

TOULOUSE LE 19 AOUT 2005

Modifié le 20/11/2005

NOTE CONFIDENTIELLE

NOTE D'EXPERTISE
CONCERNANT L'ORIGINE DU SINISTRE AZF
du 21 septembre 2001

1. PREAMBULE

Ce document a pour objectif de démontrer que l'origine du sinistre du 21 septembre 2001 a été causé par un dysfonctionnement électrique, déclenchant une cascade d'événements ayant finalement fait exploser le stock d'amo-nitrate du hangar 221.

Notre analyse, basée sur l'étude des dossiers d'indemnisation des acteurs principaux (EDF PRODUCTION, SNPE, ELYO OCEAN, SETMI, DALKIA, etc.) nous a permis de conclure que cette succession d'événements a eu pour origine un premier incident sur l'unité de cogénération de la SNPE cumulé à la défaillance du calculateur du poste source de Lafourguette, propriété d'EDF.

Les informations confidentielles que nous possédons nous permettent d'affirmer que ce calculateur a pour fonction de surveiller et piloter automatiquement les différentes sources d'alimentation du réseau HT d'EDF et de gérer les asservissements nécessaires à la production d'énergie fournie par la centrale de cogénération privée de la SNPE qui est raccordée sur le réseau de distribution d'EDF .

Ce calculateur est au cœur du système pour assurer la régulation nécessaire aux différentes configurations d'exploitation du réseau.

Sa défaillance, dont nous pouvons démontrer factuellement son antériorité à l'explosion du hangar 221, a entraîné des réactions en chaîne d'une violence proportionnelle aux fortes puissances installées et desservies par le réseau haute tension HTB : 63.000 Volts et HTA : 20.000 Volts.

2. GENERALITES

2-1 EDF-GDF :

Présentation du réseau EDF de TOULOUSE.

EDF, a pour mission de produire, de transporter et de distribuer l'énergie électrique sur le territoire national.

EDF doit convertir dans les meilleures conditions économiques et techniques, les ressources naturelles, c'est-à-dire transformer des énergies primaires (chutes d'eau, charbon, fuel, nucléaire) en énergie électrique.

Le CENTRE EDF TOULOUSE VILLE assure une fonction de distribution de l'énergie électrique sur TOULOUSE et une vingtaine des communes limitrophes.

Les abonnements que gère le Centre concernent les consommateurs d'électricité haute tension et basse tension.

Service du Bureau Central de Conduite: B.C.C. (informations confidentielles)

De manière à satisfaire au mieux les besoins de ses abonnés, le centre de distribution utilise une conduite centralisée de ses installations.

Cette mission est confiée à un service appelé Bureau Central de Conduite (B.C.C.) qui utilise un réseau de télécommunications interne pour l'exploitation en temps réel du réseau de distribution des abonnés.

Le réseau de télécommunication est en quelque sorte le système nerveux du B.C.C.

Le Bureau Central de Conduite de TOULOUSE est équipé de deux systèmes informatisés dont les champs d'action sont bien distincts.

1 - Un système permettant la connaissance et la gestion des événements d'un poste H.T./M.T. (63 KV/ 20 KV).

2 - Un système qui gère les événements d'exploitation du réseau , c'est-à-dire des câbles et lignes aériennes qui acheminent l'énergie électrique depuis les postes H.T./M.T.(63KV/20KV) vers les postes de transformation M.T./B.T. (20KV/400V).. clients ou de distribution publique.

Le bon fonctionnement et le développement du réseau est assuré par le Service Technique Electricité de TOULOUSE, (S.T.E).

Le Bureau central de Conduite: Le cerveau

Son rôle réside dans la collecte des informations qui lui parviennent des différents calculateurs, agissant comme les terminaisons nerveuses du système de gestion du réseau EDF.

Le cerveau va réagir automatiquement, ou par interventions humaines sur le réseau, en commandant les actions des calculateurs.

Système de gestion des Postes Asservis (P.A.)

1-1 Les postes dits «Postes Asservis » sont équipés d'une multitude d'appareillages et d'automatismes assurant la régulation de la tension, l'automatisation des reprises de services, la protection du matériel contre les courts-circuits.

Un calculateur installé dans les postes « source », appelé calculateur de poste asservi (P.A) est connecté directement à l'appareillage. Il détecte les anomalies de fonctionnement et les achemine par l'intermédiaire d'un réseau de communication, vers un calculateur central situé au B.C.C..

Dans un souci d'économiser les équipements, plusieurs postes asservis sont raccordés sur une double boucle de transmission qui se referme sur le calculateur central du BCC.

Cette double boucle constituée de deux voies, assure la continuité de service en cas de défaut sur le câble constituant une voie.

Pour cela le calculateur central envoie un message simultanément sur les deux voies.

Le poste asservi étant à l'écoute en permanence sur la voie émission et la voie réception, exploite les messages qui le concerne , il répond alors sur les deux voies en direction du Poste central à travers les autres postes asservis.

Le traitement est identique pour les autres Postes Asservis situés sur la même double boucle de communication.

Le calculateur central analyse les informations et les retransmet aux postes opérateurs et imprimantes.

En cas de panne d'un calculateur de Poste Asservi, seul élément non doublé de la chaîne d'information, il est prévu de rapatrier au B.C.C. quatre informations d'état du poste par un autre système appelé téléalarme, les quatre états pris en compte sont: « Poste en commande local », « Alarme Danger », « déclenchement MT », et « Défaut Liaisons ».

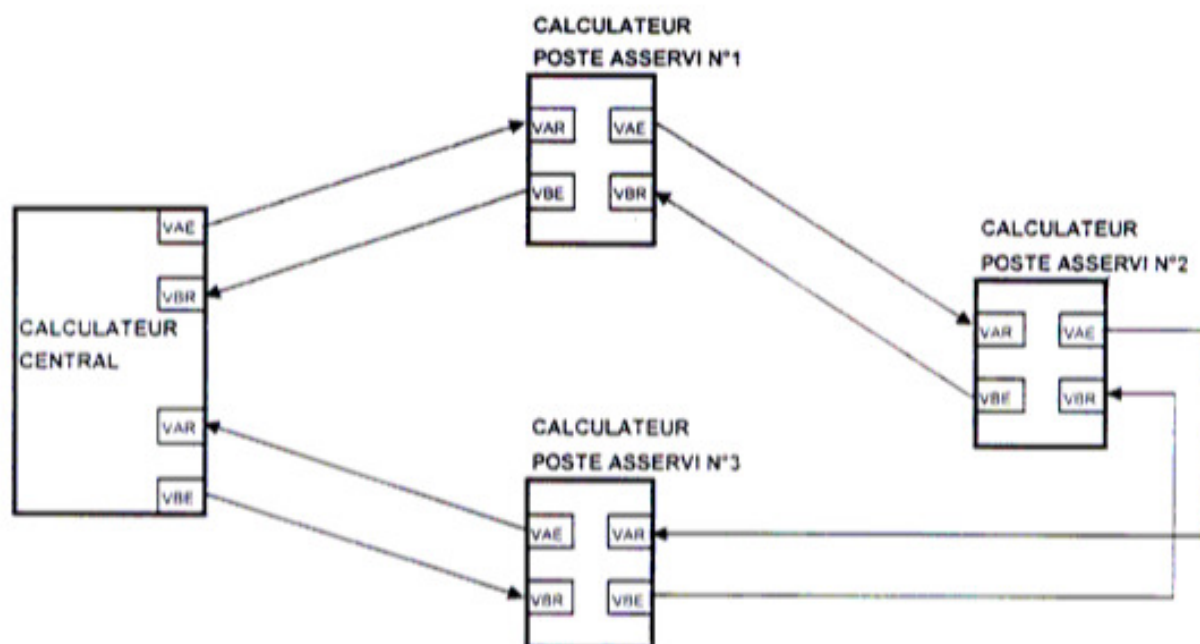
Le calculateur (les terminaisons nerveuses)

Le rôle du calculateur réside dans la collecte des informations et anomalies de fonctionnement qui lui parviennent de la zone géographique sous son contrôle.

Il réagit aux ordres de régulation et de commande ordonnés par le cerveau.

Cette régulation permet de répondre instantanément aux besoins, plus ou moins important, des utilisateurs du réseau électrique.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES LIAISONS DE COMMUNICATION DES POSTES ASSERVIS



La maintenance des équipements des postes et installations HT, MT est assurée par le Service Technique Electricité du centre de TOULOUSE.

Pour plus de détails voir document en annexe N°1 ci-joint.

2-2 LA COGENERATION:

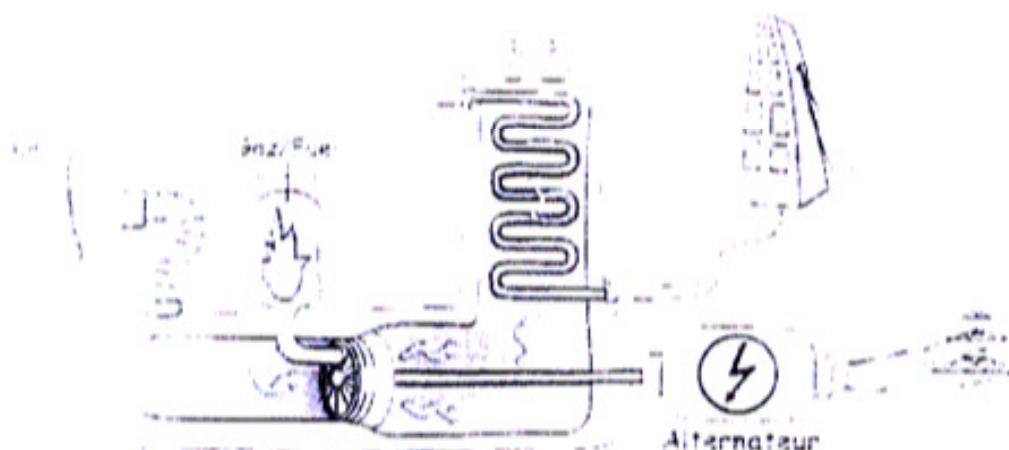
2-2-1 Généralités

De nombreux sites industriels produisent de la vapeur ou de la chaleur indispensable au processus d'élaboration des produits finis commercialisés en sortie d'usine.

Dans le cadre d'une stratégie d'économie d'énergie, ces industriels ont opté pour la création de centrale de cogénération

La **cogénération** consiste à produire en même temps et dans la même installation de l'énergie thermique (chaleur) et de l'énergie mécanique. L'énergie thermique est utilisée pour le processus de fabrication à l'aide d'un échangeur. L'énergie mécanique est transformée en énergie électrique grâce à un alternateur. Elle est ensuite revendue à EDF ou consommée par l'installation.

L'énergie utilisée pour faire fonctionner des installations de cogénération peut être le gaz naturel, le fioul ou toute forme d'énergie locale (**géothermie, biomasse**) ou liée à la valorisation des déchets (**incinération** des ordures ménagères...). Cette source d'énergie fait fonctionner une turbine ou un moteur.



Les rendements sont très bons. Les centrales de **cogénération** électricité-chaleur peuvent atteindre un rendement énergétique de l'ordre de 90%. Environ 30% à 40% de l'énergie primaire sont transformés en énergie électrique, tandis que 50 à 60% se retrouvent sous forme de chaleur, utilisable pour alimenter un industriel ou un réseau urbain de chauffage. À titre d'exemple, le rendement d'une grande centrale de production fonctionnant au combustible nucléaire, au fioul ou au charbon ne dépasse guère les 40%.

La cogénération, utilisée à la place des centrales au fioul ou au charbon, évite une partie de l'émission des **polluants** dans l'atmosphère et permet de limiter les émissions de gaz à effet de serre.

La cogénération permet une production décentralisée d'énergie qui peut éviter des lignes électriques supplémentaires.

2-2-2 Présentation des installations de cogénération.

En 1997, il s'est développé simultanément sur TOULOUSE plusieurs installations de cogénération dans le cadre de la législation et de la réglementation en vigueur permettant ainsi à un producteur indépendant de fournir et de vendre à EDF tout ou partie de l'énergie produite par une installation de cogénération raccordée au réseau EDF.

Les conditions techniques et financières de fourniture à EDF sont établies suivant un contrat type, Contrat pour l'achat, par EDF, d'énergie électrique produite par une installation de cogénération dans le cadre de la législation et de la réglementation en vigueur, notamment conforme à l'article 8 de la loi 46-628 du 8 avril 1946 modifiée par la loi du 2 août 1949 et la loi du 15 juillet 1980 : dispositions relatives à la production autonome contenues dans le cahier des charges de la concession à EDF du réseau d'alimentation générale (RAG) en énergie électrique.

Les installations de cogénération dont nous avons connaissance dans le cadre de l'indemnisation de sinistrés AZF sont :

- L'installation de cogénération de la « RESIDENCE les TOURS de SEYSSES », opération montée en 1997 par la société DALKIA REGION SUD OUEST et qui a fait l'objet d'une convention pour le raccordement d'une centrale de cogénération au réseau 20KV d'Electricité de France, Chaufferie TOURS DE SEYSSES route de SEYSSES , convention signée entre la société COGESTAR, et ELECTRICITE DE France en date du 28/09/2000 ,

- L'installation de cogénération de l'Usine d'Incinération d'Ordures Ménagères de la Ville de TOULOUSE qui a fait l'objet d'une convention d'exploitation entre la SETMI - Société d'Exploitation Thermique du Mirail et la VILLE DE TOULOUSE et dont l'avenant N° 7 a été signé en date du 02 juin 1997 entre la VILLE DE TOULOUSE et la société SETMI, société ayant pour actionnaires les sociétés suivantes :

- ESYS MONTENAY, actuellement DALKIA,
- ELYO OCEAN,
- Compagnie Générale des Eaux.

- L'installation de cogénération et de production de vapeur de la SNPE qui a fait l'objet d'un contrat d'exploitation entre la société ELYO OCEAN et SNPE en date du 25/05/1997.

2-2-3 Description des installations de cogénération de la SNPE.

Les installations de cogénération de la SNPE sont composées de :

- 2 turbines à gaz industrielles de marque ALLISSON – Type KB7 de puissance 5MW.
- 2 alternateurs synchrones à moyenne tension 4700 KW à 40 °C.
- 2 armoires de commande de turbine.
- Systèmes divers de filtration d'air.
- diverses armoires de contrôle commandes.
- une chaudière de récupération équipée d'un brûleur postcombustion de 43 T/h

Ces installations sont raccordées au réseau EDF par deux alimentations en haute tension.

- Une alimentation en schéma de secours d'exploitation est raccordée au poste source EDF de LAFOURGUETTE, en 20 mille Volts,

- Une alimentation en schéma normal d'exploitation raccordée également au poste source EDF de LA FOURGUETTE en 63 mille Volts.

3. REFERENCES NORMATIVES ET REGLEMENTAIRES

3.1. réglementation des raccordements des Installations de cogénération au réseau EDF.

CONTRAT TYPE POUR L'ACHAT, PAR EDF, D'ENERGIE ELECTRIQUE PRODUITE PAR UNE CENTRALE DE COGENERATION

Les conditions techniques et financières de fourniture à EDF établies suivant le contrat type. (Contrat pour l'achat, par EDF, d'énergie électrique produite par une installation de cogénération dans le cadre de la législation et de la réglementation en vigueur), précisent les points suivants:

« Le producteur produit de l'électricité par cogénération et fournit tout ou partie de cette électricité à EDF dans le cadre de la législation et de la réglementation en vigueur ».

Article 1 page 2/22 : Objet du contrat

« L'installation dispose du certificat de conformité le producteur est, soit le titulaire du certificat de conformité, soit une personne à qui le titulaire a explicitement délégué l'usage de ce certificat dans un cadre conventionnel liant les deux parties ».

Article 2 page 2/22 : Raccordement et point de livraison

« Sauf stipulation contraire figurant aux conditions particulières, l'installation de cogénération est reliée au réseau EDF par un raccordement unique, aboutissant à un seul point de livraison.... Cette liaison devra être, par ailleurs, conforme aux dispositions réglementaires en vigueur. (Arrêtés du Ministre de l'Industrie du 14 avril 1995 et du 3 juin 1998, puissance supérieure à 1MW et arrêté du 21 juillet 1997 , puissance inférieure à 1MW)... ».

Article 3 page 3/22 : Installation du producteur

« Le fonctionnement en parallèle avec les ouvrages d'EDF doit se faire par ailleurs selon des consignes d'exploitation précisant les règles à suivre en diverses situations d'exploitation, et notamment en cas de déclenchement et de remise en service.

