groupe électrogène de secours voie B, comme seule source d'alimentation électrique de puissance.

Une défaillance supplémentaire sur cette voie (refus de démarrage du diesel, refus de couplage sur le tableau LHB, etc...) aurait donc conduit à une perte complète des alimentations électriques de puissance, situation hors dimensionnement. Il faut noter que les matériels nécessaires à l'application de la procédure H3 destinée à faire face à cette situation, n'étaient pas encore opérationnels sur le site. Même s'ils l'avaient été, comme on le verra dans la suite de l'analyse, l'application de la procédure H3 telle qu'elle est prévue aujourd'hui aurait été difficile, car cette procédure ne prend pas en compte l'indisponibilité du tableau LCA.

On peut noter aussi que lors du transitoire, les vannes de décharge du pressuriseur ont été sollicitées à plusieurs reprises. La non refermeture d'une de ces vannes aurait constitué une voie de dégénérescence supplémentaire de l'incident vers une situation difficilement contrôlable. En effet, si la vanne de décharge RCP 08 VP ou RCP 09 VP s'était bloquée en ouverture, il n'aurait pas été possible d'isoler la brèche par les vannes d'isolement RCP 05 ou 06 VP dont le contrôle commande est alimenté par le tableau LCA.

III. INCIDENTS FRANCAIS SIMILAIRES

Ce genre d'incident (décharge d'une batterie d'accumulateur d'une source sans coupure à l'insu des agents de conduite) s'est déjà produit sur d'autres tranches du parc français 900 MWe. 5 exemples ont été relevés.

III.1 Tranche Dampierre 1 - incident n° 35 du 20.11.1980

Décharge de la batterie du système LCA

La tranche était à 100% de puissance nominale, l'alarme défaut tableau (LCA 001 AA) signifiant que la tension du jeu de barres LCA (source 48 volts voie A) était faible (42 volts) n'a pas été prise en compte par les agents de conduite qui ont considéré que ce n'était que la réapparition d'un défaut d'isolement affectant la distribution. Environ trois heures plus tard, l'apparition en salle de commande d'une information indiquant le manque de tension LCA sur le système GGR, a attiré l'attention des agents de conduite. Sept minutes après, les agents de conduite ont essayé d'enclencher le disjoncteur amont du chargeur n° 1. Celui-ci n'a pas pu être réalimenté car c'était le départ du tableau LLA (380 volts secteur) qui était hors tension. Le chargeur n° 2 par contre a pu être réenclenché ; il a fourni aussitôt la charge maximum à la batterie, la tension du jeu de barres LCA est revenue instantanément dans sa plage normale.

Après cette opération, l'incident était donc clos. Il n'y a pas eu de conséquences, la tranche est restée à 100% de puissance tout le temps bien que la tension mesurée sur le jeu de barres du tableau LCA ait atteint une valeur de l'ordre de 20 volts ! Il n'y a pas eu d'arrêt d'urgence du réacteur intempestif qui aurait pu être provoqué par la tension trop faible régnant sur le jeu de barres du tableau LCA.

III.2 Tranche de Dampierre 3 - incident du 10.10.1984

Décharge de la batterie du système LDA

La tranche était en arrêt à chaud, des essais physiques étant en cours.

L'alarme "débit d'injection bas" au joint de la pompe primaire RCP 03 PO est apparu.

Aussitôt les agents de conduite se sont rendus compte que la tension du jeu de barres du tableau LDA était faible.

Un agent s'est rendu en local et a renclenché l'un des deux redresseurs de cette source.

Une des causes profondes de cet incident est le fait que le disjoncteur amont de l'un des redresseurs était ouvert alors que pour l'autre redresseur c'était le disjoncteur aval qui l'était.

Une autre cause est la non prise en compte d'alarme visuelle : alarme regroupée signalant une tension basse interprétée comme apparition d'un défaut d'isolement.

Notes du rédacteur du rapport : la décharge de la batterie d'accumulateurs s'est prolongée pendant 3 heures 31 minutes ; la tension normale du jeu de barres de la source LDA est 30 volts.

La source LDA alimente l'ensemble des mesures de régulation de la chaudière appelées : SIP IC, IIC, IIIC, IVC, ("C" étant le repère appliqué au contrôle pour le différencier de P appliqué à la protection du réacteur dont les quatre chaînes sont appelées SIP IP, IIP, IIIP et IVP et sont respectivement alimentées par les sources LNA, B, C, D. Le schéma en annexe A.10 montre l'utilisation de chaque système pour les réacteurs des contrats programmes 1 et 2). La source LDA alimente également les régulations de la tranche, hors chaudière nucléaire. Ces régulations, font partie du système KRG.

III.3 Tranche 2 de la centrale du Tricastin - incident du 3.08.1984 Arrêt d'urgence par variation élevée de flux

La tranche fonctionnait en réglage primaire de fréquence.

L'essai périodique LCA 11 consistant en la mise hors tension pendant 5 minutes du redresseur en service était réalisé.

Cet essai a pour but la vérification :

- de la tension règnant sur le jeu de barres de distribution LCA, batterie débitant seule sur les récepteurs,
- la permutation de redresseurs avec passage en charge d'égalisation.

A la remise sous tension d'un redresseur, il y a eu arrêt d'urgence du réacteur par variation élevée de flux détectée sur les voies A et B, par suite de la chute des barres alimentées par les éléments statiques de puissance 1 et 2.

Selon les exploitants, la chute des barres a été provoquée par un transitoire de tension (chute rapide, puis remontée) à la remise en service du redresseur.

Un essai réalisé quelques jours après sur la tranche 4 a permis l'enregistrement de ce phénomène.

De l'examen de la courbe obtenue (cf. annexe A.9) il apparaît que la tension est descendue en-dessous de 16,8 volts (seuil inférieur de fonctionnement des interrupteurs d'arrêt d'urgence du réacteur par tension faible pendant 1 milliseconde).

Si cet essai est représentatif de ce qui se passe pendant l'essai périodique LCA 11 réalisé réacteur en puissance, il serait intéressant de connaître la raison de la non ouverture des interrupteurs d'arrêt d'urgence du réacteur (voie A) par minimum de tension.

III.4. Tranche 2 de la centrale du Tricastin. Incident du 02.07.1979.Décharge de la batterie du système LDA

Pendant les essais à froid de la tranche, avant le premier chargement, diverses anomalies de fonctionnement des vannes pneumatiques réglantes (RCV 46 VP en particulier) ont mis en évidence la dégradation de la tension du tableau LDA.

Le seuil de tension basse du tableau, n'a pas été perçu par les agents de conduite car l'allumage de l'alarme lumineuse correspondante a été masqué par un défaut d'isolement préexistant (alarmes regroupées). La panne du redresseur en service n'a pas été signalée.

III.5. Tranche 4 de la centrale de Blayais - Incident du 15.04.1985.Décharge de la batterie du système LCA

La défaillance du redresseur en service de la source LCA a conduit à un commencement de décharge lente de la batterie qui alimentait seule le jeu de barres de distribution de la source.

Sur cette tranche, l'alarme "défaut tableau" (regroupant en particulier les informations telles que disjonction d'un départ, disjonction du disjoncteur de sortie du redresseur, tension basse ...) sont indépendantes de l'alarme "défaut d'isolement". Ces deux alarmes ont été cependant confondues par l'agent de conduite. Celui-ci n'a donc engagé aucune action correctrice après l'apparition de l'alarme "défaut tableau LCA".

Environ deux heures après, le chef de quart qui a demandé des explications concernant l'allumage permanent de ce voyant d'alarme a fait réaliser à l'agent de conduite l'état de la source LCA. Aussitôt après que le redresseur en réserve ait été enclenché, la source a retrouvé des conditions normales d'exploitation.

Il faut noter que cet incident n'a eu aucune répercussion sur le fonctionnement en puissance de la tranche. La tension du jeu de barres était encore de l'ordre de 45 volts après deux heures de décharge.

IV. ANALYSE DES CAUSES ET MESURES CORRECTIVES ENVISAGEE PAR EDF

Les causes et événements à l'origine de l'incident de Bugey (regroupement des alarmes, présence de défauts d'isolement, mauvais fonctionnement de la source LCA) sont successivement analysés dans ce paragraphe. Les avis découlant de l'analyse sont généralisés aux autres "systèmes électriques" concernés puis aux autres tranches du palier 900 MWe, CP1 et CP2. Par contre, les tranches de Fessenheim et du palier 1300 MWe, dont la conception du contrôle commande est notablement différente de celles de Bugey et du CP, ne sont pas incluses dans cette analyse.

IV.1 Regroupement des alarmes lumineuses et sonores en salle de commande

IV.1.1 Etat actuel et conséquences

Il y a sur chaque tranche de nombreuses alarmes qui sont regroupées. Pour une même verrine plusieurs causes peuvent être à l'origine de son allumage. De plus, certaines alarmes sont à réitération, cela veut dire que chaque fois que les conditions d'apparition d'une alarme lumineuse sont réunies, cette verrine clignote à nouveau, le klaxon se met en service (en salle de commande ou sur le panneau intertranche).

Concernant le système LCA (production et distribution de la source 48 volts voie A) des tranches du Bugey, les alarmes suivantes sont regroupées sur le panneau intertranche sur la verrine qui porte le numéro LCA 001 AA :

- tension du jeu de barres LCA minimum (42,8 volts) ou tension du jeu de barres LCA maximum (53 volts),

- défaut d'isolement du jeu de barres LCA,
- déclenchement d'un départ du tableau LCA,
- défaut du chargeur en service pour différentes pannes.

De ces quatre informations celle qui apparaît le plus souvent est celle concernant les défauts d'isolement. Un défaut d'isolement lorsqu'il est unique, même s'il est très peu résistant, n'a pas de répercussion sur une installation électrique. Lorsque l'isolement est défectueux en plusieurs endroits, des risques de fusion de fusibles ou de déclenchement de disjoncteurs de distribution apparaissent. Ces événements ont d'autant plus de probabilité de survenir que les défauts sont nombreux et ont chacun une résistance faible.

Ainsi, il n'est pas rare de voir une telle alarme subsister plusieurs jours car la recherche des défauts est longue et difficile ; l'alarme peut disparaître puis réapparaître à tout moment. Cette remarque est l'origine d'une certaine accoutumance des équipes de conduite à acquiescer certaines alarmes sans pour cela agir comme le recommande la fiche d'alarme correspondante.

L'origine de l'incident est donc la non prise en compte par l'agent de conduite d'une information, celui-ci ayant estimé à tort que c'était un défaut d'isolement réapparaissant périodiquement alors que c'était bel et bien une autre information, beaucoup plus importante et demandant une action immédiate de sa part.

Si les regroupements d'alarmes tels que rencontrés actuellement sur les tranches sont satisfaisants dans leur principe pour des informations de même nature et de même "valeur", cette disposition est néfaste lorsqu'aucune discrimination n'est faite avant regroupement (ex : tension faible du jeu de barres et défaut d'isolement).

IV.1.2 Actions engagées par Electricité de France (EDF)

A) Comme réponse à une demande formulée par le service central de sûreté des installations nucléaires (SCSIN) (téléx SIN n° 2250/84 du 25.04.1984), le service de la production thermique (SPT) l'a informé dans la lettre D 546 GT 242 G CPL/DS n° 155 du 4.06.1984 de l'état des alarmes ainsi que des modifications envisagées se rapportant au tableau LCA du palier 900 MWe, à savoir :

- "- Pour la centrale de Bugey : l'alarme unique sera scindée en deux alarmes regroupant d'une part les défauts d'isolement et d'autre part les informations concernant la production et la distribution de la source 48 volts LCA. Ces alarmes seront ramenées en salle de commande (comme cela avait été prévu avant l'apparition de l'incident, note du rédacteur du rapport).
- Pour le contrat programme CP1 les alarmes concernant l'isolement sont déjà séparées des alarmes concernant la production et la distribution du 48 volts LCA. Ces alarmes sont en salle de commande.
- Pour le contrat programme CP2 il n'existe actuellement que deux alarmes placées en salle de commande. La situation sera homogénéisée avec celle existante pour le contrat programme CP1."

B) D'autre part, comme suite à l'incident ayant affecté la tranche 2 du site du Tricastin le 02.07.1979, EDF avait étudié une modification du regroupement des alarmes concernant les sources LCA, LCB, LCC, LCD, LDA, LBA, LBB, LBC, LBD, LBE, LBF, LBJ, LAA, LAB, LAC des centrales des contrats programmes 1 et 2.

Cette modification consiste à séparer les informations de tension (faible ou élevée) du tableau des autres informations concernant le mauvais fonctionnement des circuits de distribution.

Les fiches de modifications émises le 6.07.1984 précisent que le début de réalisation des travaux est à l'initiative des aménagements ou des exploitants de centrale. Lorsque les modifications des regroupements seront toutes exécutées, les alarmes indépendantes affectées au tableau LCA seront au nombre de 3 ou 4 selon le type de matériels utilisés pour la surveillance de l'isolement (1 ou 3 seuils d'alarme) :

- tension haute ou basse,
- déclenchement d'un départ ou panne du redresseur en service,
- défaut d'isolement 1 et 2ème stade (dans le cas d'utilisation d'une surveillance à trois seuils),
- défaut d'isolement 3ème stade (dans le cas d'utilisation d'une surveillance à trois seuils).

Pour les autres tableaux cités ci-dessus 2 verrines seront affectées soit :

- 1 verrine pour les informations tension haute ou basse,
- 1 verrine pour les autres informations (mauvais isolement, déclenchement de départ etc ...).

IV.1.3. Avis du département d'analyse de sûreté (DAS)

En première analyse, les modifications décidées, concernant les sources définies ci-dessus sont acceptables. Pour être exhaustives, ces actions devraient également être appliquées aux tableaux :

- 9LBG (source 125 volts = alimentant la commande des disjoncteurs et contacteurs du BAN),
- 9LNF (source 220 volts ~ alimentant le contrôle du 9 LCD, les enregistreurs du BAN, la radioprotection du BAN).

En outre, comme l'indique le rapport de sûreté la couleur des voyants d'alarme (rouge, jaune, vert, blanc) doit être définie en

fonction des moyens d'actions dont dispose effectivement l'agent de conduite (une hiérarchie en quelque sorte dans la rapidité d'action des agents de conduite). En conséquence, une alarme gravée sur fond rouge ne doit pas subsister longtemps allumée afin qu'elle conserve aux yeux des agents de conduite toute sa "valeur" lorsqu'elle apparaît.

Il ne semble pas que ces principes aient été strictement appliqués.

Devant le nombre d'incidents liés à des regroupements d'alarmes ou à des couleurs de verrine d'alarmes non adéquates, EDF a mis en place un groupe de travail pour préciser les principes définissant la couleur et le regroupement des alarmes ainsi que le traitement des fiches d'alarmes correspondantes. Par sa lettre n° 14079 du 15.02.1985 le service de la Production Thermique a indiqué que ce groupe de travail remettrait ses conclusions à la fin du 1er semestre 1985. Il est important que ce délai soit respecté et que les conclusions des réflexions de ce groupe soient transmises pour accord aux Autorités de Sécurité.

Pour les tranches du Bugey sans attendre les conclusions du groupe de travail "Alarmes", à la suite de l'incident, le regroupement des alarmes du tableau LCA a été modifié. Les alarmes sont maintenant ramenées en salle de commande comme pour les centrales des contrats programmés ; il est cependant indispensable que les autres sources sans coupure de ces tranches soient traitées de façon analogue.

Le cas de la centrale de Fessenheim n'a pas été évoqué. Pour ces tranches, si des regroupements d'alarmes semblables à ceux déjà rencontrés sur les tranches du Bugey existent pour les sources sans coupure, il est nécessaire que ceux-ci soient analysés et au minimum traités dans le même esprit que ceux des centrales du Bugey.

IV.2 Défauts d'isolement affectant la source LCA

Chaque source de la tranche dispose d'un système de mesure d'isolement équipé d'un seuil d'alarme réglé à 50 kilohms.

IV.2.1 Analyse

Il est bon de rappeler que cette tranche (Bugey 5) est équipée de câbles "Crôsne" dont la tenue de l'isolement n'est pas garantie dans le temps. D'autre part, quand l'incident s'est produit le nouveau système de mesure de l'isolement global du tableau n'était pas en place. L'apparition répétée de défauts d'isolement avait pour conséquence l'activation fréquente de l'alarme unique regroupée avec les alarmes issues du tableau LCA en salle de commande quelle que soit la valeur de la résistance d'isolement, aussitôt que celle-ci devenait inférieure au seuil de réglage du relais à seuil.

Il faut remarquer également que tous les défauts d'isolement ne sont pas susceptibles d'amener les mêmes désordres dans l'installation. En effet, un défaut unique très résistant, de l'ordre de 40 kilohms sera le plus souvent sans conséquence, alors qu'un défaut multiple moins résistant (de l'ordre de 6 kilohms) pourrait perturber les signaux RPR d'arrêt d'urgence du réacteur par exemple par non ouverture des relais miniatures recevant le signal d'arrêt d'urgence du réacteur (relais de matrice ou relais de groupe d'AUR).

De plus, il s'avère que la recherche et la localisation des ruptures plus ou moins franches de l'isolement sont difficiles, surtout lorsque les défauts sont très résistants (de l'ordre de 40 kilohms). En effet, les systèmes de recherche sont peu sensibles par rapport aux intensités à mesurer et souvent les défauts d'isolement nombreux rendent leur localisation difficile lorsque la résistance de chacun dépasse 40 kilohms.

IV.2.2 Actions engagées par EDF

Avant l'apparition de l'incident, EDF avait prévu d'équiper cette tranche d'un nouveau système de mesure global de l'isolement du tableau LCA. Ce nouveau système comporte 3 seuils d'alarmes réglés à 50, 22 et 6 kilohms connectés à deux verrines d'alarmes l'une regroupant les seuils de 50 et 22 kilohms et l'autre étant affectée au seuil de 6 kilohms. La modification a été faite avant le redémarrage de la tranche Bugey 5, après l'incident.

Ce nouveau système de mesure globale de l'isolement sera également monté sur toutes les autres tranches de Bugey, ainsi qu'à Dampierre, Tricastin et Gravelines B et Blayais 1 (c'est la fiche de modification LCA FM n° 37).

Pendant la réunion qui s'est tenue le 27 Février, EDF a informé les participants de l'extension de la modification LCA FM n° 39 à toutes les tranches du palier 900 MWe.

IV.2.3 Avis du DAS

La modification LCA FM n° 39 étendue à toutes les tranches du palier 900 MWe est susceptible d'améliorer la surveillance de l'isolement global des circuits de contrôle-commande de la voie A en facilitant la recherche des défauts d'isolement ayant une résistance de l'ordre de 40 kilohms.

Pour les défauts plus résistants, les difficultés de localisation augmentent. Afin que le seuil de réglage de la première alarme (50 kilohms) ne soit pas trop souvent activé il faudrait que la sensibilité du système de recherche soit améliorée.

Pour les autres sources de contrôle-commande des tranches (LCB, LCC, 9LCD) qui conservent l'ancien système de mesure globale de résistance, et ne possèdent pas de seuil d'alarme réglé à 6 kilohms, EDF devrait expliquer les dispositions prises pour se

prémunir contre les effets des défauts peu résistants (de l'ordre de 6 kilohms) qui ne sont pas signalés en tant que tel. Ils sont signalés comme tout défaut d'isolement inférieur au seuil de réglage du relais d'alarme.

IV.3 Mauvais fonctionnement du système LCA

IV.3.1 Analyse

Le système LCA comporte deux redresseurs, l'un en secours de l'autre chargeant en floating une batterie au plomb et alimentant le jeu de barres de distribution 48 volts= de contrôle commande de la tranche. En cas de panne du redresseur en service, la permutation de redresseur est effectuée manuellement et localement. Les disfonctionnements suivants des redresseurs sont signalés en salle de contrôle :

- fusion des fusibles Fu101-102-103-104 (amont des filtres),
- fusion des fusibles Fu1 à 3 (alimentation 380 volts du pont de thyristors),
- fusion du fusible Fu4 (alimentation de la régulation),
- fusion du fusible Fu5 (signalisation locale de la présence de tension).

La tension du jeu de barres LCA est surveillée par un relais voltmétrique possédant deux seuils d'alarmes : un seuil de tension trop forte réglé à 53 volts et un seuil de tension faible réglé à 42,8 volts.

Selon les règles de conduite incidentelle, l'apparition de l'alarme tension faible signifie que la batterie n'a plus qu'une autonomie de 1/2 heure avant que la tension de celle-ci n'atteigne la valeur de 38,2 volts (23 éléments ; 1,66 volt par élément) limite

en-dessous de laquelle il ne faut pas descendre pour éviter l'inversion, toujours possible, de polarité des éléments de la batterie).

Deux remarques peuvent être formulées en ce qui concerne le déroulement de l'incident.

- La panne du redresseur en service n'a pas été signalée en salle de commande, seule la tension faible régnant sur le jeu de barres de distribution 48 volts du tableau LCA a activé l'alarme.
- La tension de la batterie est descendue à une valeur de 30 volts avant que les premiers désordres n'apparaissent sur les circuits de contrôle commande issus du tableau LCA.

IV.3.2 Actions engagées par EDF

IV.3.2.1 Contrôle de l'état de la batterie d'accumulateurs

Lors de l'arrêt pour rechargement qui a été programmé quelques jours après l'incident, un essai périodique de décharge de la batterie LCA a montré que la capacité de celle-ci était dans les critères.

IV.3.2.2 Actions faisant l'objet d'études et dispositions transitoires adoptées

La fiche de suivi F204, dans sa mise à jour faisant suite à la réunion du groupe F du 19/12 1984, indique que les décisions suivantes ont été prises :

- mise à l'étude d'une modification ayant pour objet la création de deux seuils d'alarme de tension faible du tableau LCA,
- mise en application de dispositions transitoires pour éviter la dégradation de la tension du tableau LCA.

En ce qui concerne le premier point, l'étude demandée au SEPTEN a pour objet l'amélioration de la surveillance de la tension du tableau LCA en créant deux seuils d'alarme ; un seuil réglé à 44 volts (tension basse) et un seuil réglé à 41 volts (tension très basse). Actuellement il n'existe qu'un seuil réglé à 42,8 volts. Le premier seuil déclencherait également le redresseur en service et commanderait la mise en fonctionnement du redresseur en attente.

Le second seuil couperait automatiquement la tension (mise hors service du redresseur et de la batterie) du tableau LCA.

Cette dernière disposition est envisagée en vue d'éviter tout fonctionnement aléatoire du relayage électromagnétique de la voie A de la tranche lorsque la tension du tableau LCA est trop faible.

Provisoirement, en attente de l'étude et de la réalisation des modifications décrites ci-dessus, EDF s'apprête à donner les instructions suivantes aux exploitants des centrales du palier 900 MWe.

- le seuil existant de tension basse du tableau LCA sera porté à 44 volts. En cas d'apparition en salle de commande de l'alarme liée à ce seuil, un agent d'exploitation sera envoyé en local afin de commuter manuellement le redresseur en panne par celui en réserve.

Si la tension du tableau continue sa décroissance, l'agent en local restera en permanence devant le tableau afin de surveiller la tension. Lorsque celle-ci atteindra le seuil de 41 volts (lu sur un voltmètre de tableau ayant une précision de 0,5 volt) il aura pour consigne de couper manuellement les disjoncteurs du redresseur en service et de la batterie d'accumulateurs, c'est à dire de couper complètement la source LCA. La procédure de conduite I9A (perte du tableau LCA) devra alors être appliquée.

IV.3.3 Avis du DAS

A) Actions réalisées et mesures transitoires

S'il apparaît que la batterie au plomb a bien supporté la décharge prolongée qu'elle a subi, il n'est par contre pas acceptable que toutes les pannes affectant le redresseur en service ne soient pas signalées en salle de commande.

Le relèvement du seuil de tension basse du tableau LCA à 44 volts conjugué avec la modification vue dans le chapitre précédent (séparation de l'alarme tension basse des autres alarmes) devrait permettre de prévenir assez tôt les agents de conduite de toutes anomalies de fonctionnement affectant ce tableau.

B) Actions à l'étude

a) Permutation des redresseurs

La permutation automatique des redresseurs de la source LCA sur un critère de tension basse nécessite qu'un certain nombre de précautions soient prises. Par exemple :

- que l'information logique "seuil de tension basse" soit sûre c'est à dire élaborée par exemple en 2/3, présente pendant plusieurs secondes et correctement signalée en salle de commande par verrines et calculateur.
- qu'il soit vérifié que le jeu de barres du tableau LCA ne soit pas soumis à un court circuit ; etc.

Si la permutation automatique des redresseurs est faite dans ces conditions, cette mesure paraît bien adaptée pour répondre au problème posé.

Pour élaborer l'information demandant la permutation des redresseurs le paramètre "sens du courant circulant dans la batterie" pourrait également être utilisé ; en effet, le sens du courant définit si la batterie est en charge ou non et montre de façon claire si le redresseur en service fonctionne ou non. L'élaboration de l'information demandant la permutation automatique des redresseurs pourrait tenir compte des paramètres tension du tableau et sens du courant traversant la batterie. Cette proposition d'utiliser les paramètres "sens de circulation du courant dans la batterie d'accumulateurs" et "niveau de la tension régnant sur le jeu de barres de distribution de la source", paramètres correspondants aux deux fonctions de la source est motivée par :

- un souci de diversifier les grandeurs physiques surveillées,
- une recherche des informations ayant un lien direct avec les défaillances qui doivent être signalées le plus rapidement possible.

Ces deux paramètres sont complémentaires. La défaillance du redresseur en service n'active pas instantanément le relais de surveillance de la tension dont le premier seuil est fixé à 44 volts. En effet après une analyse rapide de l'incident qui a affecté la tranche 4 du centre de production nucléaire du Blayais le 15.04.1985 (défaillance du redresseur en service et décharge de la batterie durant 2 heures) le premier enseignement tiré est que malgré cette décharge prolongée de la batterie, la tension régnant sur le jeu de barres était encore supérieure à 44 volts. Le seuil d'un relais de surveillance de la tension réglé à cette valeur n'aurait donc pas été activé.

Le système de surveillance de la charge de la batterie et de la tension du jeu de barres de distribution ainsi que les alarmes élaborées et retransmises en salle de contrôle devront faire l'objet d'essais périodiques. EDF fera des propositions à ce sujet.

b) Coupure de la source LCA

La coupure automatique de la source LCA, dès l'apparition de l'alarme "tension très basse du tableau LCA" demanderait une réflexion très poussée pour s'affranchir de tout fonctionnement intempestif.

Compte tenu du rôle vital de la source LCA tant pour la commande des actionneurs que pour les informations dont disposent les opérateurs en salle de commande, sa coupure automatique sur un critère rigidement défini paraît être une solution trop brutale et même dangereuse au problème posé par la dégradation lente de la tension fournie par cette source.

La coupure manuelle de la source LCA lorsque sa tension atteint 41 volts, comme le propose EDF dans son projet d'instruction transitoire aux centrales, paraît plus acceptable. On peut penser en effet que les opérateurs mettront tout en oeuvre pour retarder et éviter cette échéance brutale.

Il semble cependant qu'une solution alternative devrait être étudiée. La solution proposée par EDF implique de couper la source LCA à partir d'un état en puissance. Ceci nécessitera de suivre et de contrôler le transitoire d'arrêt d'urgence et de passage à l'état de repli qui en découlera inéluctablement, sans la source LCA et donc sans disposer ni des actionneurs ni des informations qui en dépendent. Il serait certainement préférable de ne couper la source LCA qu'après s'être placé dans un état de repli. Il faut noter qu'à partir du moment où, la tableau LCA est alimenté par sa batterie, on dispose d'un délai d'au moins 1 heure avant que la tension n'atteigne 41 volts. Cette valeur correspond à l'autonomie théorique des batteries spécifiée dans le rapport de sûreté. L'expérience montre que pour une batterie en bon état, la consommation réelle est inférieure aux prévisions ; c'est ce qui explique que l'autonomie théorique peut être multipliée par un facteur 2 ou 3 (incident de Blayais le 19.04.1985). Il est par ailleurs possible

d'augmenter la durée de vie de la batterie en appliquant un programme de délestage des circuits de contrôle-commande non prioritaires, comme cela est fait dans le cadre de la procédure I.4.A. On pourrait donc envisager une procédure particulière, à appliquer dès que les opérateurs ont acquis la certitude que la source n'a qu'une "durée de vie limitée" (indisponibilité des 2 redresseurs par exemple) et qui dirigerait les opérateurs vers un programme de délestage des utilisateurs "non prioritaires" simultanément à un passage de la tranche à l'état de repli. La coupure manuelle de la source LCA n'interviendrait qu'une fois atteint l'état de repli et n'aurait donc pas à engendrer de transitoire sur la chaudière.

Cette solution alternative mérite d'être soigneusement examinée par EDF. Elle peut certes présenter certains inconvénients si l'on n'est pas sûr d'atteindre l'état de repli avant que le seuil de 41 volts ne le soit. Par contre, si sa faisabilité peut être démontrée elle présenterait l'avantage d'une conduite beaucoup mieux contrôlée de la part des opérateurs.

Enfin pour être exhaustif, EDF devrait examiner pour les autres sources 48 volts de contrôle-commande des tranches (LCB, LCC et 9LCD) l'application des principes de permutation automatique des redresseurs et de coupure manuelle pour tension très basse.

V. ANALYSE DES ANOMALIES MISES EN EVIDENCE PAR L'INCIDENT

V.1 Remarques concernant les interrupteurs d'arrêt d'urgence

V.1.1 Analyse

Selon les exploitants de la centrale, l'interrupteur d'arrêt d'urgence RTA voie A s'est ouvert spontanément du fait de la tension faible du jeu de barres de distribution de la source LCA (30 volts sur le jeu de barres), ce qui implique en tenant compte des chutes de tension en ligne, une tension encore plus faible au niveau des récepteurs.

L'interrupteur d'arrêt d'urgence voie A étant ouvert, le permissif P4A (indiquant l'ouverture véhiculé en voie de découplage) a ordonné le déclenchement de la turbine.

L'interrupteur d'arrêt d'urgence voie B a déclenché par le signal "turbine déclenchée".

Il apparaît comme conséquence de cet événement qu'en plus de tous les ordres d'arrêt d'urgence du réacteur, il y a une information supplémentaire non répertoriée qui fait ouvrir les interrupteurs d'arrêt d'urgence : "niveau de tension LCA inférieur à un certain seuil" (déclenchement à minimum de tension).

Renseignements pris auprès des exploitants, l'ensemble constitué par la bobine de déclenchement à manque de tension et sa résistance d'économie se comporte comme un déclencheur à minimum de tension dont la plage de fonctionnement s'étend de 0,35 à 0,65 de la tension LCA aux bornes du circuit de commande des interrupteurs d'arrêt d'urgence soit une plage de 16,8 à 31,2 volts (cf. schéma des interrupteurs en annexe A.5). D'ailleurs, un essai effectué à Bugey sur un interrupteur d'arrêt d'urgence a montré que celui-ci déclenchait pour un seuil de tension égal à 24 volts.

Il faut remarquer deux faits :

- la tranche Dampierre 1 lors de l'incident du 20.11.1980 n'a pas subi d'arrêt d'urgence du réacteur. La tension du jeu de barres LCA était de l'ordre de 20 volts,
- la tranche Tricastin 2 lors de l'incident du 3.08.1984 a été l'objet d'un arrêt d'urgence du réacteur par variation élevée de flux. Les interrupteurs d'arrêt d'urgence ont fonctionné après l'apparition de ce signal ; le déclenchement par minimum de tension n'a pas eu lieu. L'essai fait a posteriori sur une autre tranche Tricastin 4 montre que lors d'un transitoire de tension affectant le jeu de barres LCA celui-là peut avoir un creux inférieur à 16,8 volts en amplitude pendant environ 1 milliseconde (cf. annexe A.9).

La plage d'incertitude concernant le déclenchement à minimum de tension est extrêmement large ; chaque interrupteur d'arrêt d'urgence équipant les tranches 900 MWe est par construction réglé à un seuil de déclenchement par minimum de tension inconnu des exploitants et très variable d'une tranche à l'autre.

Le déclenchement par minimum de tension ne peut, par construction des circuits électriques, être évité. Cependant, le seuil pourrait être défini et mesuré pour chaque interrupteur d'arrêt d'urgence. Le seuil de tension basse ordonnant l'ouverture du disjoncteur d'arrêt d'urgence ne devrait pas être ni trop élevé pour éviter les déclenchements intempestifs pouvant survenir à la suite de transitoires de tension affectant le jeu de barres LCA, ni trop bas afin qu'à ce niveau de tension le déclenchement des interrupteurs d'arrêt d'urgence soit possible par la bobine à émission de tension et que toutes les actions découlant de l'arrêt d'urgence du réacteur soient correctement menées à leur terme.

V.1.2 Avis du DAS

Il apparaît qu'aucune position technique applicable au palier 900 MWe n'ait été arrêtée en ce qui concerne le déclenchement par minimum de tension des interrupteurs d'arrêt d'urgence.

Le DAS recommande, pour unifier les conditions de fonctionnement des interrupteurs d'arrêt d'urgence des réacteurs du palier 900 MWe, qu'EDF :

- définisse un critère précis de fixation du seuil de déclenchement de chaque interrupteur d'arrêt d'urgence de chaque tranche du palier 900 MWe. Ce seuil sera compatible avec la tension minimum nécessaire pour le fonctionnement des interrupteurs d'arrêt d'urgence par la bobine à émission de tension (arrêt d'urgence manuel par bouton poussoir). Toutes les actions découlant de l'arrêt d'urgence devront être menées à terme,

- incorpore dans les essais périodiques annuels des interrupteurs d'arrêt d'urgence, la vérification du seuil de déclenchement à minimum de tension.

V.2 Mauvais fonctionnement du contacteur d'excitation et de l'interrupteur enclencheur du groupe turboalternateur

V.2.1 Rappel de la chronologie normale de fonctionnement (information fournie par les exploitants de la centrale)

En principe, après l'apparition de tout signal d'arrêt d'urgence du réacteur arrivant au temps T_0 :

à $T_0 + 0,1$ s le signal de déclenchement turbine apparaît,

à $T_0 + 0,2$ s l'information contacteur d'excitation "ouvert" apparaît,

à $T_0 + 0,9$ s l'information interrupteur enclencheur "ouvert" apparaît,

à $T_0 + 1$ s le signal "demande d'ouverture par voie normale" du disjoncteur de ligne apparaît si l'interrupteur enclencheur ne s'est pas ouvert,

à $T_0 + 1,5$ s le signal "demande d'ouverture par voie de secours" du disjoncteur de ligne apparaît si l'interrupteur enclencheur ne s'est pas ouvert.