Le règlement technique et les consignes d'exploitation sont des documents contractuels. Leur inobservation par l'une ou l'autre des parties engagerait, pour ce qui la concerne sa responsabilité propre ».

Article 5-7 page 7/22 : Fourniture d'énergie en hiver : énergie partiellement garantie

L'hiver est la période allant du 1^{er} novembre à 2 heures au 1^{er} avril à 2 heures, et comporte 3624 heures, ou 3648 heures les années bissextiles.

La fourniture de l'énergie électrique produite en hiver, par l'installation de cogénération, est garantie par le producteur pour un taux de disponibilité de 95%.

CONVENTION DE RACCORDEMENT D'UNE CENTRALE DE COGENERATION AU RESEAU 20KV D'EDF

L'analyse de la convention pour le raccordement d'une centrale de cogénération au réseau 20 KV d'Electricité De France, Chaufferies TOURS DE SEYSSSES, nous permet de définir les éléments suivants.

Article 1 page 2 : Cadre juridique

Les arrêtés, du 14 avril 1995 et 3 juin 1998 sont relatifs aux conditions techniques de raccordement au réseau HTA (20KV) des installations de production autonome d'énergie électrique de plus de 1MW.

Article 2 page 3 : Régime des ouvrages- point de livraison

2-1 Tension de raccordement

« La puissance de l'installation de production étant supérieure à 250 KVA, le raccordement sera effectué au réseau de Distribution HTA 20 KV....

2-2 Point de livraison (page 4)

la limite de concession, limite de propriété, (dénommée point de livraison des ouvrages EDF), est située en aval des extrémités des câbles de la boucle HTA du réseau de Distribution Public..»

Article 3 page 3 : Caractéristiques des ouvrages de raccordement

3-1 Raccordement au réseau de Distribution Public

« L'évacuation de l'énergie produite sera assurée par un raccordement de l'unité de production sur le nouveau poste « Chaufferie TOUR DE SEYSSES », lui même raccordé en « coupure d'artère ».

- En schéma Normal d'exploitation sur le départ HTA 20KV TABAR du poste source 63KV/20KV de la FOURGUETTE.

- En schéma Secours d'exploitation sur le départ HTA 20 KV TABAR du poste source 63KV/20KV de J.BRUNHES.

Article 5 page 4 : Conditions de production et règlement technique

5-6 page 5 : Protections

« Le réseau HTA 20 KV de Distribution a un fonctionnement avec régime de neutre impédant, c'est-à-dire mis à la terre par l'intermédiaire d'une bobine de limitation insérée au niveau des transformateurs HTB/HTA (63KV/20KV), de la FOURGUETTE et J. BRUNHES...

Des protections de type NFC 13100 et des protections de découplage seront mises en place.

Les réglages seront effectués et scellés par EDF et ne peuvent en aucun cas être modifiés par le producteur...»

Protections de type NFC 13100

En cas de défaut interne à l'installation du producteur, les repercussions sur le reseau et sur les autres clients doivent être limitées.

Les protections particulières à l'installation (contacts directs, indirects, défauts d'isolement ..etc.) sont également définies par la même norme...

Protection de découplage (GTE2666)

En cas de défaut sur le réseau, il s'agit :

- d'éviter d'alimenter un défaut ou de laisser sous tension un ouvrage en défaut. (sécurité des personnes et des biens).
- de ne pas alimenter les autres clients à une tension ou à une fréquence anormale.
- de permettre les réencenchements automatiques des ouvrages du reseau.

La protection de découplage est définie par l'arrêté du 14 avril 1995..

3.2. QUELQUES NOTIONS:

Les courants de court-circuit

Le court-circuit est l'un des deux incidents majeurs (l'autre étant la surtension) qui peut affecter les réseaux électriques.

Ses conséquences sont souvent graves et dramatiques :

- Le court-circuit perturbe l'environnement du réseau autour du point de défaut par le creux de tension brutal qu'il entraîne.
- Il contraint à mettre **hors service**, par le jeu des protections appropriées, une partie souvent importante du réseau .
- Tous les matériels et liaisons (câbles, lignes) traversés par le court-circuit subissent **une forte contrainte mécanique** (effort électrodynamique) qui peut entraîner des ruptures, et une contrainte thermique pouvant entraîner la **fusion des conducteurs** et la destruction des isolants:
- **au point de défaut, se manifeste le plus souvent un arc électrique de forte énergie dont les effets destructeurs sont très importants et qui peut se propager très rapidement dans toute l'installation.**

Valeur des courants de court-circuit

Le court-circuit peut affecter une ou plusieurs phases ainsi que la terre , les cas les plus typiques sont:

- Le courant de court-circuit triphasé qui est généralement le courant le plus élevé qui peut circuler dans le réseau,
- le courant de court-circuit biphasé qui est déséquilibré et toujours plus faible que le courant de court-circuit triphasé,
- **le courant de court-circuit monophasé (phase/terre) qui est déséquilibré et peut être plus élevé dans le cas particulier du défaut aux bornes d'un générateur.**

Norme C 13 100 :

Le chapitre 435 de la norme C13100: INSTALLATIONS ELECTRIQUES A HAUTE TENSION précise:

Lorsque les installations comportent une source autonome d'énergie (ou un matériel susceptible de se comporter comme tel), celle-ci ne doit pas entraîner de perturbation sur le réseau d'alimentation.

Une protection de découplage est déterminée en accord avec le distributeur, ayant pour but d'interrompre le fonctionnement en parallèle lors d'un défaut sur le réseau d'alimentation

Dans ce cas, la commande de l'organe assurant le découplage doit se faire à minimum de tension. Le réglage de la protection est effectué par le distributeur et est rendu inaccessible à l'utilisateur par plombage ou toute autre disposition; Les circuits d'alimentation et d'ouverture doivent être également rendus inaccessibles à l'utilisateur.

4. BASE DE L'ANALYSE SUR DOCUMENTS.

Nous avons travaillé pour le cabinet d'expertises qui a été missionné par TOTAL et ses assureurs pour le chiffrage et l'analyse des réclamations présentées par les 70 000 tiers victimes de l'explosion d'AZF du 21 septembre 2001.

Notre analyse sur l'origine du sinistre est basée essentiellement sur l'étude des pièces des dossiers de réclamations des acteurs principaux en vue de leur indemnisation.

La première phase d'étude a été de mettre en avant les éléments de corrélation qui apparemment ne représentent aucun lien entre eux car présentés dans des dossiers distincts, mais qui, mis en commun dans le cadre d'une analyse globale des intervenants ayant exercé une activité significative dans un périmètre relativement proche de l'épicentre de l'explosion, nous ont permis de mettre à jour des informations complémentaires sur les causes de l'explosion du 21 septembre 2001 sur le site de AZF.

Cette analyse a été complétée par:

- l'étude de l'évolution du réseau local depuis 1986,
- l'étude d'un ensemble de pièces comprenant des informations tant sur la constitution de l'ensemble du réseau électrique du secteur concerné, que d'extraits des mains courantes des événements enregistrés sur ce réseau.
- des informations et des documents confidentiels.

4.1 POSTE DE LAFOURQUETTE (DISPOSITIFS DE MISE A LA TERRE DETRUIITS)

4-1-1 – RECLAMATION EDF DISTRIBUTION : POSTE DE LAFOURQUETTE

L'analyse des pièces du dossier nous permet de définir quelques éléments constitutifs du poste source de distribution 63000 VOLTS/ 20000 VOLTS en bouclage dépendant du système de gestion du BCC (Bureau central de Conduite d'EDF).

Le poste source de la FOURQUETTE est une plate-forme de distribution d'énergie électrique, qui, à partir de deux alimentations en 63 000 Volts, redistribue plusieurs autres postes en 63 000Volts et 20 000 Volts.

Cette plate-forme comporte :

Un bâtiment commandes constitué de :

- 2 salles HTA (2 modules par salle),
- 1 salle de relayage,
- 1 salle PSAA,
- 1 salle TELECOM,
- 1 local Energie,
- locaux Annexes,
- 1 local 175 Hz,

Le rapport de visite du poste source de la FAROQUETTE réalisé par la société NEXANS en date du 28/09/01 précise :

- 3 transformateurs de 36 MVA .

Le descriptif des travaux à réaliser a fait l'objet de la commande d'exécution Réseau Transport Electricité (R.T.E.), N° 4500064413 / T100 du 26/12/2001.

Le descriptif RECONSTRUCTION DU BATIMENT DE COMMANDE SUITE A EXPLOSION AZF précise en page 2:

MALT (Mise A La Terre): L'ensemble du dispositif est détruit.

Commentaires:

« L'ensemble du dispositif de Mise A La Terre est détruit », ce qui laisse présumer qu'un défaut à la terre a eu lieu, défaut d'une puissance supérieure à la puissance de défaut pour laquelle ces protections auraient du fonctionner normalement et sans effet destructeur du dispositif. L'effet de souffle ne peut être à l'origine de la destruction du dispositif de mise à la terre. Un inventaire de ces dispositifs reste à réaliser en sachant que ces installations sont standard dans tous les postes sources de EDF.

4.1.2.- RAPPORT SCHNEIDER DU 28 SEPTEMBRE 2001 :

PANNE DU CALCULATEUR LAFORGUETTE .

Le rapport d'intervention du 28 septembre 2001 de la société SCHNEIDER ELECTRIC précise :

« Le module BAT « Batterie » présent dans l'équipement n'a pas été remis à niveau depuis avril 93, (changement des batteries); l'alimentation risque de tomber sur coupure du 48 V. Le module DAL est de l'ancienne version; pas de fusibles 48VCC en face avant. Si l'alimentation ne tient pas, le fusible doit fondre et le fait qu'il soit interne est un handicap.

Les batteries du module BAT semblent avoir supporté la coupure mais la prise en compte de la chute de tension par l'équipement n'est pas réalisée.

« Il est nécessaire de mettre à niveau le module BAT : vérification des batteries, modification de l'étage CHT.....».

Bilan de l'intervention :

« L'équipement a correctement résisté à l'accident.

Seul le flanc droit de l'armoire est endommagé.

Sous réserve que toute les entrées/sorties fonctionnent (le test n'a pas pu être fait avec le logiciel spécifique), les fonctions utilisées dans la configuration du poste sont opérationnelle ».

Commentaires:

Cette intervention concerne les essais d'un automate TLC11MS MERLIN GERIN agissant directement sur les commandes des disjoncteurs HTA /HTB du poste source (c.f. page 3/3: *Par accès manuel : mise en service des automatismes, la commande est acceptée : des commandes d'essais sur disjoncteur HTA sont effectuées : sortie des traces correctes*) .

1 – Ce calculateur est un automate.

2 – Suite à l'intervention de SCHNEIDER ELECTRIQUE sur leur matériel le 28 09 2005 le calculateur automate ne fonctionne qu'en mode manuel sur intervention humaine, révélant ainsi son incapacité de fonctionnement en automatique le 21 septembre 2001; mode de fonctionnement normal du calculateur.

Les contraintes de raccordement d'une source autonome (centrale de cogénération) au réseau EDF, sont :

Contraintes pour le producteur SNPE:

La source autonome d'énergie ne doit pas perturber le réseau en régime normal, ni sur défaut réseau. En particulier, la source autonome ne doit pas continuer d'alimenter un défaut réseau chez un abonné du même poste source après coupure du réseau amont.

La sécurité des hommes et des matériels doit pas être assuré quel que soit le type de marche, couplé au réseau ou en iloté.

Contrainte pour le distributeur EDF:

Le réseau est actif, du fait de la présence de source, il faut donc prendre les précautions suivantes:

- élimination complète des défauts par coupure de l'alimentation réseau et de la source autonome,
- élimination des renclenchements réseau en opposition de phase sur la source autonome.

La faiblesse des batteries d'alimentation du calculateur n'ont pas permis à celui-ci d'assurer ces fonctions de régulation.

Commentaires:

Le rapport SCHNEIDER nous informe de la défaillance du calculateur.

Le 21 septembre 2001 le calculateur du poste de LAFOURGUETTE n'assure pas ses fonctions en raison de la panne de ses batteries, panne existante avant l'explosion du hangar 221.

Le calculateur du poste de LAFOURGUETTE agit directement sur les différentes possibilités d'alimentation en énergie électrique de la SNPE (couplage ou découplage; voir schéma N°3)

4.1.3. RAPPORT DE CONTROLE SPIE TRINDEL DES 25-26-27 septembre 2001 :

Contrôle effectué sur les tranches TR313, SA1/SA2 TR313, générales et services auxiliaires.

TRANCHE GENERALE TR 313 :

Une carte CR5 relais 6 à vérifier trace de brûlure.

Module terre résistante HS (N° MT406PTN31028) remplacé par un module sans fonction (Protection thermique de neutre).

TRANCHE GENERALE ET SERVICES AUXILIAIRES

Contrôle fonctionnel des cartes relais non conforme.

Détail anomalies :

La led +/- G ne fonctionne plus, +/-CS de la tranche SA absent.

Remplacement de 6 relais types DZ4 hors service : RGCD6F/RGCDRT6F/RGCRT 2A/RG1B/RG 4A/RG 8A/RG 16D .

Commentaires:

Ce rapport ne fait que confirmer la destruction des dispositifs de mise à la terre.

4.1.5. DOSSIER ELYO OCEAN

Description des installations :

Les installations décrites sont celles concernées par le contrat ELYO OCEAN / SNPE du 25/05/97 :

- 2 turbines à gaz industrielles de marque ALLISSON – Type KB7 de puissance 5MW.
- 2 alternateurs synchrones à moyenne tension 4700 KW à 40 °C,
- 2 armoires de commande de turbine,
- Systèmes divers de filtration d'air,
- diverses armoires de contrôle commandes,
- une chaudière de récupération équipée d'un brûleur postcombustion de 43 T/h
- etc..

SNPE n'ayant plus d'implication opérationnelle dans le marché chaufferie, à l'**exception** des pompes alimentaires du reformeur CO/H2 et **des postes électriques BT et H.T.** suivant l'avenant N°1,

L'Audit des installations après l'explosion d'AZF du 21/09/01 réalisé par ELYO pour mise en service après le sinistre, précise :

Chapitre IX .7. Turbine à gaz Rapport d'état des équipements page 6/29 :

«Les armoires de contrôle commandes..... **des chocs de type électriques ont également pu être initiés.**

Il est à noter que la société CENTRAX, qui a installé les groupes de cogénération à la SNPE et en assurait l'entretien, a présenté une réclamation a TOTAL en date du 05 février 2002 pour un montant de 270 000,00€ pour l'année 2001 plus 450 000,00€ pour les années suivantes pendant lesquelles l'équipement serait à l'arrêt.

Finalement la société CENTRAX a informé TOTAL par lettre recommandée avec AR datée du 10 juin 2002 que celle-ci renonçait à la réclamation relative au préjudice subi suite à l'explosion AZF.

5. RECONSTITUTION CHRONOLOGIQUE DES EVENEMENTS

La mise en corrélation des informations recueillies dans les différents dossiers de réclamation d'indemnisation des tiers ayant exercé un recours auprès de Grande Paroisse nous a permis de reconstituer l'historique des événements, apportant ainsi des éléments de réponse à l'explication de l'explosion du 21 septembre 2001 du hangar 221 sur le site d'AZF le 21 septembre 2001.

Le document n°11 page 18 du dossier EDF « fil de l'eau » téléconduite EGS, indique l'enregistrement à 10h 55mn 77 s d'une télésignalisation de fonctionnement appelée MOUNEDE TGSSETMI avec fin de télésignalisation à 10h 56 mn 02 ctme, soit une durée de 25 centièmes de secondes, information validée sur le document n°10 page 18 du poste de PORTET et correspondant à l'ordre d'ouverture à 10h 56 mn 82 ctème des deux disjoncteurs d'encadrement du transformateur TR 311 du poste de LA FOURGUETTE, événement consécutif à une tentative de couplage de la cogénération de la SNPE sur le réseau EDF dans le schéma secours d'exploitation.

Cette tentative de couplage ratée a entraîné l'ouverture des disjoncteurs d'encadrement au poste source de LA FOURGUETTE, disjoncteurs assurant la protection de la ligne LAFOURGUETTE/Cogénération SNPE alimentée alors en schéma secours d'exploitation ce qui atteste d'un premier défaut électrique situé sur la ligne en aval du secondaire du transformateur (court-circuit important).

Ce défaut électrique s'est rebouclé par le poste source de Lafourguette sur la liaison 63 KV Lafourguette/SNPE utilisée en schéma normal d'exploitation de la Cogénération SNPE.

Le basculement sur la ligne « Normal » aurait dû être empêché par une information EDF à ce moment, les fonctions de protection de découplage (GTE 2666) n'ont pas été assurées. Nous rappelons qu'en cas de défaut sur le réseau, il s'agit :

- d'éviter d'alimenter un défaut ou de laisser sous tension un ouvrage en défaut, (sécurité des personnes et des biens).
- de ne pas alimenter les autres clients à une tension ou à une fréquence anormale.
- de permettre les renclenchements automatiques des ouvrages du réseau.

Après le premier défaut sur l'alimentation en secours 20 KV, soit le disjoncteur 63 KV était ouvert et s'est fermé, soit il était fermé mais ne s'est pas ouvert, laissant ainsi sous tension le défaut par l'alimentation normal 63 KV de la SNPE.

Ces court-circuits importants et très rapprochés ont engendré des désordres électriques importants sur le réseau, désordres qui sont à l'origine de la première perte de tension 63 KV sur les barres de distribution A et B du poste de PORTET St. Simon, poste de distribution 225KV/63KV/20KV, par le déclenchement des protections (disjoncteurs).

Le premier déclenchement suivi d'une première tentative ratée de renclenchement automatique des tensions barres 63KV au poste de PORTET St Simon a entraîné d'importantes montées en tension pouvant générer des pointes de tension supérieures à 100 000 Volts sur le réseau .

Le dernier retour des tensions barres 63 KV au poste de PORTET St Simon enregistré à 10h 17 mn 57s 12 donc la dernière réalimentation en 63 KV de la ligne d'alimentation normale de la SNPE dont le disjoncteur de protection transfo est toujours fermé sur un circuit déjà en défaut, a fait claquer (voire exploser) le disjoncteur 800 Ampères 72 KV de protection du transformateur 63KV/20KV de la SNPE (tension de claquage) ainsi que l'ouverture du disjoncteur de protection de la ligne 63KV Lafourguette /Ramier dont une phase s'est mise à la terre. Le défaut a été enregistré au poste de Lafourguette en max de I.

la valeur de 5510 Ampères efficace donnée par EDF exprime la valeur efficace Icc du courant de court-circuit au poste source et non à l'endroit réel du court-circuit (site SNPE), et ne tient pas compte de la valeur instantanée maximum que peut atteindre le courant de court-circuit; la valeur de crête I_p. Cette valeur de crête est très élevée et supérieure au courant Icc efficace en raison de la composante continue amortie qui peut se superposer et qui dépend de la valeur instantanée de la tension à l'instant initial du court-circuit.

-Un arc électrique de très forte énergie a pris naissance au point de défaut.

Cet arc électrique s'est refermé à la terre au poste source Lafourguette en traversant le hangar 221 qui contenait de l'amo-nitrate.

L'énergie véhiculée par cet arc électrique a fait monter en température l'amo-nitrate jusqu'au point d'explosion.

La première explosion proviendrait soit du couplage raté de la cogénération ayant engendré le premier court-circuit sur la ligne 20 KV Lafourguette / Cogénération SNPE en schéma secours d'exploitation, soit du second court-circuit qui s'est produit sur la ligne 63 KV en schéma normal d'exploitation Lafourguette/cogénération SNPE.

Bien que pouvant arrêter là notre analyse, il nous paraît important de pousser plus en avant le scénario ci-dessus.

Nous pensons qu'un élément complémentaire a été entièrement occulté.

Une troisième alimentation EDF en 20 KV alimentait le poste F2 du site SNPE ce qui serait à l'origine du court-circuit sur les jeux de barres Haute tension 13 KV du poste CT 13.5 KV déclaré comme étant la conséquence de l'explosion, mais survenu après le déclenchement des disjoncteurs 20 KV d'alimentation en réseau secours et après le déclenchement (ou explosion) du disjoncteur 63 KV d'alimentation du réseau normal.

Cette liaison a du jouer un rôle prépondérant aussi bien au niveau des perturbations du réseau enregistrées au poste de distribution principal de PORTET Saint Simon que dans le cheminement de l'arc électrique final.

6 – ANALYSE ET ARGUMENTAIRES.

Ce chapitre est destiné à étayer notre argumentation sur chaque point nous ayant permis de reconstituer l'historique des événements.

En préambule il est important de préciser que dans la nuit du 20 au 21 septembre 2001, EDF a effectué le changement de tarification des consommations de ses abonnés en passant de l'heure d'été en heure d'hiver. (recalage des compteurs d'énergie).

6 -1 - Existence des liaisons 20 KV schéma secours d'exploitation et 63 KV en schéma normal d'exploitation, de la cogénération.

Le plan du réseau de mise à la terre des installations de la SNPE (c.f. pièce A), laisse clairement apparaître les deux alimentations en coupure d'artères (double raccordement), du raccordement au réseau EDF.

L'alimentation 20 KV en schéma de secours d'exploitation est raccordée au poste source EDF de LAFORGUETTE, et l'alimentation 63 KV en schéma normal d'exploitation est raccordée également au poste source EDF de LAFORGUETTE.

Le document N°2 « schéma électrique des réseaux EDF concernés » du dossier EDF fait apparaître les deux alimentations électriques du poste RAMIER:

- La liaison 63KV normal,
- la liaison secours 20 KV Laforguette/Ramier.

Par principe, les raccordements en coupure d'artère, (double alimentation des centrales de cogénération au réseau EDF), sont impérativement issus de deux postes source différents, ce qui n'est pas le cas de l'installation de cogénération de la SNPE.

6 - 2 – Premier dysfonctionnement de la centrale de cogénération de la SNPE:

Nous avons recherché dans la chronologie des événements au fil de l'eau de EDF, le premier enregistrement d'une perturbation sur le réseau HTA d'un autre poste source pouvant enregistrer un défaut au poste source de LAFORGUETTE.

Le document n°16 page 2 du dossier EDF « chronologie commune RTE EGS » précise en premier événement :

- Temps enregistré: 10h 17mn 55s 77 du Poste source Mounède
- **Evénement: Disjoncteur couplage ouvert,**
- Commentaires EDF : suite à une signalisation transmise par la SETMI, (auto producteur situé à 2,5 kms à vol d'oiseau d'AZF) via la liaison spécialisé SETMI – Poste HTB/HTA Mounède situé à 5 Kms d'AZF et 2 Kms de la SETMI), cette information indique un découplage du réseau HTA.

Cet événement précisé par EDF ne figure pas sur les documents d'enregistrements fournis par EDF.

6 -3 - Tentative de couplage de la centrale de cogénération de la SNPE:

Sur le document n°11 du dossier EDF « Fil de l'eau téléconduite EGS » nous avons relevé en page 18 :

- temps enregistré au poste Mounède: 10h 17mn 55s 77

- événement: TGS SETMI , TS FONCT (télésignalisation Fonctionnement TGS)
 - temps enregistré au poste Mounède: 10h 17mn 56s 02
 - événement: TGS SETMI , TS FONCT FIN (télésignalisation Fin de Fonctionnement TGS)
- soit un temps de fonctionnement TGS de 25 centièmes de seconde.

Il est indéniable qu'il y a bien eu une tentative de couplage d'une centrale de production autonome (cogénération) enregistrée au poste source de La Mounède.

Comme le précise le commentaire EDF du document 16, « *un événement est la cause de l'autre* »:

Le fonctionnement d'une source autonome pendant 25 centièmes de seconde a engendré un découplage du réseau HTA.

L'appellation TGS SETMI peut faire croire que cette centrale est l'unité de production autonome de L'Usine d'Incineration d'Ordures Ménagère (UIOM) du MIRAIL également équipée d'une centrale de cogénération par turbine à vapeur.

Nous avons deux explications possibles:

1^{er} L'appellation TGS SETMI est erronée et correspond à TGS SNPE.

Dans ce cas, seule la convention de raccordement de la centrale de cogénération de la SNPE au réseau 20 KV d'EDF,(convention que nous n'avons pas), pourra trancher.

2^{eme} L'appellation TGS SETMI n'est pas erronée mais englobe aussi la cogénération de la SNPE.

Cela est possible juridiquement: par délégation d'usage de contrat de vente d'énergie.

Le contrat type pour l'achat, par EDF, d'énergie électrique produite par une centrale de cogénération précise:

Article 1 page 2/22: **Objet du contrat**

« L'installation dispose du certificat de conformité le producteur est, soit le titulaire du certificat de conformité, soit une personne à qui le titulaire a explicitement délégué l'usage de ce certificat dans un cadre conventionnel liant les deux parties ».

Nous rappelons que l'installation de cogénération et de production de vapeur de la SNPE a fait l'objet d'un contrat d'exploitation entre la société ELYO OCEAN et SNPE en date du 25/05/1997.

D'après ce contrat, il est clair que le producteur d'énergie n'est pas SNPE mais ELYO OCEAN. C'est donc ELYO OCEAN qui revend l'énergie fournie par la centrale de cogénération sur le réseau EDF (a développer).

Nous savons par la convention d'exploitation signée entre la SETMI - Société d'Exploitation Thermique du Mirail et la VILLE DE TOULOUSE, que la société **ELYO OCEAN est actionnaire de la SETMI** au même titre que ESYS MONTENAY, devenu DALKIA, et la Compagnie Générale des Eaux.

Bien que l'expertise judiciaire menée jusqu'à ce jour a entériné le fait que la centrale de cogénération de la SNPE ne fonctionnait pas le jour du sinistre, L'audit des groupes CENTRAX du 15/02/2002, audit réalisé en anglais et traduit en français, précise:

Traduction en français: « *Des chocs de type électrique ne sont pas ont également pu être initiés* »

En anglais: « **Electrical chocks might have been initiated** »; il est évident qu'une erreur de traduction s'est produite puisque la traduction en français est :

« Des chocs de type électrique ont également pu être initiés »

De plus, l'audit des installations après explosion AZF du 21/09/01 réalisé par ELYO pour mise en service après le sinistre, précise:

Chapitre IX .7. Turbine à gaz Rapport d'état des équipements page 6/29 :

« Les armoires de contrôle commandes....., des chocs de type électriques ont également pu être initiés.

La traduction a bien été interprétée par ELYO OCEAN.

Hormis ces « détails », nous rappelons que l'installation de cogénération de la SNPE ne comporte pas que deux turbines à gaz mais utilise aussi une turbine à vapeur de 1MW raccordée sur le réseau EDF. Les responsables de ELYO OCEAN n'ont jamais caché que le jour du sinistre, ils avaient essayé de coupler cette installation au réseau sans y parvenir.

Il est aussi important de noter que le découplage de la HTA enregistré à 10h 17mn 55s 77 au poste Mounède confirmé par EDF sur le document du dossier EDF, **ne figure pas** sur les enregistrements au fil de l'eau Téléconduite EGS du même dossier (document N°11 page 18).

En effet le délestage enregistré juste après le fonctionnement de 25 centièmes de seconde d'une source autonome enregistré « TGS SETMI » correspond au délestage au poste Mouillone qui n'a absolument rien à voir avec le poste Mounède.

D'ailleurs il serait très intéressant de savoir ce qu'il s'est passé au poste MOUILLONE à 10h 17mn 55s 77.

L'enregistrement au fil de l'eau EGS n'a pas été clairement expliqué par les services EDF.

Les commentaires d'EDF concernant le couplage d'un producteur indépendant font référence à la centrale de cogénération de la SETMI située à l'Usine d'Incinération des Ordures Ménagères du Mirail raccordée au réseau EDF au poste source de MOUNEDE situé à 5 km d'AZF.

Le schéma électrique des réseaux EDF concernés (document EDF n°2) fait apparaître une centrale de cogénération appelée SETMI débitant sur un réseau EDF en 20KV mais raccordée sur aucun poste EDF (MOUNEDE ou LAFOURGUETTE).

EDF précise: *« Aucun événement réseau ne semble corrélér avec le déclenchement de la SETMI ».*

Cette affirmation nous a poussé à rechercher un lien entre la SETMI et le poste de LAFOURGUETTE.

Le document EDF N°11 intitulé « Fil de l'eau du 21-09-05 » confirme une liaison physique et directe entre le poste de LAFOURGUETTE et SETMI.

La liaison physique par câble haute tension 20KV entre le poste de LAFOURGUETTE et la SETMI est incontestable. De plus, le document EDF confirme la présence de deux interrupteurs haute tension 20KV (Inter 1 et inter 2), au point de raccordement de la cogénération SETMI et du réseau EDF depuis le poste de LAFOURGUETTE.

Au vu des éléments ci-dessus il est incontestable que la tentative de couplage SETMI directement relié au poste source de LAFOURGUETTE est l'événement à l'origine des autres événements enregistrés consécutivement, au même poste source de LAFOURGUETTE.

Nous en déduisons que le couplage de la centrale appelée SETMI par EDF concerne en fait le couplage de la centrale de cogénération de la SNPE.

La tentative de couplage de la cogénération SNPE a engendré un disfonctionnement de type court-circuit qui a eu lieu au moment du couplage.

Ce court-circuit a entraîné le déclenchement en protection Maximum d'Intensité (Max de I) des disjoncteurs d'encadrement du transformateur 311 du poste source Lafourguette.

Cet événement est validé par le document N° 16 du dossier EDF en page 2 :

- temps reconstitué : 10h 17mn 56s 72,

Événement RTE : Événement DEGS : Ordre d'ouverture des disjoncteurs d'encadrement du TR 311, Commentaires EDF : Fonctionnement sur protection, **origine non enregistrée**, temps de réponse et acquisition estimés 100 ms.

- temps enregistré RTE : 10h 17mn 56s 82,

Événement RTE : Disjoncteur 63 KV TR 311 ouvert à Lafourguette, Événement : Ouverture des 2 disjoncteurs d'encadrement, Commentaires : **Pas d'enregistrement (idem ci-dessus)**.

Dans le cas du fonctionnement normal du calculateur du Poste Asservi de LAFOURGUETTE, le déclenchement de la HTA **aurait dû automatiquement via le calculateur, soit ouvrir soit interdire la fermeture du disjoncteur 63KV** de protection de l'alimentation en schéma normal d'exploitation de la cogénération de la SNPE depuis le poste source de Lafourguette..

Ce type d'informations ultra sécuritaires est transmis par le calculateur du poste source dont le fonctionnement est décrit en début de document au chapitre 2-1.

Donc, l'ordre d'ouverture ou de non fermeture du disjoncteur 63 KV d'alimentation de la source Normale du poste de transformation de la centrale de cogénération de la SNPE aurait du transiter depuis le calculateur du poste source de LAFOURGUETTE, vers le système de commande des cellules Haute Tension du poste de la centrale de cogénération de la SNPE.

Cette information n'est pas parvenue depuis le poste source de LAFOURGUETTE au poste de la centrale de cogénération SNPE car le calculateur du Poste source de LAFOURGUETTE était en panne à ce moment là.

6 - 4 - Panne du calculateur du poste source de La Fourguette

Le poste source de LAFOURGUETTE, situé à 400 mètres du hangar 221 d'AZF a été endommagé mais pas entièrement détruit par le souffle de l'explosion du 21 septembre 2001.

L'intervention rapide des services techniques d'EDF a permis une remise en service partielle des installations immédiatement après l'explosion le 22/09/01 (d'après le rapport d'expertise SCHNEDER ELECTRIC page 3).

Pour ce faire, EDF a fait intervenir les spécialistes des différents matériels en place de manière à réaliser les expertises nécessaires aux réparations et aux remises en service des installations.

Dans le dossier de réclamation EDF PRODUCTION, il a été remis divers rapports d'expertise en appui des éléments de chiffrage.

Le rapport d'intervention du 28 septembre 2001 de la société SCHNEIDER ELECTRIC a pour objet : Rapport d'expertise sur PA TLC11MS (version PAX 25) LA FOURGUETTE.

Nous nous sommes procurés la documentation technique du TLC 11MS du fabricant Merlin Guerin. Cette documentation technique confirme bien qu'il s'agit de l'automate calculateur du poste source de LAFOURGUETTE, matériel exclusivement utilisé par EDF pour l'exploitation des postes asservis (PA).