V.2.2 Nature des différents appareils de coupure

Les appareils de coupure en charge peuvent se classer en deux grandes catégories :

- Les disjoncteurs sont des appareils de coupure qui doivent permettre de réaliser en charge aux endroits où ils sont installés, la fermeture ou l'ouverture des circuits, même lors de surintensités quelle que soit la valeur maximum atteinte par le courant de court-circuit.

Les disjoncteurs peuvent être manoeuvrés volontairement ou automatiquement (par l'intermédiaire de relais de protection) lorsque le seuil de réglage de ce dernier est franchi.

- Les interrupteurs sont des appareils de coupure qui assurent aux endroits où ils sont installés, la fermeture ou l'ouverture des circuits à la charge nominale mais ils ne peuvent pas en général couper les courants de courts-circuits. Leur fonctionnement est rendu impossible lors des transitoires de courant. Ils fonctionnent après les disjoncteurs ou les fusibles qui sont conçus pour assurer l'élimination des surintensités.

- Les contacteurs sont des interrupteurs n'ayant qu'une position de repos à circuit principal ouvert, commandés automatiquement.

V.2.3 Analyse de la cause du mauvais fonctionnement du contacteur d'excitation et de l'interrupteur enclencheur

Ces deux organes ont leurs bobines de commande normalement alimentées à émission de courant par LCA ou par 0 LCA (tableau commun aux deux tranches 4 et 5) en cas de défaillance de la première source.

Le changement de source de commande s'effectue automatiquement en cas de chute brutale et totale de la tension de LCA à l'aide de relais électromagnétiques instantanés tout ou rien (cf. schéma en annexe A.4).

Les plages de fonctionnement de ces relais sont les suivantes :

- domaine de fonctionnement : 38 à 53 volts,
- tension de relâchement : 7,2 volts soit 15% de 48 volts.

Le schéma de l'annexe A.4 montre l'usage qui est fait d'un relais électromagnétique instantané "tout ou rien" pour la

détection et la permutation du circuit de déclenchement normal vers le circuit de déclenchement de secours de l'interrupteur enclencheur.

Le tableau de l'annexe A.4 indique que pour toute une plage de tension comprise entre 7,2 et 38 volts, la position des contacts du relais de surveillance sera différente, lorsque la tension aux bornes de la bobine varie, suivant que la tension croît ou décroît.

Ceci explique le non fonctionnement de l'interrupteur enclencheur, la permutation de source n'ayant pu être faite, car précisément la tension décroissante de la source LCA était encore dans la plage où les contacts du relais "de surveillance de tension" conservent la position fermée et que cette tension n'est pas suffisante pour un fonctionnement à émission de la bobine de déclenchement de l'interrupteur enclencheur.

L'utilisation de relais électromagnétiques instantanés "tout ou rien" pour la surveillance de la tension dans différents tableaux est répandue. En effet, par exemple, dans le tableau LCA des tranches des contrats programmes 1 et 2, un relais dont la bobine est directement connectée au jeu de barres à un contact utilisé au relâchement pour indiquer le "manque de tension LCA" à destination de la turbine. C'est une utilisation non adaptée des matériels.

V.2.4 Avis du DAS

Il apparaît donc, que l'utilisation de relais électromagnétiques instantanés "tout ou rien" dans deux fonctions :

- détection de présence de tension dans un tableau,
- permutation entre deux sources de contrôle-commande,

est inadaptée. Le seuil de relâchement de ces relais est bien trop faible vis-à-vis de la limite inférieure de la plage de fonctionnement des autres relais des circuits de relayage. Il est indispensable que

tous les relais de détection de tension aient un seuil de basculement supérieur à la limite basse de la plage de fonctionnement des relais de l'installation.

Le DAS recommande qu'EDF recense tous les cas où l'utilisation de relais électromagnétiques instantanés "tout ou rien" est faite à la place de relais voltmétriques et pourvoie à leur remplacement.

V.3 Remarques concernant le fonctionnement du disjoncteur de ligne

V.3.1 Analyse

Le rapport d'incident émis par la centrale décrit l'ouverture du disjoncteur de ligne comme la conséquence de la non ouverture de l'interrupteur enclencheur du groupe turboalternateur. Il est également possible de remarquer que le disjoncteur de ligne a été sollicité en voie normale (1 seconde après le déclenchement de la turbine) et en voie de secours (car il a fallu réarmer celle-ci sur la plate-forme 400 kilovolts, avant de refermer le disjoncteur). Ce réarmement est effectué par les agents du centre régional du transport d'énergie et des télécommunications (CRTT).

Selon la chronologie d'apparition des ordres concernant le disjoncteur de ligne rappelée en IV.4.1, l'ordre de déclenchement par la voie de secours a été différé de 0,5 seconde par rapport à celui véhiculé par la voie normale et a été actif tout comme l'ordre de déclenchement par la voie normale, ce qui est un fonctionnement voulu par conception.

Il paraît superfétatoire que la voie de secours fonctionne bien que la voie normale ait rempli son office. Ce fonctionnement est gênant dans la mesure où il faut réarmer cette voie avant de réenclencher le disjoncteur de ligne et que ceci ne peut être exécuté par l'équipe de conduite de la tranche. C'est se priver de la possibilité de réalimenter aussi vite que possible la tranche par sa ligne principale.

V.3.2 Actions engagées par EDF

Les exploitants ont vérifié le fonctionnement des deux voies de déclenchement du disjoncteur de ligne.

V.3.3 Avis du DAS

Les vérifications effectuées dans le relaying de contrôle commande du disjoncteur de ligne de la tranche n'ont pas permis de découvrir une quelconque anomalie de fonctionnement.

En conséquence, le DAS demande à EDF d'analyser la séquence d'apparition des différents signaux concernant, le contacteur d'excitation de l'alternateur, l'interrupteur enclencheur et le disjoncteur de ligne afin de confirmer les délais entre l'apparition des différents signaux. De plus le déclenchement du disjoncteur de ligne par voie de secours pourrait être revu.

V.4. Remarques concernant la séquence de changement de source externe de puissance

V.4.1. Rappel technique

Le changement de source externe (du transformateur de soutirage vers le transformateur auxiliaire) s'effectue automatiquement sur la base d'un critère de tension. La tension est mesurée sur chaque jeu de barres 6,6 kilovolts alimentant les auxiliaires de tranche (LGA et LGB). Le seuil est fixé à une valeur relative de 70% de la tension nominale pour une chute de tension se produisant pendant 0,9 seconde. Le fonctionnement du relais de mesure à l'issue de ce laps de temps détermine début de la tentative d'ilotage de la tranche.

Si l'instant "Io" est défini comme le début de la perturbation de la tension de la ligne principale de la tranche,

- à $I_0 + 1,5$ seconde il y a ouverture du disjoncteur LGA 01 JA (LGB 01 JA), si l'ilotage n'est pas réussi,

- à $I_0 + 2,5$ secondes il y a ordre de fermeture du disjoncteur LGA 02 JA (LGB 02 JA),
- à $I_0 + 5$ secondes les auxiliaires de la tranche sont réalimentés par la ligne auxiliaire.

V.4.2. Analyse de l'incident

Pendant l'incident, du fait que le contacteur d'excitation et l'interrupteur enclencheur étaient restés anormalement fermés après le déclenchement de la turbine, le disjoncteur de ligne étant lui ouvert, le turboalternateur dans la phase de ralentissement de sa vitesse de rotation fournissait un courant dont la fréquence et la tension se dégradèrent en permanence. Avant que le seuil de basculement de source ne soit atteint, il s'est écoulé 2 minutes 30 secondes. Tous les auxiliaires de la tranche ont donc fonctionné pendant plus de 2 minutes dans la zone incidentelle du plan fréquence tension (cf. diagramme en annexe A.7) ce qui a eu des répercussions gênantes en particulier sur la source de protection LNA dont les fusibles principaux ont fondu.

Le seul paramètre pris en compte pour initier un changement de source externe de la tranche est le seuil tension basse du jeu de barres LGA (LGB pour mémoire).

Pour les tranches du contrat programme CP2, afin de ne pas attendre cette information qui tarde trop dans certaines circonstances, trois autres chaînes supplémentaires d'élaboration du signal de changement de source externe comprenant les informations suivantes ont été conçues :

- l'ordre d'arrêt d'urgence du réacteur et disjoncteur de ligne principale ouvert,
- la tranche à l'arrêt et la tension sur le jeu de barres LGA inférieure à 70% de la tension nominale pendant 1,2 seconde,

- le disjoncteur LGA 01 JA ouvert et la tension sur le jeu de barres LGA inférieure à 70% de la tension nominale pendant 1, seconde.

V.4.3. Avis du DAS

Afin de raccourcir dans certains cas le délai d'élaboration du signal de changement de source, le DAS demande à EDF d'étudier la possibilité d'adapter, aux tranches du Bugey, pour le changement de source externe de la tranche, les dispositions prises pour les tranches du contrat programme CP2.

V.5. Remarques concernant le fonctionnement des sources vitales de protection du réacteur LNA, B, C, D

V.5.1. Rappel technique

Les sources LNA, B, C, D, alimentent les systèmes d'instrumentation des procédés du réacteur en 220 volts courant alternatif (SIP IP, IIP, IIIP, IVP).

Ce sont des sources sans coupure, dites vitales, possédant chacune un secours interne constitué d'un transformateur alimenté à vide par les jeux de barres secourus de la tranche. En cas de défaillance de l'onduleur le report de la charge s'effectue automatiquement et sans interruption de la distribution de 220 volts sur le transformateur. Cette disposition nécessite donc que l'onduleur soit piloté par le réseau (cf. schéma en annexe A.3).

V.5.2. Analyse de l'événement

Pendant l'incident, lorsque la fréquence et la tension des jeux de barres secourus de la tranche allaient en se dégradant (cf. chapitre précédent), arrivé à un certain stade, les fusibles principaux de l'onduleur LNA ont fondu, le secours interne de la source n'a pas fonctionné.

de
1,2

Heureusement les sources LNB-C-D sont restées opérationnelles. Seule la source LNA était alors hors tension (SIP I P inopérant). Pour la remettre en service une action des électriciens d'astreinte a été nécessaire (verrouillage du contacteur de permutation en position ouverte consécutivement à la fusion des fusibles).

ion
tu-
an-
ses

Chaque onduleur des sources vitales est piloté à l'aide de signaux (tension et fréquence) venant soit du secteur soit d'un système interne. La permutation est selon les exploitants automatique quand les signaux venant du secteur ne correspondent plus aux critères de tension et de fréquence.

les

V.5.3. Actions entreprises par EDF

mes
ant

Lors de l'arrêt pour rechargement de la tranche (peu après l'incident) un essai de l'onduleur avec une fréquence du secteur (le pilotant) glissante vers les valeurs inférieures, celui-ci s'est correctement comporté. La panne n'a pas pu être reproduite.

V.5.4. Observations et avis du DAS

sé-
eur
En
tue
olts
du-

L'essai, cité à l'alinéa précédent, a montré un fonctionnement satisfaisant de l'onduleur ; cet essai a peut être été réalisé dans des conditions ne correspondant pas exactement à celles qui existaient lors de l'incident, c'est ce qui expliquerait la non reproductibilité de la panne ayant affecté l'onduleur de la source LNA.

Ceci n'étant pas satisfaisant, le DAS demande à EDF de lui communiquer le compte rendu des essais qui ont été effectués, accompagné de l'analyse des phénomènes observés.

des
(cf.
nci-
urce

La défaillance d'une source vitale étant toujours très pénalisante pour la conduite d'une tranche, il est donc important de limiter au minimum les causes extérieures de déclenchement. En conséquence, le DAS recommande d'effectuer un essai périodique annuel au cours duquel les sources vitales fonctionneraient avec

variation conjointe de la tension et de la fréquence du secteur selon une procédure à définir, de manière à explorer les domaines "normal et exceptionnel A et B" dans le plan fréquence tension correspondant aux conditions d'exploitation liées au réseau 220 volts (diagramme en annexe A.7 extrait de la fiche 121 rédigée par le SEPTEN).

Cet essai pourrait également s'appliquer à la source LNE et pourrait être étendu aux tranches des contrats programmes.

V.6. Observations concernant les groupes électrogènes de secours des jeux de barres LHA et LHB

V.6.1. Analyse

La reprise en secours du jeu de barres 6,6 kilovolts LHA n'a pas pu être effectuée. Ce non fonctionnement de la source interne de secours de la voie A est caractérisé par l'absence de démarrage du moteur diesel après l'apparition des signaux de manque de tension issus du jeu de barres 6,6 kilovolts LHA. Ce non démarrage du moteur a été imputé à la tension faible existant sur le jeu de barres du tableau LCA (non ouverture des électrovannes d'admission d'air de démarrage).

Le jeu de barres LHB a par contre été normalement secouru par le groupe électrogène correspondant (c'est la seule source de puissance de la tranche ayant fonctionné).

Les agents ont tenté une manoeuvre pour mettre en service le groupe électrogène défaillant. Après un lancement du moteur diesel par ouverture manuelle des vannes d'air comprimé de démarrage, il s'est avéré, lorsque le moteur tournait à son régime de vitesse nominale, qu'il était impossible d'exciter l'alternateur. En effet, le régulateur de tension d'excitation bien que possédant un commutateur de choix de mode d'excitation (manuel ou automatique) ne fonctionne en position "manuelle" qu'en présence d'une tension 48 volts issue du tableau LCA.

V.6.2. Avis du DAS

La tentative effectuée par les agents d'exploitation pour mettre en service le groupe électrogène de secours de la voie A pour un fonctionnement en commande manuelle, a partiellement réussi avec le démarrage du moteur diesel. Elle était toutefois vouée à l'échec étant donné la nécessité de disposer d'une source de tension LCA correcte pour assurer l'excitation de l'alternateur.

Le DAS estime, qu'il serait intéressant de pouvoir utiliser les groupes électrogènes de secours fonctionnant avec une régulation d'excitation en marche manuelle indépendante de la présence d'une tension issue du tableau LCA pour la voie A et LCB pour la voie B.

Le DAS demande à EDF d'étudier la possibilité d'un tel fonctionnement. Cette demande est valable pour toutes les tranches du palier 900 MWe.

Ce mode de fonctionnement (excitation en commande manuelle) serait décrit dans une procédure qui indiquerait également la marche à suivre pour relester en local les auxiliaires secourus délestés manuellement avant mise en service du moteur diesel.

VI. Autres enseignements tirés de l'incident

VI.1. les procédures "perte de source"

VI.1.1 Remarques faites par l'exploitant

Il apparaît selon les agents d'exploitation qu'il est très difficile de saisir au milieu de nombreuses verrines allumées les informations nécessaires pour faire un bilan des sources électriques de puissance hors services. De plus, pour les sources de contrôle commande, le regroupement d'alarme ne permet pas de définir rapidement les défauts qui les affectent.

VI.1.2. Analyse

a) Cas de la perte d'une source

L'utilisation de telle ou telle procédure "incidentelle" rapportant aux différentes sources d'une tranche est déterminée en fonction de l'apparition et du maintien en feu fixe de certaines alarmes. Quand une alarme reste isolée cela semble facile ; quand elles sont nombreuses sur un même panneau, éclairées de différentes couleurs, avec des textes difficiles à lire car le tableau d'alarmes est vertical et situé au-dessus du synoptique représentant la distribution électrique de la tranche, la remarque des exploitants est tout à fait fondée.

EDF a rédigé un document (cf. annexe A.8) définissant au vu de l'apparition concomitante de certaines alarmes, la procédure incidentelle à utiliser.

Cependant, pour les agents d'exploitation, en plus de la difficulté de lecture du tableau d'alarmes lumineuses, il y a la nécessité de combiner plusieurs informations avant de choisir la procédure de conduite incidentelle convenable.

De telles difficultés pour l'application des documents de conduite ne sont pas souhaitables. Il est donc nécessaire d'améliorer la situation existante afin de :

- 1. identifier sans équivoque avec les alarmes lumineuses existantes le cas de perte d'une seule source électrique (au besoin en créant des informations qui seraient la combinaison des alarmes existantes définies sur le document en annexe A.8).
- 2. désigner la procédure de conduite incidentelle à utiliser (au vu des informations créées au point 1 ci-dessus).

Ceci revient à transformer le document de l'annexe A.8 en une véritable procédure diagnostic analogue à la procédure Ao ; le diagnostic pouvant être également automatisé sur un synoptique et/ou sur le panneau de sûreté.

b) Cas de la perte de plusieurs sources

Tout comme les procédures accidentelles ne peuvent pas couvrir toutes les combinaisons possibles d'événements, les procédures incidentelles (I), listées ci-dessous, ne prennent pas en compte les cumuls possibles de défaillances de sources de puissance et de contrôle-commande.

- I21 perte de la source électrique principale,
- I22 perte des 2 sources électriques externes,
- I4A (B) perte des 2 sources électriques externes et du diesel A (B),
- I9A, (B), (C), perte du tableau 48 volts A, (B), (C),
- I10A, (B), (C), perte du tableau 125 volts A, (B), (C),
- I11A, (B), (C), (D), perte du tableau 220 volts LNA, (B), (C), (D),
- I13, perte du tableau 30 volts régulation, LDA.