Le rapport d'expertise de SCHNEIDER ELECTRIC précise en page3/3:

« Afin de vérifier la relance automatique :

Le module BAT (Batterie) présent dans l'équipement n'a pas été remis à niveau depuis avril 93, (changement des batteries)... Les batteries du module BAT semblent avoir supporté la coupure mais la prise en compte de la chute de tension par l'équipement n'est pas réalisée . Il est nécessaire de mettre à niveau le module BAT : vérification des batteries, modification de l'étage CHT (résistanceR8 , condensateur ajouté sur le signal chute de tension) ».

En d'autres termes plus simples, le calculateur a bien enregistré l'information mais l'équipement n'a pas réagi à l'information car le module batteries est défaillant.

Il est important de noter qu'au moment de l'essai du calculateur par SCHNEIDER ELECTRIC, le calculateur se trouve dans une configuration normale de fonctionnement donc à l'**identique de son état avant l'explosion**, (il n'y a pas d'alimentation électrique provisoire ni autre source d'alimentation rajoutée) puisque en conclusion il est précisé que l'équipement a été remis en exploitation sans difficulté et que l'équipement a correctement résisté à l'explosion.

Le rapport précise en page 1: « Améliorations conseillées: Dépannage du module BAT01A: contrôle et mise à niveau. Mise à niveau du module DAL01A : Kit DAL ».

Il est évident que la défaillance du module batterie qui n'a pas été remis à niveau depuis 1993 était existante avant le sinistre AZF et n'a aucun lien avec le souffle de l'explosion du 21 septembre 2001.

De plus le document N° 16 du dossier EDF ne fait que confirmer la panne du calculateur puisqu'il est écrit en page 2 :

Datation reconstituée : 10h 17mn 56s 72, Ordre d'ouverture des disjoncteurs d'encadrement du TR311, Fonctionnement sur protection, **origine non enregistrée**, temps de réponse et acquisition estimés 100 ms.

Le commentaire EDF de l'événement suivant : Ouverture des 2 disjoncteurs d'encadrement précise:**Pas d'enregistrement (idem ci-dessus)**.

Nous avons aussi constaté qu'aucun événement en provenance du poste de LAFOURGUETTE ne figure sur le document N°11 Fil de l'eau Téléconduite EGS du même dossier EDF aussi bien avant l'explosion, qu'après l'explosion.

Il est incontestable qu'avant l'explosion, les enregistrements des événements qui surviennent au poste source de LAFOURGUETTE ne parviennent plus au Poste Central de Conduite.

Les éléments de preuve de la panne du calculateur du poste source de LAFOURGUETTE qui sont fournis par les services EDF, ne peuvent être mis en doute.

Le défaut initialement enregistré sur l'alimentation en schéma de Secours d'exploitation en 20 KV a été réalimenté à partir de la ligne 63 KV d'alimentation en schéma normal d'exploitation de la cogénération de la SNPE depuis le poste source de LAFOURGUETTE.

La réalimentation du poste de transformation de la cogénération SNPE a été exécutée sur une installation déjà en court-circuit d'où un second court-circuit sur la ligne Poste source de LAFOURGUETTE /SNPE.

Ces courts-circuits importants et très rapprochés ont engendré des désordres électriques importants sur le réseau, désordres qui sont à l'origine de la première perte de tension 63 KV sur les barres de distribution A et B du poste de PORTET St. Simon, poste de distribution 225KV/63KV/20KV par le déclenchement des disjoncteurs de protections (c.f. document EDF N° 10 page 18) .

6 - 5 - Déclenchement et renclenchements automatique des tensions barres 63KV au poste de PORTET Saint Simon

le premier déclenchement a engendré une première tentative ratée de renclenchement automatique des tensions barres 63KV au poste de PORTET entraînant d'importantes montées en tension pouvant générer des pointes de tension supérieures à 100000 Volts sur le réseau .

Le dernier retour des tensions barres 63 KV au poste de PORTET Saint Simon enregistré à 10h 17 mn 57s 12 atteste des réalimentations successives en 63 KV de la ligne d'alimentation normal de la SNPE dont le disjoncteur de protection transfo est toujours fermé sur un circuit déjà en défaut.

Les différents déclenchements et renclenchements sur les barres du poste de PORTET Saint Simon sont enregistrés sur le document N° 11 du dossier EDF, suivant le tableau ci-dessous:

Docu. N° 11 Dossier EDF				
Fils de l'eau téléconduite EGS				
temps enregistré	Datation reconstituée			
10h17mn55s77		Mounède	TGSSETMI	TS FONCT (Télésignalisation de fonctionnement)
10h17mn56s02		Mounède	TGSSETMI	TS FONCT FIN (Télésignalisation de fin de fonctionnement)
10h17mn56s93 PA Mouillone		Mouillone	DELEST (délestage)	DEF FREQ (défaut fréquence)
10h17mn57s05		Portet	TT 63 B (Transfo de potentiels prise de tension)	MANQ U (manque tension barres B)
10h17mn57s05		Portet	TT 63 B (Transfo de potentiels prise de tension)	RETOUR U (retour tension barres B)
10h17mn57s06		Portet	TT 63 A (Transfo de potentiels prise de tension)	MANQ U (manque tension barres A)
10h17mn57s06		Portet	TT 63 A (Transfo de potentiels prise de tension)	RETOUR U (retour tension barres A)
10h17mn57s07		Portet	DELEST (délestage)	DEF FREQ (défaut fréquence)
10h17mn57s12		Portet	TT 63 B (Transfo de potentiels prise de tension)	MANQ U (manque tension barres B)
10h17mn57s12		Portet	TT 63 A (Transfo de potentiels prise de tension)	MANQ U (manque tension barres A)
10h17mn57s12		Portet	TT 63 B (Transfo de potentiels prise de tension)	RETOUR U (retour tension barres B)
10h17mn57s13		Portet	TT 63 A (Transfo de potentiels prise de tension)	RETOUR U (retour tension barres A)
10h17mn58s54		Castanet	TG SA (Télégestion Signal d'Alarme)	DEF URG1 (défaut urgence niveau 1)
10h17mn58s56		Castanet	TG SA (Télégestion Signal d'Alarme)	DEF P CD (????)
10h17mn58s73		Castanet	TG SA (Télégestion Signal d'Alarme)	DEF P CD FIN (fin de défaut)

Nous constatons que ces enchaînements d'événements ne figurent pas sur le document N°16 du dossier EDF, d'où une fois de plus la preuve de la volonté de cacher des dysfonctionnements de la part des services EDF.

Par contre le document EDF N° 9 page 1.1 précise:

Ligne d'enregistrement A8: UR 3RAMIER G4: 85 KV/cm ; l'oscillographe a enregistré une surtension de 85 000 Volts sur la ligne LAFOURGUETTE RAMIER à 10 heures 17 minutes 57 secondes 54 centièmes. (de nombreuses informations inscrites sur cette feuille nécessitent des explications plus approfondies de la part des services EDF).

- 6 - 6 - Déclenchement sur liaison 63 KV LAFOURGUETTE RAMIER

Le dernier retour des tensions barres 63 KV au poste de PORTET Saint Simon enregistré à 10h 17 mn 57s 12 atteste des réalimentations successives en 63 KV de la ligne d'alimentation normal de la SNPE dont le disjoncteur de protection transfo est toujours fermé sur un circuit déjà en défaut.

Les pointes de surtension successives engendrées par **les tentatives ratées de renclenchements** automatiques des tensions barres 63KV au poste de PORTET ont commencé par créer un phénomène d'ozonisation de l'air (condensation de l'oxygène par l'effluve électrique, l'ozone très oxydant et antiseptique), constituant un traceur se propageant entre le défaut initial existant sur la ligne secours 20 KV toujours reliée au réseau par la ligne normale 63KV de la SNPE et la terre du poste de LAFOURGUETTE.

Le dernier retour des tensions barres 63 KV au poste de PORTET Saint Simon est enregistré à 10h 17 mn 57s 12 centièmes.

Cette dernière réalimentation en 63 KV de la ligne d'alimentation normal de la SNPE dont le disjoncteur de protection transfo est toujours fermé sur un circuit déjà en défaut, a fait claquer (voire exploser) le disjoncteur 800 Ampères 72 KV de protection du transformateur 63KV/20KV de la SNPE (tension de claquage) ainsi que l'ouverture du disjoncteur de protection de la ligne 63KV LAFOURGUETTE /Ramier dont une phase s'est mise à la terre. Le défaut a été enregistré au poste de LAFOURGUETTE en max de I.

Le document n°16 de EDF précise: Déclenchement suite à un défaut monophasé sur la liaison souterraine de l'alimentation SNPE LAFOURGUETTE RAMIER et fait état d'une valeur du courant défaut de 5510 Ampères efficace

la valeur de 5510 Ampères efficace donnée par EDF exprime la valeur efficace Icc du courant de court-circuit au poste source et non à l'endroit réel du court-circuit (site SNPE), et ne tient pas compte de la valeur instantanée maximum que peut atteindre le courant de court-circuit: la valeur de crête Ip. Cette valeur de crête est très élevée et supérieure au courant Icc efficace en raison de la composante continue amortie qui peut se superposer et qui dépend de la valeur instantanée de la tension à l'instant initial du court-circuit.

- Un arc électrique de très forte énergie à pris naissance au point de défaut.

- 6 - 7 - Arc électrique

Cet arc électrique s'est refermé à la terre au poste source LAFOURGUETTE en traversant le hangar 221 qui contenait de l'amo-nitrate.

Le cheminement de cet arc électrique a été favorisé par le phénomène d'ozonisation de l'air créé par les surtensions successives et de très fort voltage (100 000 Volts), générées par les tentatives de renclenchements enregistrées au Poste de PORTET.

Le document EDF N° 9 page 1.1 précise:

Cet arc électrique est comparable aux simulations expérimentales de l'éclair en laboratoire par décharge dans l'air. Une décharge se décompose en deux phases :

La propagation du traceur descendant est caractérisée par une tension élevée et un courant faible, tandis que l'arc en retour correspond au passage d'un courant très intense.

L'analyse succincte des événements du document n°16 de EDF. précise en page 8 :

« La vérification visuelle des connexions, du circuit de terre du poste, de la masse grille et de la mise à la terre de la cuve du transformateur ne révèle pas d'anomalie apparente ».

Un descriptif des travaux à réaliser pour remettre en état le Poste source de Lafourguette a fait l'objet de la commande d'exécution Réseau Transport Electricité (R.T.E.), N° 4500064413 / T100 du 26/12/2001.

Le descriptif RECONSTRUCTION DU BATIMENT DE COMMANDE SUITE A EXPLOSION AZF précise en page 2:

« MALT (Mise A La Terre) : L'ensemble du dispositif est détruit ».

cela prouve bien qu'un important défaut à la terre a eu lieu au poste source de Lafourguette, défaut d'une puissance supérieure à la puissance de défaut pour laquelle ces protections auraient du fonctionner normalement et sans effet destructeur du dispositif. L'effet de souffle ne peut être à l'origine de la destruction du dispositif de mise à la terre. Un inventaire de ces dispositifs reste à réaliser en sachant que ces installations sont standard dans tous les postes sources de EDF.

Le rapport de contrôle des installations réalisé par la société SPIE TRINDEL les 25, 26 et 27 septembre 2001, contrôle effectué sur les tranches TR313, SA1/SA2 TR313, général et services auxiliaires précise également :

TRANCHE GENERALE TR 313 :

Une carte CR5 relais 6 à vérifier : trace de brûlure.

« Module terre résistante HS (N° MT406PTN31028) remplacé par un module sans fonction (Protection thermique de neutre) ».

Le module de terre est hors service donc un défaut à la terre l'a détruit.

Nous en concluons qu'un important courant de défaut à la terre est apparu au poste de LAFOURGUETTE, courant de défaut du à l'arc électrique qui s'est refermé à la terre au poste source LAFOURGUETTE en traversant le hangar 221 qui contenait de l'amo-nitrate.

L'énergie véhiculée par cet arc électrique a fait monter en température l'amo-nitrate jusqu'au point d'explosion.

Bien que pouvant arrêter là notre analyse, il nous paraît important de pousser plus en avant le scénario ci-dessus.

Nous avons l'intime conviction qu'un élément complémentaire a été entièrement occulté.

- 6 - 8 - Existence d'une autre alimentation haute tension EDF sur le site de la SNPE

Cette liaison a du jouer un rôle prépondérant aussi bien au niveau des perturbations du réseau enregistrées au poste de distribution principal de PORTET Saint Simon que dans le cheminement de l'arc électrique final.

Nous savons que le poste source de LAFOURGUETTE date des années 1990. (les batteries du calculateur PA datent de 1993 et n'ont jamais été remises à niveau).

C'est à partir de la création de ce poste source que la SNPE est alimentée en 63 KV par la ligne 63 KV normal comme précisé dans le dossier EDF.

L' extension du réseau EDF a permis de réaliser l'installation de cogénération de la SNPE qui a été mise en service en 1997.

Nous rappelons que l'installation de cogénération et de production de vapeur de la SNPE a fait l'objet d'un contrat d'exploitation entre la société ELYO OCEAN et SNPE signé en date 25/05/1997.

Avant la création du poste source de LAFOURGUETTE, la SNPE possédait déjà une alimentation Haute Tension qui a été maintenue en service après la mise en service de l'alimentation 63KV issue du poste de LAFOURGUETTE.

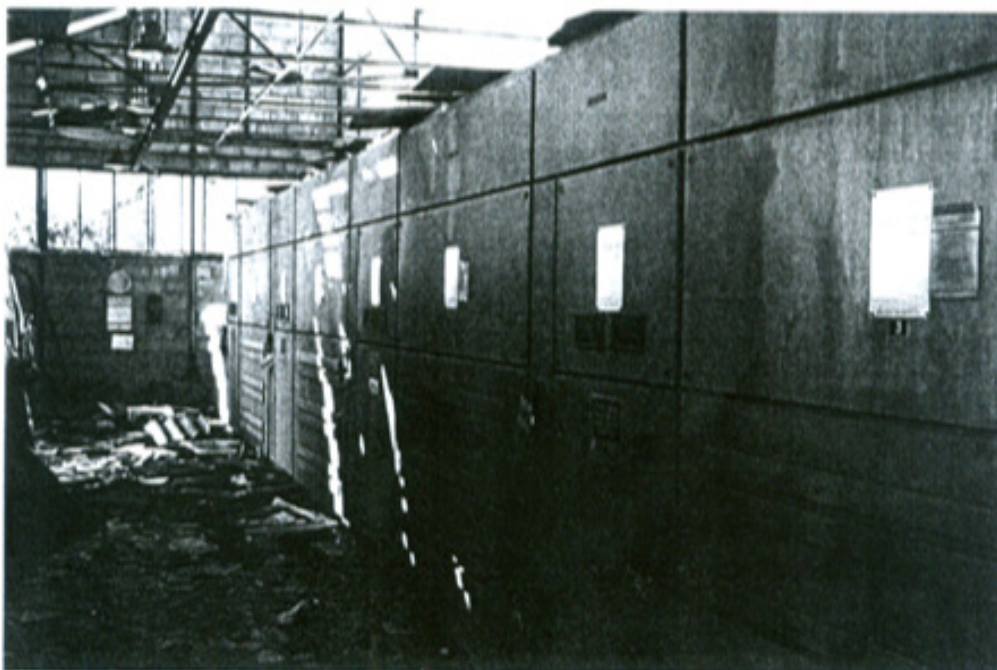
Le disjoncteur de protection de la ligne 63KV issu du poste source de LAFOURGUETTE est situé a proximité du local chaufferie de la SNPE.

Les photographies de ce disjoncteur en notre possession nous permettent d'affirmer qu'il s'agit d'un disjoncteur de technologie dite disjoncteur « ouvert » HT qui utilise le gaz SF6 comme gaz de coupure et d'isolement et fonctionne selon la technique de coupure par auto-soufflage. Il est constitué par assemblage de chambres de coupure modulaire, dont le nombre est déterminé par la valeur du pouvoir de coupure.

Cette dernière génération d'équipement est mise en œuvre pour la réalisation des postes conventionnels HT nécessaires à la protection des réseaux de transport et de répartition 72,5 KV à 800 KV.

Or, nous avons également en notre possession d'autres photographies du site SNPE qui nous prouvent l'existence d'un ensemble de cellules d'arrivées HauteTension d'une technologie plus ancienne qui correspond a notre avis aux cellules de protection de l'alimentation Haute tension initiale du site de la SNPE.

Cellules Haute tension Site SNPE



Cellules Haute tension Site SNPE



Nous avons localisé ces équipements sur le site. Il s'agit du poste F2 du site de la SNPE.

Ces installations sont situées dans d'autres bâtiments que le bâtiment chaufferie renfermant les installations de cogénération de la SNPE.

Nous avons là un premier élément de réponse quand à l'existence d'une troisième ligne d'alimentation Haute tension du site SNPE.

La photographie suivante montre une déformation vers l'extérieur, des tôles de protection qui sont situées à l'arrière des cellules.

Cette déformation laisse présumer un défaut électrique à l'intérieur des cellules.

Déformation vers l'extérieur des tôles arrières des cellules Haute tension



Déformation vers l'extérieur des tôles arrière des cellules Haute tension



7 – ANALYSE DU DOCUMENT « CHRONOLOGIE COMMUNE RTE-DEGS DES EVENEMENTS ELECTRIQUES DU 21 SEPTEMBRE 2001 ».

Ce chapitre est destiné à étayer notre argumentation sur chaque point d'analyse émis par EDF (document n°16).

- en noir : texte du document EDF/
- en bleu: analyse et commentaires

Analyse succincte des événements

Déclenchement suite à un défaut monophasé sur la liaison souterraine d'alimentation SNPE LAFOURGUETTE RAMIER.

*défaut câble: Le câble a été remis sous tension après donc le défaut câble est improbable.**

Comme indiqué ci dessous, le câble a été coupé à 50 mètres de son extrémité pour permettre la réalimentation en secours 20KV de la SNPE, donc rien ne prouve l'absence de défaut sur la câble sur les 50 mètres coupés et non réutilisés.

Défaut poste (à l'extrémité du câble)

*Origine possible: défaut propre à l'installation du poste
origine externe AZF, SNPE, autre
défaut installation intérieure SNPE*

Est-il possible à partir d'éléments factuels d'orienter l'identification de la caus ?

Les premiers constats effectués visuellement par les exploitants EGS et RTE qui ont visité le poste SNPE après l'accident permettent d'affirmer que :

- dans le poste RAMIER (propriété SNPE) une colonnette du sectionneur d'arrivée du câble souterrain 63KV LAFOURGUETTE- RAMIER est cassé; la partie connectée à la tête de câble reste suspendue par la connexion de raccordement.
- cette colonnette est située sur la phase 11, qui est celle sur laquelle un défaut à été enregistré sur les oscillographes de LAFOURGUETTE.

.Cet événement a fait l'objet de l'enregistrement sur l'oscillographe de LAFOURGUETTE (c.f.: doc. EDF 9-1-1).

Le temps enregistré à 10h 17mn 57s 54 centièmes est antérieur à l'explosion du hangar 221.

En effet nous pouvons estimer le temps de l'explosion juste avant les événements correspondant au souffle de l'explosion engendrant des défauts généralisés à l'ensemble du réseau EDF dont les premiers sont enregistrés à 10h 18mn 07s 37 cent.

- Des traces d'amorçage ont été observées.

- Le câble fonctionnant parfaitement depuis sa remise en service, un défaut sur le câble est exclu sur la partie remise en service (le câble a été coupé à 50 mètres de son extrémité pour permettre la réalimentation en secours 20 KV de la SNPE).

- Ce défaut phase 11-terre est certainement dû à l'amorçage à la masse de la partie active de la colonnette lors de son balancement au bout de la connexion après sa rupture.

- La rupture de la colonnette est probablement due à une forte sollicitation mécanique (choc, secousse intense, vibrations...)

Un amorçage de court-circuit est visible au niveau du sectionneur de tête de la ligne 63 KV au poste de la SNPE.

Cet amorçage électrique confirme des dysfonctionnements sur le réseaux électrique survenus avant l'explosion du hangar 221

Nous rappelons qu'en cas de court-circuit affectant le réseau, tous les matériels et liaisons (câbles, lignes) traversés par le court-circuit subissent **une forte contrainte mécanique** (effort électrodynamique) qui peut entraîner des ruptures, et une contrainte thermique pouvant entraîner la **fusion des conducteurs** et la destruction des isolants:

- au point de défaut, se manifeste le plus souvent **un arc électrique de forte énergie** dont les effets destructeurs sont très importants et qui peut se propager très rapidement dans toute l'installation.

Ce court-circuit peut être considéré comme le point d'amorçage de l'arc électrique entre la chaufferie de la SNPE et le poste source de LAFOURGUETTE.

Conséquence du courant de défaut de 5500 A lié à l'événement précédent/

L'analyse détaillée des éléments à notre disposition n'est pas suffisante pour évaluer avec précision la circulation des courants et les niveaux de tension aux différents points du réseau.

Divers simulations prenant en compte d'une part les mesures disponibles et d'autre part le schéma exact du réseau lors de l'incident pourraient être engagées si nécessaire.

La valeur de 5500 ampères correspond à la valeur de réglage du seuil magnétique du disjoncteur de protection de la ligne mais ne correspond absolument pas à la valeur réelle du courant de court-circuit au point de défaut que nous estimons à plus de un kilomètre du disjoncteur de protection de ligne situé au poste de LAFOURGUETTE.

défaut ligne aérienne LAFOURGUETTE CHAQTEAU pont des Demoiselles, 9 secondes environ après le premier défaut :

Défaut biphasé puis monophasé se traduisant par un conducteur à terre.

L'hypothèse avancée est celle d'un câble coupé par un choc mécanique qui entre en contact avec un second conducteur de la ligne, puis tombe à terre.

L'inspection de la portée de câble récupérée montre de nombreuses blessures des brins par des impacts d'objets durs (probablement des débris de métal, car il n'y a pas de traces d'amorçage ou d'échauffements visibles).D'ailleurs à l'endroit où le câble est coupé le faciès de coupure de chaque brin montre qu'il a subi un effort mécanique brutal de déformation par un impact violent du à un objet dur (métal repoussé). Des traces de rouille apparaissent sur de nombreux points des brins d'almelec qui ont subi des impacts.

L'amorçage du câble de la phase7 avec la phase 3 est du au contact entre les conducteurs phase 7 et phase 3.

Avant d'amorcer à la tere en tombant au sol, le câble a heurté la caténaire SNCF.

La rupture s'est produite à 30 mètres environ du pylône le plus proche des établissements BROSSETTE et de route d'Espagne.

Au vu de ces constatations la rupture du câble est vraisemblablement la conséquence de la projection de matériaux.

Déclenchement transfo 311 du poste de LAFOURGUETTE

Survenant légèrement après (raillé: avant) le défaut de la liaison SNPE

L'ouverture des disjoncteurs amont et aval a été constatée, sur défaut sans signalisation au PA (armoire de téléconduite DEGS située au poste)

Le défaut n'a pas été signalé en raison de la panne du calculateur du poste de LAFOURGUETTE. Ce déclenchement est survenu à l'apparition d'un second défaut à la terre du réseau situé en aval du transformateur TR 311, c'est le principe du régime de neutre Impédant.

Les causes possibles de défaut sont:

- max I: mais il n'y a pas eu de défaut constaté a postérieure, or un défaut transformateur est rarement fugitif.

Le déclenchement des disjoncteurs en maximum d'intensité ne sont possibles que lors de l'apparition de deux défauts simultanés sur la ligne considérée.

C'est la spécificité du régime de neutre Impédant dont le principe consiste a signaler le premier défaut sans coupure de l'alimentation en défaut, qui nécessite une intervention rapide d'acquittement du premier défaut par le personnel technique, et le déclenchement des protections au second défaut si le premier n'a pas été isolé.

Ce principe est appliqué aux sites nécessitant une continuité d'exploitation et de services tel que les hôpitaux ou les sites industriels de technologie complexe.

- masse cuve ou masse grille : rien de constaté mais il y a pu avoir possibilité de défaut suite à montée en potentiel de terre,

- Buccholz: bulles: pas de défaut persistant constaté donc improbable

Palettes : mouvement d'huile du à vibration ou défaut (mais pas de défaut constaté).

Après l'accident le transformateur a fait l'objet de contrôle: pas de gaz émis, analyse d'huile correcte, aucune trace d'amorçages extérieurs, les parties en porcelaine ont été contrôlées par «sonnage». Tout était satisfaisant et la remise en service a été réalisée par EGS le 27 septembre, sans incident de fonctionnement depuis.

La vérification visuelle des connexions, du circuit de terre du poste, de la masse grille et de la mise à la terre de la cuve du transformateur ne révèle pas d'anomalie apparente.

La mesure de la répartition des courants dans le réseau de terre n'a pas été effectuée.

- perte PA distribution (armoire de téléconduite) de LAFOURGUETTE.

Le PA est reparti sans réparation après événement

Il a pu être endommagé soit par montée en potentiel, soit par souffle.

Sur le PA distribution (DEGS) la porte était arrachée. Lors de son arrachement elle a arraché la connexion de sécurité, d'où un arrêt normal par fusion programmée d'un fusible . Après remise en place de cette connexion et remplacement du fusible, le PA a été remis en service sans encombre.

Le PA transport était tombé au sol car appuyé contre une cloison détruite et de de fait hors service. Après remise en place, réincertion des cartes, des connecteurs et des liaisons télécom, il a été remis en service sans encombre.

Le PA DEGS de LAFOURGUETTE n'est pas connu pour se mettre en défaut sur incident réseau.

Cette affirmation est en complète contradiction avec le rapport d'intervention du 28 septembre 2001 de la société SCHNEIDER ELECTRIC ayant pour objet: « Rapport d'expertise sur PA TLC11MS (version PAX 25) LA FOURQUETTE ».

Nous nous sommes procuré la documentation technique du TLC 11MS du fabricant Merlin Guerin. Cette documentation technique confirme bien qu'il s'agit de l'automate calculateur du poste source de Lafourquette, matériel exclusivement utilisé par EDF pour l'exploitation des postes asservis (PA).

Le rapport d'expertise de SCHNEIDER ELECTRIC précise en page3/3:

« Afin de vérifier la relance automatique:

*Le module BAT (Batterie) présent dans l'équipement n'a pas été remis à niveau depuis avril 93, (changement des batteries)... Les batteries du module BAT semblent avoir supporté la coupure **mais la prise en compte de la chute de tension par l'équipement n'est pas réalisée . Il est nécessaire de mettre à niveau le module BAT : vérification des batteries, modification de l'étage CHT (résistanceR8 , condensateur ajouté sur le signal chute de tension) ».***

En d'autres termes plus simples, le calculateur a bien enregistré l'information mais l'équipement n'a pas réagi à l'information car le module batteries est défaillant.

Il est important de noter qu'au moment de l'essai du calculateur par SCHNEIDER ELECTRIC, le calculateur se trouve dans une configuration normale de fonctionnement donc à l'**identique de son état avant l'explosion**, (il n'y a pas d'alimentation électrique provisoire ni autre source d'alimentation rajoutée) puisque en conclusion il est précisé que l'équipement a été remis en exploitation sans difficulté et que l'équipement a correctement résisté à l'explosion.

Le rapport précise en page 1: « Améliorations conseillées : Dépannage du module BAT01A: contrôle et mise à niveau. Mise à niveau du module DAL01A: Kit DAL ».

Il est incontestable que la défaillance du module batterie qui n'a pas été remis à niveau depuis 1993 était existante avant le sinistre AZF et n'a aucun lien avec le souffle de l'explosion du 21 septembre 2001.

La vérification visuelle du circuit de terre et du raccordement des équipement n'a pas révélé d'anomalie apparente.

La qualité du circuit de terre et son équipotentialité n'ont pu être vérifiées par la mesure(cf. ci-dessus).

:Le descriptif « RECONSTRUCTION DU BATIMENT DE COMMANDE DU POSTE DE LAFOURQUETTE SUITE A EXPLOSION AZF » précise en page 2:

MALT (Mise A La Terre): L'ensemble du dispositif est détruit.

« *L'ensemble du dispositif de Mise A La Terre est détruit* », ce qui laisse présumer qu'un défaut à la terre a eu lieu, défaut d'une puissance supérieure à la puissance de défaut pour laquelle ces protections auraient du fonctionner normalement et sans effet destructeur du dispositif. L'effet de souffle ne peut être à l'origine de la destruction du dispositif de mise à la terre. Un inventaire de ces dispositifs reste à réaliser en sachant que ces installations sont standard dans tous les postes sources de EDF.

SETMI: découplage du producteur indépendant/

Celle ci peut provenir soit sur variation de la tension, soit variation de la fréquence

Cet événement n'a pas été vu à LAFOURGUETTE sans doute à cause de la perte du PA, mais à MOUNEDES,. Il convient d'évaluer la qualité de la datation MOUNEDE.

Le fait que cet événement n'a pas été vu à LAFOURGUETTE confirme bien la panne du calculateur du poste source de LAFOURGUETTE.

Voir chronologie comparée et considérations sur la précision des datations et leur synchronisation.

.Le document fourni par EDF intitulé CHRONOLOGIE COMMUNE RTE- DEGS DES EVENEMENTS ELKECTRIQUES DU 21 SEPTEMBRE 2001 comporte le tableau suivant:

DEGS			
temps enregistré	Datation reconstituee	Evènement	Commentaires
10h17mn55s77 PA Mounede	10h17mn56s46	Disjoncteur couplage ouvert	Suite à une signalisation transmise par le SETMI (autoproducteur situé à 2,5 Km à vol d'oiseau d'AZF) via la liaisonspecialisée SETMI- Poste HTB/HTA Mounède (situé à 5km d'AZF et 2km de la SETMI), cette information indique un découplage du réseau HTA.
10h17mn56s02			TS FONCT FIN (Télésignalisation de fin de fonctionnement)
	10h17mn56s71	Fin de la télésignalisation	
	10h17mn56s72	Ordre d'ouverture des disjoncteurs d'encadrement du TR 311	Fonctionnement sur protection, origine non enregistrée, temps de réponse et acquisition estimés 100ms
		ouverture des disjoncteurs d'encadrement du TR 311	Pas d'enregistrement (idém ci-dessus)
10h17mn56s93 PA Mouillone		DELEST (délestage) Mouillone	DEF FREQ (défaut fréquence)

Les commentaires de EDF concernant le couplage d'un producteur indépendant font référence à la centrale de cogénération de la SETMI située à l'Usine d'Incinération des Ordures Ménagères du Mirail raccordée au réseau EDF au poste source de MOUNEDE situé à 5 km d'AZF.

Le schéma électrique des réseaux EDF concernés (document EDF n°2) fait apparaitre une centrale de cogénération appelée SETMI débitant sur un réseau EDF en 20KV mais raccordée sur aucun poste EDF (MOUNEDE ou LAFOURGUETTE).

Aucun événement réseau ne semble corrélér avec le déclenchement de la SETMI.

Cette affirmation nous a poussé a rechercher un lien entre la SETMI et le poste de LAFOURGUETTE.

Le document EDF N°11 intitulé « Fil de l'eau du 21-09-05 » confirme une liaison physique et directe entre le poste de LAFOURGUETTE et SETMI.