Au cours de l'incident de Bugey, aucune de ces procédures à elle seule ne permettait de couvrir la situation.

Compte tenu de l'interdépendance des différentes sources électriques, qu'elles soient de puissance ou de contrôle-commande, il paraît très souhaitable de procurer aux opérateurs des moyens leur permettant de faire face à la perte de plusieurs sources électriques.

Compte tenu du nombre de combinaisons possibles de perte de plusieurs sources, il est illusoire de vouloir établir une procédure pour chaque cas de cumul envisageable.

Cependant, de la même façon que, après TMI, la reconnaissance de l'impossibilité d'établir des procédures couvrant toutes les combinaisons envisageables de transitoires et de brèches, a conduit au développement des procédures SPI et U1 fondées sur la surveillance et l'identification de l'état du coeur et de la chaudière, on peut penser à un raisonnement analogue pour couvrir le cas de perte de plusieurs sources électriques qui conduirait au développement d'une procédure U "perte de source". La logique d'une telle procédure ne serait pas fondée sur la reconnaissance des sources perdues (approches événementielles) mais sur l'identification des sources restantes et donc des informations et des actionneurs encore disponibles. C'est d'ailleurs cette méthode qui a été utilisée par les opérateurs de Bugey 5 le 14.04.1984 mais sans l'aide d'une procédure préétablie, ce qui a posé un certain nombre de problèmes lors du rétablissement de la tension sur certains tableaux.

Le développement d'une telle procédure U "perte de source" demandera un travail de réflexion important ; il nécessitera également l'adjonction vraisemblable d'instrumentation complémentaire comme le report en salle de commande des tensions des différents tableaux par exemple. Il semble cependant indispensable d'entreprendre ce travail si l'on veut compléter l'ensemble des moyens mis à la disposition des opérateurs pour faire face aux différentes situations susceptibles de se produire.

VI.1.3. Avis du DAS

Pour pallier les difficultés rencontrées par les agents d'exploitation en conduite incidentelle par la défaillance des sources électriques, le DAS recommande :

- comme action à réaliser à court terme : d'améliorer la signalisation lumineuse indiquant les défaillances simples des sources électriques,

- comme action à plus long terme : d'étudier la possibilité de créer une procédure de conduite de type "U perte de sources" applicable en cas de défaillances multiples des sources électriques d'une tranche.

VI.2 Répercussion de la baisse de la tension du tableau LCA sur la saisie des informations destinées aux agents de conduite des centrales CP1 et CP2

VI.2.1. Rappel technique

Les informations, nécessaires à la conduite immédiate, disponibles en salle de contrôle commande à l'intention des opérateurs, sont schématiquement représentées sur le document en annexe A.10 applicable aux centrales CP1-CP2.

Les alarmes lumineuses sont alimentées :

- par la source LCA en ce qui concerne la voie A,
- par la source LCB en ce qui concerne la voie B,
- par la source LCC (source de découplage pour certaines informations et indications lumineuses du synoptique).

Les signalisations liées aux commandes (tourner - pousser lumineux TPL) sont également alimentées par les mêmes sources de courant continu.

Les informations analogiques de contrôle (indicateurs, enregistreurs) sont alimentées par la source LDA. Les informations logiques générées par les relais à seuils des circuits de contrôle sont toutes alimentées par le tableau LCA.

Les informations à destination du calculateur de tranche, utilisable a posteriori, sont traitées, en ce qui concerne la génération des signaux de la même façon que les informations nécessaires à la conduite immédiate. Les informations destinées au panneau de repli de la tranche sont la recopie de celles envoyées en salle de commande.

Les informations destinées au panneau de sûreté sont un regroupement de différentes informations existantes en salle de commande.

VI.2.2. Analyse

Dans le court rappel technique qui vient d'être fait, l'importance des sources LCA (48 volts), LCB (48 volts voie B), LCC (48 volts de la source de découplage) et LDA (30 volts régulation) apparaît très vite pour ce qui concerne les informations disponibles en salle de contrôle du réacteur. Cette importance est d'autant plus marquée pour la source LCA que celle-ci alimente également les circuits de sauvegarde de la voie A de la tranche dont certains fonctionnent à émission de tension.

Toute défaillance affectant les sources LCA LCB et LDA et dans une moindre mesure LCC (disparition de la tension, ou baisse importante de la tension) induit une situation très difficile à appréhender pour la conduite immédiate par manque d'information ou ce qui est plus grave par affichage d'informations fausses ; celles-ci ne sont pas discriminées des informations correctes.

VI.2.3. Avis du DAS

La défaillance des sources alimentant les signalisations, les circuits de contrôle et la régulation de la tranche peut être à l'origine de l'absence d'information ou de l'affichage d'informations incorrectes en salle de commande.

En conséquence, le DAS recommande à EDF d'évaluer de façon exhaustive les conséquences de la défaillance des sources 48 volts LCA, LCB, LCC ainsi que de la source 30 volts LDA, sur la fiabilité des informations fournies aux agents de conduite et d'améliorer, le cas échéant, l'identification de la source fournissant ces informations.

V.3. Répercussions de la défaillance de la source LCA dans l'application de la règle de conduite H3

V.3.1. Rappel technique

La règle de conduite H3 sera mise en oeuvre sur les centrales CP1-2 en vue de :

- réalimenter la tranche en énergie électrique après la défaillance des sources externes et internes
- maintenir l'étanchéité du circuit primaire au niveau des joints des pompes primaires.

Afin de satisfaire à ces exigences, différentes solutions techniques ont été élaborées. Leur mise en oeuvre est plus ou moins liée à la "bonne santé" de la source LCA de la tranche à secourir.

VI.3.2. Analyse

Afin que le contrôle-commande des organes de commutation des sources de puissance puissent fonctionner correctement la tension régnant sur le jeu de barres LCA doit être au moins supérieure à 41 volts.

D'autre part, afin de limiter au minimum la consommation globale sur les circuits de contrôle-commande, seuls les auxiliaires de contrôle commande indispensables sont conservés.

Ce délestage sélectif est opéré pendant l'épuisement de la batterie d'accumulateurs, en vue de conserver le plus longtemps possible cette source LCA avec une tension "correcte" telle que la règle de conduite est actuellement écrite, à aucun moment, le fait que la défaillance des sources de puissance (pour au moins trois sur quatre peut être la conséquence du manque de tension voire d'une tension faible, non détectée, du jeu de barres LCA n'est pris en compte).

Au début de l'application de la règle de conduite H3 la source LCA est supposée fournir une tension comprise dans le domaine normal de fonctionnement (42,8 - 53 volts).

Pour ce qui concerne le fonctionnement du turbo-alternateur dont l'énergie électrique produit aurait alimenté le moteur électrique, la pompe de test, la source LCA est également nécessaire ne serait-ce que pour la transmission d'informations vers la salle de commande. Il paraît donc indispensable que le fonctionnement de la pompe de test ainsi que des vannes manoeuvrées lors de la réalimentation en eau des joints des pompes primaires soient correctement signalés en salle de commande.

VI.3.3. Avis du DAS

Le DAS recommande d'étudier l'influence de la défaillance de la source LCA (par tension faible ou nulle) sur l'application de la règle de conduite H3 et d'en tirer les conséquences.

VII. CONCLUSION

L'incident survenu sur la tranche 5 du centre de production nucléaire de Bugey le 14.04.1984 est sans aucun doute celui pour lequel on a approché le plus près d'un accident grave depuis le démarrage de la première tranche du parc REP français. Une défaillance unique supplémentaire sur l'autre voie électrique aurait en effet conduit à une perte complète des alimentations électriques, situation hors dimensionnement pour laquelle les dispositions palliatives prévues (procédure H3) n'étaient pas encore opérationnelles sur le site.

La présente analyse n'a porté que sur les causes de l'incident et ses aspects liés aux systèmes électriques ; elle devra se poursuivre par un examen du comportement des autres parties de l'installation notamment au cours de la phase de récupération du contrôle de la tranche.

Cette analyse permet cependant de mettre en lumière trois éléments principaux de réflexion :

- 1) l'importance d'une bonne organisation des alarmes tant en matière de regroupement que de codification de leurs couleurs : Il s'agit là du premier élément de l'interface homme-machine au cours d'un transitoire incidentel ou accidentel qui n'a sans doute pas été suffisamment analysé dans le cadre des actions post-TMI. Quoique le plus spectaculaire, l'incident de Bugey est loin d'être le seul à souligner cet aspect,
- 2) la possibilité de défaillance non franche : Jusqu'à présent, toutes les analyses de sûreté qu'elles soient déterministes ou probabilistes ne prennent en compte que des défaillances complètes des équipements (il marche ou ne marche pas) à l'exclusion de mode de fonctionnement dégradé ou aléatoire. La prise en considération de ces défaillances non franches laisse l'analyste de sûreté désarmé devant l'infinité du nombre de configurations qu'il faudrait envisager. Tout doit donc être mis en oeuvre pour éviter ce type de défaillance et limiter le domaine dans lequel elles peuvent survenir,
- 3) la complexité des systèmes de distribution électriques : l'incident de Bugey met en évidence à la fois les interdépendances entre source de contrôle-commande et source de puissance et le fait qu'une défaillance de source électrique peut affecter simultanément les moyens d'actions et les informations fournies aux opérateurs ce qui rend le contrôle de telles situations particulièrement délicat. Malgré le développement récent par EDF des procédures I "perte de source" l'incident de Bugey montre que les opérateurs sont insuffisamment armés pour faire face à certains types de défaillance des sources électriques. L'effort entrepris après TMI pour améliorer les procédures accidentelles destinées à parer à toute sorte de défaillance "de type mécanique" - avec notamment l'approche par état et la procédure U1 - mériterait d'être poursuivi pour parer à toute sorte de

défaillance "de type électrique" compte tenu de leur impact spécifique sur les informations fournies aux opérateurs.

Au-delà de ces réflexions générales, les principales mesures correctives destinées à éviter le renouvellement de cet incident ou d'incidents analogues paraissent devoir être les suivantes :

Mesures préventives

Les actions déjà entreprises ou prévues par EDF en matière de séparation d'alarmes des tableaux LCA sont satisfaisantes. Le problème de fond ne sera toutefois réglé que par la mise en application des conclusions issues du groupe de travail sur les alarmes mis en place par EDF et auxquelles il conviendra d'attacher une attention toute particulière.

Le basculement automatique des redresseurs (remplacement du redresseur en service tombant en panne, par le redresseur en réserve) de la source LCA mis à l'étude par EDF paraît également une modification nécessaire et satisfaisante.

Cet automatisme devrait être élaboré à partir des informations "niveau de la tension régnant sur le jeu de barres de distribution" et "sens du courant circulant dans la batterie". Il conviendra d'examiner l'extension éventuelle de cette mesure à d'autres sources de contrôle-commande.

Mesures palliatives

Compte tenu de l'impossibilité d'analyser le comportement de l'installation avec une tension dégradée du contrôle-commande, en application du principe de défense en profondeur, les mesures palliatives doivent s'orienter dans deux directions.

- a) Eviter les pannes non franches.

Si la coupure automatique d'une source sur seuil de tension basse paraît une solution peu recommandable compte tenu

des risques de déclenchement intempestif, la coupure manuelle proposée par EDF, à un seuil où le fonctionnement correct du relayage est garanti, est acceptable. Il convient toutefois d'examiner attentivement l'intérêt d'anticiper un passage à l'état de repli de façon à ne pas superposer la perte de la source à un transitoire d'arrêt d'urgence en puissance.

b) Réduire le domaine de fonctionnement aléatoire de certains équipement.

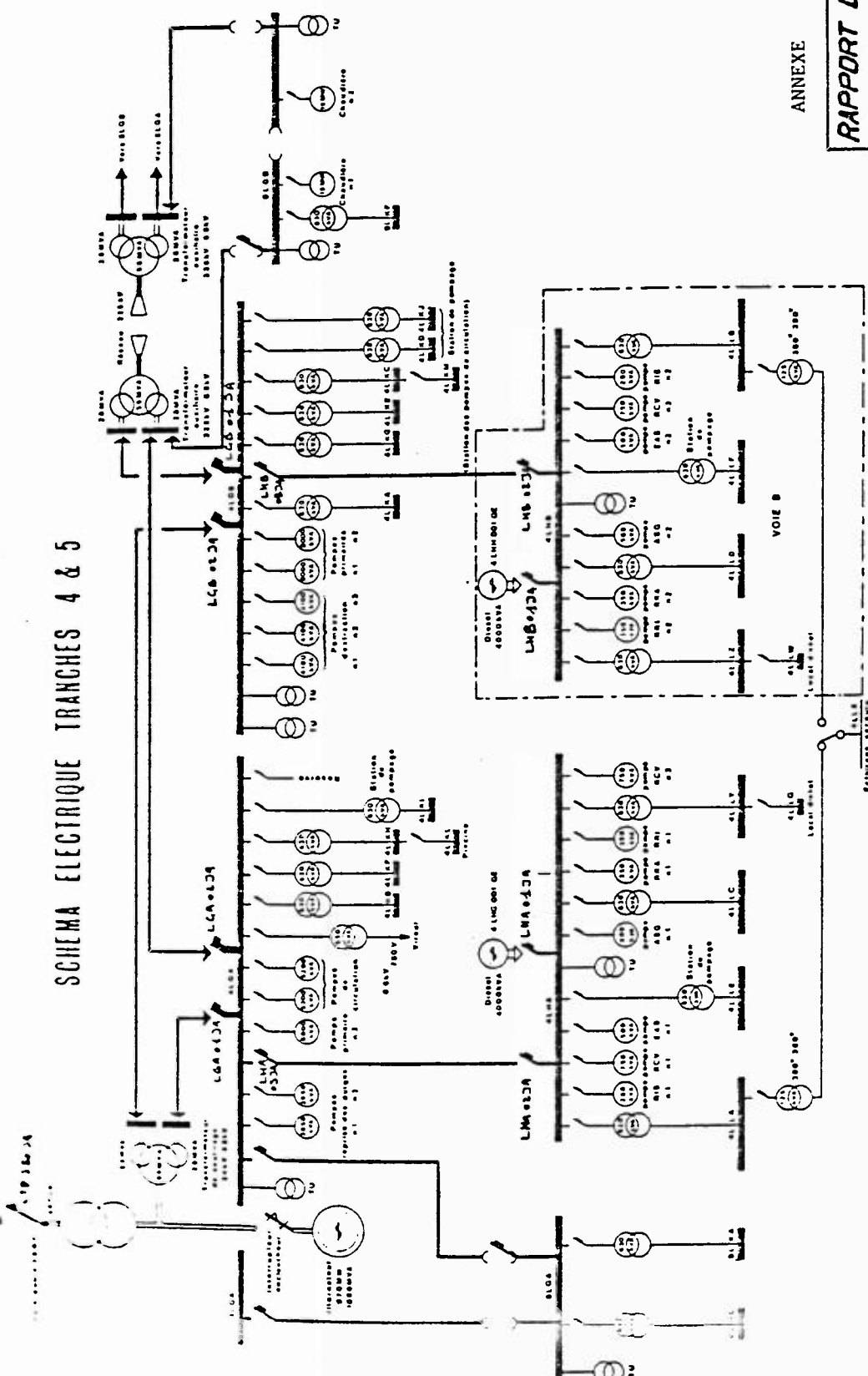
L'analyse a mis en évidence certaines anomalies de conception (utilisation de relais électromagnétiques instantanés "tout ou rien" à la place de relais voltmétriques par exemple) et de possibilités d'améliorations techniques ponctuelles qui permettraient de garantir le bon fonctionnement de matériels importants, même dans des situations de tension dégradée des sources de contrôle-commande.

Mesures ultimes

Devant l'impossibilité de définir autant de procédures que de combinaisons envisageables de perte de source, il paraît nécessaire d'examiner la faisabilité d'une procédure U "perte de source" selon une démarche analogue à celle utilisée pour le développement de SPI et U1.

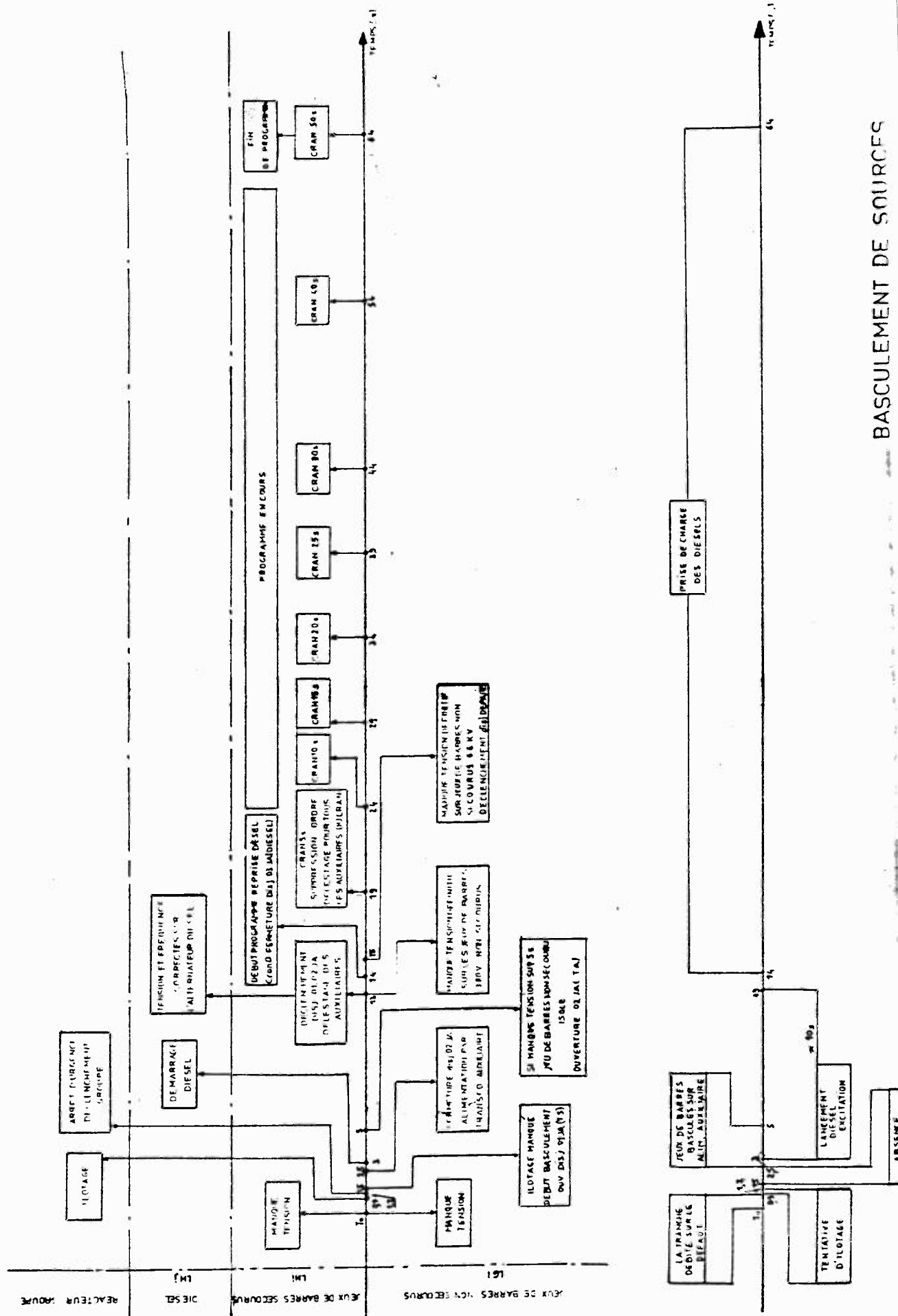
ANNEXE A

SCHEMA ELECTRIQUE TRANCHES 4 & 5



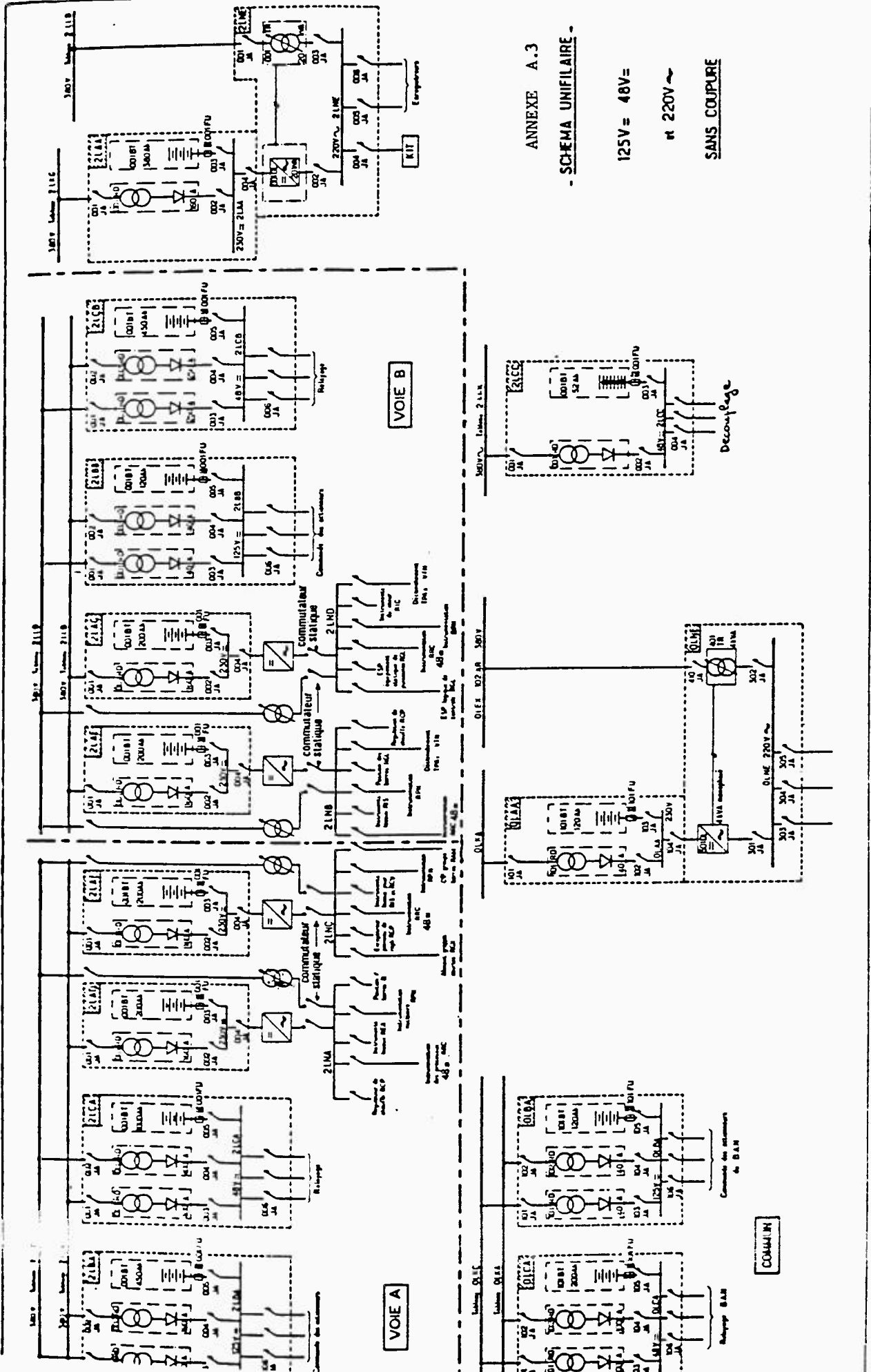
ANNEXE A.1

RAPPORT DE SURETE
E.D.F. - REL BUGEY 4.5
ALIMENTATION des AUXILIAIRES
SCHEMA UNIFILAIRE



BASCULEMENT DE SOURCES

CHRONOGRAMME



ANNEXE A.3

- SCHEMA UNIFILAIRE -

125V = 48V =

et 220V ~

SANS COUPEURE

VOIE A

VOIE B

COMMANDE

Decouplage

ABSENCE DE TENSION



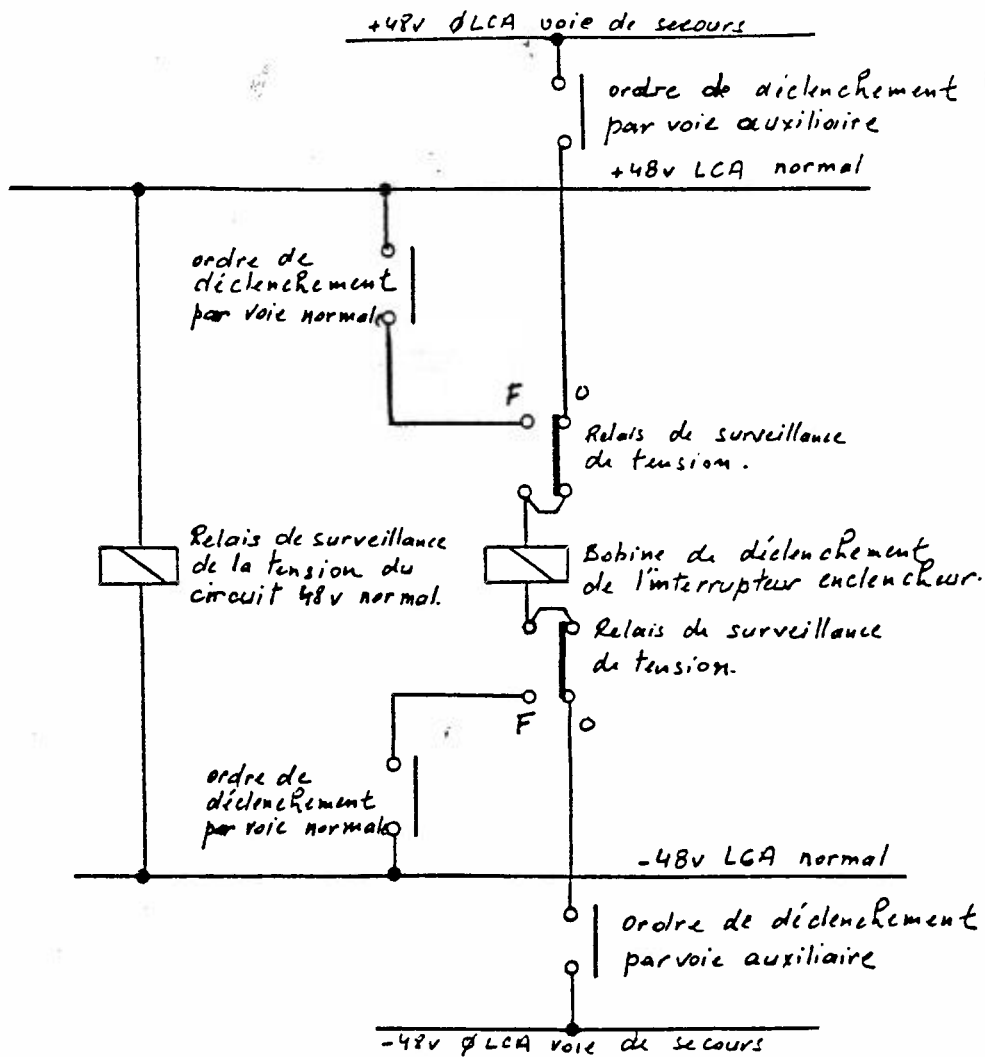


schéma développé des circuits de déclenchement de l'interrupteur enclencheur. schéma simplifié

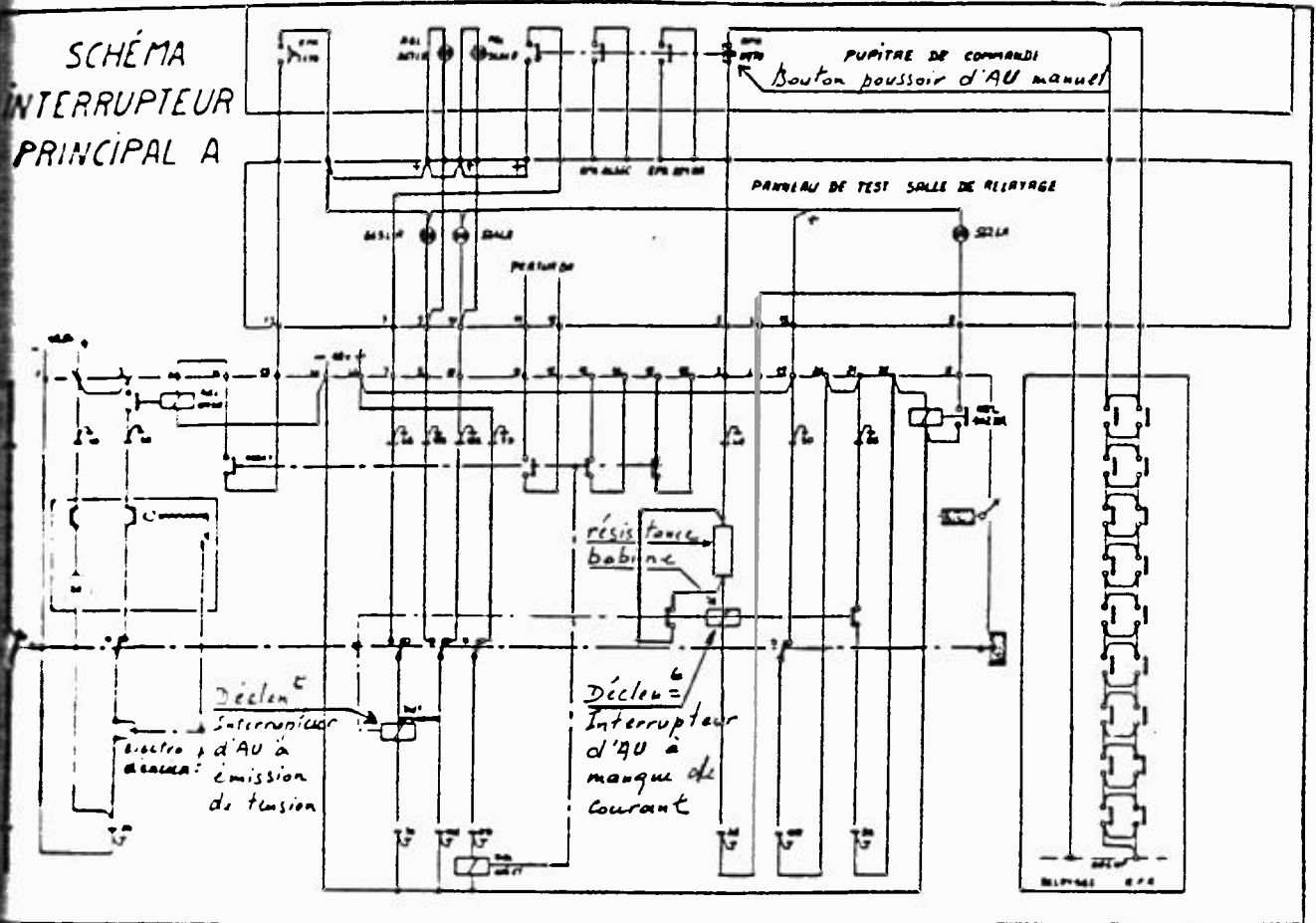
tension aux bornes de la bobine

or.	72v.	38v	48v.53v.	position des contacts
0	0		F	①
0	F		F	②

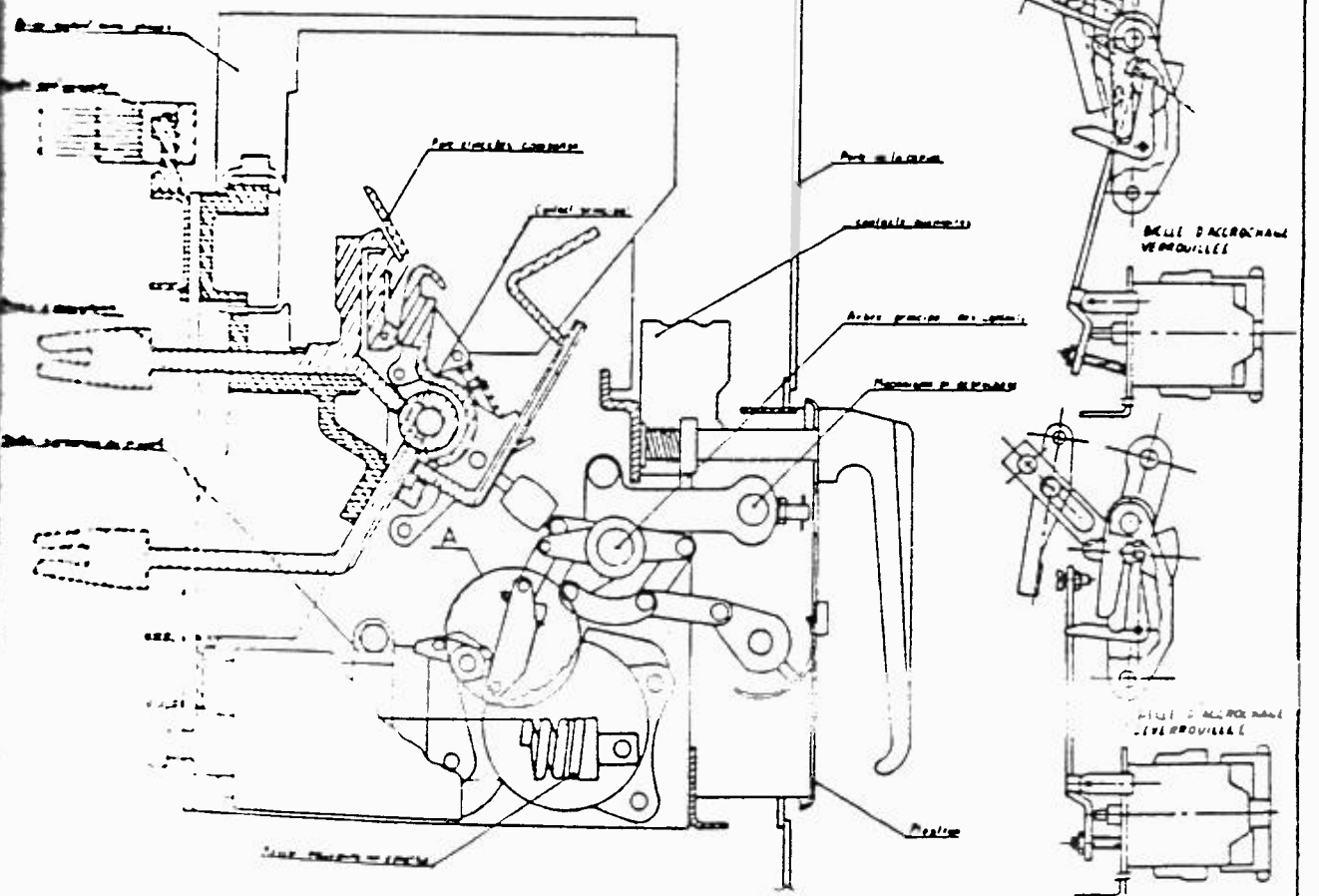
Tableau récapitulatif la position des contacts du relais de surveillance de la tension 48 volt lorsque la tension varie

cas 1 : tension croissante de 0 à 53 volts
 cas 2 : tension décroissante de 53 à 0 volts