DEGS			
temps enregistré	Datation reconstituée	Evènement	Commentaires
10h17mn55s77 PA Mounède	10h17mn56s46	Disjoncteur couplage ouvert	Suite à une signalisation transmise par le SETMI (autoproducteur situé à 2,5 Km à vol d'oiseau d'AZF) via la liaison spécialisée SETMI- Poste HTB/HTA Mounède (situé à 5km d'AZF et 2km de la SETMI), cette information indique un découplage du réseau HTA.
10h17mn56s02			TS FONCT FIN (Télésignalisation de fin de fonctionnement)
	10h17mn56s71	Fin de la télésignalisation	
	10h17mn56s72	Ordre d'ouverture des disjoncteurs d'encadrement du TR 311	Fonctionnement sur protection, origine non enregistrée, temps de réponse et acquisition estimés 100ms
		ouverture des disjoncteurs d'encadrement du TR 311	Pas d'enregistrement (idém ci-dessus)
10h17mn56s93 PA Mouillone		DELEST (délestage) Mouillone	DEF FREQ (défaut fréquence)

Fil de l'eau du 21 09 2001 téléconduite EGS				
temps enregistré				
10h17mn55s77		Mounède	TGSSETMI	TS FONCT (Télésignalisation de fonctionnement)
10h17mn56s02		Mounède	TGSSETMI	TS FONCT FIN (Télésignalisation de fin de fonctionnement)
10h17mn56s93 PA Mouillone		Mouillone	DELEST (délestage)	DEF FREQ (défaut fréquence)
10h19m 13s 10h48m 22s		Lafourquette Lafourquette SETMI	Défaut dialogue Défaut liaison	
11h42m 28s		Lafourquette BERNADET	Inter 1	TC OUVert
11h42m 35s		Lafourquette BERNADET	Inter 1	OUVert
11h43m 03s		Lafourquette FOURCADE	Défaut liaison	FIN
11h43m 19s		Lafourquette FOURCADE	Inter 1	TC FERmé
11h43m 26s		Lafourquette FOURCADE	Inter 1	FERmé
11h44m 28s		Lafourquette COLOMIES	Défaut liaison	
11h45m 10s		Lafourquette ESPAG 41	MQ TENSI	
11h45m 33s		Lafourquette PALA.IMP	Inter 1	TC OUVert
11h45m 37s		Lafourquette ST MARTI	Défaut liaison	
11h45m 40s		Lafourquette PALA.IMP	Inter 1	OUVert
11h46m 10s		Lafourquette GENETS	Défaut liaison	FIN
11h46m 10s		Lafourquette GENETS	Inter 1	OUVert
11h46m 25s		Lafourquette GENETS	Inter 1	TC FERmé
12h14m 54s 12h14m 54s		Lafourquette SETMI Lafourquette SETMI	Défaut liaison Défaut FAS	Fin Fin
12h15m 11s		Lafourquette SETMI	Inter 1	TC OUVert
12h15m 17s		Lafourquette SETMI	Inter 1	OUVert
12h15m 26s		Lafourquette SETMI	Inter 2	TC OUVert
12h15m 31s		Lafourquette SETMI	Inter 2	OUVert
14h17m 38s 14h17m 43s		Lafourquette SETMI Lafourquette SETMI	Inter 1 Inter 1	TC FERmé FERmé
15h30m 37s 15h31m 33s		Lafourquette SETMI Lafourquette SETMI	Défaut FAS Défaut FAS	ACQ (acquité) EFF

La liaison physique par câble haute tension 20KV entre le poste de LAFOURGUETTE et la SETMI est incontestable. De plus le tableau ci-dessus confirme la présence de deux interrupteurs haute tension 20KV (Inter 1 et inter 2), au point de raccordement de la cogénération SETMI et du réseau EDF.

Au vu des éléments ci-dessus il est incontestable que la tentative de couplage SETMI est l'événement à l'origine des autres événements enregistrés consécutivement au poste source de LAFOURGUETTE.

De plus il est surprenant de constater que les documents EDF ne font jamais apparaître clairement la liaison entre le Poste source de LAFOURGUETTE et la centrale de cogénération de la SNPE, alimentation en 20KV.

Nous en déduisons que le couplage de la centrale appelée SETMI par EDF concerne en fait le couplage de la centrale de cogénération de la SNPE.

8 – CONCLUSION.

Cette note d'expertise a pour but d'apporter un éclairage nouveau sur les origines de l'explosion du hangar 221 de l'usine AZF le 21 septembre 2001.

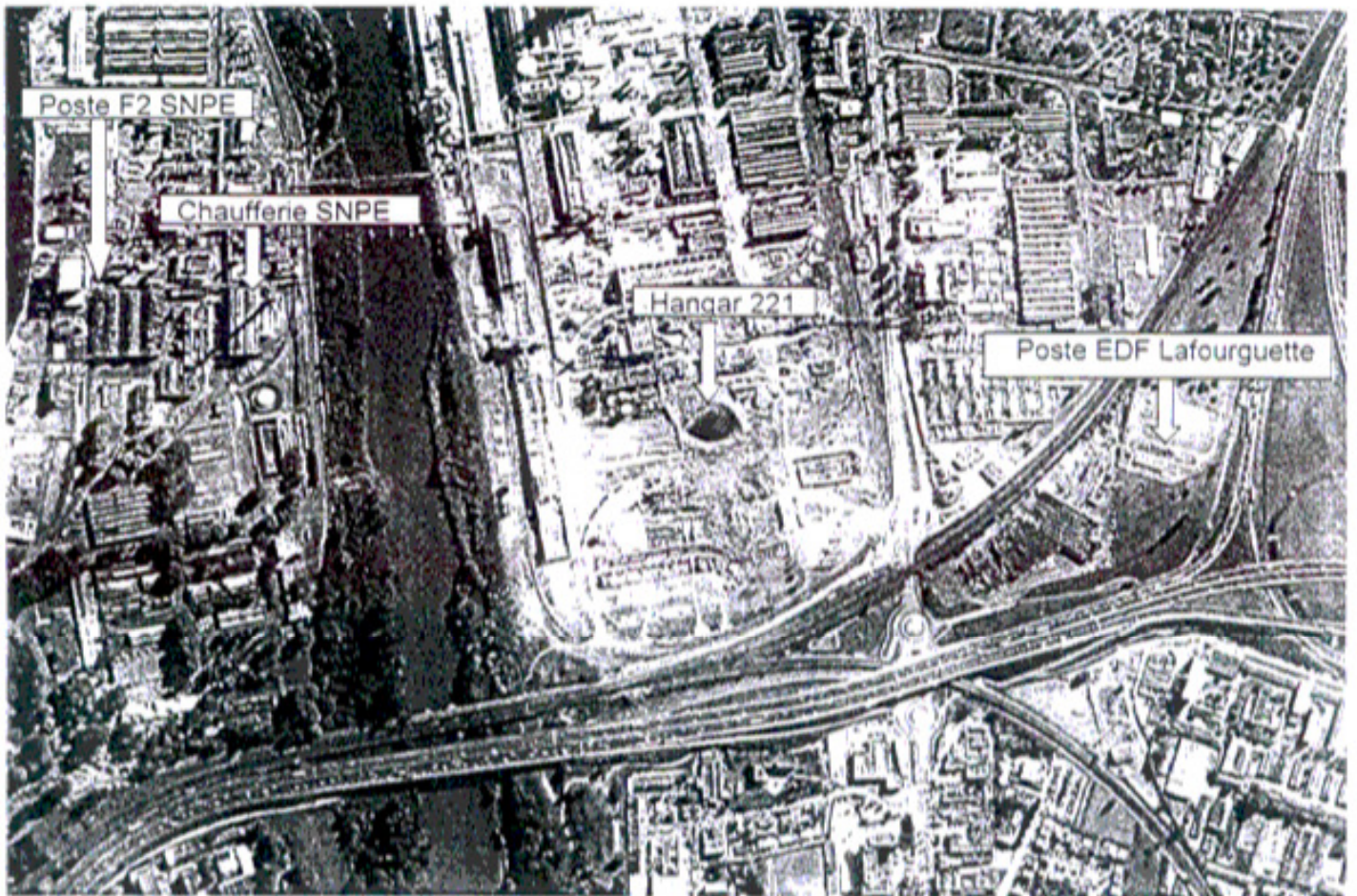
Toutes les informations qui ont étayé ce rapport sont basées sur des documents existants.

Fait à TOULOUSE le 19 août 2005

Modifié le 18 novembre 2005

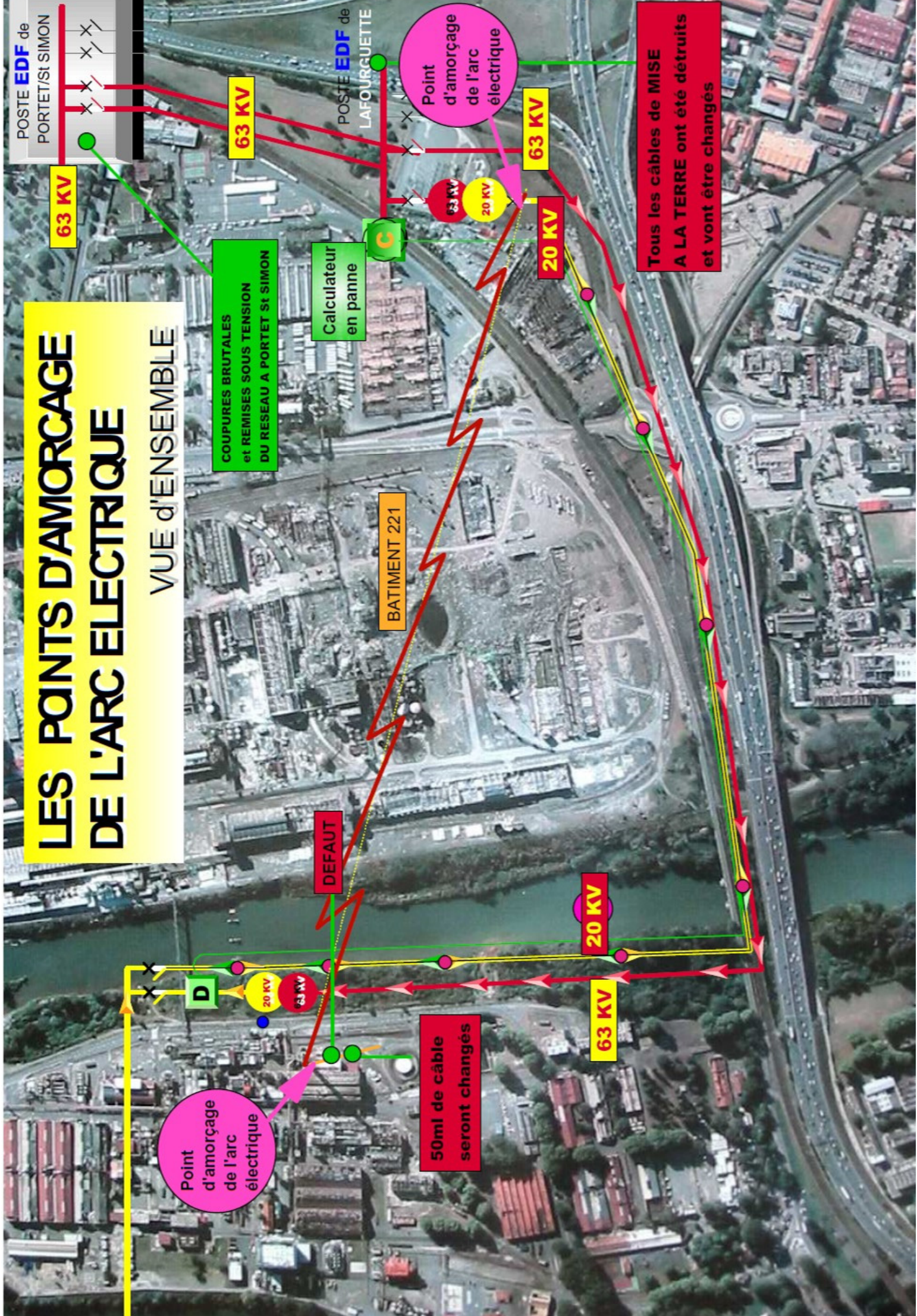
Par : .

VUE AERIENNE DU SITE APRES L'EXPLOSION DU HANGAR 221 D'AZF



LES POINTS D'AMORÇAGE DE L'ARC ÉLECTRIQUE

VUE d'ENSEMBLE



LES EVENEMENTS

1 **EDF**
 DEFAUT A LA TERRE D'UNE PHASE NON-SIGNALE PAR LE CALCULATEUR EN PANNE.

2 **SNPE**

COUPLAGE COGENERATION SNPE
 sur ligne 20 KV en défaut
 Début 10h17mn 55s 77
 Fin 10h17mn 56s 02

3 **EDF**

DECLENCHEMENT DES DISJONCTEURS D'ENCADREMENTS du TRANSFO 311 sur DOUBLE DEFAUT du NEUTRE IMPEDANT
 10h17mn 56s 82

4 **SNPE**

Basculement ALIMENTATION Secours 20KV sur ALIM NORM et NON OUVERTURE Alim norm 63KV
 Calculateur TLC 11MS en panne
 10h17mn 56s 97

POSTE PORTET / GARONNE

PERTE DE TENSION Barres A et B sur 63KV

Perte Barre A
 10h17mn 57s 05
 Retour Barre A
 10h17mn 57s 06

Perte Barre B
 10h17mn 57s 12
 Retour Barre B
 10h17mn 57s 13

RETOUR DE TENSION Barres A et B sur 63KV

PICS de SURTENSIONS sur 63KV

+ de 100KV
 sur 63KV
 10h17mn 57s 61
 10h17mn 57s 63

9 **EDF**

Défaut enregistré sur I=5500A sur (63KV) selon EDF.
 POUR 36MVA c'est le 20 KV qui est en défaut

10 **EDF**

Déclenchement disjoncteur à LAFORGUETTE 10h17mn 57s 76 (Rature document EDF)