SCHÉMA
INTERRUPTEUR
PRINCIPAL A

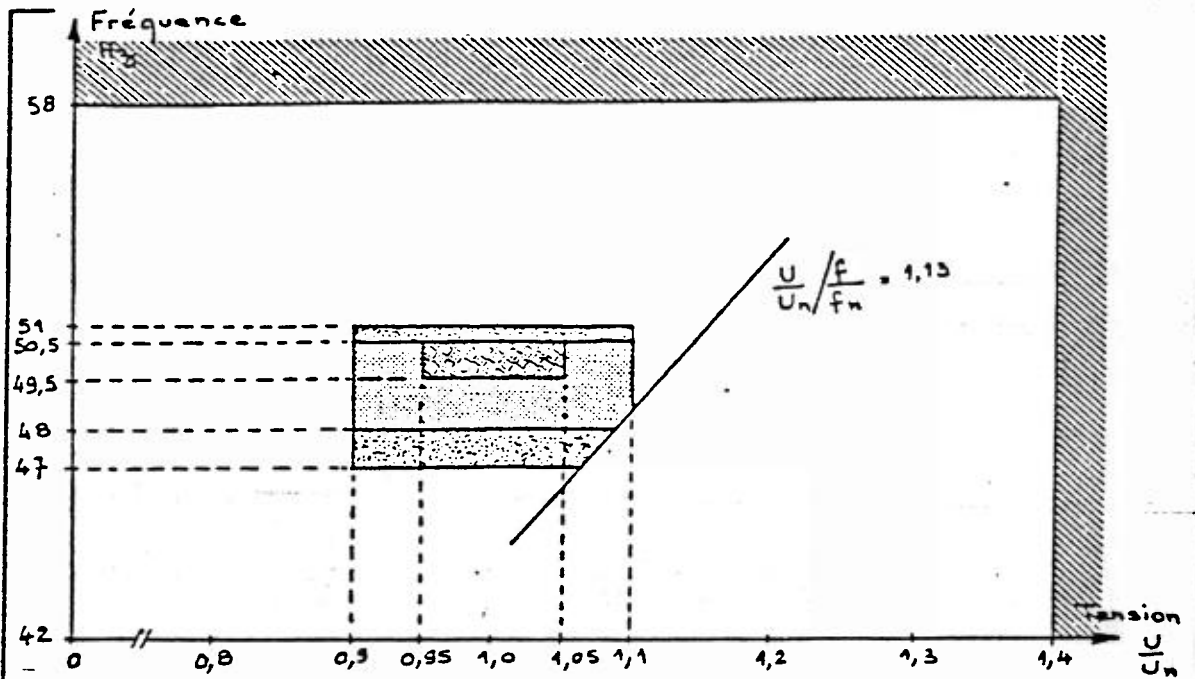


MÉCANISME INTERRUPTEUR INA

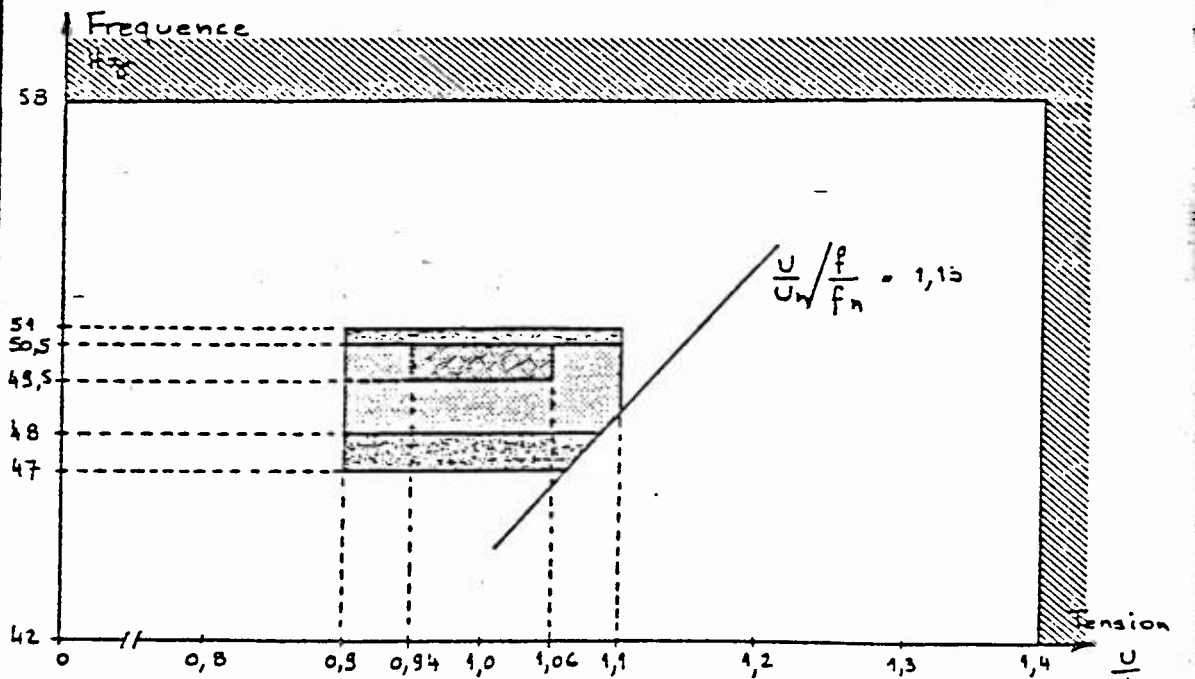


DOMAINES DE FONCTIONNEMENT DE L'ALTERNATEUR ET DU RESEAU I

FICHE N° 121 PAGE 24/34



Alternateur $U_n = 24 \text{ kV (P900)}$
 $U_n = 20 \text{ kV (P1300)}$



Réseau MT $U_n = 6,6 \text{ kV}$

- | | |
|--|---|
|  Domaine normal |  Domaine exceptionnel B |
|  Domaine exceptionnel A |  Domaine accidentel |

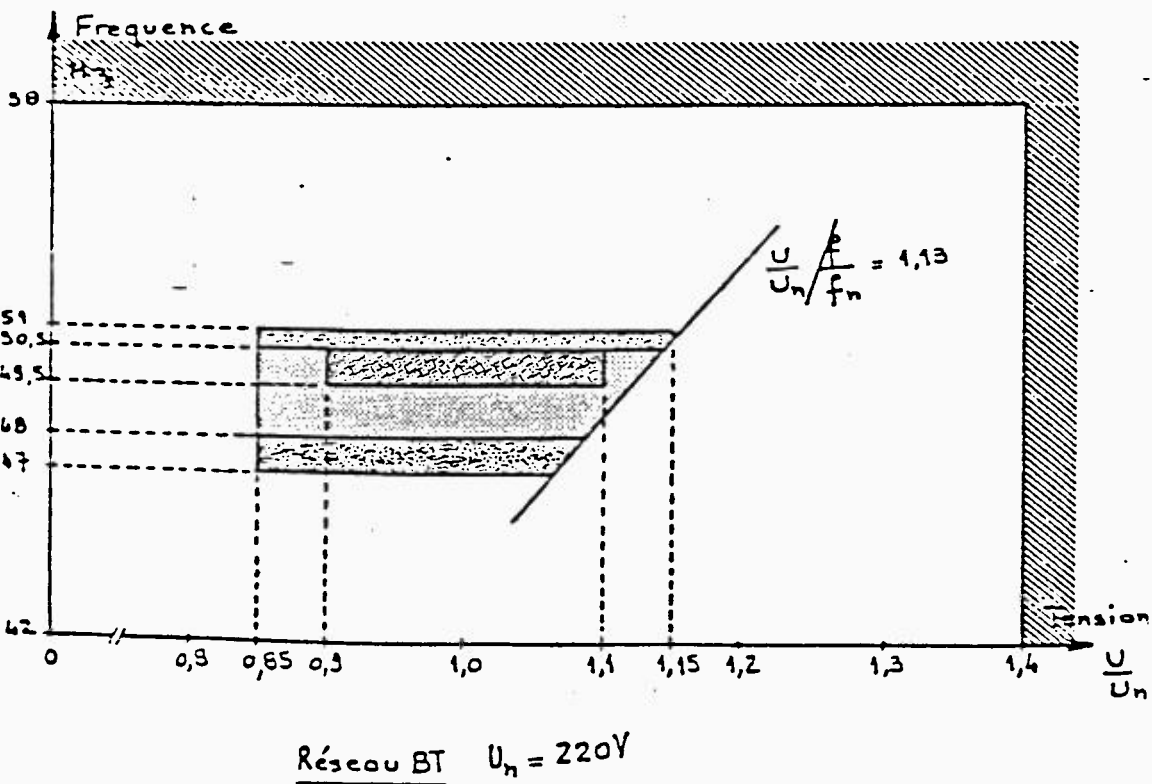
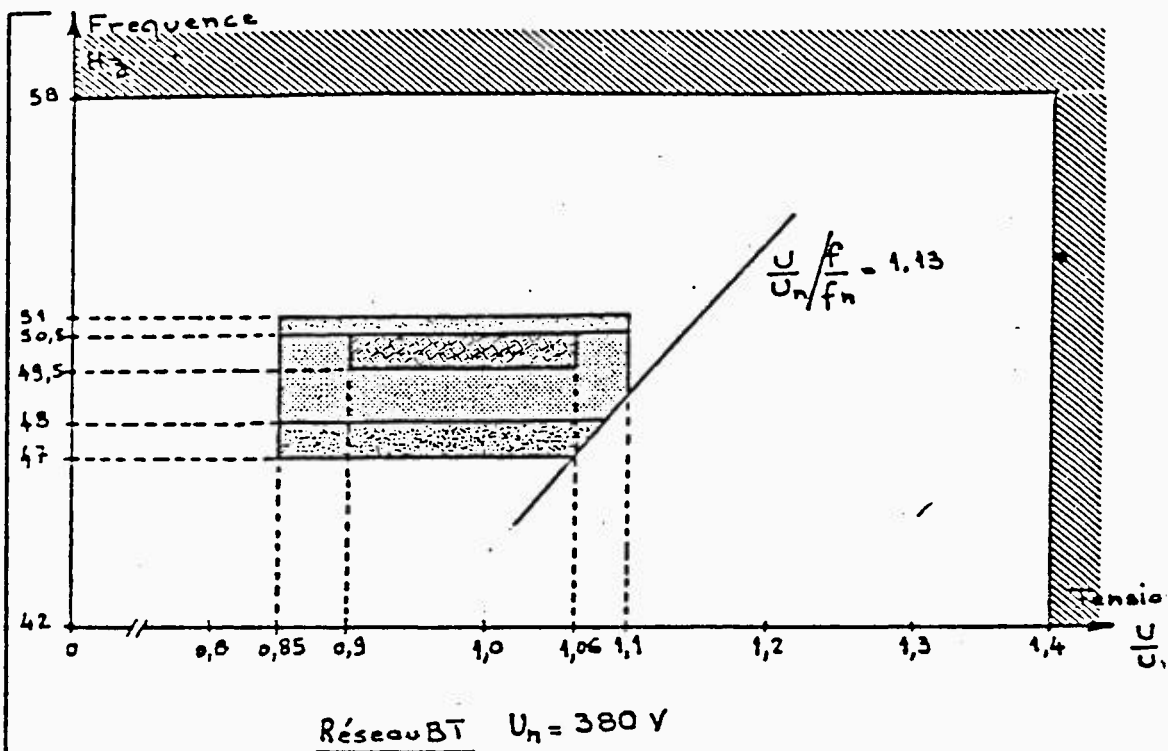
DOMAINES DE FONCTIONNEMENT DES RESEAUX BASSE TENSION

U MT

4

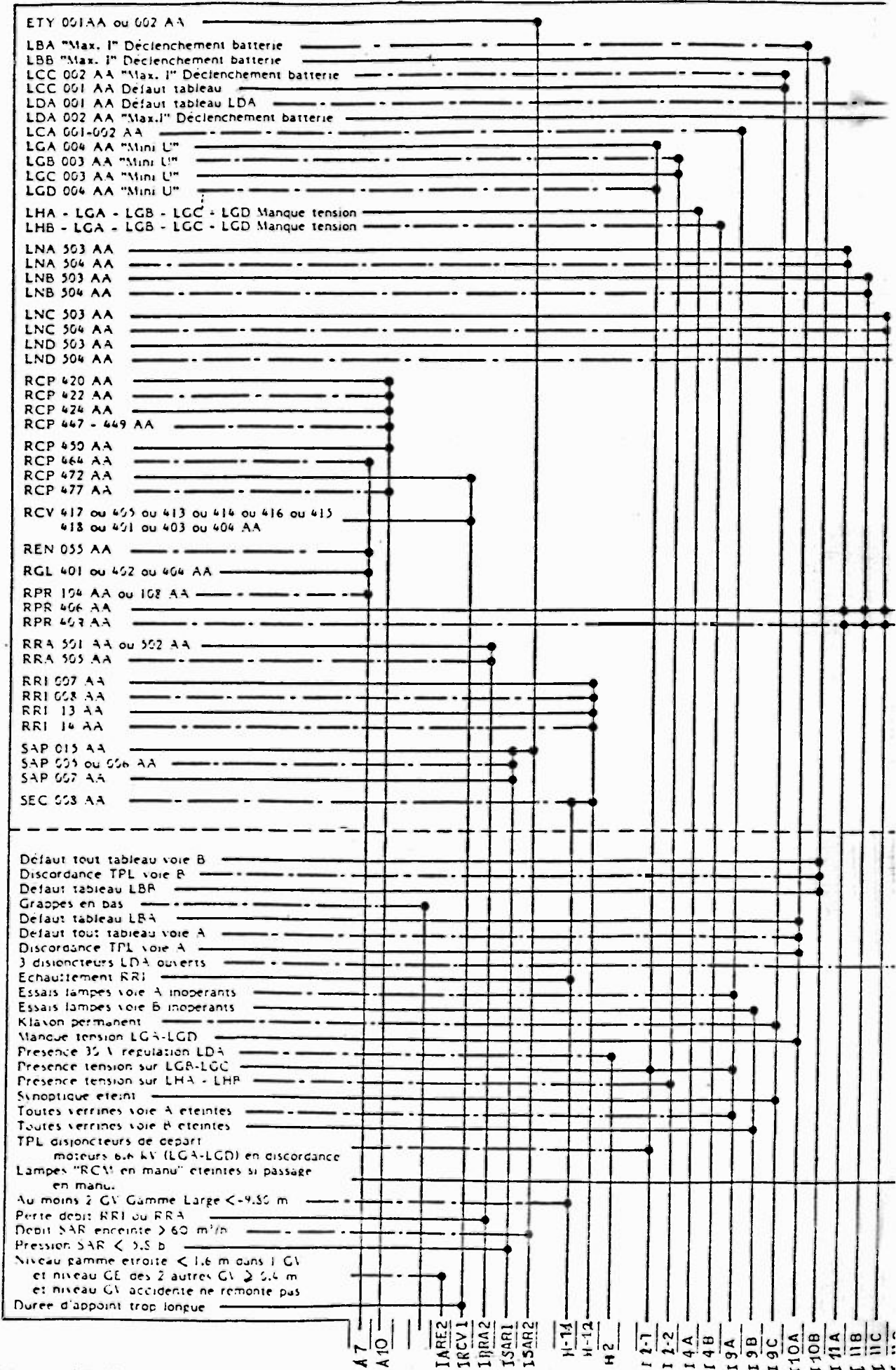
U_n

U_n



- Domaine normal
- Domaine exceptionnel B
- Domaine exceptionnel A
- Domaine accidentel