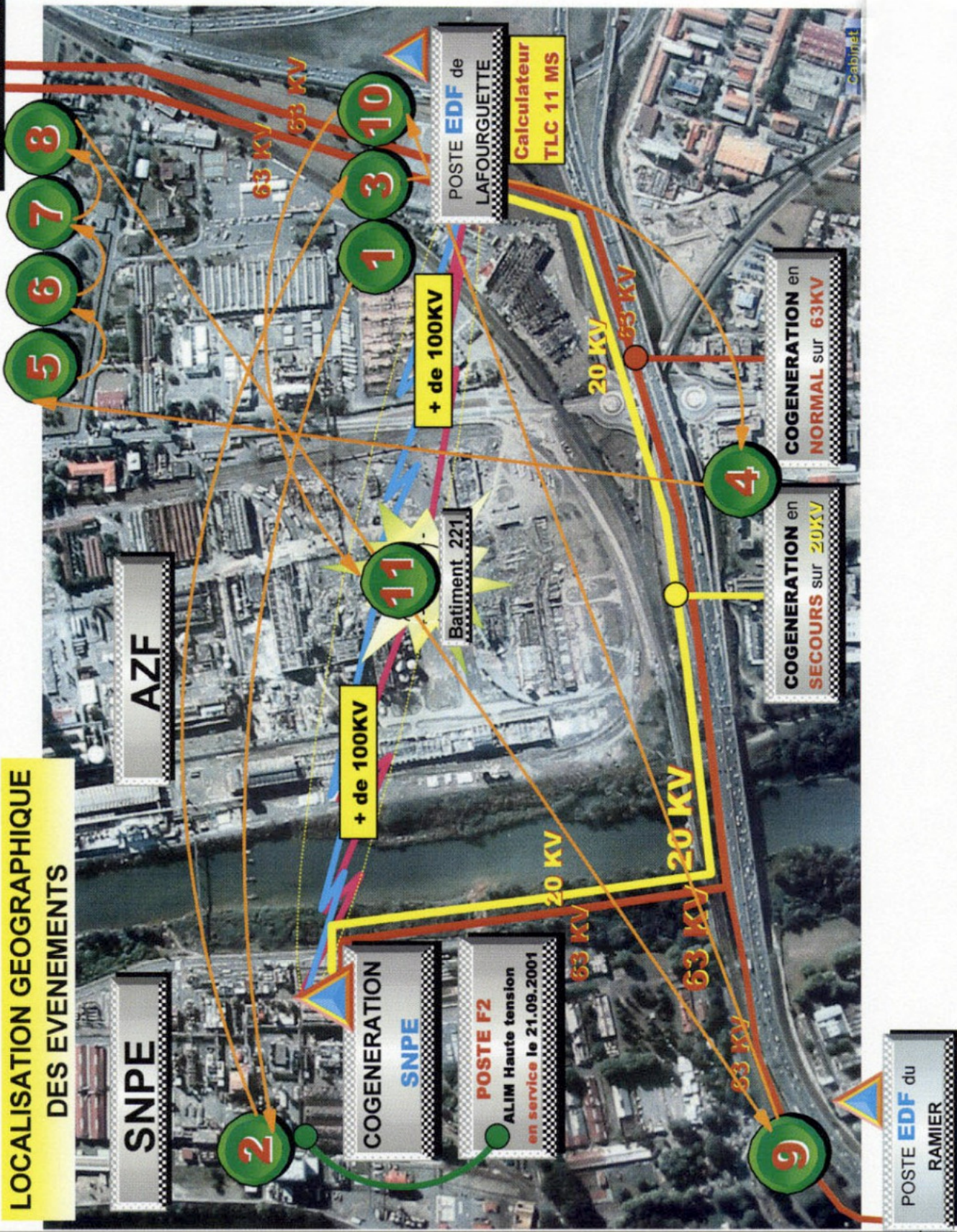
11 **SNPE**

ARMORAGE-ARC ELECTRIQUE de SNPE vers POSTE LAFORGUETTE **EDF**
 EXPLOSION BATIMENT 221 Traversé par l'ARC ELECTRIQUE

Chronologie des EVENEMENTS

LE 21 septembre 2001

LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DES EVENEMENTS



Usage interne
SNPE

LA COGENERATION A SNPE VUE D'ENSEMBLE

COGENERATION à l'ARRET



POSTE EDF de
PORTET/SI SIMON

POSTE EDF de
LAFOURQUETTE

63 KV

63 KV

63 KV

20 KV

20 KV

63 KV

F

F

F

F

C

D

O

F

LIVRAISON SNPE

POSTE

20 KV

11 KV

20 KV

11 KV

20 KV

11 KV

20 KV

63 KV

T.V. 1MW

T.G. 5MW

T.G. 5MW

T.G. 5MW

VAPEUR

GAZ

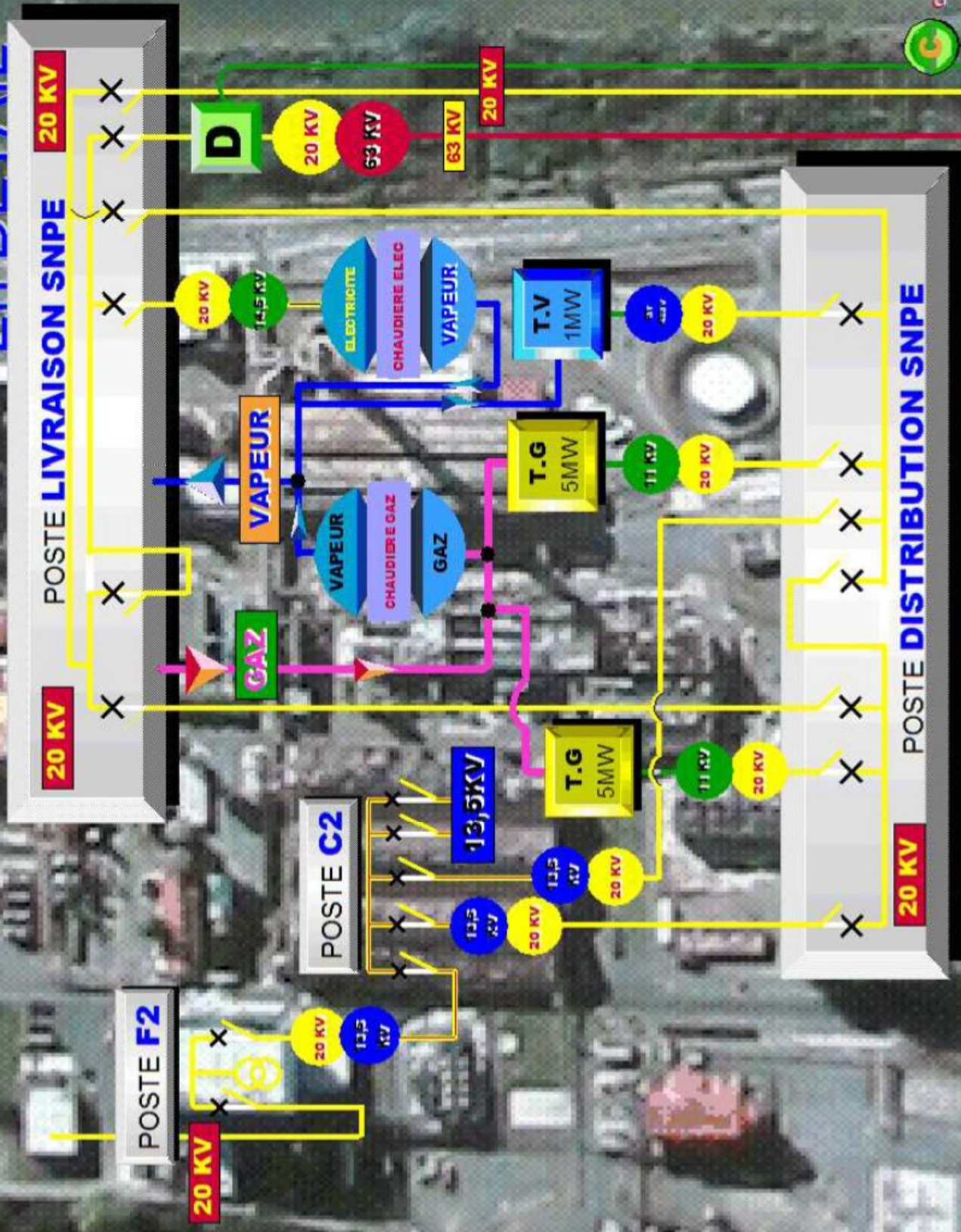
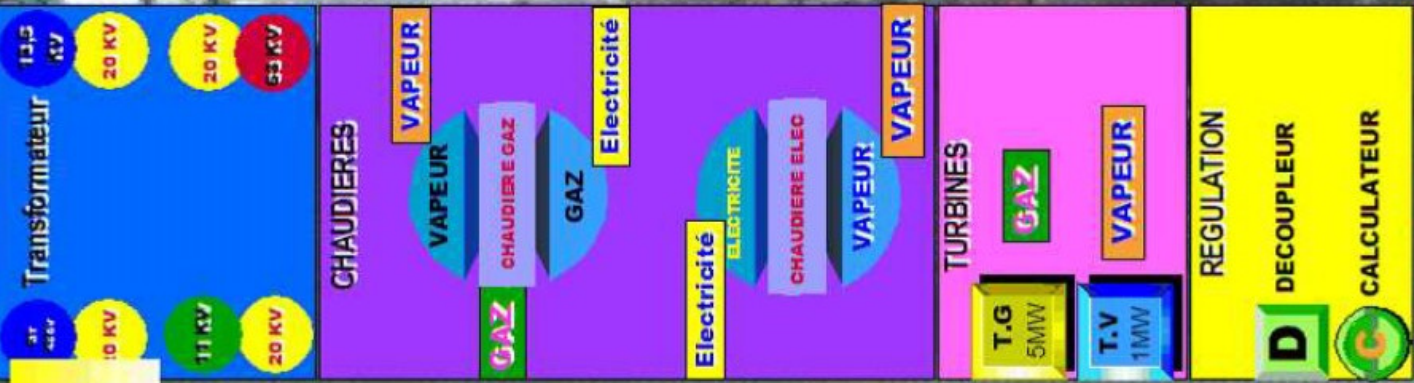
VAPEUR

GAZ

LA COGENERATION A SNPE

EN DETAIL

LEGENDE



CHRONOLOGIE

JPR EXPERTS	
Nombre de missions	
Personnel employé à JPR Experts	
CHIFFRE d'AFFAIRE JPR Experts	
ACTIVITE/FACTURATION JPR Experts	
ACTIVITE/FACTURATION JPR Experts	
JPR Experts (Profession Libérale)	
JPR Experts (EURL)	

EMPRUNTS Caisse d'Epargne 70k€
Emprunt Banque Populaire 30k€

AGF

GRANDS COMPTES INTERNATIONAUX

Bernadette CRUZILLEAU
Marie Christine LECLERCQ
Nombre de missions

Aon

EQUIPE DEDIEE TOTAL

M LEVIASSOR de CHARMOIS
Claude COURTIAU
Nombre de missions
Corinne GOUX-MEYnard



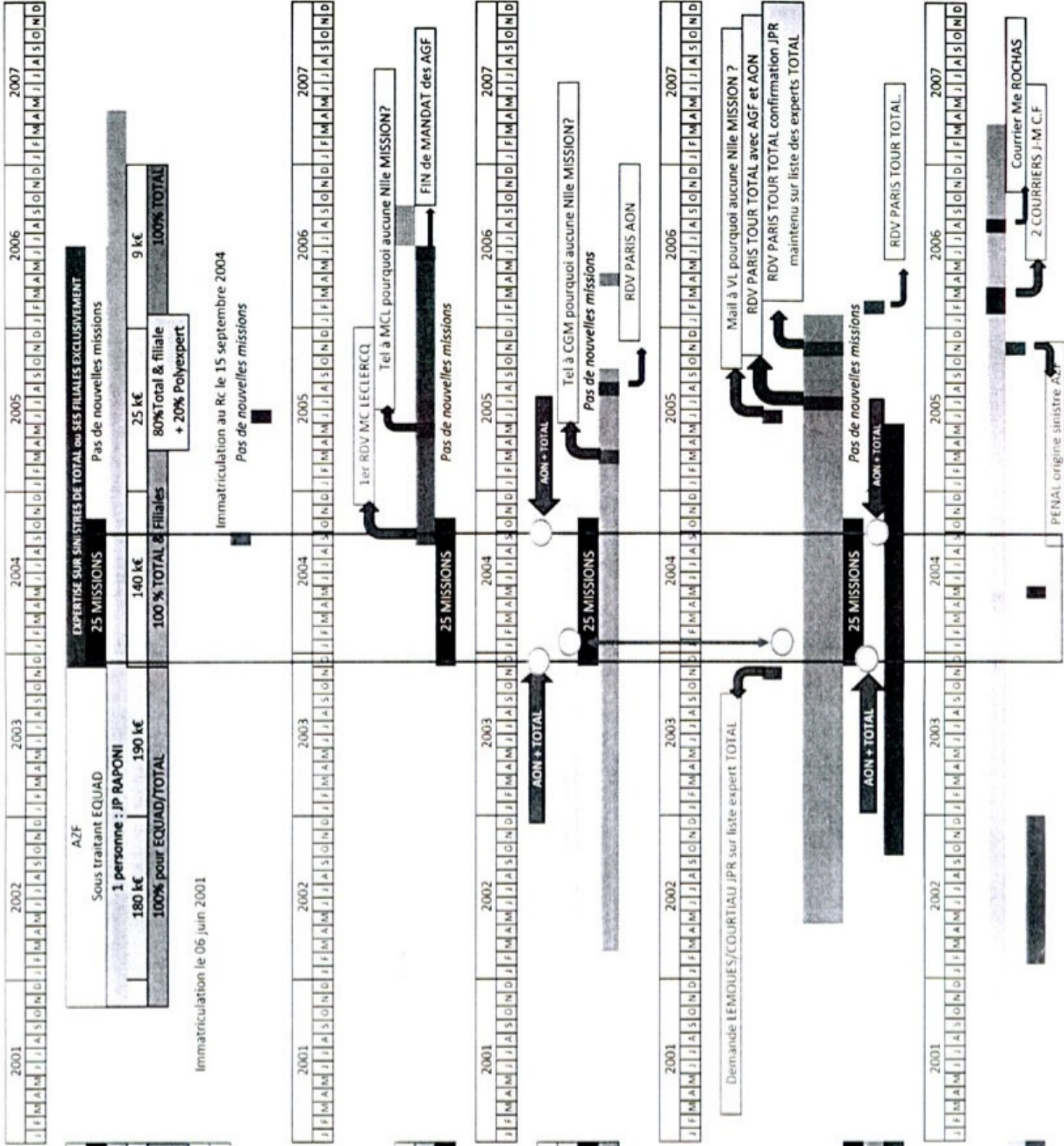
TOTAL
DARAG

Véronique LEMOUES

Sandrine RAYMOND

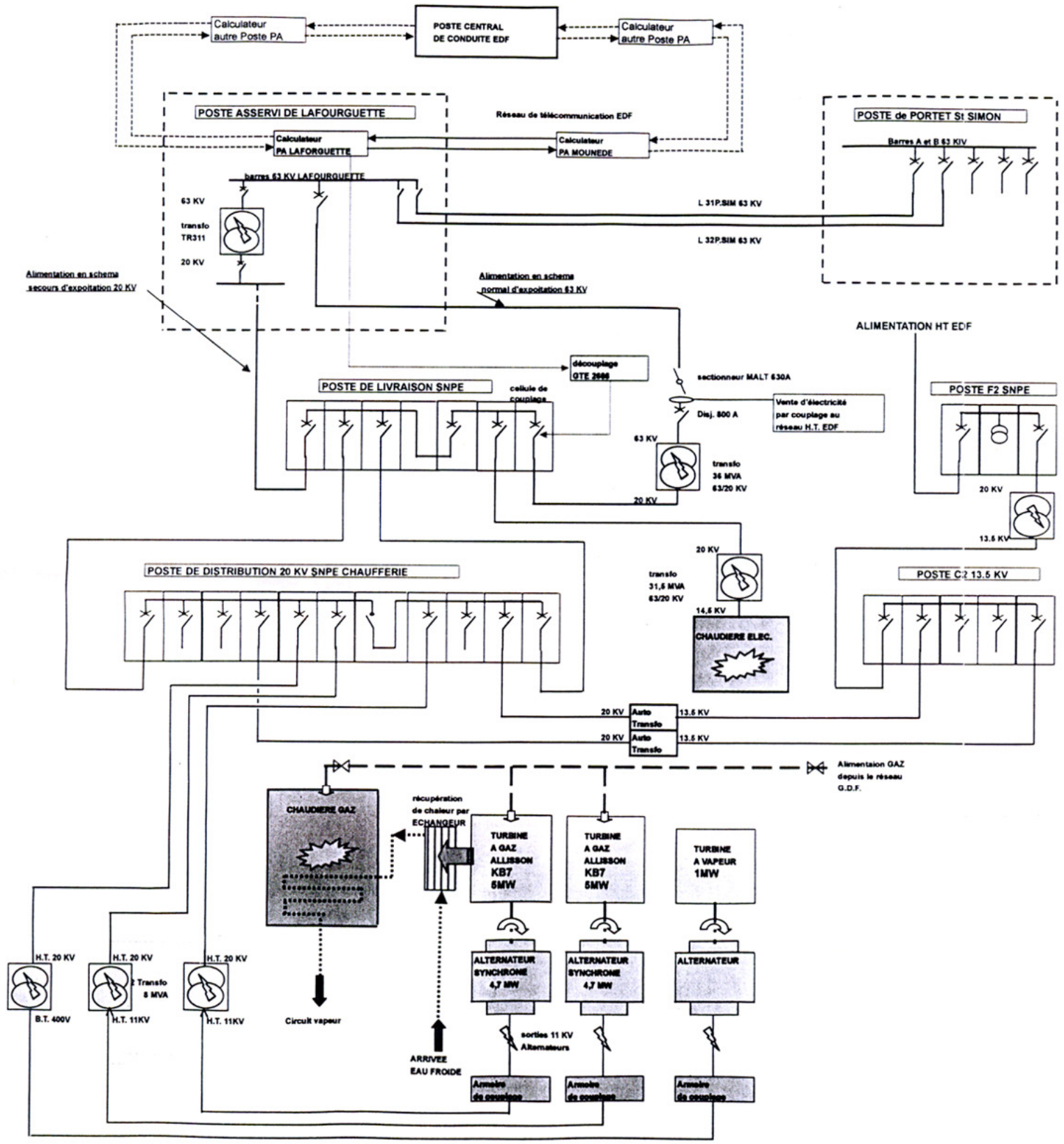
Nombre de missions
François LEJEUNE
Tony POZZANA

Me Jean Marie COSTE-FLORET
Me SOULEZ-LARIVIERE



PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION DE COGENERATION DE SNPE

SCHEMA SYNOPTIQUE N°3



CHRONOLOGIE DES EVENEMENTSEvènement N°1 :

Defaut à la terre d'une phase non signalé par le calculateur en panne

Evènement n° 2 :

Couplage de la cogénération SNPE sur ligne 20KV en défaut

Evènement N° 3 :

Deciencement des disjoncteurs d'encadrement du transfo. 311 sur double défaut suivant régime de neutre impedant

Evènement n° 4 :

Basculement de l'alim. Secours 20 KV sur l'alim. Normale ou non ouverture de l'alim. normale 63 KV (calculateur poste Lafourquette en panne)

Evènement n° 5 :

Perte tension barres A et B 63 KV poste de Portet

Evènement n° 6 :

Pics de surtensions sur reseau 63KV

Evènement n° 7 :

Retour tension barres A et B 63 KV poste de Portet

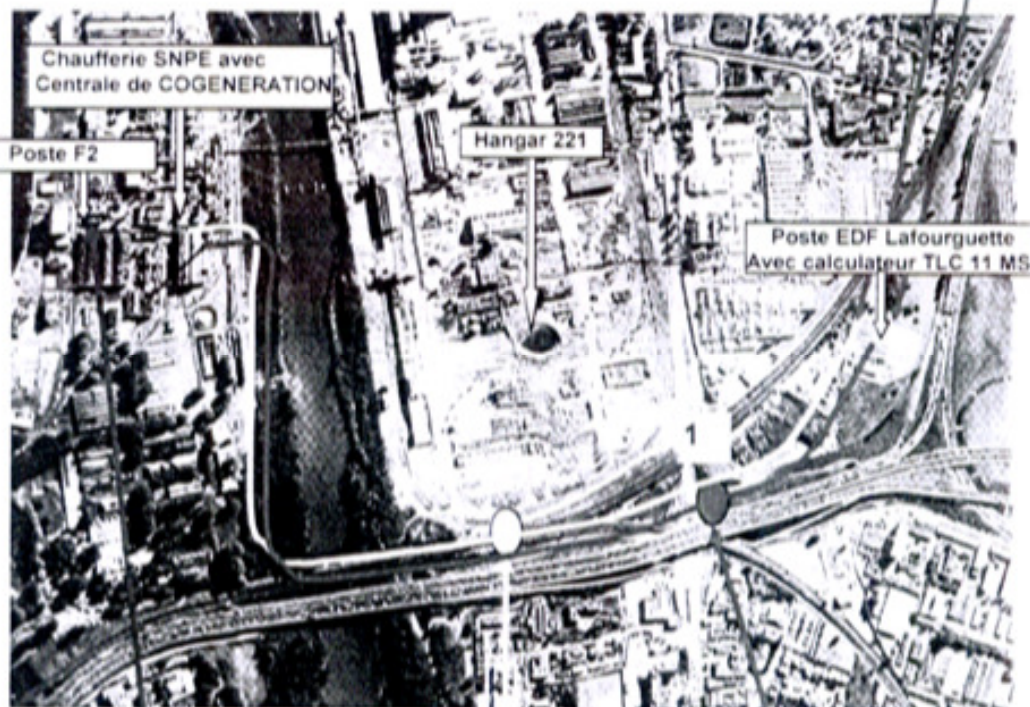
Evènement n° 8 :

Amorçage arc électrique vers poste EDF de Lafourquette

Evènement n° 9 :

Explosion du hangar 221 traversé par l'arc électrique

Poste EDF de
PORTET St
SIMON



Alimentation Haute tension
initiale de la SNPE en service
le 21/09/2001

Alim. Cogénération
En schémas secours
D'alimentation en 20 000

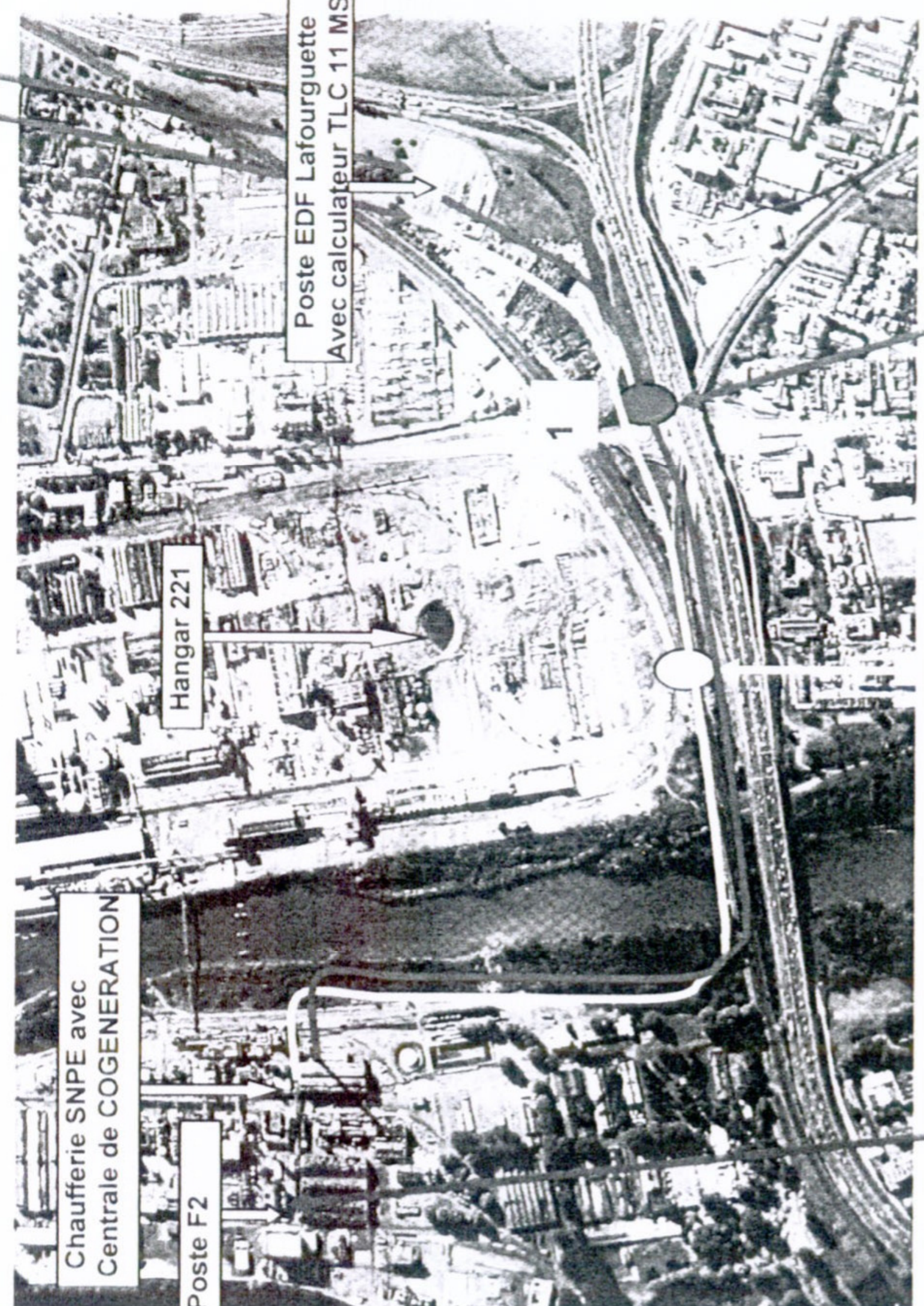
Alim. Cogénération
En schémas Normal
D'alimentation en 63 000

Chaudière SNPE avec
Centrale de COGENERATION

Poste F2

Hangar 221

Poste EDF Lafourquette
Avec calculateur TLC 11 MS



Le court-circuit est un incident majeur qui peut avoir des conséquences graves et qu'il faut pouvoir éliminer rapidement.

Le court-circuit et ses conséquences

Le court-circuit est l'un des deux incidents majeurs (l'autre étant la surtension) qui peut affecter les réseaux électriques. Ses conséquences en HT sont souvent graves :

- Creux de tension brutale perturbant le réseau

Les équipements proches peuvent voir leur fonctionnement affecté par un creux de tension de quelques dizaines à centaines de millisecondes selon le temps d'élimination du défaut. Il peut en résulter une instabilité dynamique et la perte de synchronisme de machines.

- Arrêt d'équipements par déclenchement de protection

Le déclenchement des protections peut mettre hors tension une partie souvent importante du réseau, avec des conséquences économiques importantes.

- Contraintes mécaniques et thermiques pour les équipements

Tous les matériels et liaisons (câbles, lignes) traversés par le court-circuit subissent une forte contrainte, à la fois :

v mécanique (efforts électrodynamiques) qui peut entraîner des ruptures

v thermique pouvant entraîner la fusion des conducteurs et destruction des isolants, avec des risques d'incendie.

- Arc électrique de forte énergie

Au point de défaut, apparaît le plus souvent un arc électrique de forte énergie dont les effets destructeurs sont très importants et qui peut se propager très rapidement dans toute l'installation. Un arc à l'intérieur d'une cellule HTA peut mettre en danger les opérateurs présents.

Malgré la probabilité de plus en plus faible d'apparition d'un court-circuit dans les installations modernes, bien conçues, correctement installées et exploitées, les conséquences graves qui peuvent en résulter imposent de détecter et éliminer très rapidement tout court-circuit.

Etablissement d'un courant de court-circuit

Le régime d'établissement du court-circuit diffère suivant l'éloignement du point de défaut par rapport aux alternateurs. Ceci n'implique pas nécessairement une distance géographique, mais suppose que les impédances des alternateurs sont inférieures aux impédances de liaison jusqu'au le point de défaut.

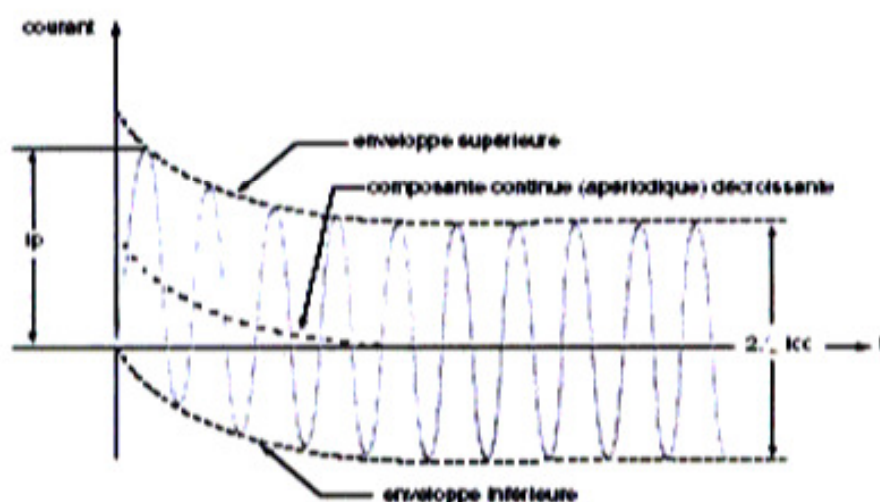
Ce qui suit est relatif au cas le plus fréquent d'un court-circuit éloigné de la source. Le défaut aux bornes d'un alternateur est présenté plus loin.

Forme d'un courant de court-circuit

L'établissement d'un courant de court-circuit comporte :

- une phase transitoire (d'asymétrie), pendant laquelle une composante continue décroissante (dite "apériodique") se superpose à la composante alternative du courant de court-circuit proprement dit. Le courant résultant a une première crête de valeur I_p beaucoup plus élevée que la valeur crête de la composante alternative. Elle crée les forces d'attraction électrodynamiques les plus importantes.

- une phase permanente (court-circuit établi), où ne subsiste que la composante alternative. Sa valeur efficace I_{cc} caractérise le courant de court-circuit. La valeur, très élevée par rapport à l'intensité de service en utilisation normale, provoque un échauffement très important qui détermine la tenue thermique des équipements.



Allure générale d'un courant de court-circuit

Courant de court-circuit aux bornes d'un transformateur

Tension de court-circuit : U_{cc} (%)

Pour déterminer l'intensité du court-circuit triphasé aux bornes d'un transformateur, on utilise la valeur de sa tension de court-circuit (U_{cc} %), définie ainsi :

On applique aux bornes du primaire un pourcentage de la tension à vide, le secondaire étant en court-circuit triphasé. On fait varier la tension jusqu'à la valeur permettant d'obtenir au secondaire le courant assigné I_r (voir figure). Cette tension est appelée tension de court-circuit (U_{cc} en %). Elle est fournie par le constructeur et figure sur la plaque signalétique.

Courant de court-circuit

Le courant de court-circuit d'un transformateur (valeur efficace de la composante symétrique) reste constant dans les instants qui suivent le début du court-circuit car l'impédance est elle-même constante, si le transformateur est éloigné des générateurs situés en amont. Le courant de court-circuit est donné par :

$$I_{cc} = \frac{I_r}{U_{cc}} \quad \text{avec } I_r = \frac{S_r}{\sqrt{3} U} = \text{courant assigné au secondaire}$$

Exemple

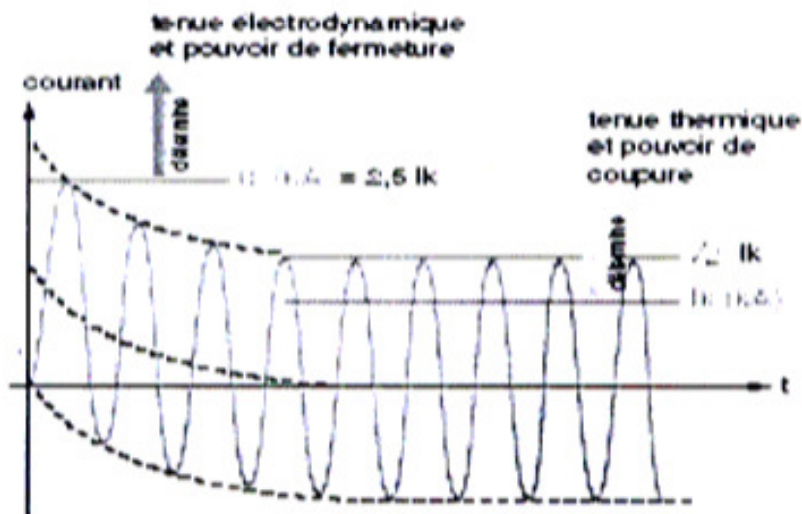
Transformateur 63/10 kV de puissance assignée $S_r = 20 \text{ MVA}$, $U_{cc} = 10 \%$.
Puissance de la source amont : supposée infinie.

$$I_r = \frac{S_r}{\sqrt{3} \times U} = \frac{20000}{\sqrt{3} \times 10} = 1500 \text{ A} \quad \text{et} \quad I_{cc} = \frac{I_r}{U_{cc}} = \frac{1500}{10/100} = 11500 \text{ A} = 11,5 \text{ kA}$$

Application au transformateur 35 MVA de la SNPE

Transformateur 63/20 kV de puissance assignée $S_r = 35 \text{ MVA}$, $U_{cc} = 11 \%$.
Puissance de la source amont : supposée infinie.

$$I_r = \frac{S_r}{\sqrt{3} \times U} = \frac{35000}{\sqrt{3} \times 20} = 1010 \text{ A} \quad \text{et} \quad I_{cc} = \frac{I_r}{U_{cc}} = \frac{1010}{10/100} = 9180 \text{ A} = 9,18 \text{ kA}$$



Courant de court-circuit normalisé

Exemple (cellule HTA pour réseau 24 kV en 50 Hz) :

■ Courant de courte durée admissible :

$$I_k = 12,5 \text{ kA} - 1 \text{ s}$$

■ valeur crête du courant de courte durée admissible : $I_p = 2,5 I_k = 31 \text{ kA}$ (valeur de crête)

La connaissance de la valeur du courant de court-circuit du réseau au point d'installation des divers équipements est indispensable.

Moyens de calcul des courants de court-circuit

La connaissance de la valeur du courant de court-circuit en différents points du réseau est une donnée indispensable pour définir les câbles, jeux de barres et tous matériels d'interruption et de protection ainsi que leurs réglages.

Le calcul des courants de court-circuit s'effectue à l'aide des méthodes décrites dans de nombreux guides

et des logiciels permettent d'effectuer ces calculs plus rapidement

et la CEI 60909-0 de 2001 "Calcul des courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif" codifie tous les éléments de calcul.

Les pages K63 et K64 "Valeurs des courants de court-circuit" présentent des éléments de calcul.

Caractéristiques d'un courant de court-circuit

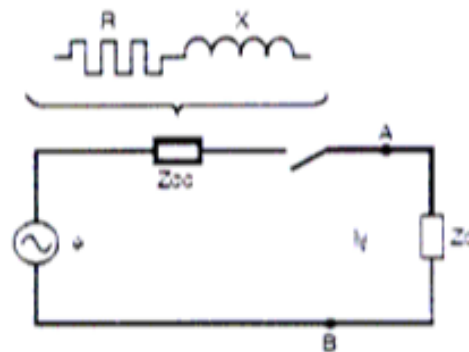
Circuit équivalent

Un court-circuit en un point du réseau, immédiatement en aval d'un dispositif de coupure à installer (cas le plus défavorable pour ce dispositif puisqu'il n'y a pas de limitation du courant par des impédances aval), peut se schématiser par :

une source de tension

et l'impédance équivalente Z_{cc} de l'ensemble du réseau amont, qui se calcule à partir de la résistance et de la réactance équivalentes du réseau amont.

Ces valeurs sont difficiles à connaître, d'autant qu'il existe souvent en amont des réseaux de tension différentes.



Circuit équivalent pour un court-circuit entre A et B