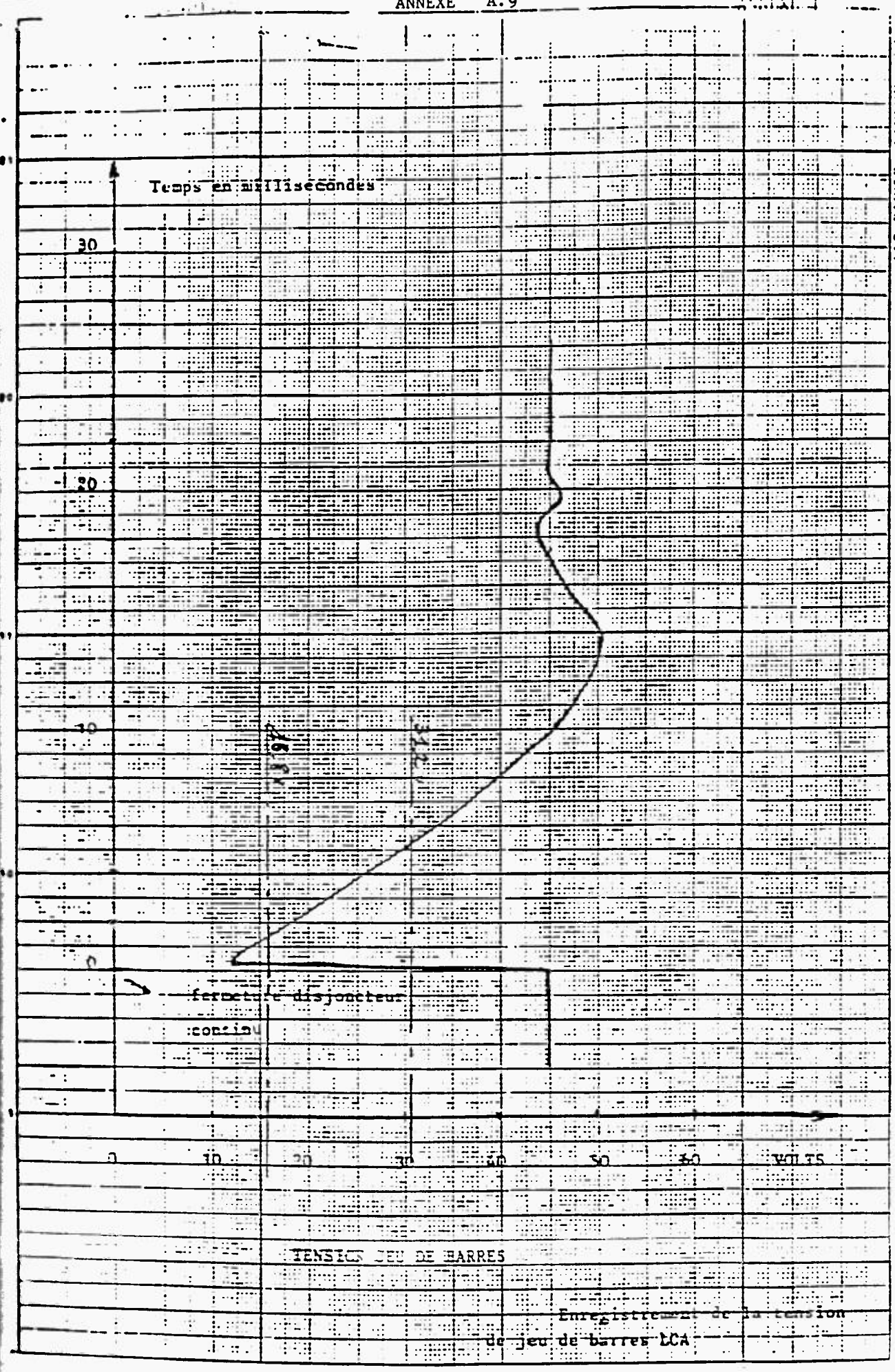
ALARMES ET SYMPTOMES SIGNIFICATIFS POUR L'ENTREE DANS LES CONSIGNES I-A-



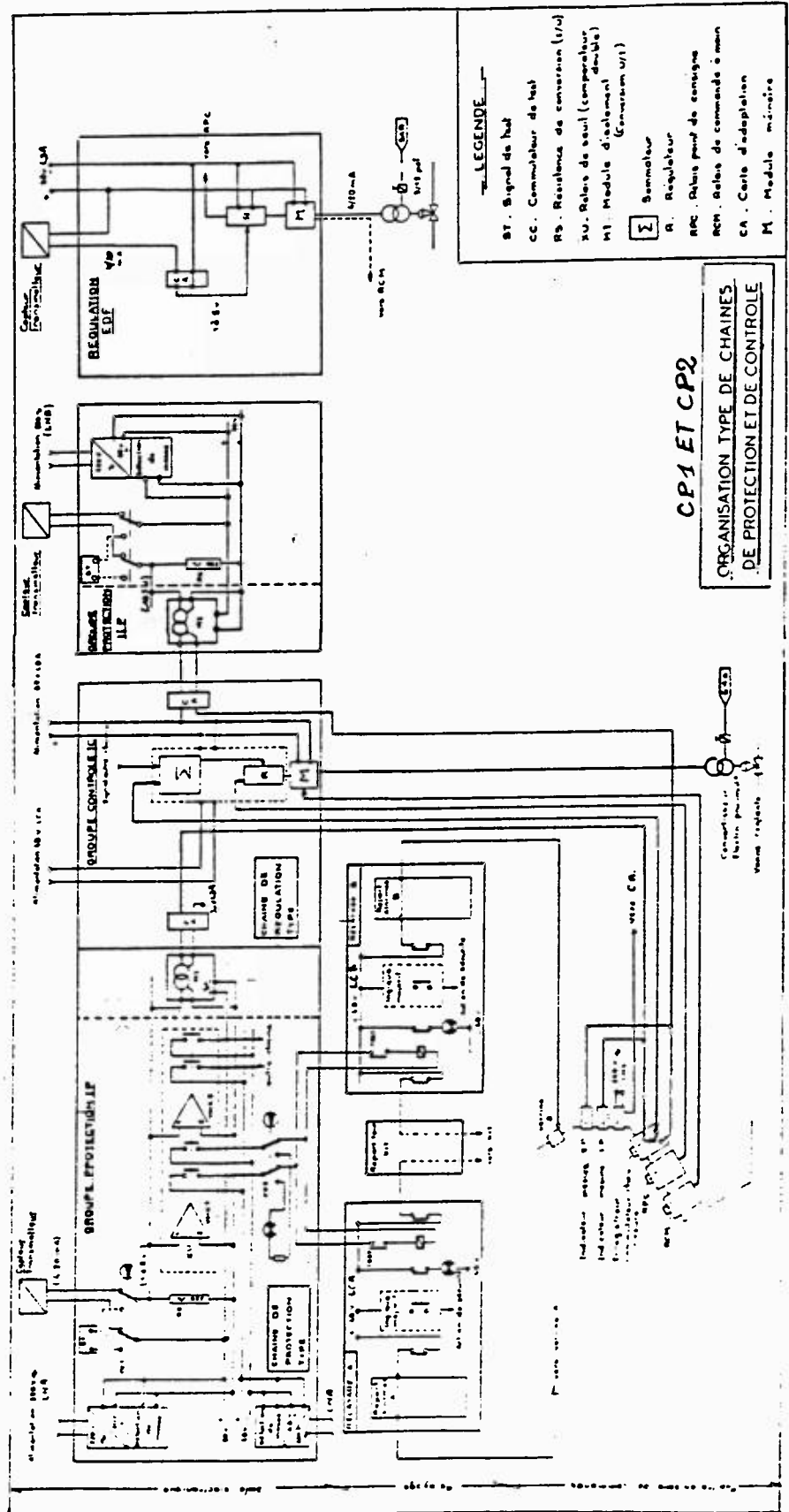
A-H



1 118
1 11C
1 11D
1 11E



118 11C 11D 11E



ANNEXE B

Compte rendu de l'incident rédigé par
l'exploitant de la centrale

.../...

ELECTRICITE DE FRANCE

BUGEY, LE 17 Mai 1984

Code (s) de classement SPT :

DIRECTION DE LA PRODUCTION
ET DU TRANSPORT

SERVICE DE LA PRODUCTION
THERMIQUE

AS 223

CENTRE DE PRODUCTION
NUCLEAIRE DU BUGEY

HBR/DPS./BTL

CENTRALE 4.5

B.P. 14 - 01980 LOYETTES

TEL (74) 61 04 66

TELEX 900 329

SADET 552 081 317 163 20

Domaine d'Application

C4/5
M

SAC
SR

P

SERVICE PRODUCTION...

COMPTE RENDU D'INCIDENT SIGNIFICATIF
SURVENU LE 14 AVRIL 1984
SUR LA TRANCHE 5

D 5114 CR/IS/T5/84037

Indice 00

14 pages

3 annexes

COMPTE RENDU

Documents (s) associé (s)

Résumé : La perte du 48 V voie A a conduit à l'arrêt d'urgence et indirectement à la perte des alimentations électriques extérieures

Le Chef de Centrale 4/5



B. BERNIER

Mots clés: COMPTE - RENDU - INCIDENT -
SIGNIFICATIF - ALIMENTATION -
ELECTRIQUE

Diffusion: voir page 2

Intérêt Documentaire } oui
non

Accessibilité :

Confidentiel
Restreinte
Dans la Direction
EDF - GDF
Libre restreinte

SURVEILLANCE
20 QUALITE

5 JUN 1984



Conservation : Original - Secrétariat (F 125/12)
Copie REF. : D.C.

Qualité surveillée..... } oui
non

EDF - SPT CPN BUGEY CENTRALE 4/5	COMpte RENDU D'INCIDENT SIGNIFICATIF SURVENU LE 14 AVRIL 1984 SUR LA TRANCHE 5	INDICE 00	PAGE 2/14
		D 5114 CR/IS/T5/84C	

Document réexaminable ~~OUI~~ NON par / / en / /

REDACTION MODIFICATIONS

INDICE	REDACTEUR Nom - Visa	VERIFICATEUR Nom - Visa	DATE	EXAMEN Organisme - Date	JUSTIFICATIONS ET N° PAGES MODIFIEES
0	HEBERT CROES 	COGOLUEGNES 	05.84		

DOCUMENTATIONS SATELLITES

LIEU DE CLASSEMENT	SERVICE	Nb	LIEU DE CLASSEMENT	SERVICE	Nb
Bureau de Consignation	P	1			
ISR	P	1			
Production	P	1			
BDM	M	1			

DIFFUSION INTERNE

DESTINATAIRE	SERVICE	Nb	DESTINATAIRE	SERVICE	Nb
CC	D	1			
CAC	D	1			
Production	P	13			
Maintenance	M	1			
Doc Témoin	M	1			

DIFFUSION EXTERNE

ORGANISME EXTERIEUR	SERVICE	Nb	ORGANISME EXTERIEUR	SERVICE	Nb
SCSIN Paris		1	Centre de Formation Bugey		1
SCSIN Fontenay aux Roses		3	Chef de la SUT	SUT	1
DSN - CEA (M ^r GIROUX)		1	Chef du CPN	D.CPN	1
OII		1	Service Sécurité CPN	D.CPN	1
SEPTEN		1	Chef Centrale 2/3	C23	1
REAL Services Etudes		1	SQ (2 premières pages)	D.CPN	1
Ref 4905 SPT Division ED		6	GRPT SUD EST		1

PAGE 2/14
 5/84037
 MODIFIEES
 E ND
 CE ND
 CE ND
 PN
 PN
 S
 PN

S O M M A I R E

- I. - REPERE DU RAPPORT
- II. - NATURE DE L'INCIDENT
- III. - DESCRIPTION DE L'INCIDENT
 - 3.1. Etat initial avant le début de l'incident
 - 3.2. Chronologie de l'incident
 - 3.3. Etat final
- IV. - COMMENTAIRES
 - 4.1. Causes profondes
 - 4.2. Commentaires sur les anomalies observées
 - 4.3. Enseignements à tirer
- V. - CONSEQUENCES
 - 5.1. Sur la disponibilité
 - 5.2. Sur le matériel
 - 5.3. Sur les performances
 - 5.4. Sur la sûreté
 - 5.5. Sur l'environnement
 - 5.6. Sur la radioprotection
- VI. - ACTIONS ENTREPRISES
 - 6.1. Au plan humain
 - 6.2. Au plan technique
- VII. - DOCUMENTS COMPLEMENTAIRES ETABLIS
- VIII. - DOCUMENTS ANNEXES
 - Annexe 1 : Chronologie
 - Annexe 2 : Evolution des paramètres
 - Annexe 3 : Schémas des alimentations électriques

E.D.F. - S.P.T. C.P.N. BUGÉY CENTRALE 4/5	COMPTE RENDU D'INCIDENT SIGNIFICATIF SURVENU LE 14 AVRIL 1984 SUR LA TRANCHE 5	INDICE	PAGE
		00	4/14
		D 5114/CR/IS/T5/840	

I. - REPERE DU RAPPORT

Le 14 Avril 1984 à 3 H 34 mn

CPN du BUGÉY - Tranche 5

II. - NATURE DE L'INCIDENT

Le point de départ de l'incident est l'arrêt du redresseur produisant le 48 volt d'automatismes alimentant la voie A sur le tableau 5 LCA. Dès lors le 48 volt est fourni uniquement par les batteries en tampon. L'arrêt du réacteur survient environ 3 H 40 plus tard en fin de décharge des batteries par ouverture du disjoncteur d'arrêt d'urgence voie A. La tension sur le jeu de barres 48 volt est encore de l'ordre de 30 volt. L'arrêt d'urgence est immédiatement suivi du déclenchement de la turbine et de l'ouverture du disjoncteur de ligne. L'alternateur continue cependant à débiter sur les tableaux 6,6 KV car le coupleur et l'excitation sont restés en service.

Ce fonctionnement s'est poursuivi pendant environ trois minutes jusqu'au manque tension 6,6 KV. Le basculement sur source auxiliaire (LTA) ne s'est pas effectué du fait du manque 48 volt voie A, ce qui a conduit à la situation finale du tableau 6,6 KV secouru voie B, alimenté par son diesel.

Ce fonctionnement pendant près de trois minutes avec des alimentations électriques 6,6 KV à fréquence glissante a engendré des défauts sur tous les onduleurs et est certainement à l'origine de la perte du tableau LNA.

III. - DESCRIPTION DE L'INCIDENT

3.1. Etat initial avant le début de l'incident

Tranche en palier à 98 % Pn (marche en prolongation de cycle)

3.2. Chronologie de l'incident

(Voir Annexe 1 pour chronologie détaillée)

Le 13.04 :

23 H 51' 29" : Apparition sur KIT de l'information 5 LCA 02 EC "tension mini maxi défaut début". Cette information fait partie d'une alarme regroupée avec les défauts d'isolement du LCA.

Le 14.04 :

De 3 H 16 à 3 H 31 : Apparition battante de l'alarme "défaut armoire d'alarme KSC voie A". Un adjoint chef de quart se rend en local et constate que la tension du tableau 48 V LCA est de 30 V. Le redresseur 01 RD en service ne débite pas.

3 H 34' 19" : Ouverture des disjoncteurs d'AU
Déclenchement turbine

3 H 34' 20" : Ouverture du disjoncteur de ligne LTP 380 JA

Le GTA reste "iloté" sur les tableaux électriques et continue de les alimenter pendant son ralentissement ; la régulation de tension est en service.

3 H 34' 30" : Alarmes "basse fréquence" tableaux LGA et LGB

3 H 35' 45" : Alarme "limitation courant rotor" sur excitation GTA

3 H 36' 12" : Manque tension tableau LNA

3 H 36' 44"

à

Mini de tension sur les tableaux LHA, LHB, LGA, LGB

3 H 36' 48"

3 H 36' 51" : Ouverture 5 LGA 01 JA, démarrage diesel 5 LHH

3 H 36' 59" : Fermeture 5 LHB 03 JA, reprise diesel voie B en cours

3 H 59' 27" : Début du refroidissement primaire par le contournement à l'atmosphère

4 H 15' 37" : Remise sous tension des tableaux LGA et LHA par la source auxiliaire LTA (manoeuvre manuelle en local)

4 H 15' 39" : Fin de mini de tension sur tableau 48 V LCA

4 H 27' 10" : Mise en service pompe primaire 3

4 H 33' : Remise sous tension tableau LGB par LTA

5 H 21' : Arrêt pompe primaire 3 (augmentation du débit de fuite joint 2)

5 H 26' : Mise en service pompe primaire 1

5 H 31' : Remise sous tension du tableau LNA par le service électrique et baisse de la pression primaire pour passage aux concitions d'arrêt intermédiaire.

E.D.F. - S.P.T.
C.P.N. BUGEY
CENTRALE 4/5

COMPTE RENDU D'INCIDENT SIGNIFICATIF
SURVENU LE 14 AVRIL 1984
SUR LA TRANCHE 5

INDICE
00

PAGE
6/14

D 5114/CR/IS/TS/84039

Après le retour de tension sur les tableaux électriques et la remise en service de la chaîne KRT de contrôle d'activité enceinte, il est constaté une augmentation de l'activité air enceinte (10^{-4} Ci/m³)

En fin de matinée après analyse de l'atmosphère enceinte (0,7 LmA) une visite du bâtiment réacteur est entreprise. Cette visite a permis de constater une fuite le long de l'arbre des pompes primaires 2 et 3.

La décision est alors prise de passer en arrêt à froid en vue d'une expertise.

3.3. Etat final

Tranche en arrêt à-froid pour intervention.

IV. - COMMENTAIRES

4.1. Causes profondes

- Le passage à vide du chargeur LCA 01 RD (qui alimentait le tableau 48 V LCA) par perte du transformateur d'alimentation de régulation interne n'est pas signalé en salle de commande.

La première alarme apparue le 13.04.84 à 23 H 51 "défaut tableau LCA" est une alarme regroupée élaborée à partir de 6 informations différentes. Cette alarme est passée inaperçue car elle était regroupée sur une verrine de couleur jaune se trouvant dans le local inter tranches qui était déjà allumée depuis plusieurs jours pour des défauts d'isolement sur le 48 V voie A.

L'anomalie n'a été détectée que le 14.04 vers 3 H 30 lorsque après apparition de l'alarme rouge battante "défaut armoires alimentation KSC voie A" un adjoint chef de quart s'est rendu en local et a vu l'indicateur de tension LCA à 30 V au lieu de 48 V. Cette baisse de tension a provoqué la retombée du disjoncteur d'arrêt d'urgence voie A. Cette baisse de tension est également à l'origine de :

- . la non ouverture du coupleur et du disjoncteur d'excitation
- . la non mise en service du diesel voie A sur manque de tension 6,6 KV
- . l'échec de la recherche de source sur les tableaux 6,6 KV non secourus LGA et LGB

E.D.F. - S.P.T.
C.P.N. BUGEY
CENTRALE 45

COMPTE RENDU D'INCIDENT SIGNIFICATIF
SURVENU LE 14 AVRIL 1984
SUR LA TRANCHE 5

INDICE
00

PAGE
7/14

D 5114/ CR/IS/T5/84037

- L'incident a été compliqué par la perte du LNA qui rendait impossible l'utilisation des procédures de conduite (cumul perte 48 V et perte 220 V de régulation non pris en compte) et qui limitait les actions pouvant être entreprises pour le contrôle des paramètres principaux du primaire (pression et niveau pressuriseur en particulier).

4.2. Commentaires sur les anomalies observées

4.2.1. Mini de tension tableau LCA

L'information "mini de tension tableau LCA" (42 V) apparaît sur le calculateur de tranche à 23 H 51 le 13.04. Cette alarme est passée inaperçue car elle était regroupée sur une verrine jaune se trouvant dans le local inter-tranches. Le redresseur Ø1 RD est donc déjà à vide et les batteries se déchargent progressivement. Au moment de l'A.U la tension est inférieure à 30 V.

4.2.2. Non ouverture du coupleur et du disjoncteur d'excitation

Les relais de commande de la chaîne voie normale (5 LCA) d'ouverture du coupleur et d'ouverture du disjoncteur d'excitation ont besoin d'une tension de plus de 30 V pour "monter". Cette chaîne voie normale ne peut donc pas fonctionner.

En cas de manque tension voie normale (48 V voie A) il y a basculement des ordres d'ouverture du coupleur et du disjoncteur d'excitation sur une chaîne de secours alimentée par le 48 V commun aux deux tranches pour le coupleur et un 48 V autonome pour l'excitation.

Le relais de détection de manque 48 V voie normale retombe pour une tension inférieure à 15 V. Le basculement sur voie de secours n'a donc pas eu lieu.

La tension restante de 30 V était donc trop faible pour commander les relais mais encore trop élevée pour empêcher le basculement sur 48 V de secours.

4.2.3. Echec du basculement de source tableaux 6,6 KV LGA et LGB

Les relais de commande du basculement de source des tableaux 6,6 KV LGA et LGB ont besoin d'une tension de plus de 30 V pour manoeuvrer. Le disjoncteur LGA Ø1 JA s'est ouvert (tension \approx 30 V) mais le disjoncteur LGA Ø2 JA ne s'est pas fermé. Le disjoncteur LGB Ø1 JA ne s'est pas ouvert. Il s'agit donc d'un fonctionnement aléatoire dû à la tension de 30 V au lieu de 48 V.

E.D.F. - S.P.T. C.P.N. BUGEY CENTRALE 4/5	COMPTE RENDU, D'INCIDENT SIGNIFICATIF SURVENU LE 14 AVRIL 1984 SUR LA TRANCHE 5	INDICE	PAC
		00	8/
		D 5114/CR/IS/T5/84	

4.2.4. Non fonctionnement du diesel voie A

Le diesel voie A est alimenté en 48 V LCA, la reprise diesel n'a donc pas eu lieu. Le diesel a pu être démarré par action manuelle sur l'électrovanne en local, mais l'excitation de l'alternateur n'a pu être enclenchée à cause du manque 48 V voie A, ce qui n'est pas une anomalie.

4.2.5. Perte du tableau LNA

L'alimentation des tableaux électriques par l'alternateur à fréquence glissante pendant près de trois minutes est un mode de fonctionnement anormal qui est très probablement à l'origine de la fusion des fusibles alimentant le châssis de comparaison de tension entre le secteur et l'onduleur ainsi que de ceux de puissance continue alimentant l'onduleur LNA.

Une intervention manuelle à l'intérieur de l'armoire a été nécessaire pour rétablir la tension sur le tableau LNA après le retour du secteur.

4.2.6. Utilisation des consignes de conduite

Cet incident met en évidence le fait que toutes les situations ne peuvent être systématiquement couvertes par une consigne de conduite précise. On se heurte aux difficultés suivantes :

- . Risque de cumuls ou d'imbrications d'anomalies ne pouvant pas se prévoir en raisonnant sur des schémas et difficilement envisageables de valider en essais réels.
- . Situations évolutives rapidement avec le temps à savoir qu'une consigne adaptée à un instant donné peut ne plus être valable quelques minutes après.

4.3. Enseignements à tirer

4.3.1. Alimentations électriques

La seule perte du 48 V voie A a suffi à faire perdre le 380 KV (LTP), le 225 KV (LTA) et le diesel voie A soit 3 sources électriques sur 4.

4.3.2. Comportement du circuit primaire

* 1er temps perte 48 V voie A, perte LNA, perte tableaux 6,6 KV LGA, LHA, LGB.

Le refroidissement du cœur s'est effectué par ASG (turbo-pompe et motopompe voie B) et en thermosiphon.

Par la perte du LNA, la vanne réglante d'injection au joint (RCV 61 VP) s'ouvre en grand, de même que la vanne de charge (RCV 46 VP), et la décharge RCV s'isole (orifices de détente). Il se produit donc une remontée rapide du niveau pressuriseur au retestage de la pompe RCV 2 PO. La compression du matelas de vapeur au pressuriseur entraîne une remontée rapide de la pression primaire augmentée par la mise en service des chaufferettes secourues par niveau haut pressuriseur.

Dès lors :

pour le niveau pressuriseur

- . la décharge RCV est indisponible
- . le soutirage excédentaire est indisponible
- . la charge RCV est ouverte en grand de même que l'injection aux joints des pompes primaires.

pour la pression

- . l'aspersion normale est inefficace (plus de pompes primaires)
- . l'aspersion auxiliaire est indisponible (perte 48 V)
- . les chaufferettes secourues voie B sont en service (par niveau haut)
- . les vannes de décharge du pressuriseur 8 et 9 VP sont indisponibles du fait du manque 48 V voie A

Seuls restent possible :

- . un refroidissement du primaire afin de contracter le RCP (contrôle du niveau)
- . un écrêtement de la pression par la vanne de décharge du pressuriseur 10 VP

Au début, la tension est encore suffisamment importante sur LCA pour que la vanne de décharge RCP 8 VP joue son rôle et elle est sollicitée à 9 reprises en 4 mn 30 environ. La tension 48 V devient plus faible et la 8 VP ne s'ouvre plus, les RCP 9 et 10 VP s'ouvrent alors une fois (162 bar).

La tension ayant encore baissée sur LCA, la RCP 9 VP (alimentée en voie A) ne s'ouvre plus et seule la RCP 10 VP continue à écrêter la pression. Elle s'ouvre 20 fois en 15 minutes environ. Le refroidissement du RCP par VCD atmosphère vient alors faire baisser le niveau du pressuriseur ainsi que la pression primaire.

Vers 200°C de température branche froide (les températures branches chaudes sont perdues car elles sont alimentées par le tableau LNA), la stabilisation de la température ne permet plus de contrôler le niveau pressuriseur et celui-ci disparaît de la gamme de l'enregistreur.

E.D.F. - S.P.T.
C.P.N. BUCEY
CENTRALE 4/5

COMPTE RENDU D'INCIDENT SIGNIFICATIF
SURVENU LE 14 AVRIL 1984
SUR LA TRANCHE 5

INDICE P
00 10

D 5114/CR/IS/T5/

* 2ème temps retour du 48 V voie A retour de tension sur les tableaux 6,6 KV LGA, LHA, LGB

La pompe primaire n° 3 est mise en service pour le contrôle de la pression primaire par l'aspersion normale. Le soutirage excédentaire est mis en service et le circuit de charge du RCV est isolé pour limiter la montée du niveau pressuriseur.

Vers 5 H 15 suite à des fluctuations de débit de fuite joint 2, la pompe primaire 3 est arrêtée et la pompe primaire 1 est mise en service.

* 3ème temps retour de tension sur tableau LNA

La remise en service du tableau LNA provoque l'ouverture des trois orifices de détente du circuit RCV ce qui entraîne la redescende du niveau pressuriseur et une baisse rapide de la pression du circuit primaire qui se stabilise à la pression de saturation de l'eau du pressuriseur soit environ 70 bar.

4.3.3. Comportement du circuit secondaire

Tout le circuit secondaire se trouve à l'arrêt dès la perte du 6,6 KV non secouru à l'exception de la pompe continue qui maintient l'étanchéité alternateur et de la pompe 2ème secours qui permet à la turbine de ralentir avec du graissage. Suite à cet arrêt brutal aucune anomalie n'a été constatée sur le circuit secondaire lors du redémarrage.

4.3.4. Comportement des agents de conduite

Au moment de l'incident l'I.S.R. et le chef de quart se trouvent à proximité immédiate de la salle de commande. Lors de la perte en cascade des sources électriques les girophares signalant une intrusion sur le site se sont mis en service. Cela a provoqué une certaine confusion chez les opérateurs leur laissant penser pendant quelques instants que l'incident était dû à un acte de malveillance.

Le diagnostic de la première cause de l'incident à savoir la perte du 48 V s'est faite en commun très rapidement dans les premières minutes.

L'I.S.R. est resté en salle de commande et avec les chefs de bloc s'est assuré de l'évolution des paramètres concernant le circuit primaire.

Le chef de quart et les adjoints se sont rendus en local pour réarmer les défauts qui étaient apparus sur les tableaux LNi. Il y a eu ensuite concertation sur l'état de la centrale et la conduite à tenir à savoir refroidir rapidement le circuit primaire.

Les astreintes conduite et maintenance ont été appelées.

PAGE 10/14	E.D.F. - S.P.T. C.P.N. BUGÉY CENTRALE 45	COMPTE RENDU D'INCIDENT SIGNIFICATIF SURVENU LE 14 AVRIL 1984 SUR LA TRANCHE 5	INDICE	PAGE
			00	11/14
			D 5114/CR/IS/T5/84037	

Les consignes I LNA et I LCA ont été sorties mais non utilisées car ne prenant pas en compte le cumul de la perte simultanée des deux tableaux.

L'astreinte conduite est arrivée dans la demi-heure qui a suivi l'incident et, après analyse de la situation, la manoeuvre de remise sous tension manuelle des tableaux 6,6 KV LGA et LGB a été entreprise.

La situation n'est apparue vraiment saine qu'avec la remise en service du tableau LNA par l'astreinte électrique.

V. - CONSEQUENCES

5.1. Sur la disponibilité

L'incident a peu coûté en disponibilité. En effet, il a été mis à profit pour anticiper l'arrêt d'une semaine qui était déjà planifié pour découper la file de réchauffage haute pression n° 2.

La tranche a été recouplée à 17 H 39 le 21.04.84 et a atteint sa puissance maximale à 1 H 05 le 22.04.

5.2. Sur le matériel

- Pompes primaires

La pompe primaire n° 3 mise en service après avoir retrouvé les alimentations électriques extérieures a été arrêtée une heure après lorsque l'on a constaté une augmentation du débit de retour du joint n° 2.

Une visite effectuée dans la matinée dans le bâtiment réacteur a permis de constater une fuite le long de l'arbre des pompes primaires n° 2 et 3 estimée en tout à 150 litres par heure, ce qui dans un premier temps a motivé le passage en arrêt à froid en vue d'une expertise. Des contrôles et manoeuvres complémentaires, ainsi que le dépouillement de l'incident effectué le lundi 16 ont permis de penser que les joints s'étaient seulement repositionnés autrement au moment de l'incident suite aux pompages de pression du circuit primaire et à l'ouverture en grand de la vanne d'injection aux joints consécutive à la perte du LNA. Les pompes primaires ont donc été remises en service le lundi 16.

La remontée en arrêt à chaud a eu lieu le vendredi 20.04 et a permis de constater le bon comportement des joints des pompes primaires.

- Vannes de décharge pressuriseur

Elles ont été sollicitées à de nombreuses reprises (voir tableau). Leur fonctionnement a été satisfaisant et on ne note aucune inétanchéité de l'une d'entre elles. La pression maximale atteinte dans le RDP a été 1,5 bar.

Repère de la vanne	Nombre de sollicitations	temps cumulé d'ouverture
RCP 8 VP	12	41 s
RCP 9 VP	1	2 s
RCP 10 VP	21	64 s

5.3. Sur les performances

La tranche a été démarrée le samedi 21.04 sans problème particulier. La puissance reste limitée à 84 % PN du fait de l'isolement complet d'une file de réchauffage H.P. pour anticipation des travaux critiques sur l'arrêt de tranche annuel fixé au 9 juin 1984.

5.4. Sur la sûreté

Le refroidissement du coeur s'est effectué par ASG et en thermosiphon tant qu'une pompe primaire n'a pu être démarrée.

5.5. Sur l'environnement

R. A. S.

5.6. Sur la radioprotection

R. A. S.

EDF - SPT
CPN BUGEY
CENTRALE 4 SCOMPTE RENDU D'INCIDENT SIGNIFICATIF
SURVENU LE 14 AVRIL 1984
SUR LA TRANCHE 5INDICE
00PAGE
14/14

D 5114/CR/IS/T5/84037

Une modification visant à provoquer le basculement sur 48 V de secours pour la commande du coupleur et de l'excitation en cas de passage du 48 V normal à une valeur inférieure à environ 42 V va être mise à l'étude.

c) Tableau LNI : bien que la modification ci-dessus règle le cas de la perte du LNA connue lors de cet incident, il est envisagé d'effectuer des investigations lors d'un prochain arrêt en alimentant un tableau 6,6 KV à fréquence glissante par l'intermédiaire du diesel afin d'essayer de comprendre les raisons qui ont provoqué la fusion des fusibles de contrôle et de puissance continue.

d) Ergonomie :

- Cet incident a mis en évidence une certaine difficulté pour les opérateurs à saisir au milieu des multiples verrines allouées, les informations nécessaires à un bilan rapide des sources électriques puissance et surtout contrôle. Un examen des informations disponibles actuellement en salle de commande concernant ces sources est à effectuer avec comme objectif d'essayer de les regrouper sur un même panneau.
- La remise sous tension du tableau LNA aurait pu être effectuée plus rapidement si les opérateurs avaient disposé d'une consigne complète incluant la manoeuvre d'un commutateur réservée jusqu'ici aux agents assurant la maintenance. Une fiche de manoeuvre simple incluant un schéma et des instructions est à concevoir pour être apposée en local sur les armoires d'onduleurs.

VII. - DOCUMENTS COMPLEMENTAIRES ETABLIS

- Teler au SOBIN le 16.04.84
- Fiche 221
- Fiche 222

E.D.F. - S.P.T. C.P.N. BUCEY CENTRALE 4/5	COMPTE RENDU D'INCIDENT SIGNIFICATIF SURVENU LE 14 AVRIL 1984 SUR LA TRANCHE 5	INDICE 00	PAGE 13/14
		D 5114/CR/IS/TS/84037	

VI. - ACTIONS ENTREPRISES

6.1. Au plan humain

6.1.1. Relations Chef de Bloc - KIT

L'expérience acquise à ce jour montre que de nombreuses informations qui auraient dû attirer l'attention des opérateurs sur l'arrivée ou l'évolution d'une anomalie étaient passées inaperçues sur le calculateur KIT.

La sensibilisation des chefs de bloc sur ce problème jusqu'à maintenant n'a pas suffi pour le régler. Une action locale est en cours pour étudier une modification du logiciel du calculateur KIT qui permettrait d'améliorer le traitement de l'information actuel.

6.1.2. Action préventive de l'I.S.R.

Cet incident est l'occasion de mettre l'accent sur la nécessité de l'intervention préventive de l'Ingénieur Sécurité Radioprotection. A partir d'une anomalie n'affectant pas immédiatement la sûreté mais pouvant y contribuer ultérieurement à l'apparition d'autres événements indépendants, l'I.S.R. doit avoir les moyens de faire rapidement corriger cette anomalie. Une sensibilisation d'une part des I.S.R. et d'autre part des services intervenant dans la maintenance des matériels a été faite dans ce sens.

6.2. Au plan technique

6.2.1. Actions réalisées aussitôt

a) Séparations des alarmes : remplacement provisoire de la verrine jaune LCA 001 AA par trois verrines dont une rouge regroupant les "mini-maxi" de Tension 48 V, les défauts chargeur et les défauts tableau mais séparant les défauts d'isolement souvent activés.

b) Affichage en local sur les tableaux LNA, LNB, LNC, LND d'une consigne provisoire donnant la marche à suivre pour effectuer un changement de source manuel d'onduleur sur secteur en cas de manque tension sur le tableau (commutateur d'"essai" jusqu'ici réservé à la maintenance)

6.2.2. Actions prévues à terme

a) Alarmes concernant le 48 V : maintien de la séparation provisoire effectuée mais implantation dans les salles de commande concernées au lieu du local inter-tranches. Ce changement d'implantation était déjà en cours de réalisation avant l'incident.

b) Alimentation 48 V du coupleur et du disjoncteur d'excitation : l'analyse de l'incident montre que si le coupleur s'était ouvert au moment de l'arrêt d'urgence les tableaux électriques 6,6 KV seraient restés alimentés par la ligne 400 KV d'évacuation normale et l'incident de perte du 48 V n'aurait eu toute chance de se solder par un arrêt d'urgence banal.